



MEDIO AMBIENTE

SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES

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

DIRECCION GENERAL DE
IMPACTO Y RIESGO
AMBIENTAL



CORAZÓN CIUDAD MAYAKOBA

CAPÍTULO 1. DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

Contenido

CAPÍTULO 1. DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO.....	2
1.1. Introducción	2
1.2. Datos Generales del Proyecto	3
1.2.1. Nombre del Proyecto.....	3
1.2.2. Ubicación del Proyecto.....	3
1.2.3. Duración del Proyecto	10
1.3. Datos Generales del Promoviente	10
1.3.1. Nombre o razón social	10
1.3.2. Registro Federal de Contribuyentes del Promoviente	10
1.3.3. Nombre del Representante Legal.....	10
1.3.4. Dirección del Promoviente o de su Representante Legal	10
1.4. Responsable de la Elaboración del Estudio de Impacto Ambiental.....	10
1.4.1. Nombre o Razón Social	10
1.4.2. Registro Federal de Contribuyentes	10
1.4.3. Nombre del Responsable Técnico del Estudio	11
1.4.4. CURP del Responsable Técnico de la Elaboración del Estudio	11
1.4.5. Cedula Profesional del Responsable Técnico de la Elaboración del Estudio.....	11
1.4.6. Dirección del Responsable Técnico del Estudio	11
1.5. Responsable de la Elaboración del Estudio Forestal	11
1.5.1. Nombre o Razón Social	11
1.5.2. Registro Federal de Contribuyentes	11
1.5.3. Nombre del Responsable Técnico del Estudio	11
1.5.4. Número de Inscripción en Registro Forestal Nacional	11
1.5.5. Cedula Profesional del Responsable Técnico de la Elaboración del Estudio.....	11
1.5.6. Dirección del Responsable Técnico del Estudio	12
1.6. Relación de Especialistas Responsables de la Elaboración del DTU-BR	12
1.7. Datos de Inscripción en el Registro de la Persona que Formulo el Documento en Materia Forestal y, en su Caso, del Responsable de Dirigir la Ejecución del Cambio de Uso de Suelo... 13	13

CAPÍTULO 1. DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

1.1. Introducción

Con fundamento en 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*”, emitido el 22 de diciembre de 2010 en el Diario Oficial de la Federación, mediante el cual se unifican la evaluación de impacto ambiental y el cambio de uso de suelo en terrenos forestales, el cual prevé dos modalidades, siendo el que nos atiende 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 de dicho artículo, se presenta el Documento Técnico Unificado modalidad B Regional del Proyecto “Corazón Ciudad Mayakoba” (en adelante denominado el Proyecto).

Lo anterior, en apego a las disposiciones establecidas en los Artículos 28 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA) y el Artículo 93 de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS).

El Artículo Séptimo del Acuerdo, señala que el DTU-BR contendrá la información que prevé el Artículo 13 del Reglamento de la LGEEPA en Materia de Impacto Ambiental (REIA), así como la indicada en el Artículo 139 y 141 del Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable. Con base en esto, y tomando como referencia los lineamientos establecidos en el “*Instructivo para la elaboración del Documento Técnico Unificado (DTU) del trámite de cambio de uso de suelo forestal, modalidad B- Regional*” (BR), el presente DTU-BR está integrado por la siguiente información:

- I. *DATOS GENERAL DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO;*
- II. *DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO;*
- III. *VINCULACIÓN CON LOS INSTRUMENTOS DE PLANEACIÓN Y ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES;*
- IV. *DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL Y SEÑALAMIENTO DE TENDENCIAS DEL DESARROLLO Y DETERIORO DE LA REGIÓN;*
- V. *IDENTIFICACIÓN, CARACTERIZACIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL;*
- VI. *JUSTIFICACIÓN TÉCNICA, ECONÓMICA Y SOCIAL QUE MOTIVE LA AUTORIZACIÓN EXCEPCIONAL DEL CAMBIO DE USO DE SUELO;*
- VII. *ESTRATEGIAS PARA LA PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL;*
- VIII. *PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y, EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS;*
- IX. *IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LOS RESULTADOS DEL DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO*

En cumplimiento con las disposiciones anteriormente citadas en este capítulo se presentan los datos generales del proyecto, del promovente y del responsable del estudio de impacto ambiental del Proyecto “Corazón Ciudad Mayakoba”.

1.2. Datos Generales del Proyecto

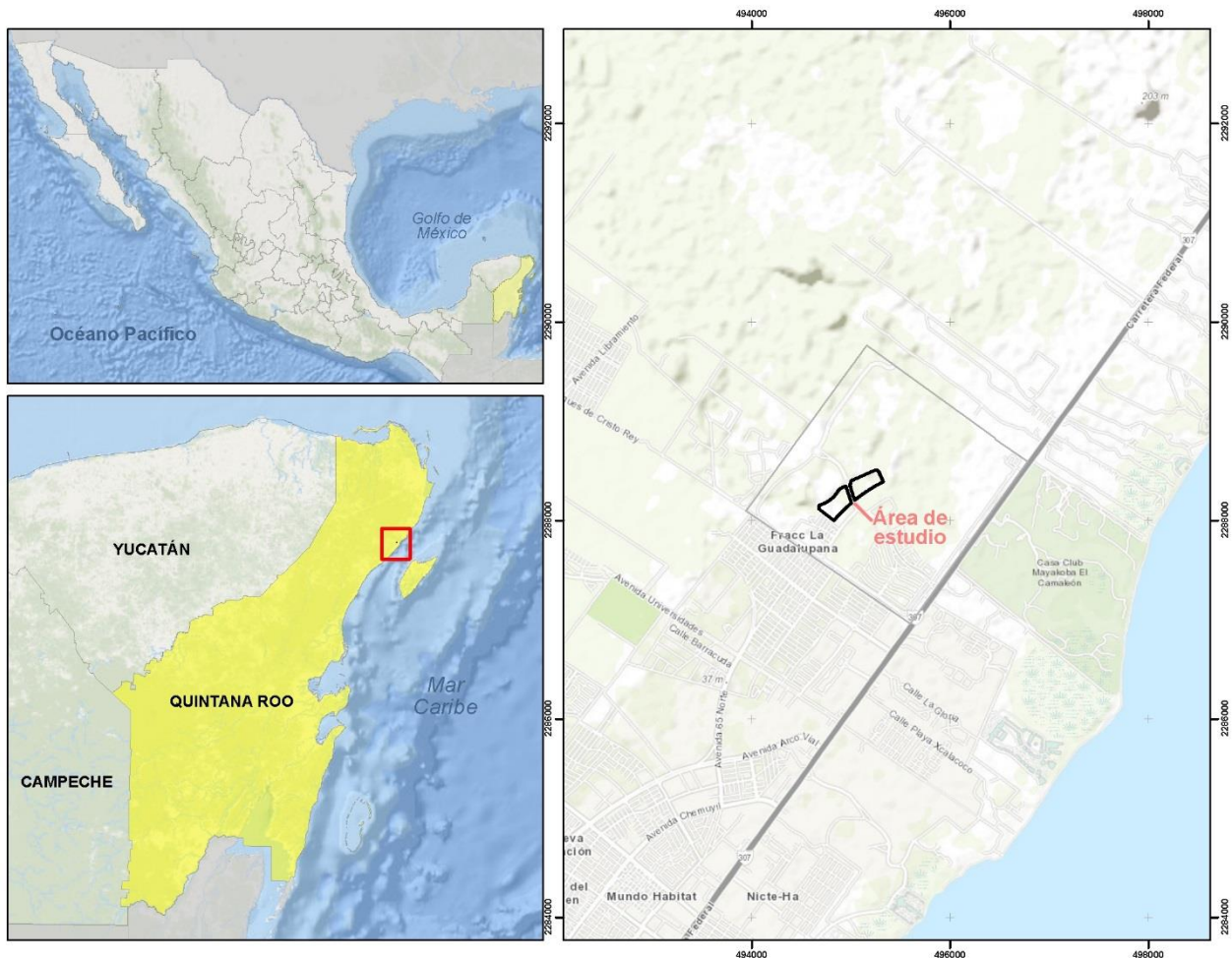
1.2.1. Nombre del Proyecto

Corazón Ciudad Mayakoba

1.2.2. Ubicación del Proyecto

El Proyecto se localiza a la altura del kilómetro 298 de la carretera federal 307 Reforma Agraria – Puerto Juárez, en la zona norponiente de la ciudad de Playa del Carmen, municipio de Solidaridad, Quintana Roo, al interior del Plan Maestro Ciudad Mayakoba (antes “El Ximbal”). La ubicación del Proyecto a nivel regional se puede observar en la Figura 1. 1.

Figura 1. 1. Ubicación regional del Proyecto.



El Proyecto se pretende desarrollar en los predios denominados Lote 003 y Lote 008 que, en su conjunto, cuantifican una superficie de 119,410.11 m² (11.94 ha) (Figura 1. 2). Se acredita la propiedad de estos predios a través de la Escritura Pública [REDACTED] pasada ante la fe del notario público Lic. Camilo Ernesto Cámara Reyes de la ciudad de Cancún, Quintana Roo, incluida en el Anexo 1.1.

Figura 1. 2. Superficie del Lote 003 y Lote 008.



El desarrollo de este Proyecto está enmarcado en un proceso de planificación y gestión ambiental que tiene sus orígenes en el diseño y desarrollo del Plan Maestro **Ciudad Mayakoba** (antes “El Ximbal”), el cual fue evaluado por esta Dirección General de Impacto y Riesgo Ambiental a través de una manifestación de impacto ambiental modalidad regional (MIA-R) y autorizado mediante el oficio resolutorio SGPA/DGIRA/DG/04219 de fecha 19 de junio de 2013, así como por la Delegación Federal en el Estado de Quintana Roo Subdelegación de Gestión para la Protección Ambiental y Recursos Naturales mediante un Estudio Técnico Justificativo con oficio de resolución 03/ARRN/1476/13 3586 con fecha de notificación del 14 de noviembre de 2013. El cual se ajustó a las disposiciones jurídicas aplicables, tales como el Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Solidaridad, el Programa Parcial de Desarrollo Urbano “El Jesusito”, entre otros, según se manifiesta en las correspondientes resoluciones.

A la fecha, se han tenido diversas modificaciones de los instrumentos antes descritos, siendo los más recientes:

1. Modificación de la MIA-R de Ciudad Mayakoba con fecha del 04 de mayo de 2021 y resolutivo SGPA/DGIRA/DG/02434 (en adelante, Plan Maestro Ciudad Mayakoba autorizado)
2. Programa Parcial de Desarrollo Urbano “El Jesusito” Publicado en el Periódico Oficial del Estado el 10 de marzo de 2016 (PPDU-J).

2.1. Acuerdo mediante el cual se aprueba autoriza la conformación del Polígono de Actuación Residencial, de actuación privada para la Relocalización de usos y destinos del suelo e intercambio de potencialidad de edificación dentro del desarrollo denominado complejo “CIUDAD MAYAKOBA”, respecto a los lotes 003 y 008, ubicados en la Carretera Federal 307 Chetumal-Puerto Juárez, km 298, en la Ciudad de Playa del Carmen, Municipio de Solidaridad, Quintana Roo; mismos que no contravienen, ni alteran las condiciones naturales de crecimiento, si no por el contrario privilegia la continuidad del desarrollo ordenado y planificado del Municipio de Solidaridad, Quintana Roo (Anexo 3.7). Periódico Oficial de la Federación. 21 de febrero de 2021.

De acuerdo con lo anterior, los predios donde se inserta el Proyecto cuentan con usos de suelo establecidos por el PPDU-J y por el Plan Maestro Ciudad Mayakoba autorizado en materia de impacto ambiental. Para más detalle de esta Autoridad, en la Tabla 1. 1 se presenta un análisis de los diferentes usos de suelo que le aplican a los predios (Lotes 008 y 003) según cada instrumento de planeación y, en la Figura 1. 3 y Figura 1. 4, se presenta su distribución.

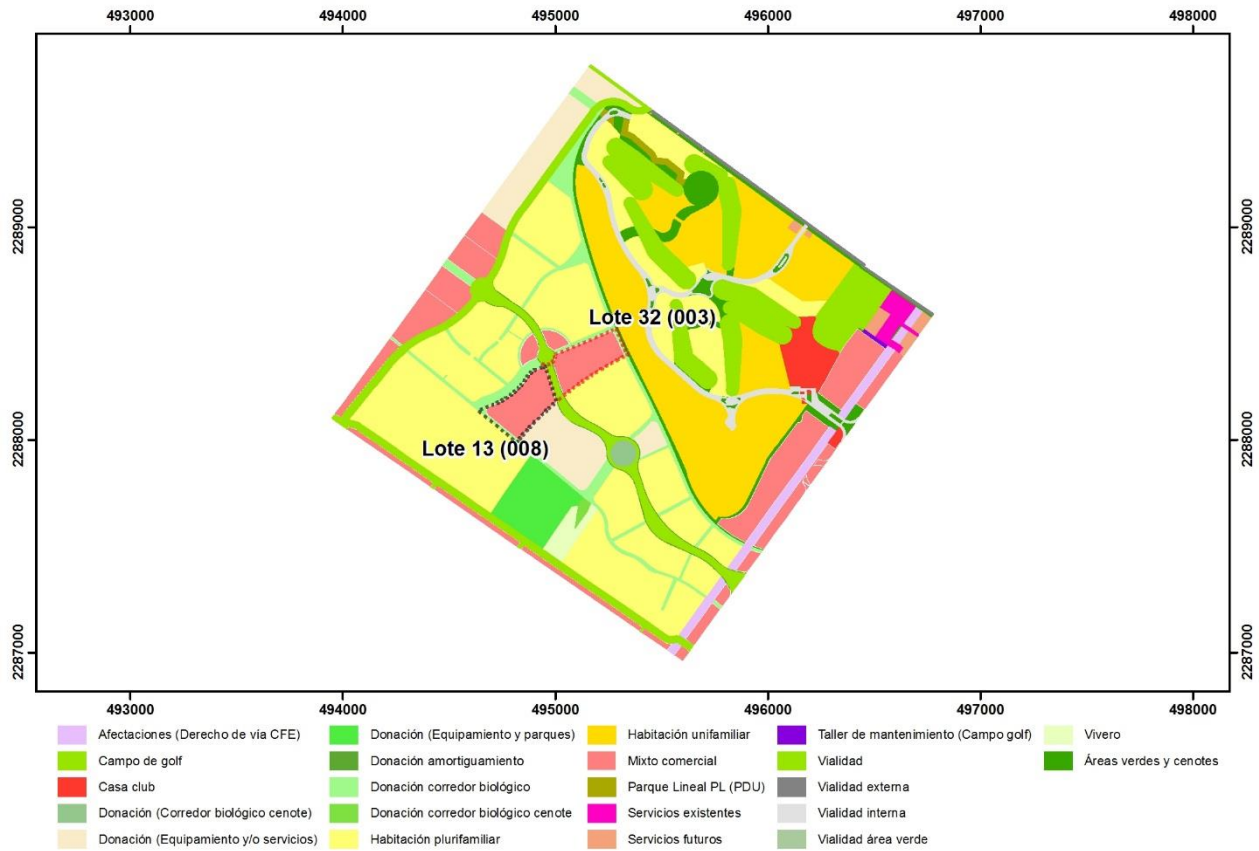
Tabla 1. 1. Desglose de las superficies de los predios Lote 003 y Lote 008.

Escritura Pública	PPDU-J y Ciudad Mayakoba	Escritura Pública		PPDU-J			Ciudad Mayakoba		
		Superficie		Usos de suelo	Superficie		Usos de suelo	Superficie	
		m ²	ha		m ²	ha		m ²	ha
008	13	58,980.60	5.89	Mixto Comercial ¹ (Lote 013)	55,130.22	5.51	Mixto ² Comercial (Lote 013)	55,130.22	5.51
				Donación corredor biológico	3,850.57	0.38	Donación	3,850.57	0.38
				Subtotal	58,980.79	5.89	Subtotal	58,980.79	5.89
003	32	60,429.51	6.04	Mixto Comercial ¹ (Lote 032)	51,276.62	5.13	Mixto ² Comercial (Lote 032)	51,276.62	5.13
				Donación amortiguamiento	1,424.99	0.14	Donación	3,597.25	0.35
				Donación corredor biológico	2,172.26	0.21			
				Vialidad	5,555.89	0.55	Vialidad	5,555.89	0.55
Subtotal	60,429.76	6.04	Subtotal	60,429.76	6.04				
Total		119,410.11	11.94	Total	119,410.55	11.94	Total	119,410.55	11.94

¹ Periódico Oficial de la Federación. 21 de febrero de 2021. Acuerdo mediante el cual se aprueba autoriza la conformación del Polígono de Actuación Residencial, de actuación privada para la Relocalización de usos y destinos del suelo e intercambio de potencialidad de edificación dentro del desarrollo denominado complejo “CIUDAD MAYAKOBA”, respecto a los lotes 003 y 008, ubicados en la Carretera Federal 307 Chetumal-Puerto Juárez, km 298, en la Ciudad de Playa del Carmen, Municipio de Solidaridad, Quintana Roo; mismos que no contravienen, ni alteran las condiciones naturales de crecimiento, si no por el contrario privilegia la continuidad del desarrollo ordenado y planificado del Municipio de Solidaridad, Quintana Roo (Anexo 3.7).

² Modificación autorizada al macroproyecto Ciudad Mayakoba, por la Dirección de Impacto y Riesgo Ambiental, mediante oficio SGPA/DGIRA/DG702437 con fecha del 19 de junio de 2021, para el cambio de uso de suelo habitacional (HP-1) de los Lotes denominados 13 y 32 (Lotes 03 y 08, manzana 01) a uso de suelo mixto comercial (MC-1), sin modificar densidad (Anexo 3.5).

Figura 1. 3. Distribución de los usos de suelo asignados por el PPDU-J a los predios Lote 003 y Lote 008.

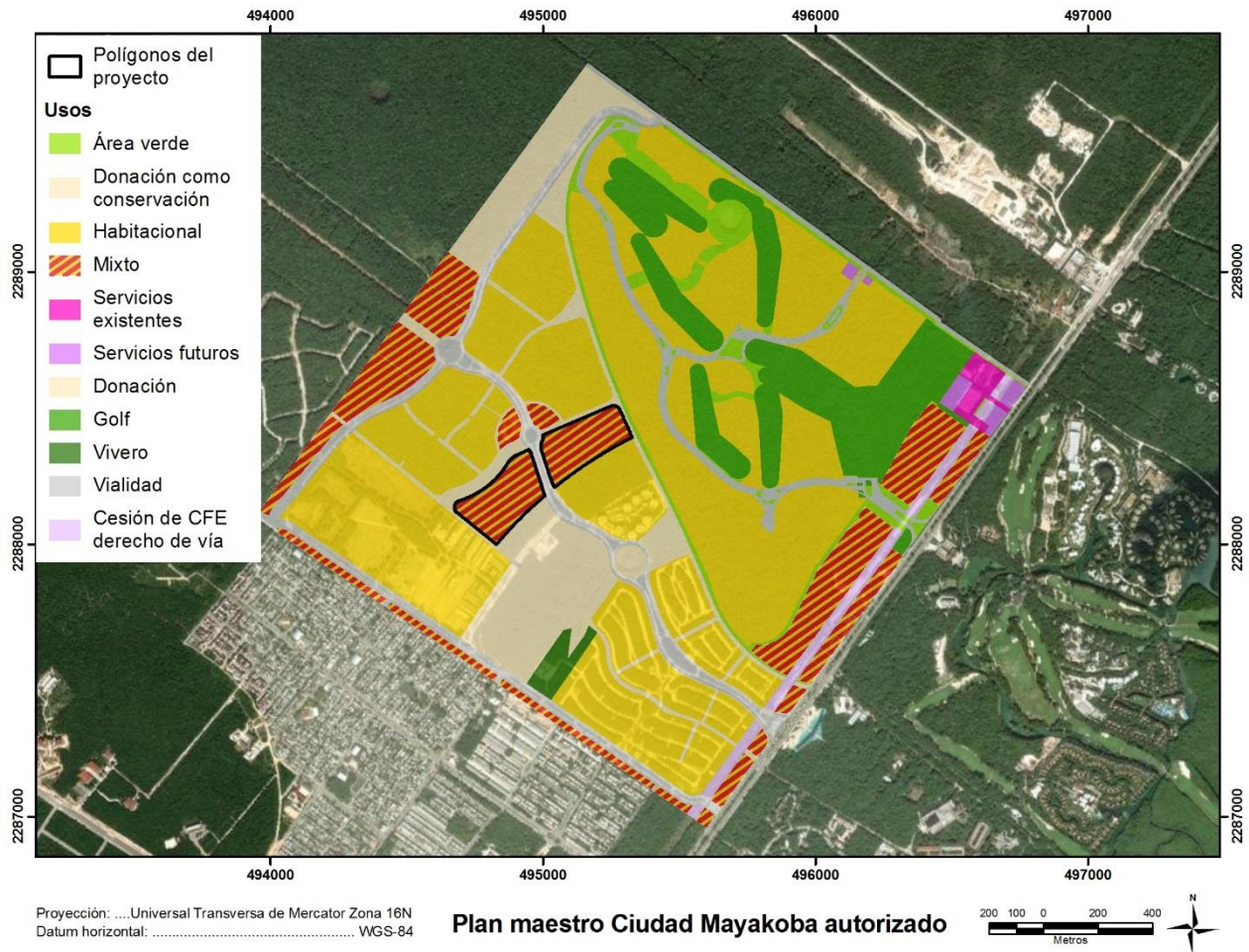


Proyección: Universal Transversa de Mercator Zona 16N
 Datum horizontal: WGS-84
 Fuente: Periódico Oficial del 27 de febrero de 2021

PPDU "El Jesucito". Periódico Oficial del
 Estado de Quintana Roo (2021)



Figura 1. 4. Distribución de los usos de suelo asignados por el Plan Maestro Ciudad Mayakoba a los predios Lote 003 y Lote 008.



Ahora bien, se manifiesta que el Proyecto únicamente se desplantará dentro de los polígonos con destino de uso de suelo “Mixto Comercial” identificados con los números Lote 13 y Lote 32 (de acuerdo con el PPDU-J); toda vez que: a) el área con uso de suelo de “Vialidad” ya ha sido evaluada y autorizada para su desarrollo con base en lo establecido en el Plan Maestro de Ciudad Mayakoba autorizado y b) los usos de suelo “Donación corredor biológico” y “Donación amortiguamiento” ya se han destinado como conservación manteniendo su condiciones originales, tal y como se estableció también en el Plan Maestro autorizado de Ciudad Mayakoba.

Es así que, para fines de este DTU-BR, el **área de estudio** en donde se realizará el cambio de uso de suelo en terrenos forestales del Proyecto propuesto, quedará comprendida por el área ocupada por el Lote 13 y Lote 32 con uso de suelo “Mixto Comercial”, que en su conjunto suman una superficie de **10.64 ha** y, cuyas coordenadas extremas se muestran en la Figura 1. 5 y Figura 1. 6, y Tabla 1. 2. Para más claridad de esta Autoridad, se retoma que:

- El Lote 13 con uso de suelo Mixto Comercial (denominado así según el PPDU-J), se encuentra dentro del predio con clave Lote 008 según la Escritura Pública [REDACTED]. Con superficie de 5.51 ha.

- El Lote 032 con uso de suelo Mixto Comercial (denominado así según el PDU-J), se encuentra dentro del predio con clave Lote 003 según la Escritura Pública [REDACTED]. Con superficie de 5.13 ha.

Figura 1. 5. Coordenadas Lote 13.

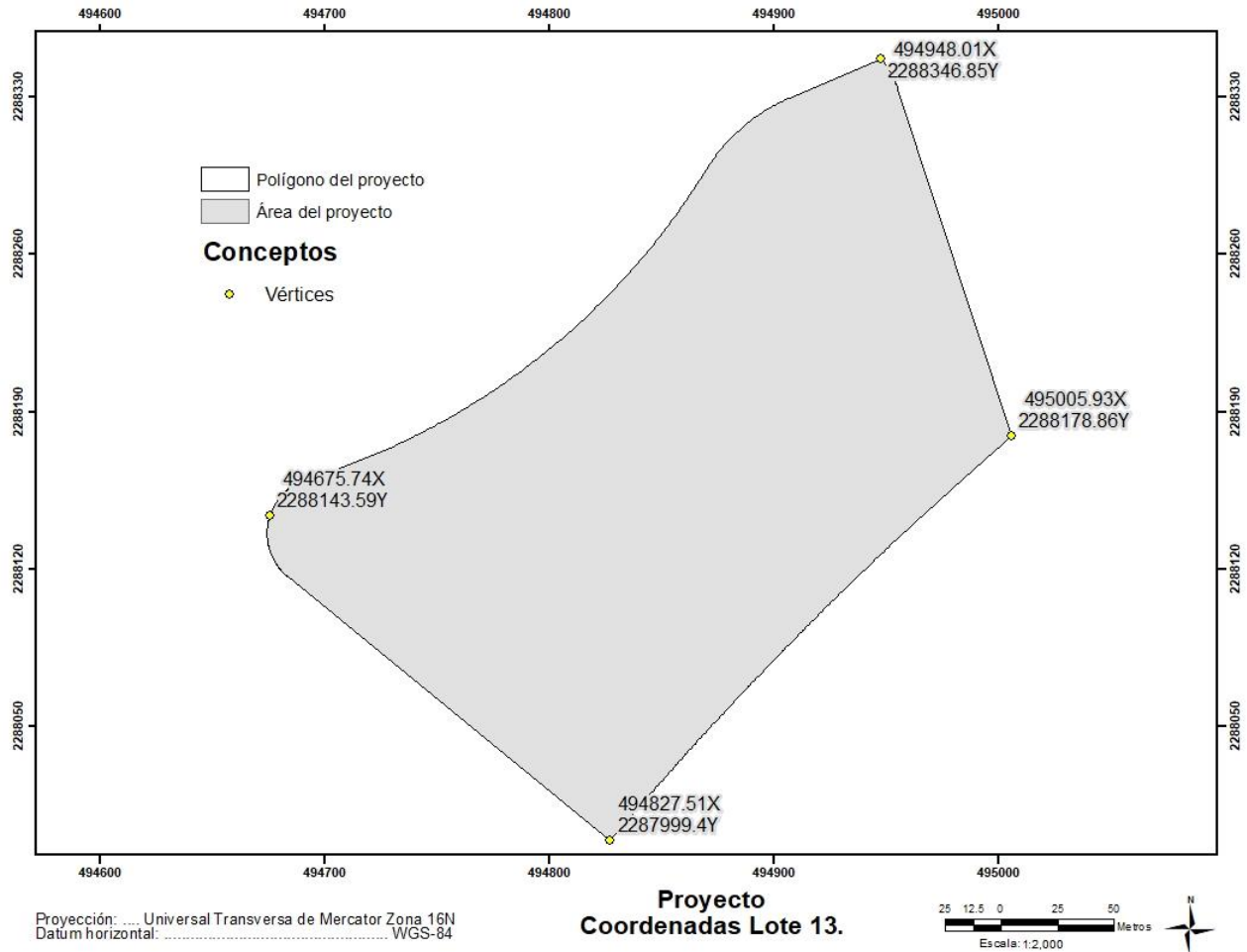


Figura 1. 6. Coordenadas Lote 32.

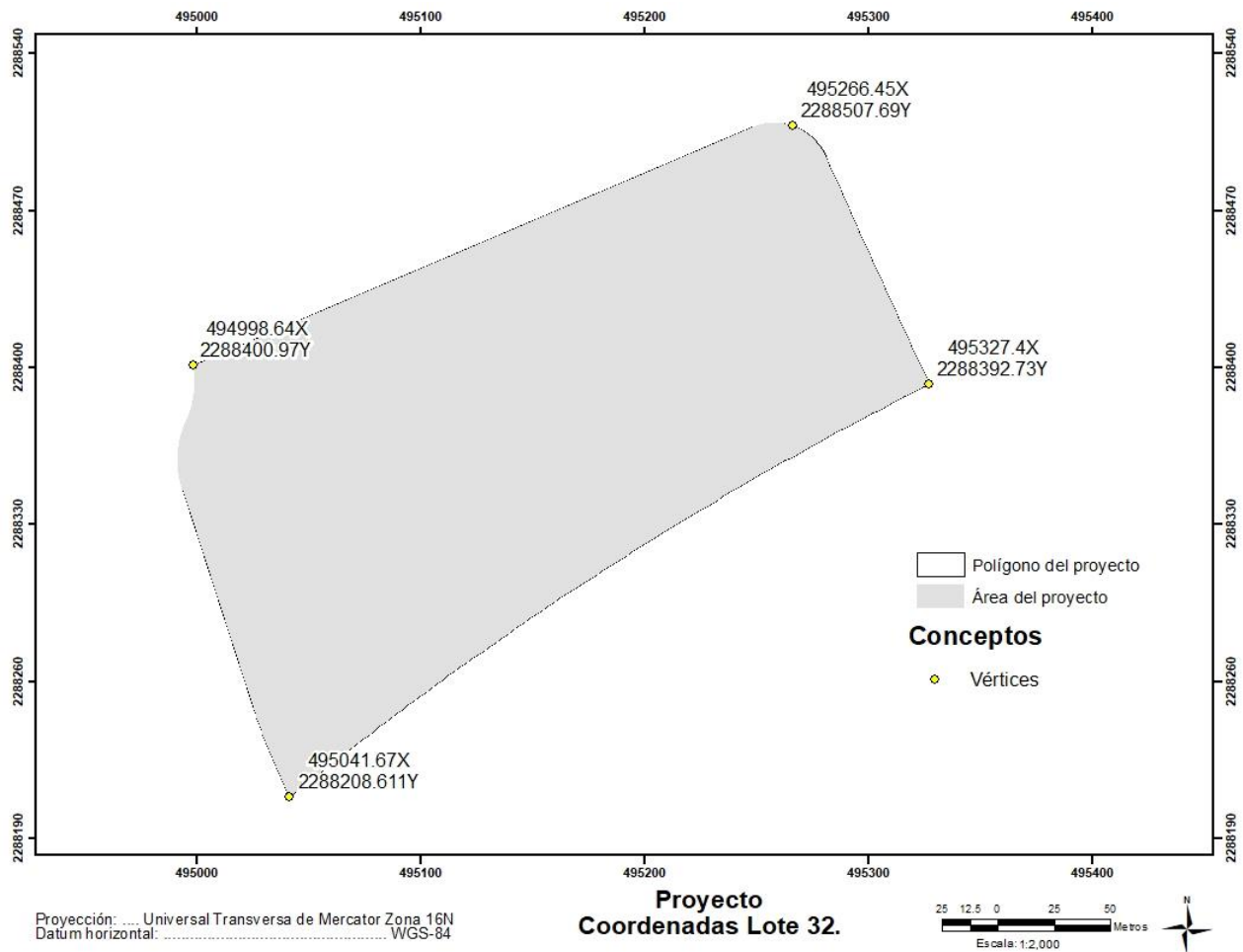


Tabla 1. 2. Coordenadas extremas de los lotes que conforman el Proyecto.

Vértice	X	Y
Lote 13 (contenido en el Lote 008)		
1	494948.01	2288346.85
2	495005.93	2288178.86
3	494827.51	2287999.4
4	494675.74	2288143.59
Superficie: 5.51 ha		
Lote 32 (contenido en el Lote 003)		
1	495266.45	2288507.69
2	495327.4	2288392.73
3	495041.67	2288208.611
4	494998.64	2288400.97
Superficie: 5.13 ha		

1.4.3. Nombre del Responsable Técnico del Estudio

[REDACTED]

1.4.4. CURP del Responsable Técnico de la Elaboración del Estudio

[REDACTED]

1.4.5. Cedula Profesional del Responsable Técnico de la Elaboración del Estudio

[REDACTED] (Anexo 1.7)

1.4.6. Dirección del Responsable Técnico del Estudio

[REDACTED]

1.5. Responsable de la Elaboración del Estudio Forestal

1.5.1. Nombre o Razón Social

[REDACTED]

1.5.2. Registro Federal de Contribuyentes

[REDACTED] (Anexo 1.8)

1.5.3. Nombre del Responsable Técnico del Estudio

[REDACTED]

1.5.4. Número de Inscripción en Registro Forestal Nacional

[REDACTED] (Anexo 1.9)

1.5.5. Cedula Profesional del Responsable Técnico de la Elaboración del Estudio

[REDACTED] (Anexo 1.10)

1.5.6. Dirección del Responsable Técnico del Estudio

[REDACTED]

1.6. Relación de Especialistas Responsables de la Elaboración del DTU-BR

Los especialistas responsables del diseño del proyecto y elaboración del DTU-BR se enlistan en la Tabla 1. 3. Cabe destacar que si bien, la empresa [REDACTED], son los responsables técnicos del Documento Técnico Unificado, los datos presentados en este estudio relativos al diseño de Proyecto y procesos de preparación, construcción, operación y mantenimiento fueron proporcionados por la empresa promotora.

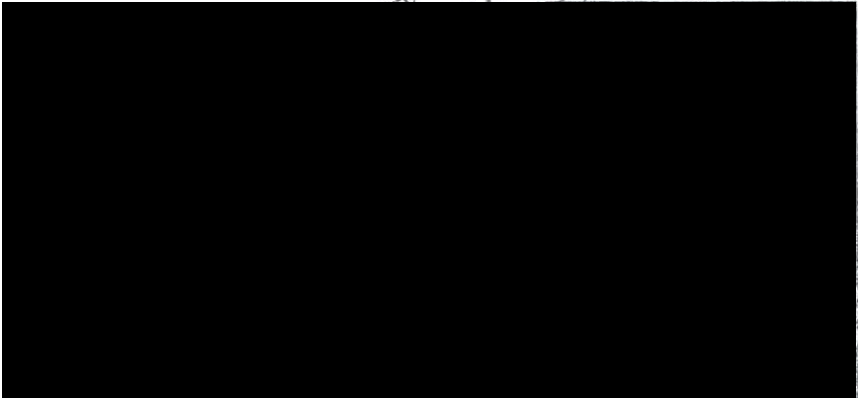
Tabla 1. 3. Especialistas participantes en la elaboración del DTU-BR.

Nombre	Empresa	Especialidad
[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]

1.7. Datos de Inscripción en el Registro de la Persona que Formulo el Documento en Materia Forestal y, en su Caso, del Responsable de Dirigir la Ejecución del Cambio de Uso de Suelo

Este estudio fue elaborado a contrato por la Promovente y llevado a cabo por la empresa [REDACTED], a cargo del [REDACTED] quién firma como responsable de la elaboración de este cambio de uso del suelo, y quien en su caso será el responsable de dirigir la ejecución del seguimiento forestal.

La empresa, [REDACTED], cuenta con certificado de inscripción en el Registro Forestal Nacional integrado al Libro QUINTANA ROO, Tipo VI, Personas Morales Prestadoras de Servicios Técnicos Forestales- inscripciones, [REDACTED] (Anexo 1.9).



Personal que participó en la elaboración del Estudio	No. De Cédula
--	---------------

[REDACTED]	[REDACTED]
------------	------------



CORAZÓN CIUDAD MAYAKOBA

CAPÍTULO 2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO B MODALIDAD REGIONAL



Contenido

CAPÍTULO 2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	3
2.1. Introducción	3
2.2. Información General del Proyecto.....	4
2.2.1. Naturaleza del Proyecto	5
2.2.2. Justificación y Objetivos del Proyecto	6
2.2.3. Ubicación del Proyecto.....	7
2.2.4. Inversión Requerida	9
2.3. Descripción General del Proyecto.....	10
2.3.1. Representación Gráfica Regional.....	12
2.3.2. Representación Gráfica Local	14
2.3.3. Uso Actual del Suelo	15
2.3.4. Urbanización del Área y Descripción de los Servicios Requeridos	16
2.4. Características Particulares del Proyecto	18
2.4.1. Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales	22
2.4.2. Obras del Proyecto.....	23
2.4.2.1. Torres (edificios)	23
2.4.2.2. Estacionamiento	38
2.4.2.3. Andadores	39
2.4.2.4. Vialidades	41
2.4.2.5. Casetas, Bodegas y Cuarto de Máquinas	42
2.4.2.6. Espejo de Agua	45
2.4.2.7. Áreas Verdes	45
2.4.2.8. Área de Conservación	46
2.4.2.9. Pozos de absorción	48
2.5. Programa General de Trabajo	50
2.6. Descripción de las Etapas de Desarrollo del Proyecto	51
2.6.1. Etapa de Preparación.....	51
2.6.2. Estimación del Volumen por Especie de Materias Primas Forestales Derivadas del Cambio de Uso de Suelo	57
2.6.2.1. Principios Metodológicos para Obtener Valores Dasométricos	57
2.6.2.2. Metodología para el Cálculo de Volúmenes Maderables	59
2.6.2.3. Justificación de la Representatividad del Muestreo.....	64
2.6.2.4. Resultados.....	65
2.6.2.5. Destino Final de los Productos Resultantes del Cambio de Uso de Suelo	67

2.6.3. Estimación Económica de los Recursos Biológicos Forestales del Área Sujeta al Cambio de Uso de Suelo	68
2.6.3.1. Estimación del Valor Económico de Recursos Forestales Maderables	71
2.6.3.2. Estimación del Valor Económico de Recursos Forestales no Maderables	72
2.6.3.3. Estimación del Valor Económico de los Recursos Faunístico	74
2.6.3.4. Estimación del Valor Económico de los Servicios Ambientales.....	76
2.6.4. Etapa de Construcción	80
2.6.5. Etapa de Operación y Mantenimiento.....	82
2.6.6. Desmantelamiento y Abandono de las Instalaciones.....	83
2.7. Insumos	83
2.7.1. Personal.....	84
2.7.2. Maquinaria y Equipo.....	84
2.7.3. Combustible	84
2.7.4. Energía	85
2.7.5. Agua	85
2.8. Residuos y Emisiones de Gases de Efecto Invernadero.....	85
2.8.1. Residuos Sólidos	86
2.8.2. Residuos Líquidos.....	86
2.8.3. Residuos Peligrosos.....	87
2.8.4. Generación de Gases de Efecto Invernadero.....	88

CAPÍTULO 2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

2.1. Introducción

La empresa [REDACTED] (en adelante la Promovente) solicita a la H. Autoridad la evaluación y autorización del presente Documento Técnico Unificado modalidad B Regional (DTU-BR) del proyecto denominado Corazón Ciudad Mayakoba (en adelante denominado el Proyecto) con pretendida ubicación en el kilómetro 298 de la Carretera Federal 307, Reforma Agraria-Puerto Juárez, en la zona norponiente de la ciudad Playa del Carmen, municipio de Solidaridad, en el estado de Quintana Roo, con base en 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 emitido por el Secretario de Medio Ambiente y Recursos Naturales el 22 de diciembre de 2010 en el Diario Oficial de la Federación.

Lo anterior, en apego a las disposiciones establecidas en los Artículos 28 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA), y el Artículo 93 de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS).

El párrafo primero del Artículo 28 de la LGEEPA establece que la evaluación de impacto ambiental es el procedimiento a través del cual la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) determina las condiciones a que se sujetará la realización de obras y actividades que pueden 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 y que en relación a ello, quienes pretendan llevar a cabo alguna de las obras y actividades que dicho lineamiento enlista, requerirán previamente la autorización en materia de impacto ambiental de la SEMARNAT. Cabe señalar que, para el trámite unificado modalidad B se exceptúa la fracción V del Artículo 28 de la LGEEPA.

Por otro lado, el trámite de autorización de cambio de uso de suelo en terrenos forestales se encuentra previsto en el Artículo 93 de la LGDFS que establece que la Secretaría sólo podrá autorizarlo por excepción, previa opinión técnica de los miembros del Consejo Estatal Forestal de que se trate y con base en los estudios técnicos justificativos que demuestren que no se compromete la biodiversidad, ni se provocará la erosión de los suelos, el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación; y que los usos alternativos del suelo que se propongan sean más productivos a largo plazo...; además, el Artículo 98 de la LGDFS señala que, los interesados en el cambio de uso de terrenos forestales, deberán acreditar que otorgaron depósito ante el Fondo, para concepto de compensación ambiental para actividades de reforestación o restauración y su mantenimiento, en los términos y condiciones que establezca el Reglamento.

Por lo anterior, en este capítulo se presenta detalladamente el proceso de planeación que se siguió para la conformación del diseño del Proyecto, la puntual descripción de los elementos que lo integran, así como las obras y actividades que se llevarán a cabo por etapa de implementación, los insumo requeridos y los residuos generados que se deriven de él, en cumplimiento con lo señalado en la Fracción II del Artículo 13 del REIA.

Cabe señalar, que la Promovente se compromete a mantener un estricto apego a las disposiciones que se deriven del resolutivo correspondiente al presente Proyecto en caso de resultar autorizado el presente DTU-BR.

2.2. Información General del Proyecto

El Proyecto está conformado por los Lotes 13 y 32 que forman parte del Plan Maestro denominado Ciudad Mayakoba (antes conocido como “El Ximbal”) que cuenta con su debida autorización en materia de impacto ambiental conforme al oficio resolutivo no. SGPA/DGIRA/DG/04219 con fecha de 19 de junio de 2013 y sus modificaciones posteriores siendo la más reciente la autorizada mediante oficio resolutivo número SGPA/DGIRA/DG/02437 con fecha del 19 de junio de 2021, y que es regulado por el Plan Parcial de Desarrollo Urbano El Jesusito (PPDU-J) publicado en el Periódico Oficial del Estado de Quintana Roo el 10 de marzo de 2016.

El Proyecto que se somete a proceso de evaluación en materia de impacto ambiental y de cambio de uso de suelo en terrenos forestales (CUSTF), el cual consiste en el desarrollo de obras y actividades con destino de uso habitacional y comercial, cuenta con una superficie total de 10.64 ha que, de acuerdo a los usos de suelo establecidos en el PPDU-J y a la última modificación solicitada al proyecto autorizado Ciudad Mayakoba, señalada en el párrafo previo, corresponde con mixto comercial (MC-1).

El área de aprovechamiento del Proyecto será de 7.98 ha (75%), las cuales corresponden a las áreas motivo de CUSTF. Además, se contempla la conservación de 2.66 ha (25%). El proyecto estará conformado por 25 edificios (torres) en los que se distribuirán 920 viviendas, así como lotes comerciales, además de equipamiento, infraestructura de apoyo y de esparcimiento para la operación del desarrollo.

Todas las obras y actividades que se llevarán a cabo para el Proyecto están contenidas en alguno de los conceptos que se enlistan a continuación, los cuales se describen más a detalle en el apartado 2.4.2.

Tabla 2. 1. Conceptos que conforman las obras y actividades del Proyecto.

No.	Conceptos
1	Torres (edificios)
2	Estacionamiento
3	Andadores
4	Vialidades
5	Casetas
6	Bodegas
7	Espejo de agua
8	Áreas verdes
9	Áreas de conservación

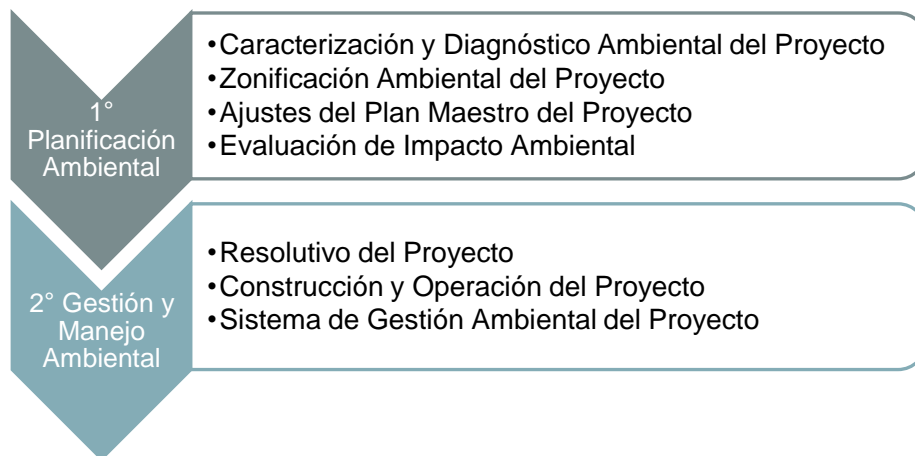
2.2.1. Naturaleza del Proyecto

El diseño del Proyecto se constituyó a través de un proceso de planificación ambiental que lo orienta hacia un esquema de sustentabilidad ambiental. Los ejes rectores a los cuales se apega el Proyecto son los siguientes:

Eje rector ambiental	<ul style="list-style-type: none"> • Diseño, planificación y lineamiento de construcción y operación de un desarrollo habitacional acorde con la conservación y uso sostenible de los ecosistemas y recursos del terreno.
Eje rector normativo	<ul style="list-style-type: none"> • Diseño, construcción y operación de un desarrollo habitacional que cumpla estrictamente con todos los instrumentos legales y normativos aplicables.
Eje rector arquitectónico	<ul style="list-style-type: none"> • Diseño de un modelo habitacional de alta calidad, cuya infraestructura y servicios combinen confort y elegancia, que se integre totalmente al paisaje y al medio ambiente.
Eje rector habitacional-comercial	<ul style="list-style-type: none"> • Diseño y operación de un desarrollo habitacional cuyo segmento comercial objetivo es el mercado nacional e internacional, sensible a escenarios de alta calidad ambiental y respeto a la naturaleza.
Eje rector social	<ul style="list-style-type: none"> • Contribución al desarrollo global de la región a través de la generación de beneficios sociales y económicos para la población local y de la región.

Esta estrategia enmarca al Proyecto en un esquema de sustentabilidad que surge de un proceso de planeación que garantiza la congruencia del Proyecto con los ejes rectores establecidos. Este proceso de planificación se presenta en la Figura 2. 1.

Figura 2. 1. Proceso de planificación y gestión ambiental del Proyecto.



Para dar cumplimiento a estos ejes rectores, dentro del proceso de planificación se consideraron los siguientes criterios ambientales y legales para el Proyecto:

- Dar estricto cumplimiento al marco legal ambiental y forestal aplicable.
- Menor fragmentación y afectación posible de ecosistemas (selva mediana subperennifolia / vegetación secundaria arbórea) por el desarrollo de infraestructura.
- Conservación y mantenimiento de ecosistemas y sus funciones ambientales.
- Garantizar el flujo y reflujo superficial subterráneo del agua.
- Mantener la estructura y función de los ecosistemas involucrados en el Sistema Ambiental Regional (SAR) con sus funciones ambientales críticas.
- Ubicación de infraestructura fuera de zonas de riesgo ambiental.
- Garantizar 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.
- Garantizar que el uso alternativo que se propone del suelo sea más productivo a largo plazo.

2.2.2. Justificación y Objetivos del Proyecto

El Proyecto considera el desarrollo de un complejo habitacional-comercial en un marco de sustentabilidad que atiende a las políticas de desarrollo del área en donde se ubica, trayendo consigo la generación de empleos, la activación de la derrama económica del sector, generación y captación de divisas y, de manera general, el mejoramiento de las condiciones socioeconómicas de la región.

Los objetivos estratégicos que persigue este Proyecto son:

- Desarrollar un proyecto que se integre de forma armónica con los elementos naturales del sitio, respetando los servicios ambientales que prestan los ecosistemas existentes.
- Alinearse a las diferentes regulaciones ambientales y forestales que le son aplicables.
- Generar un proyecto económica, ambiental y socialmente sustentable.
- Incrementar la oferta de vivienda y espacios comerciales en el sector local, nacional e internacional.

El Proyecto se encuentra influenciado por el área urbana del centro de población de Playa del Carmen y el uso urbano está previsto en el Programa Parcial del Desarrollo Urbano El Jesusito, cuyo polígono de aplicación está ubicado en el Municipio de Solidaridad, Quintana Roo.

Aunado a lo anterior, en el Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Solidaridad indica, para la UGA 14 Reserva Urbana Norte-Sur de Playa del Carmen, donde se localiza el Proyecto, en el rubro de escenario inicial señala que *“la carencia de vivienda genera inequidades sociales y propicia el surgimiento y proliferación de asentamientos no regulares, teniendo como resultado un crecimiento anárquico en los centros urbanos, y el aumento del rezago en infraestructura urbana y de servicios”*, el rubro de tendencias establece que *“en la actualidad existe la necesidad por parte de las autoridades municipales y estatales de dotar de terrenos aptos para desarrollos de diferentes tipos económicos, ya que las superficies planeadas para la reserva urbana prácticamente se han agotado y por ello es importante establecer una planeación acorde a las expectativas de crecimiento poblacional que actualmente se tienen, generando zonas aptas para este desarrollo”*.

La vivienda constituye un factor determinante de desarrollo social y económico, en la medida que posibilita la disminución de la pobreza y la miseria, la reactivación de la economía y la generación de empleo (Molina, 2005)¹. El principal objetivo del Proyecto es impulsar el desarrollo habitacional de vivienda digna, promoviendo la reducción del rezago actual que se tiene de un bien de primera necesidad, logrando incrementar la calidad de vida de la población y el acceso a servicios hoy considerados esenciales para alcanzar niveles mínimos de bienestar.

Por otra parte, el sitio presenta condiciones topográficas, geológicas e hidrológicas adecuadas para el desarrollo del Proyecto, ya que las pendientes no son altas y el predio no presenta manifestaciones kársticas como cenotes, cavernas, lagunas interiores, rejolladas, ni zonas inundables. Al mismo tiempo, el Proyecto no tiene incidencia en áreas naturales protegidas.

Aunado anterior, el Proyecto propuesto permite que se mantenga la biodiversidad del SAR definido, se mitiga el deterioro de la calidad del agua y la disminución de su captación y se mitiga la erosión de los suelos y la capacidad de almacenamiento de carbono, tal como lo establece el artículo 93 de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable. Lo anterior se evidencia en los análisis descritos en los apartados correspondientes a la justificación técnica, económica y social del presente estudio.

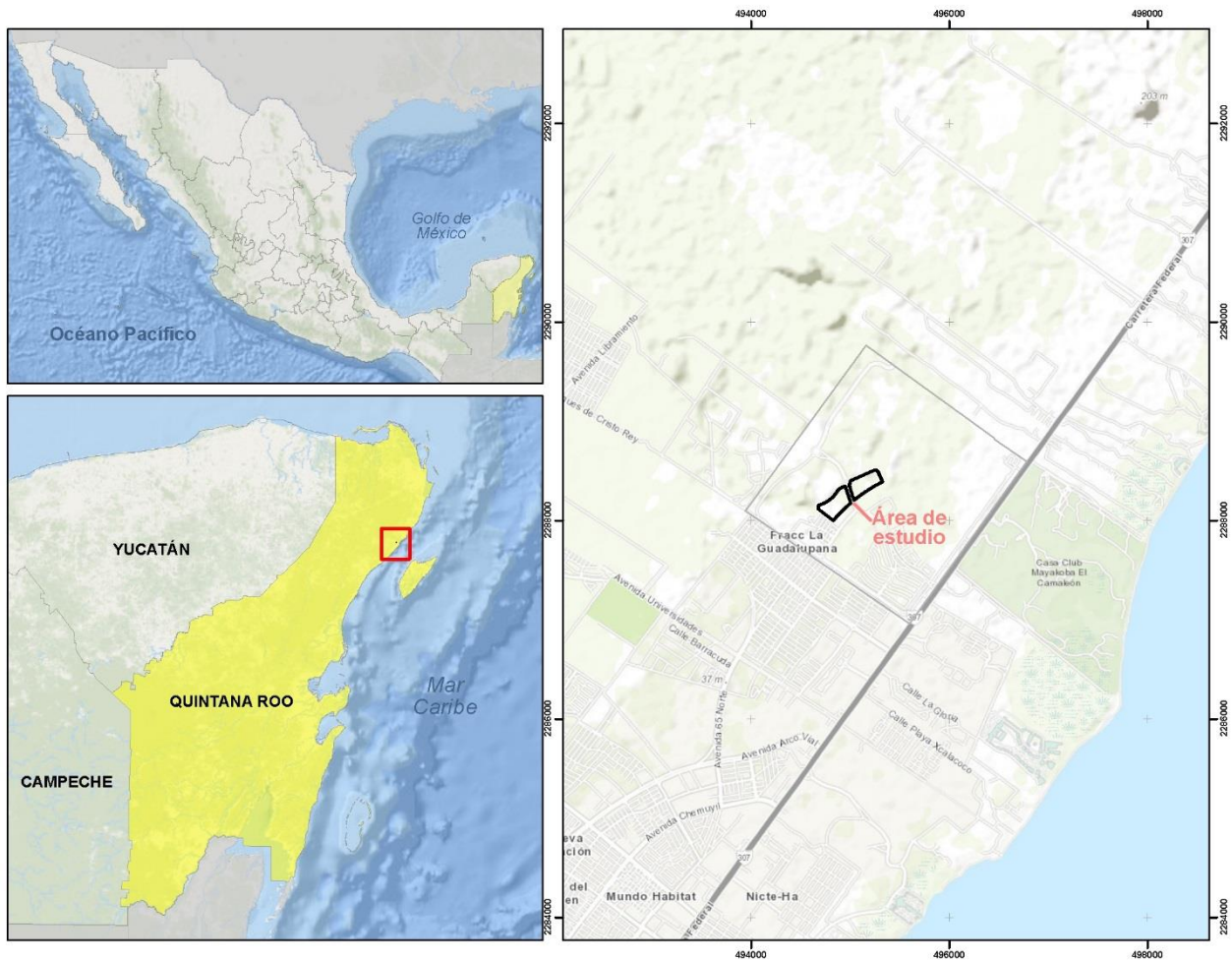
En conclusión, dada las circunstancias ambientales y legales en las que se encuentra el Proyecto y sus colindancias, así como la congruencia del Proyecto con los instrumentos jurídicos que regulan dicha área, se considera que el Proyecto es factible a desarrollarse, de tal forma que se logre la máxima conservación posible de los recursos forestales.

2.2.3. Ubicación del Proyecto

El Proyecto se ubica a la altura del kilómetro 298 de la carretera Federal 307, Reforma Agraria – Puerto Juárez, en la zona norponiente de la ciudad de Playa del Carmen, Municipio de Solidaridad en el Estado de Quintana Roo (Figura 2. 2).

¹ Molina, P. (2005). Plan de Negocios para el emprendimiento de una empresa constructora de vivienda. Caso: Urbanización La Pradera (Tesis de MBA). Tarija, Bolivia: Universidad Católica Boliviana.

Figura 2. 2. Localización geográfica regional del Proyecto.

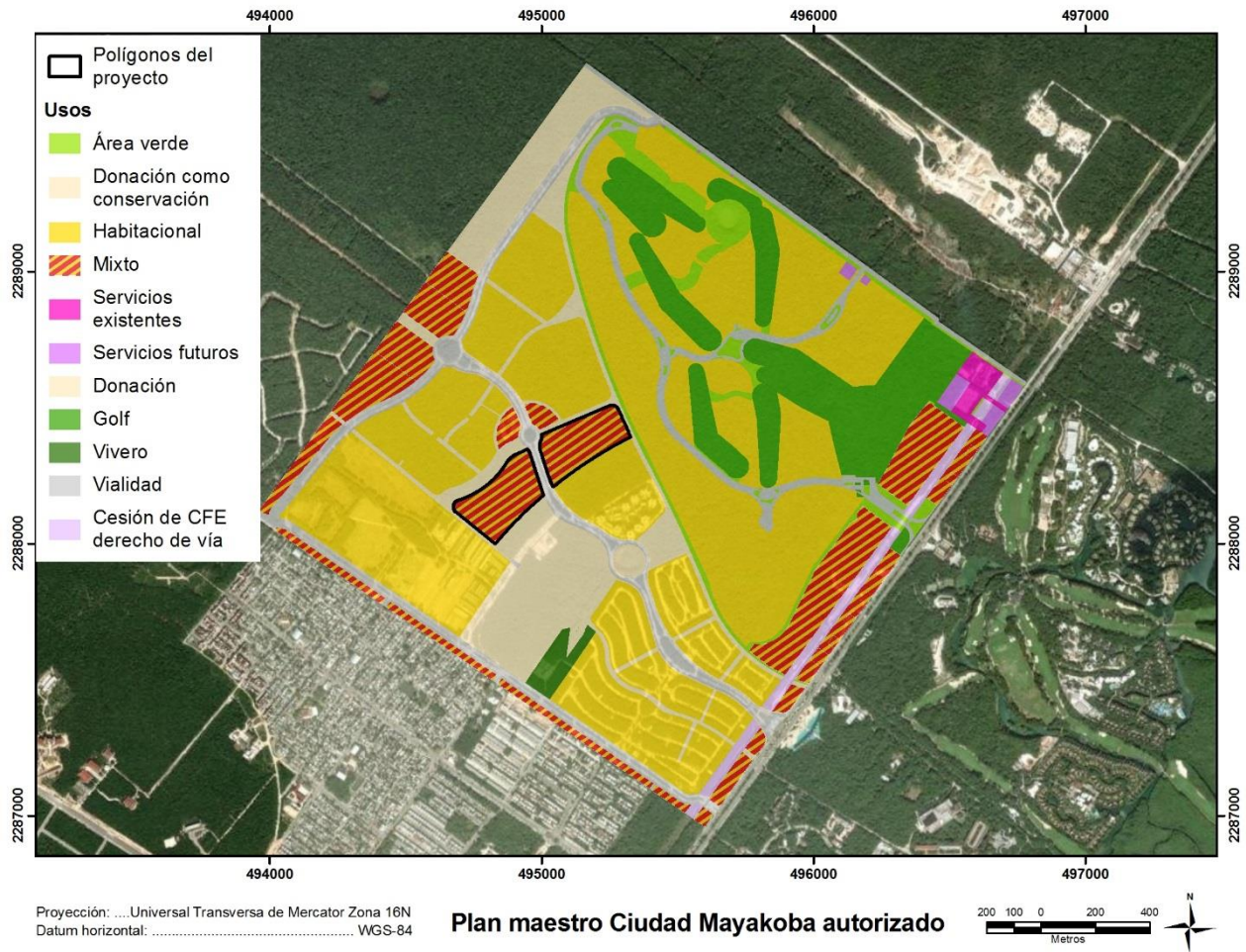


Asimismo, se inserta en los Lotes 13 y 32 del macroproyecto autorizado Ciudad Mayakoba, ambos lotes cuantifican en su totalidad una superficie de 10.64 ha (Figura 2. 3). Las coordenadas extremas y ubicación de sus vértices se presentan en la siguiente Tabla 2. 2.

Tabla 2. 2. Coordenadas externas de los lotes que conforman el Proyecto.

Vértice	X	Y
Lote 13		
1	494948.01	2288346.85
2	495005.93	2288178.86
3	494827.51	2287999.4
4	494675.74	2288143.59
Lote 32		
1	495266.45	2288507.69
2	495327.4	2288392.73
3	495041.67	2288208.611
4	494998.64	2288400.97

Figura 2. 3. Lotes que conforman el Proyecto.



2.2.4. Inversión Requerida

Para el desarrollo del Proyecto se tendrá la inversión señalada en la Tabla 2. 3. El costo del mantenimiento de las viviendas dependerá de las necesidades del Proyecto durante los 99 años de operación contemplados.

Tabla 2. 3. Inversión total requerida para el Proyecto.

Concepto	Inversión (MXN)
Construcción	916,849,240.42
Indirectos obra	183,369,848.08
Indirectos administrativos	33,006,572.66
Terrenos	265,153,772.00
Total	\$1,398,379,433.16

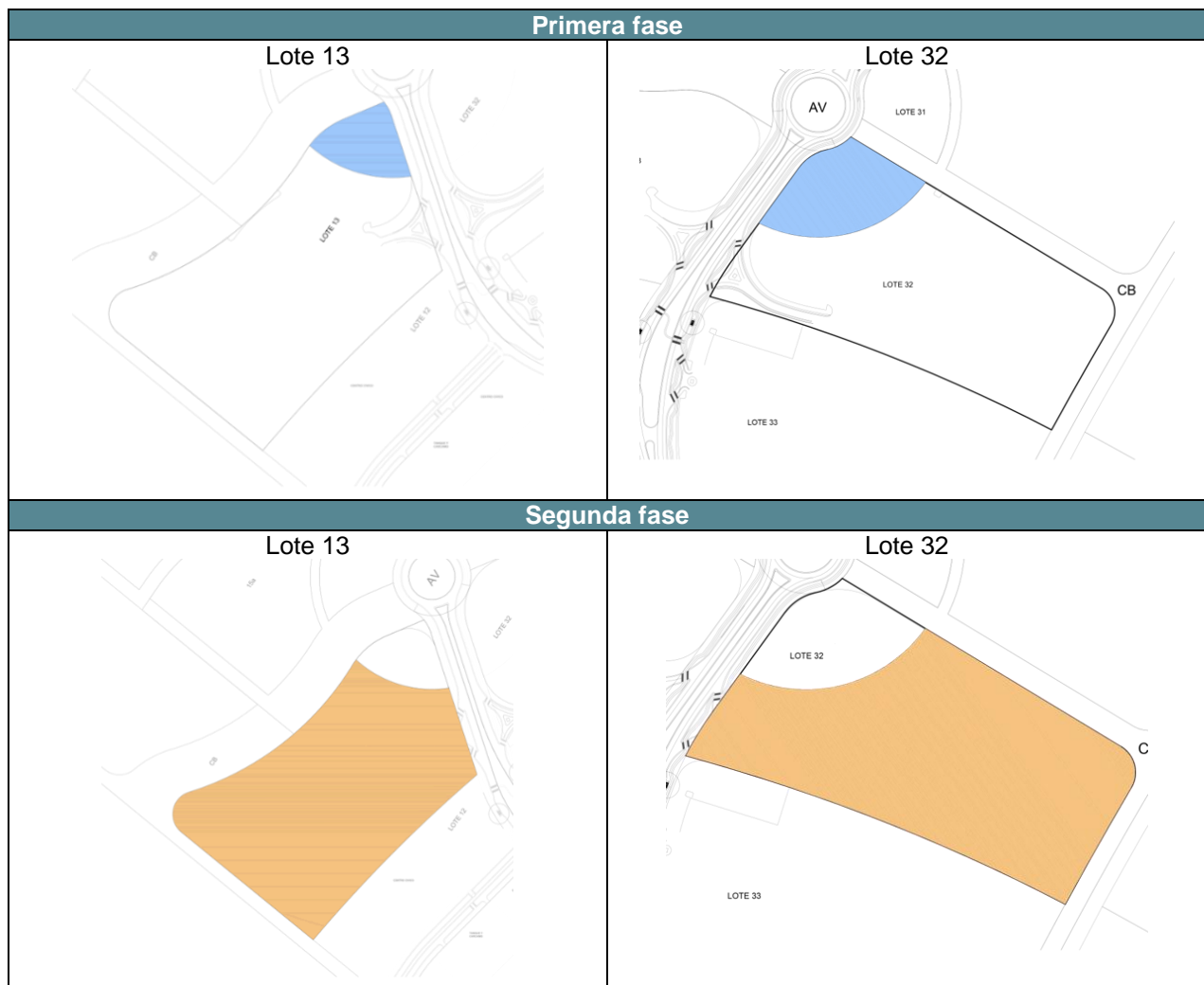
2.3. Descripción General del Proyecto

El Proyecto propuesto pretende la construcción de infraestructura habitacional y comercial, sobre un predio conformado por dos lotes denominados de acuerdo al PPDU-J (2016) y al macroyecto Ciudad Mayakoba como: Lote 13 (5.51 ha) y Lote 32 (5.13 ha); ambos lotes suman una superficie total de 10.64 ha. En ambos lotes se llevarán a cabo las obras que conformarán el Proyecto.

En este tenor, para ambos lotes el 75% de su superficie (4.13 ha del Lote 13 y 3.85 ha del Lote 32) se destinará como aprovechamiento, mientras que el 25% (1.37 ha del Lote 13 y 1.28 ha del Lote 32) se mantendrá en sus condiciones naturales, es decir, que formará parte de las áreas de conservación internas del Proyecto.

El Proyecto será construido en dos fases. La primera fase consistirá en la edificación de un área comercial y habitacional, localizada en la parte superior de los macrolotes 13 y 32, dicha etapa es denominada Fase A. La segunda fase consistirá en la construcción de edificios habitacionales con áreas comunes, tanto en el lote 13 como en el 32, dicha fase es denominada Fase B (Tabla 2. 4).

Tabla 2. 4. Fase A y B del Proyecto.

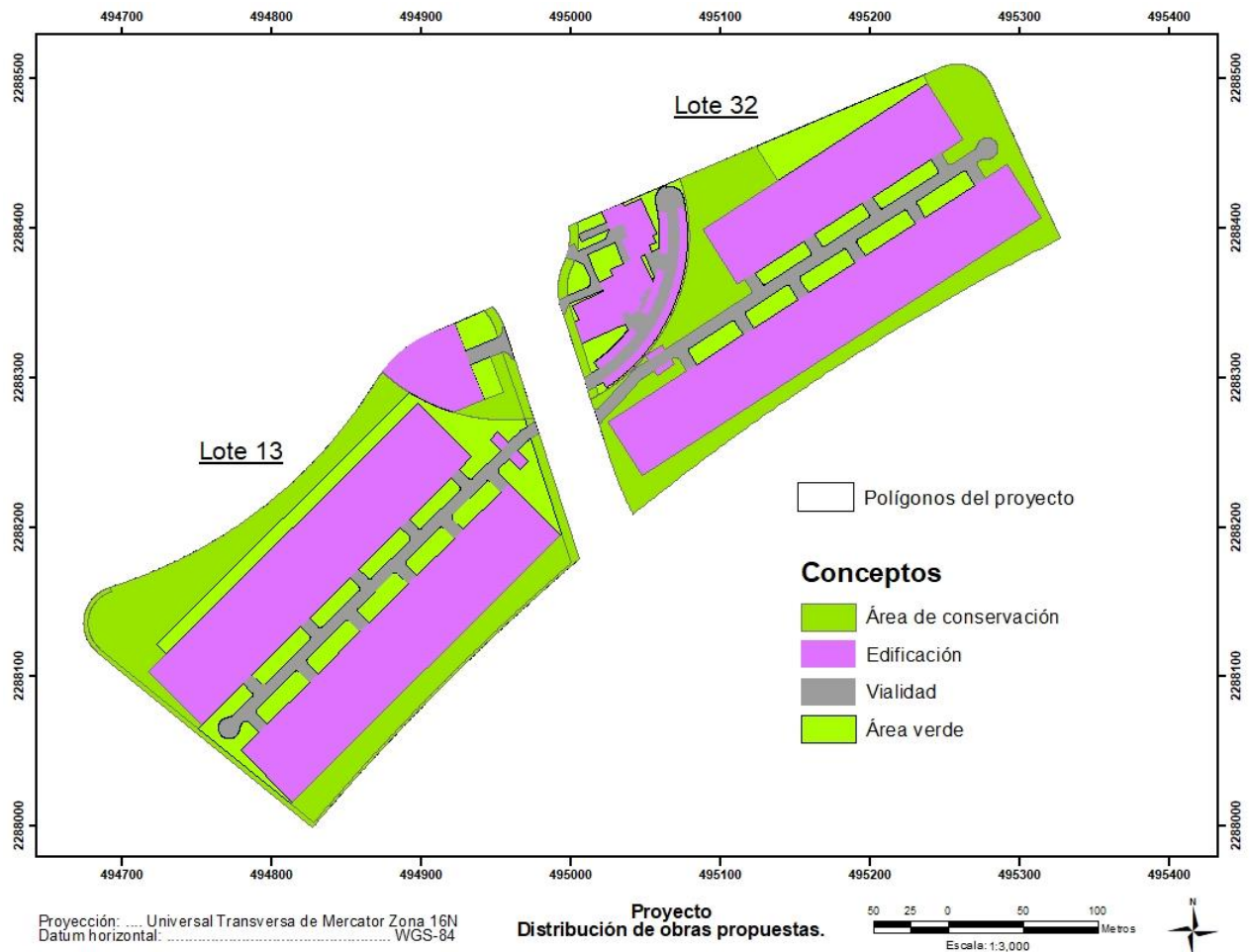


El Proyecto, estará conformado por 24 torres o edificios de 10 niveles y una torre de 3 niveles, así como diversas amenidades. Las dimensiones de las obras propuestas para la implementación del Proyecto se presentan en la Tabla 2. 5 y su distribución se exhibe en la Figura 2. 4.

Tabla 2. 5. Dimensiones de los conceptos que integran el Proyecto.

Concepto/elemento	Lote	Fase	Superficie		
			m ²	ha	%
Torres			50991.11	5.10	47.92
Torre	13	A	2296.52	0.23	2.16
Torre	32		2268.19	0.23	2.13
Torres	13	B	25116.50	2.51	23.60
Torres	32		21309.90	2.13	20.03
Estacionamiento			1145.02	0.11	1.08
Estacionamiento	32	A	1145.02	0.11	1.08
Andadores			3188.82	0.32	3.00
Andadores	13	A	131.55	0.01	0.12
Andadores	32		1143.81	0.11	1.07
Andadores	13	B	934.99	0.09	0.88
Andadores	32		978.47	0.10	0.92
Vialidades			6830.80	0.68	6.42
Vialidades	13	A	198.68	0.02	0.19
Vialidades	32		1402.99	0.14	1.32
Vialidades	13	B	2553.03	0.26	2.40
Vialidades	32		2676.10	0.27	2.52
Casetas			124.89	0.01	0.12
Caseta	13	B	75.98	0.01	0.07
Caseta	32		48.91	0.00	0.05
Bodegas			122.59	0.01	0.12
Bodega	13	B	75.98	0.01	0.07
Bodega	32		46.61	0.00	0.04
Espejo de agua			79.51	0.01	0.07
Espejo de agua	32	A	79.51	0.01	0.07
Áreas verdes			17320.87	1.73	16.28
Área verde	13	A	817.72	0.08	0.77
Área verde	32		1866.94	0.19	1.75
Área verde	13	B	9146.19	0.91	8.60
Área verde	32		5490.02	0.55	5.16
Subtotal aprovechamiento			79803.61	7.98	75.00
Conservación			26601.36	2.66	25.00
Conservación	13	A	1148.26	0.11	1.08
Conservación	32		558.10	0.06	0.52
Conservación	13	B	12634.23	1.26	11.87
Conservación	32		12260.77	1.23	11.52
Subtotal conservación			26601.36	2.66	25.00
Total Proyecto			106404.97	10.64	100.00

Figura 2. 4. Distribución de las obras propuestas para el Proyecto.



2.3.1. Representación Gráfica Regional

El SAR se define como “*el espacio finito definido con base en las interacciones entre los medios abióticos, bióticos y socio-económico de la región donde se pretende establecer el 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*”².

De acuerdo al Artículo 11, Fracción IV del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental, el SAR constituye la extensión geográfica donde tiene lugar los impactos acumulativos, sinérgicos y residuales que pudieran ocasionar la destrucción, el aislamiento o la fragmentación de los ecosistemas³.

² Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 08 de febrero de 2008. Guía para la Elaboración de la Manifestación de Impacto Ambiental Regional. Obtenido de: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/121011/Guia_MIA-Regional.pdf.

³ Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental. Diario Oficial de la Federación, México, 30 de mayo de 2000. Última reforma publicada DOF 31 de octubre de 2014.

Y conforme a la Guía para la Elaboración de la Manifestación de Impacto Ambiental Regional, el área de influencia es el “*espacio físico asociado al alcance máximo de los impactos directos e indirectos ocasionados por el proyecto en el sistema ambiental o región, y que alterará algún elemento ambiental*”.

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

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

- Aspectos ambientales: Fisiografía, geomorfología y vegetación, etc.
- Aspectos jurídicos: Instrumentos jurídicos referentes al ordenamiento del territorio y áreas naturales protegidas.
- Aspectos sociales – urbanos: Vías de comunicación, construcciones, etc. (limitantes físicas que representan barreras naturales frente a la propagación o dispersión de algún impacto definido para cada uno de los componentes del medio).

Como se puede observar, la definición del SAR, obedeció a diferentes criterios que permiten garantizar que la evaluación de los impactos ambientales y el seguimiento de los mismos, sea considerado como objetivo y dirigido a reducir los riesgos inherentes del Proyecto.

Considerando los elementos de análisis mencionados, los límites del SAR del Proyecto y criterios empleados para su delimitación quedaron de la siguiente manera. Cabe que el SAR corresponde a una superficie de 409.25 ha (Figura 2. 5).

- Al este, sureste, oeste y suroeste, se definieron como límites la carretera federal 307 Reforma Agraria – Puerto Juárez y la avenida Bosques de Cristo Rey, en concordancia con los límites establecido por el PPDU-J. Por sus dimensiones y características, estas infraestructuras de transporte per se, representa una discontinuidad muy marcada para los ecosistemas y/o unidades ambientales del sistema ambiental donde se localiza el Proyecto.
- Al noroeste y noreste se tomaron como límites los definidos por el PPDU-J, el cual, en su momento, para su delimitación, considero factores sociales, como ambientales abióticos y bióticos, así como los instrumentos de ordenamiento ecológico locales aplicables al lugar.

Figura 2. 5. Representación gráfica del Proyecto en el marco del SAR.



2.3.2. Representación Gráfica Local

Tal como se mencionó en el Apartado 2.2.3. Ubicación del Proyecto, éste se ubica a la altura del kilómetro 298 de la carretera Federal 307, Reforma Agraria – Puerto Juárez, en la zona norponiente de la ciudad de Playa del Carmen, Municipio de Solidaridad en el Estado de Quintana Roo. Asimismo, se inserta en los Lotes 13 y 32 del macroproyecto autorizado Ciudad Mayakoba, ambos lotes cuantifican en su totalidad una superficie de 10.64 ha. En la Figura 2. 6 se puede observar la ubicación local de cada uno de los elementos que componen el Proyecto.

Figura 2. 6. Representación gráfica local del Proyecto.



2.3.3. Uso Actual del Suelo

El lugar donde se desarrollará el Proyecto se localiza al interior del macroproyecto Ciudad Mayakoba, que es regulado por el Programa Parcial de Desarrollo Urbano El Jesusito (PPDU-J) (Figura 2. 7), el cual establece las normas generales y restricciones de edificación para cada uno de los usos de suelo considerados. Para mayor detalle en el Capítulo 3 se presenta la vinculación del Proyecto con el instrumento previamente mencionado. Cabe señalar que de acuerdo con lo establecido en el PPDU-J, el Proyecto cuenta con la pertinencia y factibilidad para su implementación.

Figura 2. 7. Ubicación del Proyecto respecto del PDU-J.



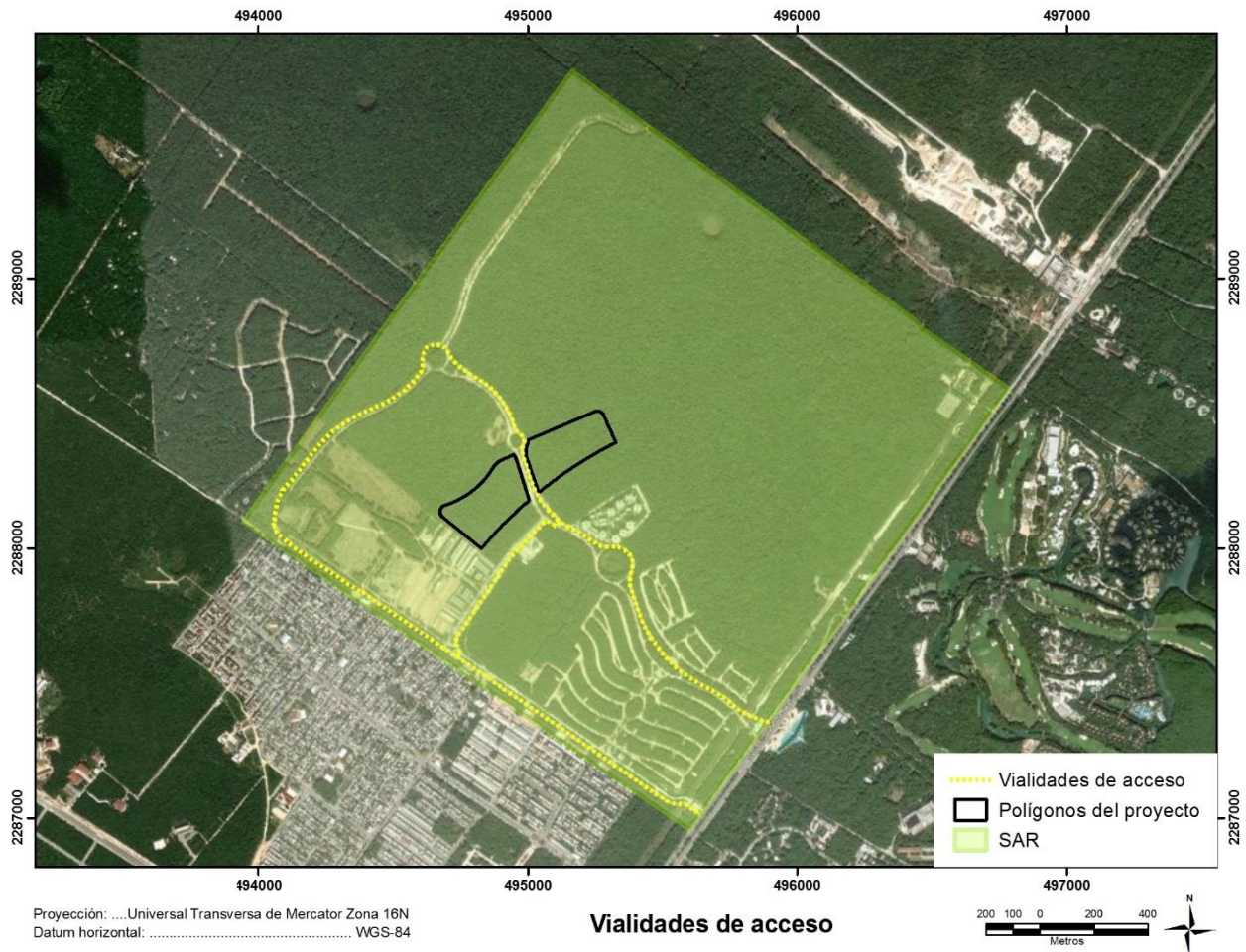
2.3.4. Urbanización del Área y Descripción de los Servicios Requeridos

Debido a que el Proyecto se inserta al interior del macroproyecto Ciudad Mayakoba ya en operación, cuenta con la infraestructura de servicios requerida para su funcionamiento, tales como energía eléctrica, vialidades, agua potable, drenaje sanitario, telefonía e internet y servicio de recolección de residuos.

Vías de acceso:

El acceso al Proyecto se realizará por vía terrestre, a través de la carretera Federal 307 Chetumal – Puerto Juárez; a la altura del kilómetro 298, se observa la entrada principal de Ciudad Mayakoba, vialidad por donde se deberá acceder al predio del Proyecto (Figura 2. 8).

Figura 2. 8. Vía de acceso al Proyecto.



Suministro de servicios requeridos:

- Energía eléctrica: Durante las etapas de preparación y construcción del Proyecto, la obtención de la energía se hará a través de generadores de gasolina para la oficina de campo. Durante la operación del Proyecto, el abastecimiento de energía se hará a través de la Comisión Federal de Electricidad (CFE). El consumo diario se estima en 0.832 kW/día que implica una demanda de suministro de CFE de 0.66 MW.

Etapa	Consumo mensual	Consumo anual
	(Kwh)	(Kwh)
Preparación	20	240.00
Construcción	23.29	279.48
Operación	25.37	303.38
Total	68.66	1885.24

- Agua potable: Durante las etapas de preparación y construcción del Proyecto, el agua potable se obtendrá a través de pipas. Durante la operación y mantenimiento, el suministro será proporcionado por la red general de Aguakan. El consumo diario se estima en 230 l/hab-día, por lo tanto, se estiman 17.10 m³/diarios en punta. Cada vivienda contará con su depósito de agua. En el Anexo 2.1 y Anexo 2.2, se presenta la factibilidad otorgada por Aguakan a todo el Plan Maestro Mayakoba, en donde está considerado el consumo de agua de las viviendas que integran este Proyecto.
- Aguas residuales: Durante las etapas de preparación y construcción, se estima la generación de los 4,200 l de aguas residuales los primeros 10 meses. Las aguas residuales que se generen en la etapa de operación serán enviadas a la red de drenaje municipal. Para la primera etapa del Proyecto, se estima una generación de 139 m³ por día, volumen que irá aumentando hasta llegar a los 695 m³ por día en la última etapa.
- Gas: Para la etapa de operación y mantenimiento del Proyecto, el combustible que será utilizado dentro de las viviendas será el gas estacionario (gas LP), del cual se estima un consumo medio de 1.5 l/hab*día, lo que implicará un consumo de 200 l/vivienda*mes, esto es, 30,000 litros por fase al mes, hasta alcanzar en punta, los 150,000 litros por mes.

Los depósitos de gas serán de 10,000 l, y estarán ubicados en proporción de 1.5 tanques por edificio. Al respecto, cabe destacar que no se requiere de la presentación de un estudio de riesgo toda vez que no sobrepasan los 50,000 kg establecidos para ser considerada como actividad altamente riesgosa, de conformidad con el *“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”*.

2.4. Características Particulares del Proyecto

El Proyecto consiste en la construcción de infraestructura habitacional y comercial, y está conformado por 25 torres (edificios) en las que se distribuirán 920 viviendas y lotes comerciales, además contará con vialidades, estacionamientos, andadores, casetas, bodegas y áreas verdes.

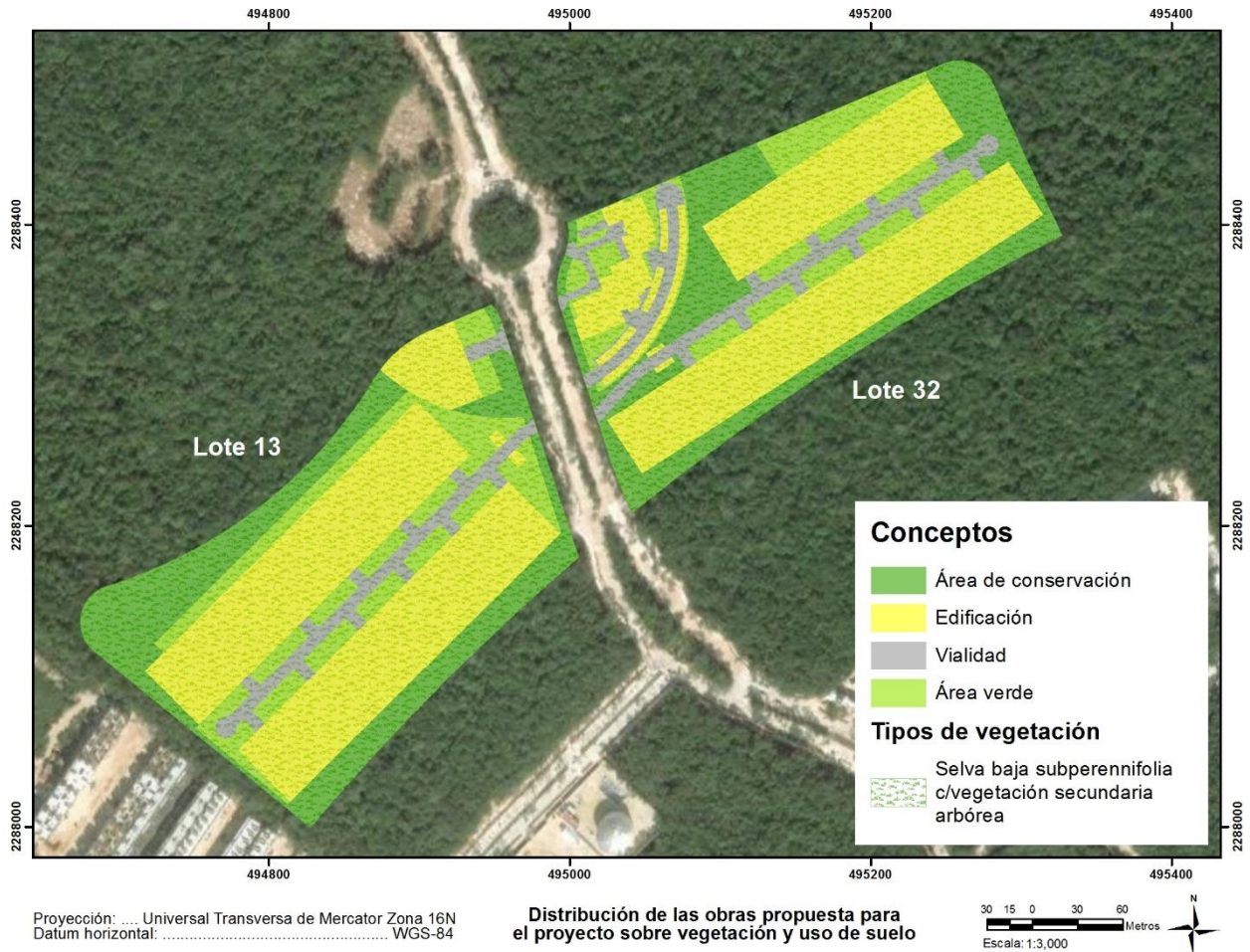
En su totalidad del Proyecto se desplantarán en una superficie de 7.98 ha, que representa el 75% de su superficie, el área restante, es decir 2.66 ha, que equivale al 25% corresponde a áreas que se destinarán para su conservación (Figura 2. 9)

Figura 2. 9. Distribución de las superficies de aprovechamiento y conservación del Proyecto.



El tipo de vegetación que será afectado por la implementación del Proyecto corresponde con selva mediana subperennifolia / vegetación secundaria arbórea (SMS/VSA) que representa el 100% de la cobertura de este tipo de vegetación en el Proyecto. En la Figura 2. 10 se presenta la distribución de las obras respecto del único tipo de vegetación registrado en el Proyecto.

Figura 2. 10. Distribución de las superficies de aprovechamiento del Proyecto respecto de la SMS/VSA.

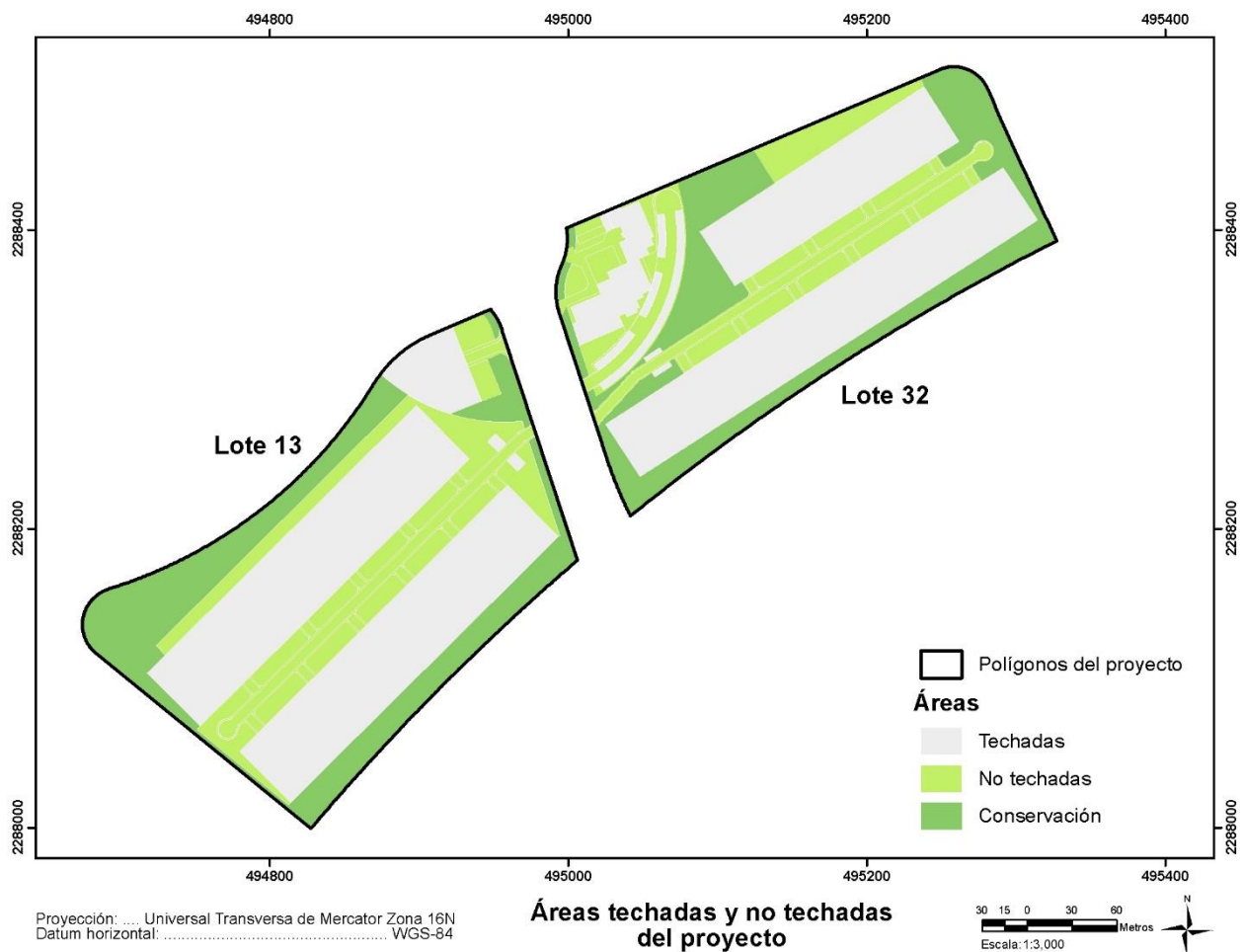


De las 7.98 ha de aprovechamiento que considera el Proyecto, el 48.15%, equivalentes a 5.12 ha, serán obras techadas, mientras que el 26.85%, equivalentes a 2.86 ha, corresponderán con obras no techadas (Tabla 2. 6). Su distribución se muestra en la Figura 2. 11.

Tabla 2. 6. Superficie de obras techadas, no techadas y de conservación para el Proyecto.

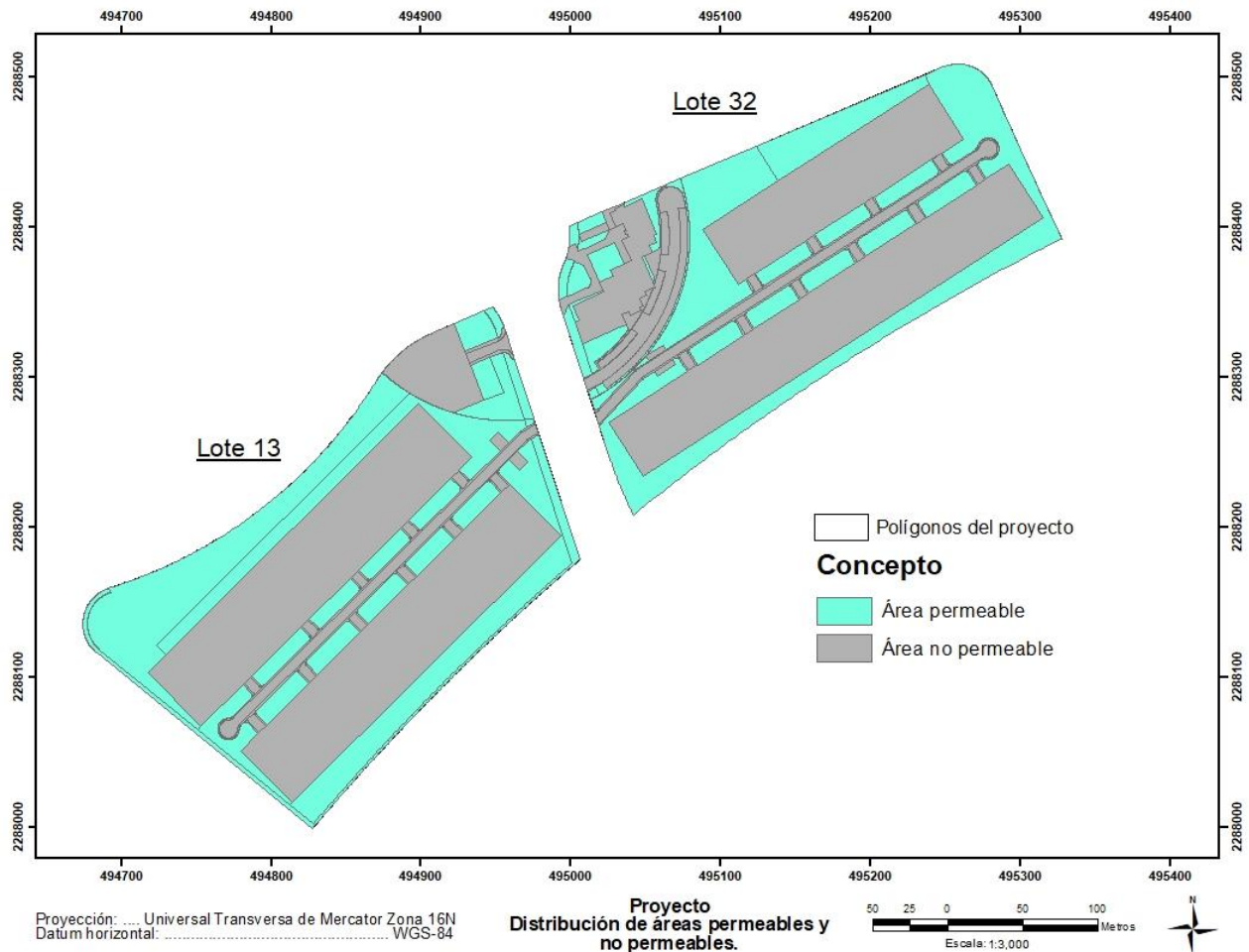
Área techada			
Tipo de área	Superficie ha	Superficie m ²	Superficie %
Torres (edificios)	5.10	50,991.11	47.92
Casetas	0.01	124.89	0.12
Bodegas	0.01	122.59	0.12
Total techada	5.12	51238.59	48.15
Área no techada			
Tipo de área	Superficie ha	Superficie m ²	Superficie %
Andadores	0.32	3,188.82	3.00
Estacionamiento	0.11	1,145.02	1.08
Vialidades	0.68	6,830.80	6.42
Espejo de agua	0.01	79.51	0.07
Áreas verdes	1.73	17,320.87	16.28
Total de no techada	2.86	28565.03	26.85
Área de conservación			
Tipo de área	Superficie ha	Superficie m ²	Superficie %
Área de conservación	2.66	26,601.36	25.00
Total de conservación	2.66	26601.36	25.00
Total general	10.64	106404.97	100

Figura 2. 11. Distribución en el Proyecto de obras techadas y no techadas.



El Proyecto contará con una superficie permeable de 4.39 ha, que equivalen al 41.28% de la superficie total del Proyecto, de las cuales 2.66 ha corresponden a las áreas de conservación y 1.73 ha a áreas verdes. Por otra parte, 6.25 ha serán áreas no permeables. Esta distribución se muestra en la Figura 2. 12.

Figura 2. 12. Distribución en el Proyecto de las áreas permeables y no permeables.



2.4.1. Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales

Para la ejecución del Proyecto, se solicita el cambio de uso de suelo en terrenos forestales (CUSTF) por una superficie de 7.98 ha. La huella sujeta a CUSTF se muestra en la Figura 2. 13.

Figura 2. 13. Área sujeta a CUSTF.



Como ya fue mencionado, el 100% del área sujeta a CUSTF, corresponde con selva mediana subperennifolia / vegetación secundaria arbórea (Figura 2. 10). En el Anexo 2.3, se presenta la lista de coordenadas correspondientes al área de CUSTF.

2.4.2. Obras del Proyecto

2.4.2.1. Torres (edificios)

El Proyecto tiene considerada la construcción de 25 torres, las cuales en conjunto ocuparán una superficie de 5.10 ha (50,991.11 m²) (Tabla 2. 7). El diseño de 24 de las 25 torres será similar, éstas contarán con diez (10) niveles y albergarán una densidad total de 920 viviendas. El diseño de una (1) de las torres, considerará la construcción de dos niveles, que estarán destinados en su totalidad a alojar lotes comerciales.

Tabla 2. 7. Superficie que ocuparán las torres por lote y etapa.

Concepto/elemento	Lote	Superficie	
		m ²	ha
Fase A			
Torre	13	2,296.52	0.23
Torre	32	2,268.19	0.23
Fase B			
Torres	13	25,116.50	2.51
Torres	32	21,309.90	2.13
Total		50991.11	5.10

► **Fase A (lotes 13 y 32)**

La Fase A del Proyecto, estará conformada por dos (2) torres, ubicadas una en el Lote 13 y otra en el Lote 32 (Figura 2. 14).

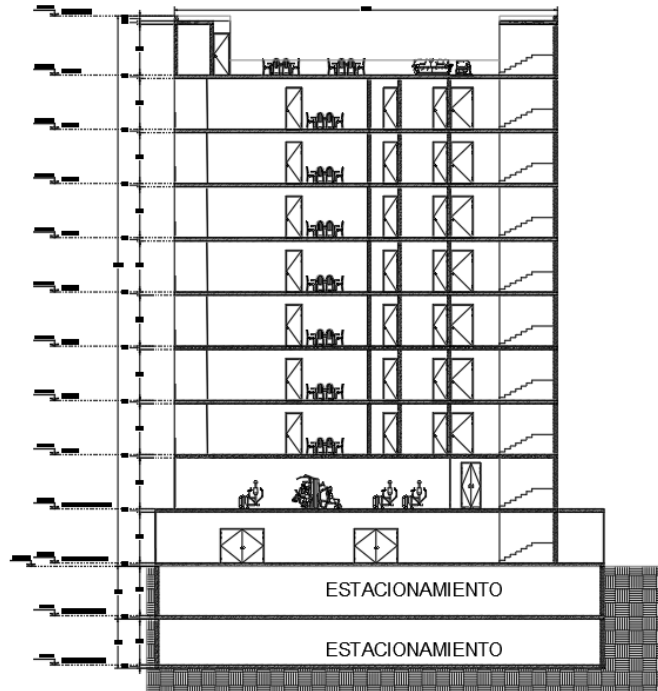
Figura 2. 14. Distribución de las torres en los Lotes 13 y 32, que conforman la Fase A.



Lote 13

La torre localizada en el Lote 13 contará con siete (7) niveles de departamentos, dos (2) niveles de áreas comunes y un (1) nivel de área comercial (Figura 2. 15). Aunado a lo anterior, esta torre contará con dos estacionamientos subterráneos, cada uno con una superficie de 3,931.95 m².

Figura 2. 15. Corte general de la torre en el Lote 13.



El primer nivel (planta baja) estará conformada por un área comercial, que contará con una superficie de 2,296.52 m². En el siguiente Cuadro 2. 1 se muestra la planta tipo y la tabla de áreas totales de dicho espacio.

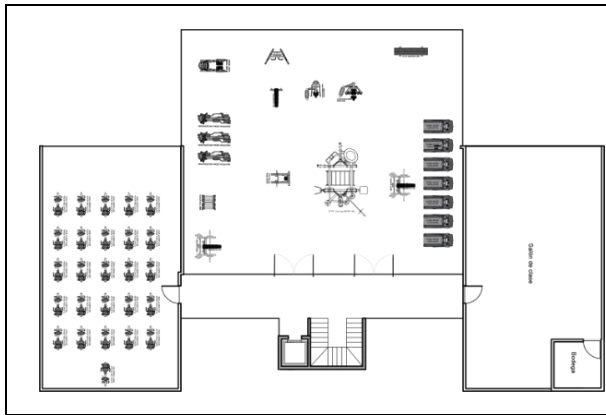
Cuadro 2. 1. Planta tipo y tabla de áreas totales: área comercial.

Locales Comerciales - Lote 13	
Concepto	m ²
Local A	354.44
Local B	182.64
Local C	139.76
Local D	146.60
Local E	186.07
Local F	207.06
Local G	234.40
Local H	239.60
Pasillos	310.06
Escaleras/elevador	295.89
Total	2,296.52

El segundo nivel contará con un área de gimnasio, como espacio de áreas comunes para el uso de los residentes. La planta tipo y tabla de áreas totales de dicho espacio, se presentan en el Cuadro 2. 2.

Cuadro 2. 2. Planta tipo y tabla de áreas totales: área de gimnasio.

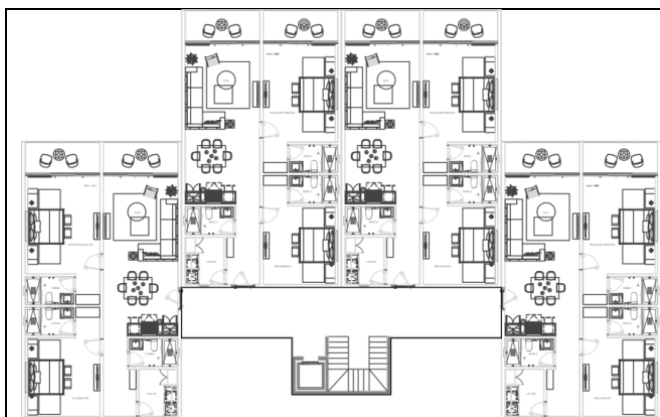
Gimnasio	
Concepto	m ²
Salón de spinning	163.00
Área de máquinas	325.94
Salón de clases	150.05
Bodega	12.93
Pasillos	59.50
Elevador/escalera	20.58
Total	732.00



Los niveles de departamento (3 a 9), contarán con dos tipos de diseño: departamento normal y tipo lock off. El número máximo de departamentos que alojará esta torre será de 42. Cada nivel contará seis (6) departamentos y un área de circulación. En ambos diseños la superficie de construcción de cada departamento será de 163 m² y el área de circulación corresponderá a 80 m². En los siguientes Cuadro 2. 3, Cuadro 2. 4 y Cuadro 2. 5, se presentan la planta prototipo por nivel del departamento normal y lock off y la tabla de áreas por departamento.

Cuadro 2. 3. Planta prototipo de los departamentos y área de circulación por nivel.

Circulación - Lote 13	
Concepto	m ²
Elevador/escalera	20.58
Pasillo	59.42
Total	80.00



Cuadro 2. 4. Planta arquitectónica departamento normal y tabla de áreas por departamento.

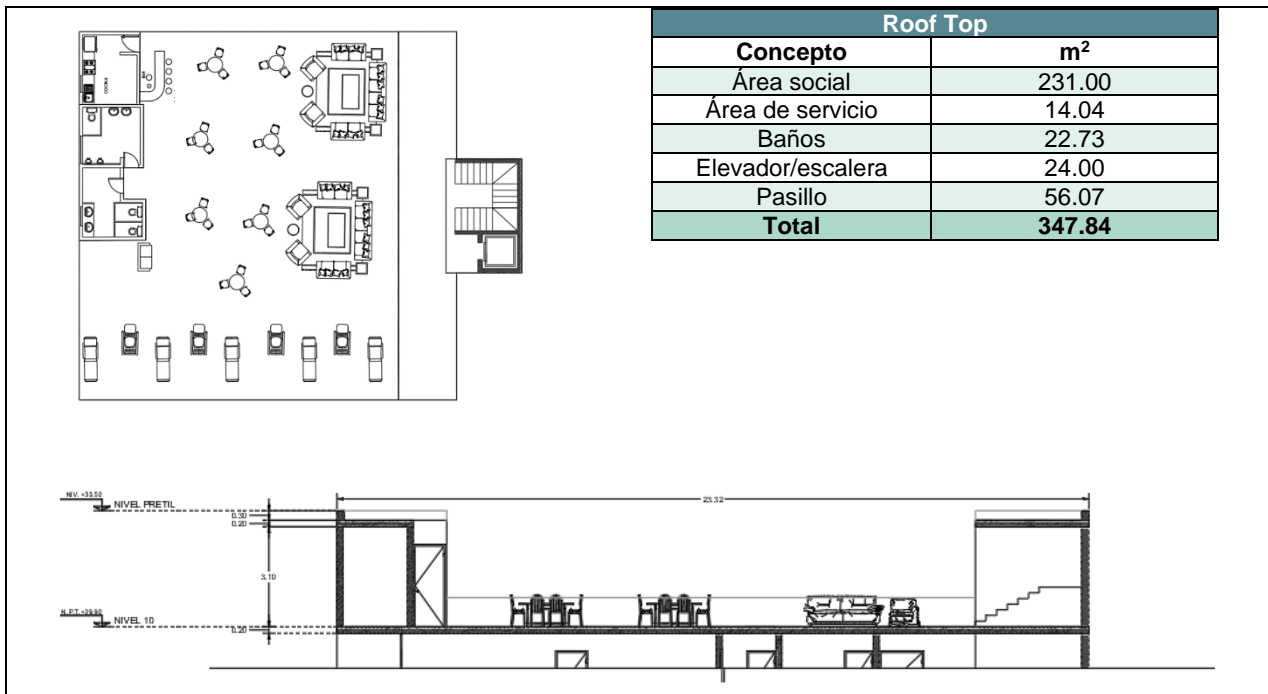
Departamento Normal – Lote 13	
Concepto	m ²
Sala/comedor/cocina	46.65
Baño 3	6.68
Recamara 2	27.52
Baño 2	6.14
Recamara 1	33.72
Baño 1	6.63
Pasillo	8.92
Lavado	8.32
Terrazas	18.42
Total	163.00

Cuadro 2. 5. Planta arquitectónica departamento lock off y tabla de áreas por departamento.

Departamento Lock Off – Lote 13	
Concepto	m ²
Sala/comedor/cocina	46.65
Baño 3	6.68
Recamara 2	27.52
Baño 2	6.14
Recamara 1	33.72
Baño 1	6.63
Pasillo + acceso	8.92
Lavado	8.32
Terrazas	18.42
Total	163.00

Con el propósito de crear espacios recreativos y sociales, el nivel 10 de la torre en el Lote 13 contará con un área común para el uso de los residentes, denominada Roof Top. La planta tipo y tabla de áreas totales de dicho espacio se presentan en el Cuadro 2. 6.

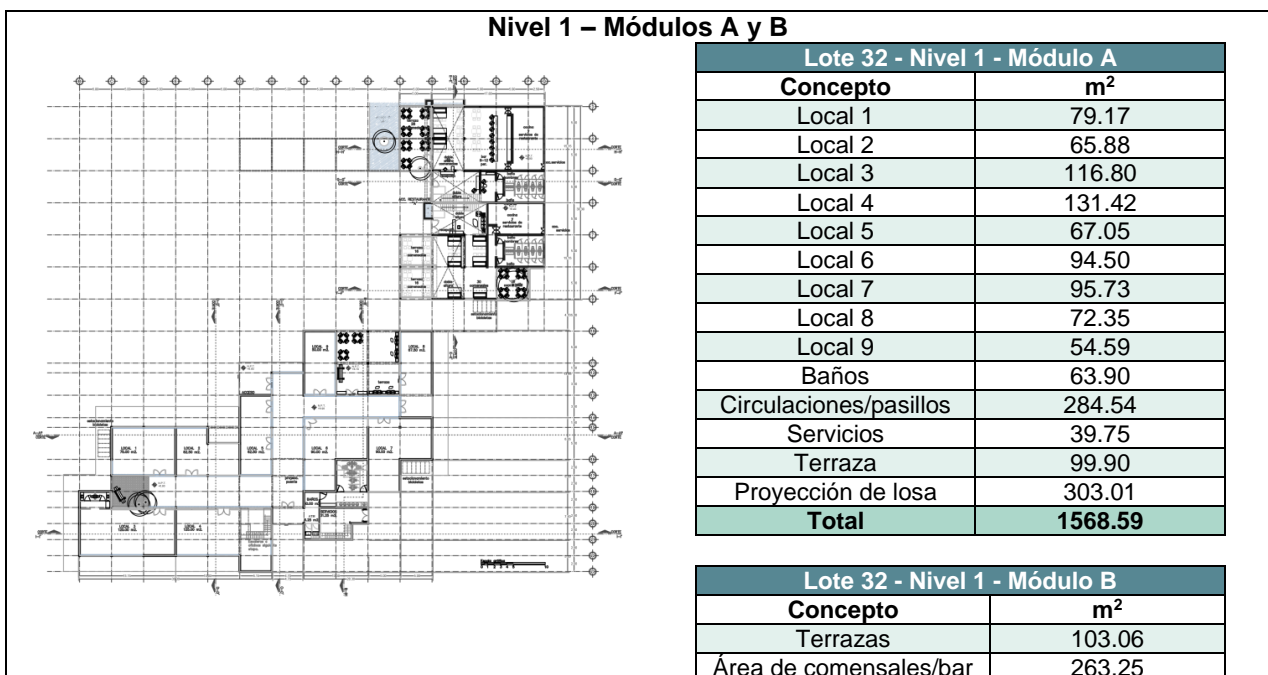
Cuadro 2. 6. Planta tipo y tabla de áreas totales: Roof Top.

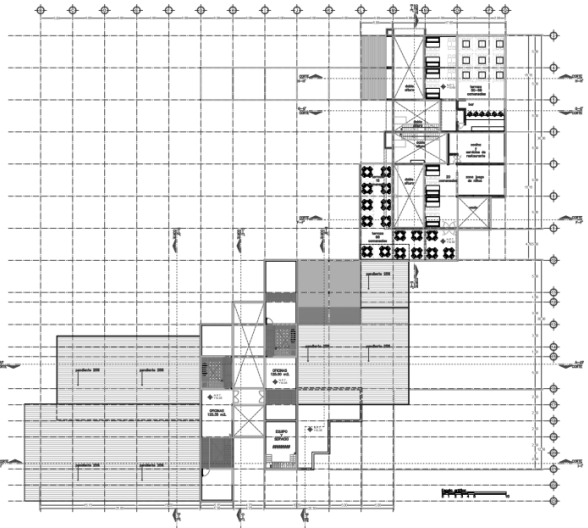
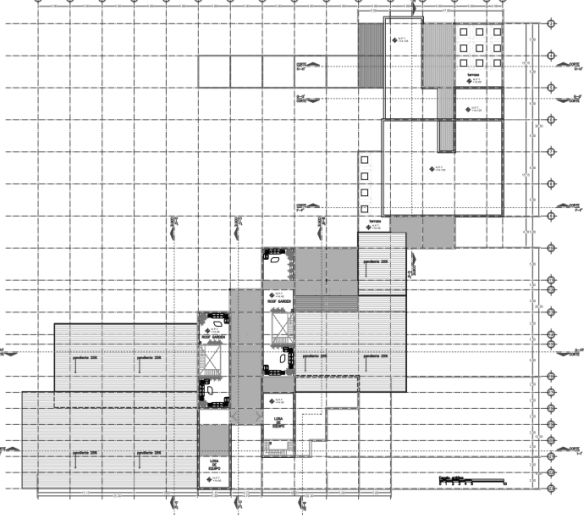
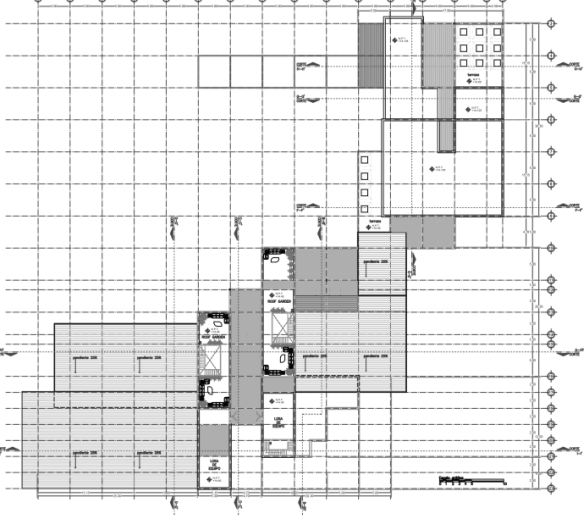
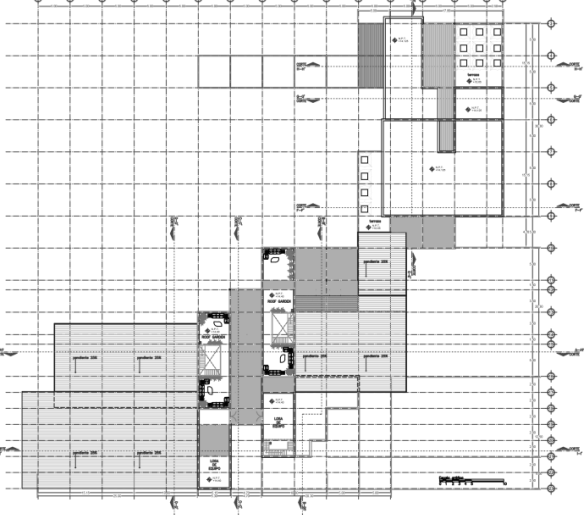


Lote 32

La torre localizada en el Lote 32 contará con tres (3) niveles y dos (2) módulos (A y B), de locales comerciales, oficinas, restaurantes y roof garden. En el siguiente Cuadro 2. 7 se presentan las plantas por nivel y tablas de áreas de los módulos A y B.

Cuadro 2. 7. Plantas por nivel y tablas de áreas de los módulos A y B.

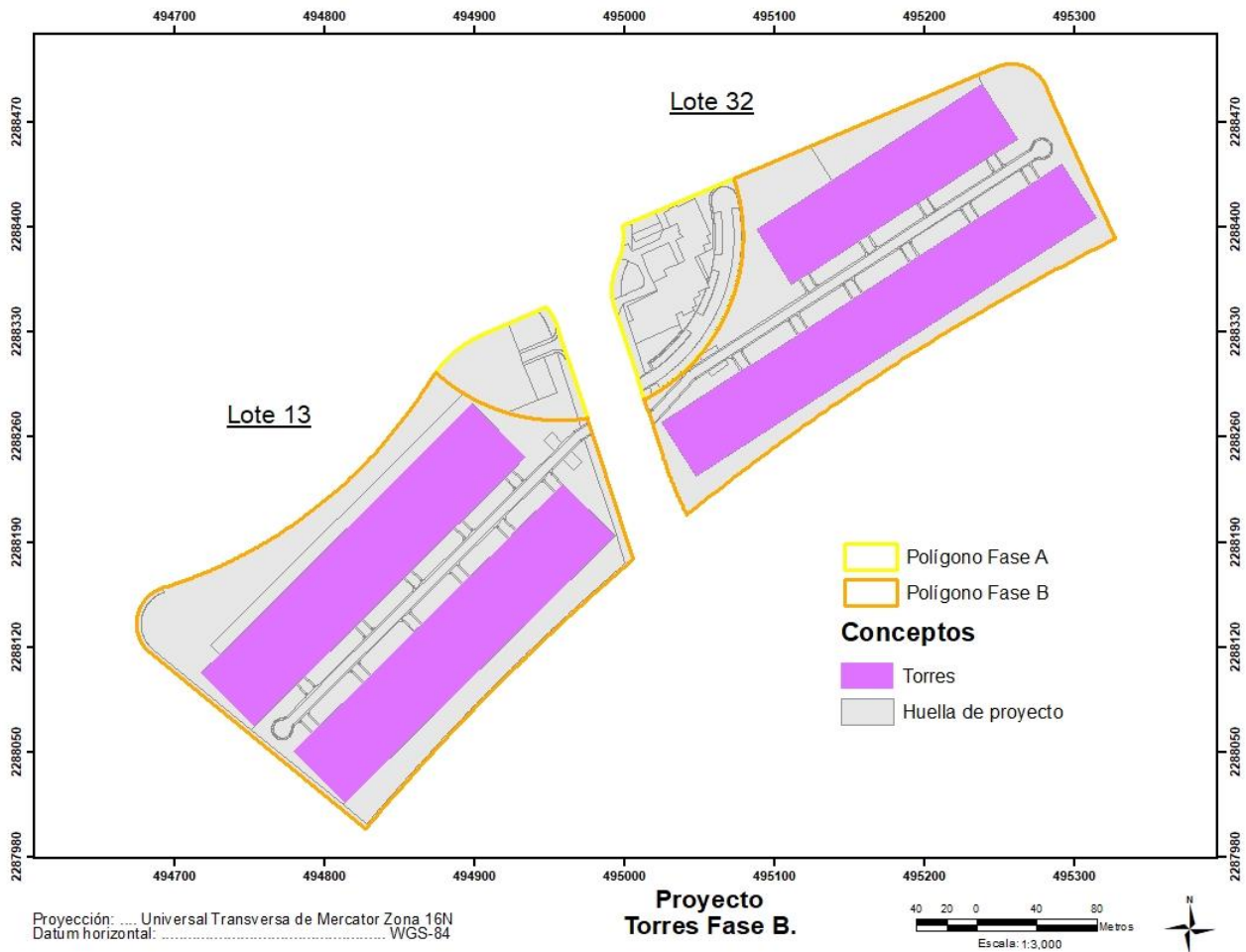


	Cocina/servicios	98.16
	Baños	71.82
	Recepción	95.57
	Proyección de losa	74.20
	Circulaciones/pasillos	9.25
	Total	715.31
Nivel 2 – Módulos A y B		
	Lote 32 - Nivel 2 - Módulo A	
	Concepto	m²
	Oficinas	206.69
	Terrazas	33.84
	Circulaciones/pasillos	36.19
	Equipo/servicio	39.75
	Estructura	8.10
Total	324.57	
	Lote 32 - Nivel 2 - Módulo B	
	Concepto	m²
	Terrazas	304.56
	Cocina/bar	48.76
	Comensales	51.00
	Zona de juegos	39.39
	Estructura	28.42
Circulaciones/Pasillos	14.15	
Total	486.28	
Nivel 3 – Módulo A		
	Lote 32 - Nivel 3 - Módulo A	
	Concepto	m²
	Roof garden	138.86
	Circulación/Pasillos	15.98
	Estructura	2.82
Total	157.66	

► **Fase B (13 y 32)**

La Fase B del Proyecto, estará conformada por 23 torres, ubicadas 12 en el Lote 13 y 11 en el Lote 32 (Figura 2. 16).

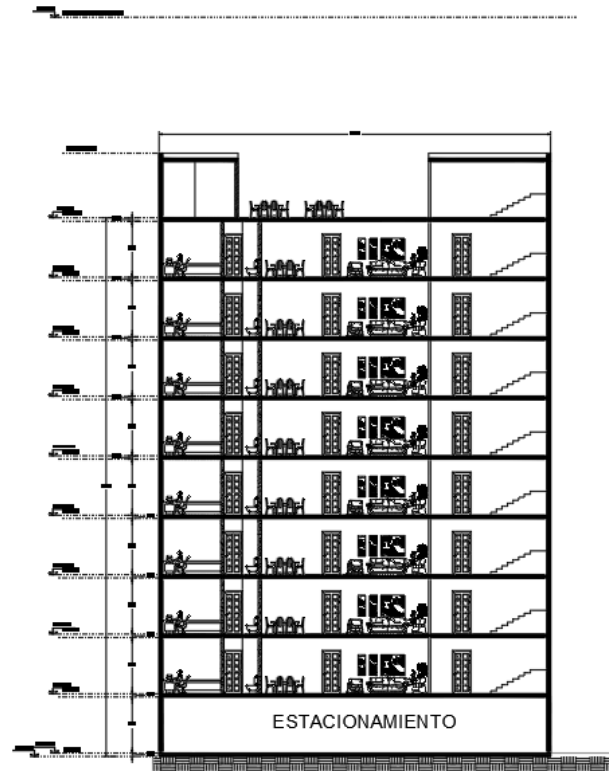
Figura 2. 16. Distribución de las torres en los Lotes 13 y 32, que conforman la Fase B.



Lote 13

Las 12 torres localizadas en el Lote 13 contarán con ocho (8) niveles de departamentos, un (1) nivel de estacionamiento techado y amenidades y, un (1) nivel de áreas comunes (Figura 2. 17).

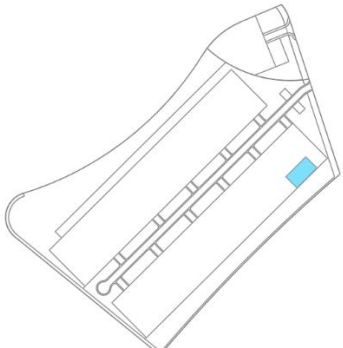
Figura 2. 17. Corte general de las torres en el Lote 13.



El primer nivel (planta baja) contará con una superficie de 25,116.50 m² y estará conformada por el área de estacionamiento techado y un espacio recreativo y social (área común) con amenidades tales como alberca, bar, baños, etc. La planta tipo y tabla de áreas totales de dicho espacio, se presentan en el Cuadro 2. 8.

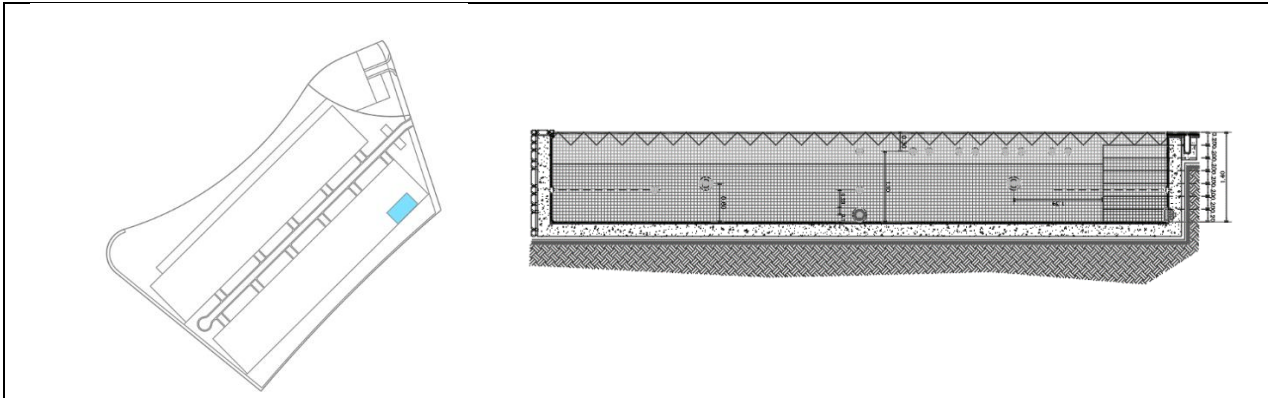
Cuadro 2. 8. Planta tipo y tabla de áreas totales de la planta baja en el Lote 13.

Planta Baja – Lote 13	
Concepto	m ²
Estacionamiento	26183.63
Amenidades	4554.53
Total	30738.16



La superficie que ocupará la alberca de los 25,116.50 m² del primer nivel, corresponde a 439.32 m², equivalente a 1.74% de esa superficie. Su ubicación y corte tipo se presentan en el siguiente Cuadro 2. 9.

Cuadro 2. 9. Ubicación y corte tipo de la alberca del primer nivel en el Lote 13.

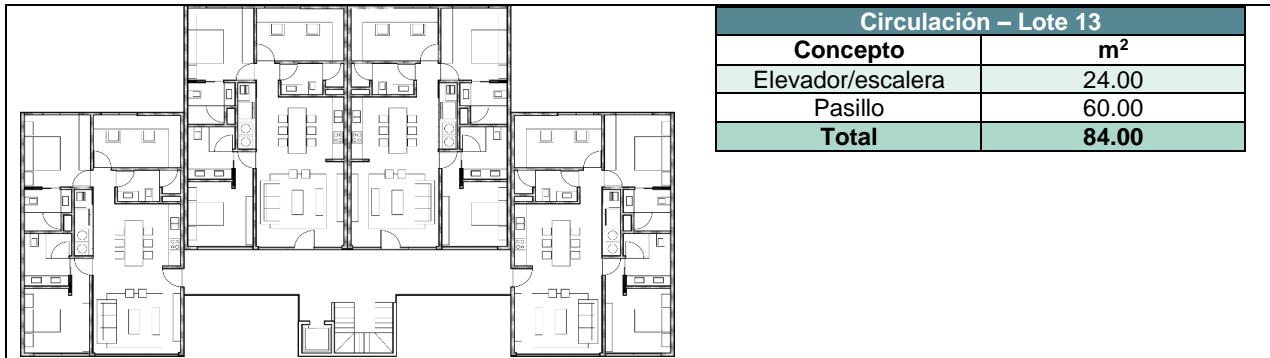


Los niveles de departamento (2 a 9), contarán con dos tipos de diseño: Departamento normal y tipo lock off. El número máximo de departamentos que alojarán las 12 torres será de 477. El número de departamentos por nivel, para las torres prototipo, se presenta en la siguiente Tabla 2. 8. En ambos diseños la superficie de construcción de cada departamento será de 160 m² y el área de circulación corresponderá a 84 m². En los siguientes Cuadro 2. 10, Cuadro 2. 11 y Cuadro 2. 12, se presentan la planta prototipo por nivel del departamento normal y lock off y la tabla de áreas por departamento.

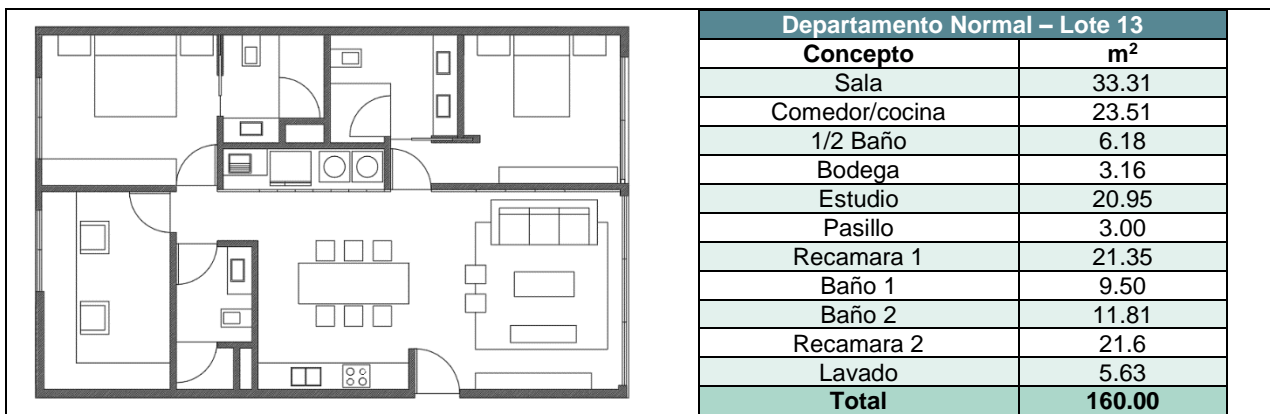
Tabla 2. 8. Departamentos por nivel, para las torres prototipo.

	Nivel	No. de departamentos	No. de torres con estas características	Total de departamentos para 11 torres
	Torre prototipo 1	9	2	11
8		3		
7		5		
6		6		
5		6		
4		6		
3		6		
2	6			
Departamentos por torre		40		
	Nivel	No. de departamentos	No. de torres con estas características	Total de departamentos para 1 torre
	Torre prototipo 2	9	2	1
8		3		
7		4		
6		4		
5		4		
4		4		
3		8		
2	8			
Departamentos por torre		37		
Total de departamentos para las 12 torres				477

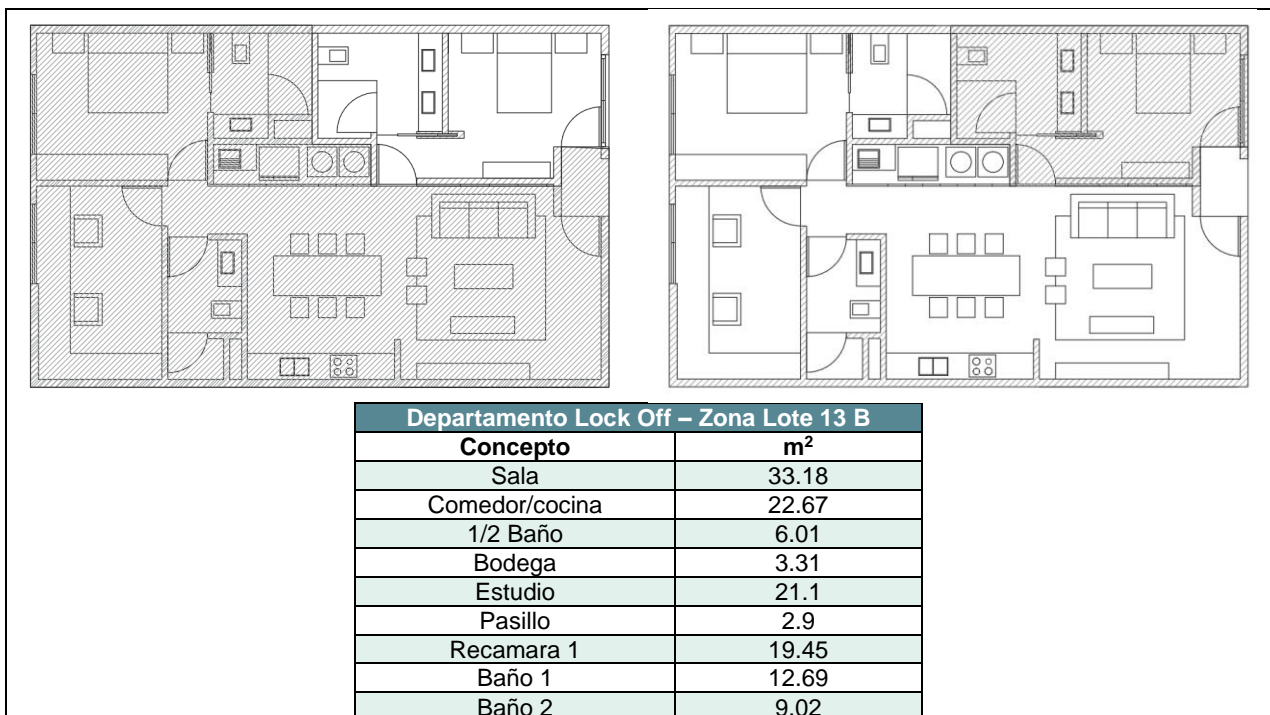
Cuadro 2. 10. Planta prototipo de los departamentos y área de circulación por nivel.



Cuadro 2. 11. Planta arquitectónica departamento normal y tabla de áreas por departamento.



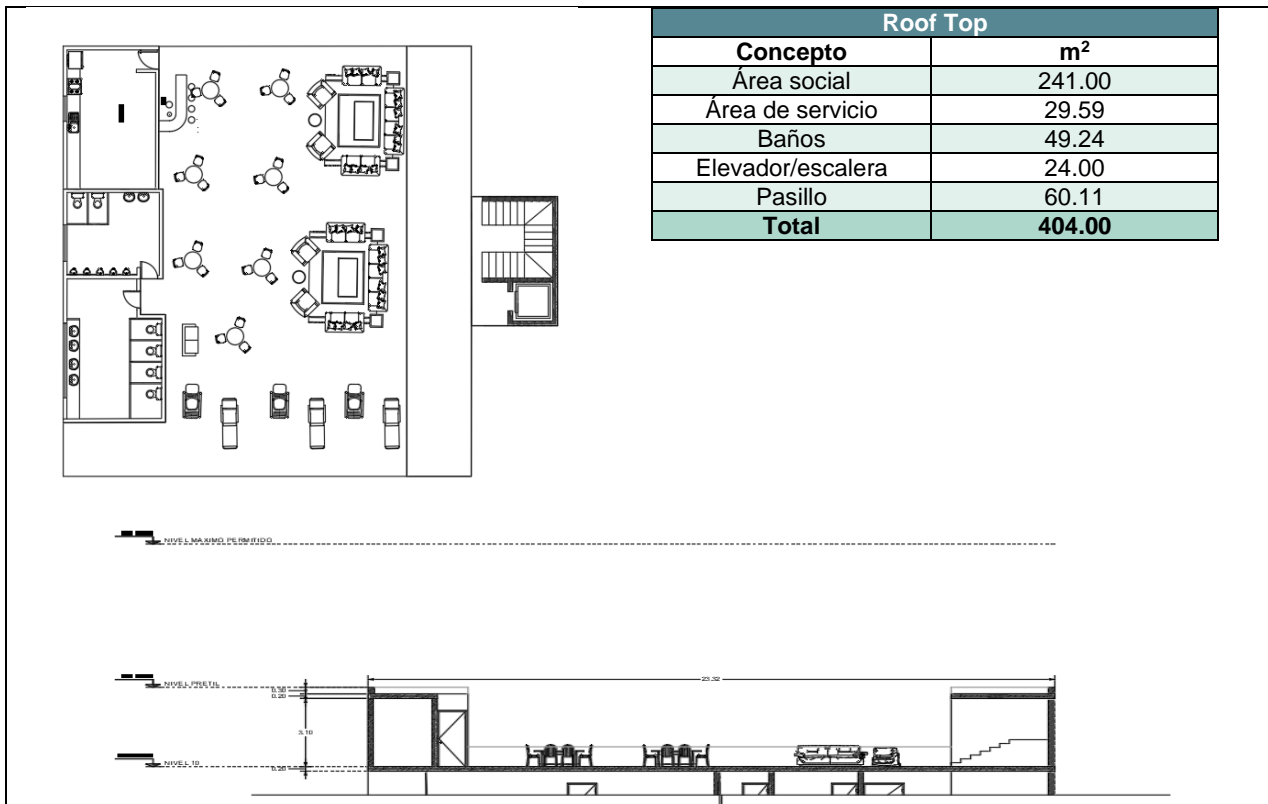
Cuadro 2. 12. Planta arquitectónica departamento lock off y tabla de áreas por departamento.



	Recamara 2	22.49
	Lavado	5.92
	Total	160

Con el propósito de crear espacios recreativos y sociales, el nivel 10 de las torres en el Lote 13 contará con un área común para el uso de los residentes, denominada Roof Top. La planta tipo y tabla de áreas totales de dicho espacio, se presentan en el Cuadro 2. 13.

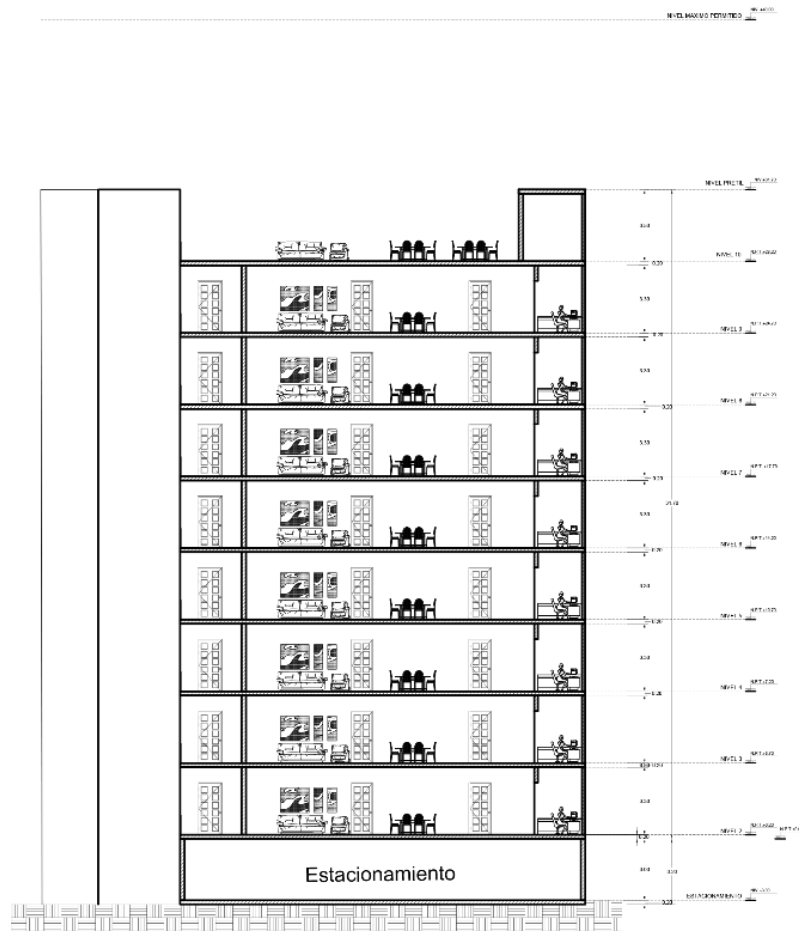
Cuadro 2. 13. Planta tipo y tabla de áreas totales: Roof Top.



Lote 32

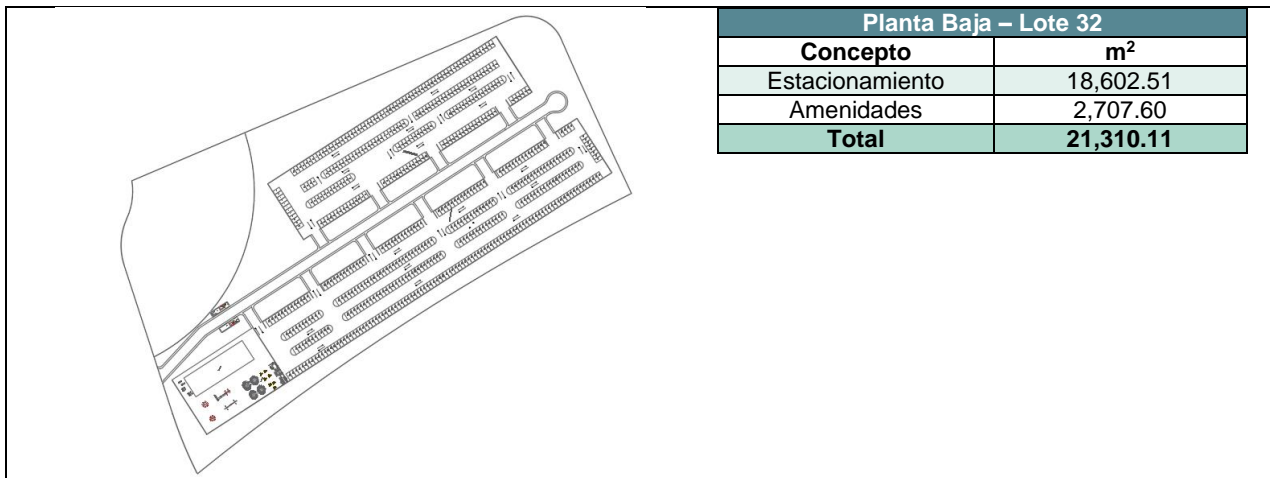
Las 11 torres localizadas en el Lote 32 contarán con ocho (8) niveles de departamentos, un (1) nivel de estacionamiento techado y amenidades y, un (1) nivel de áreas comunes (Figura 2. 18).

Figura 2. 18. Corte general de las torres en zona Lote 32.



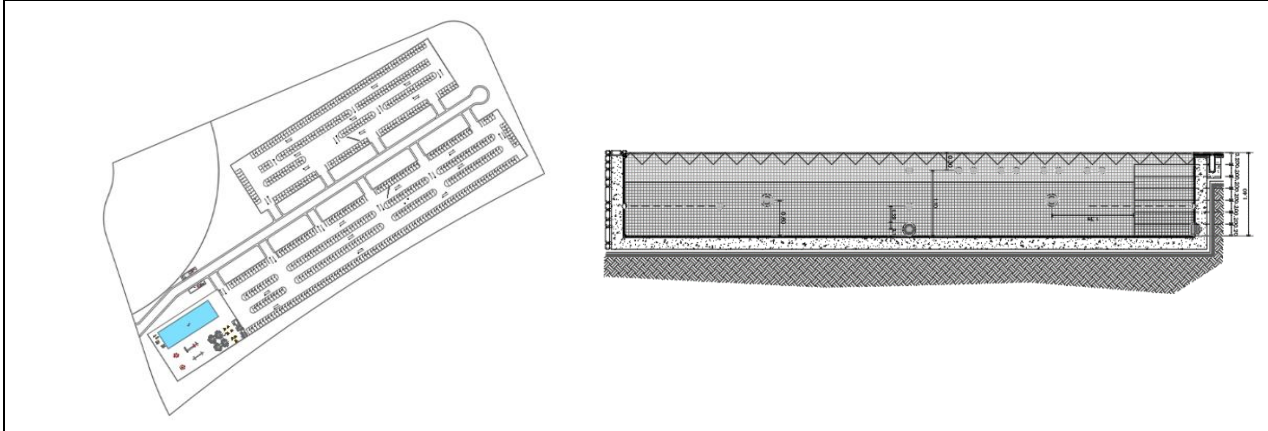
El primer nivel (planta baja) contará con una superficie de 21,309.90 m² y estará conformada por el área de estacionamiento techado y un espacio recreativo y social (área común) con amenidades tales como alberca, bar, baños, etc. La planta tipo y tabla de áreas totales de dicho espacio, se presentan en el Cuadro 2. 14.

Cuadro 2. 14. Planta tipo y tabla de áreas totales de la planta baja en el Lote 32.



La superficie que ocupará la alberca de los 21,309.90 m² del primer nivel, corresponde a 667.39 m², equivalente a 3.13% de esa superficie. Su ubicación y corte tipo se presentan en el siguiente Cuadro 2. 15.

Cuadro 2. 15. Ubicación y corte tipo de la alberca del primer nivel en el Lote 32.

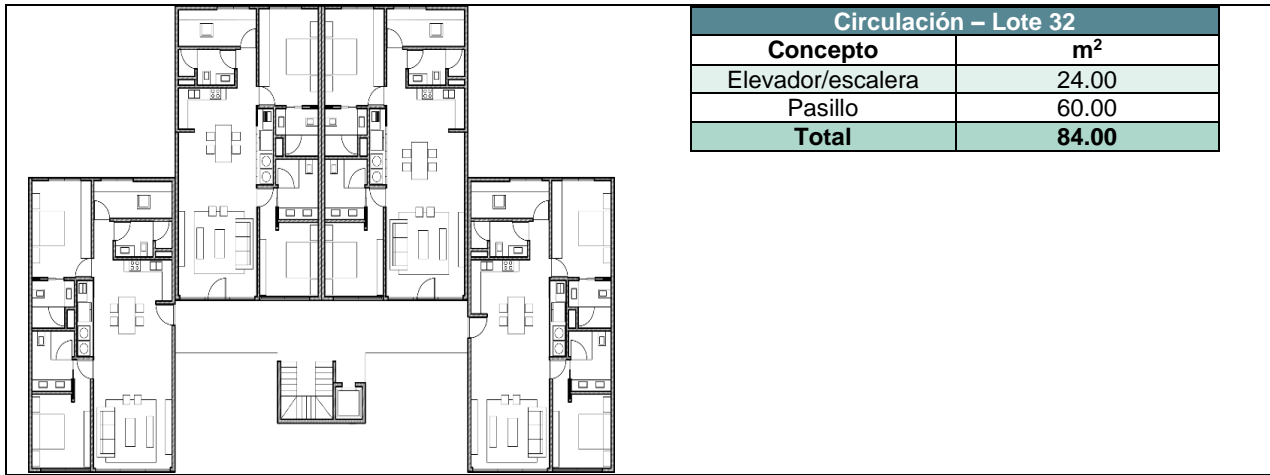


Los niveles de departamento (2 a 9), contarán con dos tipos de diseño: Departamento normal y tipo lock off. El número máximo de departamentos que alojarán las 11 torres será de 401. El número de departamentos por nivel, para las torres prototipo, se presenta en la siguiente Tabla 2. 9. En ambos diseños la superficie de construcción de cada departamento será de 168 m² y el área de circulación corresponderá a 84 m². En los siguientes Cuadro 2. 16, Cuadro 2. 17 y Cuadro 2. 18, se presentan la planta prototipo por nivel, del departamento tipo y lock off y la tabla de áreas por departamento.

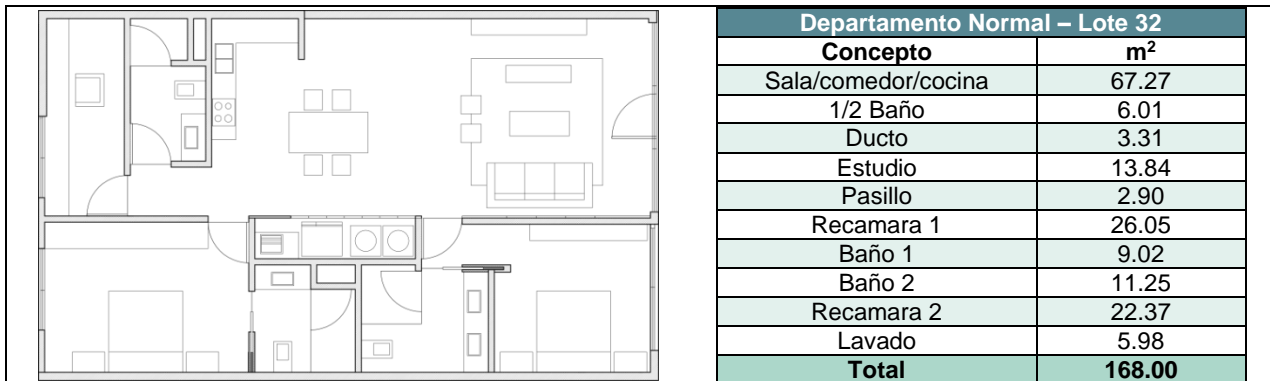
Tabla 2. 9. Departamentos por nivel, para las torres prototipo.

Torre prototipo 1	Nivel	No. de departamentos	No. de torres con estas características	Total de departamentos para 11 torres
	9	2	10	360
8	2			
7	3			
6	5			
5	6			
4	6			
3	6			
2	6			
Departamentos por torre		36		
Torre prototipo 2	Nivel	No. de departamentos	No. de torres con estas características	Total de departamentos para 1 torre
	9	4	1	41
	8	4		
	7	4		
	6	5		
	5	6		
	4	6		
	3	6		
2	6			
Departamentos por torre		37		
Total de departamentos para las 11 torres				401

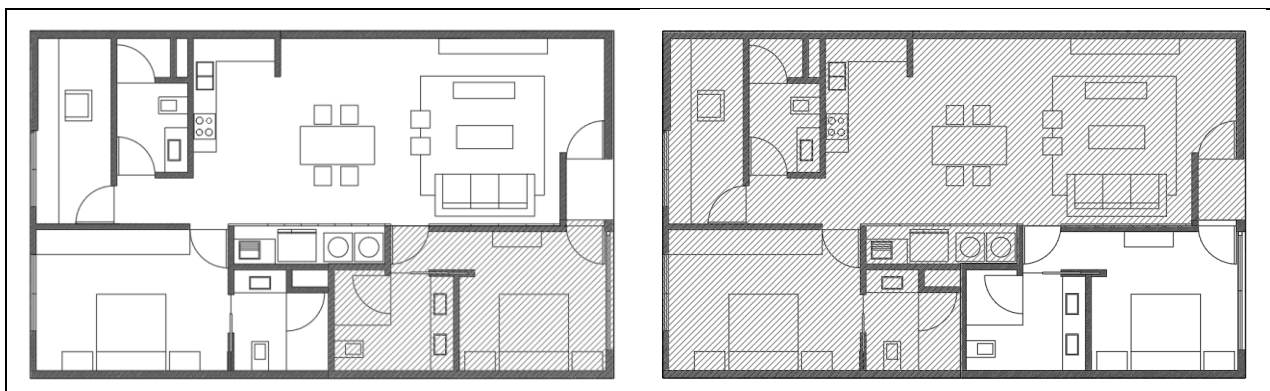
Cuadro 2. 16. Planta prototipo de los departamentos y área de circulación por nivel.



Cuadro 2. 17. Planta arquitectónica departamento normal y tabla de áreas por departamento.



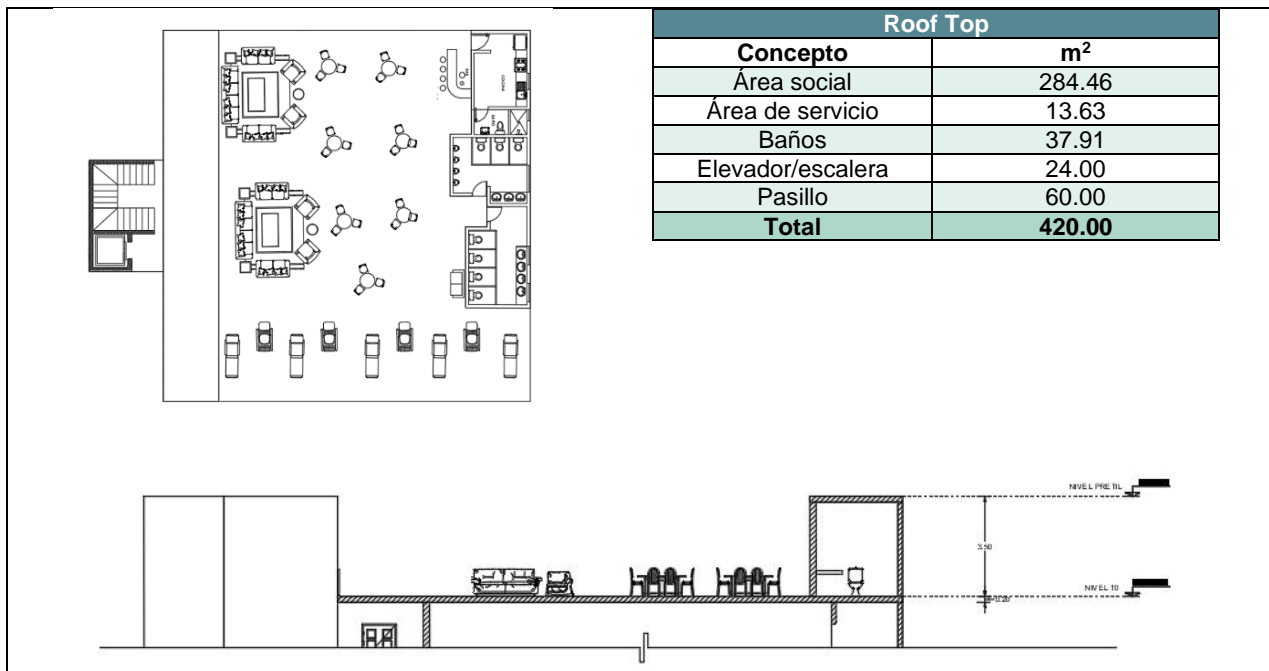
Cuadro 2. 18. Planta arquitectónica departamento lock off y tabla de áreas por departamento.



Departamento Lock Off – Lote 32	
Concepto	m ²
Sala/comedor/cocina	67.27
1/2 Baño	6.01
Ducto	3.31
Estudio	13.84
Pasillo	2.90
Recamara 1	26.05
Baño 1	9.02
Baño 2	11.25
Recamara 2	22.37
Lavado	5.98
Total	168.00

Con el propósito de crear espacios recreativos y sociales, el nivel 10 de las torres en la zona Lote 32 B contará con un área común para el uso de los residentes, denominada Roof Top. La planta tipo y tabla de áreas totales de dicho espacio, se presentan en el Cuadro 2. 19.

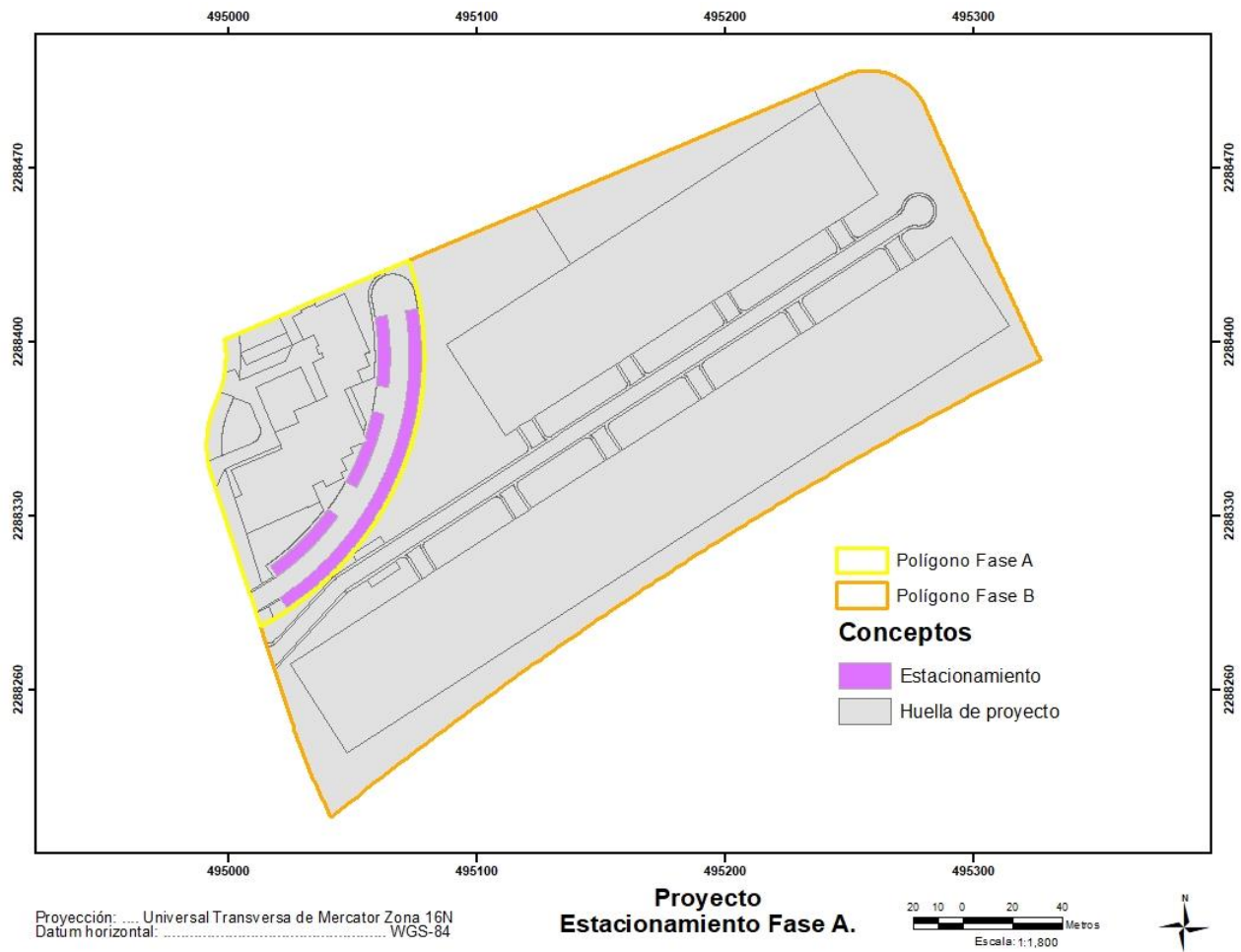
Cuadro 2. 19. Planta tipo y tabla de áreas totales: Roof Top.



2.4.2.2. Estacionamiento

El Lote 32, para la Fase A, contará con un estacionamiento techado, para el uso de los visitantes a los locales comerciales, oficinas y restaurantes que alojará la torre ubicada en este lote. Éste contará con una superficie de 1,145.02 m², en la siguiente Figura 2. 19, se presenta su ubicación.

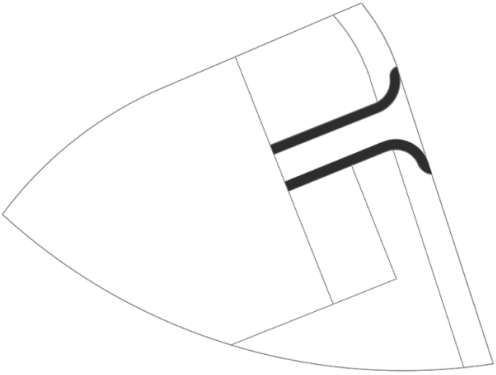
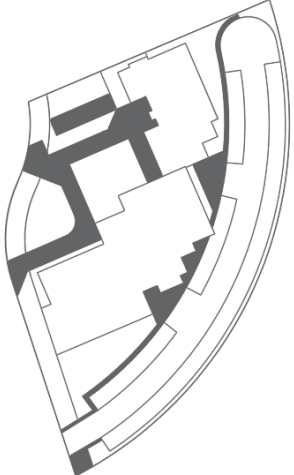
Figura 2. 19. Ubicación del estacionamiento no techado en el Lote 32.



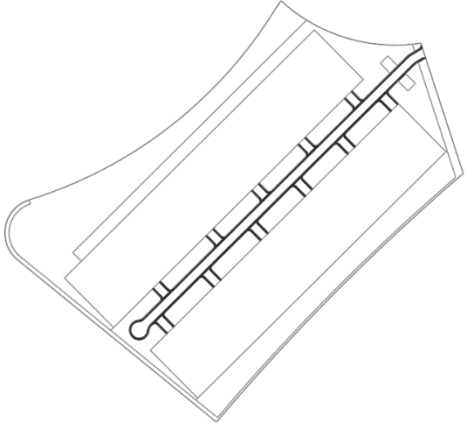
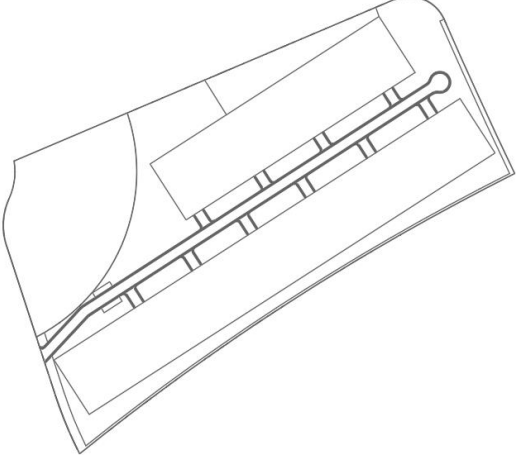
2.4.2.3. Andadores

Los andadores que considera realizar el Proyecto serán no techados, estos conectarán las torres con los jardines, áreas de conservación, amenidades y vialidades. Tendrán una superficie 3,188.82 m². En los siguientes Cuadro 2. 20 y Cuadro 2. 21 se presenta su distribución y superficie por fase.

Cuadro 2. 20. Fase A: Distribución y tabla de superficies de los andadores en el Lote 13 y 32.

Lote 13	Lote 32										
											
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Andadores</th> </tr> <tr> <th>Lote</th> <th>m²</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>13</td> <td>131.55</td> </tr> <tr> <td>32</td> <td>1,143.81</td> </tr> <tr> <td>Total</td> <td>1,275.36</td> </tr> </tbody> </table>		Andadores		Lote	m ²	13	131.55	32	1,143.81	Total	1,275.36
Andadores											
Lote	m ²										
13	131.55										
32	1,143.81										
Total	1,275.36										

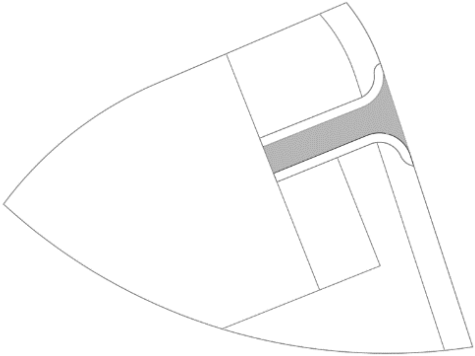
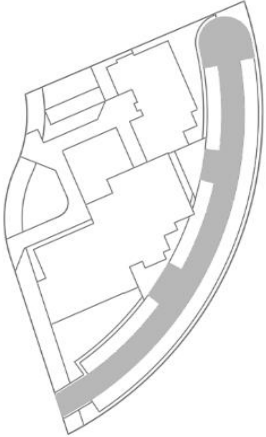
Cuadro 2. 21. Fase B: Distribución y tabla de superficies de los andadores en el Lote 13 y 32.

Lote 13	Lote 32										
											
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Andadores</th> </tr> <tr> <th>Lote</th> <th>m²</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>13</td> <td>934.99</td> </tr> <tr> <td>32</td> <td>978.47</td> </tr> <tr> <td>Total</td> <td>1,913.46</td> </tr> </tbody> </table>		Andadores		Lote	m ²	13	934.99	32	978.47	Total	1,913.46
Andadores											
Lote	m ²										
13	934.99										
32	978.47										
Total	1,913.46										

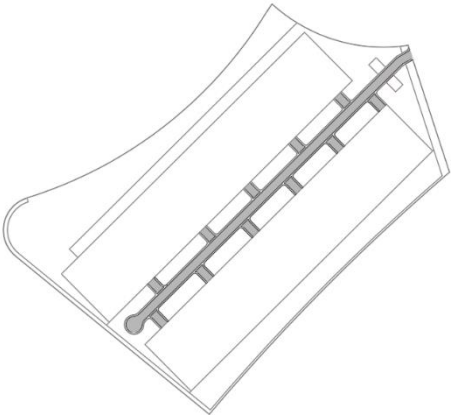
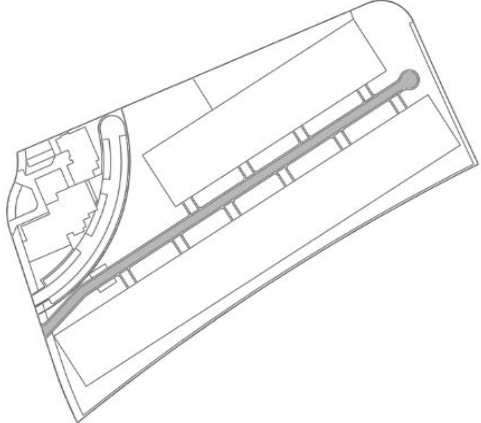
2.4.2.4. Vialidades

Este concepto incluye las obras que darán movilidad a los usuarios del Proyecto. Estos elementos ocuparán una superficie de 6,830.80 m² y se construirán con concreto hidráulico rayado, que será colocado sobre una capa de relleno de material granulado y compactado con 20 cm de espesor. En los siguientes Cuadro 2. 22 y Cuadro 2. 23 se presenta su distribución y superficie por fase. Cabe señalar que, se tiene considerado que las instalaciones de red primaria de agua potable, red de colectores primarios, banco de ductos y red de distribución (voz y datos), pasen por debajo de estas obras, tal y como se puede observar en la Figura 2. 20.

Cuadro 2. 22. Fase A: Distribución y tabla de superficies de las vialidades en el Lote 13 y 32.

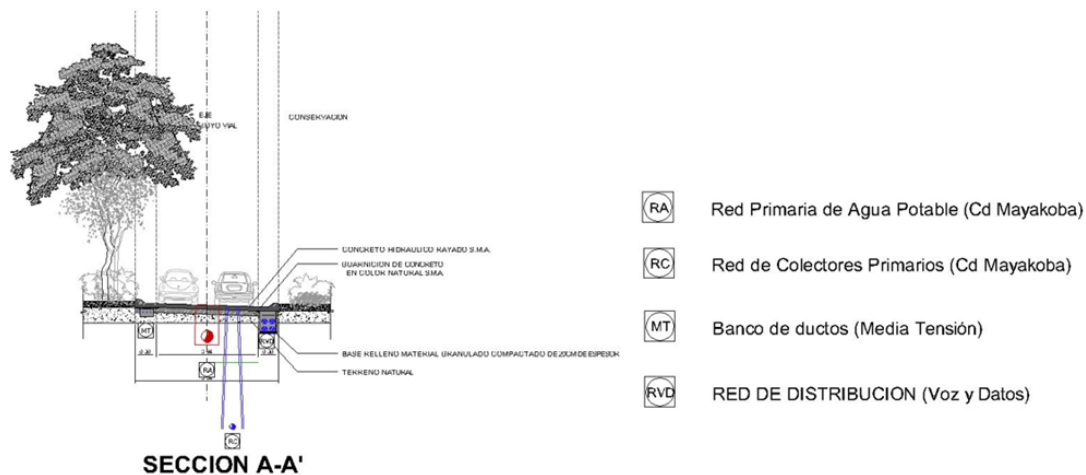
Lote 13	Lote 32										
											
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Vialidades</th> </tr> <tr> <th>Lote</th> <th>m²</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>13</td> <td>198.68</td> </tr> <tr> <td>32</td> <td>1,402.99</td> </tr> <tr> <td>Total</td> <td>1,601.67</td> </tr> </tbody> </table>		Vialidades		Lote	m ²	13	198.68	32	1,402.99	Total	1,601.67
Vialidades											
Lote	m ²										
13	198.68										
32	1,402.99										
Total	1,601.67										

Cuadro 2. 23. Fase B: Distribución y tabla de superficies de las vialidades en el Lote 13 y 32.

Lote 13	Lote 32
	

Andadores	
Zona	m ²
Lote 13 B	2,553.03
Lote 32 B	2,676.10
Total	5,229.13

Figura 2. 20. Ubicación de la red primaria de agua potable, red de colectores primarios, banco de ductos y red de distribución (voz y datos).



2.4.2.5. Casetas, Bodegas y Cuarto de Máquinas

El Proyecto contará con áreas para regular el acceso al desarrollo. En ambos lotes (13 y 32) – sobre el eje de la vialidad principal – se contará con dos casetas para cada zona, una para el ingreso y otra para la salida (Figura 2. 21). En total, estas obras cuantifican una superficie de 247.48 m².

Figura 2. 21. Ubicación de las casetas en el Lote 13 y 32.



Tanto las casetas del Lote 13, como las del Lote 32, contarán con un espacio de bodega y cuarto de máquinas para el servicio y mantenimiento de las áreas verdes y comunes, así como un baño. La planta tipo y tabla de áreas totales se presentan en los Cuadro 2. 24 y Cuadro 2. 25.

Cuadro 2. 24. Planta tipo y tabla de áreas totales de las casetas en el Lote 13.

	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Caseta A</th> </tr> <tr> <th>Concepto</th> <th>m²</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Caseta</td> <td>30.16</td> </tr> <tr> <td>Bodega</td> <td>37.92</td> </tr> <tr> <td>Baño</td> <td>7.92</td> </tr> <tr> <td>Total</td> <td>76.00</td> </tr> </tbody> </table>	Caseta A		Concepto	m ²	Caseta	30.16	Bodega	37.92	Baño	7.92	Total	76.00
Caseta A													
Concepto	m ²												
Caseta	30.16												
Bodega	37.92												
Baño	7.92												
Total	76.00												
	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Caseta B</th> </tr> <tr> <th>Concepto</th> <th>m²</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Caseta</td> <td>30.16</td> </tr> <tr> <td>Cuarto de máquinas</td> <td>37.92</td> </tr> <tr> <td>Baño</td> <td>7.92</td> </tr> <tr> <td>Total</td> <td>76.00</td> </tr> </tbody> </table>	Caseta B		Concepto	m ²	Caseta	30.16	Cuarto de máquinas	37.92	Baño	7.92	Total	76.00
Caseta B													
Concepto	m ²												
Caseta	30.16												
Cuarto de máquinas	37.92												
Baño	7.92												
Total	76.00												

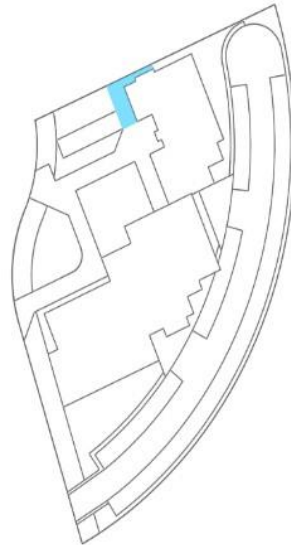
Cuadro 2. 25. Planta tipo y tabla de áreas totales de las casetas en el Lote 32.

	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Caseta A</th> </tr> <tr> <th>Concepto</th> <th>m²</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Caseta</td> <td>11.40</td> </tr> <tr> <td>Cuarto de máquinas</td> <td>23.60</td> </tr> <tr> <td>Baño</td> <td>7.37</td> </tr> <tr> <td>Circulación</td> <td>4.24</td> </tr> <tr> <td>Total</td> <td>46.61</td> </tr> </tbody> </table>	Caseta A		Concepto	m ²	Caseta	11.40	Cuarto de máquinas	23.60	Baño	7.37	Circulación	4.24	Total	46.61
Caseta A															
Concepto	m ²														
Caseta	11.40														
Cuarto de máquinas	23.60														
Baño	7.37														
Circulación	4.24														
Total	46.61														
	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Caseta B</th> </tr> <tr> <th>Concepto</th> <th>m²</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Caseta</td> <td>11.40</td> </tr> <tr> <td>Bodega</td> <td>25.90</td> </tr> <tr> <td>Baño</td> <td>7.37</td> </tr> <tr> <td>Circulación</td> <td>4.24</td> </tr> <tr> <td>Total</td> <td>48.91</td> </tr> </tbody> </table>	Caseta B		Concepto	m ²	Caseta	11.40	Bodega	25.90	Baño	7.37	Circulación	4.24	Total	48.91
Caseta B															
Concepto	m ²														
Caseta	11.40														
Bodega	25.90														
Baño	7.37														
Circulación	4.24														
Total	48.91														

2.4.2.6. Espejo de Agua

El Proyecto en su Fase A para el Lote 32 contará con un espejo de agua, que colindará con la torre proyectada para esa zona. La superficie de este concepto es de 79.51 m² y su ubicación se presenta en la Figura 2. 22.

Figura 2. 22. Ubicación del espejo de agua, Lote 32.



2.4.2.7. Áreas Verdes

El Proyecto contará con 17,320.87 m² de áreas verdes ajardinadas, las cuales formarán parte del diseño paisajístico, brindando un aspecto más armónico con el entorno. Estas áreas serán reforestadas con especies nativas o propias de la región provenientes de las actividades de rescate, así como de sitios autorizados. La distribución de estas áreas, para el Proyecto, se presenta en la Figura 2. 23, y en la Tabla 2. 10 se presentan las superficies correspondientes.

Figura 2. 23. Distribución de las áreas verdes en el Proyecto.

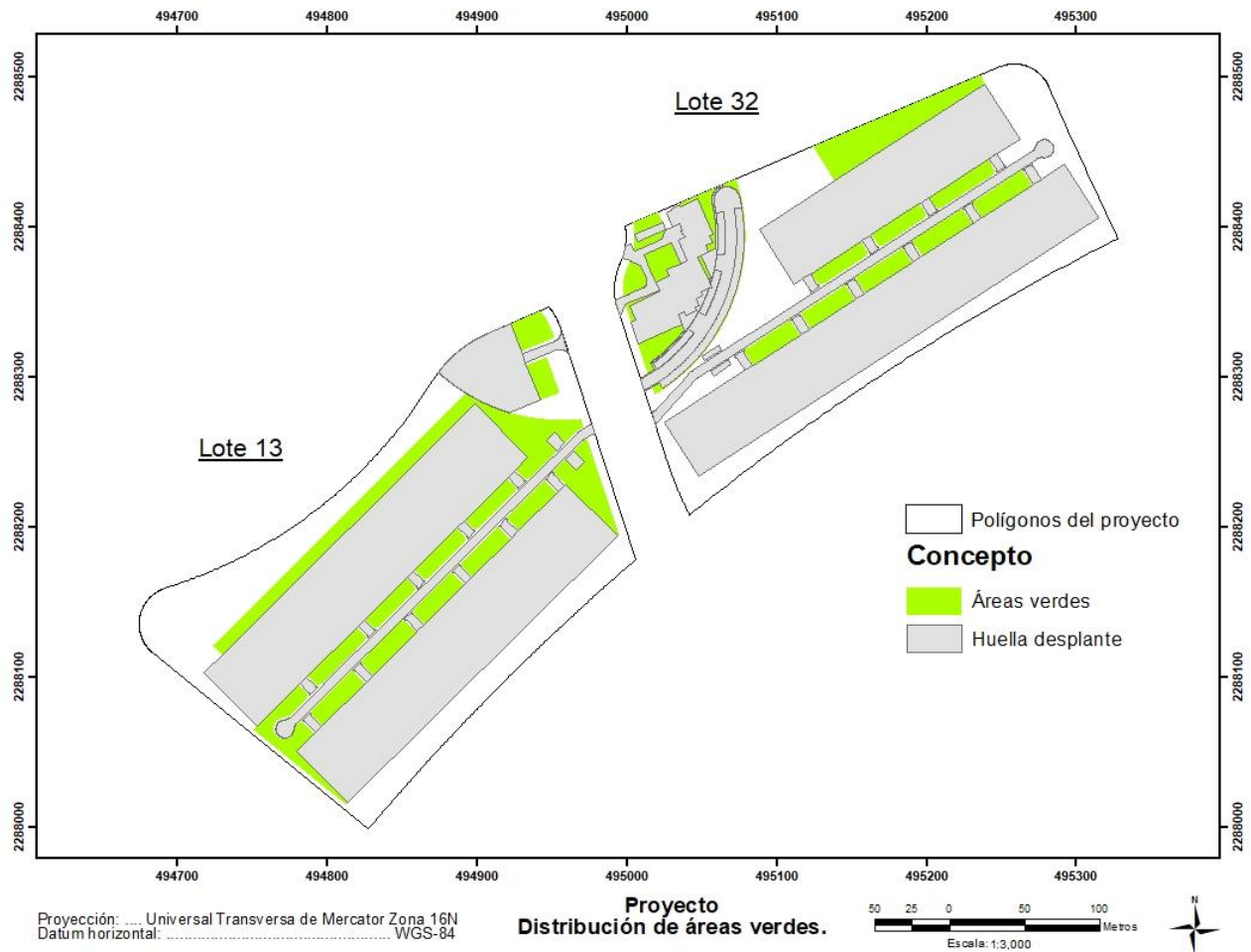


Tabla 2. 10. Superficies de áreas verdes, por fase, para el Proyecto.

Áreas Verdes	
Lote	m ²
Fase A	
13	817.72
32	1,866.94
Fase B	
13	9,146.19
32	5,490.02
Total	17,320.87

2.4.2.8. Área de Conservación

El área de conservación tendrá una superficie total de 26,601.36 m², estará conformada por áreas de vegetación natural sin intervención durante ninguna de las etapas del Proyecto. La distribución de estas áreas, para el Proyecto, se presenta en la Figura 2. 24, y en la Tabla 2. 11 se presentan las superficies correspondientes.

Figura 2. 24. Distribución de las áreas de conservación en el Proyecto.



Tabla 2. 11. Superficies de las áreas de conservación, por fase, para el Proyecto.

Áreas de Conservación	
Lote	m ²
Fase A	
13	1,148.26
32	558.10
Fase B	
13	12,634.23
32	12,260.77
Total	26,601.36

2.4.2.9. Pozos de absorción

Para la captación de aguas pluviales se contempla la construcción de pozos de absorción en la vialidad. Se realizará la perforación de los pozos de absorción por medios mecánicos y se construirá un registro de captación a base de muros de block, piso de grava y rejilla metálica tipo Irving, su estructura evitará el arrastre de residuos y lixiviados. De igual manera, los pozos contarán con un sistema de trampas de sedimentos y grasas para evitar la contaminación del subsuelo. Es importante mencionar que el sistema de drenaje pluvial se encontrará separado del drenaje sanitario. La ubicación que tendrán los pozos de absorción en el Proyecto, así como su diseño se presentan en el siguiente Cuadro 2. 26 y Figura 2. 25 y Figura 2. 26.

Cuadro 2. 26. Ubicación y diseño de los pozos de absorción.

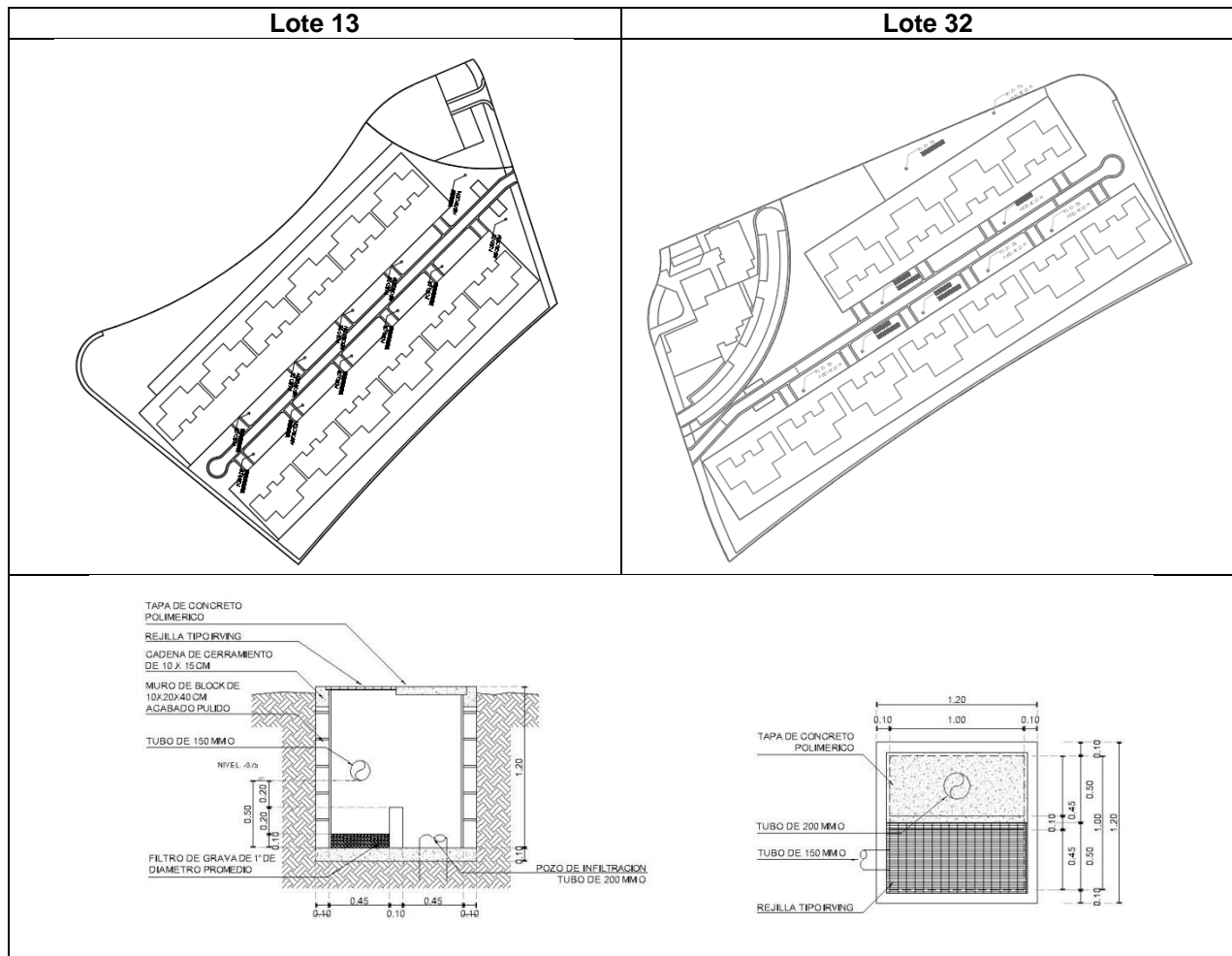


Figura 2. 25. Ubicación de los pozos de absorción Lote 13.

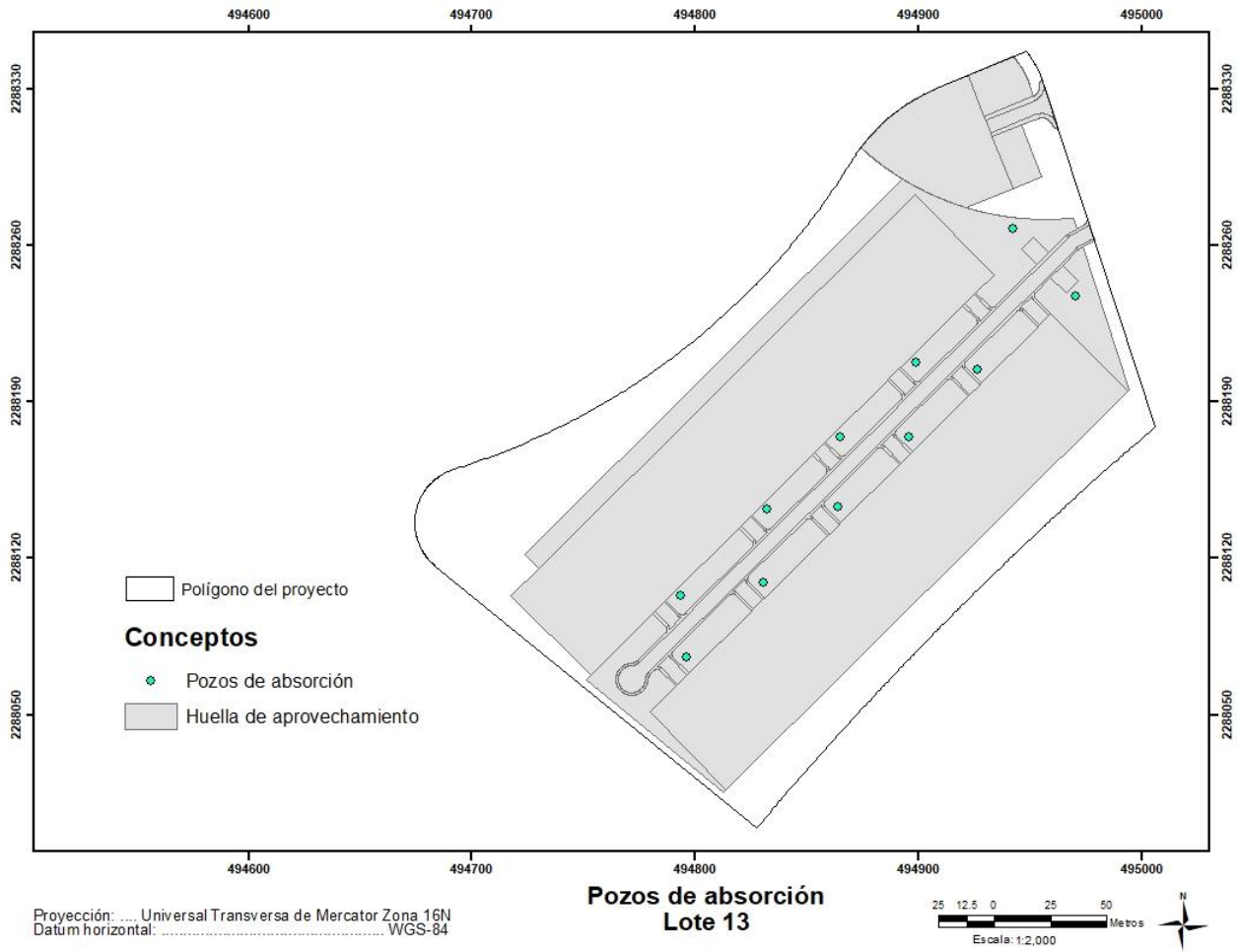
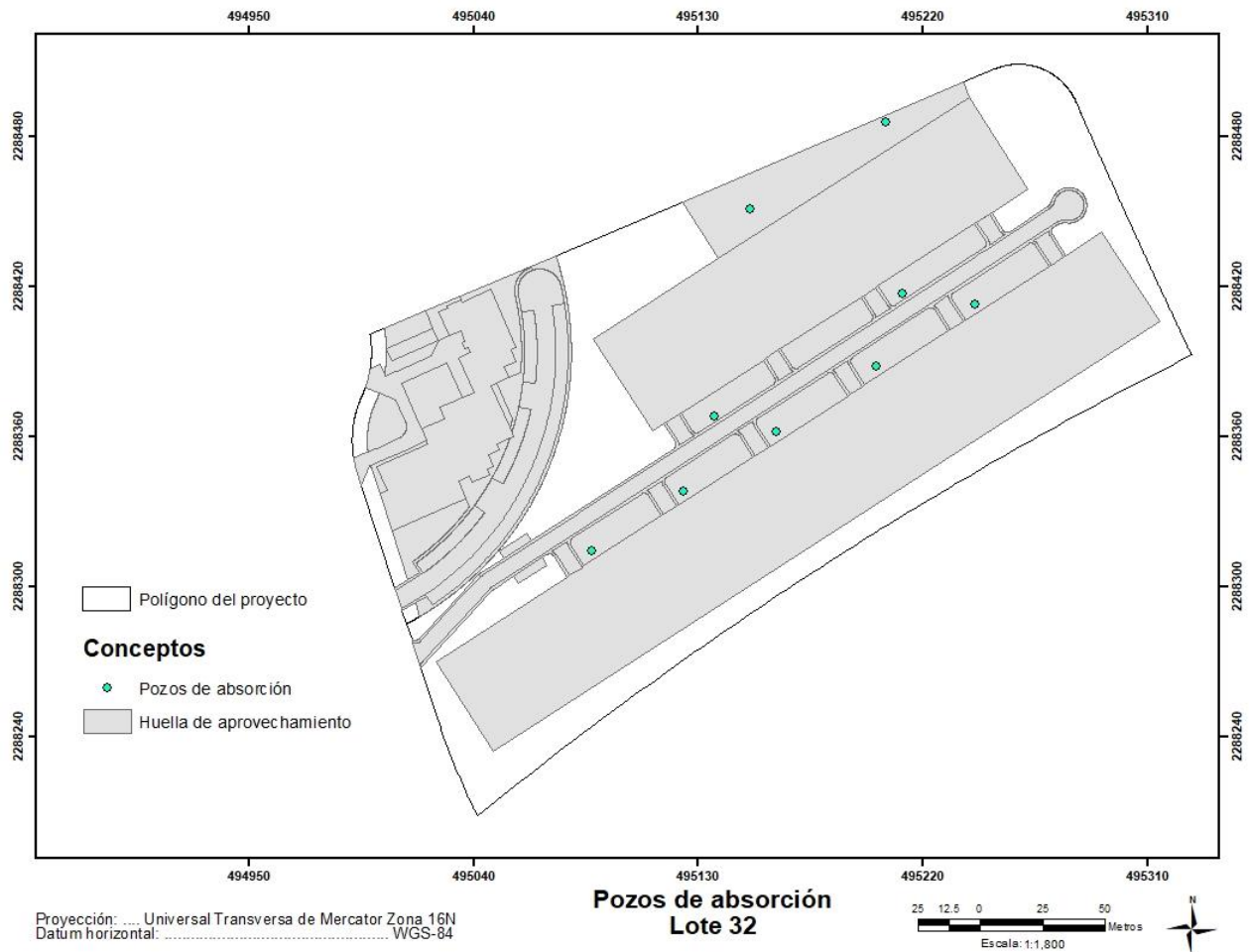


Figura 2. 26. Ubicación de los pozos de absorción Lote 32.



2.5. Programa General de Trabajo

El programa de trabajo tiene por objeto establecer las distintas actividades que se realizarán, así como los periodos de tiempo en que se llevarán a cabo cada una de estas acciones. En este sentido, a través de este programa se optimizarán recursos, mejorando rendimientos que permitan medir el avance y valorizar las acciones, previendo de esta manera las necesidades de adquisición de materiales, equipos y sobre todo de los recursos económicos que se requieran.

Se están considerando tres (3) etapas dentro del Proyecto: preparación, construcción y operación y mantenimiento; para la etapa de preparación se consideran 9 años, para la etapa de construcción 14 años y operación y mantenimiento 99 años.

La ejecución del Proyecto mediante etapas, favorece optimizar los recursos, previendo la necesidad de adquisición de materiales, equipos y demás recursos económicos requeridos; además, mediante esta estrategia, se evita la exposición prolongada de la superficie disminuyendo la erosión del suelo.

En la Tabla 2. 12 se presenta el programa general de trabajo, se observa que las etapas de preparación y construcción se ejecutarán en 15 años.

Tabla 2. 12. Programa general de trabajo.

Concepto		Años																	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	..	99
Preparación	Trazo, delimitación y marcaje																		
	Prospección del área para el rescate de flora y fauna silvestre																		
	Desmante y despalde																		
	Instalación de obras provisionales																		
Construcción	Operación de obras provisionales																		
	Relleno, nivelación y excavación																		
	Validades, edificaciones e instalación de servicios																		
Operación																			

2.6. Descripción de las Etapas de Desarrollo del Proyecto

De manera preliminar, previo al inicio de la etapa de preparación del sitio, se llevará a cabo la gestión de permisos, licencias y autorizaciones requeridas para la implementación del Proyecto. Así mismo se realizará la capacitación, en temas ambientales, de los trabajadores, contratistas, prestadores de servicios y demás personal que se prevea participe en la obra.

2.6.1. Etapa de Preparación

La etapa de preparación del sitio incluye todas las actividades necesarias para dar lugar a la construcción de las obras que conformarán el Proyecto. Comprende principalmente el trazo, delimitación, marcaje, rescate de flora y fauna, remoción de vegetación del terreno y la instalación de las obras provisionales, su descripción se presenta a continuación.

Antes de dar inicio a cualquier actividad se instalarán los sanitarios portátiles (uno por cada 15 trabajadores) y se colocarán contenedores para los residuos debidamente identificados y con las dimensiones y características requeridas de acuerdo al tipo de residuos que recibirán (orgánicos, inorgánicos reciclables, inorgánicos no reciclables, peligrosos o de manejo especial).

Así mismo y en apego a los lineamientos establecidos por los instrumentos normativos y con el afán de generar conciencia entre los trabajadores la Promovente previo al inicio de las labores y como parte del Subprograma de Educación Ambiental, difundirá el reglamento ambiental que tendrá como objetivo informar sobre las limitaciones y/o prohibiciones en cuanto a las prácticas ambientales que podrán realizarse en el área del Proyecto. De igual manera la Promovente llevará a cabo pláticas dirigidas a los trabajadores para difundir las obligaciones ambientales contraídas por la Promovente, para el desarrollo del Proyecto, así como para fomentar y fortalecer el cuidado de la flora y fauna del lugar y buenas prácticas ambientales (ver Capítulo 7).

a. Trazo, delimitación y marcaje

Una vez que se cuente con los permisos y licencias emitidas por las diferentes instancias (Federal, Estatal y Municipal), se procederá a realizar las acciones de cambio de uso del suelo, lo que incluye en primer término la delimitación física de la poligonal del Proyecto, mediante lo cual se evitará realizar afectaciones a las propiedades de terceros y que se ubican aledañas al polígono del proyecto. Además, se delimitarán las áreas que habrán de ser destinadas a su aprovechamiento y para la edificación de los elementos del Proyecto. Así como aquellas destinadas como zonas de conservación.

Para el desarrollo de estas actividades habrá de participar una brigada de topógrafos conformada cuando menos por 3 personas quienes se encargarán de realizar el trazo y balizado preciso de ubicación de los diferentes componentes del Proyecto. Para ello se utilizarán bancos de nivel y se trazarán los principales ejes verificados con un levantamiento topográfico del terreno y que se cumpla con lo proyectado.

Las actividades correspondientes al trazo y balizado se realizarán con equipo de posicionamiento satelital para determinar las poligonales de las áreas de aprovechamiento, mismas que serán delimitada a través de una serie de brechas de 1 m de ancho, mismas que serán realizadas por medio de herramientas manuales y utilizando hachas y machetes.

Las brechas serán balizadas con postearía de madera de 1.5 m de altura previamente identificada para determinar el área y trompos de 40 cm de largo que quedarán enterrados en un 90% de su longitud y que son colocados en cada vértice del trazo realizado.

De manera adicional, se podrán colocar cintas plásticas que delimitarán las áreas que serán verdes e incorporadas al diseño del Proyecto como áreas de conservación y las áreas que serán desmontadas para la construcción de la infraestructura.

b. Prospección del área, para el rescate de flora y de fauna silvestre

De manera previa al desmonte del terreno, en las áreas delimitadas y consideradas para aprovechamiento, se llevarán a cabo actividades de prospección para el rescate de flora y fauna con el objetivo de reubicar a los ejemplares que sean susceptibles y mitigar sus impactos por la implementación del Proyecto.

Para las especies vegetales se implementará una campaña coordinada por un especialista en identificación y manejo de vegetación y una brigada de personal de apoyo; con la finalidad de identificar y marcar con cinta plástica aquellos ejemplares susceptibles de ser rescatados, se prestará especial atención a los ejemplares que se encuentren incluidos en la NOM-059-SEMARNAT-2010. Una vez identificados los ejemplares, se implementará la técnica de rescate más apropiada, considerando la especie y su talla. Los ejemplares rescatados serán transportados a su sitio definitivo de trasplante o al vivero provisional para su mantenimiento. Este vivero será ubicado temporalmente dentro de alguna de las áreas de aprovechamiento del Proyecto. Cabe destacar que, se identificará y registrará cada organismo rescatado en formatos especiales diseñados por la supervisión ambiental del Proyecto.

Es importante mencionar que para este Proyecto en particular se ha propuesto el rescate de las especies de flora que se presentan en la Tabla 2. 13 y Tabla 2. 14.

Tabla 2. 13. Especies consideradas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y número de individuos propuestos para su rescate.

Nombre común	Nombre científico	Forma de colecta			Número de individuos por hectárea	Propuesta total 7.98 ha
		Semilla	Planta /ha	Vareta /ha		
Palma chit	<i>Thrinax radiata</i>	X	X		5	40
Palma nakas	<i>Coccothrinax readii</i>	X	X		5	40
Total					10	80

Tabla 2. 14. Especies silvestres nativas y número de individuos, propuestos para su rescate.

Nombre común	Nombre científico	Forma de colecta			Número de individuos por hectárea	Propuesta total 7.98 ha
		Semilla	Estaca	Planta		
Chacá	<i>Bursera simaruba</i>		X	X	20	160
Cocoite blanco	<i>Gliricidia sepium</i>			X	5	40
Pata de vaca	<i>Bauhinia divaricata</i>			X	5	40
Pamolche	<i>Jatropha gaumeri</i>			X	5	40
Tulipan	<i>Malvabiscus arboreus</i>			X	10	80
Flor de mayo	<i>Plumeria rubra</i>			X	5	40
Chilar	<i>Rivina humilis</i>			X	5	40
Dzidzilche	<i>Gymnopodium floribundum</i>			X	5	40
Xnantus	<i>Ichnanthus lanceolatus</i>			X	5	40
Total					65	520

De manera paralela a las actividades de rescate de vegetación y durante todo el periodo en el que se realicen las actividades de preparación y construcción del Proyecto, un especialista en manejo de fauna recorrerá las áreas de desmonte con la finalidad de rescatar a individuos de lento movimiento o vulnerables, incluyendo nidos de aves. Las técnicas empleadas para la captura y transporte de estos ejemplares serán las adecuadas según el grupo al que pertenezca la especie (anfibios, reptiles o mamíferos). Los individuos rescatados se registrarán en una bitácora y se incorporarán en una base de datos específicamente diseñada para tal fin por la supervisión ambiental, posteriormente serán trasladados a áreas de conservación que mantengan su cobertura vegetal original al interior del Proyecto.

Así mismo, se implementarán técnicas para ahuyentar a la fauna antes de comenzar las labores de desmonte y despalme. Durante los recorridos se generará ruido con el apoyo de silbatos y sirenas de gas comprimido a base de tetraflouretano que no afecta a la capa de ozono y que produce ruido de 120 decibelios, suficiente para ahuyentar a la fauna existente en el sitio.

c. Desmonte y despalme

Una vez concluidas las actividades de rescate de flora y fauna, se podrá dar inicio con las actividades de desmonte de las áreas de aprovechamiento, para ello se requerirá de maquinaria pesada como tractores tipo buldócer, retroexcavadoras o bobcats. Generalmente la mayoría del material excavado durante el despalme no tiene valor en términos constructivos, por lo que se puede utilizar para rellenar áreas destinadas a jardines que requieran nivelación. El material que no sea aprovechable se extraerá de la obra y se enviará al tiradero oficial autorizado. Esta actividad se ejecutará conforme el avance de obra, de modo que se evite la exposición prolongada de la superficie.

Posteriormente se llevará a cabo el retiro de tierra vegetal (despalme) el que consistirá en cortar la capa de tierra vegetal hasta llegar al estrato rocoso. El material resultante, será acumulado en el sitio de despalme para cribarlo y aprovechar la tierra vegetal que se almacenará en las áreas verdes destinadas para jardines. La piedra sobrante se triturará para aprovecharse en la construcción de plataformas.

Finalmente se procederá a realizar la limpieza del terreno en donde la tierra vegetal y restos de vegetación serán triturados mecánicamente y dispuestos temporalmente en un vivero, en donde recibirán el tratamiento correspondiente para su posterior uso en el mejoramiento de las diferentes áreas verdes del Proyecto.

Una vez limpio el terreno y removidos los restos de escombros, tocones, rocas y similares, una cuadrilla de topógrafos delimitará el área de trabajo y se realizan las actividades de relleno y nivelación necesarias para dar forma a las plataformas donde se construirán los edificios, así mismo se procederá a la ubicación de las instalaciones de apoyo u obras provisionales, como almacenes y bodegas, se llevará a cabo el estudio de mecánica de suelos y se dará inicio al proceso constructivo de la infraestructura permanente.

d. Instalación de obras provisionales

Se procederá a la construcción de obras provisionales y complementarias, tales como:

Bodegas de residuos peligrosos: Estructura de concreto con techo de vigueta y bovedilla, sobre base de cemento firme con canaletas, muros de contención de derrames y señalamientos.

Comedor para empleados: Área a cubierto con estructura metálica y piso de concreto simple.

Bodega de campo: Estructura provisional de mampostería y cubierta metálica, para alojar herramientas y material para la construcción.

Instalación de oficinas de campo: Superficie que dará servicio al equipo técnico y administrativo de la obra.

Instalación de subestación eléctrica: obra provisional de energía al pie del lote para el suministro de energía al interior de la construcción.

Instalación de torre grúa: Maquinaria destinada a la carga y descarga de diferentes materiales, asegurada al suelo dentro de la estructura vertical (torre).

Elevadores para el personal: A base de una estructura vertical metálica provista de energía eléctrica para la operación.

También se realizará la delimitación de las áreas de construcción con las señalética y equipamiento correspondiente.

El consumo de agua potable por persona al día dentro de las instalaciones provisionales se abastecerá por medio de pipas y se ha considerado un requerimiento de 20 l/día por persona, teniendo así lo siguiente: $20 \text{ l/día persona} \times 400 \text{ personas} = 8,000 \text{ l/día}$.

El agua residual se captará en un biodigestor.

Estas obras provisionales serán ubicadas dentro de las áreas designadas como de aprovechamiento para el Proyecto (Figura 2. 27 y Figura 2. 28).

Figura 2. 27. Ubicación de las obras provisionales en el Lote 13.

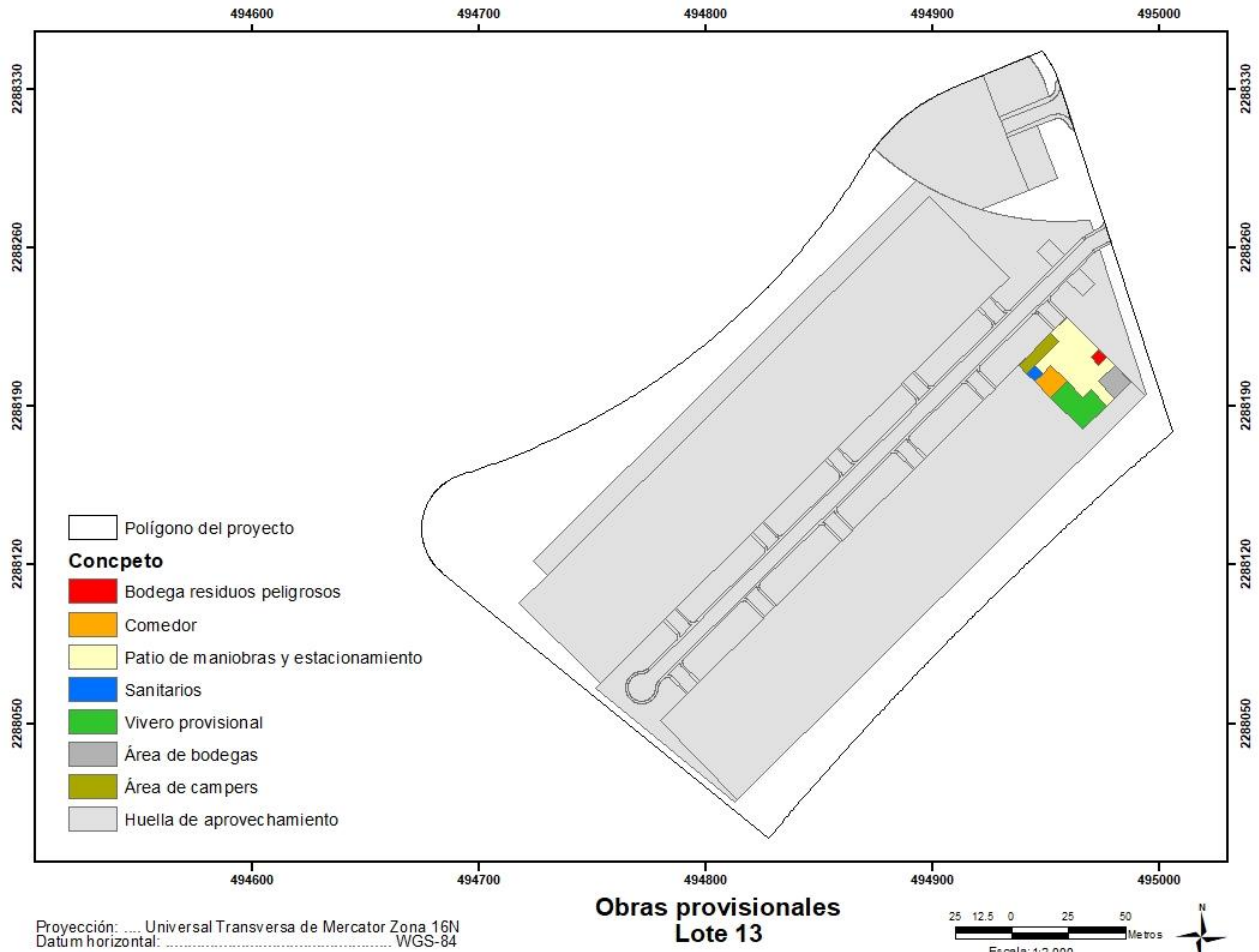


Tabla 2. 15. Superficies de las obras provisionales en el Lote 13.

Concepto	Superficie m ²
Patio de maniobras y estacionamiento	600
Bodega residuos peligrosos	25
Área de campers	100
Sanitarios	25
Comedor	100
Vivero provisional	250
Área de bodegas	100
Total	1200

Figura 2. 28. Ubicación de las obras provisionales en el Lote 32.

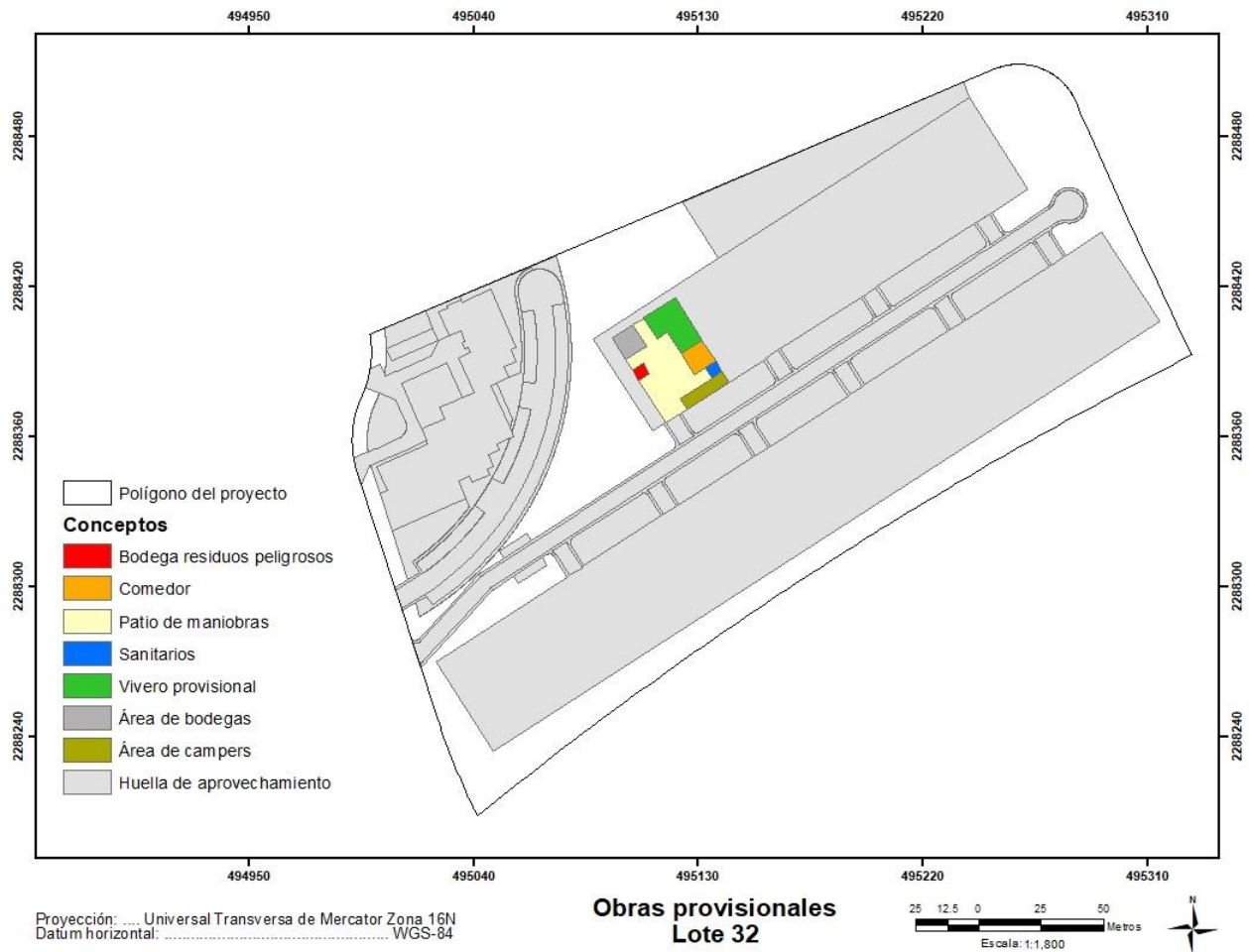


Tabla 2. 16. Superficies de las obras provisionales en el Lote 32.

Concepto	Superficie m ²
Área de campers	100
Comedor	100
Vivero provisional	250
Patio de maniobras	600
Área de bodegas	100
Bodega residuos peligrosos	25
Sanitarios	25
Total	1200

2.6.2. Estimación del Volumen por Especie de Materias Primas Forestales Derivadas del Cambio de Uso de Suelo

2.6.2.1. Principios Metodológicos para Obtener Valores Dasométricos

Formulas empleadas para la obtención del área basal y volumen total árbol, indicando el coeficiente mórfico y factor empleado, presentando sustento bibliográfico.

Dentro de la metodología aplicada para el cálculo de los volúmenes correspondientes se ha empleado el programa selva, que fue diseñado por el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) Regional Sureste para procesamiento de datos de Inventarios Forestales de la península de Yucatán con una **confiabilidad del 95%**.

El programa selva versión 2001 además de los archivos para manejar el programa, contiene fórmulas de regresión que requiere cada especie para obtener sus parámetros dasométricos, cuenta también con los archivos abiertos que contiene las claves para las especies tipo de suelo y forma de los árboles, en estos archivos se define también el número de fórmulas que corresponde a cada especie lo que puede ser modificado de acuerdo a la necesidad del usuario.

Las fórmulas de regresión empleadas para los cálculos son las definidas por el inventario nacional para las especies y grupos de especies propias de los estados de Campeche, Yucatán y Quintana Roo.

Por otra parte, a fin de dar cumplimiento se presenta las fórmulas solicitadas.

Área basal

De acuerdo a la Fracción IV del Artículo 2 del Reglamento de la Ley general de Desarrollo Forestal Sustentable, el área basal, es la suma de las secciones transversales de los árboles en una superficie determinada, medida a partir del diámetro del tronco a una altura de 1.30 metros sobre el suelo, expresada en metros cuadrados por hectárea.

De acuerdo al Manual Técnico Forestal, Información Básica, Métodos y Procedimientos (Acuerdo México-Alemania, 1999, página 42), el área basal (AB) es la superficie que ocupa un árbol en una altura de 1.30 metros. La suma de las áreas basales de todos los individuos en una hectárea (área basal por hectárea) es un índice de densidad del bosque.

$$r = \text{radio}; d_{ap} = \text{diámetro a altura de pecho (1.30 m);}$$

$$A.B. = r^2 \times \pi = \frac{d_{ap}^2}{4} \times 3.1416 = d_{ap}^2 \times 0.7854$$

Volumen total árbol indicando el coeficiente mórfico y factor empleado,

De acuerdo al numeral 3.18 de la NOM-152.SEMARNAT-2006, el volumen total árbol (VTA) se refiere al volumen de madera y corteza del árbol, incluyendo fuste, puntas y ramas.

Por otra parte, para calcular las existencias volumétricas obtenidas en el muestreo de campo, se utilizó el programa de cómputo selva 2001⁴, diseñado para selvas tropicales de la península de Yucatán, por personal técnico del INIFAP y que procesa los parámetros silvícolas de diámetro normal y alturas totales y de fuste limpio, procesándolos mediante fórmulas de regresión para las principales especies.

Cada uno de los grupos de ecuaciones cubre a determinadas especies, las que se consideraron en función de sus características tecnológicas y de crecimiento; estas ecuaciones y agrupamientos de especies fueron realizadas por los profesionales forestales que realizaron los inventarios forestales en los estados del sur del país.

Tabla 2. 17. Ecuaciones de regresión para los grupos tecnológicos. Fuente: Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (SARH), Campeche, 1985⁵; Tabasco, 1985⁶; Yucatán, 1985⁷.

Grupo	Modelo Matemático $VT = (C_0 + C_1 \text{ Log } (D) + C_2 \text{ Log } (HT))$
I	$C_0 = -9.64583328; C_1 = 1.79389367; C_2 = 1.03915044$
II	$C_0 = -10.6001321; C_1 = 1.98160359; C_2 = 1.03695598$
III	$C_0 = -9.53415154; C_1 = 1.85980581; C_2 = 0.96989346$
IV	$C_0 = -9.84923104; C_1 = 1.91175328; C_2 = 1.04455238$
V	$C_0 = -9.988284891; C_1 = 1.92178549; C_2 = 1.04714889$
VI	$C_0 = -10.09141259; C_1 = 1.93246219; C_2 = 1.06194865$
VII	$C_0 = -9.98357915; C_1 = 1.95005045; C_2 = 1.05153755$
VIII	$C_0 = -8.81312542; C_1 = 1.56449274; C_2 = 1.08361129$
IX	$C_0 = -9.60981068; C_1 = 1.82854720; C_2 = 1.01082458$
X	$C_0 = -9.56438150; C_1 = 1.82330413; C_2 = 1.01741981$
XI	$C_0 = -9.52774573; C_1 = 1.76329569; C_2 = 1.0816879$
XII	$C_0 = -9.83322527; C_1 = 1.92412457; C_2 = 1.00970142$
XIII	$C_0 = -9.41737421; C_1 = 1.76385327; C_2 = 1.04067809$
Ceiba	$C_0 = -10.22563374; C_1 = 1.92362277; C_2 = 1.14061993$
Balché	$C_0 = -9.82447804; C_1 = 1.93162616; C_2 = 1.01919725$
Bojón	$C_0 = -9.20446857; C_1 = 1.70136976; C_2 = 1.07521396$
Calophyllum	$C_0 = -9.080750322; C_1 = 1.87831474; C_2 = 1.07425292$
Dialium	$C_0 = -9.98279857; C_1 = 1.97250941; C_2 = 1.03206162$

Donde: Vol = $\text{Exp}((C_0 + C_1 \text{ Log } (D) + C_2 \text{ Log } (HT)))$; Vol = volumen; VT = volumen total; C_0 , C_1 , y C_2 son los coeficientes de regresión; D = diámetro normal; HT = altura total y Log = Logaritmo natural.

Mediante el programa de cómputo, se obtuvo el cálculo de las existencias reales por especie a nivel de árbol individual y se calcularon en función a la superficie muestreada los valores por hectárea. El programa calcula también la varianza y el error estándar de las observaciones levantadas con una confiabilidad del 95%.

En México, el Inventario Nacional Forestal obtuvo las ecuaciones de regresión para algunas especies, con las que es posible obtener el volumen total árbol para individuos de algunas especies, estas ecuaciones de regresión se utilizaron para estimar los volúmenes de las especies que se muestran en la Tabla 2. 18, mediante el programa selva, utilizado en Campeche y Quintana Roo (Patiño et al, 2001).

⁴ Patiño, V. F., Torres, L. J.L., Piña, Ch, F., Gómez, D. A. y Escalante, R. P. J., 2001. Selva 2001, Programa de cómputo, para procesar la información de inventarios forestales de especies tropicales.

⁵ SARH, 1985. Inventario Forestal del Estado de Campeche, SARH. Publicación Especial No.56, México, D.F. 91 pp.

⁶ SARH, 1985. Inventario Forestal del Estado de Tabasco, SARH. Publicación Especial No.54, México, D.F. 86 pp.

⁷ SARH, 1985. Inventario Forestal del Estado de Yucatán, SARH. Publicación Especial No.55, México, D.F. 95 pp.

Tabla 2. 18. Ecuaciones de regresión para algunas de las especies de los grupos tecnológicos.

Especie	Ecuación
Cedro (<i>Cedrela odorata</i>)	VT = EXP (-9.64583328 + 1.79389367 log (D) + 1.03915044 log (HT)) (R2 = 0.98403294)
Caoba (<i>Swietenia macrophylla</i>)	VT = EXP (-10.06001321 + 1.98160359 log (D) + 1.03695598 log (HT)) R2 =
Ramón (<i>Brosimum alicastrum</i>)	VT = EXP (-9.53415154 + 1.85980581 Log (D) + 0.96989346 Log (HT)) R2 =
Chicozapote (<i>Manilkara zapota</i>)	VT = EXP (-9.84923104 + 1.91175328 Log (D) + 1.04555238 Log (HT)) R2 =
Chaca (<i>Bursera simaruba</i>)	VT = EXP (-9.88284891 + 1.92178549 Log (D) + 1.04714889 Log (HT)) R2 =
Jobo (<i>Spondioas mombin</i>)	VT = EXP (-10.09141259 + 1.93246219 Log (D) + 1.06194865 Log (HT)) R2 =
Tamay, Trementino (<i>Zuelania guidonia</i>)	VT = EXP (-9.98357915 + 1.9500045 Log (D) + 1.05153755 Log (HT)) R2 =
Chechem negro (<i>Metopium brownie</i>)	VT = EXP (-8.81312542 + 1.56449274 Log (D) + 1.08361129 Log (HT)) R2 =
Kinsah, Uinic (<i>Hipomane mancinella</i>)	VT = EXP (-9.60981068 + 1.82854720 Log (D) + 1.01082458 Log (HT)) R2 =
Tzalam (<i>Lysiloma latisiliquum</i>)	VT = EXP (-9.56438150 + 1.82330416 Log (D) + 1.01741981 Log (HT)) R2 =
Amapola (<i>Pseudobombax ellipticum</i>)	VT = EXP (-9.52774573 + 1.76329569 Log (D) + 1.08168791 Log (HT)) R2 =
Kanchunup (<i>Thouinia paucidentata</i>)	VT = EXP (-9.83322527 + 1.92412457 Log (D) + 1.00970142 Log (HT)) R2 =
Papelillo (<i>Alseis yucatanensis</i>)	VT = EXP (-9.41737421 + 1.76385327 Log (D) + 1.04057089 Log (HT)) R2 =
Ceiba (<i>Ceiba pentandra</i>)	VT = EXP (-10.22563374 + 1.92362277 Log (D) + 1.14061993 Log (HT)) R2 =
Balche (<i>Lonchocarpus castilloi</i>)	VT = EXP (-9.82447804 + 1.931626 Log (D) + 1.01313725 Log (HT)) R2 =
Bojón (<i>Cordia alliodora</i>)	VT = EXP (-9.20446857 + 1070136976 Log (D) + 1.07521396 Log (HT)) R2 =

Donde: Vol = Exp ((C₀ + C₁ Log (D) + C₂ Log (HT)); Vol = volumen; VT = volumen total; C₀, C₁, y C₂ son los coeficientes de regresión; D = diámetro normal; HT = altura total y Log = Logaritmo natural.

2.6.2.2. Metodología para el Cálculo de Volúmenes Maderables

La metodología utilizada para la estimación de volúmenes que resultarán del cambio de uso de suelo por el derribo de la vegetación en una superficie total de 7.98 ha para la ejecución del Proyecto, se realizó mediante el muestreo sistemático, siguiendo 2 las brechas establecidas, con el levantamiento de información en 12 sitios circulares concéntricos de 500 m² cada uno, sobre la vegetación existente.

Para el muestreo se tomó como base la metodología aplicada por Reuter, M., C. Schulz y C. Marrufo en el Manual Técnico Forestal, Información Básica, Métodos y Procedimientos (Acuerdo México – Alemania, 1999), basado en sitios circulares (parcelas de 500 m²). Esta integración de sitios se realizó en forma sistemática y consecutiva, con la finalidad de tener información de los diferentes tipos de vegetación existentes, su situación actual, así como su georreferenciación. Esta información se proporciona en las fichas de datos de campo procesadas que se presentan como el Anexo 4.3 de este DTU-BR.

Durante el levantamiento de datos en los sitios seleccionados se obtuvo información fisonómica, estructural, botánica, diámetros a la altura del pecho (DAP), que posteriormente fueron utilizados para el cálculo del volumen a derribarse.

Para la obtención de los resultados se realizaron las siguientes actividades:

Visita al área de estudio

Esta se realizó usando los accesos al Proyecto, utilizando los planos topográficos correspondientes al trazo y medidas, así como documentación legal e información necesaria para la realización de las actividades de campo y gabinete.

Ubicación de accesos y rodalización del área

Con el apoyo de la cartografía topográfica escala 1:50,00 y el plano topográfico correspondiente se ubicaron y marcaron los accesos al Proyecto. La rodalización y caracterización en general se realizó de forma directa con el apoyo de la cartografía, disponible, (imagen satelital de Google Earth) además de los recorridos de verificación y toma de datos de campo.

Intensidad de muestreo

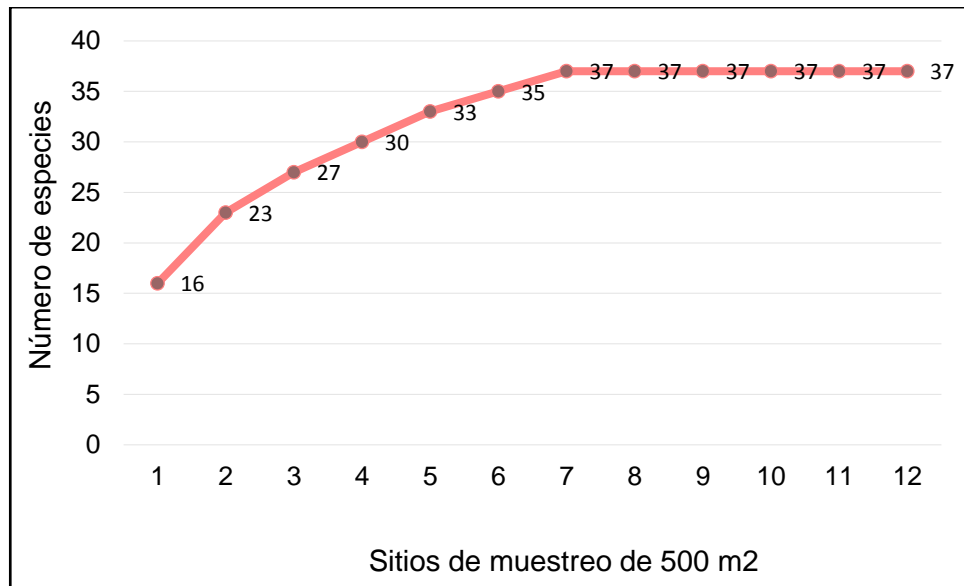
Como fue mencionado en el Capítulo 1 de este DTU-BR, el conjunto de predios que conforman el Proyecto (Lote 003 y Lote 008) cuentan con una superficie conjunta de 11.94 ha, de las cuales se afectará 7.98 ha de selva mediana subperennifolia / vegetación secundaria arbórea, por lo que, considerando la ubicación del Proyecto, acceso al mismo y la superficie a afectar, la intensidad de muestreo se estimó en lo siguiente:

Se levantaron datos en una superficie de 6,000 m² (0.6 ha) que representa una intensidad de muestreo del 7.51% con relación a la superficie total que se afectará (7.98 ha) del Proyecto y del 5.02% con respecto a la superficie total del lote (11.94 ha).

Significancia del muestreo

Ante la carencia de estudios específicos realizados en la zona que señalen el tamaño del área de muestreo que habrá de permitir el mejor entendimiento de la estructura de la selva mediana subperennifolia con vegetación secundaria arbórea, se realizó el análisis del área mínima necesaria. De esta manera, en la siguiente Figura 2. 29, se muestra la relación obtenida, en donde se representa la superficie muestreada en total de 12 sitios circulares de 500 m² cada uno, con relación al número de especies arbóreas encontradas, observándose el patrón típico en donde se alcanza un máximo de acumulación de especies y al alcanzar la asíntota la curva se mantiene más o menos constante, lo cual indica que se ha encontrado el mayor número de especies que ahí se distribuyen (Anexo 4.2).

Figura 2. 29. Curva de especies área para la vegetación de selva mediana subperennifolia / vegetación secundaria arbórea. Fuente: Elaboración propia.



De acuerdo con lo anterior, es evidente que para el estrato arbóreo de la selva mediana subperennifolia con vegetación secundaria arbórea que se distribuye en el Proyecto, se requiere una superficie mínima de muestreo del orden de los 3,500 m² (7 sitios). De acuerdo con los datos anteriores, se considera que los resultados obtenidos a través del presente estudio son válidos y representativos, ya que se ha alcanzado una superficie de muestreo de 6,000 m² (12 sitios).

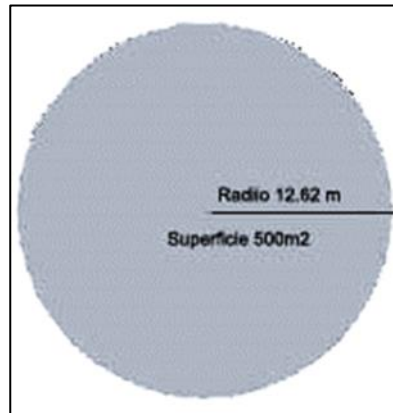
Tamaño del sitio y levantamiento de datos

La toma de datos de campo se realizó del 01 al 03 de diciembre de 2021 periodo correspondiente a la época de lluvias asociada a los frentes fríos de la región y en donde la vegetación en general presenta follaje abundante por lo que no es difícil de identificar las especies. De acuerdo a las características de la asociación vegetal presente en el Proyecto, se levantaron 12 sitios circulares de 500 m² cada uno distribuidos en 2 líneas de muestreo. Esto dividido de la siguiente manera:

Los sitios circulares tienen un radio de 12.62 m, por lo que en total el tamaño de cada sitio muestreado para la selva en general fue de 500 m², en estos se levantó información de cada una de las especies presentes a partir de 5 cm. de diámetro y en sentido del orden en que giran las manecillas del reloj, para ello se ubicó al centro del sitio una baliza con una cinta de color en donde se indica el número correlativo del sitio

En cuanto a los parámetros que se utilizaron en el levantamiento de los datos del arbolado en cada sitio se mencionan lo siguiente: número de sitio, número de árbol, especie, diámetro, altura, sanidad y forma.

Figura 2. 30. Tamaño de cada sitio de muestreo, para el levantamiento de datos.



Georreferenciación de las líneas y sitios de muestreo

Para cada línea y sitio en particular se establecieron sus coordenadas geográficas por medio de un GPS GARMIN V.5, con marco de referencia cartográfico WGS 84 (equivalente a ITRF92 oficial para México) y la zona 16-Q.

El GPS, sistema de posicionamiento global asistido por satélites civiles permite la ubicación precisa de puntos en el planeta.

Tabla 2. 19. Coordenadas UTM de cada uno de los sitios de muestreo.

Faja	Sitio	Coordenadas UTM	
		X	Y
1	1	494928	2288257
	2	494884	2288237
	3	494853	2288195
	4	494806	2288161
	5	494759	2288145
	6	494714	2288118
2	1	495043	2288313
	2	495085	2288321
	3	495128	2288329
	4	495166	2288340
	5	495212	2288347
	6	495257	2288351

Figura 2. 31. Distribución de los sitios de muestreo de flora dentro del Proyecto.

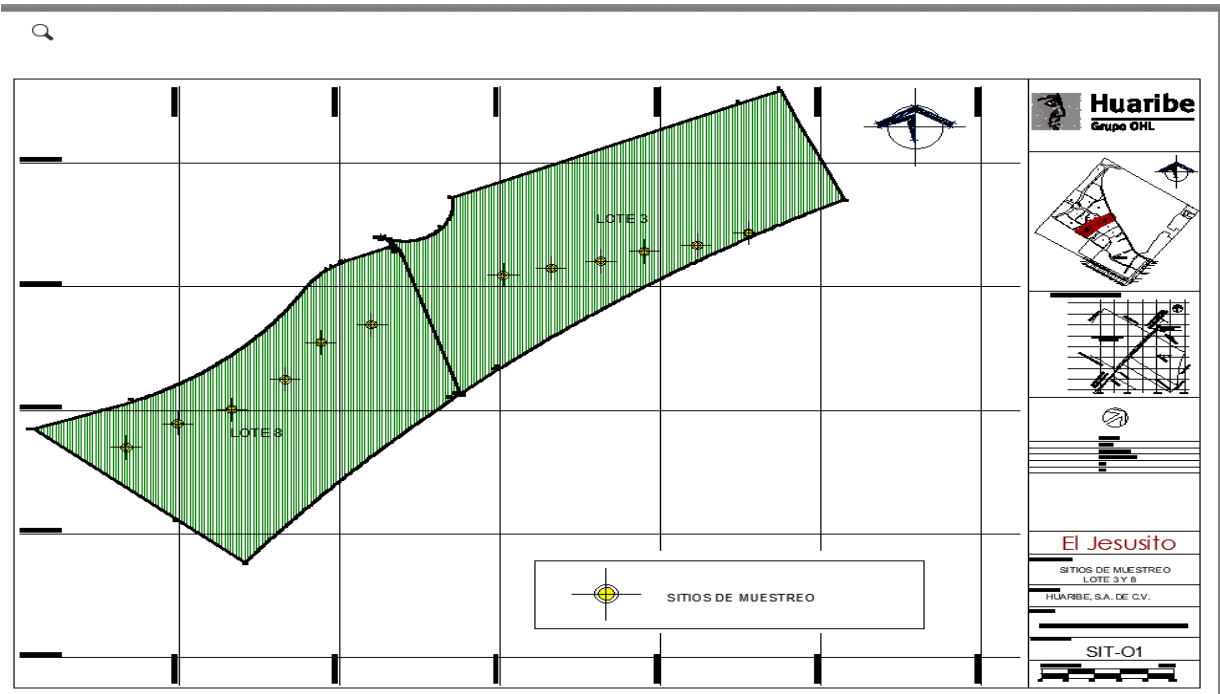
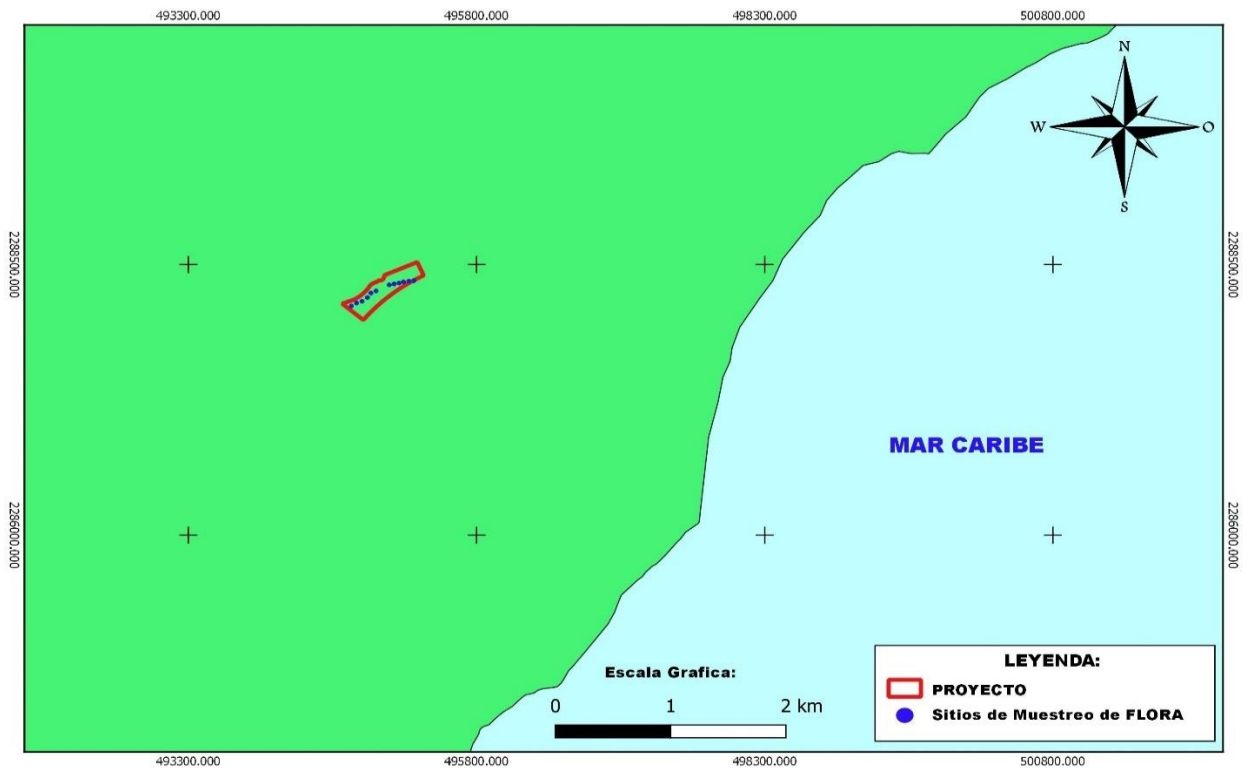


Figura 2. 32. Distribución de los sitios de muestreo de flora dentro del Proyecto.



Procesamiento de datos

El procesamiento de la información se realizó a través del programa selva versión 2001 editado por el INIFAP, este programa fue diseñado para procesar información dasométrica de inventarios forestales, el cual emplea fórmulas de regresión para los cálculos de los DAP las cuales son las definidas por el Inventario Nacional Forestal para las especies y grupos de especies propias de los estados de Campeche, Yucatán y Quintana Roo.

Los volúmenes promedios, de área basal y volumen total son obtenidos a través del cálculo del programa estadístico Excel versión 2010, además de que estos resultados se presentan por medio de tablas, los cuales se generaron a partir de un conjunto de opciones de variables relacionadas con el número de árboles, área basal, especies, volumen total entre otros.

2.6.2.3. Justificación de la Representatividad del Muestreo

De acuerdo con lo especificado en la Norma Oficial Mexicana NOM-SEMARNAT-152-SEMARNAT-2006, la cual indica que el inventario realizado deberá tener una confiabilidad mínima del 95% y un error de muestreo máximo del 10% a nivel predial, se tienen varios parámetros estadísticos que nos pueden indicar si un muestreo es suficiente para representar a la población bajo estudio.

Para este caso, se considera el tamaño de muestra (n), que indica el número de sitios necesarios y el error de muestreo (e%), que se refiere al porcentaje de error ocurrido durante dicho muestreo.

Para el cálculo del **error de muestreo** (E) se utilizó la siguiente fórmula:

$$E\% = \frac{t^2 CV}{\sqrt{n}}$$

Donde:

t = T de Student.

CV = Coeficiente de variación.

n = Muestra realizadas.

E% = Error del muestreo (%).

Aplicando la fórmula anterior al muestreo del Proyecto, se obtuvo el siguiente resultado:

$$e = \frac{1.7823^2 * 13.65}{\sqrt{12}} = 7\%$$

Por lo que, podemos inferir que de acuerdo a los datos obtenidos se tiene un error máximo del 7%, siendo mucho menor a lo requerido en la normatividad vigente, cumpliendo de esta manera, con la misma.

Con respecto al **tamaño de muestra**, se utilizó la siguiente fórmula:

$$n = \frac{t^2 s^2}{E^2}$$

Donde:

n = Tamaño óptimo de muestra.

$t^2_{(n-1)(\alpha/2)}$ = Valor elevado a cuadrado de t de Student.

s^2 = Varianza de la muestra.

E = Máximo error de muestreo permisible (10%).

Aplicando la formula anterior al muestreo del Proyecto, se obtuvieron los siguientes resultados:

Promedio	Varianza	Desviacion estandar	t de Student	Muestra	Error permitido	Tamaño de muestra
16.2	4.87	2.20	1.7823	12	7	12

$$n = \frac{1.7823^2 * 13.64^2}{7^2} = 12 \text{ sitios}$$

Como podemos observar, aplicando una confiabilidad del 95% y un error permisible del 7%, de acuerdo a la variación del diámetro promedio de los sitios muestreados, y de acuerdo a la fórmula utilizada, se considera suficiente levantar 12 sitios, para el caso del presente estudio, se realizó la misma cantidad requerida (12 sitios), con lo cual, se da cumplimiento a los lineamientos especificados en la NOM-152-SEMARNAT-2006 (Anexo 4.2).

2.6.2.4. Resultados

Con base en el análisis de los datos recabados en los sitios de muestreo, fue posible obtener la estimación del número de individuos por especie, área basal (m^2) y volumen total por hectárea (m^3vta), para la superficie de cambio de uso de suelo y por hectárea, del arbolado a partir de 5 cm (estrato arbustivo) (Tabla 2. 21) y 10 cm de diámetro (estrato arbóreo) (Tabla 2. 20) (Anexo 4.2).

Tabla 2. 20. Volúmenes a derribar para la selva mediana subperennifolia / vegetación secundaria arbórea. Estrato arbóreo: Arbolado mayor de 10 cm.

Nombre común	Nombre científico	Datos de inventario (6,000 m^2)			Promedio / ha		
		Número de individuos	AB m^2	M3r VTA	Número de individuos	AB m^2	M3r VTA
Alamo	<i>Ficus cotinifolia</i>	26	0.57	2.62	43	0.95	4.36
Boichic	<i>Coccoloba spicata</i>	13	0.17	0.80	22	0.28	1.34
Bojon	<i>Cordia gerascantus</i>	11	0.17	0.93	18	0.28	1.54
Bolchiche	<i>Coccoloba diversifolia</i>	3	0.03	0.15	5	0.05	0.25
Canchunup	<i>Thouinia paucidentata</i>	17	0.21	1.02	28	0.35	1.70
Chaca	<i>Bursera simaruba</i>	54	1.41	6.31	90	2.35	10.51
Chacni	<i>Calyptrothos pallens</i>	1	0.04	0.11	2	0.07	0.18
Chacte-viga	<i>Caesalpinia violacea</i>	2	0.03	0.17	3	0.06	0.28
Chechen negro	<i>Metopium brownei</i>	29	0.79	4.29	48	1.32	7.15
Chicozapote	<i>Manilkara zapota</i>	2	0.23	0.75	3	0.39	1.25
Ciricote	<i>Cordia dodecandra</i>	2	0.03	0.13	3	0.04	0.22
Cocoite blanco	<i>Gliricidia sepium</i>	16	0.27	1.23	27	0.46	2.06
Dzidzilche	<i>Gymnopodium floribundum</i>	2	0.02	0.08	3	0.04	0.14
Flor de mayo	<i>Plumeria rubra</i>	1	0.01	0.03	2	0.02	0.05
Granadillo	<i>Platimisia yucatanum</i>	1	0.03	0.14	2	0.05	0.23
Guaya	<i>Melicoccus oliviformis</i>	3	0.03	0.12	5	0.05	0.20
Guayacte	<i>Malpighia lundellii</i>	7	0.07	0.30	12	0.12	0.50
Higo	<i>Ficus obtusifolia</i>	2	0.07	0.38	3	0.12	0.63

Nombre común	Nombre científico	Datos de inventario (6,000 m ²)			Promedio / ha		
		Número de individuos	AB m ²	M3r VTA	Número de individuos	AB m ²	M3r VTA
Higuillo	<i>Ficus padifolia</i>	1	0.01	0.02	2	0.01	0.04
Jabin	<i>Piscidia piscipula</i>	12	0.38	1.83	20	0.64	3.05
Kanazin	<i>Lonchocarpus rugosus</i>	10	0.14	0.66	17	0.23	1.09
Kaniste	<i>Pouteria campechiana</i>	1	0.02	0.03	2	0.03	0.04
Kitanche	<i>Caesalpinia gaumeri</i>	11	0.12	0.58	18	0.20	0.97
Palo sol	<i>Blomia cupanioides</i>	3	0.03	0.17	5	0.06	0.28
Sac-chaca	<i>Dendropanax arboreus</i>	1	0.01	0.07	2	0.02	0.12
Shuul blanco	<i>Lonchocarpus xuul</i>	44	0.53	2.85	73	0.89	4.75
Silil	<i>Diospyros cuneata</i>	6	0.05	0.25	10	0.09	0.42
Sipche	<i>Bunchosia swartziana</i>	1	0.01	0.04	2	0.01	0.07
Subinche	<i>Acacia dolichostachya</i>	5	0.08	0.35	8	0.13	0.58
Tadzi	<i>Neea psychotrioides</i>	20	0.23	1.13	33	0.38	1.88
Tamay	<i>Zuelania guidonia</i>	1	0.01	0.08	2	0.02	0.13
Tzalam	<i>Lysiloma latisiliquum</i>	44	2.04	8.91	73	3.39	14.85
Uvasche	<i>Ottoschulzia pallida</i>	1	0.01	0.04	2	0.02	0.07
Ya'axnik	<i>Vitex gaumeri</i>	15	0.27	1.22	25	0.45	2.04
Yaiti	<i>Gymnantes lucida</i>	2	0.02	0.08	3	0.03	0.13
Zapote faisán	<i>Dipholis salicifolia</i>	1	0.01	0.04	2	0.01	0.07
Total		371	8.17	37.91	618	13.61	63.18

Tabla 2. 21. Volúmenes a derribar para la selva mediana subperennifolia / vegetación secundaria arbórea.
Estrato arbustivo: Arbolado menor de 10 cm.

Nombre común	Nombre científico	Datos de inventario (336 m ²)			Promedio / ha		
		Número de individuos	AB m ²	M3r VTA	Número de individuos	AB m ²	M3r VTA
Bolchiche	<i>Coccoloba diversifolia</i>	3	0.009	0.035	89	0.26	1.05
Canchunup	<i>Thouinia paucidentata</i>	2	0.008	0.031	60	0.23	0.93
Chaca	<i>Bursera simaruba</i>	1	0.006	0.007	30	0.19	0.21
Chacni	<i>Calyptanthus pallens</i>	7	0.021	0.076	208	0.63	2.26
Chicozapote	<i>Manilkara zapota</i>	1	0.002	0.004	30	0.06	0.12
Cocoite blanco	<i>Gliricidia sepium</i>	2	0.009	0.029	60	0.27	0.87
Dzidzilche	<i>Gymnopodium floribundum</i>	2	0.010	0.042	60	0.30	1.24
Eculub	<i>Drypetes lateriflora</i>	1	0.006	0.017	30	0.19	0.49
Guayacte	<i>Malpighia lundellii</i>	2	0.006	0.018	60	0.17	0.55
Kitanche	<i>Caesalpinia gaumeri</i>	1	0.002	0.007	30	0.06	0.20
Pata de vaca	<i>Bauhinia divaricata</i>	1	0.002	0.007	30	0.06	0.22
Pamolche	<i>Jatropha gaumeri</i>	1	0.004	0.013	30	0.11	0.40
Shuul blanco	<i>Lonchocarpus xuul</i>	7	0.022	0.089	208	0.65	2.66
Silil	<i>Diospyros cuneata</i>	16	0.058	0.281	476	1.73	8.35
Sipche	<i>Bunchosia swartziana</i>	13	0.041	0.177	387	1.23	5.26
Subinche	<i>Acacia dolichostachya</i>	1	0.005	0.032	30	0.15	0.96
Tadzi	<i>Neea psychotrioides</i>	10	0.037	0.127	298	1.10	3.79
Tres marías	<i>Forchhammeria trifoliata</i>	1	0.002	0.007	30	0.06	0.22
Uvasche	<i>Ottoschulzia pallida</i>	7	0.026	0.110	208	0.78	3.27
Ya'axnik	<i>Vitex gaumeri</i>	1	0.003	0.008	30	0.08	0.24
Yaiti	<i>Gymnantes lucida</i>	1	0.002	0.003	30	0.06	0.09
Total		81	0.281	1.122	2411	8.37	33.39

El volumen total a derribar para la selva media subperennifolia presente en el Proyecto, del arbolado a partir de 5 cm (estrato arbustivo y arbóreo) se presenta en la Tabla 2. 22, esta corresponde a la sumatoria de los resultados obtenidos del promedio por hectárea para la Tabla 2. 20 y Tabla 2. 21, multiplicado por el área solicitada para el cambio de uso de suelo (7.98 ha).

Tabla 2. 22. Volúmenes a derribar para la selva mediana subperennifolia / vegetación secundaria arbórea, para la superficie total solicitada para el cambio de uso de suelo, estrato arbustivo y arbóreo.

Nombre común	Nombre científico	Promedio por ha			Total a derribar en 7.98 ha		
		Número de individuos	AB m ²	M3r VTA	Número de individuos	AB m ²	M3r VTA
Alamo	<i>Ficus cotinifolia</i>	43	0.95	4.36	346	7.54	34.82
Boichic	<i>Coccoloba spicata</i>	22	0.28	1.34	173	2.22	10.68
Bojon	<i>Cordia gerascantus</i>	18	0.28	1.54	146	2.22	12.31
Bolchiche	<i>Coccoloba diversifolia</i>	94	0.31	1.30	752	2.45	10.38
Canchunup	<i>Thouinia paucidentata</i>	88	0.58	2.63	701	4.65	20.96
Chaca	<i>Bursera simaruba</i>	120	2.54	10.72	956	20.29	85.53
Chacni	<i>Calyptranthes pallens</i>	210	0.70	2.44	1676	5.59	19.50
Chacte-viga	<i>Caesalpinia violacea</i>	3	0.06	0.28	27	0.45	2.23
Chechen negro	<i>Metopium brownei</i>	48	1.32	7.15	386	10.53	57.08
Chicozapote	<i>Manilkara zapota</i>	33	0.45	1.37	264	3.59	10.95
Ciricote	<i>Cordia dodecandra</i>	3	0.04	0.22	27	0.35	1.74
Cocoite blanco	<i>Gliricidia sepium</i>	86	0.73	2.93	688	5.82	23.38
Dzidzilche	<i>Gymnopodium floribundum</i>	63	0.35	1.38	502	2.75	10.99
Eculub	<i>Drypetes lateriflora</i>	30	0.19	0.49	238	1.52	3.94
Flor de mayo	<i>Plumeria rubra</i>	2	0.02	0.05	13	0.13	0.40
Granadillo	<i>Platimisia yucatanum</i>	2	0.05	0.23	13	0.42	1.82
Guaya	<i>Melicoccus oliviformis</i>	5	0.05	0.20	40	0.41	1.57
Guayacte	<i>Malpighia lundellii</i>	71	0.28	1.05	568	2.27	8.38
Higo	<i>Ficus obtusifolia</i>	3	0.12	0.63	27	0.95	5.05
Higuillo	<i>Ficus padifolia</i>	2	0.01	0.04	13	0.11	0.32
Jabin	<i>Piscidia piscipula</i>	20	0.64	3.05	160	5.10	24.35
Kanazin	<i>Lonchocarpus rugosus</i>	17	0.23	1.09	133	1.81	8.72
Kaniste	<i>Pouteria campechiana</i>	2	0.03	0.04	13	0.20	0.36
Kitanche	<i>Caesalpinia gaumeri</i>	48	0.26	1.18	384	2.08	9.39
Palo sol	<i>Blomia cupanioides</i>	5	0.06	0.28	40	0.46	2.21
Pata de vaca	<i>Bauhinia divaricata</i>	30	0.06	0.22	238	0.48	1.76
Pomolche	<i>Jatropha gaumeri</i>	30	0.11	0.40	238	0.90	3.19
Sac-chaca	<i>Dendropanax arboreus</i>	2	0.02	0.12	13	0.15	0.95
Shuul blanco	<i>Lonchocarpus xuul</i>	282	1.55	7.41	2248	12.34	59.17
Silil	<i>Diospyros cuneata</i>	486	1.82	8.77	3880	14.49	69.98
Sipche	<i>Bunchosia swartziana</i>	389	1.24	5.33	3101	9.89	42.53
Subinche	<i>Acacia dolichostachya</i>	38	0.28	1.54	304	2.25	12.32
Tadzi	<i>Neea psychotrioides</i>	331	1.48	5.66	2641	11.80	45.20
Tamay	<i>Zuelania guidonia</i>	2	0.02	0.13	13	0.18	1.04
Tres marias	<i>Forchhammeria trifoliata</i>	30	0.06	0.22	238	0.48	1.76
Tzalam	<i>Lysiloma latisiliquum</i>	73	3.39	14.85	585	27.08	118.51
Uvasche	<i>Ottoschulzia pallida</i>	210	0.80	3.34	1676	6.37	26.62
Ya'axnik	<i>Vitex gaumeri</i>	55	0.53	2.28	437	4.27	18.20
Yaiti	<i>Gymnantes lucida</i>	33	0.09	0.22	264	0.73	1.72
Zapote faisán	<i>Dipholis salicifolia</i>	2	0.01	0.07	13	0.11	0.55
40 especies		3029	21.98	96.56	24172	175.38	770.58

2.6.2.5. Destino Final de los Productos Resultantes del Cambio de Uso de Suelo

El volumen total estimado que será obtenido del cambio de uso de suelo corresponde a 770.58 m³vta de madera contabilizados a partir de los 5 cm de diámetro. Este volumen de madera será acumulado en un área temporal, para posteriormente, por medio de maquinaria especializada (astilladoras), sea triturado y almacenado de forma temporal, hasta que sea requerido su uso como sustrato orgánico para las áreas verdes del Proyecto.

Figura 2. 33. Ejemplificación de la trituración de los residuos vegetales.



2.6.3. Estimación Económica de los Recursos Biológicos Forestales del Área Sujeta al Cambio de Uso de Suelo

La Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable define como los recursos biológicos forestales a las especies y variedades de plantas, animales y microorganismos de los ecosistemas forestales y su biodiversidad y en especial aquellas de interés para la investigación.

Una de las políticas del país contempla la importancia de la valoración económica de los bienes y servicios ambientales, incluyendo la referida a los recursos biológicos y su biodiversidad, reconociendo como un aspecto fundamental el Sistema de Cuentas Nacionales que registre el valor económico de los recursos biológicos y su biodiversidad y el valor de su uso, agotamiento o degradación, incorporándolos en los costos y beneficios, en términos de la capacidad futura de la economía y de la sociedad.

Debemos entender también que el capital natural está conformado por el aire, el suelo y el subsuelo, el agua, los mares y, en general, todos los recursos biológicos y todas sus interrelaciones. La humanidad se beneficia de este capital natural a través de la provisión de alimentos, medicinas, materias primas, servicios ambientales. Sin embargo, a pesar de lo anterior, la actividad económica no reconoce de manera explícita al valor de uso de los recursos biológicos y de los servicios que prevén, provocando frecuentemente el agotamiento y su degradación. La ausencia de esta valoración ha permitido que durante mucho tiempo solo se tomaran decisiones basadas en las estrictas señales de mercado o en las necesidades primarias del desarrollo. La distorsión de precios en mercados subsidiados ha generado incentivos para el uso excesivo de los recursos y propiciado su creciente escasez.

No es fácil llevar a cabo una valoración o estimación de los recursos biológicos que se afectan como consecuencia del cambio de uso del suelo; aunque generalmente se ha aceptado una clasificación para la valoración económica de los recursos biológicos y su diversidad de acuerdo con el beneficio que aportan a la sociedad. Existen algunas variantes de esta clasificación, pero todas introducen el valor del uso de los recursos naturales y la biodiversidad, los valores alternos de este uso, los valores para las futuras generaciones y los valores referidos a una convicción ética.

El valor económico de un recurso natural es una expresión monetaria de los beneficios que dicho recurso genera para la sociedad. Este valor no necesariamente está ligado al uso directo o indirecto del recurso, sino que también está basado en motivos de tipo altruistas, éticos y morales. Por tanto, el valor económico total de un recurso natural está compuesto por valores de uso y de no uso, que la literatura define de la forma siguiente:

Valor de uso: El valor de uso se deriva del uso real de los recursos naturales, en este caso del agua. Según Freeman (1993), el valor de uso se define como el valor económico asociado con el uso “in situ” de un recurso. Considerando la variedad de usos que incluye, éste a la vez se subdivide en: valor de uso directo, indirecto y de opción.

Valor de uso directo: Se refiere al valor por el uso de un recurso en un lugar específico. Este uso puede ser consuntivo o no consuntivo. En el primero, el recurso es consumido por la actividad que se desarrolla en él, por ejemplo, la extracción de leña y frutos, la caza y la pesca. Mientras en el uso no consuntivo el recurso se usa de manera contemplativa, tal es el caso de visitas a un lugar recreativo o paisajístico.

Valor de uso indirecto: Surge cuando las personas no entran en contacto directo con el recurso en su estado natural, pero aun así el individuo se beneficia de él. Este es el caso de las funciones ecológicas o ecosistémicas como regulación de clima, reciclaje de nutrientes y de residuos, entre otros.

Valor de opción: Hace referencia al valor de uso potencial de un recurso, es decir, corresponde a lo que los individuos están dispuestos a pagar hoy por usar el recurso en el futuro. Adicionalmente, algunos autores han desarrollado el concepto de valor de cuasi-opción, el cual refleja el beneficio neto obtenido al posponer una decisión de usar o no un recurso, en espera de despejar total o parcialmente la incertidumbre existente mediante la obtención de una mayor información.

Valor de no uso: El valor de no uso o valor intrínseco se refiere a valores que están en la propia naturaleza de las cosas, pero a la vez están disociados del uso o incluso de la opción de usarlas. Viene dado por la sola existencia del recurso en los ambientes naturales y de sus atributos. La existencia de este valor es independiente de la apreciación de las personas, no obstante, su valor o utilidad es captado a través de la revelación de las preferencias de los seres humanos. El valor de no uso incluye: el valor de legado y el valor de existencia.

Valor de legado: Corresponde al valor que cualquier individuo le asigna a un recurso al saber que otros puedan beneficiarse del mismo en el futuro.

Valor de existencia: Es un concepto que surge al asignar un determinado valor a un recurso simplemente porque éste existe, aun cuando los individuos nunca han tomado contacto con él, ni lo harán en el futuro.

Un recurso biológico frecuentemente tiene varios valores económicos simultáneamente, tal es el caso de la vegetación que nos ocupa; cuya valoración se puede realizar tal y como se muestra en la Tabla 2. 23.

Tabla 2. 23. Clasificación para la valoración económica.

Valor de uso			Valor de no uso	
De uso directo	De uso indirecto	De opción	De legado	De existencia
<i>Productos de consumo o de servicios directos</i> Usos extractivos: • Materia prima - Maderables - No maderables • Alimentos • Biomasa • Medicinales • Energéticos • Pastoreo • Colecta de especímenes y material genético • Conversión a otro uso • Hábitat humano • Caza y pesca Usos no extractivos: • Salud • Recreación - ecoturismo - deporte • Actividades culturales y Regionales • Producción audiovisual	<i>Beneficios funcionales</i> Ecosistemas: • Auto preservación y evolución del sistema • Ciclaje de nutrientes • Conocimiento e investigación científica actual Ambientales: • Protección y regeneración de suelos • Captación de agua • Control de plagas • Control de inundaciones • Protección contra tormentas • Retención de carbono • Regulación climática	<i>Uso directo o indirecto futuro</i> • Continuidad del sistema • Obtención de nueva materia prima • Nuevos conocimientos	<i>Valor de legar valores a los descendientes</i> • Protección del hábitat • Evitar cambios irreversibles	<i>Valores éticos</i> • Conocimiento de la existencia • Protección del hábitat • Evitar cambios irreversibles • Culturales, estéticos y religiosos

Valor económico total: Corresponde a la sumatoria de los valores de uso y de no uso (VET = Valor de uso + Valor de no uso).

En el presente DTU-BR para el cambio de uso de suelo en terrenos forestales, se realiza la estimación del valor económico de los recursos biológicos forestales considerando las especies de vegetación, así como de la fauna que se identificaron dentro del área de influencia del Proyecto.

2.6.3.1. Estimación del Valor Económico de Recursos Forestales Maderables

Para el Proyecto, se puede decir que desde el punto de vista económico-forestal cuenta con especies maderables con características forestales de diámetros y alturas susceptibles de ser aprovechadas ya que corresponde a una asociación vegetal de selva mediana subperennifolia con vegetación secundaria arbórea (Tabla 2. 24).

Tabla 2. 24. Estimación económica de los volúmenes a derribar por la superficie total.

Nombre común	Nombre científico	Promedio por ha			Total a derribar en 7.98 ha		
		Número de individuos	AB m ²	M3r VTA	Número de individuos	AB m ²	M3r VTA
Alamo	<i>Ficus cotinifolia</i>	43	0.95	4.36	346	7.54	34.82
Boichic	<i>Coccoloba spicata</i>	22	0.28	1.34	173	2.22	10.68
Bojon	<i>Cordia gerascantus</i>	18	0.28	1.54	146	2.22	12.31
Bolchiche	<i>Coccoloba diversifolia</i>	94	0.31	1.30	752	2.45	10.38
Canchunup	<i>Thouinia paucidentata</i>	88	0.58	2.63	701	4.65	20.96
Chaca	<i>Bursera simaruba</i>	120	2.54	10.72	956	20.29	85.53
Chacni	<i>Calyptranthes pallens</i>	210	0.70	2.44	1676	5.59	19.50
Chacte-viga	<i>Caesalpinia violacea</i>	3	0.06	0.28	27	0.45	2.23
Chechen negro	<i>Metopium brownei</i>	48	1.32	7.15	386	10.53	57.08
Chicozapote	<i>Manilkara zapota</i>	33	0.45	1.37	264	3.59	10.95
Ciricote	<i>Cordia dodecandra</i>	3	0.04	0.22	27	0.35	1.74
Cocoite blanco	<i>Gliricidia sepium</i>	86	0.73	2.93	688	5.82	23.38
Dzidzilche	<i>Gymnopodium floribundum</i>	63	0.35	1.38	502	2.75	10.99
Eculub	<i>Drypetes lateriflora</i>	30	0.19	0.49	238	1.52	3.94
Flor de mayo	<i>Plumeria rubra</i>	2	0.02	0.05	13	0.13	0.40
Granadillo	<i>Platimicium yucatanum</i>	2	0.05	0.23	13	0.42	1.82
Guaya	<i>Melicococcus oliviformis</i>	5	0.05	0.20	40	0.41	1.57
Guayacte	<i>Malpighia lundellii</i>	71	0.28	1.05	568	2.27	8.38
Higo	<i>Ficus obtusifolia</i>	3	0.12	0.63	27	0.95	5.05
Higuillo	<i>Ficus padifolia</i>	2	0.01	0.04	13	0.11	0.32
Jabin	<i>Piscidia piscipula</i>	20	0.64	3.05	160	5.10	24.35
Kanazin	<i>Lonchocarpus rugosus</i>	17	0.23	1.09	133	1.81	8.72
Kaniste	<i>Pouteria campechiana</i>	2	0.03	0.04	13	0.20	0.36
Kitanche	<i>Caesalpinia gaumeri</i>	48	0.26	1.18	384	2.08	9.39
Palo sol	<i>Blomia cupanioides</i>	5	0.06	0.28	40	0.46	2.21
Pata de vaca	<i>Bauhinia divaricata</i>	30	0.06	0.22	238	0.48	1.76
Pamolche	<i>Jatropha gaumeri</i>	30	0.11	0.40	238	0.90	3.19
Sac-chaca	<i>Dendropanax arboreus</i>	2	0.02	0.12	13	0.15	0.95
Shuul blanco	<i>Lonchocarpus xuul</i>	282	1.55	7.41	2248	12.34	59.17
Silil	<i>Diospyros cuneata</i>	486	1.82	8.77	3880	14.49	69.98
Sipche	<i>Bunchosia swartziana</i>	389	1.24	5.33	3101	9.89	42.53
Subinche	<i>Acacia dolichostachya</i>	38	0.28	1.54	304	2.25	12.32
Tadzi	<i>Neea psychotrioides</i>	331	1.48	5.66	2641	11.80	45.20
Tamay	<i>Zuelania guidonia</i>	2	0.02	0.13	13	0.18	1.04
Tres marias	<i>Forchhammeria trifoliata</i>	30	0.06	0.22	238	0.48	1.76
Tzalam	<i>Lysiloma latisiliquum</i>	73	3.39	14.85	585	27.08	118.51
Uvasche	<i>Ottoschulzia pallida</i>	210	0.80	3.34	1676	6.37	26.62
Ya'axnik	<i>Vitex gaumeri</i>	55	0.53	2.28	437	4.27	18.20
Yaiti	<i>Gymnantes lucida</i>	33	0.09	0.22	264	0.73	1.72
Zapote faisán	<i>Dipholis salicifolia</i>	2	0.01	0.07	13	0.11	0.55
40 especies		3029	21.98	96.56	24172	175.38	770.58

De forma general, si se tuviera la oportunidad de comercializar las especies maderables presentes en el Proyecto, de acuerdo a las especificaciones del mercado, éstas se clasificarían como palizada y se podría obtener de esta actividad una percepción económica como se detalla en la Tabla 2. 25.

Tabla 2. 25. Estimación económica de los volúmenes a derribar (palizada).

Tipo de vegetación	Superficie a afectar en ha	Volumen a derribar m3 vta	Uso del recurso	Costo por m ³ MXN	Valor total MXN
Selva mediana subperennifolia con vegetación secundaria	7.98	770.58	Palizada	\$450.00	\$346,761.00
Total					\$346,761.00

El valor económico total estimado para las especies de vegetación susceptibles de aprovechamiento forestal maderable que se verán afectadas con el cambio de uso de suelo en terrenos forestales, se calcula en una cantidad de \$346,761 (Trecientos cuarenta y seis mil setecientos sesenta y un pesos 00/100 M.N.).

2.6.3.2. Estimación del Valor Económico de Recursos Forestales no Maderables

Palmas

En el Proyecto se registró la distribución de forma dispersa de dos especies de palmas: palma chit (*Thrinax radiata*) y palma nakas (*Coccothrinax readii*), que se encuentran en la NOM-059-SEMARNAT-2010. La producción y comercialización de estas especies protegidas poco a poco van encontrando valor en el mercado a través del esquema de regulación llamado Unidades de Manejo Ambiental de Flora y Fauna Silvestre (UMA).

Para el caso de estas especies, y en atención a la NOM-059-SEMARNAT-2010, se realizó un levantamiento general en cada sitio de muestreo en donde se contabilizó a todos los individuos. En la siguiente Tabla 2. 26 se presenta el número aproximado del total de individuos de estas especies que son de interés para su rescate y que si se tuviera la oportunidad de comercializarlo se tendría una percepción económica.

Tabla 2. 26. Estimación económica de las palmas.

Nombre científico	Nombre común	Total de individuos que se verán afectados en 7.98 ha	Costo por planta	Valor total MXN
<i>Thrinax radiata</i>	Chit	40	300	12,000
<i>Coccothrinax readii</i>	Nakas	40	300	12,000
Total				\$24,000

Plantas de interés y ornato

Para otras especies nativas que pueden ser de uso ornamental en la región, que se encuentran presentes en el Proyecto y que también serán afectadas derivado del cambio de uso de suelo proyectado, también se realizó un levantamiento general en cada sitio de muestreo contabilizándose en su totalidad, por lo que de forma general se presenta en la siguiente Tabla 2. 27 un número aproximado del total de individuos de dichas especies y que si estos fueran comercializados se tendría una percepción económica.

Tabla 2. 27. Estimación económica de las plantas de ornato y/o de interés para su aprovechamiento.

Nombre científico	Nombre común	Total de individuos que se verán afectados en 7.98 ha	Costo por planta	Valor total MXN
<i>Bursera simaruba</i>	Chacá	160	150	24,000
<i>Gliricidia sepium</i>	Cocoite blanco	40	150	6,000
Pata de vaca	<i>Bauhinia divaricata</i>	40	150	6,000
Pomolche	<i>Jatropha gaumeri</i>	40	150	6,000
Tulipan	<i>Malvabiscus arboreus</i>	80	150	12,000
Flor de mayo	<i>Plumeria rubra</i>	40	150	6,000
Chilar	<i>Rivina humilis</i>	40	100	4,000
Dzidzilche	<i>Gymnopodium floribundum</i>	40	150	6,000
Xnantus	<i>Ichnanthus lanceolatus</i>	40	100	4,000
Total				\$74,000

Obtención de carbón vegetal

Esta actividad es el resultado de la transformación de la madera en rollo, producto del desmonte que en la gran mayoría de los predios tanto particulares como ejidales se desarrolla cuando estos son desmontados para el desarrollo de diversas actividades. Es importante mencionar, que el consumo de este producto continúa siendo una práctica común en una gran parte del mundo, ya que este recurso forma parte de unos de los principales insumos para la obtención de energía básica que permite satisfacer las necesidades de las poblaciones sobre todo en el medio rural y en la periferia de las grandes ciudades.

Tomando en consideración que el volumen resultante del cambio de uso de suelo del Proyecto es de 770.58m³ vta de madera en rollo y que de acuerdo a los estudios realizados en Quintana Roo con relación a la equivalencia de m³/toneladas de carbón, se tiene que por cada 5.84 m³ de madera en rollo, se puede obtener 1 tonelada de carbón y que el costo de este producto es de 3,000.00 pesos por tonelada. Por lo que en este caso si este volumen fuera comercializado se tendría la percepción económica que se presenta en la siguiente Tabla 2. 28.

Tabla 2. 28. Estimación económica del carbón vegetal.

Concepto	Total por afectar en 7.98 ha	Costo por tonelada MXN	Valor total MXN
Carbón vegetal	132 toneladas	\$3,000	396,000
Total			\$396,000

Obtención de tierra vegetal

Para el caso del tramo Playa del Carmen – Puerto Morelos y en particular, para el Proyecto se reconoce la distribución de una sola asociación de suelo y que está integrada por aquellos del tipo (I+E/2) Litosol más Rendzina de textura media. Para este tipo de suelo se debe mencionar que se observa afloramiento de roca distribuida en forma regular con presencia de una pequeña capa de materia orgánica sobre la cual se ha establecido la vegetación de selva.

Estos suelos presentan altas restricciones para su utilización con propósitos agrícolas debido a su escaso espesor y su abundante pedregosidad que afectan el crecimiento de las plantas. Sin embargo, presentan buen drenaje que favorece la infiltración del agua.

En este caso y para hacer una estimación del valor económico, se ha considerado el cálculo de la superficie a afectar y el volumen correspondiente de tierra vegetal. Para el área del Proyecto, se observa una capa de suelo de alrededor de 3 cm. No obstante, este volumen no puede ser extraído de manera literal debido a la microtopografía existente en el terreno, es decir que este presenta gran cantidad de piedras y zonas donde literalmente no existe suelo, por lo que se ha considerado una capa de alrededor de 1 cm en promedio. Si este volumen fuera comercializado se tendría aproximadamente 10 m³ de suelo por hectárea, por lo que se tendría la percepción económica que se presenta en la Tabla 2. 29.

Tabla 2. 29. Estimación económica de la tierra vegetal.

Concepto	Volumen total por afectar en 7.98 ha	Costo por m ³ MXN	Valor total en MXN
Tierra vegetal	79.8 m ³	250.00	19,950
Total			\$19,950

El valor económico total estimado para las especies de vegetación no maderables en los diferentes estratos que se verán afectadas con el cambio de uso de suelo en terrenos forestales, se calcula en una cantidad de **\$513,950.00 (Quinientos trece mil novecientos cincuenta pesos 00/100 M.N.)**.

2.6.3.3. Estimación del Valor Económico de los Recursos Faunístico

Se otorga un uso o valor a la fauna silvestre que se distribuye en la zona del Proyecto, es muy importante destacar que, con la ejecución de éste, no se afectarán ni dañarán las especies de fauna silvestre que se distribuyan en el área del Proyecto ya que, como se menciona en el presente DTU-BR, previo los trabajos de despalle de vegetación se realizarán recorridos por las áreas sujetas a cambio de uso del suelo con la finalidad de ahuyentar la fauna existente en el lugar o reubicar nidos y a aquellas especies de lento desplazamiento.

Las estimaciones económicas de cada una de las especies de fauna silvestre con distribución potencial en el predio del Proyecto que se propone para el cambio de uso de suelo en terrenos forestales, se estimaron considerando los costos de referencia señalados en la Ley Federal de Derechos en su Anexo 19 de la “Resolución Miscelánea Fiscal para 2022 y su anexo 19”, publicada en el DOF 27-12-2021 (Artículo 238 que a la letra dice: por el aprovechamiento extractivo de ejemplares de fauna silvestre, en predios federales y zonas federales, se pagará el derecho de aprovechamiento extractivo por ejemplar o, en su caso, por lote determinado en las tasas de aprovechamiento autorizadas por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales); así como considerando los costos que se manejan en las Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre (UMA) de la región.

De este modo, en la Tabla 2. 30 se presenta la estimación económica de los individuos por especie identificados en el área sujeta a cambio de uso de suelo en terrenos forestales del Proyecto.

Tabla 2. 30. Valor de especies de anfibios, reptiles, aves y mamíferos que serán afectados por el cambio de uso de suelo de terrenos forestales del Proyecto.

Nombre común	Nombre científico	Número de individuos	Valor (MXN) económico (individuo)	Valor total (MXN) de individuos
Anfibios y Reptiles				
Rana trepadora	<i>Smilisca baudinii</i>	2	100.00	200.00
Sapo/much	<i>Chanus marinus</i>	1	100.00	100.00
Tolock	<i>Basiliscus vittatus</i>	4	200.00	800.00
Boa	<i>Boa imperator</i>	1	500.00	500.00
Bejuquilla	<i>Oxybeles fulgidus</i>	1	250.00	250.00
Subtotal				1,850.00
Aves				
Perico pecho sucio	<i>Eupsittula nana</i>	4	500.00	2,000.00
Paloma alas blanca	<i>Zenaida asiática</i>	3	100.00	300.00
Chara azul	<i>Cyanocorax yucatanicus</i>	14	150.00	2,100.00
Bolsero yucateco	<i>Icterus auratus</i>	2	250.00	500.00
Zanate	<i>Quiscalus mexicanus</i>	19	100.00	1,900.00
Luis Pico Grueso	<i>Megarynchus pitangua</i>	2	250.00	500.00
Tirano Silvadador	<i>Tyrannus couchi</i>	4	200.00	800.00
Cenzontle tropical	<i>Minus gilvus</i>	7	300.00	2,100.00
Carpintero cheje	<i>Melanerpes aurifrons</i>	1	300.00	300.00
Luis Bienteveo	<i>Pitangus sulphuratus</i>	7	150.00	1,050.00
Chachalaca	<i>Ortalis vetula</i>	6	150.00	900.00
Subtotal				12,450.00
Mamíferos				
Tlacuache	<i>Didelphis marsupialis</i>	2	150.00	300.00
Tejón	<i>Nasua narica</i>	13	300.00	3,900.00
Ardilla gris	<i>Sciurus yucatanensis</i>	2	300.00	600.00
Zorra gris	<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	2	6,955.84	13,911.68
Subtotal				18,711.68
Total				33,011.68

El valor económico total estimado para las especies de fauna silvestre identificadas en los diferentes estratos que se verán afectadas con el cambio de uso de suelo en terrenos forestales del Proyecto se calcula en una cantidad de **\$33,011.68 (Treinta y tres mil once pesos 68/100 M.N.)**.

2.6.3.4. Estimación del Valor Económico de los Servicios Ambientales

2.6.3.4.1. Costo de Compensación por el Cambio de Uso de Suelo por Hectárea

En relación a los costos de referencia de compensación por la pérdida de la vegetación por el cambio de uso de suelo en los terrenos forestales, para el tipo de vegetación presente en el área del Proyecto, correspondiente a zona ecológica tropical, se considera un costo de referencia de \$18,363.30 pesos por hectárea⁸ (Tabla 2. 31), y considerando que la superficie para el cambio de uso del suelo para la ejecución del presente Proyecto es de 7.98 ha, resulta un costo de compensación por el cambio de uso de suelo de **\$146,539.13 (ciento cuarenta y seis mil quinientos treinta y nueve pesos 13/100 M.N.)**.

Tabla 2. 31. Costos de referencia para las diferentes zonas ecológicas.

Costos de referencia, en pesos por hectárea, para las diferentes zonas ecológicas				
Templada	Tropical	Árida y semiárida	Zona inundable o transición tierra mar (humedales)	
26,508.95	18,363.30	14,002.49	Manglares	Otros Humedales
			59,992.23	188,556.75

2.6.3.4.2. Captura de Carbono

La captación de carbono y su almacenamiento en los bosques, y al mismo tiempo la liberación de éste y su impacto en el calentamiento global, tienen un valor que excede el ámbito nacional, cuestión puesta en alto relieve por la Convención Marco del Cambio Climático de la Naciones Unidas.

Las estimaciones del almacenamiento y de la liberación de carbono dependen principalmente del tipo de bosque, del cambio en el uso del suelo, de la edad del bosque y del tipo de ecosistema (cerrado o abierto). El carbono captado y almacenado por el bosque tiene un valor ambiental positivo, mientras que su liberación a la atmósfera por el cambio de uso de suelo acarrea daños ambientales al propiciar el calentamiento atmosférico global. En el siguiente cuadro se presenta la estimación económica del valor de captura de carbono por hectárea, para distintos bosques, entre los cuales se encuentra el bosque tropical (Tabla 2. 32).

Tabla 2. 32. Valor del depósito de carbono por hectárea (USD) (Muñoz, 1994)⁹.

Bosque Templado Caducifolio	Bosque Tropical Caducifolio	Bosque Templado	Bosque Tropical Siempre Verde
600	1,800	3,000	3,600

⁸ Diario Oficial de la Federación. 31 de julio de 2014. ACUERDO mediante el cual se expiden los costos de referencia para reforestación o restauración y su mantenimiento para compensación ambiental por cambio de uso de suelo en terrenos forestales y la metodología para su estimación.

⁹ Muñoz, P.C. 1994. The Economic Value of Mexican Biodiversity. O'Toole R. y K. Hess Jr., Incentives for Protecting Northamerican Biodiversity, vol. 1, núm. 3. Oregon.

El tipo de vegetación de cambio de uso de suelo del Proyecto corresponde a selva mediana subperennifolia con vegetación secundaria arbórea, de tal forma que con base en los estimados que se presentan en la

Tabla 2. 32, a los recursos forestales del área de cambio de uso de suelo le corresponde un valor de 3,600 dólares por hectárea. Es decir, que las 7.98 ha de cambio de uso de suelo tiene un valor de 28,728 dólares por concepto de depósito de carbono, que a un tipo de cambio aproximado de 21 pesos mexicanos corresponden a **\$603,288.00 MXN (seiscientos tres mil doscientos ochenta y ochos pesos 00/100 M.N.)**.

2.6.3.4.3. Pérdida de suelo

La erosión es el proceso que, causando la pérdida neta de suelo, crea una reducción de los servicios ambientales ofrecidos por él. Los servicios ambientales llevados a cabo por el suelo van mucho más allá de la mera producción agrícola. El suelo es el primer receptor de los residuos urbanos, el filtro natural de las aguas de lluvia, un abastecedor de materia prima en varios procesos industriales, el lugar donde se desarrollan una multitud de procesos físicos, químicos y biológicos indispensables para la vida.

De acuerdo con lo anterior, la cuantificación del servicio regulación de la erosión se mide a través de la cantidad física de pérdida de suelo al momento de hacer la evaluación por hectárea. Por lo que los valores pueden estimar a partir de la ecuación de erosión del suelo propuesta por Vásquez-Navarrete (2011)¹⁰.

$$Re = Dap, * Ue * 104$$

Donde:

Re = Pérdida física del suelo (Mg ha-1);
 Dap = Densidad aparente en (Mg m-3);
 Ue = Profundidad del suelo perdido por efecto erosión (m);
 104 = Constante para transformar a Mg ha-1.

Asimismo, y de acuerdo con los datos antes referidos, la valoración económica de la regulación de la erosión, se puede obtener mediante la siguiente expresión:

$$VRe = Re * Sue \cdot Pre$$

Donde:

VRe = Valor económico de la pérdida del suelo (dólares);
 Sue = La superficie con el servicio ecosistémico (ha);
 Pre = Precio por Mg de suelo (dólares Mg-1).

¹⁰ Vázquez Navarrete, C.J., E.E. Mata, D.J. Palma, G. Márquez, A. López. 2011. Valoración Económica de los Bienes y Servicios Ambientales en Zonas con Influencia Petrolera en Tabasco, Secretaría de Recursos Naturales y Protección Ambiental. Villahermosa, Tabasco, México. 100 p.

Los resultados de la predicción de la pérdida de suelo para antes y después de la remoción de la vegetación en la zona de estudio se muestran en siguiente Tabla 2. 33, la metodología y desarrollo de esta estimación se presenta en el Capítulo 6 del presente DTU-BR.

Tabla 2. 33. Cálculo de la erosión durante las etapas del Proyecto.

Etapa	Superficie a afectar	R	K	LS		C	P	Ton/Ha	Total 7.98 has
Situación actual (sin proyecto)	7.98	13,069.92	0.02	0.0552	0.0582	0.10	1	0.1482	1.1831
Situación con proyecto y sin practicas antierosivas	7.98	13,069.92	0.02	0.0552	0.0582	0.10	1	14.8244	118.3060
Situación con proyecto y practicas antierosivas	7.98	13,069.92	0.02	0.0552	0.0582	0.10	1	1.4824	11.8306

Por lo anterior se tiene:

$$Re = 13.06992 * 1.6 * 1 = 20.911872$$

$$VRe = 20.911872 * 7.98 * 29 = 4,839.42 \text{ dólares.}$$

La evaluación económica de la regulación de la erosión de suelo se realiza mediante la técnica de costo de sustitución. En este sentido, el precio de referencia internacional de este servicio oscila entre 29 - 245 USD ha⁻¹ año⁻¹. El costo en moneda nacional de esta valoración sería del orden de los **\$96,352.85 MXN (noventa y seis mil trescientos cincuenta y dos pesos 85/100 M.N.)**, (considerando el tipo de cambio de 19.91 pesos mexicanos al 31 de marzo de 2022). Además, y en este caso, se ha optado por el mínimo valor de proceso erosivos ya que la región es considerada como “sin degradación aparente” (SEMARNAT, 2008).

2.6.3.4.4. Pago por Servicios Ambientales

Los servicios ambientales son aquellos que brindan – fundamentalmente, pero no exclusivamente – las áreas silvestres (sean bosques, pantanos y humedales, arrecifes, manglares, llanuras, sabanas), las áreas que en su conjunto conforman ecosistemas, ecoregiones y las cuencas hidrográficas. Estos servicios son, entre otros los siguientes: Reducción y almacenamiento de carbono (CO₂) y otros gases con efecto invernadero; protección de especies, ecosistemas y procesos ecológicos, de los cuales se deriva la diversidad biológica y formas de vida, así como acceso a elementos de la biodiversidad para fines científicos y comerciales; protección de los acuíferos y recuperación de cuencas y microcuencas, belleza escénica derivada de la presencia de paisajes naturales y elementos de biodiversidad; mitigación de los impactos de origen natural, entre otros (Espinoza, Gatica y Smyle, 1999)¹¹.

¹¹ Espinoza, N., Gatica, J. y Smyle, J. 1999. El pago por servicios ambientales y el desarrollo sostenible en el medio rural. San José, C.R.: Unidad Regional de Asistencia Técnica (RUTA).

Derivado de lo anterior, de acuerdo a las Reglas de Operación del Programa Apoyos para el Desarrollo Forestal Sustentable 2022 en el Diario Oficial de la Federación el día 28 de diciembre de 2021, en su componente SA.1. Pago por Servicios Ambientales, modalidad SA.1.1. Servicios Ambientales, definido como acciones destinadas a implementar una conservación activa de los ecosistemas naturales, con la finalidad de mantener los ciclos hidrológicos y procesos hídricos, tales como: la recarga de acuíferos y evitar la erosión del suelo; así como el uso sustentable de la biodiversidad (flora y fauna silvestre) en ecosistemas forestales para apoyar los compromisos internacionales en materia de biodiversidad suscritos por México, destacando el Convenio de la Diversidad Biológica (CDB); ambos con una visión de manejo de cuenca; el pago designado por hectárea, por año es establecido en 1,100 pesos mexicanos. Por lo que considerando que, para el presente Proyecto la superficie de cambio de uso de suelo es de 7.98 hectáreas, el valor que se dejaría de percibir al año por dicho concepto sería de **\$8,778.00 MXN (ocho mil setecientos setenta y ocho pesos 00/100 M.N.)**.

2.6.3.4.5. Valor de Existencia

Es el valor que pueden tener un ecosistema, sus componentes y atributos para un grupo de personas, que no lo utilizan directa ni indirectamente, ni piensan hacerlo en el futuro, pero que valoran positivamente el simple hecho de que exista en determinadas condiciones. Su degradación o desaparición, por tanto, supone para ellas una pérdida de bienestar.

Los motivos que se han señalado para explicar este valor son, entre otros, la filantropía, la simpatía, motivos de herencia o de legado, el valor simbólico que puede llegar a tener un determinado bien ambiental o recurso natural como parte de la identidad cultural de un grupo o conjunto de personas. Otra razón importante para prestarle atención a este tipo de valor es la creencia en el derecho a la existencia de otras formas de vida, incluyendo por tanto a animales, plantas y/o ecosistemas (Izko y Burneo, 2003)¹².

Existen estimaciones que consideran que las personas estarían dispuesta a pagar 10 dólares por hectárea para dejar como legado a futuras generaciones la supervivencia de los bosques nacionales¹³. En la siguiente Figura 2. 34 se presenta el valor de existencia para distintas áreas de importancia para la conservación de México; el valor obtenido se relaciona con donaciones y comparas de deuda con fines de conservación.

Figura 2. 34. Evidencias de valores de existencia en México. Fuente: Alba y Reyes, 2018.

<i>Área</i>	<i>Superficie (ha)</i>	<i>Valor obtenido (USD)</i>
Selva Lacandona, Montes Azules en Chiapas (canje de deuda por naturaleza)	385 000	4 000 000
Reserva de la biósfera de Sian Ka'an en Quintana Roo (donaciones de organizaciones)	528 147	34 000
Sitios varios (donaciones de organizaciones)	No disponible	809 622
Barranca del Cobre en Chihuahua (encuestas a visitantes)	450 000	100 000
Varias áreas (contribuciones provenientes de los Estados Unidos de América)	190 869	5 528 809

¹² Izko, X. y Burneo, D. 2003, Herramientas para la valoración y manejo forestal sostenible de los bosques sudamericanos. UICN-Sur.

¹³ Alba, E. y Reyes, M. 2018. Valoración económica de los recursos biológicos del país. En La diversidad biológica de México. Estudio de país. (211-236). México: CONABIO (Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad).

Como se puede observar en la Figura 2. 34 el promedio de aportación para la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an, siendo la única de las listadas que se encuentra en Quintana Roo, estado donde también se pretende desarrollar el Proyecto, asciende a 0.064 USD. Sin embargo, para la estimación del valor para mantener la integridad de las áreas de cambio de uso de suelo en los 7.98 que considera el Proyecto se utilizó el valor estimado de 10 USD, tal y como lo señala Alba y Reyes, de acuerdo a lo anterior el valor correspondería a 79.8 USD, lo cual a un tipo de cambio aproximado de 21 pesos mexicanos, corresponde a **\$1,675.8 MXN (un mil seiscientos setenta y cinco pesos 08/100 M.N.)**.

2.6.3.4.6. Estimación Económica Total

Con base en lo expuesto en los puntos anteriores, en Tabla 2. 34 se presenta la estimación económica total de los recursos biológicos forestales y de fauna silvestre existentes en el área sujeta a cambio de uso del suelo del Proyecto.

Tabla 2. 34. Estimación económica total de los recursos biológicos forestales del área sujeta a cambio de uso de suelo.

Concepto	Monto estimado MXN
Recursos forestales maderables	\$346,761.00
Recursos forestales no maderables	\$513,950.00
Recursos faunísticos	\$33,011.68
Servicios ambientales	\$856,633.78
Total	\$1,750,356.46

El valor económico total de los recursos biológicos forestales y de fauna silvestre que se podrán ver afectados con el cambio de uso de suelo por la ejecución del Proyecto se estima en **\$1,750,356.46 MXN (un millón setecientos cincuenta mil trescientos cincuenta y seis pesos 46/100 M.N.)**.

Por todo lo antes expuesto se puede determinar que, a largo plazo, el nuevo uso propuesto es más productivo que el uso actual como terreno forestal, conforme se demuestra en el análisis correspondiente que se presenta en el Capítulo 6 de este DTU-BR.

2.6.4. Etapa de Construcción

A continuación, se describen las actividades que se llevarán a cabo para la construcción de las obras que componen el Proyecto, estas se desarrollarán exclusivamente en las áreas que fueron delimitadas y acondicionadas previamente, durante la etapa de preparación del sitio.

e. Operación de obras provisionales

Consistirá en la ocupación y uso de las instalaciones provisionales por parte de los trabajadores y demás personal que se prevé participe en el Proyecto.

f. Relleno nivelación y excavación

Se iniciará con el relleno y la nivelación del terreno para la ubicación de vialidades de acceso y plataformas, así como con las excavaciones necesarias para la introducción de las instalaciones de servicios de agua potable, drenaje, electricidad y telecomunicaciones. Posteriormente se colocarán cimientos y estructuras de concreto armado.

Se construirán los pozos de visita complementarios y las descargas domiciliarias necesarias para cada vivienda. Se construirá la línea principal de agua potable con las tomas domiciliarias correspondientes para el llenado de cisternas en el caso de las viviendas y para alimentar la cisterna de las casetas-bodegas.

Posteriormente se continuará con la canalización para la línea de media tensión, baja tensión y alumbrado.

De manera simultánea se realizarán las excavaciones del material rocoso para las áreas de las cisternas y albercas; el material producto de la excavación se triturará para su aprovechamiento en la construcción de las plataformas, previo análisis y recomendaciones del laboratorio de mecánica de suelos.

El material que ya no sea aprovechable se extraerá de la obra y será enviado al tiradero oficial autorizado.

g. Construcción de vialidades y edificaciones e instalación de servicios

Una vez terminadas las excavaciones y construidas las plataformas con material de trituración de las excavaciones, teniendo concluidas las pruebas de las líneas de drenaje y agua potable, se procederá a la construcción de guarniciones a nivel de rasante y la consolidación de la estructura de pavimentos a nivel de subbase y base para pavimentos. Quedando en la etapa de base en el caso del concreto estampado en andadores y banquetas. Se procederá al desplante de la cimentación de los edificios de las casetas-bodegas. Se dará inicio de las actividades de canalizaciones eléctricas, hidráulicas, pluviales y sanitarias en planta baja.

De manera simultánea se continuarán con los trabajos de urbanización correspondientes a la línea de media tensión, baja tensión y alumbrado, debido a que las excavaciones no son tan profundas (de 60 a 80 cm).

Se iniciarán las cimentaciones correspondientes diseñadas en proyecto como lo son las zapatas aisladas, zapatas corridas, losas de cimentación propuestas, para el desplante de los edificios. Y se continuará con la estructura de concreto armado proyectada en los mismos.

Conforme se realiza el avance de planta baja, se irán construyendo de manera ascendente las trabes, los muros, las losas a base de vigueta prefabricada y bovedilla de poliestireno con su capa de compresión, la introducción de instalaciones eléctricas, hidráulicas, sanitarias y de aire acondicionado, para ir conformando los niveles de las viviendas, así como la albañilería (aplanados) que correspondan a cada nivel.

En la secuencia de avance de la estructura y albañilería se vendrán colocando los acabados. Así mismo se podrán realizar las actividades de cancelerías de aluminio, cristales, barandales, muros de tablarroca acabado en blanco (pasta redimix en toda la superficie), pisos, zoclos, recubrimientos en áreas de baños, cancelas de baño de cristal templado, cocina integral, fondeo de muros, todos los equipos del sistema de aire acondicionado, pintura, colocar carpintería previa pintura de muros y bóvedas. Y enseguida la terminación para la colocación de los muebles de baño, cocina integral y accesorios, así como las lámparas, contactos y apagadores.

Entre los acabados encontramos, estuco para los muros, los cuales estarán armando por block de concreto de 15 x 20 x 40 cm. El armado de las losas será a través del sistema vigueta de 12 x 5 x 6.0 cm de largo y bobedillas de 15 x 25 x 69 cm. Los pisos tendrán acabos de mármol travertino y losetas cerámicas de 60 x 60 cm.

Una vez instalados todos los equipos, lámparas y accesorios se procederán a detallar la pintura de acabado final y la carpintería.

Una vez avanzada la conclusión de las viviendas se atenderán las áreas comunes tales como andadores, sistema de riego, pavimentos y áreas verdes.

Para concluir se procederán a las pruebas finales de aire acondicionado, instalaciones eléctricas, hidrosanitarias, cuarto de máquinas, albercas, limpiezas gruesas y finas generales.

2.6.5. Etapa de Operación y Mantenimiento

Una vez concluida la construcción del Proyecto, se pretende darles mantenimiento ligero a las instalaciones, para su adecuada conservación, tales como, revisión periódica de goteros, bajadas pluviales y coladeras junto con pendientes en azoteas.

Cada dos años se realizarán retoques de superficies exteriores con pintura, así como resane de fisuras, despostilles en caso requerido.

De igual manera se realizará un constante mantenimiento de la red de riego y aspersores para el adecuado mantenimiento de la capa vegetal.

Así mismo se llevará a cabo una revisión anual de vialidades (carpeta asfáltica y/o empedrados) para evitar formaciones de baches y fisuras para así asegurar una superficie homogénea de rodaje.

El programa de operación y mantenimiento se presenta en la siguiente Tabla 2. 35.

Tabla 2. 35. Programa de operación y mantenimiento considerado para el Proyecto.

Programa de operación y mantenimiento												
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Viviendas												
Comercio												
Vialidades												
Amenidades												
Bajadas pluviales												
Superficie de rodamiento												
Pinturas / resanes												
Jardinería												
Albercas												

2.6.6. Desmantelamiento y Abandono de las Instalaciones

El Proyecto considera una vida útil de 99 años, periodo que podrá prolongarse, en cuyo caso, se realizará la gestión correspondiente ante la autoridad.

De este modo, es a bien decir, que no se prevé una etapa de abandono para el Proyecto en sentido estricto. Sin embargo, en caso de que termine la vida útil del Proyecto y se llegue a la etapa de abandono, se llevarán a cabo las actividades de restauración del sitio que correspondan, dejando el predio en condiciones iguales o similares a las encontradas antes de la implementación del Proyecto y de acuerdo con la legislación ambiental aplicable e informando previamente a la autoridad competente.

2.7. Insumos

Durante la construcción se requerirá de los siguientes insumos:

Pedacería y pintura para trazo: Madera producto del desmonte para los trompos de marcaje, pintura en aerosol, clavos de acero.

Material para instalaciones: Tubería y accesorios tipo PAD o similar, ligas de neopreno, tubería y accesorios de pvc hidráulico, válvulas en FoFo, manguera de PPC (polipropileno copolimero), ligas de neopreno, conductores eléctricos en aluminio, cable de cobre desnudo, tubería para canalización tipo PAD rojo corrugado, cajas derivadoras tipo J4-J6, kits fallo a tierra, subestaciones eléctricas, registros eléctricos de concreto, marcos y contramarcos galvanizados, tapas de policoncreto para registros, correderas de plástico, tubería y accesorios en pvc conduitoso pesado, tapas de policoncreto para registros, registros telefónicos, pozos y registros pluviales.

Vialidades, guarniciones y banquetas: Concreto hidráulico.

Paisajismo de áreas comunes: Tierra vegetal, composta vegetal (producto del desmonte de áreas trabajadas), pasto, plantas ornamentales según Proyecto.

2.7.1. Personal

Durante las etapas de preparación del sitio, construcción y operación del Proyecto, se requerirá de la contratación de personal para las distintas áreas, en la Tabla 2. 36 se presentan los requerimientos de personal por etapa del Proyecto.

Tabla 2. 36. Personal requerido durante las diferentes etapas de implementación del Proyecto.

Personal requerido	Etapa		
	Preparación	Construcción	Operación
Biólogo	1	1	1
Topógrafo	2	2	0
Operario de equipo	7	7	0
Obreros	6	400	0
Ingeniero supervisor	2	5	0
Mantenimiento general	0	0	8
Total	18	415	9

2.7.2. Maquinaria y Equipo

La maquinaria y equipo requeridos durante las etapas de preparación y construcción del Proyecto se muestran en la siguiente Tabla 2. 37.

Tabla 2. 37. Relación de maquinaria requerida por etapa de desarrollo del Proyecto.

Etapa	Maquinaria	Equipo
Preparación	Excavadora 320, cargador frontal, retroexcavadoras, zanjadora, motoconformadora, compactador, camiones de 14 m ³	Torre grúa y montacargas
Construcción	Excavadora 320, cargador frontal, retroexcavadoras, zanjadora, motoconformadora, compactador, camiones de 14 m ³	Torre grúa y montacargas

Cabe precisar que esta maquinaria no se utilizará al mismo durante pues como se ha comentado anteriormente, el Proyecto se realizará en etapas y fases, por lo que la maquinaria se empleará paulatinamente, lo que dependerá de las acciones que se estén realizando, así mismo, la maquinaria mencionada anteriormente, podría variar, ya que es información indicativa, más no limitativa.

2.7.3. Combustible

Durante la etapa de construcción del Proyecto, se utilizará diésel y gasolina como combustible, en un promedio de 33.33 l diarios de diésel y 50.00 l diarios de gasolina.

Para la etapa de operación y mantenimiento del Proyecto, el combustible que será utilizado dentro de las viviendas será el gas estacionario (gas LP), del cual se estima un consumo medio de 1.5 l/hab*día, lo que implicará un consumo de 200 l/vivienda*mes, esto es, 30,000 litros al mes, hasta alcanzar en punta, los 150,000 litros por mes.

Los depósitos de gas serán de 10,000 l, y estarán ubicados en proporción de 1.5 tanques por edificio. Al respecto, cabe destacar que no se requiere de la presentación de un estudio de riesgo toda vez que no sobrepasan los 50,000 kg establecidos para ser considerada como actividad altamente riesgosa, de conformidad con el “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”.

Tabla 2. 38. Requerimientos de combustible por mes y por etapa del Proyecto.

Etapa	Tipo	Consumo (l/mes)
Preparación	Gasolina	360.00
	Diesel	240.00
Construcción	Gasolina	840.00
	Diesel	560.00
Operación	Gas L.P.	150,000
	Gasolina	-----

2.7.4. Energía

Durante las etapas de preparación y construcción del Proyecto, la obtención de la energía se hará a través de generadores de gasolina para la oficina de campo. Durante la operación del Proyecto, el abastecimiento de energía se hará a través de la Comisión Federal de Electricidad (CFE). El consumo diario se estima en 0.832 kW/día que implica una demanda de suministro de CFE de 0.66 MW.

Tabla 2. 39. Consumo de energía mensual y anual por etapa del Proyecto.

Etapa	Consumo mensual (Kwh)	Consumo anual (Kwh)
Preparación	20	240.00
Construcción	23.29	279.48
Operación	25.37	303.38
Total	68.66	1885.24

2.7.5. Agua

Durante las etapas de preparación y construcción del Proyecto, el agua potable se obtendrá a través de pipas. Durante la operación y mantenimiento, el suministro será proporcionado por la red general de Aguakan. El consumo diario se estima en 230 l/hab-día, por lo tanto, se estiman 17.10 m³/diarios en punta. Cada vivienda contará con su depósito de agua. En el Anexo 2.1 y Anexo 2.2, se presenta la factibilidad otorgada por Aguakan a todo el Plan Maestro Mayakoba, en donde está considerado el consumo de agua de las viviendas que integran este Proyecto.

2.8. Residuos y Emisiones de Gases de Efecto Invernadero

A continuación, se enlistan los residuos sólidos y líquidos y las emisiones a la atmósfera que serán generados por el desarrollo del Proyecto.

2.8.1. Residuos Sólidos

Durante la etapa de preparación se estima la generación de residuos vegetales ocasionados por las actividades de desmonte, este material será retirado y confinado en un vivero temporal en donde recibirá el tratamiento requerido para ser utilizado en las actividades de reforestación y mejoramiento de las diversas áreas verdes del Proyecto. El material edáfico resultante de las actividades de despalme recibirá el mismo tratamiento. Asimismo, se generarán residuos sólidos urbanos y orgánicos, propios de las actividades de los trabajadores, los cuales consistirán principalmente en envases de refresco, latas, papel y bolsas de plástico, así como residuos alimenticios.

Durante la etapa de construcción, además de los residuos sólidos urbanos y orgánicos generados por las actividades de los trabajadores, también se generarán residuos sólidos de manejo especial que, serán principalmente restos de materiales de construcción.

Se instalarán contenedores debidamente señalados en los diferentes frentes de obra, en donde se deberá disponer los residuos según su tipo, ya sean de orgánicos, valorizables (PET, papel, cartón, latas de aluminio, envases de vidrio) y no valorizables, posteriormente, estos residuos serán recolectados por una empresa autorizada y enviados al sitio de disposición final.

Durante la etapa de operación y mantenimiento, por cada edificio habrá un punto de acopio en donde se ubicarán contenedores para la separación de los residuos. Adicionalmente habrá un punto de recolección general para el retiro de los residuos por parte de servicios generales del municipio.

Respecto a los residuos sólidos urbano, se considera una generación per cápita de 0.944 kg/día/persona, por lo que en la etapa de preparación la estimación es de 17 kg/día, en tanto que en la etapa de construcción será de 392 kg/día. En la operación, se espera una generación de aproximadamente 3,482 kg/día.

2.8.2. Residuos Líquidos

Durante la etapa de preparación y construcción, se estima la generación de los 6,052 l/día de aguas residuales los primeros 10 meses. Las aguas residuales que se generen posteriormente serán enviadas a la red de drenaje municipal.

Durante la etapa de operación y mantenimiento del Proyecto, la descarga de aguas residuales se hará directamente a la red general la cual está conectada a la red municipal y se conduce a la planta de tratamiento.

Para la etapa de operación, la generación de aguas residuales irá aumentando poco a poco, se estima una generación de 139 m³ por día, volumen que irá aumentando hasta llegar a los 695 m³ por día en la última fase.

2.8.3. Residuos Peligrosos

Se estima que, durante las etapas de preparación y construcción del Proyecto los residuos peligrosos que se podrían generar se deban a trapos o estopas impregnadas con grasas, aceites, thinner, pintura, esmaltes, lubricantes y baterías provenientes de mantenimiento menores de la maquinaria y equipos. Sin embargo, dado que todos estos equipos serán de personal subcontratado, se evitará que el mantenimiento de sus equipos se realice dentro del Proyecto. De cualquier manera, lo que se llegué a generar se le exigirá al contratista que se encargue de retirar los residuos generados y que les dé su adecuado manejo y disposición final de acuerdo con la normatividad aplicable. En caso de necesitar un mantenimiento mayor a la maquinaria, se realizará en talleres ubicados en las localidades cercanas, para evitar posible contaminación al suelo dentro del Proyecto.

Los residuos peligrosos que se generarán por la operación del Proyecto se deberán a las actividades de mantenimiento y serán, thinner, sobrantes de pintura, esmaltes, aceites y lubricantes, estopas impregnadas, aceites quemados en pequeñas cantidades.

Estos residuos serán confinados temporalmente en contenedores de plástico o metal (según corresponda) debidamente identificados, en el área asignada para el acopio temporal de residuos, para que posteriormente sean recolectados por una empresa especializada y autorizada para su manejo y disposición final.

El Proyecto contará con un pequeño almacén temporal para el acopio de los residuos peligrosos generados durante la etapa de preparación y construcción del Proyecto, como son restos de thinner, sobrantes de pintura, esmaltes, aceites, lubricantes y estopas impregnadas, dentro de este almacén se contará con contenedores herméticos en donde se colocarán dichos residuos. Así como para el almacenamiento de combustibles y residuos líquidos. Este almacén cumplirá con las indicaciones señaladas en los instrumentos legales aplicables en materia de residuos peligrosos, como son:

- Se encontrará en áreas destinadas para aprovechamiento y alejado de las áreas de conservación.
- Se ubicará en donde se reduzcan los riesgos por posibles emisiones, fugas, incendios, explosiones e inundaciones.
- Se construirá con materiales impermeables y deberá estar techado.
- Deberá contar con canaletas y muros de contención de derrames.
- Contará con señalamientos y letreros alusivos a la peligrosidad y los riesgos de los materiales almacenados.
- Contará con extintores según los residuos y materiales que se almacenen en sitio.

2.8.4. Generación de Gases de Efecto Invernadero

Por la naturaleza propia del Proyecto se espera la generación de gases de efecto Invernadero (GEI) que, de acuerdo con su alcance, la fuente de generación podrá ser directa e Indirecta. En Tabla 2. 40 se presentan los procesos en los cuales se espera la generación de GEI según la etapa de implementación, así como el tipo de gases que se podrían generar.

Tabla 2. 40. Generación de GEI por el Proyecto.

Alcance	Preparación	Construcción	Operación
Directo	Se deberán a la combustión de los combustibles (diésel y gasolina) requeridos para la operación de la maquinaria y equipo que se usarán para el acondicionamiento del terreno.	Combustión del combustible (diésel y gasolina) requerido para la operación de la maquinaria y equipo usado para la construcción del Proyecto.	Combustión del gas LP utilizado para las cocinas y baños de las amenidades y los departamentos, así como el funcionamiento de los restaurantes.
GEI-D	CO ₂ , CH ₄ y N ₂ O	CO ₂ , CH ₄ y N ₂ O	CO ₂ , CH ₄ y N ₂ O
Indirecto	Generados por el consumo de energía eléctrica que se utilizará para la iluminación del predio. Durante esta etapa se utilizará maquinaria para la limpieza y nivelación del predio.	Consumo de energía eléctrica utilizada para abastecer las instalaciones provisionales del Proyecto y la iluminación provisional.	Consumo de energía eléctrica para la operación del Proyecto. La cual será suministrada por la red de energía eléctrica de CFE.
GEI-I	CO ₂ , CH ₄ y N ₂ O	CO ₂ , CH ₄ y N ₂ O	CO ₂ , CH ₄ y N ₂ O

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

$$E_{CO_2} = VC \times PC \times FE_{CO_2}$$

$$E_{CH_4} = VC \times PC \times FE_{CH_4}$$

$$E_{N_2O} = VC \times PC \times FE_{N_2O}$$

Donde:

E_{CO_2} Emisiones de dióxido de carbono en toneladas [t]

E_{CH_4} Emisiones de metano en kilogramos [kg]

E_{N_2O} Emisiones de óxido nitroso en kilogramos [kg]

VC Consumo de combustible al año en litros [L] o metros cúbicos [m³]

PC Poder calorífico de cada combustible [MJ/L o MJ/m³]

FE Factor de emisión de cada gas [t/MJ o Kg/MJ]

El factor de emisión de cada gas se tomó de los valores establecidos en el Artículo Sexto, Fracción 2, del Acuerdo (DOF, 2015), sus valores se enlistan en la Tabla 2. 41.

Tabla 2. 41. Factores para el cálculo de emisiones directas e indirectas de GEI.

Combustible	CO ₂ (t/MJ)	CH ₄ (t/MJ)	N ₂ O (t/MJ)
Diesel	7.41 E-05	4.15 E-06	2.86 E-06
Gasolina y naftas	6.93 E-05	5.00 E-05	2.00 E-6

Dicho Acuerdo también señala que para la estimación de la emisión indirecta por consumo de electricidad se aplicará la siguiente fórmula:

$$E_{CO_2e} = W_{Elect} \times FE_{Elect}$$

Donde:

E_{CO_2e}	Emisiones de dióxido de carbono equivalente proveniente del consumo de energía eléctrica [t CO ₂ e]
W_{Elect}	Consumo de energía eléctrica [MWh]
FE_{Elect}	Factor de emisión por consumo de energía eléctrica [t CO ₂ /MWh]

El FE_{Elect} que se deberá usar es el que publique año con año la SEMARNAT, que, de acuerdo con su último reporte de 2020, el factor de emisión eléctrico corresponde a **0.494 tCO₂e / MWh**.

A partir de la aplicación de las fórmulas y factores anteriores, en la Tabla 2. 42 se presentan las estimaciones de la cantidad de emisiones de GEI que se generarán durante las diferentes etapas de implementación del Proyecto.

Tabla 2. 42. Estimación de la generación de gases de efecto invernadero por etapa del Proyecto.

Preparación					
Combustible	Consumo (l/año)	CO ₂ (t/MJ)	CH ₄ (t/MJ)	N ₂ O (t/MJ)	Emisiones anuales GEI (tCO ₂ e/año)
Diesel	2,880	8.04	0.00	0.00	8.16
Gasolina	4,320	9.92	0.00	0.00	10.33
Electricidad	Consumo (Kwh/año)	Emisiones anuales GEI (tCO ₂ e/año)			
Consumo	240	0.118			
Construcción					
Combustible	Consumo (l/año)	CO ₂ (t/MJ)	CH ₄ (t/MJ)	N ₂ O (t/MJ)	Emisiones anuales GEI (tCO ₂ e/año)
Diesel	6,720	18.76	0.00	0.00	19.05
Gasolina	10,080	23.16	0.01	0.00	24.09
Electricidad	Consumo (Kwh/año)	Emisiones anuales GEI (tCO ₂ e/año)			
Consumo	279.48	0.138			
Operación y mantenimiento					
Combustible	Consumo (l/año)	CO ₂ (t/MJ)	CH ₄ (t/MJ)	N ₂ O (t/MJ)	Emisiones anuales GEI (tCO ₂ e/año)
Gas LP	1,800,000	2,966.99	2.92	0.01	3,051.01
Electricidad	Consumo (Kwh/año)	Emisiones anuales GEI (tCO ₂ e/año)			
Consumo	303.38	0.149			



CORAZÓN CIUDAD MAYAKOBA

CAPÍTULO 3. VINCULACIÓN CON LOS INSTRUMENTOS DE PLANEACIÓN Y ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES

Contenido

CAPÍTULO 3. VINCULACIÓN CON LOS INSTRUMENTOS DE PLANEACIÓN Y ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES	3
3.1. Introducción	3
3.2. Antecedentes Ciudad Mayakoba (antes El Ximbal)	10
3.2.1. Antecedentes Corazón Ciudad Mayakoba	11
3.3. Información General del Proyecto.....	13
3.4. Vinculación con los Ordenamientos Jurídicos Aplicables.....	15
3.4.1. Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.....	15
3.4.2. Tratados Internacionales.....	17
3.4.2.1. Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático.....	18
3.4.2.2. Declaración de Río sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo.....	19
3.4.2.3. Protocolo Adicional a la Convención Americana sobre Derechos Humanos en materia de Derechos Económicos, Sociales Y Culturales, Protocolo de San Salvador	19
3.4.3. Leyes Generales y Federales.....	20
3.4.3.1. Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.....	21
3.4.3.2. Ley General de Vida Silvestre.....	26
3.4.3.3. Ley Federal de Responsabilidad Ambiental	27
3.4.3.4. Ley General del Cambio Climático.....	27
3.4.3.5. Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.....	29
3.4.3.6. Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos	30
3.4.4. Reglamentos de Leyes.....	33
3.4.4.1. Reglamento de la LGEEPA en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental.....	33
3.4.4.2. Reglamento de la Ley General de Vida Silvestre	34
3.4.4.3. Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable	35
3.4.4.4. Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos	36
3.4.5. Leyes y Reglamentos Estatales	37
3.4.5.1. Ley del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente del Estado de Quintana Roo.....	37
3.4.5.2. Programa Estatal de Acción ante el Cambio Climático en Quintana Roo.....	37
3.4.5.3. Ley para la Prevención y la Gestión Integral de Residuos del Estado de Quintana Roo	38
3.4.5.4. Reglamento de Construcción del Municipio del Municipio de Solidaridad	38
3.4.6. Planes y Programas Sectoriales y de Desarrollo.....	39
3.4.6.1. Plan Nacional de Desarrollo.....	39
3.4.6.2. Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales	40
3.4.7. Ordenamientos Territoriales	41

3.4.7.1. Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio	41
3.4.7.2. Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe.....	46
3.4.7.3. Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Solidaridad.....	59
3.4.8. Planes y Programas de Desarrollo Urbano	85
3.4.8.1. Plan Municipal de Desarrollo 2018-2021 del Municipio de Solidaridad, Quintana Roo	85
3.4.8.2. Programa Parcial de Desarrollo Urbano El Jesusito.....	86
3.4.9. Áreas Naturales Protegidas.....	93
3.4.10. Regiones y Sitios Prioritarios de la Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad	95
3.4.10.1. Regiones Hidrológicas Prioritarias	96
3.4.10.2. Regiones Terrestres Prioritarias.....	98
3.4.10.3. Regiones Marinas Prioritarias	99
3.4.10.4. Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves	101
3.4.10.5. Sitios Prioritarios	102
3.4.11. Sitios Ramsar	104
3.4.12. Normas Oficiales Mexicanas	105
3.4.12.1. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010.....	109
3.5. Conclusión Legal	110

CAPÍTULO 3. VINCULACIÓN CON LOS INSTRUMENTOS DE PLANEACIÓN Y ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES

3.1. Introducción

La empresa [REDACTED] (en adelante la Promovente) con fundamento en lo dispuesto por los artículos 28 fracciones VII, IX y X de la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente; 5º incisos O) Fracción I, Q) y R), 9, 10 Fracción I, 11, 13, 14 de su Reglamento en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental; 93 de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y 141 de su Reglamento; así como en 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” emitido por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales y publicado el 22 de diciembre de 2010 en el Diario Oficial de la Federación, somete a evaluación de esa H. Autoridad Ambiental el Documento Técnico Unificado modalidad B Regional (DTU-BR) respecto del proyecto denominado “Corazón Ciudad Mayakoba” (en adelante denominado como el Proyecto).

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

De igual forma, dicho artículo en sus fracciones VII, IX y X, señala que deberán obtener la autorización de impacto ambiental quienes pretendan llevar a cabo las siguientes obras: i) cambio de uso de suelo en terrenos forestales; ii) desarrollos inmobiliarios que afecten los ecosistemas costeros; y, iii) obras y actividades en humedales, ecosistemas costeros, lagunas, ríos, lagos y esteros conectados con el mar, así como en sus litorales o zonas federales.

En ese mismo sentido, lo establece el Reglamento de la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de evaluación del impacto ambiental en su Artículo 5º incisos O), Q), y R).

Se transcriben dichas disposiciones para pronta referencia.

De la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente:

Artículo 28.- La evaluación del impacto ambiental es el procedimiento a través del cual la Secretaría establece las condiciones a que se sujetará la realización de obras y actividades que puedan causar desequilibrio ecológico o rebasar los límites y condiciones establecidos en las disposiciones aplicables para proteger el ambiente y preservar y restaurar los ecosistemas, a fin de evitar o reducir al mínimo sus efectos negativos sobre el medio ambiente. Para ello, en los casos en que determine el Reglamento que al efecto se expida, quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización en materia de impacto ambiental de la Secretaría:

[...]

VII. Cambios de uso del suelo de áreas forestales, así como en selvas y zonas áridas;

[...]

IX. Desarrollos inmobiliarios que afecten los ecosistemas costeros;

X.- Obras y actividades en humedales, ecosistemas costeros, lagunas, ríos, lagos y esteros conectados con el mar, así como en sus litorales o zonas federales. En el caso de actividades pesqueras, acuícolas o agropecuarias se estará a lo dispuesto por la fracción XII de este artículo;

[...]

Del Reglamento de la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de evaluación del impacto ambiental:

Artículo 5o.- Quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización de la Secretaría en materia de impacto ambiental...

O) CAMBIOS DE USO DEL SUELO DE ÁREAS FORESTALES, ASÍ COMO EN SELVAS Y ZONAS ÁRIDAS:

I. Cambio de uso del suelo para actividades agropecuarias, acuícolas, de desarrollo inmobiliario, de infraestructura urbana, de vías generales de comunicación o para el establecimiento de instalaciones comerciales, industriales o de servicios en predios con vegetación forestal, con excepción de la construcción de vivienda unifamiliar y del establecimiento de instalaciones comerciales o de servicios en predios menores a 1000 metros cuadrados, cuando su construcción no implique el derribo de arbolado en una superficie mayor a 500 metros cuadrados, o la eliminación o fragmentación del hábitat de ejemplares de flora o fauna sujetos a un régimen de protección especial de conformidad con las normas oficiales mexicanas y otros instrumentos jurídicos aplicables...

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 ...

R) OBRAS Y ACTIVIDADES EN HUMEDALES, MANGLARES, LAGUNAS, RÍOS, LAGOS Y ESTEROS CONECTADOS CON EL MAR, ASÍ COMO EN SUS LITORALES O ZONAS FEDERALES:

I. Cualquier tipo de obra civil, con excepción de la construcción de viviendas unifamiliares para las comunidades asentadas en estos ecosistemas, y

II. Cualquier actividad que tenga fines u objetivos comerciales, con excepción de las actividades pesqueras que no se encuentran previstas en la fracción XII del artículo 28 de la Ley, y que de acuerdo con la Ley General de Pesca y Acuicultura Sustentables y su reglamento no requieren de la presentación de una manifestación de impacto ambiental, así como de las de navegación, autoconsumo o subsistencia de las comunidades asentadas en estos ecosistemas.

En virtud de lo anterior, se desprende que las obras y/o actividades que mi representada pretende realizar para el desarrollo de su Proyecto, se encuentran previstas en las fracciones VII, IX y X del artículo 28 de la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, y en los incisos O) fracción I, Q) y R), de su Reglamento en materia de evaluación del impacto ambiental. Por lo que, dando cabal cumplimiento a lo establecido en dichas disposiciones jurídicas, mi representada somete el Proyecto a evaluación de esa H. Autoridad.

Ahora bien, el artículo 10 del Reglamento de la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de evaluación del impacto ambiental, establece que las manifestaciones de impacto ambiental deberán presentarse ya sea en su modalidad regional, o bien, en su modalidad particular.

Y para tal efecto, el artículo 11 del ordenamiento en cita, señala que las manifestaciones de impacto ambiental se presentarán en su modalidad regional cuando se trate de: i) 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; ii) 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; iii) **Un conjunto de proyectos de obras y actividades que pretendan realizarse en una región ecológica determinada;** y, iv) 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.

Se transcribe el contenido de dichas disposiciones para pronta referencia:

Artículo 10.- Las manifestaciones de impacto ambiental deberán presentarse en las siguientes modalidades:

- I. Regional, o*
- II. Particular.*

Artículo 11.- Las manifestaciones de impacto ambiental se presentarán en la modalidad regional cuando se trate de:

- I. 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;*
- II. 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;*
- III. Un conjunto de proyectos de obras y actividades que pretendan realizarse en una región ecológica determinada, y***
- IV. 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.

En virtud de lo anterior, se desprende que el Proyecto de mi representada encuadra en lo dispuesto por los artículos 10 fracción I y 11 del Reglamento de la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de evaluación del impacto ambiental, toda vez que el Proyecto que mi representada pretende realizar trata de un conjunto de obras y actividades que se pretenden realizar en una región ecológica determinada.

Por lo que, dando cabal cumplimiento a lo dispuesto por los artículos 10 fracción I y 11 del Reglamento de la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de evaluación del impacto ambiental se presenta el Documento Técnico Unificado en su modalidad regional.

Por otro lado, el artículo 93 de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable señala que la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales 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.

A su vez, el artículo 141 del Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, establece el contenido que deberán tener los Estudios Técnicos Justificativos.

Se transcriben dichas disposiciones jurídicas para pronta referencia:

De la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable:

Artículo 93. 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.

Del Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable:

Artículo 141. Los estudios técnicos justificativos a que se refiere el artículo 93 de la Ley, deberán contener, por lo menos, lo siguiente:

I. Descripción del o los usos que se pretendan dar al terreno;

II. Ubicación y superficie total del o los polígonos donde se pretenda realizar el Cambio de uso del suelo en los Terrenos forestales, precisando su localización geográfica en los planos del predio correspondiente, los cuales estarán georeferenciados y expresados en coordenadas UTM;

III. Descripción de los elementos físicos y biológicos de la Cuenca hidrográfica, subcuenca y microcuenca, donde se encuentra ubicada la superficie solicitada incluyendo clima, tipos de suelo, topografía, hidrografía, geología y la composición y estructura florística por tipos de vegetación y composición de grupos faunísticos;

- IV. 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 y de fauna;*
- V. Un análisis comparativo de la composición florística y faunística del área sujeta a Cambio de uso de suelo en Terrenos forestales con relación a los tipos de vegetación del ecosistema de la cuenca, subcuenca o microcuenca hidrográfica, que permita determinar el grado de afectación por el Cambio de uso de suelo en Terrenos forestales;*
- VI. Un análisis comparativo de las tasas de erosión de los suelos, así como la calidad, captación e infiltración del agua, en el área solicitada respecto a las que se tendrían después de la remoción de la Vegetación forestal;*
- VII. Estimación del volumen en metros cúbicos, por especie y por predio, de las Materias primas forestales derivadas del Cambio de uso del suelo;*
- VIII. Plazo propuesto y la programación de las acciones para la ejecución del Cambio de uso de suelo;*
- 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;*
- X. Medidas de prevención y mitigación por la afectación sobre los Recursos forestales, el suelo, el agua, la flora y fauna silvestres aplicables durante las distintas etapas de desarrollo del Cambio de uso de suelo;*
- XI. Servicios ambientales que serán afectados por el Cambio de uso de suelo propuesto;*
- XII. Análisis que demuestren que la biodiversidad de los ecosistemas que se verán afectados por el Cambio del uso de suelo se mantenga;*
- XIII. Datos de inscripción en el Registro del Prestador de Servicios forestales que haya elaborado el estudio, y del que estará a cargo de la ejecución del Cambio de uso de suelo;*
- XIV. Aplicación de los criterios establecidos en los programas de ordenamiento ecológico del territorio en sus diferentes categorías, las normas oficiales mexicanas y demás disposiciones jurídicas aplicables, y*
- XV. Los demás requisitos que establezcan otras disposiciones jurídicas.*

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 georeferenciado 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.

Para efectos de lo previsto en la fracción XIV del presente artículo, los interesados identificarán los criterios de los programas de ordenamiento ecológico que emitan las autoridades competentes de los tres órdenes de gobierno, atendiendo al uso que se pretende dar al Terreno forestal.

En virtud de lo anterior, y ya que el Proyecto que pretende realizar mi representada contempla el cambio de uso de suelo en terrenos forestales, le resulta aplicable lo dispuesto en los artículos transcritos en el párrafo inmediato anterior.

Derivado de lo anterior, y toda vez que se desprende que el Proyecto que pretende realizar mi representada requiere de la Autorización de Impacto Ambiental y de la Autorización de Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales¹, con fundamento en lo dispuesto por el artículo 14 del Reglamento de la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de evaluación del impacto ambiental, así como por lo dispuesto por el numeral DÉCIMO del “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” emitido por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales y publicado el 22 de diciembre de 2010 en el Diario Oficial de la Federación², mi representada presenta en este documento la información relativa a ambos proyectos.

De igual forma y de conformidad con lo dispuesto por los numerales PRIMERO y SEGUNDO fracción V del multicitado “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” emitido por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales y publicado el 22 de diciembre de 2010 en el Diario Oficial de la Federación, **se desprende que el proyecto de mi representada encuadra en la “modalidad B”**, lo anterior, al tratarse de un Proyecto que comprende tanto las obras y actividades descritas en la fracción VII del artículo 28 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, como las descritas en las fracciones IX y X de dicho Ordenamiento y que, a su vez, requiere de la autorización de cambio de uso de suelo en terrenos forestales prevista en el artículo 93 de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.

¹ Lo anterior de conformidad con lo dispuesto por los artículos 28 fracciones VII, IX y X de la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente; 5º incisos O) fracción I, Q) y R) de su Reglamento en materia de evaluación del impacto ambiental; 93 de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y 141 de su Reglamento.

² DECIMO. Los trámites unificados, objeto del presente Acuerdo, se llevarán a cabo en un procedimiento único el cual se desarrollará conforme a las etapas y plazos establecidos para la evaluación del impacto ambiental descritos en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y su Reglamento en materia de Evaluación del Impacto Ambiental.

En el caso del trámite unificado de cambio de uso de suelo forestal, en sus modalidades A y B, una vez integrado el expediente respectivo y paralelamente al procedimiento descrito en el artículo 34 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, la Autoridad Resolutora enviará copia del documento técnico unificado al Consejo Estatal Forestal que corresponda, para que emita su opinión dentro del plazo de diez días hábiles siguientes a su recepción.

Transcurrido el plazo a que se refiere el párrafo anterior, dentro de los cinco días hábiles siguientes, notificará al interesado de la visita técnica al predio objeto de la solicitud, misma que deberá efectuarse en un plazo de quince días hábiles, contados a partir de la fecha en que surta efectos la notificación.

Concluido el procedimiento, la Autoridad Resolutora otorgará la autorización, una vez que el interesado haya realizado el depósito a que se refiere el artículo 118 de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.

El trámite será desechado en caso de que el interesado no acredite el depósito a que se refiere el párrafo anterior dentro de los treinta días hábiles siguientes a que surta efectos la notificación.

Una vez acreditado el depósito, la Secretaría expedirá la autorización correspondiente dentro de los diez días hábiles siguientes. Transcurrido este plazo sin que la Secretaría otorgue la autorización, ésta se entenderá concedida.

Se transcriben dichas disposiciones para pronta referencia:

Del Reglamento de la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de evaluación del impacto ambiental:

Artículo 14.- Cuando la realización de una obra o actividad que requiera sujetarse al procedimiento de evaluación de impacto ambiental involucre, además, el cambio de uso del suelo de áreas forestales y en selvas y zonas áridas, los promoventes podrán presentar una sola manifestación de impacto ambiental que incluya la información relativa a ambos proyectos.

Del 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” emitido por la Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales y publicado el 22 de diciembre de 2010 en el Diario Oficial de la Federación:

PRIMERO. *Se establecen los trámites unificados de aprovechamiento forestal y de cambio de uso de suelo forestal, este último en sus modalidades A y B, los cuales son opcionales para los interesados y, por lo tanto, no anulan o limitan el derecho de éstos para solicitar las autorizaciones de aprovechamiento de recursos forestales, de cambio de uso de suelo forestal y en materia de impacto ambiental de manera separada.*

SEGUNDO. *Para los efectos del presente Acuerdo se entenderá por:*

[...]

V. Trámite unificado de cambio de uso de suelo forestal, modalidad B: es el que integra en un solo procedimiento administrativo el trámite relativo a la autorización en materia de impacto ambiental para la obras y actividades señaladas en la fracción VII más las descritas en cualquier otra fracción del artículo 28 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, excepto la prevista en la fracción V de dicho numeral y el trámite de autorización de cambio de uso de suelo forestal a que se refiere el artículo 117 de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.

[...]

En virtud de todo lo anterior, y con fundamento en lo dispuesto por los artículos 28 fracciones VII, IX y X de la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente; 5º incisos O) fracción I, Q) y R), 9, 10 fracción I, 11, 13, 14 de su Reglamento en materia de evaluación del impacto ambiental; 93 de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y 141 de su Reglamento; así como en 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” emitido por la Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales y publicado el 22 de diciembre de 2010 en el Diario Oficial de la Federación, mi representada somete a evaluación de esa H. Autoridad Ambiental el Documento Técnico Unificado modalidad B Regional (**DTU-BR**) respecto del Proyecto.

3.2. Antecedentes Ciudad Mayakoba (antes El Ximbal)

El proyecto Ciudad Mayakoba tiene su origen en el Desarrollo Turístico Mayalumil, autorizado de forma condicionada mediante el oficio D.O.O.DGOEIA 02750, con fecha del 24 de junio de 1998, emitido por la entonces Dirección General de Ordenamiento Ecológico e Impacto Ambiental (DGOEIA) del Instituto Nacional de ecología (INE).

El 7 de febrero de 2012, se solicitó a la Dirección General de Impacto y Riesgo Ambiental (DGIRA) la modificación de las resoluciones favorables de impacto ambiental otorgadas a [REDACTED] desde 1998 y hasta 2011 (Oficios D.O.O.DGOEIA 02750 de 24 de junio de 1998, DGOEIA 03085 de 15 de julio de 1998, SGPA/DGIRA.DEI.2103.04 de 20 de agosto de 2004, SGPA/DGIRA.DEI.2631.04 de 23 de septiembre de 2004, SGPA/DGIRA/DG/8818/10 de 9 de diciembre de 2010 y SGPA/DGIRA.DG.8422 de 4 de noviembre de 2011). El propósito de dicha modificación, entre otros, fue el trasladar el compromiso ambiental, adquirido por la promovente, de conservar 189.002 hectáreas de selva en el predio del proyecto, al predio Esperanza Limones, ubicado en el sur del Estado de Quintana Roo.

La DGIRA, acordó favorablemente esta modificación y a través de la resolución TERCERA del oficio S.G.P.A./D.G.I.R.A./D.G./2427, de 27 de marzo de 2012, notificado el 3 de abril de 2012, autorizó el traslado del compromiso ambiental adquirido por [REDACTED] para conservar las 189.002 hectáreas en el predio rústico denominado Esperanza Limones. Para dar cumplimiento a lo establecido en el citado oficio, se acreditó mediante escritura pública la propiedad del predio Esperanza Limones; se presentó una escritura pública mediante la cual se hace patente la declaración unilateral de voluntad que expresa el compromiso de [REDACTED] de conservar 200 ha, así como un certificado expedido por el Registro Público de la Propiedad y del Comercio del Estado de Quintana Roo, que contenía la anotación de que el lote 04 del predio Esperanza Limones, sería destinado a su conservación y la de los ecosistemas presentes en el predio, aun cuando futuros instrumentos urbanos o ambientales permitieran su desarrollo. Esta información fue presentada ante la Dirección General de Impacto y Riesgo Ambiental el 22 de noviembre de 2012.

El proyecto Ciudad Mayakoba correspondió a la propuesta de desarrollo al interior del predio El Jesusito que se deriva justamente del acuerdo favorable de modificación de los oficios D.O.O.DGOIA 02750 de 24 de junio de 1998, DGOEIA 03085 de 15 de julio de 1998, SGPA/DGIRA.DEI.2103.04 de 20 de agosto de 2004, SGPA/DGIRA.DEI.2631.04 de 23 de septiembre de 2004, SGPA/DGIRA/DG/8818/10 de 9 de diciembre de 2010 y SGPA/DGIRA.DG.8422 de 4 de noviembre de 2011, contenida en el oficio S.G.P.A./D.G.I.R.A./D.G./2427 y por tanto está asociado a la conservación de 200 ha de selva en el predio denominado Esperanza Limones.

3.2.1. Antecedentes Corazón Ciudad Mayakoba

El proyecto “Corazón Ciudad Mayakoba” tiene su origen en el Plan Maestro denominado Ciudad Mayakoba autorizado en materia de impacto ambiental mediante oficios número SGPA/DGIRA/DG/04219 de fecha 19 de junio del 2013. Dicho plan maestro contempla el desarrollo urbano orientado al producto de vivienda media plurifamiliar con servicios y al producto residencial con campo de golf, además del equipamiento necesario para su funcionamiento. Incluye la construcción de vialidades, red de agua potable, electricidad, telefonía, alcantarillado y drenaje pluvial, así como la delimitación de lotes para uso habitacional unifamiliar, turístico residencial, comercial, hotelero, de servicios turísticos recreativos, de equipamiento y de servicios de apoyo.

- El 11 de diciembre del 2012, se ingresó a evaluación de la Dirección de General de Impacto y Riesgo Ambiental (DGIRA) la Manifestación de Impacto Ambiental Regional del proyecto denominado “El Ximbal” al cual se le asignó la clave 23QR2012T0048.
- La secretaria del Medio Ambiente y Recursos Naturales autorizó de manera condicionada mediante el oficio resolutivo SGPA/DGIRA/DG/04219 de fecha 19 de junio del 2013 (Anexo 3.1). El proyecto consistente en un conjunto de obras y actividades para el desarrollo urbano, orientado al producto de vivienda media plurifamiliar y al producto residencial con un total de 17,167 viviendas (habitacional, residencial y comercial) en 91 macro lotes, un campo de golf de 18 hoyos con siete lagos artificiales impermeabilizados, área deportiva, casa club, y taller de mantenimiento, así como un vivero, 8 tipos de vialidad, una planta desaladora de ósmosis inversa, una planta de tratamiento de aguas residuales, sistema eléctrico y servicios para telecomunicaciones, en un predio con una superficie de 409.25 hectáreas.
- El 18 de diciembre del 2013, la Promovente solicitó a DGIRA la modificación de los Términos Primero y Segundo, así como del programa calendarizado de trabajo para la ejecución del proyecto denominado “El Ximbal” autorizados en el oficio resolutivo SGPA/DGIRA/DG/04219 de fecha 19 de junio del 2013.
- El 16 de enero del 2014, a través del oficio número SGPA/DGIRA/DG/0389, esta DGIRA autorizó la modificación del Término Primero inciso 2, referente a que la etapa 1 de la fase 2 se ejecutaría simultáneamente a la Etapa 1 de la fase 1; asimismo, autorizó la modificación del Término Segundo por un plazo de 26 años y 3 meses, con un programa calendarizado de trabajo dividido en cuatro fases, con cuatro etapas cada uno, para la preparación del sitio y construcción del proyecto.
- El 14 de agosto del 2015, la Promovente solicitó a esta DGIRA la modificación del programa general de trabajo y del Término Primero inciso 2 del oficio resolutivo SGPA/DGIRA/DG/04219 de fecha 19 de junio del 2013.
- El 26 de agosto del 2015, a través del oficio No. SGPA/DGIRA/DG/5758, DGIRA autorizó la modificación solicitada para el proyecto, consistente en anticipar el inicio de la etapa 2 de la fase 1, conforme al programa general de trabajo, realizando durante esa etapa la construcción de algunos tramos de las vialidades tipo 1, 2 y 3.

- El 11 de abril del 2016, se recibió en la Dirección General de Impacto y Riesgo Ambiental, el escrito sin número a la fecha de su presentación, a través del cual la Promovente solicitó la modificación del proyecto denominado “El Ximbal” el cual fue autorizado de manera condicionada a través del oficio No. SGPA/DGIRA/DG/04219 de fecha 19 de junio del 2013.
- El 19 de abril del 2016, mediante el oficio número SGPA/DGIRA/DG/2553 esta DGIRA determinó solicitar información adicional al Promovente, a fin de que aclarara, profundizara o desarrollara, según fuera el caso, diversos aspectos relacionados con la modificación del proyecto; oficio que fue notificado el 21 de abril del 2016. El 6 de mayo del 2016, se recibió escrito a la fecha de su presentación, a través del cual la Promovente ingresó la información adicional solicitada.
- Que el 11 de mayo del 2016, se recibió en esta DGIRA vía correo electrónico información complementaria con relación a la modificación del proyecto, misma que fue ingresada físicamente en esa misma fecha en la Delegación Federal de esta Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales en el estado de Quintana Roo. Esta solicitud de modificación del proyecto puesta a consideración por la Promovente consistía en: El cambio de trayectoria del corredor biológico en lotes L10 y L36, la modificación de la ubicación y superficie del derecho de vía de Comisión Federal de Electricidad, un ajuste de la nomenclatura y superficie de las vialidades y ajuste de la zonificación y redistribución de los lotes, así como el ajuste de los parámetros urbanísticos; y la modificación del Programa General de Trabajo.
- El 12 de mayo de 2016 la DGIRA emitió el oficio resolutivo SGPA/DGIRA/DG/03246 mediante el cual resolvió autorizar las modificaciones solicitadas (Anexo 3.2).
- El 23 de noviembre de 2018, se ingresó a esta Dirección el trámite de modificación del proyecto, solicitando la redistribución de obras y lotes, así como el cambio de nombre del proyecto, pasando de “El Ximbal”, a “Ciudad Mayakoba”. Esta modificación fue autorizada mediante el oficio número SGPA/DGIRA/DG/09500 de fecha 07 de diciembre de 2018 (Anexo 3.3).
- El 01 de octubre de 2020 se ingresó a esta Dirección el trámite de modificación para la relocalización de usos y destinos del suelo e intercambio de potencialidades de edificación del plan maestro Ciudad Mayakoba. Esta modificación fue autorizada mediante oficio SGPA/DGIRA/DG/04903 de fecha 15 de octubre de 2020 (Anexo 3.4).
- El 04 de mayo de 2021 se ingresó a esta Dirección el trámite de modificación del proyecto, para el cambio de uso de suelo habitacional (HP-1) de los Lotes denominados 13 y 32 (Lotes 03 y 08, manzana 01) a uso de suelo mixto comercial (MC-1), sin modificar la densidad autorizada en el oficio de autorización. Esta modificación fue autorizada mediante oficio SGPA/DGIRA/DG/02437 de fecha 19 de junio de 2021 (Anexo 3.5).
- El 10 de marzo de 2022 se ingresó a esta Dirección el trámite de modificación del proyecto, para la reubicación de las tres obras distribuidas en el lote 38 hacia áreas autorizadas en materia de cambio de uso de suelo en terrenos forestales dentro del mismo lote 38, así como el desistimiento de la construcción de las dos obras localizada en el lote 68, dejando a salvo los derechos de poder aprovechar las superficies de las obras objeto de la modificación. Esta modificación fue autorizada mediante oficio SGPA/DGIRA/DG-01896-22.

Hasta la fecha se han presentado de manera oportuna los Informes de Cumplimiento de Términos y Condicionantes ante su H. Autoridad, cumpliendo con las obligaciones legales y ambientales que se han plasmado en los diversos oficios resolutivos del proyecto Ciudad Mayakoba, otrora, “El Ximbal”.

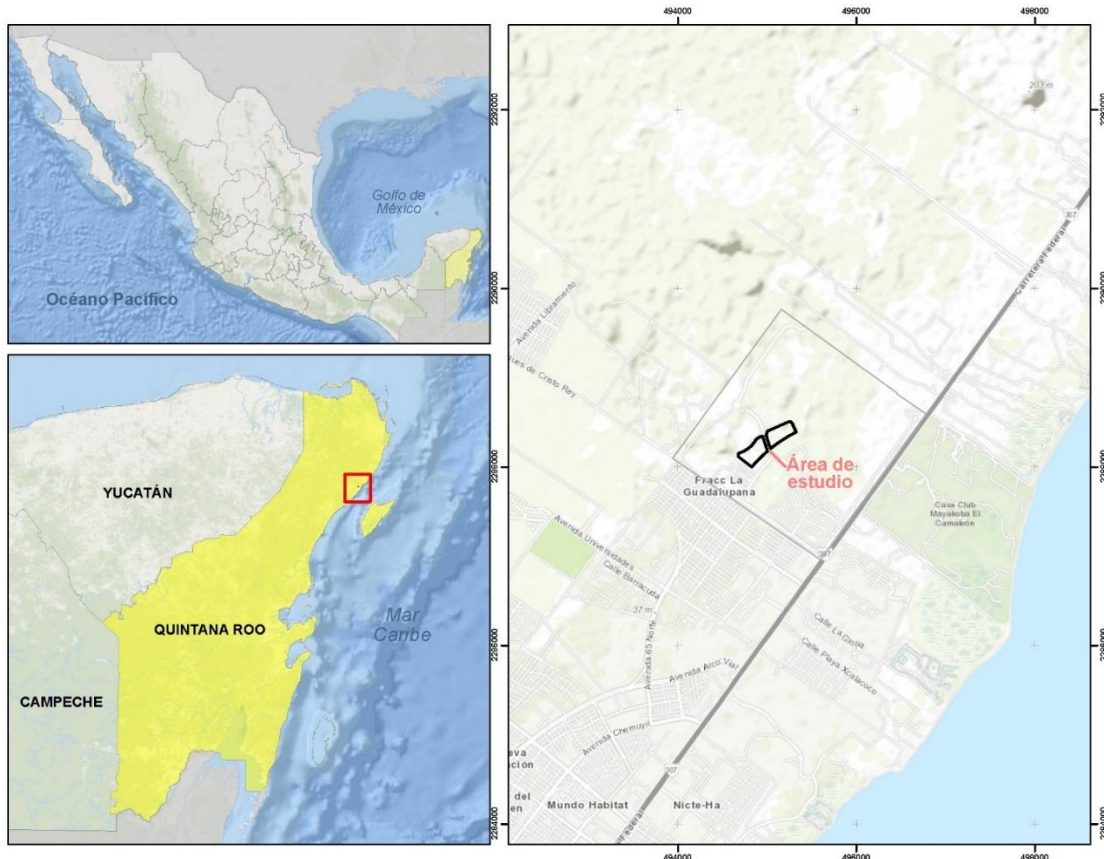
El predio donde se ejecutará el Proyecto, se ubica en el kilómetro 298 de la Carretera Federal 307, Reforma Agraria-Puerto Juárez, en la zona norponiente de la ciudad Playa del Carmen, Municipio de Solidaridad, en el estado de Quintana Roo. A su vez, éste se inserta en el macroproyecto autorizado en materia de impacto ambiental Ciudad Mayakoba.

El proyecto denominado “Corazón Ciudad Mayakoba” consiste en el desarrollo urbano orientado al producto de vivienda plurifamiliar (multifamiliar) y lotes comerciales, diseñado en armonía con el medio ambiente, incluyendo extensas áreas verdes a las que se integre la infraestructura adecuada para llevar a cabo las actividades requeridas y contempladas en el plan maestro Ciudad Mayakoba.

3.3. Información General del Proyecto

El Proyecto se ubica a la altura del kilómetro 299 de la carretera Federal 307, Reforma Agraria – Puerto Juárez, en la zona norponiente de la Ciudad de Playa del Carmen, Municipio de Solidaridad en el Estado de Quintana Roo. Asimismo, se inserta en los lotes 13 y 32, del proyecto Ciudad Mayakoba (Figura 3. 1).

Figura 3. 1. Ubicación regional del Proyecto.



Las obras y actividades que engloban el Proyecto están contenidas en los conceptos que a continuación se enlistan, siendo estos detallados en el Capítulo 2 del DTU-BR.

- Torres (edificios)
- Estacionamiento
- Andadores
- Vialidades
- Casetas
- Bodegas
- Espejo de agua
- Áreas verdes
- Áreas de conservación

Conforme a lo establecido en la LGEEPA y su Reglamento en materia de Evaluación de Impacto Ambiental, el objetivo de este capítulo es analizar la vinculación y congruencia del Proyecto propuesto con los diferentes instrumentos de planeación y política ambiental de carácter Estatal, Federal y Municipal que resultan aplicables al Proyecto de acuerdo a su ubicación geográfica. Entre los instrumentos analizados se encuentran:

- Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.
- Tratados Internacionales.
 - Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático.
 - Declaración de Río Sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo
 - Protocolo Adicional a la Convención Americana sobre Derechos Humanos en Materia de Derechos Económicos, Sociales y Culturales, Protocolo de San Salvador.
- Leyes Generales y Federales, así como sus respectivos Reglamentos.
 - Ley General del Equilibrio Ecológico y al Protección al Ambiente y reglamentos aplicables.
 - Ley General de Vida Silvestre.
 - Ley Federal de Responsabilidad Ambiental.
 - Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y reglamentos aplicables.
 - Ley General de Cambio Climático.
 - Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.
- Leyes y Reglamentos Estatales.
 - Ley del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente del Estado de Quintana.
 - Programa Estatal de Acción ante el Cambio Climático en Quintana Roo.
 - Ley para la Prevención y la Gestión Integral de Residuos del Estado de Quintana Roo.
 - Reglamento de Construcción del Municipio de Solidaridad.
- Programas Sectoriales.
 - Plan Nacional de Desarrollo.
 - Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales.
- Instrumentos de Ordenamiento Ecológico.
 - Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio.
 - Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe.
 - Programa de Ordenamiento Ecológico Local del municipio de Solidaridad.
- Planes y Programas de Desarrollo Urbano.
 - Plan Municipal de Desarrollo 2018-2021 del Municipio de Solidaridad, Quintana Roo.
 - Programa Parcial de Desarrollo Urbano el Jesusito.

- Áreas Naturales Protegidas.
- Regiones y Sitios Prioritarios.
- Sitios RAMSAR.
- Normas Oficiales Mexicanas.
 - NOM-001-SEMARNAT-1996.
 - NOM-002-SEMARNAT-1996.
 - NOM-003-SEMARNAT-1997.
 - NOM-003-CONAGUA-1996.
 - NOM-052-SEMARNAT-2005.
 - NOM-054-SEMARNAT-1993.
 - NOM-061-SEMARNAT-2011.
 - NOM-076-SEMARNAT-2012.
 - NOM-077-SEMARNAT-1995.
 - NOM-080-SEMARNAT-1994.
 - NOM-081-SEMARNAT-1994.
 - NOM-085-SEMARNAT-2011.
 - NOM-138-SEMARNAT-SSA1-2012.
 - NOM-059-SEMARNAT-2010.
 - NOM-022-SEMARNAT-2003.
 - NOM-162-SEMARNAT-2012.
 - NOM-001-STPS-2008.
 - NOM-002-STPS-2010.
 - NOM-017-STPS-2008.
 - NOM-025-STPS-2008.
 - NOM-003-SEGOB-2011.

3.4. Vinculación con los Ordenamientos Jurídicos Aplicables

3.4.1. Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos

La Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos (CPEUM) de 1917 es la norma fundamental o Carta Magna de nuestro país, establecida para regir jurídicamente al mismo. Dentro de esta, se fijan y definen las relaciones tanto de coordinación, supra ordinación y de supra a subordinación; estableciendo los límites existentes entre estas.

Aunado a lo anterior, nuestra Carta Magna precisa las bases para el gobierno y la organización de las instituciones, así como los derechos y los deberes de la ciudadanía mexicana; separándose en dos apartados generales: La parte dogmática y la parte orgánica, siendo la primera la que establece los derechos y libertades con los que cuenta el pueblo mexicano, y la segunda, la que enuncia la organización de los poderes públicos con sus respectivas competencias.

La CPEUM señala en su artículo 133 lo siguiente:

“Artículo 133. Esta Constitución, las leyes del Congreso de la Unión que emanen de ella y todos los tratados que estén de acuerdo con la misma, celebrados y que se celebren por el Presidente de la República, con aprobación del Senado, serán la Ley Suprema de toda la Unión. Los jueces de cada entidad federativa se arreglarán a dicha Constitución, leyes y tratados, a pesar de las disposiciones en contrario que pueda haber en las Constituciones o leyes de las entidades federativas”.

En tal virtud, se entiende que la Ley Suprema del Estado está constituida por tres conceptos:

- La Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.
- Las Leyes Generales.
- Los Tratados Internacionales a los que México pertenezca.

De esta forma, la Constitución Federal y los Tratados Internacionales suscritos y ratificados por nuestro país en términos del anterior artículo transcrito, serán la norma suprema en el país. Esto se corrobora con el acuerdo del Pleno de la Suprema Corte de Justicia de la Nación que resolvió la Contradicción de Tesis del expediente 293/2011, en razón de que la interpretación previa afirmaba que los Tratados Internacionales debían ser considerados de forma subordinada a la Constitución, mientras que ahora -específicamente en materia de Derechos Humanos-, los Tratados y la Constitución se deben interpretar y observar de forma integral y no jerárquica.

El artículo 1º de nuestra Carta Magna establece que todos gozaremos de los derechos humanos reconocidos en esta Constitución y en los tratados internacionales de los que el Estado Mexicano sea parte. Una parte medular de este artículo, es que no se limita a otorgar derechos, sino que reconoce a los demás que existan en los tratados a los que México esté adherido. Con lo anterior en consideración, la gama de Derechos Humanos se extiende a distintos ordenamientos y Legislaciones cuyo fin es preservar, reconocer y fomentar los derechos inherentes del hombre.

En consecuencia, la empresa promovente del Proyecto se da por enterada de esto y manifiesta que como lo tomará en consideración en todo momento, respetando e impulsando derechos humanos plasmados tanto en la Constitución Federal, como en diversos instrumentos de la misma índole. De esta forma, el Proyecto tomará como directrices los siguientes derechos, citándolos de manera indicativa, más no limitativa:

- a) Derecho a la vida digna
- b) Derecho a la salud
- c) Derecho a un medio ambiente sano

Aunado a lo anterior, se manifiesta que se respetará al pie de la letra lo que establece el artículo 4º de nuestra Carta Magna, mismo que se transcribe a continuación:

Artículo 4º.

[...]Toda persona tiene derecho a un medio ambiente sano para su desarrollo y bienestar. El Estado garantizará el respeto a este derecho. El daño y deterioro ambiental generará responsabilidad para quien lo provoque en términos de lo dispuesto por la ley. [...]

De acuerdo a este enunciado, las personas deberán gozar el derecho a un medio ambiente sano para el desarrollo y bienestar, que, como derecho humano y fundamental, consagra el artículo 4º párrafo quinto de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, por lo que este se desarrolla en dos aspectos:

- a) La obligación de respetar preservar la sustentabilidad del entorno ambiental, que implica la no afectación ni lesión a este y,
- b) La obligación de las autoridades de vigilancia, conservación y garantía de que sean atendidas las regulaciones pertinentes.

Por lo tanto, en el presente Proyecto se reconoce y considera la necesidad de mantener un medio ambiente sano como un derecho humano y fundamental de todas las personas en los Estados Unidos Mexicanos. De esta manera, con la presentación de este documento, el análisis respectivo de las autoridades y la concordancia con los ordenamientos jurídicos dirigidos al medio ambiente; se asegura el respeto al derecho fundamental establecido en el artículo 4° de nuestra Carta Magna.

Asimismo, y conforme a lo establecido en el párrafo primero del Artículo 27, la Promovente mediante la presentación de este Documento Técnico Unificado, como legítimo propietario del predio del Proyecto se ha comprometido a cumplir con las modalidades que dicta el interés público a la propiedad privada. Esto se realiza a través del estricto cumplimiento de los criterios de regulación ecológica y urbanísticos, subordinando el ejercicio del derecho de propiedad a la aplicación de la legislación ambiental vigente y sometiendo el proceso de planificación del Proyecto a los más estrictos parámetros ambientales, con el fin de garantizar la conservación y continuidad de los ecosistemas presentes en el predio.

Finalmente, se da cumplimiento a lo establecido en el artículo 115, el cual establece que las entidades federativas adoptarán, para su régimen interior, la forma de gobierno republicano, representativo, democrático, laico y popular, teniendo como base de su división territorial y de su organización política y administrativa, el municipio libre, conforme a las bases siguientes:

[...]

V. Los Municipios, en los términos de las leyes federales y Estatales relativas, estarán facultados para:

- a) Formular, aprobar y administrar la zonificación y planes de desarrollo urbano municipal;*
- b) Participar en la creación y administración de sus reservas territoriales;*
- c) Participar en la formulación de planes de desarrollo regional, los cuales deberán estar en concordancia con los planes generales de la materia. Cuando la Federación o los Estados elaboren Proyectos de desarrollo regional deberán asegurar la participación de los municipios;*
- d) Autorizar, controlar y vigilar la utilización del suelo, en el ámbito de su competencia, en sus jurisdicciones territoriales;*
- e) Intervenir en la regularización de la tenencia de la tierra urbana;*
- f) Otorgar licencias y permisos para construcciones;*
- g) Participar en la creación y administración de zonas de reservas ecológicas y en la elaboración y aplicación de programas de ordenamiento en esta materia;"*

Al respecto, se manifiesta que el proyecto "Corazón Ciudad Mayakoba" se ajusta a los lineamientos del Programa de Desarrollo Urbano aplicable y a las regulaciones de uso de suelo correspondientes por ser vinculantes y obligatorios en el territorio y zona en que se ubica la poligonal envolvente del Proyecto.

3.4.2. Tratados Internacionales

El artículo 133 de nuestra Carta Magna señala que, la Constitución, en conjunto con las leyes del Congreso de la Unión que emanen de ella y los tratados que estén de acuerdo con la misma; serán la Ley Suprema del Estado.

Los tratados internacionales a los que México está suscrito en materia de medio ambiente, son una brújula que contiene directrices respecto a diferentes principios y medidas a considerar por parte tanto de los promoventes de proyectos que puedan afectar de alguna manera los ecosistemas, como de las autoridades legislativas para orientarlos en las políticas de esta materia.

Con lo anterior en consideración, al dar total cumplimiento a la legislación mexicana en materia ambiental, así como a las consideraciones existentes en el derecho internacional, se da cumplimiento a este apartado.

3.4.2.1. Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático

La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) fue firmada en Nueva York el 13 de junio de 1992 y entró en vigor el 21 de marzo de 1994. Este es un documento marco, es decir, un texto que debe enmendarse o desarrollarse con el tiempo para que los esfuerzos frente al calentamiento atmosférico y el cambio climático puedan orientarse mejor y ser más eficaces. Uno de los principales objetivos de este convenio es obtener la estabilización de las concentraciones de gases de efecto invernadero en la atmósfera.

En la CMNUCC, se reconoce que todos los países necesitan tener acceso a los recursos necesarios para lograr un desarrollo económico y social sostenible. Con lo anterior en consideración, se realiza la vinculación de los artículos aplicables con el Proyecto.

Artículo 3: las partes, en las medidas que adopten para lograr el objetivo de la convención y aplicar sus disposiciones, se guiarán, entre otras cosas, por lo siguiente:

- 1. Las partes deberían proteger el sistema climático en beneficio de las generaciones presentes y futuras, sobre la base de la equidad y de conformidad con sus responsabilidades comunes pero diferenciadas y sus respectivas capacidades. En consecuencia, las partes que son países desarrollados deberían tomar la iniciativa en lo que respecta a combatir el cambio climático y sus efectos adversos.*

VINCULACIÓN

El desarrollo humano actualmente debe tener como objetivo ser sostenible, por lo que el presente Proyecto consideró en su diseño las regulaciones establecidas por las disposiciones jurídicas que le aplican, con el objetivo de 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, a fin de evitar o reducir al mínimo sus efectos negativos sobre el medio ambiente, tal y como establece el procedimiento de evaluación de impacto ambiental. Se manifiesta que se tendrá especial atención en el manejo integral de los residuos, incluyendo los peligrosos y biológico infecciosos.

Asimismo, los artículos 3° y 4° de este Decreto, señalan principios y compromisos para prevenir, mitigar o reducir las causas del cambio climático, con el fin de alcanzar el desarrollo sostenible para las generaciones futuras. De este modo, por medio de los instrumentos jurídicos que guían el desarrollo ambiental de nuestro país, se verifica que el Proyecto dé cumplimiento a lo establecido en ellos.

3.4.2.2. Declaración de Río sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo

El objetivo de este tratado es establecer una alianza mundial mediante la creación de nuevos niveles de cooperación entre los Estados, los sectores claves de las sociedades y las personas, procurando alcanzar acuerdos internacionales en los que se respeten los intereses de todos y se proteja la integridad del Sistema Ambiental y de desarrollo mundial, reconociendo la naturaleza integral e interdependiente de la Tierra. En la Tabla 3. 1 se presenta la vinculación del Proyecto con los principios aplicables.

Tabla 3. 1. Vinculación del Proyecto con la Declaración de Río sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo.

Declaración de Río sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo	
Principio 1	Los seres humanos constituyen el centro de las preocupaciones relacionadas con el desarrollo sostenible. Tienen derecho a una vida saludable y productiva en armonía con la naturaleza.
La Promovente se compromete a realizar un Proyecto que se enfocará en el desarrollo sostenible de la zona, propiciando un espacio de vivienda en armonía con el ecosistema adyacente, en la región sureste de México.	
Principio 3	El derecho al desarrollo debe ejercerse en forma tal que responda equitativamente a las necesidades de desarrollo y ambientales de las generaciones presentes y futuras.
Se tomarán en consideración las medidas pertinentes para realizar este Proyecto conforme a las necesidades actuales y de las generaciones futura.	
Principio 4	A fin de alcanzar el desarrollo sostenible, la protección del medio ambiente deberá constituir parte integrante del proceso de desarrollo y no podrá considerarse en forma aislada.
Se cumple este principio al dejar áreas específicas del Proyecto como zonas de conservación, así como no afectando de manera significativa los ecosistemas, mediante la implementación de las medidas de prevención, mitigación y compensación necesarias, mismas que pueden ser consultadas a detalle en el Capítulo 7 que forma parte de este DTU-BR.	
Principio 15	Con el fin de proteger el medio ambiente, los estados deberán aplicar ampliamente el criterio de preocupación conforme a sus capacidades. Cuando haya peligro de daño grave o irreversible, la falta de certeza científica absoluta no deberá utilizarse como razón para postergar la adopción de medidas eficaces en función de los costos para impedir la degradación del medio ambiente.
Esta es una obligación dirigida a las autoridades, sin embargo, el Proyecto considera la implementación de las medidas de prevención, mitigación y compensación necesarias, para la protección de medio ambiente.	

3.4.2.3. Protocolo Adicional a la Convención Americana sobre Derechos Humanos en materia de Derechos Económicos, Sociales Y Culturales, Protocolo de San Salvador

El día 27 de diciembre de 1995, se publicó en el Diario Oficial de la Federación el Decreto por el que se aprueba el Protocolo Adicional a la Convención Americana sobre Derechos Humanos en Materia de Derechos Económicos, Sociales y Culturales, Protocolo de San Salvador. En la siguiente Tabla 3. 2, se presenta la vinculación del Proyecto con los artículos aplicables.

Tabla 3. 2. Vinculación del Proyecto con el Protocolo de San Salvador.

Instrumento Normativo	Vinculación con el Proyecto
<p>Artículo 2. Obligación de adoptar disposiciones de derecho interno.</p> <p>Si el ejercicio de los derechos establecidos en el presente Protocolo no estuviera ya garantizado por disposiciones legislativas o de otro carácter, los Estados Partes se comprometen a adoptar, con arreglo a sus procedimientos constitucionales y a las disposiciones de este Protocolo las medidas legislativas o de otro carácter que fueren necesarias para hacer efectivos tales derechos. [...]</p>	<p>Respecto a este artículo, se manifiesta que al dar cumplimiento a las disposiciones legislativas de la materia que nos compete, se cumple de manera indirecta con lo establecido en este Protocolo.</p>
<p>Artículo 11. Derecho a un medio ambiente sano.</p> <p>1. Toda persona tiene derecho a vivir en un medio ambiente sano y a contar con servicios públicos básicos.</p> <p>2. Los Estados Partes promoverán la protección, preservación y mejoramiento del medio ambiente.”</p>	<p>Como se demuestra a lo largo de este y los demás capítulos del presente DTU-BR, el Proyecto en conjunto con Ciudad Mayakoba, presentan un fuerte compromiso con el medio ambiente, integrando los ecosistemas registrados en el predio y el Sistema Ambiental Regional al diseño del Proyecto. De esta forma, se propone un espacio dirigido al desarrollo sustentable en armonía con el ambiente, evitando la afectación al mismo.</p>

3.4.3. Leyes Generales y Federales

Nuevamente refiriendo al artículo 133 de la Ley Suprema, se señala que la Constitución, en conjunto con las leyes del Congreso de la Unión que emanen de ella y los tratados que estén de acuerdo con la misma; serán la Ley Suprema del Estado. Asimismo, la tesis P. VIII/2007 emitida por el Pleno de la Suprema Corte de Justicia de la Nación señala que el artículo constitucional previamente citado, corresponden no a las leyes federales, sino a aquellas que inciden en todos los órdenes jurídicos parciales que integran al Estado Mexicano, es decir, las Leyes Generales.

En ese sentido, las leyes generales son normas jurídicas aplicables en todo el territorio nacional cuya formulación compete a la Federación en cumplimiento de sus atribuciones, y que surgen para normar determinado campo específico. A continuación, se presenta la vinculación de las Leyes Generales aplicables en la materia con el presente Proyecto.

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

Tabla 3. 3. Vinculación del Proyecto con la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.

Instrumento Normativo	Vinculación con el Proyecto
<p>Artículo 3. Para los efectos de esta Ley se entiende por:</p> <p>[...]</p> <p>XIII Bis.- Ecosistemas costeros: Las playas, las dunas costeras, los acantilados, franjas intermareales; los humedales costeros tales como las lagunas interdunarias, las lagunas costeras, los esteros, las marismas, los pantanos, las ciénegas, los manglares, los petenes, los oasis, los cenotes, los pastizales, los palmares y las selvas inundables; los arrecifes de coral; los ecosistemas formados por comunidades de macroalgas y de pastos marinos, fondos marinos o bentos y las costas rocosas. Estos se caracterizan porque se localizan en la zona costera pudiendo comprender porciones marinas, acuáticas y/o terrestres; que abarcan en el mar a partir de una profundidad de menos de 200 metros, hasta 100 km tierra adentro o 50 m de elevación.</p> <p>La Secretaría, en colaboración con las entidades federativas y los municipios, determinará la zona costera nacional tomando en consideración las interacciones fisiográficas y biológicas particulares de la zona que se trate y la publicará en el Diario Oficial de la Federación mediante Acuerdo.</p>	<p>Se vincula de manera posterior a la Tabla 3.3 para facilitar la lectura.</p>
<p>Artículo 15. Para la formulación...</p> <p>Fracción IV. - Quien realice obras o actividades que afecten o puedan afectar el ambiente, está obligado a prevenir, minimizar o reparar los daños que cause, así como a asumir los costos que dicha afectación implique. Asimismo, debe incentivarse a quien proteja el ambiente, promueva o realice acciones de mitigación y adaptación a los efectos del cambio climático y aproveche de manera sustentable los recursos naturales;</p>	<p>El Proyecto da cumplimiento a esta disposición por medio de la implementación de diversas acciones y medidas encausadas a prevenir, mitigar y compensar los posibles impactos negativos que se pudieran ocasionar durante las diferentes etapas de desarrollo del Proyecto, las cuales se pueden consultar en el Capítulo 7 de este DTU-BR. Dentro de estas acciones se encuentran el Programa de Manejo Integral de Residuos Sólidos, donde se incluye que, durante las etapas de preparación y construcción del Proyecto, los residuos sólidos generados se deberán acopiar de manera separada en contenedores; la limpieza de las zonas colindantes, para evitar el arrastre eventual de los materiales que se puedan derivar por la construcción, etc.</p>
<p>Artículo 28. La evaluación del impacto ambiental es el procedimiento a través del cual la Secretaría establece las condiciones a que se sujetará la realización de obras y actividades que puedan causar desequilibrio ecológico o rebasar los límites y condiciones establecidos en las disposiciones</p>	<p>Se confirma la congruencia con lo establecido en los numerales VII, IX y X toda vez que el Proyecto considera la remoción de vegetación de selva mediana subperennifolia / vegetación secundaria arbórea en una superficie de 7.98 ha, además de que considera obras y actividades para la</p>

Instrumento Normativo	Vinculación con el Proyecto
<p>aplicables para proteger el ambiente y preservar y restaurar los ecosistemas, a fin de evitar o reducir al mínimo sus efectos negativos sobre el medio ambiente. Para ello, en los casos en que determine el Reglamento que al efecto se expida, quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización en materia de impacto ambiental de la Secretaría:</p> <p>...</p> <p>VII.- Cambios de uso del suelo de áreas forestales, así como en selvas y zonas áridas;</p> <p>IX.- Desarrollos inmobiliarios que afecten los ecosistemas costeros;</p> <p>X.- Obras y actividades en humedales, ecosistemas costeros, lagunas, ríos, lagos y esteros conectados con el mar, así como en sus litorales o zonas federales...</p> <p>[...]</p>	<p>conformación de un desarrollo inmobiliario en zonas costeras y sus ecosistemas asociados. La descripción de las obras que se someten al procedimiento de evaluación de impacto ambiental se describe a detalle en el Capítulo 2 de este DTU-BR.</p> <p>Posterior a la Tabla 3.3 se presenta la vinculación detallada con el Artículo. 3 y 28 de la LGEEPA para facilitar la lectura.</p>
<p>Artículo 29. Los efectos negativos que sobre el ambiente, los recursos naturales, la flora y la fauna silvestre y demás recursos a que se refiere esta Ley, pudieran causar las obras o actividades de competencia federal que no requieran someterse al procedimiento de evaluación de impacto ambiental a que se refiere la presente sección, estarán sujetas en lo conducente a las disposiciones de la misma, sus reglamentos, las normas oficiales mexicanas en materia ambiental, la legislación sobre recursos naturales que resulte aplicable, así como a través de los permisos, licencias, autorizaciones y concesiones que conforme a dicha normatividad se requiera.</p>	<p>El Capítulo 3 sujeto a revisión de la autoridad, contiene la vinculación con los ordenamientos jurídicos en materia ambiental y demás disposiciones estatales y locales aplicables.</p>
<p>Artículo 30. Para obtener la autorización a que se refiere el artículo 28 de esta Ley, los interesados deberán presentar a la Secretaría 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.</p>	<p>El Proyecto da cumplimiento a lo indicado por este artículo, lo anterior con la presentación de este DTU-BR que integra la información de una manifestación de impacto ambiental modalidad regional, en el cual se describen los impactos ambientales a generarse y se establecen las medidas de prevención, mitigación y compensación que serán aplicadas.</p>
<p>Artículo 34. Una vez que la Secretaría reciba una manifestación de impacto ambiental e integre el expediente a que se refiere el artículo 35, pondrá ésta a disposición del público, con el fin de que pueda ser consultada por cualquier persona.</p> <p>Los promoventes de la obra o actividad podrán requerir que se mantenga en reserva la información que haya sido integrada al expediente y que, de hacerse pública, pudiera afectar derechos de</p>	<p>La Promovente dará cumplimiento a las formalidades de publicidad del Proyecto en la materia para que los interesados puedan tener acceso a la información relativa y en su caso, se realicen las consultas públicas necesarias.</p>

Instrumento Normativo	Vinculación con el Proyecto
<p>propiedad industrial, y la confidencialidad de la información comercial que aporte el interesado.</p> <p>La Secretaría, a solicitud de cualquier persona de la comunidad de que se trate, podrá llevar a cabo una consulta pública [...]</p>	
<p>Artículo 99. Los criterios ecológicos para la preservación y aprovechamiento sustentable del suelo se considerarán en: [...] XII. La formulación de los programas de ordenamiento ecológico a que se refiere esta Ley.</p>	<p>Se da cumplimiento a este artículo debido a que el presente Proyecto se sujeta y ajusta a lo previsto por el Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Solidaridad, publicado en el Periódico Oficial del Estado el 25 de marzo de 2009.</p>
<p>Artículo 121. No podrán descargarse o infiltrarse en cualquier cuerpo o corriente de agua o en el suelo o subsuelo, aguas residuales que contengan contaminantes, sin previo tratamiento y el permiso o autorización de la autoridad federal, o de la autoridad local en los casos de descargas en aguas de jurisdicción local o a los sistemas de drenaje y alcantarillado de los centros de población.</p>	<p>La Promovente manifiesta que el Proyecto no contempla la descarga o infiltraciones de aguas residuales a cuerpos de agua.</p> <p>La disposición de las aguas residuales que se generen durante el desarrollo de las obras, por el uso de baños portátiles, se realizará a través de la contratación de una empresa debidamente autorizada para dar el servicio y que emita los certificados correspondientes de cumplimientos.</p> <p>Las aguas residuales que se generen serán descargadas al sistema de drenajes correspondiente al municipio de Solidaridad.</p>
<p>Artículo 151. La responsabilidad del manejo y disposición final de los residuos peligrosos corresponde a quien los genera. En el caso de que se contrate los servicios de manejo y disposición final de los residuos peligrosos con empresas autorizadas por la Secretaría y los residuos sean entregados a dichas empresas, la responsabilidad por las operaciones será de éstas independientemente de la responsabilidad que, en su caso, tenga quien los generó.</p>	<p>La Promovente tiene en consideración que en las etapas de operación y mantenimiento se prevé la generación controlada de residuos líquidos peligrosos como: thinner, restos de pintura aceitosa, brochas, plásticos, esmaltes, estopas impregnadas de residuos y aceite industrial.</p> <p>Para el manejo correcto de estos residuos peligrosos se aplicarán las medidas establecidas en el Programa de Manejo Integral de Residuos integrado en el Sistema de Manejo y Gestión Ambiental (SMGA) del Proyecto, mismo que está alineado a lo establecido en el SMGA del proyecto autorizado Ciudad Mayakoba, tales como la confinación temporal de este tipo de residuos en contenedores plásticos o metálicos plenamente reconocidos que no estarán rotos o fisurados y serán colocados en un área que se habilitará como almacén temporal de residuos peligrosos para su posterior entrega a empresa autorizada para el manejo de residuos peligrosos, apegándose dichas acciones a lo establecido en la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y su Reglamento.</p>

3.4.3.1.1. Orden Jurídico Competente

De conformidad con lo dispuesto por los artículos 5º fracciones III y X; y 6º de la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente corresponde a la Federación a través de la SEMARNAT la atención de los asuntos que afecten el equilibrio ecológico en el territorio nacional o en las zonas sujetas a su soberanía y jurisdicción de la nación, por lo que la evaluación y autorización del presente Documento Técnico Unificado es competencia del orden federal.

Ahora bien, como se ha hecho mención a lo largo del presente capítulo, el Proyecto que se pretende desarrollar encuadra en los supuestos normativos establecido en el artículo 28 fracciones VII, IX y X de la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente; así como, en el artículo 5º fracciones O), Q) y R) de su Reglamento en Materia de Impacto Ambiental, puesto que se trata de un desarrollo inmobiliario que: i) implica el cambio de uso de suelo en terrenos forestales; ii) converge en ecosistemas costeros; y, iii) implica el desarrollo de obras y/o actividades en humedales, ecosistemas costeros, lagunas, ríos, lagos y esteros conectados al mar, así como en sus litorales o zonas federales.

[...]

VII. Cambios de uso del suelo de áreas forestales, así como en selvas y zonas áridas;

[...]

IX. Desarrollos inmobiliarios que afecten los ecosistemas costeros;

X.- Obras y actividades en humedales, ecosistemas costeros, lagunas, ríos, lagos y esteros conectados con el mar, así como en sus litorales o zonas federales. En el caso de actividades pesqueras, acuícolas o agropecuarias se estará a lo dispuesto por la fracción XII de este artículo;

[...]

En efecto, de acuerdo con el artículo 3º fracción XIII BIS de la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente³ se considera como ecosistema costero a: las playas, las dunas costeras, los acantilados, franjas intermareales; los humedales costeros...; que se localicen en la zona costera y cuenten con una profundidad menor a 200 metros.

En virtud de lo anterior, se desprende que las obras y/o actividades que mi representada pretende realizar para el desarrollo de su Proyecto, se encuentran previstas en las fracciones VII, IX y X del artículo 28 de la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, y en los incisos O) fracción I, Q) y R), de su Reglamento en materia de evaluación del impacto ambiental. Por lo que, dando cabal cumplimiento a lo establecido en dichas disposiciones jurídicas, mi representada somete el proyecto a evaluación de esa H. Autoridad.

³ XIII Bis.- Ecosistemas costeros: Las playas, las dunas costeras, los acantilados, franjas intermareales; los humedales costeros tales como las lagunas interdunarias, las lagunas costeras, los esteros, las marismas, los pantanos, las ciénegas, los manglares, los petenes, los oasis, los cenotes, los pastizales, los palmares y las selvas inundables; los arrecifes de coral; los ecosistemas formados por comunidades de macroalgas y de pastos marinos, fondos marinos o bentos y las costas rocosas. Estos se caracterizan porque se localizan en la zona costera pudiendo comprender porciones marinas, acuáticas y/o terrestres; que abarcan en el mar a partir de una profundidad de menos de 200 metros, hasta 100 km tierra adentro o 50 m de elevación.

Ahora bien, el artículo 10 del Reglamento de la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de evaluación del impacto ambiental, establece que las manifestaciones de impacto ambiental deberán presentarse ya sea en su modalidad regional, o bien, en su modalidad particular.

Y para tal efecto, el artículo 11 del ordenamiento en cita, señala que las manifestaciones de impacto ambiental se presentarán en su modalidad regional cuando se trate de: i) 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; ii) 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; iii) **Un conjunto de proyectos de obras y actividades que pretendan realizarse en una región ecológica determinada;** y, iv) 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 virtud de lo anterior, se desprende que el Proyecto de mi representada encuadra en lo dispuesto por los artículos 10 fracción I y 11 del Reglamento de la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de evaluación del impacto ambiental, toda vez que el Proyecto que mi representada pretende realizar trata de un conjunto de obras y actividades que se pretenden realizar en una región ecológica determinada.

Por lo que, dando cabal cumplimiento a lo dispuesto por los artículos 10 fracción I y 11 del Reglamento de la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de evaluación del impacto ambiental se presenta el Documento Técnico Unificado en su modalidad regional.

Lo anterior, al tratarse de un proyecto que se pretende realizar en una región ecológica determinada. considerada, según lo dispuesto por la fracción XXXI el artículo 3º de la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, como la unidad territorial en la que se comparte características ecológicas, como lo es en la zona norponiente de la Ciudad de Playa del Carmen, Municipio de Solidaridad en el Estado de Quintana Roo, en donde se pretende ubicar el Proyecto; por lo que, la evaluación de impacto ambiental debe presentarse en su modalidad regional.

Respecto al entorno ambiental, se observa que el Proyecto y su Sistema Ambiental Regional (SAR), está dentro del ecosistema costero, ya que se ubica dentro de la franja de los 100 km de la línea de costa tierra-adentro, además, es de destacarse que el ecosistema no ha perdido sus características costeras pues, como se desprende de los resultados de los estudios geohidrológicos, existen corrientes y flujos freáticos que transportan nutrientes minerales a los ecosistemas costeros que tanto dependen de los cuerpos de agua subterráneos, por lo que debe vigilarse la conservación de las funciones ambientales del SAR en la zona frente a la costa.

En virtud de lo anterior, resulta evidente que el proyecto se encuentra ubicado dentro de una región ecológica determinada y, por lo tanto, de conformidad con lo dispuesto por los artículos 10 fracción I y 11 del Reglamento de la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de evaluación del impacto ambiental, el Proyecto debe ser evaluado en su modalidad regional.

3.4.3.2. Ley General de Vida Silvestre

La Ley General de Vida Silvestre fue publicada en el Diario Oficial de la Federación el 3 de julio de 2000, y cuyo 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 la Tabla 3. 4 se presenta la vinculación del Proyecto con los artículos aplicables.

Tabla 3. 4. Vinculación del Proyecto con la Ley General de Vida Silvestre.

Instrumento Normativo	Vinculación con el Proyecto
<p>Artículo 18. Los propietarios y legítimos poseedores de predios en donde se distribuye la vida silvestre, tendrán el derecho a realizar su aprovechamiento sustentable y la obligación de contribuir a conservar el hábitat conforme a lo establecido en la presente Ley; asimismo podrán transferir esta prerrogativa a terceros, conservando el derecho a participar de los beneficios que se deriven de dicho aprovechamiento.</p> <p>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.</p>	<p>La Promovente no pretende realizar el aprovechamiento de ejemplares de vida silvestre presentes en el predio del Proyecto, y en favor de garantizar la conservación de la vida silvestre que habita en el predio se implementará un Subprograma de Conservación de Especies que considera el rescate y reubicación de individuos de flora y fauna, conforme a lo establecido en la fracción IX del artículo 141 del Reglamento de la LGDFS, además de llevar a cabo las siguientes acciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> • En las zonas con cambio de uso de suelo (CUSTF), se implementarán labores de rescate selectivo de la vegetación. Los ejemplares rescatados se resguardarán en un área de acopio temporal y tras un período de recuperación se reintroducirán al interior de los espacios verdes proyectados. • Solamente se realizará el desmonte de vegetación sobre la superficie solicitada para el cambio de uso de suelo. • El Proyecto incluye la conservación de zonas naturales al interior del Proyecto. La vegetación rescatada se utilizará para enriquecer las áreas naturales del Proyecto. • En lo que respecta a la presencia de fauna silvestre se llevarán a cabo actividades de ahuyentamiento de fauna para su desplazamiento fuera del área de aprovechamiento de acuerdo al Subprograma de Conservación de Especies, en el caso que sea necesario, se llevará a cabo la captura y liberación inmediata de ejemplares en las zonas de conservación del Proyecto, retiradas del área de obra, a fin de reducir el riesgo de afectación o daño por el encuentro con cuadrillas de trabajadores y maquinaria.
<p>Artículo 59. Los ejemplares confinados de las especies probablemente extintas en el medio silvestre serán destinados exclusivamente al desarrollo de proyectos de conservación, restauración, actividades de repoblación y</p>	<p>El Proyecto no contempla el confinamiento de ninguna especie, salvo durante el periodo de recuperación de individuos rescatados y solo en caso necesario. Asimismo, el Proyecto no incluye el manejo de especies probablemente extintas en el medio silvestre.</p>

Instrumento Normativo	Vinculación con el Proyecto
reintroducción, así como de investigación y educación ambiental autorizados por la Secretaría.	
<p>Artículo 60 TER. Queda prohibida la remoción, relleno, trasplante, poda o cualquier obra o actividad que afecte la integralidad del flujo hidrológico del manglar; de ecosistema y su zona de influencia; de su productividad natural; de la capacidad de carga natural del ecosistema y su zona de influencia; de su productividad natural; de la capacidad de carga natural del ecosistema para los proyectos turísticos; de las zonas de anidación, reproducción, refugio, alimentación y alevinaje; o bien de las interacciones entre el manglar, los ríos, la duna, la zona marítima adyacente y los corales, o que provoque cambios en la características y servicios ecológicos.</p> <p>Se exceptuarán de la prohibición a que se refiere el párrafo anterior las obras o actividades que tengan por objeto proteger, restaurar, investigar o conservar las áreas de manglar.</p>	<p>Se cumple, en razón de que dentro del predio del Proyecto no se encuentran especies de manglar, por lo que no se realizarán ninguna de estas actividades.</p>

3.4.3.3. Ley Federal de Responsabilidad Ambiental

La Ley Federal de Responsabilidad Ambiental, como su nombre lo indica, regula la responsabilidad ambiental que nace de los daños ocasionados al medioambiente, así como la reparación y compensación de dichos daños cuando sea exigible a través de los procesos judiciales federales previstos por el artículo 17 constitucional, los mecanismos alternativos de solución de controversias, los procedimientos administrativos y aquellos que correspondan a la comisión de delitos contra el ambiente y la gestión ambiental.

Esta Ley señala que no se considerará que existe daño al ambiente cuando los menoscabos, pérdidas, afectaciones, modificaciones o deterioros no sean adversos en virtud de haber sido expresamente manifestados por el responsable y explícitamente identificados, delimitados en su alcance, evaluados, mitigados y compensados mediante condicionantes, y autorizados por la Secretaría. Esto se cumple por medio de la presentación del presente DTU-BR, además de no rebasar los límites previstos por las disposiciones que en su caso prevean las Leyes ambientales o las normas oficiales mexicanas.

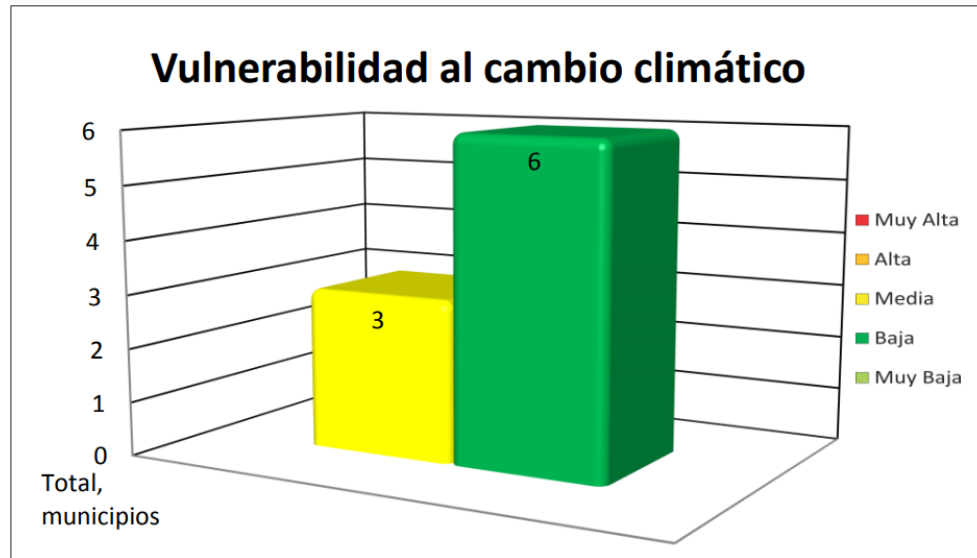
3.4.3.4. Ley General del Cambio Climático

La presente Ley es de orden público, interés general y observancia en todo el territorio nacional y las zonas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción y establece disposiciones para enfrentar los efectos adversos del cambio climático. Esta Ley tiene como principal objetivo regular las emisiones para lograr la estabilización de sus concentraciones en la atmósfera.

El cambio climático es la variación del clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana, que altera la composición de la atmósfera global y se suma a la variabilidad natural del clima observada durante períodos comparables.

Por su parte, el Atlas Climático de la Universidad Nacional Autónoma de México⁴, indica que en Quintana Roo no existen valores extremos de vulnerabilidad al cambio climático, sin embargo, es susceptible a la afectación de fenómenos naturales extremos. Asimismo, este documento identifica que la vulnerabilidad al cambio climático en los municipios del Estado de Quintana Roo es en su mayoría baja, conforme a lo establecido en la siguiente Figura 3. 2.

Figura 3. 2. Vulnerabilidad al Cambio Climático. Atlas Climático UNAM⁵.



De esta forma, en 2013 se publicó el Programa Estatal de Acción ante el Cambio Climático del Estado de Quintana Roo, el cual establece medidas de adaptación al cambio climático que serán vinculadas en su apartado respectivo. En la Tabla 3. 5 se presenta la vinculación del Proyecto con los artículos aplicables de la Ley General del Cambio Climático.

Tabla 3. 5. Vinculación del Proyecto con los artículos aplicables de la Ley General del Cambio Climático.

Instrumento Normativo	Vinculación con el Proyecto
<p>Artículo 2. Esta ley tiene por objeto: [...] IV. Reducir la vulnerabilidad de la población y los ecosistemas del país frente a los efectos adversos del cambio climático, así como crear y fortalecer las capacidades nacionales de respuesta al fenómeno</p>	<p>La empresa promovente presta especial atención en desarrollar un proyecto sustentable y ambientalmente viable. Es así, que el Proyecto considera la implementación de medidas tanto de prevención, como mitigación, para evitar contribuir a los efectos adversos del cambio climático. Asimismo, contará con distintas acciones encaminadas a la protección de los recursos naturales, tales como el establecimiento de zonas de conservación.</p>
<p>Artículo 27. La política nacional de adaptación frente al cambio climático se sustentará en instrumentos de diagnóstico, planificación,</p>	<p>Este Proyecto se somete a la evaluación de impacto ambiental, misma que deriva de la política ambiental nacional, dirigida a minimizar y mitigar la</p>

⁴ Fernandez-Eguiarte A., J. Zavala-Hidalgo, R. Romero-Centeno. 2018. Atlas Climático Digital de México. Centro de Ciencias de la Atmósfera. Universidad Nacional Autónoma de México. <http://uniatmos.atmosfera.unam.mx/>

⁵ Moterroso R.A. et al. 2014. Vulnerabilidad y adaptaciones a los efectos del cambio climático en México. Centro de Ciencias de la Atmósfera. Programa de Investigación en Cambio Climático. Universidad Nacional Autónoma de México. <http://atlasclimatico.unam.mx/VulnerabilidadalCC/PDFs/QuintanaRoo.pdf>.

Instrumento Normativo	Vinculación con el Proyecto
medición, monitoreo, reporte, verificación y evaluación, tendrá como objetivos: I. Reducir la vulnerabilidad de la sociedad y los ecosistemas frente a los efectos del cambio climático; II. Fortalecer la resiliencia y resistencia de los sistemas naturales y humanos; III. Minimizar riesgos y daños, considerando los escenarios actuales y futuros del cambio climático;	posible afectación al ambiente por parte de las personas físicas y morales.
Artículo 29. Se considerarán acciones de adaptación: [...] IV. La conservación, el aprovechamiento sustentable, rehabilitación de playas, costas, zona federal marítimo terrestre, terrenos ganados al mar y cualquier otro depósito que se forme con aguas marítimas para uso turístico, industrial, agrícola, pesquero, acuícola o de conservación.	El Proyecto tendrá zonas específicas de conservación, donde el ecosistema se dejará intacto, como se demuestra en el Capítulo 2 de este DTU-BR. Asimismo, el Capítulo 7 describe las medidas de mitigación y compensación que el Proyecto estrictamente aplicará, para evitar contribuir a los efectos adversos del cambio climático.

3.4.3.5. Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable

La Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS) tiene por objeto regular y fomentar la conservación, protección, restauración, producción, ordenación, el cultivo, manejo y aprovechamiento de los ecosistemas forestales del país y sus recursos. Asimismo, prevé las disposiciones relativas al cambio de uso del suelo en terreno forestal, el cual consiste en la remoción total o parcial de la vegetación de los terrenos forestales para destinarlos a actividades no forestales.

Esta Ley en su artículo 7°, fracción LXXI, define como terreno forestal a “aquel que está cubierto por vegetación forestal o vegetación secundaria nativa, y produce bienes y servicios ambientales”.

Al interior del predio del Proyecto existe vegetación forestal, conforme a lo establecido en el artículo 7°, fracción LXXX, de la LGDFS, el cual indica que la “vegetación forestal es el conjunto de plantas y hongos que crecen y se desarrollan en forma natural, formando bosques, selvas, zonas áridas y semiáridas, y otros ecosistemas...”. Bajo tal tesitura, es necesario realizar el cambio de uso de suelo forestal, motivo por el cual se desarrolla este DTU-BR.

La vinculación del Proyecto con las disposiciones aplicables de este instrumento jurídico, se establecen en la Tabla 3. 6.

Tabla 3. 6. Vinculación del Proyecto con la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.

Instrumento Normativo	Vinculación con el Proyecto
<p>Artículo 93. La Secretaría autorizará 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.</p> <p>En las autorizaciones de cambio de uso de suelo en terrenos forestales, la Secretaría deberá dar respuesta debidamente fundada y motivada a las opiniones técnicas emitidas por los miembros del Consejo Estatal Forestal de que se trate.</p> <p>Las autorizaciones que se emitan deberán integrar un programa de rescate y reubicación de especies de la flora y fauna afectadas y su adaptación al nuevo hábitat conforme se establezca en el Reglamento. Dichas autorizaciones deberán sujetarse a lo que, en su caso, dispongan los programas de ordenamientos ecológicos correspondientes, las Normas Oficiales Mexicanas y demás disposiciones legales y reglamentarias aplicables.</p>	<p>SE CUMPLE</p> <p>Para poder realizar el Proyecto, se requerirá realizar la remoción de vegetación en los sitios de desplante y con el fin de no comprometer la biodiversidad del sitio, ni provocar la erosión de los suelos, ni disminuir la capacidad de almacenamiento de carbono, el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación; se llevará a cabo la implementación de las medidas de prevención y mitigación de los posibles impactos sobre la flora y fauna presentes en el Proyecto, mediante los diferentes programas que acompañan al presente documento.</p> <p>De igual manera, y con el fin de dar total cumplimiento a lo establecido en esta Ley, la Promovente presenta este documento DTU-BR con fundamento en el “Acuerdo por el que se expiden los lineamientos y procedimientos para solicitar en un trámite único ante la SEMARNAT 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”, que incluye el estudio técnico justificativo para el cambio de uso de suelo.</p>
<p>Artículo 97. No se podrá otorgar autorización de cambio de uso del suelo en terrenos forestales donde la pérdida de cubierta forestal fue ocasionada por incendio, tala o desmonte sin que hayan pasado 20 años y que se acredite a la Secretaría que la vegetación forestal afectada se ha regenerado, mediante los mecanismos que, para tal efecto, se establezcan en el Reglamento de esta Ley.</p>	<p>SE CUMPLE</p> <p>No se ha hecho ningún cambio de uso de suelo por incendio, tala o desmonte en el predio del Proyecto.</p>

3.4.3.6. Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos

Esta Ley tiene por objeto garantizar el derecho constitucional de toda persona a gozar de un 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, igualmente dicho cuerpo normativo busca prevenir la contaminación del suelo con estos residuos y llevar a cabo su remediación.

Con el fin de alcanzar este objetivo, el Proyecto dará cumplimiento a tales disposiciones en materia de residuos que le son aplicables (Tabla 3. 7).

Tabla 3. 7. Vinculación con la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos.

Instrumento Normativo	Vinculación con el Proyecto
<p>Artículo 16. La clasificación de un residuo como peligroso, se establecerá en las normas oficiales mexicanas que especifiquen la forma de determinar sus características, que incluyan los listados de los mismos y fijen los límites de concentración de las sustancias contenidas en ellos, con base en los conocimientos científicos y las evidencias acerca de su peligrosidad y riesgo.</p>	<p>El Proyecto generará durante todas sus etapas de desarrollo diversos residuos considerados peligrosos, tales como envases o textiles con pinturas o solventes, baterías, equipo eléctrico, combustibles, entre otros. Para evitar el riesgo de contaminación al ambiente se requerirá designar un área específica para la construcción de un almacén temporal de residuos peligrosos que cubra las especificaciones establecidas en la ley, misma que deberá estar señalizada.</p> <p>En el Capítulo 7 de este DTU-BR se establecen las medidas y lineamientos que el Proyecto realizará para el manejo y disposición final de los residuos peligrosos y de manejo especial, conforme a lo indicado en este dispositivo y las Normas Oficiales Mexicanas. Cada tipo de residuo tendrá su manejo y disposición final específico.</p>
<p>Artículo 18. Los residuos sólidos urbanos podrán subclasificarse en orgánicos e inorgánicos con objeto de facilitar su separación primaria y secundaria, de conformidad con los Programas Estatales y Municipales para la Prevención y la Gestión Integral de los Residuos, así como con los ordenamientos legales aplicables.</p>	<p>Los residuos sólidos urbanos que se generen durante la construcción serán clasificados y separados de acuerdo a lo establecido en el SMGA del Proyecto y las Normas aplicables.</p>
<p>Artículo 19. Los residuos de manejo especial se clasifican como se indica a continuación: [...] VII. Residuos de la construcción, mantenimiento y demolición en general.</p>	<p>Los residuos de manejo especial que se generen con motivo del desarrollo del Proyecto, como lo son los escombros y demás residuos de construcción, serán manejados conforme a la normatividad y dispuestos a través de prestadores de servicio que cuenten con las autorizaciones locales. Para el caso específico del Proyecto, se atenderá a lo establecido en la Ley para la Prevención y la Gestión Integral de Residuos del Estado de Quintana Roo, con una observancia estricta de las clasificaciones y subclasificaciones de los residuos especiales, que ahí se indiquen.</p>
<p>Artículo 22. Las personas que generen o manejen residuos y que requieran determinar si éstos son peligrosos, conforme a lo previsto en este ordenamiento, deberán remitirse a lo que establezcan las normas oficiales mexicanas que los clasifican como tales.</p>	<p>El Proyecto se apegará a las medidas establecidas en el Programa de Manejo Integral de Residuos, las que se encuentran alineadas al SMGA del proyecto autorizado Ciudad Mayakoba, el cual clasifica a los residuos de acuerdo con lo previsto en este artículo, por lo que le da cabal cumplimiento.</p> <p>Asimismo, la empresa promovente tomará las medidas adicionales pertinentes para asegurar que el Proyecto cumpla con todas las disposiciones establecidas en las Normas Oficiales Mexicanas de la materia, llevando un manejo integral de los residuos peligrosos. El Programa de Manejo Integral de Residuos se describen de manera detallada en el Capítulo 7 de este DTU-BR.</p>

Instrumento Normativo	Vinculación con el Proyecto
<p>Artículo 31. Estarán sujetos a un plan de manejo los siguientes residuos peligrosos y los productos usados, caducos, retirados del comercio o que se desechen y que estén clasificados como tales en la norma oficial mexicana correspondiente:</p> <p>I. Aceites lubricantes usados; II. Disolventes orgánicos usados; V. Baterías eléctricas a base de mercurio o de níquel-cadmio; VI. Lámparas fluorescentes y de vapor de mercurio; IX. Plaguicidas y sus envases que contengan remanentes de los mismos;</p>	<p>La Promovente dará cumplimiento a este precepto, implementando las medidas establecidas en el Programa de Manejo Integral de Residuos, las que se encuentra alineadas al SMGA del proyecto autorizado Ciudad Mayakoba, y que pueden ser consultadas y revisadas a detalle en el Capítulo 7 de este DTU-BR.</p>
<p>Artículo 42. Los generadores y demás poseedores de residuos peligrosos, podrán contratar los servicios de manejo de estos residuos con empresas o gestores autorizados para tales efectos por la Secretaría, o bien transferirlos a industrias para su utilización como insumos dentro de sus procesos, cuando previamente haya sido hecho del conocimiento de esta dependencia, mediante un plan de manejo para dichos insumos, basado en la minimización de sus riesgos.</p> <p>La responsabilidad del manejo y disposición final de los residuos peligrosos corresponde a quien los genera. En el caso de que se contraten los servicios de manejo y disposición final de residuos peligrosos por empresas autorizadas por la Secretaría y los residuos sean entregados a dichas empresas, la responsabilidad por las operaciones será de éstas, independientemente de la responsabilidad que tiene el generador.</p> <p>Los generadores de residuos peligrosos que transfieran éstos a empresas o gestores que presten los servicios de manejo, deberán cerciorarse ante la Secretaría que cuentan con las autorizaciones respectivas y vigentes, en caso contrario serán responsables de los daños que ocasione su manejo.</p>	<p>La Promovente del Proyecto, se cerciorará que las empresas que subcontrate para el manejo y disposición final de los residuos cuenten con las autorizaciones de esta Secretaría y está consciente de su responsabilidad en el proceso.</p> <p>Asimismo, antes de ser entregados a la empresa responsable de su disposición final, se realizará su adecuado manejo, para lo cual se implementará lo establecido en el Programa de Manejo Integral de Residuos que atenderán las acciones que se detallan en el Capítulo 7 del presente DTU-BR.</p>
<p>Artículo 54. Se deberá evitar la mezcla de residuos peligrosos con otros materiales o residuos para no contaminarlos y no provocar reacciones, que puedan poner en riesgo la salud, el ambiente o los recursos naturales. La Secretaría establecerá los procedimientos a seguir para determinar la incompatibilidad entre un residuo peligroso y otro material o residuo.</p>	<p>La Promovente, se asegurará que no se mezclen los residuos peligrosos con otros, aplicando los criterios establecidos en la NOM-054-SEMARNAT-1993. Lo anterior se conseguirá a través de un manejo adecuado según lo establecido en el Programa de Manejo Integral de Residuos, que atenderán las acciones que se detallan en el Capítulo 7 del presente DTU-BR.</p>

3.4.4. Reglamentos de Leyes

Debido a que los reglamentos contienen las disposiciones jurídicas de carácter general y con valor subordinado a la Ley de la que emanan, a continuación, se presenta la vinculación del Proyecto con los artículos aplicables de estos instrumentos.

3.4.4.1. Reglamento de la LGEEPA en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental

Tabla 3. 8. Vinculación del Proyecto con el Reglamento de la LGEEPA en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental.

Instrumento Normativo	Vinculación con el Proyecto
<p>Artículo 5. Quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización de la Secretaría en materia de impacto ambiental:</p> <p>[...]</p> <p>O) CAMBIOS DE USO DEL SUELO DE ÁREAS FORESTALES, ASÍ COMO EN SELVAS Y ZONAS ÁRIDAS:</p> <p>I. Cambio de uso del suelo para actividades agropecuarias, acuícolas, de desarrollo inmobiliario, de infraestructura urbana, de vías generales de comunicación o para el establecimiento de instalaciones comerciales, industriales o de servicios en predios con vegetación forestal...</p> <p>Q) DESARROLLOS INMOBILIARIOS QUE AFECTEN LOS ECOSISTEMAS COSTEROS:</p> <p>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, con excepción de:</p> <p>[...]</p>	<p>La presentación de este documento representa el compromiso del Proyecto y la Promovente para cumplir con lo dispuesto en esta norma jurídica.</p> <p>En razón de que el Proyecto propone obras identificadas como infraestructura urbana dentro de un ecosistema costero, conforme a lo establecido en el Decreto que reforma los artículos 3, 11 y 28 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, publicado en el DOF el día 23 de abril de 2018; así como que se solicita el cambio de uso de suelo en áreas con vegetación forestal; se advierte que la presente DTU se apega a los supuestos establecidos en las fracciones O) y Q) del presente Reglamento.</p> <p>Cabe aclarar que en los capítulos correspondiente se hará un análisis de los impactos ambientales y se establecerán las actividades pertinentes para su mitigación y compensación.</p>
<p>Artículo 10. Las manifestaciones de impacto ambiental deberán presentarse en las siguientes modalidades:</p> <p>I. Regional, o</p> <p>II. Particular.</p>	<p>Toda vez que en el proyecto se planea desarrollar diferentes obras y actividades, el presente DTU-BR se presenta con los requisitos de una Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Regional.</p>
<p>ARTÍCULO 13. La manifestación de impacto ambiental, en su modalidad regional, deberá contener la siguiente información:</p>	<p>El presente documento cumple con todos los puntos establecidos en el Artículo 13 aquí vinculado.</p>

Instrumento Normativo	Vinculación con el Proyecto
I. Datos generales del proyecto, del promovente y del responsable del estudio de impacto ambiental; II. Descripción de las obras o actividades y, en su caso, de los programas o planes parciales de desarrollo; III. Vinculación con los instrumentos de planeación y ordenamientos jurídicos aplicables; IV. Descripción del sistema ambiental regional y señalamiento de tendencias del desarrollo y deterioro de la región; V. Identificación, descripción y evaluación de los impactos ambientales, acumulativos y residuales, del sistema ambiental regional; VI. Estrategias para la prevención y mitigación de impactos ambientales, acumulativos y residuales, del sistema ambiental regional; VII. Pronósticos ambientales regionales y, en su caso, evaluación de alternativas, y VIII. Identificación de los instrumentos metodológicos y elementos técnicos que sustentan los resultados de la manifestación de impacto ambiental.	

3.4.4.2. Reglamento de la Ley General de Vida Silvestre

El proyecto se ajusta a lo señalado en este instrumento respecto a las disposiciones para la conservación y el aprovechamiento sustentable de la vida silvestre, en la liberación de ejemplares al hábitat natural, las cuales se establecen en la siguiente Tabla 3. 9.

Tabla 3. 9. Vinculación del Proyecto con los artículos aplicables del Reglamento de la Ley General de Vida Silvestre.

Instrumento Normativo	Vinculación con el Proyecto
Artículo 12. Las personas que pretendan realizar cualquier actividad relacionada con hábitat, especies, partes o derivados de vida silvestre y que conforme a la Ley requieran licencia, permiso o autorización de la Secretaría, presentarán la solicitud correspondiente en los formatos que para tal efecto establezca la Secretaría [...].	SE CUMPLE El Proyecto no contempla un aprovechamiento extractivo de la vida silvestre; sin embargo, reducirá en lo posible el impacto que pudiese generar a la flora y la fauna en el área, tal y como se encuentra contemplado en la propuesta del Subprograma de Conservación de Especies, que son parte del SMGA de Proyecto.

3.4.4.3. Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable

Tabla 3. 10. Vinculación del Proyecto con el Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.

Instrumento Normativo	Vinculación con el Proyecto
<p>Artículo 49. Tratándose de los aprovechamientos forestales a que se refiere el artículo 75 de la Ley, las solicitudes se acompañarán, además de lo previsto en el artículo 38 del presente Reglamento, de un documento técnico unificado que contendrá la información correspondiente a la manifestación de impacto ambiental, en su modalidad particular, prevista en el artículo 12 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Evaluación del Impacto Ambiental, así como la información relativa al Programa de manejo forestal, de conformidad con el artículo 39 del presente Reglamento y demás disposiciones jurídicas aplicables.</p> <p>La Secretaría emitirá la guía para la integración del documento técnico unificado a que se refiere el párrafo anterior.</p>	<p>Al no tratarse de un programa de manejo forestal, la Promovente presenta el DTU-BR en guion libre, siempre cumpliendo con lo dispuesto en el Artículo 141 del Reglamento.</p>
<p>Artículo 141.- Los estudios técnicos justificativos a que hace referencia el artículo 93 de la Ley, deberán contener la información siguiente:</p> <p>I. Descripción del o los usos que se pretendan dar al terreno;</p> <p>II. Ubicación y superficie total del o los polígonos donde se pretenda realizar el Cambio de uso del suelo en los Terrenos forestales...</p> <p>III. Descripción de los elementos físicos y biológicos de la Cuenca hidrográfica, subcuenca y Microcuenca...</p> <p>IV. Descripción de las condiciones del área sujeta a Cambio de uso de suelo en Terrenos forestales...</p> <p>V. Un análisis comparativo de la composición florística y faunística del área sujeta a Cambio de uso de suelo en Terrenos forestales con relación a los tipos de vegetación del ecosistema de la cuenca, subcuenca o microcuenca hidrográfica...</p> <p>VI. Un análisis comparativo de las tasas de erosión de los suelos, así como la calidad, captación e infiltración del agua...</p> <p>VII. Estimación del volumen en metros cúbicos, por especie y por predio, de las Materias primas forestales derivadas del Cambio de uso del suelo;</p> <p>VIII. Plazo propuesto y la programación de las acciones para la ejecución del Cambio de uso de suelo;</p> <p>IX. Propuesta de programa de rescate y reubicación de especies de flora y fauna que pudieran resultar afectadas y su adaptación al nuevo hábitat...</p>	<p>Los aspectos descritos en este artículo han sido considerados y descritos a lo largo de los capítulos que integran este DTU-BR.</p>

Instrumento Normativo	Vinculación con el Proyecto
<p>X. Medidas de prevención y mitigación por la afectación sobre los Recursos forestales, el suelo, el agua, la flora y fauna silvestres aplicables durante las distintas etapas de desarrollo del Cambio de uso de suelo;</p> <p>XI. Servicios ambientales que serán afectados por el Cambio de uso de suelo propuesto;</p> <p>XII. Análisis que demuestren que la biodiversidad de los ecosistemas que se verán afectados por el Cambio del uso de suelo se mantenga;</p> <p>XIII. Datos de inscripción en el Registro del Prestador de Servicios forestales que haya elaborado el estudio, y del que estará a cargo de la ejecución del Cambio de uso de suelo;</p> <p>XIV. Aplicación de los criterios establecidos en los programas de ordenamiento ecológico del territorio en sus diferentes categorías, las normas oficiales mexicanas y demás disposiciones jurídicas aplicables, y...</p> <p>[...]</p>	

3.4.4.4. Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos

Tabla 3. 11. Vinculación del Proyecto con el Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos.

Instrumento Normativo	Vinculación con el Proyecto
<p>Artículo 35. Los residuos peligrosos se identificarán de acuerdo a lo siguiente:</p> <p>I. Los que sean considerados como tales, de conformidad con lo previsto en la Ley;</p> <p>II. Los clasificados en las normas oficiales mexicanas a que hace referencia el artículo 16 de la Ley, mediante: [...]</p> <p>III. Los derivados de la mezcla de residuos peligrosos con otros residuos; los provenientes del tratamiento, almacenamiento y disposición final de residuos peligrosos y aquellos equipos y construcciones que hubiesen estado en contacto con residuos peligrosos y sean desechados.</p>	<p>El Proyecto realizará la identificación y separación de los residuos conforme a este artículo, para tal efecto se cumplirá con lo establecido en el Programa de Manejo Integral de Residuos, mismo que se encuentra alineado al SMGA del proyecto autorizado Ciudad Mayakoba.</p>
<p>Artículo 91. La disposición final de residuos peligrosos puede realizarse en:</p> <p>Confinamiento controlado y confinamiento en formaciones geológicamente estables.</p>	<p>La disposición final de residuos peligrosos generados, se realizará a través de una empresa subcontratada especializada para el manejo y confinamiento de residuos peligrosos en un sitio autorizado por la autoridad ambiental federal, a la cual se le solicitará comprobante de su autorización previa contratación de servicios.</p>

3.4.5. Leyes y Reglamentos Estatales

3.4.5.1. Ley del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente del Estado de Quintana Roo

Tabla 3. 12. Vinculación del Proyecto con la Ley del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente del estado de Quintana Roo.

Instrumento Normativo	Vinculación con el Proyecto
<p>ARTÍCULO 132. Para la recarga de mantos acuíferos, en las superficies de predios que se pretendan utilizar para obras e instalaciones, se deberá permitir la filtración de aguas pluviales al suelo y subsuelo. Por tal motivo, las personas físicas o morales quedan obligadas a proporcionar un porcentaje del terreno a construir, preferentemente como área verde, lo que en su caso siempre será permeable.</p> <p>Para los efectos del párrafo anterior en los predios con un área menor de 100 metros cuadrados deberán proporcionar como área verde el 10% como mínimo; en predios con superficie mayor de 101 a 500 metros cuadrados, como mínimo el 20%; en predios cuya superficie sea de 501 a 3,000 metros cuadrados, como mínimo el 30%, y predios cuya superficie sea de 3,001 metros cuadrados en adelante, proporcionarán como área verde el 40% como mínimo.</p>	<p>El lote donde se ubica el Proyecto, al tener una superficie total de 10.64 ha, deberá proporcionar al menos 40% del predio como área verde o, en su caso, área permeable.</p> <p>Con lo anterior en consideración, El Proyecto mantendrá por lo menos el 41.28% de su superficie como áreas permeables (4.39 ha), área que incluye las áreas de conservación y áreas verdes.</p> <p>La información anterior se puede corroborar en el Capítulo 2 del presente DTU-BR, de esta forma, se cumple con lo establecido en este criterio.</p>

3.4.5.2. Programa Estatal de Acción ante el Cambio Climático en Quintana Roo

El Programa Estatal de Acción ante el Cambio Climático de Quintana Roo (PEACCQR) retoma diversas acciones, estrategias y recomendaciones vertidas desde hace una más década en diferentes instrumentos para ligarlas en un plan de acción de mediano plazo orientado de manera específica para brindar alternativas de solución a los problemas consecuencia de los efectos del cambio climático que ya hoy se presentan en el estado y al mismo tiempo sentar las bases de un manejo de los recursos en un contexto que prevea los efectos de dicho cambio climático sobre la población, las actividades económicas y los recursos naturales de Quintana Roo.

En este tenor, el PEACCQR establece medidas de adaptación al cambio climático dirigidas a diversos entes gubernamentales para los diferentes sectores productivos, incluyendo, el sector turístico.

Sin perjuicio de que las medidas recién descritas consideren como responsables a las autoridades pertinentes, la empresa promovente considerará su implementación dentro del desarrollo del Proyecto, como por ejemplo con las acciones que se presentan en la Tabla 3. 13.

Tabla 3. 13. Vinculación de medidas de adaptación al cambio climático del PEACCQR con el Proyecto.

Medidas de adaptación al Cambio Climático (Turismo)		
Efecto del Cambio Climático en:	Medidas de adaptación	Vinculación con el Proyecto
Daños a Infraestructura	Promover la elaboración de normas y reglamentos específicos para estudios, proyectos, construcción e instalaciones de infraestructura adaptada a los efectos del cambio climático (aumento en la incidencia de huracanes, inundaciones, aumento de temperatura, etc.)	El Proyecto cumple con esta medida de forma indirecta, apegándose a lo establecido en la diversa normatividad dirigida a las especificaciones para la infraestructura y su adaptabilidad al cambio climático.
	Fomentar entre el sector turístico el uso de buenas prácticas ambientales para la planeación, diseño y construcción sustentable.	El Proyecto contempla la aplicación de buenas prácticas ambientales dentro de sus diversas etapas.

3.4.5.3. Ley para la Prevención y la Gestión Integral de Residuos del Estado de Quintana Roo

Tabla 3. 14. Vinculación del Proyecto con la Ley para la Prevención y la Gestión Integral de Residuos del Estado de Quintana Roo.

Instrumento Normativo	Vinculación con el Proyecto
<p>Artículo 57. Los Residuos de Manejo Especial se clasifican como se indica a continuación, salvo cuando se trate de Residuos considerados como peligrosos en esta Ley y en las normas oficiales mexicanas correspondientes:</p> <p>[...]</p> <p>VII. Residuos de la construcción, mantenimiento y demolición en general;</p> <p>[...]</p>	<p>Se tendrá un sistema estricto de gestión de residuos, apegándose a lo establecido en su Programa de Manejo Integral de Residuos, que se encuentra alineado al SMGA del proyecto autorizado Ciudad Mayakoba.</p>

3.4.5.4. Reglamento de Construcción del Municipio del Municipio de Solidaridad

Tabla 3. 15. Vinculación del Proyecto con el Reglamento de Construcción del municipio de Solidaridad.

Instrumento Normativo	Vinculación con el Proyecto
<p>Artículo 42. Los Programas de Desarrollo Urbano para el Municipio de Solidaridad, establecerán en su estrategia general, la organización de sus unidades territoriales definiéndolas conforme a la diversidad de las funciones que alojan a través de la zonificación.</p>	<p>SE CUMPLE</p> <p>El Proyecto se apega a lo establecido en el Plan Parcial de Desarrollo Urbano El Jesusito.</p>
<p>Artículo 230. Toda edificación deberá contar con un sistema de recolección de aguas residuales propio y exclusivo, que deberá estar conectado al sistema de alcantarillado en las zonas en que éste exista. En caso de que la edificación se encuentre fuera del perímetro de las redes de alcantarillado, las aguas residuales deberán ser conducidas a un sistema de tratamiento con las características que se indica en el</p>	<p>SE CUMPLE</p> <p>El Proyecto se conectará a la red interna del macroproyecto Ciudad Mayakoba para la descarga de las aguas residuales. Esta red interna entrega las aguas residuales captadas al sistema operador Aguakan, y de ahí, bajo la</p>

Instrumento Normativo	Vinculación con el Proyecto
Artículo 245 y 246. En ningún caso, las aguas residuales podrán ser descargadas en los cenotes, cuevas o pozos que lleguen al nivel freático, en general en ningún elemento que tenga comunicación directa con el nivel freático.	responsabilidad de dicho operador se envía a la planta de tratamiento de aguas residuales.

3.4.6. Planes y Programas Sectoriales y de Desarrollo

El Plan Nacional de Desarrollo establece las directrices que la sociedad y el gobierno tienen para avanzar y mejorar como país. Este documento traza los grandes objetivos de las políticas públicas, establece las acciones específicas para alcanzarlos y precisa indicadores que permitirán medir los avances obtenidos. De acuerdo con la Ley de Planeación, todos los Programas Sectoriales, Especiales, Institucionales y Regionales que definen las acciones del gobierno, deberán elaborarse en congruencia con el Plan.

3.4.6.1. Plan Nacional de Desarrollo

El Artículo 25 de la Constitución ordena al Estado mexicano velar por la estabilidad de las finanzas públicas y del sistema financiero; planificar, conducir, coordinar y orientar la economía; regular y fomentar las actividades económicas; y por su parte, el Artículo 26 establece que el Estado deberá organizar un sistema de planeación democrática del desarrollo nacional que imprima solidez, dinamismo, competitividad, permanencia y equidad al crecimiento de la economía para la independencia y la democratización política, social y cultural de la nación.

En este sentido, la Carta Magna faculta al Ejecutivo Federal para establecer los criterios para la formulación, instrumentación, control y evaluación del plan y los programas de desarrollo. Bajo tal tesitura, el Plan Nacional de Desarrollo (PND)⁶ es un instrumento para enunciar los problemas nacionales y enumerar las soluciones en una proyección sexenal. El Plan Nacional de Desarrollo 2019 - 2024 fue publicado en el Diario Oficial de la Federación el día 12 de julio de 2019. Dicho instrumento contempla una serie de lineamientos cuyos principios rectores son los siguientes:

- Honradez y honestidad
- No al gobierno rico con pueblo pobre
- Al margen de la ley, nada; por encima de la ley, nadie
- Economía para el bienestar
- El mercado no sustituye al Estado
- Por el bien de todos, primero los pobres
- No dejar a nadie atrás, no dejar a nadie fuera
- No puede haber paz sin justicia
- El respeto al derecho ajeno es la paz
- No más migración por hambre o por violencia
- Democracia significa el poder del pueblo
- Ética, libertad, confianza

⁶ Plan Nacional de Desarrollo 2019 – 2024 [PND]. Diario Oficial de la Federación, México, 12 de julio de 2019.

Por otra parte, el PND señala en su apartado II. POLÍTICA SOCIAL, Desarrollo Sostenible, que México está comprometido a impulsar el desarrollo sostenible (incluyendo mandatos éticos, sociales, ambientales y económicos).

De esta forma, tal y como podrá observarse a lo largo del presente DTU-BR, el Proyecto se apega a las políticas públicas de desarrollo sostenible establecidas en el Plan Nacional de Desarrollo.

3.4.6.2. Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales

El Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales (PROMARNAT) se inscribe en el esfuerzo de planeación estratégica de la Administración Pública Federal y se deriva del PND 2013-2018, estableciendo los objetivos específicos que el sector medio ambiente debe cumplir conforme al citado Plan y la política de planeación de la actual administración en materia ambiental.

Al respecto el PROMARNAT establece diversos objetivos generales que son congruentes y consistentes con el Proyecto por la naturaleza de las Obras y Actividades que éste plantea, los cuales se enuncian a continuación:

- Objetivo 2. Incrementar la resiliencia a efectos del cambio climático y disminuir las emisiones de compuestos y gases de efecto invernadero;
- Objetivo 4. Recuperar la funcionalidad de cuencas y paisajes a través de la conservación, restauración y aprovechamiento sustentable del patrimonio natural;

Respecto del Objetivo 2 del PROMARNAT se plantean las siguientes estrategias y líneas de acción:

- a) Estrategia 2.1. Incrementar la resiliencia ecosistémica y disminuir la vulnerabilidad de la población, infraestructura y servicios al cambio climático.

Línea de acción 2.1.2. Promover el fortalecimiento e inclusión de criterios de adaptación en infraestructura estratégica en sectores industriales y servicios.

En relación con el Objetivo 4 del PROMARNAT antes referido, se señalan las siguientes estrategias y líneas de acción:

- b) Estrategia 4.1 Fomentar la conservación y restauración de los ecosistemas y su biodiversidad, para mantener el patrimonio natural y sus servicios ambientales.

Línea de acción 4.1.6. Fomentar la restauración de ecosistemas, para mantener y restablecer sus funciones, asegurando su conectividad y provisión de servicios ambientales.

De lo anterior se concluye que el Proyecto es totalmente consistente y congruente con los objetivos, estrategias y líneas de acción que plantea el PROMARNAT; estableciendo áreas de conservación que permiten la continuidad de los ecosistemas en el Sistema Ambiental, además de prever un desarrollo sustentable por medio de la correcta planeación y diseño armónico con el medio que lo rodea.

3.4.7. Ordenamientos Territoriales

La Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos establece en su artículo 26 que el Estado Mexicano organizará un sistema de planeación democrática del desarrollo nacional, señalando mecanismos de participación que acumulen las demandas de la sociedad para ser incorporadas a un plan y programas de desarrollo al que se someterán los programas de la Administración Pública Federal al cual también se apegaran estados y municipios.

Asimismo, y tal como lo prevé el artículo 2º de la Ley de Planeación, el Sistema Nacional de Planeación deberá llevarse a cabo como un medio para el eficaz desempeño de la responsabilidad del Estado sobre el desarrollo integral y sustentable del país, y deberá tender a la consecución de los fines y objetivos políticos, sociales, culturales y económicos contenidos en la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.

De esta manera, encontramos que en los tres niveles de gobierno de nuestro país se han generado diversos instrumentos de planeación que tienen por objeto definir los alcances y objetivos de las políticas públicas nacionales en materia económica, ambiental, urbana, turística, entre otras; los cuales se vinculan con el Proyecto a continuación.

3.4.7.1. Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio

El Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT) tiene por objeto llevar a cabo una regionalización ecológica del territorio nacional y de las zonas sobre las cuales la Nación ejerce su soberanía, identificando áreas de atención prioritaria en materia ambiental. Este clasifica al país en 80 Regiones Ecológicas y 145 Unidades Ambientales Biofísicas (UAB) que han sido generadas y regionalizadas conforme a cuatro criterios: (i) clima, (ii) relieve, (iii) vegetación, y (iv) suelo (Figura 3. 3).

El Proyecto se localiza dentro de la Región Ecológica número 17.33 y la UAB número 62 denominada Karst de Yucatán y Quintana Roo. Las estrategias sectoriales de esta UAB están enfocadas a lograr la sustentabilidad ambiental del territorio, al mejoramiento del sistema social e infraestructura urbana y al fortalecimiento de la gestión y la coordinación institucional.

Figura 3. 3. Ubicación del Proyecto dentro del Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio.



Las características de las UAB 62 se describen en la Tabla 3. 16 que se presenta a continuación.

Tabla 3. 16. Características de la UAB 62.

Clave región	UAB	Nombre de la UAB	Rectores del desarrollo	Coadyuvantes del desarrollo	Asociados del desarrollo	Otros sectores de interés	Política ambiental	Nivel de atención prioritaria
17.33	62	Karst de Yucatán y Quintana Roo	Preservación de Flora y Fauna Turismo	Desarrollo Social y Forestal	Agricultura Ganadería	Pueblos Indígenas	Restauración, protección y aprovechamiento sustentable	Alta

El 07 de septiembre de 2012 fue publicado en el Diario Oficial de la Federación el “Acuerdo por el que se expide el Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio”, en dicho acuerdo se indica lo siguiente:

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

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

El ROE establece que el objeto del POEGT es llevar a cabo una regionalización ecológica del territorio nacional y de las zonas sobre las cuales la nación ejerce soberanía y jurisdicción, identificando áreas de atención prioritaria y áreas de aptitud sectorial. Asimismo, tiene por objeto establecer los lineamientos y estrategias ecológicas necesarias para, entre otras, promover la preservación, protección, restauración y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales; promover medidas de mitigación de los posibles impactos ambientales causados por las acciones, programas y proyectos de las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal (APF); orientar la ubicación de las actividades productivas y de los asentamientos humanos; fomentar el mantenimiento de los bienes y servicios ambientales; promover la protección y conservación de los ecosistemas y la biodiversidad; fortalecer el Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas; apoyar la resolución de los conflictos ambientales, así como promover la sustentabilidad e incorporar la variable ambiental en los programas, proyectos y acciones de los sectores de la APF.

El POEGT promueve un esquema de coordinación y corresponsabilidad entre los sectores de la APF - a quienes está dirigido este Programa - que permite generar sinergias y propiciar un desarrollo sustentable en cada una de las regiones ecológicas identificadas en el territorio nacional.”

En vista de lo anterior se advierte que el Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio, contiene estrategias dirigidas a la Administración Pública Federal, por lo tanto, únicamente son de observancia para efectos de este Proyecto. Sin embargo, a efecto de demostrar que el Proyecto da puntual cumplimiento a las estrategias planteadas por el POEGT correspondientes a la UAB 62 y aplicables al Proyecto, se ha desarrollado el siguiente análisis y ejercicio de vinculación únicamente respecto de las estrategias que resultan directamente aplicables al Proyecto (Tabla 3. 17). Aquellas estrategias correspondientes a la UAB 62 que no se mencionan en el cuadro siguiente no resultan aplicables al Proyecto.

Tabla 3. 17. Vinculación del Proyecto con los criterios del Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio.

Estrategias UAB 62	
Estrategias	Vinculación con el Proyecto
Grupo I. Dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del Territorio	
Mediante el presente DTU-BR se exponen en forma precisa las justificaciones técnicas que evidencian que el Proyecto se encuentra en cumplimiento de las estrategias señaladas en esta sección, por lo que no existirá riesgo de un desequilibrio ecológico, debido a las medidas de mitigación establecidas.	
Preservación	
1.- Conservación <i>in situ</i> de los ecosistemas y su biodiversidad.	SE CUMPLE Para este Proyecto, se establecen zonas de conservación en donde no se modificará de ninguna manera el ecosistema.
2.- Recuperación de especies en riesgo.	SE CUMPLE Se establece un Subprograma de Conservación de Especies, que consideran el rescate de especies en riesgo, además del Programa de Supervisión y Vigilancia Ambiental que incluye medidas de monitoreo de las especies que ocupan el sitio.
3.- Conocimiento, análisis y monitoreo de los ecosistemas y su biodiversidad.	SE CUMPLE Se establece un Subprograma de Conservación de Especies, así como un Programa de Supervisión y Vigilancia Ambiental, conforme a la fracción IX del artículo 141 del Reglamento de la LGDFS, que consideran el rescate de especies en riesgo, además del monitoreo de las especies que ocupan el sitio.
Aprovechamiento sustentable	
4.- Aprovechamiento sustentable de ecosistemas, especies, genes y recursos naturales;	SE CUMPLE El aprovechamiento que se realizará de los recursos naturales, es en estricto apego a la Ley, cumpliendo con lo establecido respecto a la protección de especies y recursos naturales. Además de ello, se han establecido programas que permitirán recuperar y/o mantener los elementos existentes e incrementar su valor ambiental en el corto, mediano y largo plazo. Adicionalmente, todos los trabajos planteados en este DTU-BR proponen y consideran medidas de prevención y mitigación de cualquier desequilibrio ecológico que pueda presentar en su desarrollo.
8.- Valoración de los servicios ambientales.	SE CUMPLE El Proyecto da cumplimiento a esta estrategia, en razón de que se considera en gran parte del predio zonas de conservación. Asimismo, al ser parte del proyecto autorizado Ciudad Mayakoba, se consideró la estructura ambiental de la zona, contemplando los corredores biológicos existentes dentro del diseño del plan maestro.

Estrategias UAB 62	
Estrategias	Vinculación con el Proyecto
Protección de los recursos naturales	
9.- Propiciar el equilibrio de las cuencas y acuíferos sobreexplotados.	<p>SE CUMPLE</p> <p>La empresa promovente da cumplimiento a esta estrategia, ya que el Proyecto no representa un factor de presión a los acuíferos de la zona.</p> <p>Debido a que se inserta al interior del macroproyecto Ciudad Mayakoba, por lo que el abastecimiento del servicio de agua potable se realizará a través de la red de suministro del macroproyecto.</p>
10.- Reglamentar para su protección, el uso del agua en las principales cuencas y acuíferos.	<p>SE CUMPLE</p> <p>La empresa promovente da cumplimiento a esta estrategia, ya que este Proyecto no representa un factor de presión a los acuíferos de la zona.</p> <p>Debido a que se inserta al interior del macroproyecto Ciudad Mayakoba, el abastecimiento del servicio de agua potable se realizará a través de la red de suministro del macroproyecto.</p>
12.- Protección de los ecosistemas.	<p>SE CUMPLE</p> <p>El Proyecto contempla un uso sustentable de los recursos naturales, respetando su integridad y la funcionalidad de los ecosistemas.</p>
13.- Racionalizar el uso de agroquímicos y promover el uso de biofertilizantes.	<p>NO APLICA</p> <p>Únicamente se hará uso de agroquímicos autorizados por la CICOPLAFFEST. Además, se dará preferencia a la utilización de especies nativas para la reforestación de áreas y ajardinado.</p>
Restauración	
14.- Restauración de los ecosistemas forestales y suelos agrícolas.	<p>SE CUMPLE</p> <p>En relación con esta estrategia y en particular respecto a la restauración de ecosistemas forestales, se reforestarán las áreas necesarias con especies nativas.</p> <p>Por otro lado, es claro que la naturaleza del Proyecto no tiene relación alguna con suelos agrícolas, por lo que esta estrategia NO ES APLICABLE al Proyecto en ese tenor.</p>
Grupo II. Dirigidas al mejoramiento del sistema social e infraestructura urbana	
Infraestructura y equipamiento urbano regional	
31. Generar e impulsar las condiciones necesarias para el desarrollo de ciudades y zonas metropolitanas seguras, competitivas, sustentables, bien estructuradas y menos costosas.	<p>SE CUMPLE</p> <p>Es importante señalar que la ejecución del Proyecto implica un desarrollo positivo en infraestructura vial, provocando también un aumento en la seguridad</p>

Estrategias UAB 62	
Estrategias	Vinculación con el Proyecto
	de la zona, de tal modo que se mejorarán las condiciones sociales en la región donde se realizará el mismo.
Grupo III. Dirigidas al Fortalecimiento de la gestión y la coordinación institucional	
Marco Jurídico	
42. Asegurará la definición y el respeto a los derechos de propiedad rural.	SE CUMPLE Se cuenta con el respectivo título de propiedad sobre el predio en el cual se asentará el Proyecto, a pesar de no tratarse de propiedad rural.

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

Publicado en el Diario Oficial de la Federación el 24 de noviembre de 2012, el Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe (POEMyRGMMyMC) es el instrumento de política ambiental desarrollado para fortalecer la sustentabilidad de mares y costas, teniendo como fin la protección del medio ambiente y la preservación y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales. Es un elemento integrador de políticas públicas que permite dar un marco coherente a las acciones en materia de derecho marítimo, lucha contra la contaminación de los mares, proporciona protección a los recursos marinos, combate la marginación y orienta el desarrollo hacia la sustentabilidad.

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

Modelo de Ordenamiento Ecológico

1. Lineamientos Ecológicos, que incluyen 27 metas o enunciados generales que reflejan el estado deseable de las UGA, orientados a la atención de las tendencias de deterioro ambiental identificados en la Agenda Ambiental, durante la etapa de diagnóstico, pronóstico y en el ejercicio de visión prospectiva.
2. Unidades de Gestión Ambiental (UGA), que incluyen 203 unidades clasificadas en Marinas y Regionales.
 - Área Marina, que comprende las áreas o superficies ubicadas en zonas marinas mexicanas, incluyendo zonas federales adyacentes del Golfo de México y Mar Caribe. También incluye 26 Áreas Naturales Protegidas, de competencia Federal con parte de su extensión en la zona marina. Cabe señalar, que en dichas áreas aplica el Decreto y el Programa de Manejo correspondiente, así como las acciones generales y específicas que establece este Programa, de acuerdo con su ubicación.
 - El Área Regional abarca una región ecológica ubicada en 142 municipios con influencia costera de 6 entidades federativas (Quintana Roo, Yucatán, Campeche, Tabasco, Veracruz y Tamaulipas). En esta área se incluyen 3 ANP de competencia Federal que no tienen contacto directo con el mar, en las cuales aplica solamente el Decreto y el Programa de Manejo correspondiente. Asimismo, se incluyen 14 ANP Estatales.

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

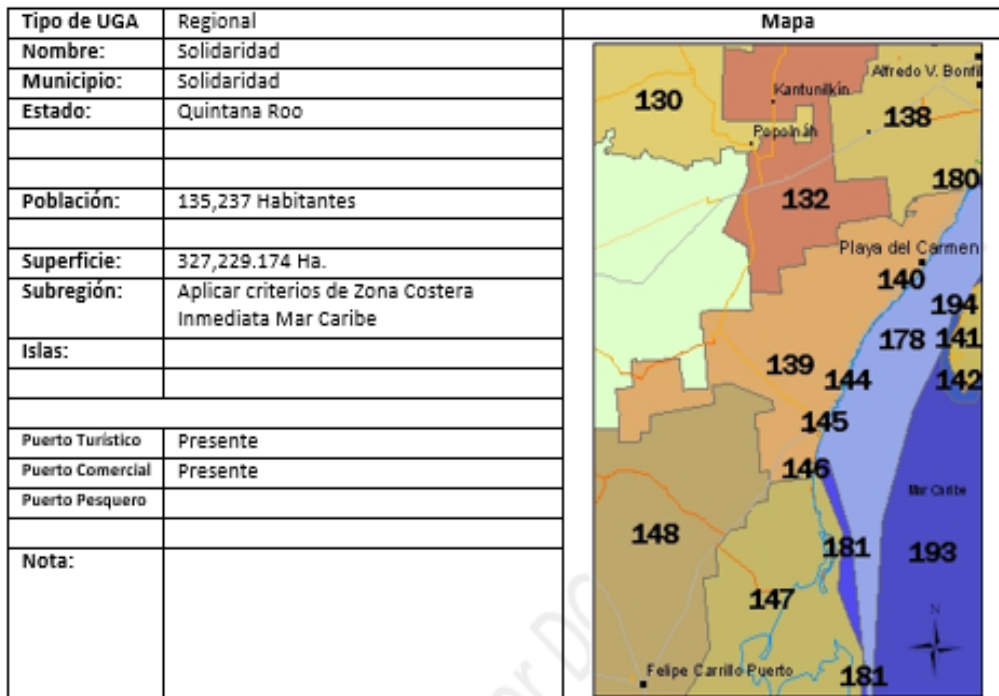
Según lo establecido en dicho ordenamiento, el Proyecto en cuestión se ubica en la UGA 139 – Solidaridad, ubicada en el municipio de Solidaridad, estado de Quintana Roo. En la siguiente Figura 3. 4 se representa la ubicación del Proyecto respecto de la UGA 139 y en la Figura 3. 5 se presenta la ubicación, extensión y acciones aplicables a la UGA 139.

Figura 3. 4. Ubicación del Proyecto respecto del Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe.



Figura 3. 5. Ubicación, extensión y acciones aplicables a la UGA 139 – Solidaridad, Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe.

Unidad de Gestión Ambiental #:139



A esta UGA se le aplican las Acciones Generales descritas en el anexo 4 además de las siguientes Acciones Específicas:

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

NA = NO APLICA

En la siguiente Tabla 3. 18 se presenta la vinculación del Proyecto con las acciones generales establecidas en el POEMyRGMMyMC y en la Tabla 3. 19 con las acciones específicas que le son aplicables.

Tabla 3. 18. Vinculación del Proyecto con las acciones generales del Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe.

Clave	Acciones Generales
G001	Promover el uso de tecnologías y prácticas de manejo para el uso eficiente del agua en coordinación con la CONAGUA y demás autoridades competentes.
	El cumplimiento de la presente acción no es obligación de la Promovente del Proyecto; sin embargo, ésta promoverá la utilización de tecnologías y la implementación de buenas prácticas de manejo para el uso eficiente del agua.
G002	Promover el establecimiento del pago por servicios ambientales hídricos en coordinación con la CONAGUA y las demás autoridades competentes.
	La presente acción no es aplicable a la Promovente del Proyecto, dichos mecanismos de pago serán ser implementados por las autoridades competentes en la materia.
G003	Impulsar y apoyar la creación de UMA para evitar el comercio de especies de extracción y sustituirla por especies de producción.
	La Promovente del Proyecto no tiene considerado la creación de una UMA.
G004	Instrumentar o en su caso reforzar las campañas de vigilancia y control de las actividades extractivas de flora y fauna silvestre, particularmente para las especies registradas en la Norma Oficial Mexicana, Protección ambiental-Especies Nativas de México de Flora y Fauna Silvestre-Categoría de Riesgo y Especificaciones para su Inclusión, Exclusión o Cambio-Lista de Especies en Riesgo (NOM-059-SEMARNAT-2010).
	Esta acción es aplicable a la autoridad y no al Promovente; por otra parte, el Proyecto no contempla la realización de actividades extractivas de flora ni de fauna.
G005	Establecer bancos de germoplasma, conforme a la legislación aplicable.
	La presente acción no es aplicable a la Promovente del Proyecto, en razón de que no se contempla el establecimiento de bancos de germoplasma.
G006	Reducir la emisión de gases de efecto invernadero.
	No se plantea la construcción o desarrollo de obras que impliquen la emisión de gases con efecto invernadero. Sin embargo, para el cumplimiento de esta acción, la maquinaria y equipo de combustión interna que sea utilizada para el desarrollo del Proyecto en cualquiera de sus etapas, se encontrará en óptimas condiciones mecánicas para disminuir la emisión de estos gases.
G007	Fortalecer los programas económicos de apoyo para el establecimiento de metas voluntarias para la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero y comercio de Bonos de Carbono.
	La realización de estas acciones no es responsabilidad de la Promovente, por lo que no es aplicable.
G008	El uso de Organismos Genéticamente Modificados debe realizarse conforme a la legislación vigente.
	La Promovente del Proyecto no tiene visualizado utilizar organismos genéticamente modificados dentro de sus actividades.
G009	Planificar las acciones de construcción de infraestructura, en particular la de comunicaciones terrestres para evitar la fragmentación del hábitat.
	El cumplimiento de la presente acción no es responsabilidad de la Promovente del Proyecto. No se omite manifestar que la caracterización ambiental del predio fue considerada durante el diseño del Proyecto, evitando la fragmentación del hábitat y considerando corredores biológicos para el desplazamiento de las especies.
G010	Instrumentar campañas y mecanismos para la reutilización de áreas agropecuarias para evitar su expansión hacia áreas naturales.
	La presente acción es aplicable para las autoridades competentes, el Proyecto no tiene contemplado reutilizar áreas agropecuarias.
G011	Instrumentar medidas de control para minimizar las afectaciones producidas a los ecosistemas costeros por efecto de las actividades humanas.
	La acción mencionada no es aplicable, ya que corresponde a una obligación para la autoridad y no para la Promovente. El Proyecto implementará todas y cada una de las medidas de prevención, mitigación y compensación de impactos ambientales que constituyen el SMGA del Proyecto, las cuales se encuentran

Clave	Acciones Generales
	alineadas al SMGA del proyecto autorizado Ciudad Mayakoba, mismas que tienen como objetivo minimizar las afectaciones producidas a los ecosistemas costeros por efecto del desarrollo del mismo.
G012	Impulsar la ubicación o reubicación de parques industriales en sitios ya perturbados o de escaso valor ambiental.
	La acción mencionada no es aplicable, ya que corresponde a una obligación para la autoridad y no para la Promovente. Por otra parte, el Proyecto no incluye el desarrollo de parques industriales.
G013	Evitar la introducción de especies potencialmente invasoras en o cerca de las coberturas vegetales nativas.
	El Proyecto no contempla la introducción de especies potencialmente invasoras en ningún área del proyecto. Asimismo, se apegará a lo establecido en el SMGA del Proyecto, el cual se encuentra alineado al proyecto autorizado Ciudad Mayakoba, por lo que las especies que se utilicen en las labores de jardinería y reforestación serán preferentemente nativas.
G014	Promover la reforestación en los márgenes de los ríos.
	No aplica, ya que es una obligación de las autoridades pertinentes y no de la Promovente. Asimismo, se manifiesta que dentro del predio del Proyecto no existen ríos superficiales.
G015	Evitar el asentamiento de zonas industriales o humanas en los márgenes o zonas inmediatas a los cauces naturales de los ríos.
	Esta acción no aplica, ya que es una obligación de las autoridades pertinentes y no de la Promovente.
G016	Reforestar las laderas de las montañas con vegetación nativa de la región.
	Lo estipulado en esta acción no aplica, ya que es una obligación aplicable para la autoridad y no para la Promovente.
G017	Desincentivar las actividades agrícolas en las zonas con pendientes mayores a 50%.
	No aplica, ya que es una obligación aplicable para la autoridad y no para la Promovente. Por otra parte, el Proyecto no implica actividades agrícolas de ningún tipo, además de que en la región donde se ubica no existen pendientes mayores a 50%.
G018	Recuperar la vegetación que consolide los márgenes de los cauces naturales en el ASO, de conformidad por lo dispuesto en la Ley de Aguas Nacionales, la Ley General de Vida Silvestre y demás disposiciones jurídicas aplicables.
	Lo indicado en esta acción no aplica al Proyecto propuesto, ya que es una obligación aplicable para la autoridad y no para la Promovente.
G019	Los planes o programas de desarrollo urbano del área sujeta a ordenamiento deberán tomar en cuenta el contenido de este Programa de Ordenamiento, incluyendo las disposiciones aplicables sobre riesgo frente a cambio climático en los asentamientos humanos.
	Lo indicado en esta acción no aplica, ya que es una obligación aplicable a la autoridad y no la Promovente.
G020	Recuperar y mantener la vegetación natural en las riberas de los ríos y zonas inundables asociadas a ellos.
	No aplica, ya que es una obligación aplicable para la autoridad y no para la Promovente. Asimismo, en la región donde se ubica el Proyecto no existen ríos superficiales ni zonas inundables.
G021	Promover las tecnologías productivas en sustitución de las extractivas.
	No aplica, ya que es una obligación aplicable a la autoridad y no a la Promovente.
G022	Promover el uso de tecnologías productivas intensivas en sustitución de las extensivas.
	Lo indicado en esta acción no aplica, ya que es una obligación aplicable a la autoridad y no a la Promovente.
G023	Implementar campañas de control de especies que puedan convertirse en plagas.
	Lo estipulado en esta acción no aplica, ya que es una obligación aplicable a la autoridad y no a la Promovente. Sin embargo, el Proyecto propuesto implementará todas las medidas para prevenir, mitigar o compensar los impactos ambientales identificados contenidas en el SMGA del proyecto autorizado Ciudad Mayakoba, incluyendo las que conforman el Subprograma de Conservación del Hábitat, entre las cuales se encuentran definir e implementar medidas para el manejo y control de especies de fauna nociva con métodos de bajo impacto ambiental.
G024	Promover la realización de acciones de forestación y reforestación con restauración de suelos para incrementar el potencial de sumideros forestales de carbono, como medida de mitigación y adaptación de efectos de cambio climático.

Clave	Acciones Generales
	Lo contenido en esta acción no es aplicable ya que representa una obligación para la autoridad y no para la Promovente.
G025	Fomentar el uso de especies nativas que posean una alta tolerancia a parámetros ambientales cambiantes para las actividades productivas.
	Esta acción no es aplicable ya que el presente Proyecto no contempla actividades productivas de tipo agrícola o forestal.
G026	Identificar las áreas importantes para el mantenimiento de la conectividad ambiental en gradientes altitudinales y promover su conservación (o rehabilitación).
	Esta acción no es aplicable, debido a que no existen gradientes altitudinales en el área donde se ubica el Proyecto.
G027	Promover el uso de combustibles de no origen fósil.
	Lo indicado por esta acción no aplica, ya que es una obligación para la autoridad y no para la Promovente.
G028	Promover el uso de energías renovables.
	Esta acción no es aplicable, ya que es una obligación aplicable a la autoridad y no a la Promovente.
G029	Promover un aprovechamiento sustentable de la energía.
	No aplica, ya que es una obligación aplicable a la autoridad y no a la Promovente.
G030	Fomentar la producción y uso de equipos energéticamente más eficientes.
	No aplica, ya que es una obligación aplicable a la autoridad y no a la Promovente.
G031	Promover la sustitución a combustibles limpios, en los casos en que sea posible, por otros que emitan menos contaminantes que contribuyan al calentamiento global.
	Lo indicado en esta acción no aplica, ya que es una obligación aplicable a la autoridad y no a la Promovente.
G032	Promover la generación y uso de energía a partir de hidrógeno.
	Esta acción no es aplicable, ya que contiene una obligación para la autoridad y no para la Promovente.
G033	Promover la investigación y desarrollo en tecnologías limpias.
	Esta acción no es aplicable, ya que contiene una obligación para la autoridad y no para la Promovente.
G035	Impulsar la reducción del consumo de energía de viviendas y edificaciones a través de la implementación de diseños bioclimático, el uso de nuevos materiales y de tecnologías limpias.
	No aplica, ya que es una obligación aplicable a la autoridad y no a la Promovente.
G036	Establecer medidas que incrementen la eficiencia energética de las instalaciones domésticas existentes.
	No aplica, ya que es una obligación aplicable a la autoridad y no a la Promovente.
G037	Establecer medidas que incrementen la eficiencia energética de las instalaciones industriales existentes.
	Esta acción no es aplicable, ya que contiene una obligación para la autoridad y no para la Promovente. Asimismo, el Proyecto no incluye instalaciones industriales de ningún tipo.
G038	Elaborar modelos (sistemas mundiales de zonificación agro-ecológica) que permitan evaluar la sostenibilidad de la producción de cultivos; en diferentes condiciones del suelo, climáticas y del terreno.
	Esta acción no es aplicable, ya que contiene una obligación para la autoridad y no para la Promovente.
G039	Evaluar la potencialidad del suelo para la captura de carbono.
	Lo contenido en esta acción no es aplicable, ya que representa una obligación para la autoridad y no para la Promovente.
G040	Promover y fortalecer la formulación e instrumentación de los ordenamientos ecológicos locales en el ASO.
	Lo indicado en esta acción no aplica, ya que es una obligación para la autoridad y no para la Promovente.
G041	Fomentar la participación de las industrias en el Programa Nacional de Auditoría Ambiental.
	Esta acción no aplica, ya que contiene una obligación aplicable para la autoridad y no a la Promovente.
G042	Fomentar la elaboración de Programas de Desarrollo Urbano en los principales centros de población de los municipios.
	Esta acción no aplica, ya que representa una obligación para la autoridad y no para la Promovente.

Clave	Acciones Generales
G043	LA SEMARNAT, considerará el contenido aplicable de este Programa. En su participación para la actualización de la Carta Nacional Pesquera, Asimismo, lo considerará en las medidas tendientes a la protección de quelonios, mamíferos marinos y especies bajo un estado especial de protección, que dicte de conformidad con la Ley General de Pesca y Acuicultura Sustentable.
	Lo estipulado en esta acción no aplica, ya que es una obligación aplicable para la autoridad y no para la Promovente.
G044	Contribuir a la construcción y reforzamiento de las cadenas productivas y de comercialización interna y externa de las especies pesqueras.
	Lo estipulado en esta acción no aplica, ya que es una obligación aplicable para la autoridad y no para la Promovente.
G045	Consolidar el servicio de transporte público en las localidades nodales.
	Lo indicado en esta acción no aplica, ya que es una obligación aplicable para la autoridad y no para la Promovente.
G046	Fomentar la ampliación o construcción de infraestructuras que liberen tránsito de paso, corredores congestionados y mejore el servicio de transporte.
	Lo contenido en esta acción no aplica, ya que es una obligación para la autoridad y no para la Promovente.
G047	Impulsar la diversificación de actividades productivas.
	Lo estipulado en esta acción no aplica, ya que representa una obligación para la autoridad y no para la Promovente.
G048	Instrumentar y apoyar campañas para la prevención ante la eventualidad de desastres naturales.
	El presente Proyecto aplicará todas las medidas contenidas en el SMGA del Proyecto, el cual se encuentra alineado al SMGA del proyecto autorizado Ciudad Mayakoba, entre las cuales se encuentran la participación activa del Promovente en la instrumentación y apoyo de campañas de prevención ante desastres naturales que indique la autoridad correspondiente.
G049	Fortalecer la creación o consolidación de los comités de protección civil.
	Lo estipulado en esta acción no aplica, ya que representa una obligación para la autoridad y no para la Promovente.
G050	Promover que las construcciones de las casas habitación sean resistentes a eventos hidrometeorológicos.
	Lo estipulado en esta acción no aplica, ya que representa una obligación para la autoridad y no para la Promovente.
G051	Realizar campañas de concientización sobre el manejo adecuado de residuos sólidos urbanos.
	Lo establecido en esta acción no aplica, ya que es una obligación que recae sobre la autoridad y no sobre la Promovente. Sin embargo, el Proyecto se apegará a lo establecido en el SMGA del Proyecto, el cual se encuentra alineado al SMGA del proyecto autorizado Ciudad Mayakoba, incluyendo la implementación de reglamentos internos para la conservación y buen uso de los recursos, que integran medidas para el adecuado manejo de los residuos.
G052	Implementar campañas de limpieza, particularmente en asentamientos suburbanos y urbanos (descacharrización, limpieza de solares, separación de basura, etc.).
	Lo estipulado en esta acción no es aplicable, ya que representa una obligación para la autoridad y no para la Promovente.
G053	Instrumentar programas y mecanismos de reutilización de las aguas residuales tratadas.
	Lo contenido en esta acción representa una obligación que corresponde a la autoridad y no a la Promovente.
G054	Promover en el sector industrial la instalación y operación adecuada de plantas de tratamiento para sus descargas.
	Lo establecido en la presente acción, es una obligación que corresponde a la autoridad y no a la Promovente. Asimismo, el Proyecto no considera actividades del sector industrial.
G055	La remoción parcial o total de vegetación forestal para el cambio de uso de suelo en terrenos forestales, o para el aprovechamiento de recursos maderables en terrenos forestales y

Clave	Acciones Generales
	preferentemente forestales, sólo podrá llevarse a cabo de conformidad con la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y demás disposiciones jurídicas aplicables.
	Se cumple mediante la presentación de este DTU-BR.
G056	Promover e impulsar la construcción y adecuada operación de sitios de disposición final de residuos sólidos urbanos, peligrosos o de manejo especial de acuerdo a la normatividad vigente.
	Esta acción no es aplicable ya que corresponde a una obligación para la autoridad y no para la Promovente.
G057	Promover los estudios sobre los problemas de salud relacionados con los efectos del cambio climático.
	Lo establecido en esta acción no aplica, ya que representa una obligación para la autoridad y no para la Promovente.
G058	La gestión de residuos peligrosos deberá realizarse conforme a lo establecido por la legislación vigente y los lineamientos de la CICOPLAFFEST que resulten aplicables.
	El Proyecto implementará todas las medidas establecidas en el SMGA del Proyecto, que se encuentran alineadas al SMGA del proyecto autorizado Ciudad Mayakoba, entre las que se encuentran diversas acciones contenidas en el Programa de Manejo Integral de Residuos, para realizar el manejo adecuado de los residuos peligrosos, conforme a lo establecido en la legislación vigente, por lo que se da cumplimiento a esta acción.
G059	El desarrollo de infraestructura dentro de un ANP, deberá ser consistente con la legislación aplicable, el Programa de Manejo y el Decreto de creación correspondiente.
	Lo establecido en esta acción no es aplicable, ya que el Proyecto no se encuentra ubicado dentro de la poligonal de ningún área natural protegida.
G060	Ubicar la construcción de infraestructura costera en sitios donde se minimice el impacto sobre la vegetación acuática sumergida.
	Esta acción no aplica ya que el Proyecto no considera la construcción de infraestructura en zona costera ni en áreas con vegetación acuática sumergida.
G061	La construcción de infraestructura costera se deberá realizar con procesos y materiales que minimicen la contaminación del ambiente marino.
	El Proyecto no contempla la construcción de infraestructura en la costa, por lo que esta acción no le es aplicable.
G062	Implementar procesos de mejora de la actividad agropecuaria y aplicar mejores prácticas de manejo.
	Lo indicado en la presente acción no aplica, ya que representa una obligación para la autoridad y no para la Promovente, además de que el Proyecto no incluyen actividades agropecuarias de ningún tipo.
G063	Promover la elaboración de ordenamientos pesqueros y acuícolas a diferentes escalas y su vinculación con los ordenamientos ecológicos.
	Lo establecido en esta acción no aplica, ya que representa una obligación para la autoridad y no para la Promovente.
G064	La construcción de carreteras, caminos, puentes o vías férreas deberá evitar modificaciones en el comportamiento hidrológico de los flujos subterráneos o superficiales o atender dichas modificaciones en caso de que sean inevitables.
	Lo establecido en esta acción no aplica, ya que representa una obligación para la autoridad y no para la Promovente.
G065	La realización de obras y actividades en Áreas Naturales Protegidas, deberá contar con la opinión de la Dirección del ANP o en su caso de la Dirección Regional que corresponda, conforme lo establecido en el Decreto y Programa de Manejo del área respectiva.
	Lo establecido en esta acción no es aplicable, debido a que el Proyecto no se ubica dentro de la poligonal de ningún área natural protegida.

Tabla 3. 19. Vinculación del Proyecto con las acciones específicas aplicables a la UGA 139 del Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe.

Clave	Acciones Específicas
A001	Fortalecer los mecanismos para el control de la comercialización y uso de agroquímicos y pesticidas.
	Esta acción no aplica, ya que es una obligación de las autoridades pertinentes y no de la Promovente. Asimismo, esta acción no tiene ninguna relación con el Proyecto.
A002	Instrumentar mecanismos de capacitación para el manejo adecuado de agroquímicos y pesticidas.
	El Proyecto cumple con lo establecido en esta acción, ya que aplicará todas las estrategias y medidas de prevención, mitigación y compensación de impactos ambientales incluidas en el SMGA del Capítulo 7, entre las que se encuentran la educación y capacitación ambiental, que incluye el tema del manejo adecuado de sustancias peligrosas como los agroquímicos y pesticidas.
A003	Usar preferentemente fertilizantes orgánicos y abonos verdes en los procesos de fertilización del suelo de actividades agropecuarias y forestales.
	El Proyecto se ajusta a lo establecido en esta acción, ya que aplicará todas las estrategias y medidas de prevención, mitigación y compensación de impactos ambientales incluidas en el SMGA descritas en el Capítulo 7 del presente DTU-BR, las que se encuentran alineadas al SMGA del proyecto autorizado Ciudad Mayakoba, entre las que se encuentran el uso exclusivo de agroquímicos autorizados por la CICOPLAFEST.
A005	Instrumentar mecanismos y programas para reducir las pérdidas de agua durante los procesos de distribución de la misma.
	El Proyecto se ajusta a lo establecido en esta acción, ya que aplicará todas las estrategias y medidas de prevención, mitigación y compensación de impactos ambientales incluidas en el SMGA del Proyecto, las que se encuentran alineadas al SMGA del proyecto autorizado Ciudad Mayakoba, incluyendo acciones de mantenimiento de tuberías e instalaciones de distribución del agua para evitar fugas.
A006	Implementar programas para la captación de agua de lluvia y el uso de aguas grises.
	El Proyecto cumple con lo establecido en esta acción, ya que aplicará todas las estrategias y medidas de prevención, mitigación y compensación de impactos ambientales incluidas en el SMGA del Proyecto, que se encuentran alineadas al SMGA del proyecto autorizado Ciudad Mayakoba, incluyendo la reincorporación de aguas pluviales por medio de pozos de absorción.
A007	Promover la constitución de áreas destinadas voluntariamente a la conservación o ANP en áreas aptas para la conservación o restauración de ecosistemas naturales.
	El Proyecto dejará zonas de conservación, cumpliendo con el objeto de esta acción.
A008	Evitar las actividades humanas en las playas de anidación de tortugas marinas, salvo aquellas que estén autorizadas en los programas de conservación.
	El predio del Proyecto se ubica al poniente de la carretera federal por lo que no tiene colindancia con el litoral. Tomando en consideración lo anterior y toda vez que no se encuentran playas al interior del predio, la presente acción no es aplicable al Proyecto.
A009	Fortalecer la inspección y vigilancia en las zonas de anidación y reproducción de las tortugas marinas.
	Esta acción no aplica, ya que es una obligación de las autoridades pertinentes y no de la Promovente. Además, como se ha indicado anteriormente, el Proyecto se localiza en el km 298 de la Carretera Federal 307 Chetumal-Puerto Juárez, estando toda la superficie comprendida al poniente de la carretera federal por lo que no tiene colindancia con el litoral, motivo por el cual no se encuentran playas al interior del predio, dejando sin aplicación lo contenido en esta acción.
A010	Fortalecer el apoyo económico de las actividades de conservación de las tortugas marinas.
	Esta acción no aplica, ya que es una obligación de las autoridades pertinentes y no de la Promovente. Además, como se ha indicado anteriormente, el Proyecto se localiza en el Km 299 de la Carretera Federal 307 Chetumal-Puerto Juárez, estando toda la superficie comprendida al poniente de la carretera federal por lo que no tiene colindancia con el litoral, motivo por el cual no se encuentran playas al interior del predio, dejando sin aplicación lo contenido en esta acción.
A011	Establecer e impulsar programas de restauración y recuperación de la cobertura vegetal original para revertir el avance de la frontera agropecuaria.

Clave	Acciones Específicas
	Esta acción no aplica, ya que es una obligación de las autoridades pertinentes y no de la Promovente.
A012	Evitar la modificación de las dunas costeras, así como eliminar la vegetación natural y construir sobre ellas.
	Tal y como se ha indicado anteriormente, el Proyecto se localiza en el km 298 de la Carretera Federal 307 Chetumal-Puerto Juárez, estando toda la superficie comprendida al poniente de la carretera federal por lo que no tiene colindancia con el litoral, de conformidad con lo anterior y toda vez que no se encuentran zonas de playa al interior del predio, esta acción no es aplicable.
A013	Establecer las medidas necesarias para evitar la introducción de especies potencialmente invasoras por actividades marítimas en los términos establecidos por los artículos 76 y 77 de la Ley de Navegación y Comercio Marítimo.
	Esta acción no aplica, ya que es una obligación de las autoridades pertinentes y no de la Promovente. Asimismo, el Proyecto no incluye actividades marítimas de ningún tipo.
A014	Instrumentar campañas de restauración, reforestación y recuperación de manglares y otros humedales en las zonas de mayor viabilidad ecológica.
	Esta acción no aplica, ya que es una obligación de las autoridades pertinentes y no de la Promovente.
A015	Promover e impulsar la reubicación de instalaciones que se encuentran sobre las dunas arenosas en la zona costera del ASO.
	Esta acción no aplica, ya que es una obligación de las autoridades pertinentes y no de la Promovente.
A016	Establecer corredores biológicos para conectar las ANP existentes o las áreas en buen estado de conservación dentro del ASO.
	Esta acción no aplica, ya que es una obligación de las autoridades pertinentes y no de la Promovente. Asimismo, el Proyecto no se ubica dentro de la poligonal de ningún área natural protegida.
A017	Establecer e impulsar programas de restauración, reforestación y recuperación de zonas degradadas.
	Esta acción no aplica, ya que es una obligación de las autoridades pertinentes y no de la Promovente. Sin embargo, el Proyecto implementará todas las medidas de prevención, mitigación y compensación de impactos ambientales incluidas en el SMGA del Proyecto, que se encuentran alineadas al SMGA del proyecto autorizado Ciudad Mayakoba, entre las que se encuentran la reforestación de áreas degradadas que se encuentran en zonas designadas para conservación.
A018	Impulsar los programas y acciones de recuperación de especies bajo algún régimen de protección en la NOM-059 SEMARNAT.
	Esta acción no aplica, ya que es una obligación de las autoridades pertinentes y no de la Promovente. Sin embargo, el Proyecto implementará todas las medidas de prevención, mitigación y compensación de impactos ambientales incluidas en el SMGA del Proyecto, las que se encuentran alineadas al SMGA del proyecto autorizado Ciudad Mayakoba, entre las que se encuentran el rescate de flora y fauna con énfasis en especies consideradas en riesgo según la NOM-059-SEMARNAT-2010, así como otras medidas cuyo fin es conservar las características que permiten el desarrollo de las especies en riesgo dentro del Proyecto.
A019	Instrumentar programas de remediación de suelos de acuerdo a la LGPGIR, su reglamento y a la NOM-138- SEMARNAT, de ser aplicable, en suelos que sean aptos para conservación o preservación.
	Esta acción no aplica, ya que es una obligación de las autoridades pertinentes y no de la Promovente.
A020	Promover el uso de tecnologías de manejo de la caña en verde para evitar la contaminación del aire producida en los periodos de zafra.
	Esta acción no aplica, ya que es una obligación de las autoridades pertinentes y no de la Promovente, además de que el Proyecto no contempla actividades relacionadas con el manejo de la caña verde.
A021	Fortalecer los mecanismos de control de emisiones y descargas para mejorar la calidad del aire, agua y suelos, particularmente en las zonas industriales y urbanas del ASO.
	Esta acción no aplica, ya que es una obligación de las autoridades pertinentes y no de la Promovente.
A022	Fomentar programas de remediación y monitoreo de zonas y aguas costeras afectadas por hidrocarburos.
	Esta acción no aplica, ya que es una obligación de las autoridades pertinentes y no de la Promovente.
A023	Aplicar medidas preventivas y correctivas de contaminación del suelo con base a riesgo ambiental, así como la aplicación de acciones inmediatas o de emergencia y tecnologías para la remediación in situ, en términos de la legislación aplicable.

Clave	Acciones Específicas
	Lo indicado en esta acción no es aplicable, ya que representa una obligación para la autoridad y no para la Promovente. No obstante, el Proyecto implementará todas las medidas de prevención, mitigación y compensación establecidas en el SMGA del Proyecto, las que se encuentran alienadas al SMGA del proyecto autorizado Ciudad Mayakoba autorizado, contribuyendo al cumplimiento de esta acción.
A024	Fomentar el uso de tecnologías para reducir la emisión de gases de efecto invernadero y partículas al aire por parte de la industria y los automotores.
	Esta acción no aplica, ya que es una obligación de las autoridades pertinentes y no de la Promovente.
A025	Efectuar programas de remediación y de rehabilitación integral de sitios contaminados por actividades industriales, de conformidad con la LGPGIR y su Reglamento.
	Esta acción no aplica, ya que es una obligación de las autoridades pertinentes y no de la Promovente.
A026	Promover e impulsar el uso de tecnologías "Limpias" y "Ambientalmente amigables" en las industrias registradas en el ASO y su área de influencia. Fomentar que las industrias que se establezcan cuenten con las tecnologías de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero.
	Esta acción no aplica, ya que es una obligación de las autoridades pertinentes y no de la Promovente. Asimismo, el Proyecto no considera actividades de tipo industrial.
A027	Mantener al mínimo posible la superficie ocupada por las instalaciones de infraestructura en las playas para evitar su perturbación.
	Esta acción no aplica, ya que es una obligación de las autoridades pertinentes y no de la Promovente. Así mismo, el Proyecto se pretende desarrollar en un predio ubicado al poniente de la carretera federal 307 Chetumal-Puerto Juárez, por lo que no colindan con el litoral y por lo tanto carecen de playas, dejando sin aplicación lo contenido en esta acción.
A028	Evitar la instalación de infraestructura permanente o de ocupación continua entre la playa y el primero o segundo cordón de dunas. Salvo aquellas que correspondan a proyectos prioritarios de beneficio público por parte de PEMEX, CFE y SCT y/o en casos de contingencia meteorológica o desastre natural, minimizando la alteración de esta zona.
	Esta acción no aplica, ya que es una obligación de las autoridades pertinentes y no de la Promovente. Asimismo, el Proyecto se pretende desarrollar en un predio ubicado al poniente de la carretera federal 307 Chetumal-Puerto Juárez, por lo que no colindan con el litoral y por lo tanto carecen de playas, dejando sin aplicación lo contenido en esta acción.
A029	Evitar la modificación del perfil de la costa o la modificación de los patrones de circulación de las corrientes alineadas a la costa. Salvo cuando correspondan a proyectos de infraestructura que tengan por objeto mitigar o remediar los efectos causados por contingencia meteorológica o desastre natural.
	Esta acción no aplica, ya que es una obligación de las autoridades pertinentes y no de la Promovente. Asimismo, el Proyecto no contempla cambio alguno en el perfil de la costa ni en los patrones de circulación de las corrientes alineadas a ésta, por lo que dan cumplimiento a lo establecido en esta acción.
A030	Generar o adaptar tecnologías constructivas y de ingeniería que minimicen la afectación al perfil costero y a los patrones de circulación de aguas costeras.
	Debido a la ubicación del Proyecto, este no afectará de ninguna forma los elementos descritos en esta acción. Sin perjuicio de lo anterior, para el diseño del Proyecto se consideraron diversos estudios con el fin de minimizar la afectación de los elementos naturales existentes en el predio, adoptando y empleando tecnología adecuada para un desarrollo sustentable, así como medidas de prevención, mitigación y compensación delineadas específicamente para los impactos ambientales que generará el Proyecto.
A031	Evitar la modificación de las características de las barras arenosas que limitan los sistemas lagunares costeros.
	El Proyecto se desarrolla en un predio ubicado al poniente de la carretera federal 307 Chetumal-Puerto Juárez que carecen de litoral y no colindan con ningún sistema lagunar costero, por lo que esta acción no le es aplicable.
A032	Evitar la modificación de las características físicas y químicas de playas y dunas costeras.
	El Proyecto se pretende desarrollar en un predio ubicado al poniente de la carretera federal 307 Chetumal-Puerto Juárez, por lo que no colindan con el litoral y por lo tanto carecen de playas y dunas costeras, dejando sin aplicación lo contenido en esta acción.

Clave	Acciones Específicas
A033	Fomentar el aprovechamiento de la energía eólica excepto cuando su infraestructura pueda afectar corredores de especies migratorias.
Esta acción no aplica, ya que es una obligación de las autoridades pertinentes y no de la Promovente.	
A037	Fomentar la generación energética por medio de energía solar.
Esta acción no aplica, ya que es una obligación de las autoridades pertinentes y no de la Promovente.	
A038	Impulsar el uso de los residuos agrícolas para la generación de energía y reducir los riesgos de incendios forestales en las regiones más secas.
Esta acción no aplica, ya que es una obligación de las autoridades pertinentes y no de la Promovente.	
A039	Reducir el uso de agroquímicos sintéticos a favor del uso de mejoradores orgánicos.
El Proyecto aplicará todas las medidas de prevención, mitigación y compensación de impactos ambientales, las que se encuentran alineadas al SMGA del proyecto autorizado Ciudad Mayakoba, entre las que se encuentra el uso exclusivo de agroquímicos autorizados por la CICOPLAFEST para el mantenimiento de áreas verdes, por lo que se da cumplimiento a esta acción.	
A040	Impulsar la sustitución de las actividades de pesca extractiva por actividades de producción acuícola con especies nativas de la zona en la cual se aplica el programa y con tecnologías que no contaminen el ambiente y cuya infraestructura no afecte los sistemas naturales.
Esta acción no aplica, ya que es una obligación de las autoridades pertinentes y no de la Promovente. Asimismo, el Proyecto no incluye actividades pesqueras de ningún tipo.	
A044	Diversificar la base de especies en explotación comercial en las pesquerías.
Esta acción no aplica, ya que es una obligación de las autoridades pertinentes y no de la Promovente. Asimismo, el Proyecto no incluye actividades pesqueras de ningún tipo.	
A046	Incentivar el cumplimiento de los mecanismos existentes para controlar el vertido y disposición de residuos de embarcaciones, en las porciones marinas tanto costeras como oceánicas.
Esta acción no aplica, ya que es una obligación de las autoridades pertinentes y no de la Promovente. Asimismo, el Proyecto no incluye actividades marinas de ningún tipo.	
A050	Promover el desarrollo de Programas de Desarrollo Urbano y Programas de Conurbación con el fin de dotar de infraestructura de servicios a las comunidades rurales.
Esta acción no aplica, ya que es una obligación de las autoridades pertinentes y no de la Promovente.	
A051	Construcción de caminos rurales, de terracería o revestidos entre las localidades estratégicas para procesos de mejorar la comunicación.
Esta acción no aplica, ya que es una obligación de las autoridades pertinentes y no de la Promovente.	
A052	Promover el uso sostenible de la tierra/agricultura (cultivos, ganado, pastos y praderas, y bosques) y prácticas de manejo y tecnología que favorezcan la captura de carbono.
Esta acción no aplica, ya que es una obligación de las autoridades pertinentes y no de la Promovente.	
A053	Desincentivar y evitar el desarrollo de actividades productivas extensivas.
Esta acción no aplica, ya que es una obligación de las autoridades pertinentes y no de la Promovente.	
A054	Promover la sustitución de tecnologías extensivas por sus correspondientes intensivas en las actividades acordes a la aptitud territorial, utilizando esquemas de manejo y tecnología adecuada para minimizar el impacto ambiental.
Esta acción no aplica, ya que es una obligación de las autoridades pertinentes y no de la Promovente.	
A055	Coordinar los programas de gobierno que apoyan a la producción para actuar sinérgicamente sobre el territorio y la población que lo ocupa.
Esta acción no aplica, ya que es una obligación de las autoridades pertinentes y no de la Promovente.	
A056	Identificar e implementar aquellos cultivos aptos a las condiciones ambientales cambiantes.
Esta acción no aplica, ya que es una obligación de las autoridades pertinentes y no de la Promovente.	
A057	El establecimiento de zonas urbanas no debe realizarse en zonas de riesgo industrial, zonas de riesgo ante eventos naturales y zonas susceptibles de inundación y derrumbe. Tampoco deberá establecerse en zonas de restauración ecológica, en humedales, dunas costeras ni sobre manglares.
El presente Proyecto no contempla el desarrollo de zonas urbanas en áreas de riesgo industrial o susceptibles de inundación o derrumbe. Asimismo, el Proyecto se apega a la zonificación ambiental establecida para el proyecto autorizado Ciudad Mayakoba, la cual ubica a los ecosistemas frágiles como	

Clave	Acciones Específicas
	zonas de protección en donde no será posible el establecimiento de infraestructura urbana. De esta forma, el Proyecto da cumplimiento a esta acción.
A058	Hacer campañas para reubicar a personas fuera de las zonas de riesgo.
	Esta acción no aplica, ya que es una obligación de las autoridades pertinentes y no de la Promovente.
A059	Identificar, reforzar o dotar de equipamiento básico a las localidades estratégicas para la conservación y/o el desarrollo sustentable.
	Esta acción no aplica, ya que es una obligación de las autoridades pertinentes y no de la Promovente.
A060	Establecer y mejorar sistemas de alerta temprana ante eventos hidrometeorológicos extremos.
	Esta acción no aplica, ya que es una obligación de las autoridades pertinentes y no de la Promovente.
A061	Mejorar las condiciones de las viviendas y de infraestructura social y comunitaria en las localidades de mayor marginación.
	Esta acción no aplica, ya que es una obligación de las autoridades pertinentes y no de la Promovente.
A062	Fortalecer y consolidar las capacidades organizativas y de infraestructura para el manejo adecuado y disposición final de residuos peligrosos y de manejo especial. Asegurar el Manejo Integral de los Residuos Peligrosos.
	Esta acción no aplica, ya que es una obligación de las autoridades pertinentes y no de la Promovente. Sin embargo, el Proyecto implementará todas las medidas de prevención, mitigación y compensación de impactos ambientales contenidas en el SMGA del Proyecto, las que se encuentran alienadas al SMGA del proyecto autorizado Ciudad Mayakoba, entre las cuales se encuentra la implementación del Programa de Manejo Integral de Residuos, dentro del cual se prevé el adecuado manejo y disposición de los residuos (líquidos, sólidos y peligrosos) generados en las diferentes etapas del proyecto. De esta manera, se da cumplimiento a esta acción.
A063	Instalar nuevas plantas de tratamiento de aguas residuales municipales y optimizar las ya existentes.
	Esta acción no aplica, ya que es una obligación de las autoridades pertinentes y no de la Promovente.
A064	Completar la conexión de las viviendas al sistema de colección de aguas residuales municipales y a las plantas de tratamiento.
	Esta acción no aplica, ya que es una obligación de las autoridades pertinentes y no de la Promovente.
A065	Instrumentar programas de recuperación y mejoramiento de suelos mediante el uso de lodos inactivados de las plantas de tratamiento de aguas servidas municipales.
	Esta acción no aplica, ya que es una obligación de las autoridades pertinentes y no de la Promovente.
A066	Incrementar la capacidad de tratamiento de las plantas para dar tratamiento terciario a los efluentes e inyectar aguas de mayor calidad al manto freático en apoyo, en su caso, a la restauración de humedales.
	Esta acción no aplica, ya que es una obligación de las autoridades pertinentes y no de la Promovente.
A067	Incrementar la capacidad de captación de aguas pluviales en las zonas urbanas y turísticas.
	El Proyecto implementará todas las medidas de prevención, mitigación y compensación de impactos ambientales contenidas en el SMGA del proyecto autorizado, entre las cuales se encuentran: <ol style="list-style-type: none"> 1. El mantenimiento de tuberías e instalaciones. 2. Incorporar la captación aguas pluviales, mismas que serán dirigidas a pozos de absorción. De esta manera, el Proyecto da cabal cumplimiento a esta acción.
A068	Promover e impulsar el desarrollo e instrumentación de planes de manejo para residuos sólidos, peligrosos y de manejo especial de acuerdo a la normatividad vigente.
	El Proyecto implementará todas las medidas de prevención, mitigación y compensación de impactos ambientales del SMGA del Proyecto, las que se encuentran alienadas con el SMGA del proyecto autorizado Ciudad Mayakoba autorizado, entre las cuales se encuentra la implementación del Programa de Manejo Integral de Residuos que contiene acciones específicas para el manejo de residuos sólidos, líquidos, peligrosos y de manejo especial. Lo anterior permite a la Promovente contribuir al cumplimiento de lo dispuesto en esta acción.
A069	Establecer planes de manejo que permitan el aprovechamiento, tratamiento o disposición final de los residuos para evitar su disposición al mar.

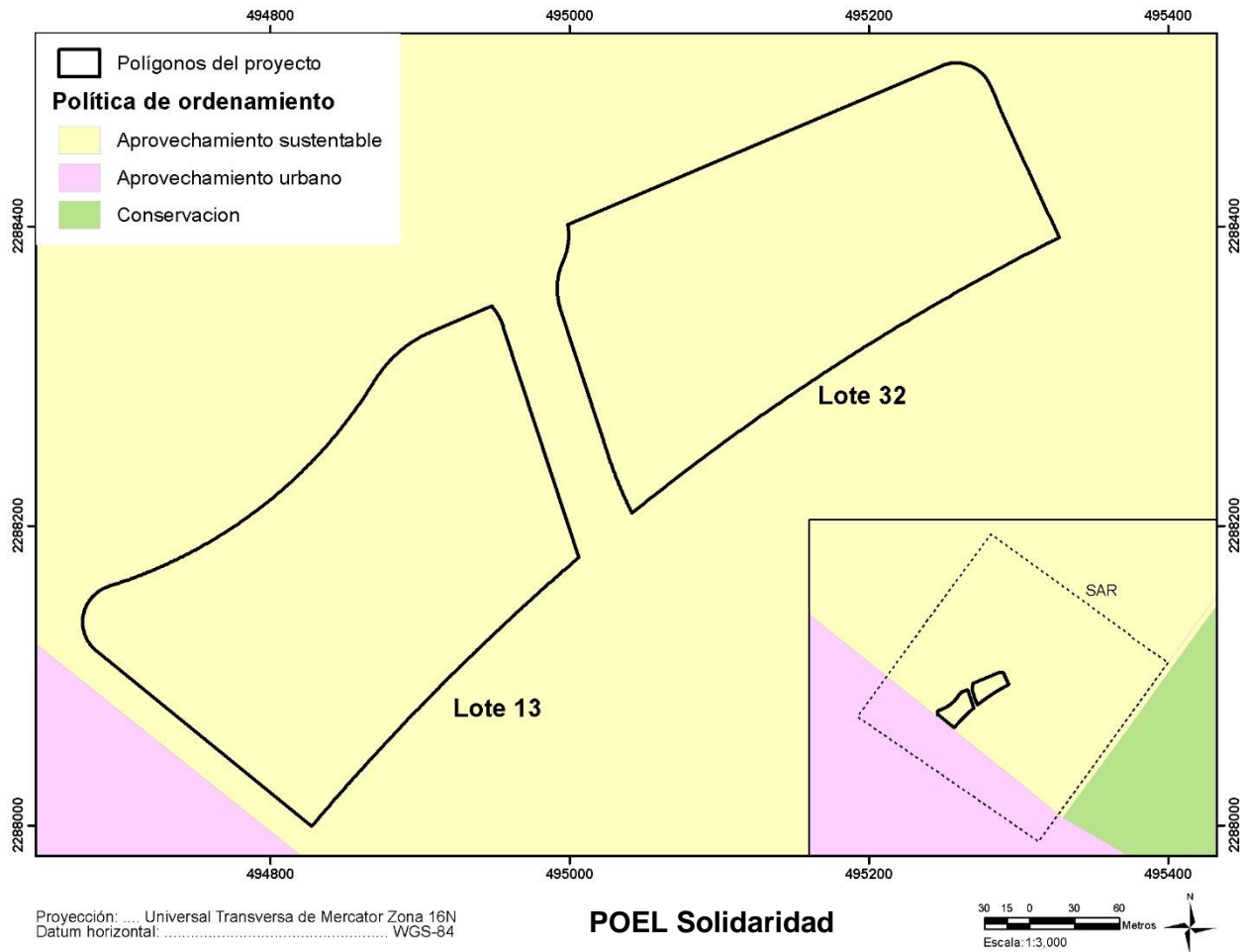
Clave	Acciones Específicas
	Esta acción no aplica, ya que es una obligación de las autoridades pertinentes y no de la Promovente.
A070	Realizar campañas de colecta y concentración de residuos sólidos en la zona costera para su disposición final.
	Esta acción no aplica, ya que es una obligación de las autoridades pertinentes y no de la Promovente.
A071	Diseñar e instrumentar acciones coordinadas entre sector turismo y sector conservación para reducir al mínimo la afectación de los ecosistemas en zonas turísticas y aprovechar al máximo el potencial turístico de los recursos. Impulsar y fortalecer las redes de turismo de la naturaleza (ecoturismo) en todas sus modalidades como una alternativa al desarrollo local respetando los criterios de sustentabilidad según la norma correspondiente.
	Esta acción no aplica, ya que es una obligación de las autoridades pertinentes y no de la Promovente.
A072	Promover que la operación de desarrollos turísticos se haga con criterios de sustentabilidad ambiental y social, a través de certificaciones ambientales nacionales o internacionales, u otros mecanismos.
	Esta acción no aplica, ya que es una obligación de las autoridades pertinentes y no de la Promovente. Sin embargo, el Proyecto aplicará las buenas prácticas establecidas en el SMGA del proyecto autorizado Ciudad Mayakoba, que demuestren el apego del Proyecto a los criterios de sustentabilidad ambiental y social. De esta forma, se da cumplimiento a esta acción.
A077	La construcción, modernización y ampliación de la infraestructura aeroportuaria deberá minimizar la afectación de la estructura y función de los ecosistemas y sus bienes y servicios ambientales, entre éstos, flujos hidrológicos, conectividad de ecosistemas, especies en riesgo, recarga de acuíferos y hábitats críticos.
	Esta acción no aplica, ya que es una obligación de las autoridades pertinentes y no de la Promovente. Asimismo, el Proyecto no incluye el desarrollo de infraestructura aeroportuaria.

Como se demuestra en la Tabla 3. 18 y Tabla 3. 19, el Proyecto presenta un total cumplimiento respecto a las obligaciones y criterios aplicables a la UGA 139, respetando lo establecido en este instrumento de ordenamiento ecológico.

3.4.7.3. Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Solidaridad

De acuerdo con el Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Solidaridad (POEL-S), publicado en el Periódico Oficial del Estado de Quintana Roo el 25 de mayo de 2009, así como a la localización de Ciudad Mayakoba, lugar donde se pretende realizar el Proyecto, le corresponden la Unidad de Gestión Ambiental (UGA) 14 Reserva Urbana Norte-Sur de Playa del Carmen (Figura 3. 6).

Figura 3. 6. UGA del Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Solidaridad aplicable al Proyecto.



Para la UGA 14, la vocación del uso del suelo, así como los usos condicionados e incompatibles están definidos por el mismo POEL-S. No obstante, a lo anterior los parámetros urbanos del predio se encuentran definidos por la Modificación del Programa Parcial de Desarrollo Urbano “El Jesusito” (PPDU-J) publicado en el Periódico Oficial del Estado de Quintana Roo el 10 de marzo del 2016 los cuales, como se demostrará en el contenido de este capítulo, son cumplidos por el Proyecto.

El objetivo de la UGA 14 es: Impulsar que el crecimiento sea controlado buscando una mejor calidad de vida con terrenos aptos para desarrollos de diferentes tipos económicos, estableciendo una planeación acorde a las expectativas de crecimiento poblacional que actualmente se tienen, generando zonas aptas para el desarrollo.

Tabla 3. 20. Especificaciones de la UGA 14 conforme a lo establecido en el Programa de Ordenamiento Ecológico Local de Solidaridad.

UNIDAD DE GESTIÓN AMBIENTAL		14	
NOMBRE	RESERVA URBANA NORTE-SUR DE PLAYA DEL CARMEN		
POLÍTICA AMBIENTAL	Aprovechamiento sustentable		
SUPERFICIE	7,448.13 hectáreas	PORCENTAJE MUNICIPAL	3.75 %
ESCENARIO INICIAL	<p>Las zonas propuestas se ubican dentro del área afectada por los incendios de 1989, por lo que la vegetación es de tipo secundario en su mayor parte. Asimismo, la zona presenta en lo general una aptitud baja para la conservación, ya que son áreas que han sufrido una degradación ambiental por actividades antropogénicas.</p> <p>La carencia de vivienda genera inequidades sociales y propicia el surgimiento y proliferación de asentamientos no regulares, teniendo como resultado un crecimiento anárquico en los centros urbanos, y el aumento del rezago en infraestructura urbana y de servicios.</p>		
TENDENCIAS	<p>En la actualidad existe la necesidad por parte de las autoridades municipales y estatales, por dotar de terrenos aptos para desarrollos de diferentes tipos económicos, ya que las superficies planeadas para la reserva urbana prácticamente se han agotado, por ello es importante establecer una planeación acorde a las expectativas de crecimiento poblacional que actualmente se tienen, generando zonas aptas para este desarrollo.</p>		
LINEAMIENTO AMBIENTAL	<p>La zona se desarrollará de manera armónica, de conformidad a los planes o programas aplicables. Los servicios urbanos se establecerán de manera oportuna, ofreciendo espacios urbanos dignos y confortables.</p>		
ESTRATEGIAS AMBIENTALES	<p>Los usos previstos en el presente instrumento, quedan sujetos a las disposiciones normativas de carácter ambiental y urbano, con el objetivo de incentivar y reforzar las actividades compatibles, fomentar la instalación del equipamiento requerido y proponer zonas habitacionales y actividades productivas de manera conjunta y equilibrada, buscando a si el desarrollo sustentable de la región.</p>		
VOCACIÓN DE USO DEL SUELO	Urbana.		
USOS CONDICIONADOS	Ecoturístico, turístico, industrial, minería, UMA's, deportivo, parque recreativo, comercial, reserva natural, equipamiento.		
USOS INCOMPATIBLES	Forestal, agropecuario, agroforestal, agroindustrial, marina.		
CRITERIOS DE REGULACIÓN ECOLÓGICA	USO	CRITERIOS ESPECÍFICOS	
	Ecoturístico	08, 09, 18, 29, 31, 39, 52, 54, 57, 59, 60, 77, 80, 81, 86, 95, 100.	
	Suburbano	26, 39, 52, 54, 80, 85, 86, 95, 100.	
	Urbano	23, 24, 116.	
	Industrial	28, 39, 53, 54, 70, 72, 73, 74, 75, 78, 80, 95, 100, 102, 110.	
	Minero	10, 28, 39, 42, 43, 44, 52, 54, 58, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 78, 95, 110, 111, 112.	
	UMA's	04, 07, 09, 16, 29, 46, 50, 51, 52, 54, 77, 80, 82, 86, 100.	
	Deportivo	06, 09, 13, 25, 37, 39, 49, 50, 53, 54, 59, 61, 68, 75, 80, 85, 86, 94, 95, 100.	
	Parque recreativo	06, 08, 09, 11, 28, 31, 39, 49, 53, 54, 57, 58, 59, 64, 68, 69, 80, 85, 86, 95, 100, 102, 108.	
	Reserva Natural	07, 16, 30, 80, 86, 100	
	Comercial	28, 39, 53, 54, 63, 70, 71, 72, 73, 75, 80, 95, 102, 109.	
Equipamiento	32, 53, 54, 85, 86.		

Esta unidad de gestión ambiental presenta la política ambiental de Aprovechamiento sustentable.

Aprovechamiento sustentable: *La utilización de los recursos naturales en forma que se respete la integridad funcional y las capacidades de carga de los ecosistemas de los que forman parte dichos recursos, por periodos indefinidos.*

Vinculación y cumplimiento:

El Proyecto da cumplimiento a la política ambiental, ya que se respeta todos y cada uno de los criterios de regulación ambiental, mediante lo cual se garantiza el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, así mismo dentro del Proyecto se presentan diversas estimaciones que demuestran que el Proyecto no afectará los recursos de agua, suelo y vegetación del predio, para lo cual se definió el establecimiento del 40.50%, del Proyecto, como áreas de conservación.

Las disposiciones y orientaciones

Los criterios de regulación ecológica establecidos para el Programa Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Solidaridad han sido organizados en tres grupos:

- Los criterios ecológicos de aplicación general (CG), son aplicables a la totalidad del territorio ordenando fuera de los centros de población legalmente constituidos en el Municipio de Solidaridad, independientemente del uso del suelo que se pretenda dar a los predios particulares.
- Los criterios de regulación ecológica aplicables a las áreas urbanas (CU), son aplicables en la totalidad del territorio ordenado dentro de los centros de población legalmente constituidos en el Municipio de Solidaridad, independientemente del uso del suelo que se pretenda dar a los predios particulares.
- Los criterios de regulación ecológica de carácter específico (CE), son aplicables a la totalidad del territorio ordenado fuera de los centros de población legalmente constituidos en el municipio de solidaridad, cuya aplicación está en función del tipo de uso de suelo que se pretenda dar a los predios particulares.

A continuación, se hace la vinculación de los criterios aplicables para el Proyecto, siguiendo el orden primero de criterios ecológicos de aplicación general (Tabla 3. 21), criterios de regulación ecológica de aplicación en áreas urbanas (Tabla 3. 22), y criterios de regulación ecológica específicos (Tabla 3. 23).

Tabla 3. 21. Vinculación del Proyecto con los criterios ecológicos de aplicación general del Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Solidaridad.

Criterios Ecológicos de Aplicación General		
Criterio	Descripción del criterio	Vinculación del 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,	La Promoviente para dar cumplimiento a este criterio, realiza la vinculación del tipo legal que corresponde al DTU-BR, con el cual se acredita la viabilidad jurídica del Proyecto y se demuestra fehacientemente ante la autoridad evaluadora que se tiene conocimiento de los instrumentos legales que puedan aplicar directa o indirectamente al Proyecto y que el desconocimiento de la ley no exime de su

Criterios Ecológicos de Aplicación General		
Criterio	Descripción del criterio	Vinculación del proyecto
	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.	responsabilidad. Manifestando que no iniciará la ejecución de las obras hasta tener todas las autorizaciones emitidas por las autoridades correspondientes en sus diferentes niveles de gobierno.
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.	<p>La Promovente no realizará ninguna actividad relacionada con la ejecución del Proyecto hasta obtener la autorización correspondiente y previamente a realizar cualquier actividad de desmonte la Promovente se compromete a que en el marco de la propuesta del Subprograma de Conservación de Especies conforme a lo establecido en la fracción IX del artículo 141 del Reglamento de la LGDFS, se llevará a cabo la implementación de las acciones de rescate de especies vegetales correspondientes, el cual será sometido a la autorización correspondiente y se implementará en las zonas autorizadas para el aprovechamiento con el fin de dar cumplimiento al presente criterio. Se pondrá especial interés en las especies que se encuentran enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, así como en las arbóreas de mayor talla.</p> <p>No se omite manifestar que el Subprograma de Conservación de Especies está alienado a los programas de manejo del SMGA correspondiente al proyecto Ciudad Mayakoba, el cual fue autorizado por la Dirección General de Impacto y Riesgo Ambiental mediante el oficio SGPA/DGIRA/04219 de fecha 19 de junio del año 2013.</p>
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 ambiental aplicable al proyecto. Las medidas deberán obtener de manera previa a su inicio la autorización correspondiente.	El Proyecto ha considerado la implementación de las medidas establecidas en el Subprograma de Conservación de Especies contenido en el Capítulo 7 de este DTU-BR, y que se encuentran alienadas con el SMGA del proyecto autorizado Ciudad Mayakoba. Entre las medidas contempladas se encuentran el recorrido previo al desmonte dentro de las áreas de desplante por un especialista en manejo de fauna, con la finalidad de rescatar individuos de fauna silvestre que lo requieran y trasladarlos a las áreas de conservación del proyecto autorizado Ciudad Mayakoba. Previo a su traslado, cada organismo será identificado y registrado en formatos especiales.

Criterios Ecológicos de Aplicación General														
Criterio	Descripción del criterio	Vinculación del proyecto												
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.	<p>En la ejecución del Proyecto, se contemplan áreas de conservación con vegetación natural y áreas verdes con vegetación nativa del lugar (41.28%). Los individuos que sean rescatados serán reubicados en el Proyecto ya sea en las áreas verdes o en las áreas de conservación.</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Concepto</th> <th>Superficie ha</th> <th>Superficie %</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Conservación</td> <td>2.66</td> <td>25.00</td> </tr> <tr> <td>Áreas verdes</td> <td>1.73</td> <td>16.28</td> </tr> <tr> <td>Total</td> <td>4.39</td> <td>41.28</td> </tr> </tbody> </table>	Concepto	Superficie ha	Superficie %	Conservación	2.66	25.00	Áreas verdes	1.73	16.28	Total	4.39	41.28
Concepto	Superficie ha	Superficie %												
Conservación	2.66	25.00												
Áreas verdes	1.73	16.28												
Total	4.39	41.28												
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.	El Proyecto se apega a la zonificación establecida en el proyecto autorizado Ciudad Mayakoba, la cual se definió con base en la caracterización ambiental del predio y del SAR, así como en apego a los instrumentos de planeación, legislación y normatividad aplicables y cuyos impactos ambientales, incluyendo la fragmentación de los ecosistemas y el aislamiento de poblaciones de vida silvestre ya fueron evaluados mediante la manifestación de impacto ambiental regional del proyecto previamente señalado. Asimismo, El Proyecto se apega a las superficies de aprovechamiento definidas para los Lote 13 y 32 del PPDU-J y en el proyecto Ciudad Mayakoba autorizado. El Proyecto no afectará las áreas de donación, las áreas verdes, el corredor biológico, ni las áreas de amortiguamiento; por lo que no fragmentará el ecosistema ni generará aislamiento de las poblaciones de forma adicional o diferente a lo ya evaluado para el proyecto autorizado Ciudad Mayakoba, del que forma parte.												
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.	El Proyecto da cabal cumplimiento a este criterio. Se realizará la recuperación de la tierra vegetal y el triturado de la vegetación resultante del desmonte. En ningún momento se comercializarán productos o subproductos derivados del desmonte. En su caso, se utilizarán para el mejoramiento de las áreas verdes del Proyecto.												
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	La Promovente, con el objetivo de cumplir con el criterio, manifiesta que ha previsto que la descarga de aguas residuales se realice mediante la captación de las mismas en el												

Criterios Ecológicos de Aplicación General		
Criterio	Descripción del criterio	Vinculación del proyecto
	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 cuando éstas cumplan con la normatividad ambiental vigente.	Proyecto, las cuales se conducirán hacia el sistema de drenaje de la Comisión de Agua Potable y Alcantarillado. El agua será conducida a través de tubería subterránea y cárcamos o depósitos de bombeo. Durante las fases de preparación del sitio y construcción se prevé la generación de aguas residuales derivadas de los servicios sanitarios instalados en el Proyecto, mismas que serán retiradas de la obra por la empresa autorizada y contratada para la prestación de los servicios sanitarios para su manejo y disposición final.
CG-08	En cualquier obra deberá estar separada la canalización del drenaje pluvial del drenaje sanitario.	La Promovente dará cumplimiento a este criterio basado en lo señalado en el proyecto autorizado Ciudad Mayakoba el cual cuenta con el oficio resolutivo SGPA/DGIRA/DG/04219 de fecha 19 de junio del 2013, y que contempla ubicar en plazas y caminos un sistema de drenaje pluvial, adaptado a la forma de escurrimiento natural del Proyecto, el agua colectada mediante el sistema señalado, será conducida hacia pozos de absorción con sistemas de decantación, trampas de grasas y sólidos además de una filtración arenosa.
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).	El Proyecto contempla la construcción de pozos de absorción, para el drenaje pluvial (ver Capítulo 2 y anexo cartográfico), por lo que solicitará la aprobación correspondiente a la CONAGUA, con la finalidad de dar cumplimiento al presente criterio.
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.	El material utilizado para la construcción de las diferentes obras que forman parte del Proyecto, así como de todos aquellos materiales que se requieran para el buen funcionamiento del Proyecto serán adquiridos a proveedores de materiales que estén autorizados para realizar sus actividades comerciales de manera formal.
CG-11	En el manejo de áreas verdes, campos, canchas, pistas, viveros, plantaciones o sembradíos y para el control de pestes y plagas, sólo se permite el uso de sustancias autorizadas por la Comisión Intersecretarial para el Control del Proceso y Uso de Plaguicidas, Fertilizantes y Sustancias Tóxicas (CICOPLAFEST).	En caso de emplear insumos agrícolas para el control de plagas o fertilización de plantas en las áreas verdes del Proyecto se procurará el uso de sustancias autorizadas por la Comisión Intersecretarial para el Control del Proceso y Uso de Plaguicidas, Fertilizantes y Sustancias Tóxicas (CICOPLAFEST), tal y como lo marca la presente medida.
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	El predio localizado dentro del proyecto Ciudad Mayakoba, en los cuales se realizarán las obras que en conjunto forman el Proyecto, están identificado con el número 13 y 32, perteneciente a la Unidad de Gestión Ambiental número 14, denominada Reserva Urbana Norte-Sur de Playa del Carmen, por lo que no se encuentra fuera de

Criterios Ecológicos de Aplicación General		
Criterio	Descripción del criterio	Vinculación del proyecto
	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.	centros de población y por ello este criterio no le es aplicable.
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.	Los residuos pétreos y materia orgánica generados en el desmonte de la vegetación, serán dispuestos en áreas sin cobertura vegetal, en el vivero y para la nivelación del terreno.
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 sólo 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.	Se dará cumplimiento a esta disposición ya que no se incorporarán especies exóticas invasoras en las áreas verdes del Proyecto. Además de que se dará preferencia a la utilización de especies nativas.
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.	El Proyecto implementará las acciones aplicables de acuerdo con las obras y actividades que contempla, para la prevención, mitigación y compensación de impactos ambientales contenidas en el SMGA del Proyecto, mismas que se encuentran alienadas al SMGA del proyecto autorizado Ciudad Mayakoba, que incluye al Subprograma de Conservación de Especies, el cual establece medidas preventivas para proteger a los individuos de fauna silvestre presentes en el área de aprovechamiento. Asimismo, el SMGA también incluye al Programa de Supervisión y Vigilancia Ambiental, que supervisa las medidas de prevención y mitigación de los impactos ambientales. El SMGA de Ciudad Mayakoba, fue autorizado por la DGIRA en el marco del cumplimiento a la condicionante 1 y 2 del oficio resolutivo SGPA/DGIRA/DG/04219, por lo que el Proyecto da cumplimiento a lo establecido en este criterio.
CG-16	Los campamentos para trabajadores de la construcción deberán ser dignos para la vida humana, contar con servicios sanitarios, agua	Se hace del conocimiento de la autoridad revisora que la Promovente durante el periodo de construcción de las obras correspondientes al

Criterios Ecológicos de Aplicación General		
Criterio	Descripción del criterio	Vinculación del proyecto
	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.	<p>Proyecto no tiene considerado un campamento donde puedan pernoctar los trabajadores de la obra, pero sí se tiene considerado que las actividades laborales de los empleados se realicen en condiciones propias para la vida humana, dando cabal cumplimiento a las normas que en materia de trabajo y previsión social sean aplicables. Asimismo, se establecerán comedores para los empleados.</p> <p>Las obras temporales tales como bodegas de almacenamiento, talleres, servicios sanitarios, patios de estacionamiento para vehículos del personal, vehículos pesados y de maquinaria pesada propia para la construcción se establecerán en áreas que posteriormente ocuparán las obras del Proyecto, garantizando la no afectación de áreas destinadas a la conservación de vegetación.</p> <p>Durante las etapas de preparación y construcción el Proyecto implementará las medidas contenidas en el Programa de Manejo Integral de Residuos del SMGA del Proyecto, que se encuentran alineadas al SMGA del proyecto autorizado Ciudad Mayakoba, mediante lo cual se asegurará el adecuado manejo de los mismos.</p> <p>La solicitante tiene considerado implementar las medidas establecidas en el Programa de Prevención y Atención a Contingencias Ambientales del SMGA del Proyecto, las que se encuentran alineadas al SMGA del proyecto autorizado Ciudad Mayakoba, de tal forma que se da cumplimiento a este criterio.</p> <p>En caso de que el Proyecto requiera la instalación de un campamento para trabajadores, éste cumplirá con los requisitos establecidos en éste y los demás criterios relativos.</p>
CG-17	El uso del fuego estará condicionado a lo establecido en la Norma Oficial Mexicana NOM015-SEMARNAP/SAGAR-1997.	No se usará fuego en ninguna de las etapas que conforman el Proyecto.
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 predio localizado dentro del proyecto Ciudad Mayakoba en el cual se realizarán las obras que en conjunto forman el Proyecto, está identificado con el número 13 y 32, perteneciente a la Unidad de Gestión Ambiental número 14, denominada Reserva Urbana Norte-Sur de Playa del Carmen. Aunado a lo anterior, el Proyecto se encuentra inserto en el Plan Parcial de Desarrollo Urbano El Jesusito, por lo que no se encuentran fuera de centros de población y por ello este criterio no le es aplicable.

Criterios Ecológicos de Aplicación General		
Criterio	Descripción del criterio	Vinculación del proyecto
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.	El Proyecto no incluye la apertura de caminos de acceso ni vialidades fuera de los centros de población por lo que este criterio no le es aplicable.
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.	Se cumple con la distancia establecida en este criterio.
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 distintas etapas del proyecto, así como las medidas de prevención, mitigación y, en su caso, corrección, que aplicará en cada etapa. 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>El Proyecto establecerá las medidas indicadas en el Programa Integral de Manejo de Residuos contenido en el SMGA del Proyecto, las que se encuentran alineadas al SMGA del proyecto autorizado Ciudad Mayakoba, el cual incluye el manejo y disposición temporal adecuados de las sustancias potencialmente contaminantes para evitar que se derramen en el suelo o en cuerpos de agua.</p> <p>Durante las diversas etapas del Proyecto se prevé la generación de residuos peligrosos mismos que se identificarán de conformidad con su clasificación de corrosión, reactividad, explosión, toxico e inflamable (C.R.E.T.I.) teniendo de manera inmediata identificado usar: thinner, pinturas, esmalte, y estopas impregnadas con estas sustancias, así mismo se generarán residuos de aceite industrial utilizado en el área de mantenimiento de equipos menores. Para estos casos, los envases de los residuos peligrosos y los materiales impregnados por los mismos, serán plenamente identificados en cuanto su peligrosidad de conformidad con el C.R.E.T.I. y almacenados en contenedores plásticos dentro de un gabinete de concreto cerrado y en completo aislamiento del entorno.</p> <p>Para cumplir con este criterio, la Promovente estará apegada a lo señalado en los artículos 15, 16, 17, 71 y 82 del Reglamento de la Ley General Para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos para realizar el almacén temporal de residuos peligrosos y de manera paralela se implementará el manejo de una bitácora que registre las entradas y salidas de los residuos peligrosos hasta obtener los certificados emitidos por empresa autorizada de la disposición final de dichos residuos. Estas actividades serán realizadas por un especialista en la materia con</p>

Criterios Ecológicos de Aplicación General		
Criterio	Descripción del criterio	Vinculación del proyecto
		conocimiento en el manejo y control de este tipo de residuos.
CG-22	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.	Este criterio no es aplicable a la Promovente, a razón de que el Proyecto no contempla la realización de algún tipo de obra o actividad cuyas características requieran el uso de explosivos.
CG-23	Todos los proyectos que en cualquiera de sus etapas de desarrollo generen residuos peligrosos deberán contar con un almacén de residuos peligrosos y disponerlos a través de una empresa autorizada en el manejo de los mismos, conforme a la legislación y normatividad ambiental aplicable en la materia.	<p>Como se ha manifestado en el Criterio General Número 21 referente al manejo de residuos peligrosos, para dar cumplimiento estricto al criterio que nos interesa, la promotente implementará un estricto control para el manejo de los residuos considerados por la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, así como su respectivo Reglamento, como peligrosos; además se contratará a una persona con amplio conocimiento en seguridad salud y protección ambiental y entre otras funciones se designará como la encargada para el control, manejo y disposición final de los residuos que se generen tal como como se ha demostrado en la vinculación legal insertada en el cuerpo del presente capítulo.</p> <p>El almacén temporal de los residuos sólidos y líquidos con características de peligrosidad según el análisis C.R.E.T.I. se ubicará en donde se reduzcan los riesgos por posibles emisiones de fugas, incendios, explosiones e inundaciones y contará con paredes y techo de materiales no inflamables, con ventilación, muros de contención, fosas de retención, canaletas o trincheras para contener lixiviados, sistemas de extinción y señalización suficiente, así como con material e infraestructura de recuperación de combustible y de sustancias para el caso de derrames.</p> <p>Asimismo, como parte del equipo necesario para la implementación del Proyecto se contará con barreras, toallas o esponjas oleofílicas. En el caso de derrames de residuos peligrosos en el suelo, se deberá contar con salchichas, colchonetas o polvos absorbentes y películas de liners para colocar residuos peligrosos. Las medidas de prevención, supervisión y mitigación se encuentran definidas en el Programa de Manejo Integral de Residuos y serán supervisadas por el Programa de Supervisión y Vigilancia Ambiental dentro del marco del SMGA</p>

Criterios Ecológicos de Aplicación General		
Criterio	Descripción del criterio	Vinculación del proyecto
		del Proyecto, mismo que se encuentra alineado al SMGA del proyecto autorizado Ciudad Mayakoba, dando cumplimiento al presente criterio.
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 federal 307. El territorio localizado al poniente de la carretera federal 307 se considera zona continental.</p>	<p>El Proyecto pretende desarrollarse dentro del área del proyecto autorizado Ciudad Mayakoba, que se encuentra en la zona continental de acuerdo con lo definido en este criterio ya que se localiza al poniente de la Carretera Federal 307. No obstante, vale la pena señalar que, tal y como se expone en la vinculación realizada para el Artículo 3, de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, el proyecto Ciudad Mayakoba, incluyendo la porción donde se ubica el Proyecto, fue evaluada y autorizada en materia de impacto ambiental como un ecosistema costero debido a su SAR. En dicha autorización se indicó que todos los proyectos que fueran a ser desarrollados bajo la esfera de tal autorización, debían ser sujetos a evaluación de impacto ambiental ante la misma emisora</p>
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. 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.</p>	<p>El Proyecto se ajusta a la superficie de aprovechamiento establecida por el PPDU-J.</p> <p>Como parte de las superficies de aprovechamiento del Proyecto, no se contabiliza y/o suma los senderos, brechas o andadores a las áreas naturales del lote donde se realizarán las obras de equipamiento.</p> <p>El proyecto autorizado Ciudad Mayakoba determinó la zonificación de cada uno de sus componentes con base en los resultados de los estudios ambientales realizados con ocasión de la planificación del proyecto, así como de la caracterización de la vegetación.</p> <p>El Proyecto no cuenta con áreas previamente desmontadas o sin vegetación, por lo que estas no pueden ser consideradas para el desplante de las obras que se proyectan.</p> <p>El Proyecto no cuenta con áreas afectadas, por lo que esto no aplica al Proyecto. La Promovente en la ejecución del Proyecto tiene contemplado ocupar para su aprovechamiento las superficies máximas permitidas para su desmonte.</p>

Criterios Ecológicos de Aplicación General		
Criterio	Descripción del criterio	Vinculación del proyecto
	<p>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 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.</p>	
CG-26	<p>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.</p>	<p>Dentro del Proyecto no se identifican las formaciones descritas en este criterio, sin embargo, previo a la etapa de construcción se realizará un estudio de mecánica de suelo, en donde, en caso de identificar estos elementos, se realizarán los ajustes en diseño del Proyecto con el fin de respetar las restricciones establecidas en este criterio y cumplir con el mismo, dando aviso a la autoridad correspondiente. Asimismo, no se han detectado vestigios arqueológicos al interior del Proyecto, sin embargo, si durante el desarrollo de las diferentes etapas del Proyecto se llegase a descubrir algún vestigio arqueológico, se dará aviso inmediato al INAH para dar cumplimiento a lo establecido en este criterio.</p>
CG-27	<p>Las obras de infraestructura o equipamiento regional de interés público sólo 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.</p>	<p>El desarrollo del Proyecto no es de interés público, a pesar de aportar diversos beneficios a la comunidad a la que pertenece. Debido a lo anterior, no será necesaria la aprobación del H. Cabildo de Solidaridad y demás autoridades previa autorización en materia de impacto ambiental.</p>
CG-28	<p>Para el aprovechamiento o uso de especies vegetales o animales silvestres o nativas, partes de ellas o subproductos de los mismos, así como de los recursos forestales, se requiere que estos productos provengan de UMA's o Productores Forestales autorizados</p>	<p>No aplica este criterio, no se realizará ningún tipo de aprovechamiento de especies de flora o fauna silvestre.</p>

Criterios Ecológicos de Aplicación General		
Criterio	Descripción del criterio	Vinculación del proyecto
	y den cumplimiento a lo establecido en la normatividad aplicable.	
CG-29	Con la finalidad de garantizar la estabilidad de las edificaciones, así como evitar el desplome o alumbramiento innecesario del acuífero o la afectación de estructuras y sistemas cársticos, los promoventes deberán realizar de manera previa al inicio de obras un estudio de mecánica de suelos avalado por un laboratorio acreditado ante la Entidad Mexicana de Acreditación.	Un estudio pertinente será realizado en los sitios donde serán edificadas las estructuras de las obras previstas en el Proyecto.
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.	La Promovente, aun cuando no tiene contemplado establecer campamento para los trabajadores, para dar cumplimiento a este criterio llevará a cabo la implementación de las medidas establecidas en el Programa de Conservación y Manejo de Ecosistemas y Especies del SMGA del Proyecto, el cual a través del Subprograma de Educación Ambiental transmitirá al personal de obra la información necesaria para proteger a la flora y la fauna de la región.
CG-31	En caso que se autorice la ejecución de obras o construcciones sobre cavernas, secas o inundadas, deberá realizarse programa de monitoreo de la misma, el cual deberá acompañar al manifiesto de impacto ambiental, para su aprobación y, en su caso, implementación.	Dentro del Proyecto no se identifican las formaciones descritas en este criterio, sin embargo, previo a la etapa de construcción se realizará un estudio de mecánica de suelo, en donde, en caso de identificar estos elementos, se realizarán los ajustes en diseño del Proyecto con el fin de respetar las restricciones establecidas en este criterio y cumplir con el mismo, dando aviso a la autoridad correspondiente.
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.	Este criterio no aplica. Ya que en el Proyecto no se registra comunidad de manglar y tampoco colinda con este tipo de vegetación.
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.	Dentro del Proyecto no se identifican las formaciones descritas en este criterio, sin embargo, previo a la etapa de construcción se realizará un estudio de mecánica de suelo, en donde, en caso de identificar estos elementos, se realizarán los ajustes en diseño del Proyecto con el fin de respetar las restricciones establecidas en este criterio y cumplir con el mismo, dando aviso a la autoridad correspondiente.
CG-34	Se prohíbe la disposición de aguas residuales, con o sin tratamiento, en cenotes, cuevas inundadas o cuevas secas.	La Promovente no tiene contemplado disponer en cenotes, cuevas inundadas o cuevas secas de las aguas residuales generadas durante cualquier etapa de desarrollo del Proyecto. Las aguas residuales generadas durante la etapa de operación serán canalizadas a la red general de la Comisión del Agua Potable y Alcantarillado. Las aguas residuales generadas durante la etapa de construcción serán dispuestas por medio de una empresa autorizadas para dar el servicio.

Criterios Ecológicos de Aplicación General		
Criterio	Descripción del criterio	Vinculación del proyecto
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 las distintas etapas de desarrollo y operación de las obras o actividades que se le autoricen.	El Proyecto implementará todas las acciones aplicables para la prevención, mitigación y compensación de impactos ambientales contenidas en el Programa de Manejo Integral de Residuos dentro del SMGA del Proyecto, las que se encuentran alineadas al SMGA del proyecto autorizado Ciudad Mayakoba, el cual fue aprobado por la DGIRA en el marco del cumplimiento a la condicionante 1 y 2 del oficio resolutivo SGPA/DGIRA/DG/04219. Dicho programa de manejo se apega a lo establecido en la Ley para la Gestión Integral de Residuos del Estado de Quintana Roo, por lo que se le da cumplimiento a este criterio.
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 pertenece a la Unidad de Gestión Ambiental número 14, denominada Reserva Urbana Norte-Sur de Playa del Carmen, por lo que no se encuentra fuera de centros urbanos y por ello este criterio no le es aplicable.

Tabla 3. 22. Vinculación del Proyecto con los criterios de regulación ecológica de aplicación para las áreas urbanas del Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Solidaridad.

Criterios de Regulación Ecológica de Aplicación para las Áreas Urbanas		
Criterio	Descripción del criterio	Vinculación del proyecto
CU-01	Las actividades, obras y proyectos que se pretendan desarrollar dentro del área municipal, deberán dar cabal cumplimiento a lo establecido en el marco normativo ambiental vigente, considerando de manera enunciativa pero no limitativa, Tratados Internacionales suscritos por México, Leyes Generales, Leyes Estatales, Normas Oficiales Mexicanas, Reglamentos Federales, Estatales y Municipales, Declaratorias y Decretos, Planes y Programas de Manejo aplicables en materia ambiental, urbana, manejo de residuos, protección de flora y fauna y emisión de contaminantes, uso y goce de la Zona Federal Marítimo Terrestre; por lo que no se describen como criterios las obligaciones, límites máximos permisibles o cualquier otro parámetro establecido por estos instrumentos de carácter obligatorio.	La Promovente sabe de los alcances del presente criterio, por lo que en todo momento se apegará a la legislación ambiental vigente para dar cumplimiento.
CU-02	Antes del inicio de cualquier obra o actividad se deberá ejecutar el rescate selectivo de vegetación en el área de aprovechamiento proyectada. La selección de las especies, el número de individuos por especie a rescatar y la densidad mínima de rescate, los métodos y técnicas aplicables, así como el monitoreo del	Previo a las actividades de desmonte y despalme se llevará a cabo el rescate de flora, las técnicas y especificaciones se establecen en la propuesta de Subprograma de Conservación de Especies que atenderá a las acciones definidas en el Capítulo 7 de este DTU-BR.

Criterios de Regulación Ecológica de Aplicación para las Áreas Urbanas		
Criterio	Descripción del criterio	Vinculación del proyecto
	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.	
CU-03	Previo al inicio de cualquier obra o actividad de cada proyecto se deberán ejecutar medidas preventivas orientadas a la protección de los individuos de fauna silvestre presentes en el área de aprovechamiento proyectada. La selección de los métodos y técnicas a aplicar se determinará con base en un estudio técnico o programa que deberá acompañar al estudio de impacto ambiental aplicable al proyecto. Las medidas deberán obtener de manera previa a su inicio la autorización correspondiente.	Previo a las actividades de desmonte y despalle se llevará a cabo el rescate de fauna, las técnicas y especificaciones se establecen en la propuesta de Subprograma de Conservación de Especies que atenderá a las acciones definidas en el Capítulo 7 de este DTU-BR.
CU-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.	La Promovente dará cabal cumplimiento a este criterio.
CU-05	Para el desplante de cualquier obra o instalación se deberán utilizar preferentemente las áreas perturbadas por usos previos o con vegetación secundaria o acahual.	El desarrollo de las obras del Proyecto se apega a la zonificación establecida en los instrumentos de ordenamiento urbano aplicables, por lo que se da cumplimiento a este criterio.
CU-06	En el desarrollo de los proyectos se debe realizar el aprovechamiento integral de los recursos naturales existentes en el predio, por lo que será obligatorio realizar la recuperación de tierra vegetal en las superficies que se desmonten, así como el triturado y composteo de la madera resultante del desmonte que se autorice. Los materiales obtenidos no podrán ser comercializados –salvo autorización expresa de la autoridad correspondiente-, sino aprovechados en el mejoramiento de áreas verdes, de equipamiento o de donación.	La Promovente dará cabal cumplimiento a este criterio.
CU-07	En cualquier obra deberá estar separada la canalización del drenaje pluvial del drenaje sanitario.	El Proyecto contempla para su desarrollo la instalación de drenaje sanitario independiente del sistema de drenaje pluvial, entendiéndose

Criterios de Regulación Ecológica de Aplicación para las Áreas Urbanas		
Criterio	Descripción del criterio	Vinculación del proyecto
		que las aguas residuales generadas por el Proyecto serán dirigidas a la red interna del macroproyecto Ciudad Mayakoba para la descarga de las aguas residuales. Esta red interna entrega las aguas residuales captadas al sistema operador CAPA, y de ahí, bajo la responsabilidad de dicho operador se envía a la planta de tratamiento de aguas residuales.
CU-08	La canalización del drenaje pluvial hacia el mar o cuerpos de agua superficiales o pozos de absorción, podrá realizarse previa filtración de sus aguas con sistemas de decantación, trampas de grasas y sólidos u otros que garanticen la retención de sedimentos o contaminantes y deberá ser aprobada por la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), de conformidad con la normatividad aplicable.	Tal y como se describe en el Capítulo 2 de este DTU-BR, el Proyecto contará con un sistema de drenaje pluvial para la filtración del agua de lluvia. Se realizará la perforación de los pozos de absorción por medios mecánicos y se construirá un registro de captación a base de muros de block, piso de grava y rejilla metálica tipo Irving. Su estructura evitará el arrastre de residuos y lixiviados al subsuelo.
CU-09	Los materiales calizos y los recursos naturales que se utilicen durante la construcción de un proyecto deberán provenir de fuentes o bancos de material autorizados.	El material o los materiales que serán utilizados para la construcción de las diferentes obras que forman parte del Proyecto, así como de todos aquellos materiales que se requieran para el buen funcionamiento del Proyecto serán adquiridos a proveedores de materiales que estén autorizados para realizar sus actividades comerciales de manera formal.
CU-10	En el manejo de áreas verdes, campos, canchas, pistas, viveros, plantaciones, sembradíos, y para el control de pestes y plagas, sólo se permite el uso de sustancias autorizadas por la Comisión Intersecretarial para el Control del Proceso y Uso de Plaguicidas, Fertilizantes y Sustancias Tóxicas (CICOPLAFEST).	El Proyecto se compromete al uso preferente de especies vegetales nativas y propias de la región en las áreas verdes y jardines, lo que disminuirá la necesidad del uso de agroquímicos; sin embargo, en caso de que se requieran solo se utilizarán productos autorizados por la Comisión Intersecretarial para el Control del Proceso y Uso de Plaguicidas, Fertilizantes y Sustancias Tóxicas (CICOPLAFEST).
CU-11	Los residuos derivados de las obras no se dispondrán sobre la vegetación remanente dentro del predio, ni sobre la vegetación circundante, debiéndose trasladar al sitio de disposición final de residuos de manejo especial que establezca el municipio o el estado.	El Proyecto se apegará a las medidas establecidas en el Programa de Manejo Integral de Residuos del SMGA descrito en el Capítulo 7, entre las cuales se encuentran las siguientes: Como resultado de las actividades de despalme y limpieza del área a trabajar se prevé la generación de residuos orgánicos los cuales serán triturados y trasladados a áreas de acopio designadas, de tal modo que puedan ser reintegradas a las áreas verdes del mismo como abono, con lo cual se acredita el buen manejo de estos residuos. Durante la etapa de construcción se tiene considerado que los residuos sólidos serán colocados de manera separada en botes rotulados especialmente destinados para

Criterios de Regulación Ecológica de Aplicación para las Áreas Urbanas		
Criterio	Descripción del criterio	Vinculación del proyecto
		<p>almacenarlos de manera temporal. Los residuos sólidos reciclables serán canalizados a empresas adecuadas para ello, mientras que los no reciclables serán llevados al relleno sanitario o donde la autoridad ambiental indique, por medio de empresas debidamente autorizadas para su transporte y disposición final.</p> <p>En relación a los residuos líquidos durante la etapa de construcción estos serán generados por la instalación de los servicios sanitarios para los trabajadores de la obra en términos del criterio urbano número doce. No se omite manifestar a la autoridad revisora que se realizará un control especial mediante bitácora para la disposición final de los residuos generados por los sanitarios y que dichos servicios serán contratados con empresa con autorizaciones necesarias vigentes, para que pueda otorgar los certificados de disposición final correspondiente.</p> <p>En ninguna etapa de la ejecución del Proyecto se dispondrá de los residuos derivados de las obras sobre la vegetación remanente del predio, ni sobre la vegetación circundante.</p>
CU-12	<p>Los campamentos para trabajadores de la construcción deberán ser dignos para la vida humana, contar con servicios sanitarios, agua potable, un reglamento para el manejo de residuos sólidos, así como una estrategia de protección civil para atender las alertas por fenómenos hidrometeorológicos. La proporción de servicios sanitarios será de al menos 1 por cada 25 trabajadores.</p>	<p>Se hace del conocimiento de la autoridad revisora que la Promovente durante el periodo de construcción de las obras correspondientes al Proyecto no tiene considerado un campamento donde puedan pernoctar los trabajadores de la obra, pero sí se tiene considerado que las actividades laborales de los empleados se realicen en condiciones propias para la vida humana, dando cabal cumplimiento a las normas que en materia de trabajo y previsión social sean aplicables. Asimismo, se establecerán comedores para los empleados.</p> <p>Las obras temporales tales como bodegas de almacenamiento, talleres, servicios sanitarios, patios de estacionamiento para vehículos del personal, vehículos pesados y de maquinaria pesada propia para la construcción se establecerán en áreas que posteriormente ocuparán las obras del Proyecto, garantizando la no afectación de áreas destinadas a la conservación de vegetación.</p> <p>Durante las etapas de preparación y construcción el Proyecto implementará las medidas contenidas en el Programa de Manejo</p>

Criterios de Regulación Ecológica de Aplicación para las Áreas Urbanas		
Criterio	Descripción del criterio	Vinculación del proyecto
		<p>Integral de Residuos del SMGA del Proyecto, las que se encuentran alienadas al SMGA del proyecto autorizado Ciudad Mayakoba, mediante lo cual se asegurará del adecuado manejo de los mismos.</p> <p>La solicitante tiene considerado implementar las medidas establecidas en el Programa de Prevención y Atención a Contingencias Ambientales del SMGA del Proyecto, que se encuentran alineadas al SMGA del proyecto autorizado Ciudad Mayakoba, de tal forma que se da cumplimiento a este criterio.</p> <p>En caso de que el Proyecto requiera la instalación de un campamento para trabajadores, éste cumplirá con los requisitos establecidos en éste y los demás criterios relativos.</p>
CU-13	En ningún caso se permite el uso del fuego para el desmante de predios urbanos o suburbanos, ni para la disposición de residuos sólidos en áreas abiertas.	No se prevé el uso de fuego en las actividades durante el desarrollo del Proyecto
CU-14	Todos los proyectos que en cualquiera de sus etapas de desarrollo generen residuos peligrosos deberán contar con un almacén de residuos peligrosos y disponerlos a través de una empresa autorizada en el manejo de los mismos, conforme a la legislación y normatividad ambiental aplicable en la materia.	<p>Como se ha manifestado en el Criterio General Número 21 referente al manejo de residuos peligrosos, para dar cumplimiento estricto al criterio que nos interesa, la promotora implementará un estricto control para el manejo de los residuos considerados por la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, así como su respectivo Reglamento, como peligrosos; además se contratará a una persona con amplio conocimiento en seguridad salud y protección ambiental y entre otras funciones se designará como la encargada para el control, manejo y disposición final de los residuos que se generen tal como como se ha demostrado en la vinculación legal insertada en el cuerpo del presente capítulo.</p> <p>El almacén temporal de los residuos sólidos y líquidos con características de peligrosidad según el análisis C.R.E.T.I., se ubicará en donde se reduzcan los riesgos por posibles emisiones de fugas, incendios, explosiones e inundaciones y contará con paredes y techo de materiales no inflamables, con ventilación, muros de contención, fosas de retención, canaletas o trincheras para contener lixiviados, sistemas de extinción y señalización suficiente, así como con material e infraestructura de recuperación de combustible y de sustancias para el caso de derrames.</p>

Criterios de Regulación Ecológica de Aplicación para las Áreas Urbanas		
Criterio	Descripción del criterio	Vinculación del proyecto
		Asimismo, como parte del equipo necesario para la implementación del Proyecto se contará con barreras, toallas o esponjas oleofílicas. En el caso de derrames de residuos peligrosos en el suelo, se deberá contar con salchichas, colchonetas o polvos absorbentes y películas de liners para colocar residuos peligrosos. Las medidas de prevención, mitigación y supervisión se encuentran definidas en el Programa de Manejo Integral de Residuos y serán supervisadas por el Programa de Supervisión y Vigilancia Ambiental dentro del marco del SMGA del Proyecto, el que se encuentra alineado al SMGA del proyecto autorizado Ciudad Mayakoba, dando cumplimiento al presente criterio.
CU-15	En los términos que establece la Ley para la Gestión Integral de Residuos del Estado de Quintana Roo, los promoventes deberán aplicar el Plan de Manejo de residuos correspondiente durante las distintas etapas de desarrollo y operación de las obras o actividades que se le autoricen.	En cumplimiento a este requerimiento, se indica que el Proyecto considera la implementación de un Programa de Manejo Integral de Residuos cuyas acciones se definen en el Capítulo 7 de este DTU-BR. Este programa dará estricto cumplimiento a lo establecido en la Ley para la Gestión Integral de Residuos del Estado de Quintana Roo y demás legislación aplicable.
CU-16	Para los fines de aplicación de este instrumento, en particular para la definición de competencias para la evaluación en materia de impacto ambiental, la zona costera o ecosistema costero del Municipio Solidaridad al interior de los centros de población con programa de desarrollo urbano decretado incluye únicamente a los predios colindantes con la zona federal marítimo terrestre.	No obstante, vale la pena señalar que, tal y como se expone en la vinculación realizada para el Artículo 3, de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, el proyecto Ciudad Mayakoba, incluyendo la porción donde se ubica el Proyecto, fue evaluada y autorizada en materia de impacto ambiental como un ecosistema costero debido a su SAR. En dicha autorización se indicó que todos los proyectos que fueran a ser desarrollados bajo la esfera de tal autorización, debían ser sujetos a evaluación de impacto ambiental ante la misma emisora
CU-17	Para el aprovechamiento de predios, cuerpos de agua o cavernas en los que se detecten vestigios arqueológicos, deberá obtenerse de manera previa al inicio de obras la autorización del Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH). Si el hallazgo arqueológico se realiza durante el desarrollo del proyecto se deberá informar de manera inmediata al INAH.	Dentro del Proyecto no se identifican las formaciones descritas en este criterio, sin embargo, previo a la etapa de construcción se realizará un estudio de mecánica de suelo, en donde, en caso de identificar estos elementos, se realizarán los ajustes en diseño del Proyecto con el fin de respetar las restricciones establecidas en este criterio y cumplir con el mismo, dando aviso a la autoridad correspondiente. Asimismo, no se han detectado vestigios arqueológicos al interior del predio del Proyecto, sin embargo, si durante el desarrollo de las diferentes etapas del Proyecto se llegase a descubrir algún vestigio arqueológico, se dará aviso inmediato al INAH

Criterios de Regulación Ecológica de Aplicación para las Áreas Urbanas		
Criterio	Descripción del criterio	Vinculación del proyecto
		para dar cumplimiento a lo establecido en este criterio.
CU-18	Las reservas territoriales destinadas a aprovechamiento urbano y las áreas de preservación ecológica establecidas en el programa de desarrollo urbano deberán mantener su cobertura vegetal original mientras no se incorporen al desarrollo y se autorice su aprovechamiento por las autoridades competentes.	El Proyecto se encuentra dentro un centro de población, inmerso dentro de diversos instrumentos de planeación y desarrollo urbano, por lo que se pretende incorporar al desarrollo de la zona. Sin embargo, mientras el Proyecto no sea autorizado, el predio seguirá conservando su cobertura vegetal natural.
CU-19	El desarrollo de proyectos en las áreas de reserva urbana se realizará de acuerdo con la programación prevista en el plan o programa director de desarrollo urbano que le corresponda.	El Proyecto cumple con este criterio al apearse fielmente a lo establecido en el Plan o Programa de Desarrollo Urbano aplicable, en este caso, el Programa Parcial de Desarrollo Urbano El Jesusito.
CU-20	Alrededor de los cenotes y accesos a cuevas se deberá mantener una franja perimetral de protección constituida por vegetación natural, con una anchura equivalente a la anchura máxima del espejo de agua. En esta franja sólo se permitirá el aclareo de hasta el 10 % de su cobertura y la remoción de árboles jóvenes de hasta 10 cm de diámetro, siempre y cuando la autoridad competente por excepción otorgue el cambio de uso de suelo en esta superficie.	En el Proyecto, no existen cenotes ni cuevas, por lo que este criterio no aplica.
CU-21	En el aprovechamiento de los cuerpos de agua continentales (cenotes, cuevas inundadas o lagunas) y otras formaciones cársticas (cuevas secas, rejolladas o chuntunes) sólo se permite el establecimiento de estructuras ligeras y de tipo temporal fuera del cuerpo de agua o estructura cárstica y de la franja de protección.	El Proyecto no pretende el aprovechamiento de cuerpos de aguas continentales, ni ninguna otra formación cárstica, por lo que este criterio no le es aplicable.
CU-22	Las aguas residuales deberán canalizarse hacia las plantas de tratamiento de aguas residuales operadas por la Comisión de Agua Potable y Alcantarillado o el organismo operador autorizado por esta instancia. En el caso de que no existan plantas de tratamiento que puedan atender la demanda del proyecto, el promovente deberá instalar una planta que cumpla con las condiciones establecidas en la normatividad vigente en materia de aguas residuales tratadas.	El Proyecto se conectará a la red interna del macroproyecto Ciudad Mayakoba para la descarga de las aguas residuales. Esta red interna entrega las aguas residuales captadas al sistema operador CAPA, y de ahí, bajo la responsabilidad de dicho operador se envía a la planta de tratamiento de aguas residuales.
CU-23	El manejo y disposición final de los lodos y otros residuos generados en el tratamiento de las aguas residuales es responsabilidad del propietario del sistema de tratamiento que los genere, quien deberá presentar un reporte semestral ante la autoridad correspondiente, turnando una copia a la SEDUMA para la inclusión de los resultados en la Bitácora Ambiental, que indique el volumen de agua tratado, tipo y características de los lodos y	El Proyecto se conectará a la red interna del macroproyecto Ciudad Mayakoba para la descarga de las aguas residuales. Esta red interna entrega las aguas residuales captadas al sistema operador CAPA, y de ahí, bajo la responsabilidad de dicho operador se envía a la planta de tratamiento de aguas residuales.

Criterios de Regulación Ecológica de Aplicación para las Áreas Urbanas		
Criterio	Descripción del criterio	Vinculación del proyecto
	otros residuos generados, tratamiento aplicado a los lodos, resultados del análisis CRETIB y sitio o forma de disposición final.	
CU-24	En las áreas de aprovechamiento proyectadas se deberá mantener en pie la vegetación arbórea y palmas de la vegetación original que por diseño del proyecto coincidan con las áreas destinadas a camellones, parques, jardines, áreas verdes, áreas de donación o áreas de equipamiento, de tal forma que estos individuos se integren al proyecto.	La Promovente contempla la conservación de la vegetación arbórea, incluyendo palmas, en las áreas de aprovechamiento que coincidan con camellones o jardineras para dar cumplimiento a este criterio.
CU-25	La superficie de aprovechamiento de un predio, así como sus coeficientes de uso (CUS) y ocupación del suelo (COS), estarán en función de lo que determine el programa o plan de desarrollo urbano vigente que le aplique. Sólo se permite el desmonte de la superficie que resulte de multiplicar el Coeficiente de Modificación del Suelo por la superficie total del predio, para lo cual deberá obtener de manera previa la autorización por excepción del cambio de uso del suelo en terrenos forestales y las autorizaciones estatales y municipales respectivas. Será obligatorio mantener la superficie remanente con la vegetación original. En el caso que la superficie remanente se encuentre afectada o que carezca de vegetación, el promovente deberá procurar su restauración o reforestación.	Como se ha mencionada anteriormente, debido a que el Proyecto se encuentra inmerso en el macroyecto Ciudad Mayakoba, este atenderá lo establecido en el Plan Parcial de Desarrollo Urbano El Jesusito, apegándose a los parámetros autorizados en materia de impacto ambiental mediante los oficios resolutivos SGPA/DGIRA/DG/03246 de fecha 12 de mayo de 2016, SGPA/DGIRA/DG/09500 de fecha 07 de diciembre de 2018 y SGPA/DGIRA/DG/04903 de fecha 15 de octubre de 2020 del proyecto Ciudad Mayakoba. De esta forma, el presente Proyecto cumple con lo establecido en este criterio ya que no rebasa las superficies de aprovechamiento asignadas en el ordenamiento específico aplicable y da cumplimiento a los coeficientes de uso (CUS) y de ocupación del suelo (COS).
CU-26	Para el aprovechamiento o uso de especies vegetales o animales silvestres o nativas, partes de ellas o subproductos de los mismos, así como de los recursos forestales, se requiere que estos productos provengan de UMA's o Productores Forestales autorizados y den cumplimiento a lo establecido en la normatividad aplicable.	No se hará ningún aprovechamiento o uso de especies ni partes de individuos de flora ni fauna silvestre nativas. De igual manera no se contempla la compra de especies vegetales para la reforestación de las áreas, pero en caso de requerirse se verificará que estos provengan de lugares autorizados
CU-27	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.	La Promovente dará cabal cumplimiento a este criterio.
CU-28	Se permite la instalación temporal de plantas de premezclado, dosificadoras o similares dentro del área de desmonte permitida en el interior de predios para abastecer al proyecto, únicamente durante su construcción. Debiendo ser retiradas una vez que se concluya la construcción del mismo. El área ocupada por la planta deberá integrarse al proyecto.	La autoridad revisora debe de tener en consideración que la realización del Proyecto no tiene planeado dentro del predio realizar instalación temporal de plantas de premezclado, dosificadoras o similares.
	Las plantas de premezclado, dosificadoras o similares deberán contar con un programa de	La Promovente manifiesta en términos similares a los señalados en el criterio inmediato anterior

Criterios de Regulación Ecológica de Aplicación para las Áreas Urbanas		
Criterio	Descripción del criterio	Vinculación del proyecto
CU-29	cumplimiento ambiental autorizado por la SEDUMA para la regulación de emisiones a la atmósfera, ruido y generación de residuos peligrosos, que dé cumplimiento a la normatividad vigente. Este programa se deberá presentar junto con la manifestación de impacto ambiental de la planta.	que el Proyecto no tiene contemplado instalar dentro del predio donde se realizará el Proyecto plantas de premezclado, dosificadoras o similares. Motivos por los cuales el presente criterio no es aplicable a la Promovente.
CU-30	Se deberá instalar una malla perimetral para reducir la emisión de polvos hacia el exterior de las áreas de trabajo y reducir el impacto visual.	La Promovente para estar en condiciones de dar cumplimiento al presente criterio, instalará una malla en el perímetro de las áreas de aprovechamiento que reducirá la emisión de polvos y partículas hacia el exterior de las áreas de trabajo, así como el impacto visual de las obras en construcción.
CU-31	Durante el transporte de materiales pétreos éstos deberán humedecerse y cubrirse con una lona antidispersante, la que se debe sujetarse adecuadamente y encontrarse en buen estado, con objeto de minimizar la dispersión de partículas de polvo.	El Promovente señala que durante todas las etapas de construcción relacionadas con el Proyecto y para las cuales se requiera el transporte de materiales del sitio donde serán entregados hasta el predio donde serán descargados estos serán humedecidos y cubiertos con una lona lo suficientemente amplia para evitar que los materiales transportados sean dispersados durante el trayecto correspondiente. Las mismas medidas se aplicarán en los puntos de acopio de materiales pétreos dentro de las áreas de aprovechamiento del Proyecto.
CU-32	En predios urbanos en los que existan manglares, deberá cumplirse lo establecido en la Ley General de Vida Silvestre y las Normas Oficiales Mexicanas aplicables.	Este criterio no aplica. En el Proyecto no se distribuye vegetación de tipo manglar.
CU-33	En el desarrollo u operación de cualquier tipo de proyecto se debe evitar el derrame al suelo o cuerpos de agua de combustibles, lubricantes, grasas, aceites, pinturas u otras sustancias potencialmente contaminantes. De igual manera, se deberá evitar la disposición inadecuada de materiales impregnados con estas sustancias o de sus recipientes. En este sentido el promovente deberá manifestar el tipo de sustancias potencialmente contaminantes que se empleará en las distintas etapas del proyecto, así como las medidas de prevención, mitigación y, en su caso corrección, que aplicará. Para el almacenamiento de este tipo de sustancias se deberá contar con un almacén que cumpla con las especificaciones establecidas en la normatividad aplicable y se deberá llevar el registro de su manejo en la bitácora del almacén.	La promovente manifiesta que durante el tiempo que duren las diversas etapas del Proyecto se prevé la generación de residuos peligrosos como thinner, pinturas, esmalte, y estopas impregnadas con estas sustancias, así mismo se generarán residuos de aceite industrial utilizado en el área de mantenimiento de equipo, diésel, gasolinas, estopas impregnadas con estos materiales peligrosos que serán almacenados en contenedores que se ubicaran en un almacén temporal de residuos peligroso que se encontrará aislado del entorno. Como parte del SMGA se implementará un Programa de Manejo Integral de Residuos durante todas las etapas de desarrollo del Proyecto, cuyas acciones se describen en el Capítulo 7 de este DTU-BR.

Tabla 3. 23. Vinculación del Proyecto con los criterios de regulación ecológica de carácter específico del Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Solidaridad.

Criterios de Regulación Ecológica de Carácter Específico		
Criterio	Descripción del criterio	Vinculación del proyecto
CE-23	Se permite el uso urbano con una densidad bruta de hasta 40 viviendas por hectárea, de conformidad con la normatividad aplicable en la materia.	Como se establece en el Artículo 20 BIS 4 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, los programas de ordenamiento local regulan los usos de suelo fuera de los centros de población. Debido a que el Proyecto se encuentra inmerso en el macroproyecto Ciudad Mayakoba, este atenderá los parámetros establecidos en el Plan Parcial de Desarrollo Urbano El Jesusito, apegándose a los parámetros autorizados en materia de impacto ambiental mediante los oficios resolutivos SGPA/DGIRA/DG/03246 de fecha 12 de mayo de 2016, SGPA/DGIRA/DG/09500 de fecha 07 de diciembre de 2018 y SGPA/DGIRA/DG/04903 de fecha 15 de octubre de 2020 del proyecto Ciudad Mayakoba.
CE-24	La incorporación como nuevas áreas urbanas a los centros de población estará sujeta a la elaboración de los instrumentos de planeación urbana establecidos en la Ley de Asentamientos Humanos del Estado de Quintana Roo.	Como se establece en el Artículo 20 BIS 4 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, los programas de ordenamiento local regulan los usos de suelo fuera de los centros de población. Debido a que el Proyecto se encuentra inmerso en el macroproyecto Ciudad Mayakoba, este atenderá los parámetros establecidos en el Plan Parcial de Desarrollo Urbano El Jesusito, apegándose a los parámetros autorizados en materia de impacto ambiental mediante los oficios resolutivos SGPA/DGIRA/DG/03246 de fecha 12 de mayo de 2016, SGPA/DGIRA/DG/09500 de fecha 07 de diciembre de 2018 y SGPA/DGIRA/DG/04903 de fecha 15 de octubre de 2020 del proyecto Ciudad Mayakoba.
CE-26	La superficie máxima de aprovechamiento no podrá exceder del 40 % 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.	Como se establece en el Artículo 20 BIS 4 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, los programas de ordenamiento local regulan los usos de suelo fuera de los centros de población. Debido a que el Proyecto se encuentra inmerso en el macroproyecto Ciudad Mayakoba, este atenderá los parámetros establecidos en los instrumentos de desarrollo urbano aplicables, respetando los parámetros establecidos por el Plan Parcial de Desarrollo Urbano El Jesusito.

Criterios de Regulación Ecológica de Carácter Específico		
Criterio	Descripción del criterio	Vinculación del proyecto
CE-39	Si un predio está dividido en dos o más UGA, la superficie máxima de aprovechamiento de cada porción será la que se establezca para cada uso y unidad. La superficie máxima de aprovechamiento no es acumulativa entre usos o unidades de gestión.	No se unificarán superficies de aprovechamiento entre UGA, debido a que el Proyecto únicamente se ubica dentro de la UGA 14.
CE-52	Se deberán establecer letrinas secas composteras o fosas sépticas prefabricadas para la disposición y tratamiento primario y secundario de las aguas residuales. El efluente de la fosa séptica deberá cumplir lo establecido en la normatividad vigente, la disposición final del efluente se podrá realizar mediante humedales artificiales que sean impermeables y no permitan la infiltración al suelo y subsuelo.	El Proyecto no contempla utilizar los elementos descritos en este criterio, por lo que este no aplica.
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 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.	El Proyecto tiene previsto que la descarga de aguas residuales que será generada por las obras se realizará mediante la captación de las mismas llevándose por redes de tuberías que conducirá las aguas a la red general de la Comisión de Agua Potable y Alcantarillado a través de cárcamos o depósitos de bombeo; la red de drenaje será totalmente subterránea bajo los viales principales del desarrollo.
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.	Dentro de los estudios al Proyecto no se identificaron cenotes o accesos a cuevas, sin embargo, previo a la etapa de construcción, se realizará un estudio de mecánica de suelo, en donde, en caso de identificar estos elementos, se realizarán los ajustes en diseño del Proyecto con el fin de respetar las restricciones establecidas en este criterio y cumplir con el mismo, además de que se dará aviso a la autoridad pertinente.

Criterios de Regulación Ecológica de Carácter Específico		
Criterio	Descripción del criterio	Vinculación del proyecto
CE-86	<p>Cuando en las áreas que se mantendrán con cubierta vegetal original dentro de los predios, existan áreas afectadas o con vegetación escasa o dominada por estratos herbáceo o arbustivo, se deberá realizar un programa de reforestación con especies nativas que considere por lo menos 1,500 árboles o palmas por hectárea. Se deberá establecer un monitoreo permanente de las áreas reforestadas para valorar la eficiencia de las acciones emprendidas.</p> <p>La selección de las especies y el número de individuos por especie a reforestar se determinará con base en un programa que deberá acompañar al estudio de impacto ambiental aplicable al proyecto.</p>	<p>La Promovente para dar cumplimiento al criterio que nos ocupa alega que en la ejecución del Proyecto solo se tiene contemplado ocupar para su aprovechamiento las superficies máximas permitidas. Sin embargo, ya que conservará en pie la vegetación natural en las áreas destinadas a jardinerías y áreas verdes, en caso de que algunas de estas presenten vegetación escasa o secundaria, ésta será enriquecida con especies nativas de porte arbóreo. Las especies seleccionadas y su método de trasplante y cuidados estarán acorde a lo establecido en la propuesta de Subprograma de Conservación de Especies, que forma parte del SMGA del Proyecto, mismo que se encuentra alineado con el SMGA del proyecto autorizado Ciudad Mayakoba (Capítulo 7).</p>
CE-95	<p>En los predios en los que exista vegetación exótica o invasora deberá llevarse a cabo un programa de erradicación de dichas especies.</p>	<p>El Proyecto implementará todas las medidas aplicables establecidas en el Subprograma de Conservación de Especies que forma parte del Programa de Conservación y Manejo de Ecosistemas y Especies, dentro del SMGA del Proyecto, el cual incluye el control de especies nocivas y/o exóticas en caso de que fueran detectadas dentro del Proyecto.</p>
CE-100	<p>Alrededor de los cenotes y accesos a cuevas se deberá mantener una franja perimetral de protección constituida por vegetación natural, con una anchura equivalente a la anchura máxima del espejo de agua. En esta franja sólo se permitirá el aclareo de hasta el 10 % de su cobertura y la remoción de árboles jóvenes de hasta 10 cm de diámetro, siempre y cuando la autoridad competente por excepción otorgue el cambio de uso de suelo en esta superficie.</p>	<p>Dentro del Proyecto no se identifican las formaciones descritas en este criterio, sin embargo, previo a la etapa de construcción se realizará un estudio de mecánica de suelo, en donde, en caso de identificar estos elementos, se realizarán los ajustes en diseño del Proyecto con el fin de respetar la franja perimetral descrita en este criterio con el fin de cumplir con el mismo, dando aviso a la autoridad correspondiente.</p>
CE-116	<p>La superficie máxima de aprovechamiento para el uso urbano no podrá exceder de los límites establecidos en la ley de fraccionamientos del estado de Quintana Roo, en donde se realizará el desplante de las edificaciones, obra exterior, circulaciones, áreas verdes y cualquier otra obra o servicio relativo al uso permitido.</p> <p>La superficie restante deberá mantenerse en condiciones naturales.</p>	<p>Se respetarán las superficies máximas de aprovechamiento contemplando lo establecido en el artículo 23 de la Ley de Acciones Urbanísticas del Estado de Quintana Roo.</p>

De la vinculación legal con el POEL-S que se presenta, se manifiesta que las actividades propuestas en el Proyecto son compatibles con la vocación del suelo que se les otorga en este instrumento, declaración que ha sido previamente confirmada mediante la autorización número No. SGPA/DGIRA/DG/04219 que realizó la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales a la Manifestación de Impacto Ambiental en su modalidad Regional del proyecto Ciudad Mayakoba, mismo que da origen al Proyecto que hoy nos ocupa, ya que las actividades a desarrollarse, y que aquí se acredita su viabilidad ambiental y jurídica, se encontraban planeadas en el proyecto original.

3.4.8. Planes y Programas de Desarrollo Urbano

Los planes y programas de desarrollo funcionan como herramientas de participación ciudadana, donde por disposición constitucional deben recopilarse a través de diferentes medios, las demandas y aspiraciones de los diversos sectores sociales y por otra parte también sirven como guía de mandato para los gobiernos del ámbito federal, estatal y local, toda vez que constituyen las directrices que encauzarán las acciones de los gobernantes durante su periodo de gobierno.

En relación a lo anterior, los planes y programas de planeación, si bien representan acciones de índole programática o planeación para la autoridad competente, es decir, para los gobiernos de los tres órdenes, conforme a lo establecido en las propias leyes de planeación; se puede afirmar que el Proyecto es congruente con los planes y programas de desarrollo que le aplican, tal y como se demuestra en este capítulo.

De conformidad con lo anterior, se presenta a continuación la vinculación del Proyecto con los planes y programas de desarrollo vigentes y en ejecución, de la nación, el estado de Quintana Roo y del municipio de Solidaridad, esto con el propósito de demostrar la compatibilidad de las obras y actividades que se proponen con estos instrumentos, y específicamente respecto a los temas relacionados con el medio ambiente, el desarrollo de la entidad y del turismo como actividad productiva.

3.4.8.1. Plan Municipal de Desarrollo 2018-2021 del Municipio de Solidaridad, Quintana Roo

El Plan Municipal de Desarrollo 2018-2021 es el instrumento rector de la actividad de todas las dependencias y direcciones que conforman el H. Ayuntamiento de Solidaridad. Se construye con base en las necesidades ciudadanas e identifica diversos ejes de gobierno fundamentales que son: Solidaridad humano e incluyente, desarrollo económico ordenado y sostenible, bienestar con esperanza, gobierno seguro y combate a la corrupción,

Siendo el eje fundamental que justifica la viabilidad del Proyecto con el Plan Municipal de Desarrollo el de “desarrollo económico ordenado y sostenible”, el cual gira alrededor de una propuesta de desarrollo integral de infraestructura que fortalezca la economía local, mediante la mejora de la imagen urbana, los servicios y la oferta turística. El eje se centra en la diversificación de la oferta turística, el fomento al trabajo decente e inclusivo y la producción sostenible, la capacidad de resiliencia y la armonía con el medio ambiente.

Uno de los objetivos estratégico para el programa sectorial “Solidaridad Resiliente”, que formar parte del eje “desarrollo económico ordenado y sostenible”, se centra en proteger y promover el uso sostenible de los recursos naturales adoptando medidas para el combate al cambio climático y la resiliencia, en armonía con el medio ambiente. Para lograr este objetivo se establecen líneas de acción de las cuales se han identificado que son viables al Proyecto las siguiente:

- Fomentar y fortalecer la implementación de programas y acciones que promuevan la separación y manejo de residuos sólidos, así como su reutilización y reciclaje.
- Reforestar diversos puntos del municipio de Solidaridad.
- Promover la educación ambiental no formal para la sostenibilidad.
- Implementar acciones en materia de mitigación y adaptación al cambio climático.

El Proyecto es compatible y coherente con el objetivo estratégico propuesto por el instrumento analizado ya que contribuye a los planteamientos de la planeación municipal 2018-2021 en materia ambiental, así como al fortalecimiento del desarrollo económico ordenado y sostenible mediante la atracción de la inversión al municipio, por el desarrollo del Proyecto en comento, sin ocasionar impactos ambientales significativos.

3.4.8.2. Programa Parcial de Desarrollo Urbano El Jesusito

Los planes y programas de desarrollo funcionan como herramientas de participación ciudadana, donde por disposición constitucional deben recopilarse a través de diferentes medios las demandas y aspiraciones de los diversos sectores sociales y por otra parte también sirven como guía de mandato para los gobiernos del ámbito federal, estatal y local, toda vez que constituyen las directrices que encauzarán las acciones de los gobernantes durante su periodo de gobierno.

En relación con lo anterior, los planes y programas de planeación, si bien representan acciones de índole programática o planeación para la autoridad competente, es decir, para los gobiernos de los tres órdenes, conforme a lo establecido en las propias Leyes de Planeación, se puede afirmar que el Proyecto es congruente con los planes y programas de desarrollo que le aplican, tal y como se demuestra a continuación.

Al respecto, por la ubicación del proyecto “Ciudad Mayakoba” (antes denominado como “El Ximbal”), el instrumento urbano que regula los usos de suelo e intensidades de uso, así como las densidades es el Programa Parcial de Desarrollo Urbano El Jesusito (PPDU-J), el cual se realizó en congruencia con lo establecido en el Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Solidaridad publicado en el Periódico Oficial del Estado de Quintana Roo el 25 de mayo de 2009, así como con los instrumentos de planeación urbana del Municipio publicados en el Periódico Oficial del Estado de Quintana Roo el 20 de diciembre de 2010, los cuales son el Programa de Desarrollo Urbano del Municipio de Solidaridad del Estado de Quintana Roo y el Programa de Desarrollo Urbano de Playa del Carmen.

El Programa Parcial de Desarrollo Urbano El Jesusito fue publicado en el Periódico Oficial (PO) del estado de Quintana Roo el 29 de marzo del 2013, posteriormente fue modificado respetando los parámetros urbanos y densidad de los lotes que fueron previamente establecidos, esta modificación fue publicada en el PO del estado de Quintana Roo el 10 de marzo de 2016.

En sus considerandos hace referencia a que el área de aplicación abarca una superficie de 409.25 ha. Dentro de esta superficie, se distribuyen 6 lotes para donación al municipio, 5 lotes para servicios, 41 macrolotes de usos diversos (habitacional plurifamiliar, habitacional unifamiliar, mixto y comercial), un campo de golf de 18 hoyos con dos lotes, uno para la casa club y otro para las instalaciones de mantenimiento del mismo campo, así como vialidades y áreas verdes.

El porcentaje total de aprovechamiento establecido para el proyecto de Ciudad Mayakoba en este PPDU-J fue del 68.17%, por lo que el 31.83% de la superficie del predio se destinó a su conservación. En tanto que la densidad máxima establecida fue de 17,329 viviendas totales.

Posteriormente, el 22 de junio de 2020 se publicó en el Periódico Oficial del estado de Quintana Roo (PO) el ***Acuerdo mediante el cual se aprueba autorizar la Conformación del Polígono de Actuación Privado para la Relocalización de usos y destinos del suelo e intercambio de potencialidad de edificación dentro del desarrollo denominado “CIUDAD MAYAKOBA”, respecto a los lotes ubicados en Carretera Federal 307 Chetumal- Puerto Juárez, Km 298, predio conocido como “EL JESUSITO” de la Ciudad de Playa del Carmen, Municipio de Solidaridad, Quintana Roo*** (Anexo 3.6).

A través de esta publicación, se autorizó la Constitución del Polígono mediante Sistema de Actuación Privado denominado “CIUDAD MAYAKOBA”, constituido por los siguientes lotes, Lote 001 – Mz. 002, lote 10, fracciones a, b, c, d, **lote 13**, lote 19, lote 20, lote 21, lote 22, lote 25 fracciones a, b, c, lote 31, **lote 32** y lote 33, en la localidad de Playa del Carmen, Municipio de Solidaridad, para la realización de proyectos urbanos mediante el reaprovechamiento y relocalización de la densidad, superficie máxima de construcción, COS, CUS e incremento de alturas (Figura 3. 7), procurando en el caso de ser necesario y conforme lo dictamine la Secretaría de Ordenamiento Territorial Municipal y de Sustentabilidad del Municipio de Solidaridad se realicen las obras de mitigación en materia de infraestructura vial, infraestructura hidráulica, drenaje y eléctrica, así como imagen urbana.

Figura 3. 7. Extracto del *Acuerdo mediante el cual se aprueba autorizar la Conformación del Polígono de Actuación....*, publicado en el PO el 22 de junio de 2020.

Tabla General de valores de la PROPUESTA de Polígono de Actuación Privado													
MACROLOTE	USOS	No de Lote	Superficie		Densidad por Lote (N° de Viviendas)	COS		CUS		CMS		ALTURAS	
			Ha	M ²		Superficie	%	Superficie Máxima de Construcción	M ²	Superficie	%	Niveles	Metros*
1	VIV. VERTICAL	HP-1	13	5.51	519	2.76	50%	9.92	1.800	4.13	75%	10	40
2	VIV. VERTICAL	HP-1	32	5.13	483	2.57	50%	9.23	1.800	3.85	75%	10	40
3	MIXTO COMERCIAL	MC-1	23	2.46	204	3.72	50%	14.86	2.000	5.58	75%	12	48
4	VIV. VERTICAL	HP-3	25 b	4.91	2044	2.46	50%	9.82	2.000	3.88	75%	10	40
5	LA CEIBA	HP-3	25 c	9.36	2802	4.68	50%	18.72	2.000	7.02	75%	8	32
6	SENDEROS	HP-4	10a	14.38	2802	7.19	50%	22.70	1.575	11.79	82%	6	24
7	SENDEROS	HP-4	10b	1.97	2802	0.99	50%	3.11	1.575	1.62	82%	6	24
8	SENDEROS	HP-4	10c	4.14	2802	2.07	50%	6.53	1.575	3.39	82%	6	24
9	SENDEROS	HP-4	10d	4.89	2802	2.35	50%	7.50	1.500	3.85	82%	6	24
10	VERDEN	HP-1	33	5.51	519	2.76	50%	9.92	1.800	4.13	75%	10	40
11	MIXTO COMERCIAL	MC-1	19	3.51	235	1.76	50%	5.27	1.500	2.46	70%	12	48
12	MIXTO COMERCIAL	MC-1	20	2.64	177	1.32	50%	3.96	1.500	1.85	70%	12	48
13	MIXTO COMERCIAL	MC-1	21	2.64	177	1.32	50%	3.96	1.500	1.85	70%	12	48
14	MIXTO COMERCIAL	MC-1	22	2.25	151	1.13	50%	3.38	1.500	1.58	70%	12	48
15	DOWNTOWN	MC-2	31	0.74	72	0.90	40%	1.55	2.100	0.44	60%	8	32
TOTALES				74.92*	7.173	37.336		130.441		57.215			

Así mismo, el 21 de febrero de 2021 se publicó en el Periódico Oficial del estado de Quintana Roo el **Acuerdo mediante el cual se aprueba autoriza la conformación del Polígono de Actuación Residencial, de actuación privada para la Relocalización de usos y destinos del suelo e intercambio de potencialidad de edificación dentro del desarrollo denominado complejo "CIUDAD MAYAKOBA", respecto a los lotes 003 y 008, ubicados en la Carretera Federal 307 Chetumal-Puerto Juárez, km 298, en la Ciudad de Playa del Carmen, Municipio de Solidaridad, Quintana Roo; mismos que no contravienen, ni alteran las condiciones naturales de crecimiento, si no por el contrario privilegia la continuidad del desarrollo ordenado y planificado del Municipio de Solidaridad, Quintana Roo** (Anexo 3.7).

A través de esta publicación, se autorizó la Constitución del Polígono mediante Sistema de Actuación Privado denominado "CIUDAD MAYAKOBA LOTES 003 Y 008", con claves catastrales 801021003001003 y 801021003001008, en la localidad de Playa del Carmen, municipio de Solidaridad, para la relocalización de proyectos urbanos mediante el reaprovechamiento y relocalización de la densidad, superficie máxima de construcción, COS, CUS y establecimiento de alturas, procurando en el caso de ser necesario y conforme lo dictamine la Secretaría de Ordenamiento Territorial Municipal y de Sustentabilidad del Municipio de Solidaridad se realicen las obras de mitigación en materia de infraestructura vial, infraestructura hidráulica, drenaje y eléctrica, así como imagen urbana.

El reaprovechamiento y relocalización del uso de suelo, la densidad y superficie máxima de construcción, COS, CUS y establecimiento de alturas quedo definido de acuerdo a la Figura 3. 8.

Figura 3. 8. Extracto del Acuerdo mediante el cual se aprueba autorizar la Conformación del Polígono de Actuación..., publicado en el PO el 21 de febrero de 2021.

PARÁMETROS URBANOS PROPUESTOS													
MACROLOTE	Usos	No de lote	Superficie	Densidad por Lote (No de Viviendas)	COS		Superficie Máxima de Construcción	CMS	ALTURAS				
			Ha		Superficie	%			Superficie	%	Niveles	Metros	
					HA								Ha
1	MIXTO COMERCIAL	MC-1	13	5.51	519	2.76	50	9.92	1.800	4.13	75	10	40
2	MIXTO COMERCIAL	MC-1	32	5.13	483	2.57	50	9.23	1.800	3.85	75	10	40

En ese sentido se aprobó en los lotes 003 (Lote 32) y 008 (Lote 13), la asignación de uso de suelo Mixto Comercial sin que esto representará incremento alguno a la densidad total autorizada, así como tampoco en el COS, CUS, ni las alturas.

Una vez expuesto lo anterior, se hace del conocimiento de la H. Autoridad que el proyecto "Corazón Ciudad Mayakoba" que se somete a evaluación de impacto ambiental mediante el presente DTU-BR se pretende desarrollar en los denominados "**Lote 13 y 32**" ubicados al interior del proyecto Ciudad Mayakoba el cual, de acuerdo a las modificaciones autorizadas, le establece un uso de suelo Mixto Comercial (MC-1), determinado para el desarrollo de viviendas y comercio (Figura 3. 9).

Figura 3. 9. Ubicación del Proyecto dentro del Programa Parcial de Desarrollo Urbano El Jesusito.



Los parámetros urbanísticos aplicables al proyecto "Corazón Ciudad Mayakoba" con uso de suelo Mixto Comercial son:

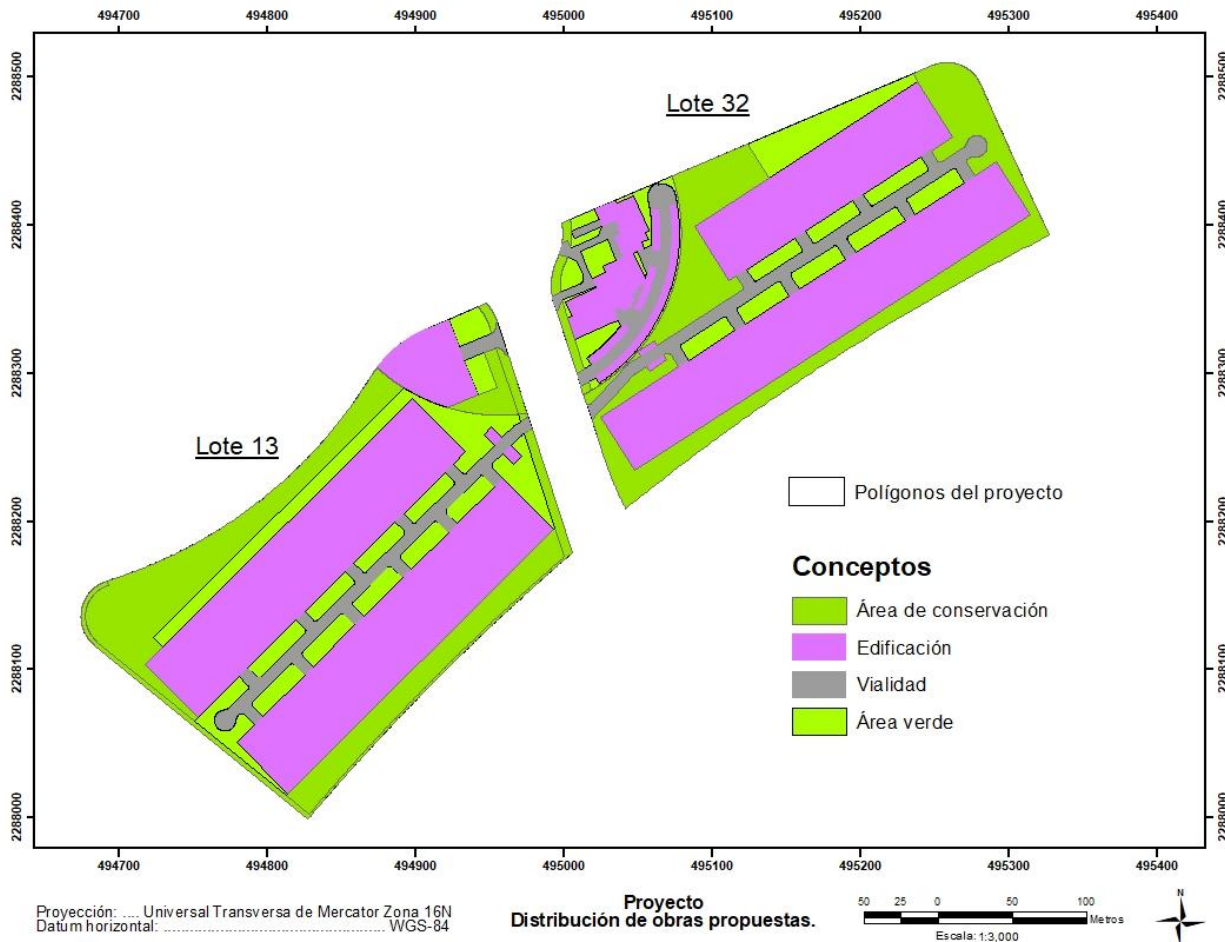
Lotes 13 y 32

- Densidad total de **519 viviendas totales para el Lote 13** y de **483 viviendas totales para el Lote 32**.
- **Coefficiente de ocupación del suelo (COS) no mayor a 50%** para la edificación de vivienda.
- **Coefficiente de utilización del suelo (CUS) no superior al 1.80**.
- **Coefficiente de modificación del suelo (CMS) no mayor al 75%** del terreno.

- **Altura máxima** de las edificaciones será la que resulte de aplicar los coeficientes de ocupación y utilización del suelo, no debiendo exceder de **diez niveles o 40 metros**⁷. Para determinar la altura, esta se considera a partir del nivel establecido de la vía pública referenciado al paramento edificado de mayor altura hasta el nivel de la cumbrera de techos inclinados o del pretil de azotea en techos planos.
- Número mínimo de cajones de estacionamiento por vivienda igual a 1 cajón.
- Las restricciones de este lote son: **Frontal 6.00 m, lateral 1.50 m de ambos lados y posterior 3.00 m.**

El Proyecto a desarrollarse en los Lotes 13 y 32 pretende la construcción de hasta 920 viviendas. Al respecto, las obras que pretenden realizarse en los lotes previamente mencionados se distribuyen como se muestra en la Figura 3. 10 y cumplen con los usos permitidos. Las restricciones aplicables a los lotes, serán respetadas cabalmente.

Figura 3. 10. Obras propuestas para el Proyecto.



⁷ Periódico Oficial del Estado de Quintana Roo. 22 de junio de 2020. Acuerdo mediante el cual se aprueba autorizar la Conformación del Polígono de Actuación Privado para la Relocalización de usos y destinos del suelo e intercambio de potencialidad de edificación dentro del desarrollo denominado "CIUDAD MAYAKOBA", respecto a los lotes ubicados en Carretera Federal 307 Chetumal- Puerto Juárez, Km 298, predio conocido como "EL JESUSITO" de la Ciudad de Playa del Carmen, Municipio de Solidaridad, Quintana Roo.

De acuerdo a lo anterior, los parámetros urbanos aplicables al Proyecto de acuerdo al PPDU-J, el “Acuerdo mediante el cual se aprueba autorizar la Conformación del Polígono de Actuación...” (PO, 22 de junio de 2020) y el “Acuerdo mediante el cual se aprueba autoriza la conformación del Polígono de Actuación...” (PO, 21 de febrero de 2020), así como los parámetros del Proyecto propuesto se presentan en la Tabla 3. 24.

Tabla 3. 24. Parámetros urbanos aplicables al Proyecto.

Parámetros urbanos aplicables al Lote 15 de acuerdo al Programa Parcial de Desarrollo Urbano El Jesusito y el Acuerdo mediante el cual se aprueba autorizar la Conformación del Polígono de Actuación..., publicado en el PO el 22 de junio de 2020.										
Clave	Lote	Superficie total (ha)	Total de viviendas	Superficie de aprovechamiento: CMS		COS		CUS		Altura máxima (niveles)
				%	ha	%	ha	Factor	ha	
MC-1	13	5.51	519	75	4.13	50	2.76	1.80	9.92	10
	32	5.13	483	75	3.85	50	2.57	1.80	9.23	10
Parámetros del Proyecto propuesto										
Clave	Lote	Superficie total (ha)	Total de viviendas	CMS		COS		CUS		Altura máxima (m)
				%	ha	%	ha	Factor	ha	
MC-1	13	5.51	519	75	4.13	50	2.76	1.80	9.92	10
	32	5.13	401	75	3.85	46.17	2.37	1.56	8.00	10

* Cabe la posibilidad de que las sumatorias finales presenten diferencias en decimales, lo anterior debido al uso de programas computacionales para el redondeo de metros cuadrados a hectáreas.

Es importante mencionar que, el Proyecto cumplirá con las restricciones establecidas en los instrumentos en comento, tal y como se puede observar en el Capítulo 2 del presente documento.

Asimismo, con base en la tabla de compatibilidad de usos del PPDU-J, se establece que el uso de suelo del Proyecto (MC-1) tiene como uso predominante el vecinal, barrial, subcentral, central, servicios comerciales barriales, servicios comerciales subcentrales, servicios comerciales centrales, así como que es compatible con los usos turístico hotelero densidad baja, turístico hotelero densidad media, unifamiliar, plurifamiliar horizontal, plurifamiliar vertical, educación, cultura, salud, recreación, deporte y espacios verdes y abiertos.

Debido a la naturaleza del Proyecto, se manifiesta que es completamente congruente con los usos que se otorgan en el PPDU-J y el “Acuerdo mediante el cual se aprueba autorizar la Conformación del Polígono de Actuación...” (PO, 22 de junio de 2020) y el “Acuerdo mediante el cual se aprueba autoriza la conformación del Polígono de Actuación...” (PO, 21 de febrero de 2020), siendo congruente con los parámetros urbanos referentes a COS, CUS, CMS, alturas, densidades y superficies de aprovechamiento y conservación, previendo utilizar los Lotes 13 y 32 para el desarrollo de 920 viviendas plurifamiliar y construcción de lotes comerciales, junto con obras accesorias a estos conceptos, debidamente descrito en el Capítulo 2 del presente DTU-BR.

Aunado a lo anterior, el Proyecto tiene considerada la construcción de cajones de estacionamiento, en una proporción igual a 1 por vivienda.

De esta forma, se concluye que el Proyecto cumple con lo establecido en el PPDU-J vigente, así como lo señalado en el “Acuerdo mediante el cual se aprueba autorizar la Conformación del Polígono de Actuación...” (PO, 22 de junio de 2020) y el “Acuerdo mediante el cual se aprueba autoriza la conformación del Polígono de Actuación...” (PO, 21 de febrero de 2020), en consideración de no rebasar las superficies de aprovechamiento establecidas para ambos lotes. Asimismo, obedece el uso de suelo asignado a este, siendo completamente congruente en este sentido.

3.4.9. Áreas Naturales Protegidas

El Artículo 3 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente define a las áreas naturales protegidas (ANP) como zonas del territorio nacional y 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.

Asimismo, el artículo 44 de la misma Ley establece límites adicionales para aquellas personas que, siendo titulares de derechos de dominio o posesión sobre predios al interior de dichas áreas naturales, pretendan desarrollar obras o actividades. Estas restricciones implican para el desarrollador sujetarse a las normas y preceptos que establezcan los Decretos a través de los que se constituyen las ANP respectivas, así como a las disposiciones contenidas en los programas de manejo correspondientes.

Por su ubicación geográfica, el Proyecto no se localiza dentro del polígono de alguna ANP de carácter federal, estatal o municipal; tampoco es colindante con éstas, ni tiene contemplado realizar ningún tipo de obra o actividad dentro de alguna ANP cercana al predio, por lo que no se encuentra obligación legal alguna para cumplir las disposiciones relativas a sus decretos constitutivos y programas de manejo (Figura 3. 11 y Figura 3. 12).

Figura 3. 11. Ubicación geográfica de las áreas naturales protegidas federales cercanas al Proyecto.

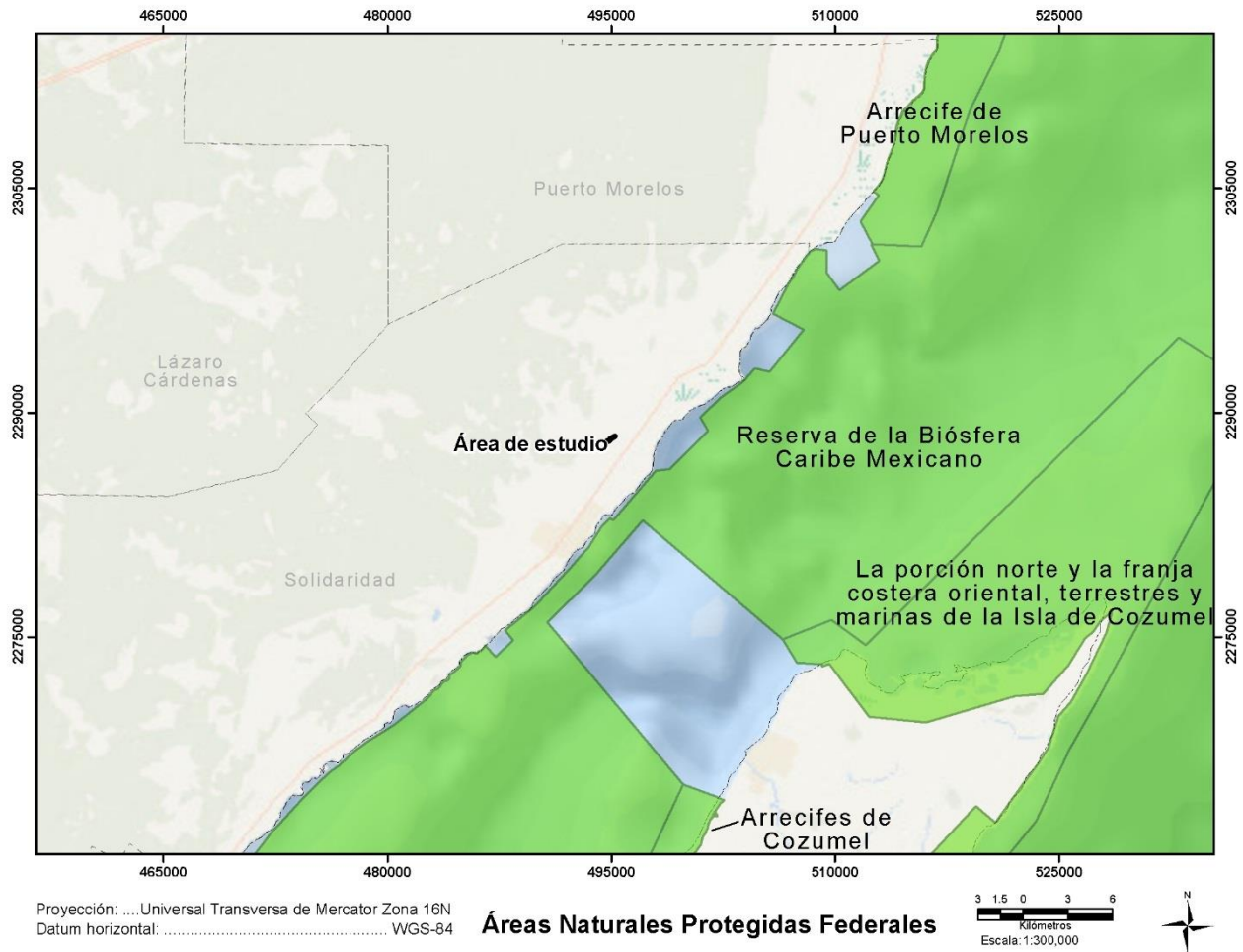
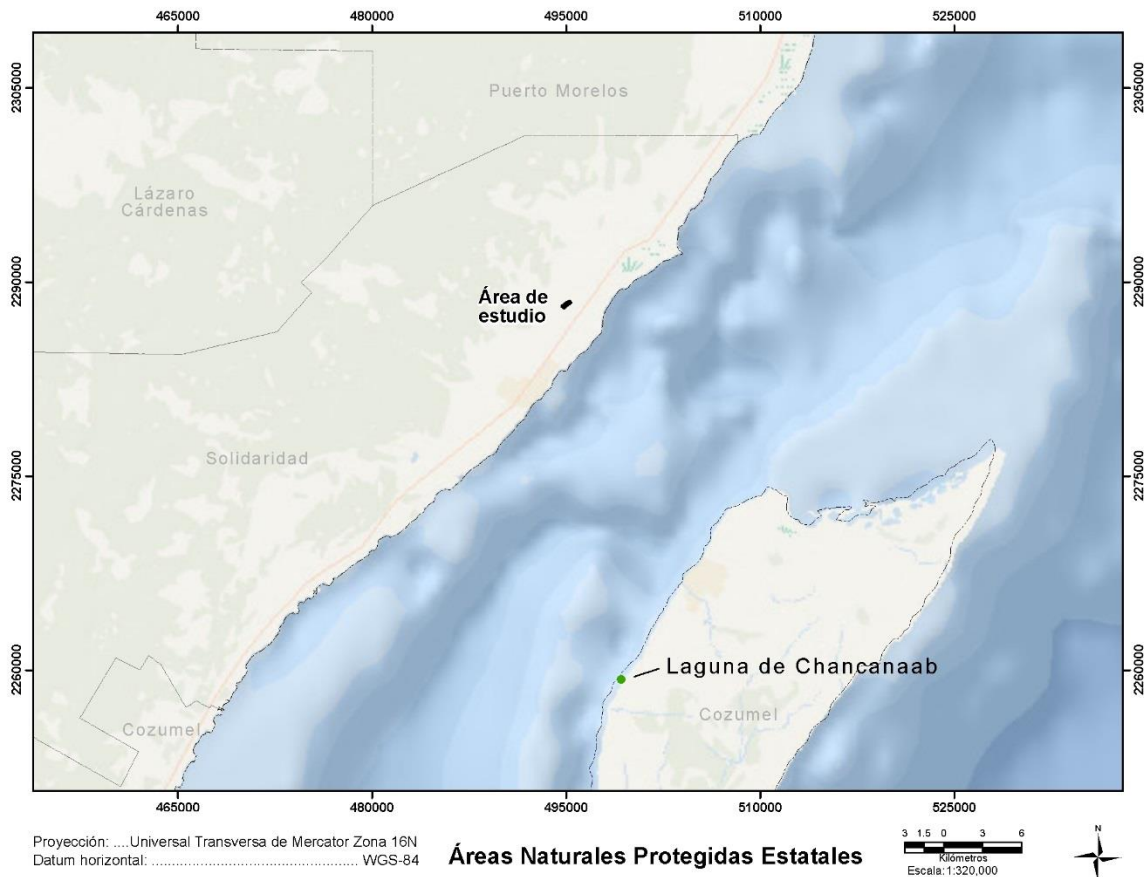


Figura 3. 12. Ubicación geográfica de las áreas naturales protegidas estatales y municipales cercanas al Proyecto.



Con las figuras anteriores en consideración, es evidente que el Proyecto no afectará de ninguna manera las áreas naturales protegidas de la región, debido a que el predio del proyecto “Corazón Ciudad Mayakoba” no se encuentra dentro de ninguna ANP federal, estatal o municipal. Por lo anterior y considerando la distancia que existe entre estas áreas y el Proyecto, se omite su vinculación.

3.4.10. Regiones y Sitios Prioritarios de la Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad

Con el objetivo de brindar herramientas sobre las prioridades de conservación de nuestro patrimonio natural que contribuyan con conocimiento para orientar y fortalecer la protección in situ y el manejo sustentable de los hábitats y especies más vulnerables de nuestro país, la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) ha realizado varios análisis que han contado con una amplia participación de especialistas de diversas instituciones académicas y de investigación, organizaciones de la sociedad civil y dependencias gubernamentales de los tres niveles de gobierno. Estos análisis han evaluado los sistemas de áreas protegidas nacionales y regionales, sobre diversos aspectos como su representatividad y complementariedad, los patrones de distribución de la biota y la conectividad ecológica, entre otros, y son útiles en la planeación de estrategias de manejo y conservación y para brindar acceso a información sintetizada a los usuarios interesados.

Los primeros esfuerzos se iniciaron hace más de dos décadas al identificar las regiones prioritarias de México y las áreas de importancia para la conservación de las aves. Posteriormente, para dar cumplimiento al Programa de Trabajo sobre Áreas Protegidas de 2004 del Convenio sobre la Diversidad Biológica, la CONABIO en acuerdo con la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP) y con más de 260 colaboradores, coordinó los análisis de vacíos y omisiones en conservación del sistema de áreas protegidas con el enfoque de la planeación sistemática de la conservación. En conjunto, se incluyeron más de 3,500 coberturas de datos biológicos para determinar las prioridades con mayor detalle, además de incorporar los principales factores de presión y amenaza que comprometen la conservación de la diversidad biológica en el largo plazo.

Los sitios de atención prioritaria surgen como una propuesta de integración de los análisis de vacíos y omisiones de ambientes terrestres, acuáticos epicontinentales (“de agua dulce”) y costeros, para distinguir entre los espacios naturales que cuentan con la mayor diversidad biológica y en mejor estado de conservación de los que requieren de esfuerzos para su recuperación; estos sitios son complementarios (CONABIO, 2021, recuperado de: <https://www.biodiversidad.gob.mx/pais/planeacion-para-la-conservacion>).

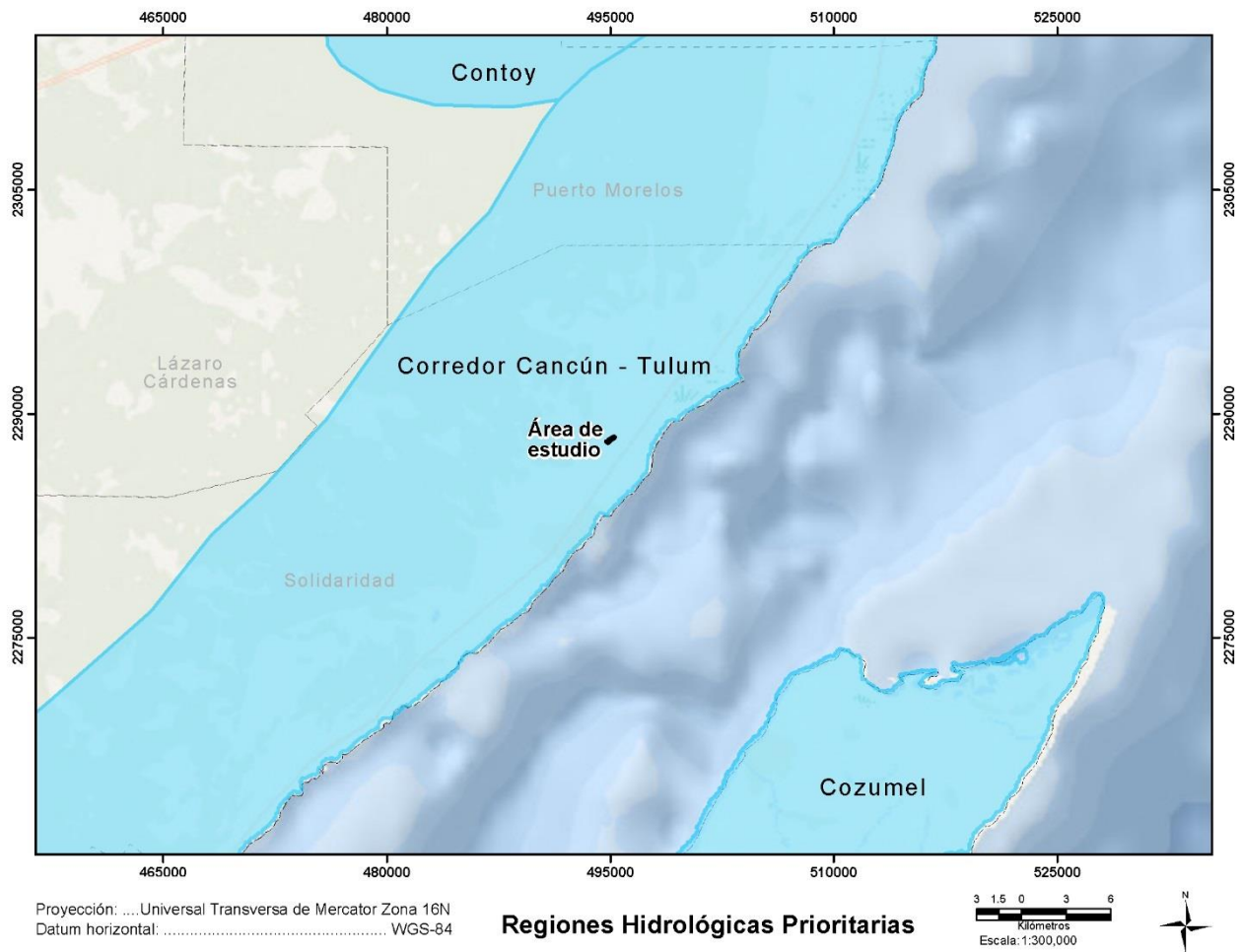
Por su ubicación, el Proyecto se encuentra aledaño o inmerso en algunas regiones y sitios prioritarios, tal y como se puede observar en las figuras que se insertan más adelante, por lo cual se presenta la vinculación del proyecto “Senderos Poniente” con los mismos, no obstante, es necesario indicar que el desarrollo del Proyecto no perjudicará las condiciones de estas zonas, además de que no existen instrumentos normativos que restrinjan actividades en las diversas regiones prioritarias indicadas por la CONABIO, por lo que no existe impedimento legal para el desarrollo de proyectos. No obstante, la designación de un área como sitio o región prioritaria debe considerarse como un compromiso intrínseco de conservación, de tal forma que cualquier desarrollo en éstas deberá contemplar medidas adicionales que reduzcan el impacto directo o indirecto a la biodiversidad.

3.4.10.1. Regiones Hidrológicas Prioritarias

La CONABIO formuló el Programa de Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP), con el objetivo de obtener un diagnóstico de las principales subcuencas y sistemas acuáticos del país considerando las características de biodiversidad y los patrones sociales y económicos de las áreas identificadas, para establecer un marco de referencia que pueda ser considerado por los diferentes sectores para el desarrollo de planes de investigación, conservación uso y manejo sostenido.

El Proyecto se ubica dentro de la RHP 105 Corredor Cancún - Tulum (Figura 3. 13).

Figura 3. 13. Ubicación del Proyecto respecto a la Región Hidrológica Prioritaria 105 Corredor Cancún - Tulum.



Las problemáticas señaladas para esta Región son las siguientes:

Tabla 3. 25. Vinculación del Proyecto con la problemática identificada para la Región Hidrológica Prioritaria 105 Corredor Cancún - Tulum.

Problemática	Proyecto
<p>Modificación del entorno: Perturbación por complejos turísticos, obras de ingeniería para corredores turísticos, desforestación, modificación de la vegetación (tala de manglar) y de barreras naturales, relleno de áreas inundables y formación de canales.</p>	<p>Si bien el Proyecto considera la modificación del entorno, se llevarán a cabo acciones de mitigación que contribuyan a disminuir las afectaciones al Sistema Ambiental Regional, así como a la RHP. Dentro de estas acciones se presenta la propuesta del Subprograma Conservación de Especies, que entre otras medidas, contempla el rescate de las especies prioritarias y de las catalogadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, identificadas en las áreas sujetas a remoción de vegetación; el establecimiento de áreas de conservación al interior del Proyecto y su reforestación, además de que las aguas residuales generadas por el Proyecto serán dirigidas a la red de drenaje municipal de CAPA, y se establecerán áreas ajardinadas con</p>

Problemática	Proyecto
	<p>especies de la región a fin de favorecer la conservación de las mismas.</p> <p>Asimismo, es importante señalar que el Proyecto no representa una obra de ingeniería de gran impacto y, aunado a lo anterior, no se talarán especies de manglar, ni se realizará el relleno de áreas inundables ni se generarán canales.</p>
<p>Contaminación: Aguas residuales y desechos sólidos.</p>	<p>Con relación al Proyecto en comento se prevé el cumplimiento cabal de las normas oficiales mexicanas en materia de agua y desechos sólidos. Las aguas residuales generadas por el Proyecto serán enviadas a la red de drenaje municipal de la Comisión de Agua Potable y Alcantarillado (CAPA), llevándose bajo diseño de gravedad las aguas residuales.</p> <p>Respecto a los residuos sólidos, el Proyecto considera un Programa de Manejo Integral de Residuos, el cual establece las acciones que se deberán seguir para el correcto almacenamiento, manejo y disposición final de los residuos sólidos urbanos que se generen.</p> <p>De este modo se aclara que el Proyecto no contribuirá a la contaminación en la RHP debido a que realizará un adecuado manejo de sus aguas residuales generadas y de sus residuos sólidos.</p>
<p>Uso de recursos: Pesca ilegal en la laguna de Chacmuchuc y plantaciones de coco (<i>Cocos nucifera</i>).</p>	<p>Se cumple, ya que el Proyecto, bajo ningún motivo realizará actividades de pesca ni considera la plantación de coco (<i>Cocos nucifera</i>).</p>

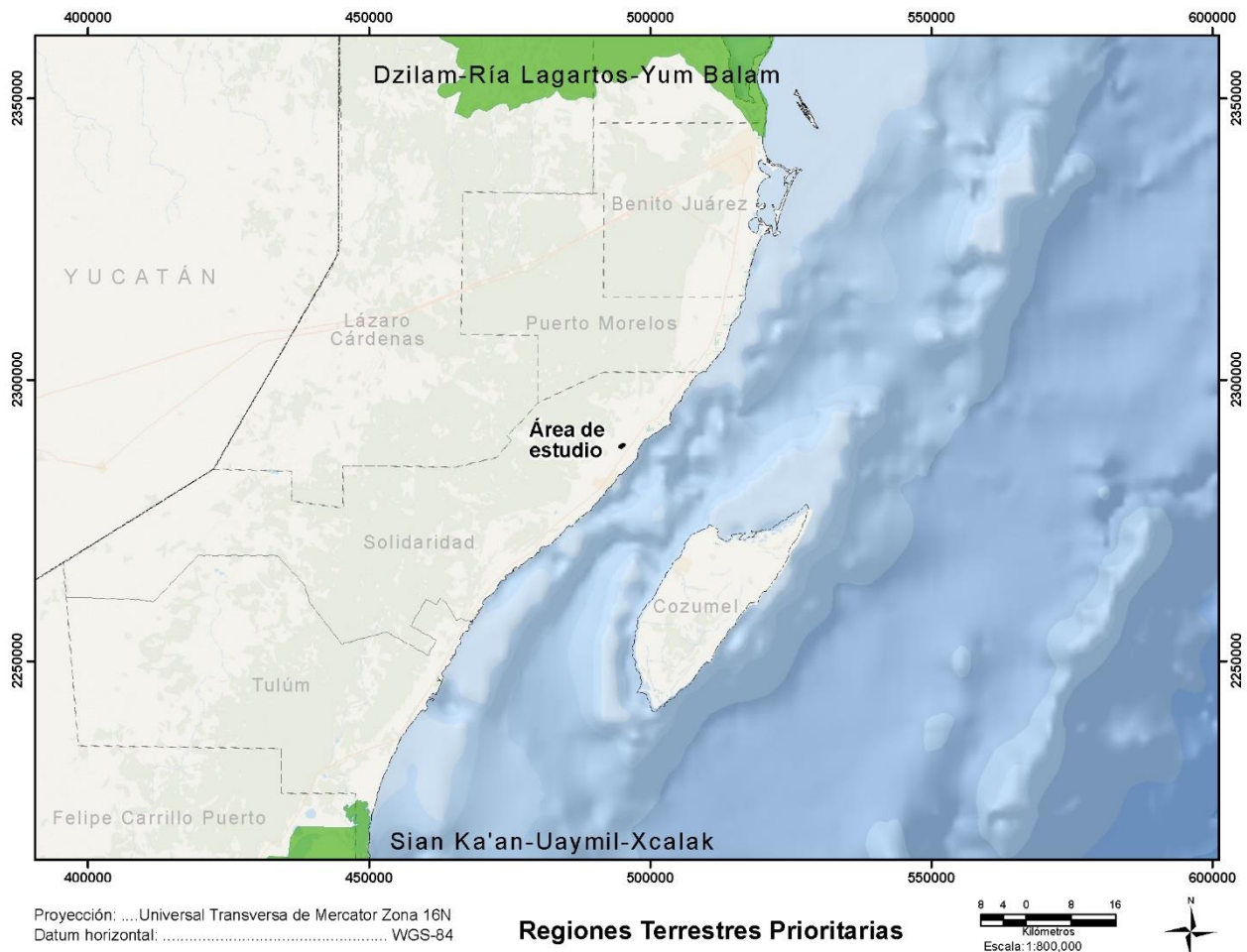
Con base en lo anterior, se destaca que el Proyecto no aumentará los problemas existentes en esta RHP, ya que considera la aplicación de medidas de mitigación y prevención para mantener las condiciones ambientales que prevalecen en la zona. Con la debida observación y cumplimiento de lo que las normas oficiales mexicanas establecen en materia de agua, así como las leyes que en la materia aplican, no existe contravención alguna entre el Proyecto y lo que se considera para la RHP en la que se ubica.

3.4.10.2. Regiones Terrestres Prioritarias

Las Regiones Terrestres Prioritarias (RTP), destacan por la presencia de una riqueza ecosistémica y específica comparativamente mayor que en el resto del país, así como una integridad ecológica funcional significativa y donde, además, se tenga una oportunidad real de conservación.

De acuerdo con la ubicación del Proyecto, éste no se ubica dentro de ninguna RTP (Figura 3. 14), por lo que no será necesaria su vinculación con esta RTP.

Figura 3. 14. Ubicación del Proyecto respecto de las Regiones Terrestres Prioritarias.

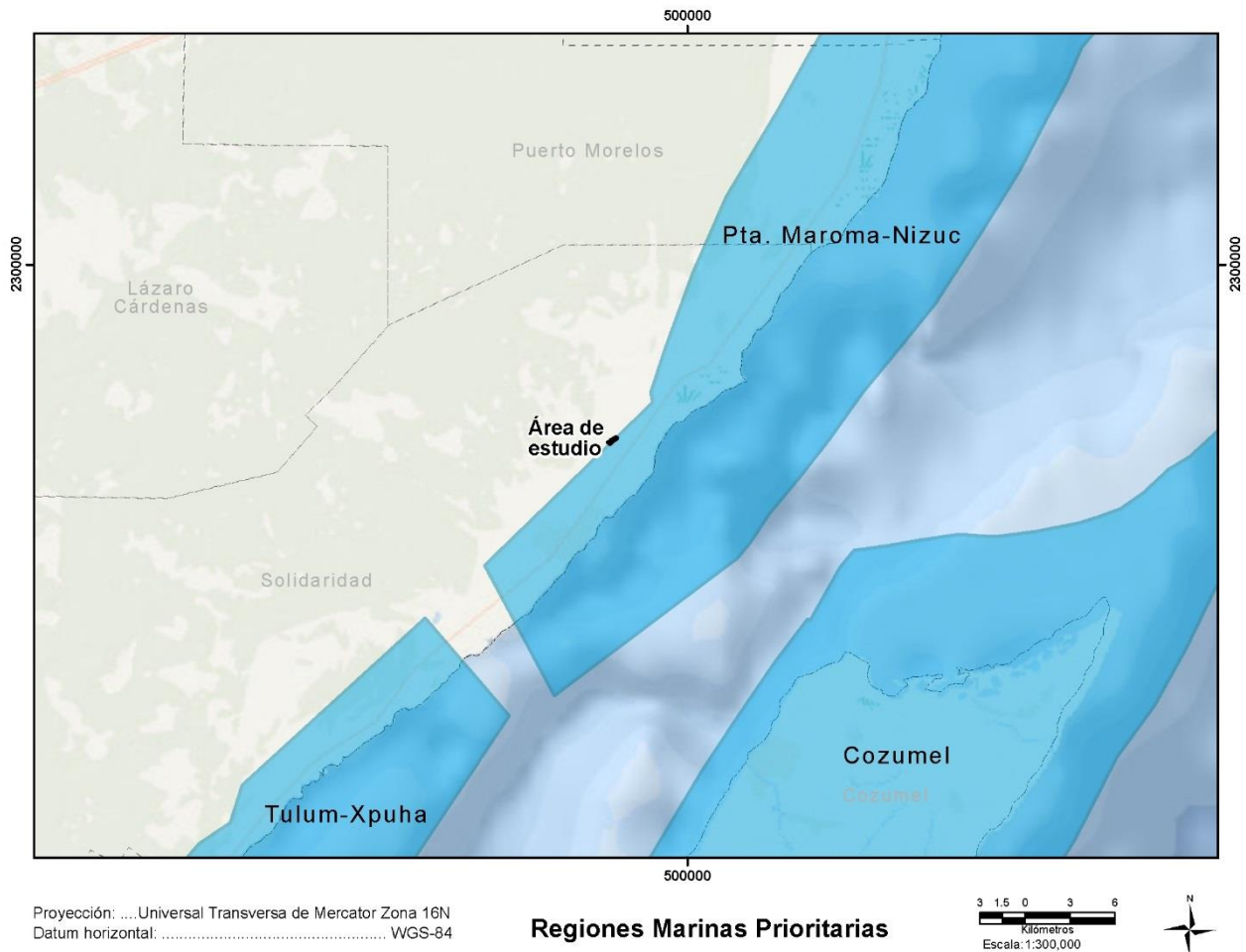


3.4.10.3. Regiones Marinas Prioritarias

La CONABIO instrumentó el Programa de Regiones Marinas Prioritarias de México (RMP), en el cual se llevó a cabo una clasificación de las 70 áreas prioritarias, considerando criterios ambientales (integridad ecológica, endemismo, riqueza, procesos oceánicos, etc.), económicos (especies de importancia comercial, zonas pesqueras y turísticas importantes, recursos estratégicos, etc.) y de amenazas (contaminación, modificación del entorno, efectos a distancia, especies introducidas, etc.).

Parte del Proyecto se ubica dentro de la RMP 63 Punta Maroma – Punta Nizuc (Figura 3. 15).

Figura 3. 15. Ubicación del Proyecto respecto a la Región Marina Prioritaria 63 Punta Maroma – Punta Nizuc.



Las problemáticas señaladas para esta Región son las siguientes:

Tabla 3. 26. Vinculación del Proyecto con la problemática identificada para la Región Marina Prioritaria 63 Punta Maroma – Punta Nizuc.

Problemática	Proyecto
<p>Modificación del entorno: Tala de manglar, relleno de áreas inundables (pérdida de permeabilidad de la barra), remoción de pastos marinos, construcción sobre bocas, modificación de barreras naturales. Daño al ambiente por embarcaciones pesqueras, mercantes y turísticas. Existe deforestación (menor retención de agua) e impactos humanos (Cancún y otros desarrollos turísticos). Blanqueamiento de corales.</p>	<p>No se realizará tala de manglar, relleno de áreas inundables, construcción sobre bocas, modificación de barreras naturales o remoción de pastos marinos.</p> <p>Tampoco se prevé la utilización de embarcaciones pesqueras ni turísticas en el Proyecto.</p>
<p>Contaminación: Por descargas urbanas y falta de condiciones de salubridad.</p>	<p>El SMGA establece distintas medidas de mitigación y compensación para hacer frente a esta problemática. Aunado a lo anterior, el Proyecto no tiene considerado realizar descargas al acuífero, ni el subsuelo.</p>

Uso de recursos: Presión sobre peces (boquinete) y langostas. Pesca ilegal en la laguna Chakmochuk; campamentos irregulares en el área continental del Municipio de Isla Mujeres.	No se realizarán actividades de pesca en el Proyecto. Asimismo, no se prevé el aprovechamiento de ninguna especie enlistada en esta problemática.
Especies introducidas: <i>Cassuarina</i> spp y <i>Columbrina</i> spp.	No se introducirán ninguna de estas especies.

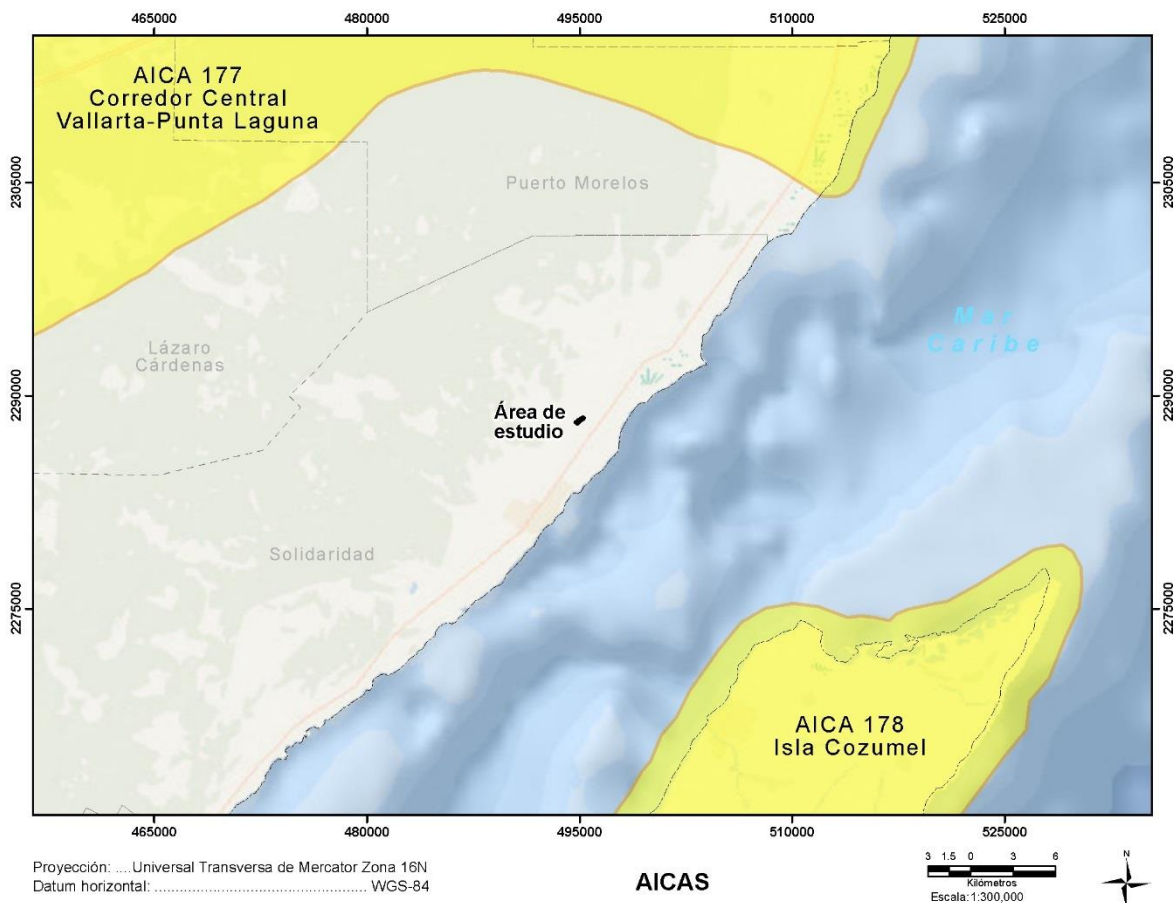
De esta forma, se puede observar que el Proyecto no contribuye a incrementar la problemática identificada para esta RMP.

3.4.10.4. Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves

El programa de Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA) surgió como una idea conjunta de la Sección Mexicana del Consejo Internacional para la Preservación de las Aves (CIPAMEX) y BirdLife International. Inició con apoyo de la Comisión para la Cooperación Ambiental de Norteamérica (CCA) con el propósito de crear una red regional de áreas importantes para la conservación de las aves.

El Proyecto no se ubica dentro del ámbito de aplicación de alguna AICA (Figura 3. 16), por lo que no será necesaria su vinculación.

Figura 3. 16. Ubicación del Proyecto respecto de las Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves.



3.4.10.5. Sitios Prioritarios

Tal y como fue comentado con anterioridad, el predio del Proyecto no se encuentra dentro de ningún sitio prioritario, lo que se puede corroborar en la Figura 3. 17, Figura 3. 18 y Figura 3. 19. En razón de lo anterior y las distancias existentes, se omite su vinculación con los Sitios Prioritarios más cercanos.

Figura 3. 17. Ubicación del Proyecto respecto a los Sitios Prioritarios de Manglar más cercanos.

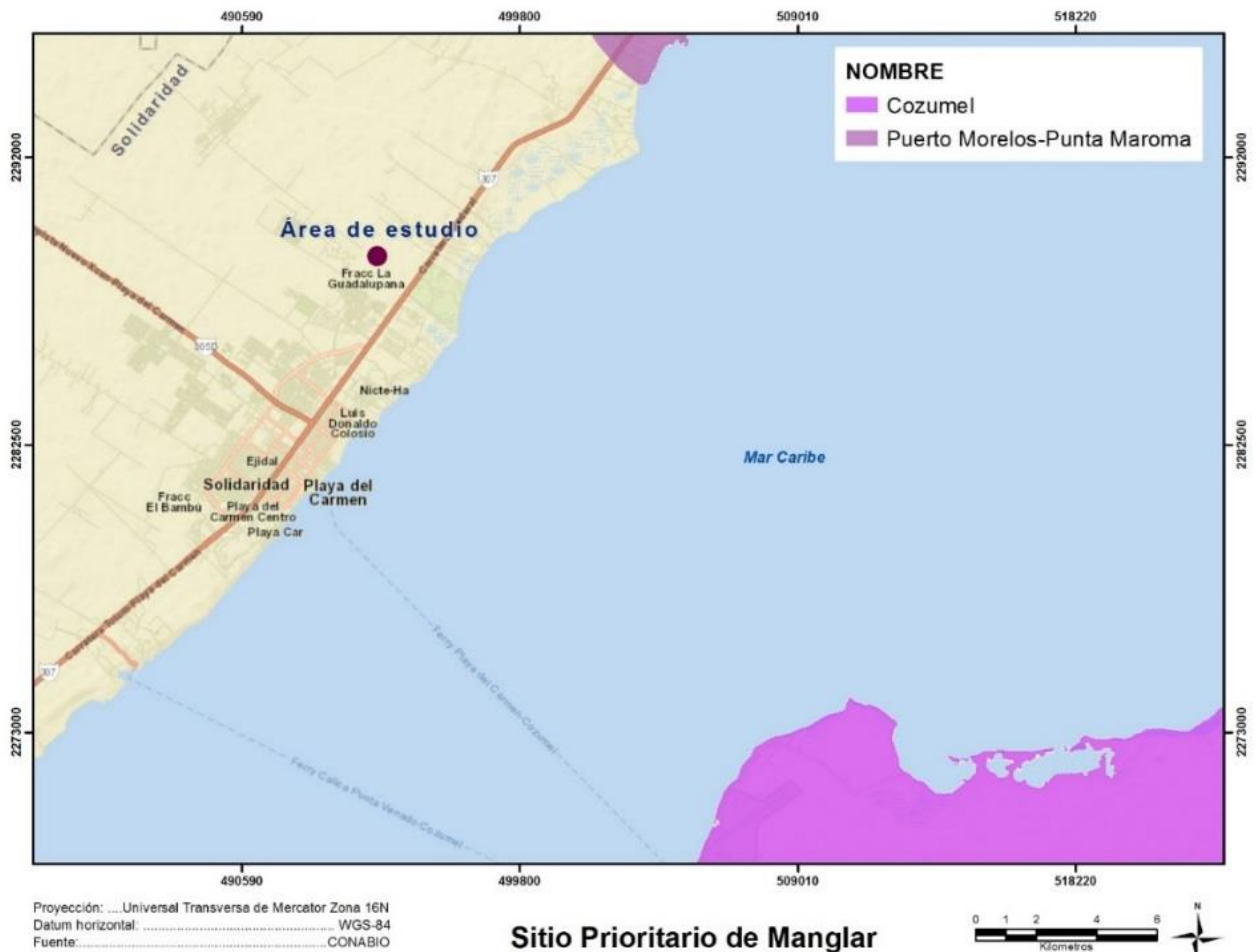


Figura 3. 18. Ubicación del Proyecto respecto a los Sitios Prioritarios Marinos más cercanos.

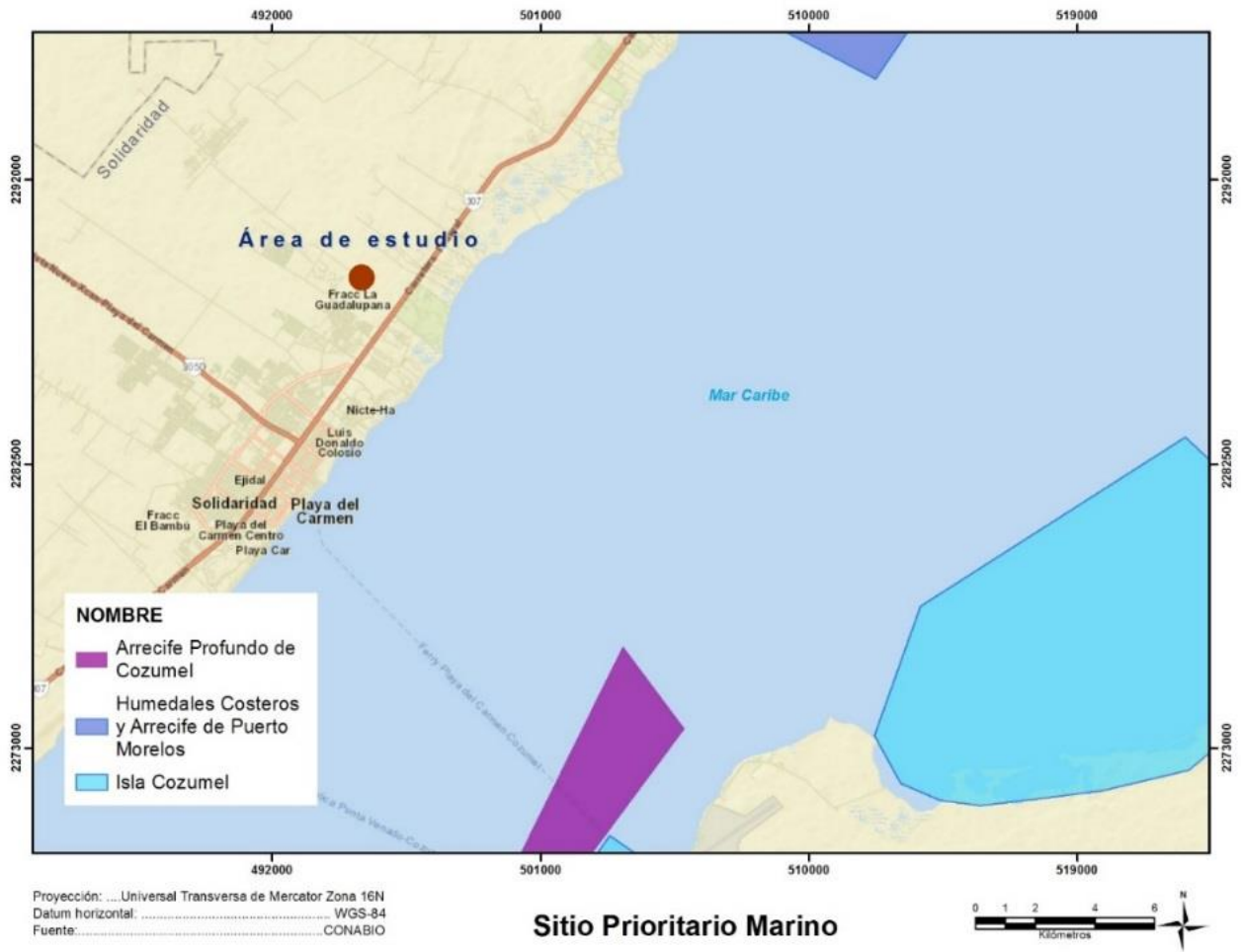
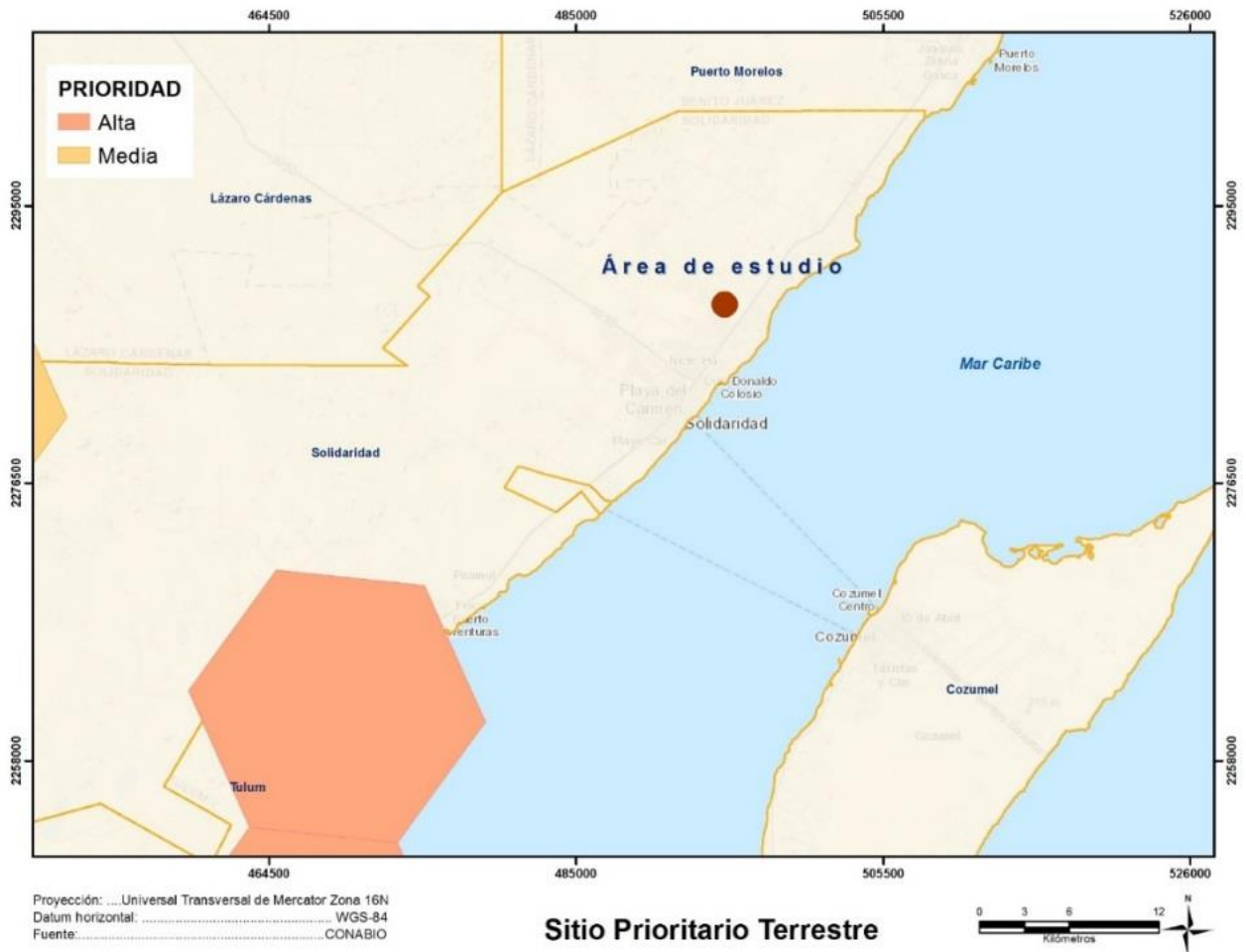


Figura 3. 19. Ubicación del Proyecto respecto a los Sitios Prioritarios Terrestres más cercanos.



3.4.11. Sitios Ramsar

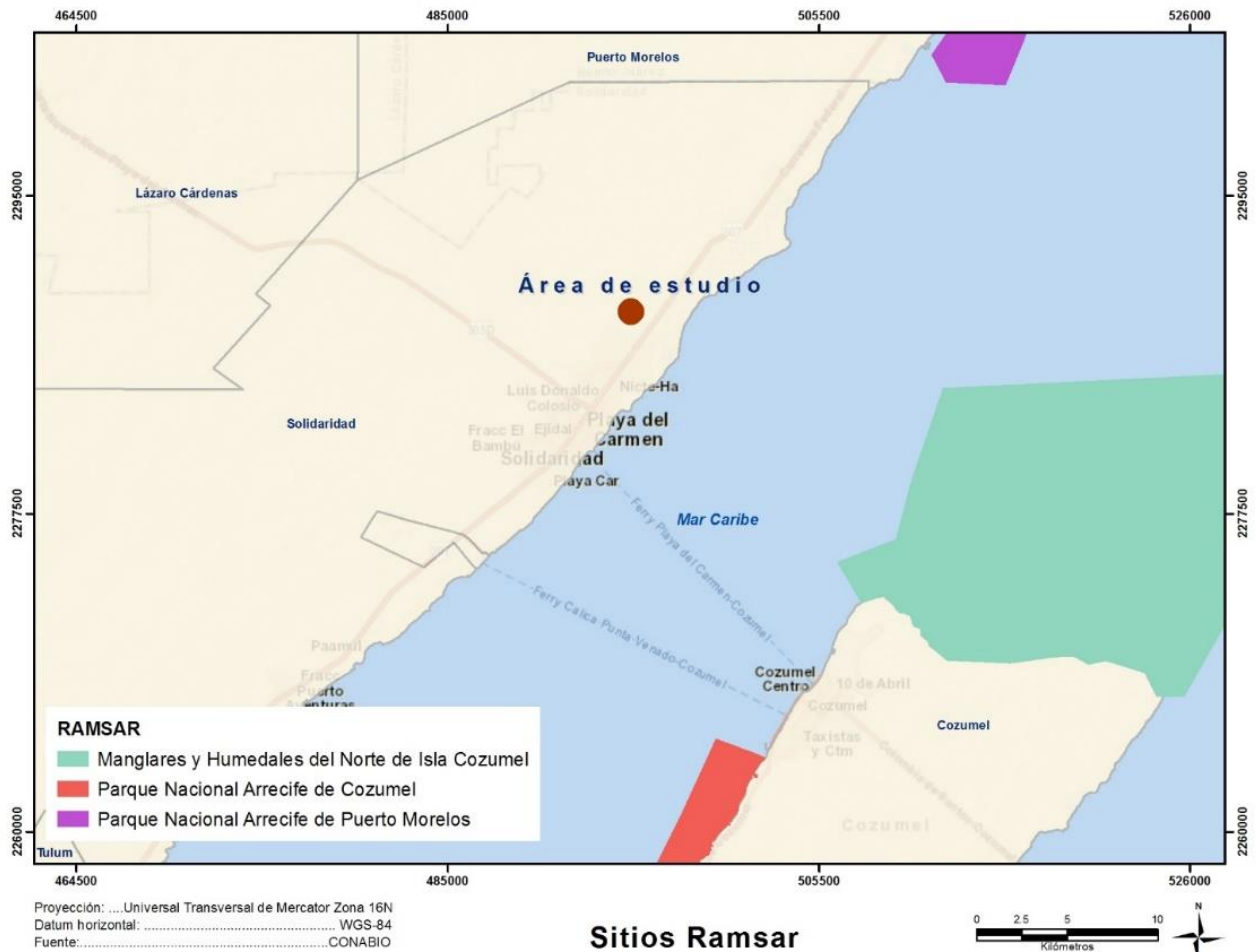
El Convenio de Ramsar o Convención relativa a los Humedales de Importancia Internacional especialmente como hábitats de aves acuáticas, fue aprobado en la ciudad de Ramsar, Irán, el 2 de febrero de 1971 y entró en vigor en 1975. México se adhiere a la Convención a partir del 4 de noviembre de 1986.

La Convención de Ramsar, es un tratado intergubernamental que sirve de marco para la acción nacional y la cooperación internacional en pro de la conservación y el uso racional de los humedales y sus recursos. La misión de la Convención es “la conservación y el uso racional de los humedales mediante acciones locales y nacionales y gracias a la cooperación internacional, como contribución al logro de un desarrollo sostenible en todo el mundo”.

Hasta 2019, la Convención contaba con 171 Partes Contratantes, con un total de 2,389 sitios designados como humedales de importancia internacional, cubriendo un área de 253,870,077 ha. México tiene actualmente 142 humedales de importancia internacional, ocupando el segundo lugar a nivel mundial.

El Proyecto no se ubica en alguno de los sitios Ramsar de los incorporados a esta Convención, para el estado de Quintana Roo (Figura 3. 20), por lo que no será necesaria su vinculación.

Figura 3. 20. Ubicación del Proyecto respecto de los sitios Ramsar.



3.4.12. Normas Oficiales Mexicanas

Este marco jurídico está sustentado en la Ley Federal de Metrología y Normalización, la cual es de orden público y rige a nivel nacional. Y, de acuerdo con esta Ley, en su artículo 3, fracción XI, las normas oficiales mexicanas implican “*la regulación técnica de observancia obligatoria expedida por las dependencias competentes, que establece reglas, especificaciones, atributos, directrices, características o prescripciones aplicables a un producto, proceso, instalación, sistema, actividad, servicio o método de producción u operación, ...*”.

Respecto al tema ambiental, la Ley indica que las normas oficiales mexicanas (NOM) deben tener la finalidad de indicar las características y/o especificaciones, criterios y procedimientos que permitan proteger y promover el mejoramiento del medio ambiente y los ecosistemas, así como la preservación de los recursos naturales. Por lo que, con esta finalidad, la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales ha emitido una serie de NOM comprendiendo diferentes aspectos ambientales, como la calidad del agua, calidad de las descargas de aguas residuales, calidad del aire, generación de ruido, emisión de contaminantes por fuentes móviles y fijas a la atmósfera, clasificación de residuos, protección de la flora y fauna silvestre, entre otras.

La observancia y aplicación de las NOM depende de las obras, actividades, metodologías a emplearse durante el desarrollo de los proyectos y de características ambientales del área donde se desarrollará. Considerando la naturaleza del proyecto que nos ocupa cobra relevancia la observancia, y en un momento dado la aplicación de 21 NOM, mismas que se indican en la Tabla 3. 27.

Tabla 3. 27. Vinculación del Proyecto con la Normas Oficiales Mexicanas de aplicación general.

Norma Oficial Mexicana	Vinculación con El Proyecto
Agua	
NOM-001-SEMARNAT-1996 , Que establece los límites permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales.	SE CUMPLE Se cumplirá lo establecido en el numeral 4 de la NOM en cuestión. Se acatarán las especificaciones y métodos de prueba aquí plasmado para cumplir cabalmente con las prácticas adecuadas respecto a las descargas de aguas residuales.
NOM-002-SEMARNAT-1996 , Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado urbano o municipal.	SE CUMPLE El Proyecto cumplirá con los estándares establecidos en esta Norma Oficial respecto a los límites máximos permisibles para contaminantes de las descargas de aguas residuales, pH, temperatura y especificaciones. Asimismo, se emplearán los métodos de prueba establecidos en esta NOM.
Residuos	
NOM-052-SEMARNAT-2005 , Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos.	SE CUMPLE Los residuos peligrosos que se generen recibirán el tratamiento que refiere la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y su reglamento. Asimismo, se contará con un Programa de Manejo Integral de Residuos apegado al programa autorizado del proyecto Ciudad Mayakoba.
NOM-054-SEMARNAT-1993 , Que establece el procedimiento para determinar la incompatibilidad entre dos o más residuos considerados como peligrosos.	SE CUMPLE Se tomarán en cuenta esos criterios para evitar la mezcla de residuos en los sitios de almacenamiento temporal.
NOM-061-SEMARNAT-2011 , Que establece los criterios para clasificar los residuos de manejo especial y determinar cuáles están sujetos a plan de manejo; el listado de los mismos, el procedimiento para la inclusión a dicho listado; así como los elementos y procedimientos para la formulación de planes de manejo	SE CUMPLE El Programa de Manejo Integral de Residuos planteado, se elaboró con observancia y apego a la referida norma NOM-061-SEMARNAT-2011.
Ruido	

Norma Oficial Mexicana	Vinculación con El Proyecto
<p>NOM-076-SEMARNAT-2012, Que establece los niveles máximos permisibles de emisión de hidrocarburos no quemados, monóxido de carbono y óxidos de carbono y óxidos de nitrógeno provenientes del escape, así como de hidrocarburos evaporativos provenientes del sistema de combustible, que usan gasolina, gas licuado de petróleo, gas natural y otros combustibles alternos y que se utilizarán para la propulsión de vehículos automotores con peso bruto vehicular mayor de 3,857 kilogramos nuevos en planta.</p>	<p>SE CUMPLE La maquinaria y vehículos de transporte estarán sometidos a un programa constante de mantenimientos preventivos, programados de acuerdo con la utilización de los mismos, lo que permitirá que se encuentren en buenas condiciones, y con esto contar con la máxima disponibilidad y utilidad de este equipo y de igual forma, minimizar al máximo las emisiones.</p>
<p>NOM-077-SEMARNAT-1995, Que establece el procedimiento de medición para la verificación de los niveles de emisión de la opacidad del humo proveniente del escape de los vehículos automotores en circulación que usan diésel como combustible.</p>	<p>SE CUMPLE La maquinaria y vehículos de transporte estarán sometidos a un programa constante de mantenimientos preventivos programados, de acuerdo con la utilización de los mismos, así como de verificaciones vehiculares, lo que permitirá que se encuentren en buenas condiciones, y con esto contar con la máxima disponibilidad y utilidad de este equipo</p>
<p>NOM-080-SEMARNAT-1994, Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido proveniente del escape de los vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación, y su método de medición.</p>	<p>SE CUMPLE El Proyecto verificará que los equipos que participen en las labores de preparación del sitio y construcción cumplan con los parámetros establecidos en la Norma en cuestión.</p>
<p>NOM-081-SEMARNAT-1994, Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición.</p>	<p>SE CUMPLE Se le dará mantenimiento a la maquinaria, para que estas estén en buen estado y no emitan ruido que rebasen los límites; estableciendo también mecanismos para verificar que se está dentro del rango de emisión permisible.</p>
<p>NOM-085-SEMARNAT-2011, Contaminación atmosférica-Niveles máximos permisibles de emisión de los equipos de combustión de calentamiento indirecto y su medición.</p>	<p>SE CUMPLE La operación de la maquinaria respetará los niveles de emisión que señala la NOM-085-SEMARNAT-2011.</p>
Suelo	
<p>NOM-060-SEMARNAT-1994, Que establece las especificaciones para mitigar los efectos adversos ocasionados en los suelos y cuerpos de agua por el aprovechamiento forestal.</p>	<p>SE CUMPLE Se realizará el astillado, acumulación y composteo <i>in situ</i> del material vegetal, posteriormente éste será esparcido sobre el suelo para facilitar su descomposición. Se realizarán acciones de restauración en las áreas que así lo requieran. No hay presencia de cuerpos de agua natural en el predio.</p>
<p>NOM-138-SEMARNAT-SSA1-2012, Límites máximos permisibles de hidrocarburos en suelos y las especificaciones para su caracterización y remediación.</p>	<p>SE CUMPLE Durante la operación del Proyecto se pueden suscitar derrames de combustibles debido a fallas o accidentes en maquinarias o recipientes; debido a esto, se consideran estrategias de acción en atención a contingencias, así como el almacenamiento temporal y disposición final de los residuos, los cuales serán manejados por empresas acreditadas ante la autoridad correspondiente.</p>

Norma Oficial Mexicana	Vinculación con El Proyecto
	Todo lo anterior en apego a lo establecido en los diferentes programas y subprogramas que conforman el SMGA del Proyecto.
Flora y Fauna	
<p>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.</p>	<p>SE CUMPLE Se realizó un estudio detallado de caracterización del Proyecto, Sistema Ambiental Regional (SAR) y Cuenca Hidrológica Forestal (CHF), que permitió verificar la existencia o no de especies listadas en esta norma; seis fueron las especies registradas:</p> <p>Flora: <i>Tabebuia chrysantha</i>, <i>Astronium graveolens</i>, <i>Thrinax radiata</i> y <i>Coccothrinax readii</i>. Fauna: <i>Eupsittula nana</i> y <i>Boa constrictor</i>.</p> <p>Las especies antes señaladas constituyeron la base del diseño de la propuesta del Subprograma de Conservación de Especies.</p> <p>En un apartado posterior se detallará el cumplimiento a esta NOM y las especies enlistadas que se encuentran en el Proyecto.</p>
<p>NOM-022-SEMARNAT-2003, Que establece las especificaciones para la preservación, conservación, aprovechamiento sustentable y restauración de los humedales costeros en zonas de manglar.</p>	<p>SE CUMPLE Dentro del predio del Proyecto no existen humedales costeros o manglares, por lo que se cumple con esta norma.</p>
<p>NOM-061-SEMARNAT-1994, Que establece las especificaciones para mitigar los efectos adversos ocasionados en la flora y fauna silvestre por el aprovechamiento forestal.</p>	<p>SE CUMPLE Se implementará un Subprograma de Conservación de Especies conforme a lo establecido en la fracción IX del artículo 141 del Reglamento de la LGDFS, para especies enlistada en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y las de valor ecológico; éstas serán reubicadas en las áreas forestales de conservación dentro del mismo Proyecto (ver medidas de mitigación en el Capítulo 7).</p>
Seguridad e Higiene Laboral	
<p>NOM-001-STPS-2008, Edificios, locales, instalaciones y áreas en los centros de trabajo- Condiciones de seguridad e higiene.</p>	<p>SE CUMPLE Durante el tiempo que duren los trabajos relacionados a la construcción y puesta en marcha del Proyecto, se contará con las condiciones adecuadas para prevenir riesgos a los trabajadores.</p>
<p>NOM-002-STPS-2010, Condiciones de seguridad Prevención, protección y combate de incendios en los centros de trabajo.</p>	<p>SE CUMPLE Durante el desarrollo del Proyecto, se tendrá especial cuidado en supervisar las condiciones de seguridad para evitar situaciones de riesgo que puedan ocasionar incendios, además se contará con los extintores de acuerdo con el tipo de fuego que pueda ocasionarse.</p>
<p>NOM-017-STPS-2008, Relativa al equipo de protección personal para los trabajadores en los centros de trabajo.</p>	<p>SE CUMPLE El personal que laborara deberá de contar con equipo de protección personal de acuerdo con las actividades que realice en el Proyecto, dando cumplimiento a la norma.</p>
<p>NOM-025-STPS-2008, Condiciones de iluminación en los centros de trabajo.</p>	<p>SE CUMPLE</p>

Norma Oficial Mexicana	Vinculación con El Proyecto
	Se dispondrá de un sistema de iluminación en las instalaciones, para permitir la operación y el mantenimiento. El diseño de la iluminación incluirá requerimientos para casos de emergencia
NOM-003-SEGOB-2002 , Señales y Avisos para Protección Civil. Colores, formas y símbolos a utilizar.	SE CUMPLE Durante la etapa de construcción y operación, los criterios de esta norma se cumplirán, colocando señalización conforme a la misma.

3.4.12.1. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010

Esta norma tiene por objeto el identificar las especies o poblaciones de flora y fauna silvestres en riesgo en la República Mexicana, mediante la integración de las listas correspondientes, así como establecer los criterios de inclusión, exclusión o cambio de categoría de riesgo para las especies o poblaciones, mediante un método de evaluación de su riesgo de extinción.

Las disposiciones de esta norma son de observancia obligatoria en todo el Territorio Nacional, para las personas físicas o morales que promuevan la inclusión, exclusión o cambio de las especies o poblaciones silvestres en alguna de las categorías de riesgo que se establecen en el documento.

Como se indica en este DTU-BR, dentro del Proyecto, SAR y CHF, se registraron especies de flora y fauna enlistadas por la NOM-059-SEMARNAT-2010, estas se presentan en la Tabla 3. 28.

Tabla 3. 28. Especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010. Pr = sujeta a protección especial; A = amenazada.

Flora		
Nombre Científico	Nivel de protección	Registro
<i>Thrinax radiata</i>	A	Proyecto, SAR y CHF
<i>Coccothrinax readii</i>	A	Proyecto, SAR y CHF
<i>Tabebuia chrysantha</i>	A	SAR y CHF
<i>Astronium graveolens</i>	A	SAR y CHF
Fauna		
Nombre Científico	Nivel de protección	Registro
<i>Eupsittula nana</i> ⁸	Pr	Proyecto, SAR y CHF
<i>Amazona albifrons</i>	Pr	SAR y CHF
<i>Ctenosaura similis</i>	A	SAR y CHF
<i>Leptophis mexicanus</i>	A	SAR y CHF
<i>Rhinoclemmys areolata</i>	A	SAR y CHF
<i>Kinosternon scorpioides</i>	Pr	SAR y CHF

Conforme a lo anterior, y en congruencia con lo dispuesto en esta norma, el Proyecto contempla la implementación de la propuesta del Subprograma de Conservación de Especies, conforme a la Fracción IX del artículo 141 del Reglamento de la LGDFS, a través de los cuales se ejecutarán medidas de rescate y protección para las especies sujetas a esta NOM. Este subprograma se puede revisar a detalle en el Capítulo 7 de este DTU-BR.

⁸ *Aratinga nana*.

3.5. Conclusión Legal

El proyecto Corazón Ciudad Mayakoba ubicado en los Lotes 13 y 32, es un desarrollo habitacional-comercial dentro del plan maestro autorizado en materia de impacto ambiental Ciudad Mayakoba (antes "El Ximbal"), el cual tienen como objetivo proponer un desarrollo residencial conformado por lotes plurifamiliares y locales comerciales, que se integren de manera armónica al medio ambiente de la zona, buscando que se respete la integridad funcional de los ecosistemas y se conserve la biodiversidad regional dentro de la zona.

De esta forma, se propone un proyecto congruente con los ecosistemas existentes en el predio, por lo que por medio de este estudio se consideraron y evaluaron los posibles impactos ambientales que puede generar, diseñando estrictas medidas de prevención, mitigación y compensación eficientes, proporcionando las bases para el desarrollo del Proyecto sin una afectación que supere los límites establecidos, conforme a lo determinado en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.

De igual forma, es importante mencionar que el Proyecto que se pretende desarrollar encuadra en los supuestos normativos establecido en el artículo 28 fracciones VII, IX y X de la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente; así como, en el artículo 5º fracciones O), Q) y R) de su Reglamento en Materia de Impacto Ambiental, puesto que se trata de un desarrollo inmobiliario que: i) implica el cambio de uso de suelo en terrenos forestales; ii) converge en ecosistemas costeros; y, iii) implica el desarrollo de obras y/o actividades en humedales, ecosistemas costeros, lagunas, ríos, lagos y esteros conectados al mar, así como en sus litorales o zonas federales.

Así mismo, y de conformidad con lo dispuesto por los artículos 10 fracción I y 11 del Reglamento de la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental, el Proyecto debe evaluarse en su modalidad regional dado que se trata de un conjunto de obras y actividades que se pretenden desarrollar en una región ecológica determinada como lo es el ecosistema costero ubicado dentro del Sistema Ambiental Regional.



CORAZÓN CIUDAD MAYAKOBA

CAPÍTULO 4. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL Y SEÑALAMIENTO DE TENDENCIAS DEL DESARROLLO Y DETERIORO DE LA REGIÓN

Contenido

CAPÍTULO 4. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL DEL PROYECTO	3
4.1. Introducción	3
4.2. Delimitación y Justificación del Sistema Ambiental Regional y Reconocimiento de la Cuenca Hidrológica Forestal.....	4
4.2.1. Aspectos Ambientales.....	7
4.2.1.1. Fisiografía.....	8
4.2.1.2. Geomorfología.....	10
4.2.1.3. Vegetación.....	11
4.2.2. Aspectos Jurídicos	13
4.2.2.1. Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Solidaridad.....	13
4.2.2.2. Programa Parcial de Desarrollo Urbano El Jesusito.....	14
4.2.2.3. Áreas Naturales Protegidas	15
4.2.3. Aspectos Sociales – Urbanos.....	17
4.2.4. Límites del Sistema Ambiental Regional	18
4.3. Caracterización y Análisis de la Cuenca Hidrológica Forestal, el Sistema Ambiental Regional y el Proyecto.....	20
4.3.1. Medio Abiótico.....	20
4.3.1.1. Climatología.....	20
4.3.1.2. Suelos	25
4.3.1.3. Fisiografía.....	28
4.3.1.4. Hidrografía.....	32
4.3.1.5. Geología.....	36
4.3.2. Medio Biótico.....	39
4.3.2.1. Vegetación.....	39
4.3.2.2. Fauna	75
4.3.2.3. Análisis Comparativo de la Composición Florística y Faunística del Área Sujeta a Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales con Relación a los Tipos de Vegetación del Ecosistema de la Cuenca, Subcuenca o Microcuenca Hidrográfica que Permitan Determinar el Grado de Afectación por el Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales.....	99
4.3.3. Medio Socioeconómico	111
4.3.3.1. Localización Regional	111
4.3.3.2. Composición de la Estructura Poblacional	111
4.3.3.3. Crecimiento Demográfico	112
4.3.3.4. Distribución y Densidad Poblacional	112
4.3.3.5. Migración.....	113
4.3.3.6. Vivienda y Urbanización	114

4.3.3.7. Salud y Seguridad Social.....	115
4.3.3.8. Educación.....	115
4.3.3.9. Aspectos Económicos.....	116
4.3.4. Paisaje	118
4.4. Servicios Ambientales que Pudieran Ponerse en Riesgo por el Cambio de Uso del Suelo Propuesto.....	124
4.4.1. Identificación de los Servicios Ambientales que Pudieran Ponerse en Riesgo	125
4.4.2. Provisión del Agua en Calidad y Cantidad.....	126
4.4.3. Captura de Carbono, de Contaminantes y Componentes Naturales	131
4.4.4. Generación de Oxígeno	135
4.4.5. Amortiguamiento del Impacto de los Fenómenos Naturales	136
4.4.6. Modulación o Regulación Climática.....	138
4.4.7. Protección de la Biodiversidad, de los Ecosistemas y Formas de Vida	140
4.4.7.1. Vegetación.....	140
4.4.7.2. Fauna	146
4.4.8. Protección y Recuperación de Suelos.....	152
4.4.9. Paisaje y la Recreación.....	154
4.4.10. Conclusiones.....	159
4.5. Diagnóstico Ambiental	160

CAPÍTULO 4. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL DEL PROYECTO

4.1. Introducción

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

En cumplimiento a lo anterior, en este capítulo se describe, caracteriza y presenta el diagnóstico del Sistema Ambiental Regional (SAR) y la Cuenca Hidrológica Forestal (CHF) del proyecto Corazón Ciudad Mayakoba (en adelante denominado el Proyecto). Asimismo, y con fundamento en bases científicas y técnicas, se identifican, describen y analizan los componentes ecológicos presentes a fin de identificar los efectos positivos y negativos que pudiera tener el desarrollo del Proyecto en la región.

El Sistema Ambiental Regional (SAR) se define como el “espacio geográfico delimitado e integrado estructural y funcionalmente por varias unidades ambientales”. Bajo este concepto, el SAR es la región ecológica donde los impactos acumulativos, sinérgicos y residuales, generados en las diversas etapas del Proyecto, pudieran ocasionar la destrucción, el aislamiento o la fragmentación de los ecosistemas, tal y como se establece en el inciso IV del Artículo 11 del REIA.

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

Para la integración de este capítulo, se tomaron en consideración los siguientes insumos:

- Información técnica generada por especialistas en cada uno de los temas.
- Estudios de campo del área de estudio.
- Información satelital obtenida de Google Earth Pro.
- Bibliografía disponible del sitio de interés.
- Datos cartográficos oficiales, puestos a disposición por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía.

A partir de la información obtenida, se realizó la corroboración de datos en campo, así como estudios de gabinete, con la finalidad de obtener información precisa sobre temas tales como la fisiografía, geología, edafología, vegetación y fauna para distintos niveles de extensión geográfica (Tabla 4. 1). Esta información ha sido utilizada como parte fundamental para el planteamiento y diseño del Proyecto.

Tabla 4. 1. Estructura general del contenido del Capítulo 4.

Contenido			Nivel de extensión territorial del área de estudio
Delimitación del área de estudio	Fundamento de la delimitación geográfica de los niveles de estudio	Cuencas y subcuencas hidrológico-forestales	CHF SAR
		Unidades naturales / paisajes geomorfológicos	SAR / Proyecto
		Zona de influencia directa	Proyecto
Caracterización de la CHF y SAR			
Descripción Ambiental	Aspectos Abióticos	Geología	CHF
			SAR
			Proyecto
		Clima	CHF
			SAR
			Proyecto
		Geomorfología	CHF
			SAR
			Proyecto
		Geohidrología	CHF
			SAR
			Proyecto
	Edafología	CHF	
		SAR	
		Proyecto	
Aspectos Bióticos	Vegetación	CHF	
		SAR	
		Proyecto	
	Fauna	CHF	
		SAR	
Proyecto			
Aspectos Socioeconómicos	Contexto regional	Municipio de Solidaridad	
Diagnóstico Ambiental			
Análisis Ambiental	Condición Ambiental	Vegetación	CHF
		Fauna	SAR
		Unidades naturales del paisaje	Proyecto

4.2. Delimitación y Justificación del Sistema Ambiental Regional y Reconocimiento de la Cuenca Hidrológica Forestal

La península de Yucatán se ubica al sureste de la República Mexicana, en la porción septentrional de Mesoamérica. Está conformada por los estados de Yucatán, Quintana Roo y Campeche, aunque en sentido estricto de geografía física también la componen, la mitad norte de Belice y el Petén de Guatemala. Al extremo Norte de la Península se divide el Golfo de México del Mar Caribe, al Sur se ubica la República de Guatemala y Belice, al Este colinda con el Mar Caribe y al Oeste – Suroeste con el Golfo de México y los estados de Tabasco y Chiapas.

El estado de Quintana Roo, se sitúa al este de la península de Yucatán. Colinda al noroeste con el estado de Yucatán, al oeste con el estado de Campeche, al norte con el Golfo de México, al este con el Mar Caribe y al sur delimita la frontera con Belice y la República de Guatemala. Tiene una superficie estimada de 50, 212 km² (Figura 4. 1).

Figura 4. 1. Ubicación de la península de Yucatán y el estado de Quintana Roo.

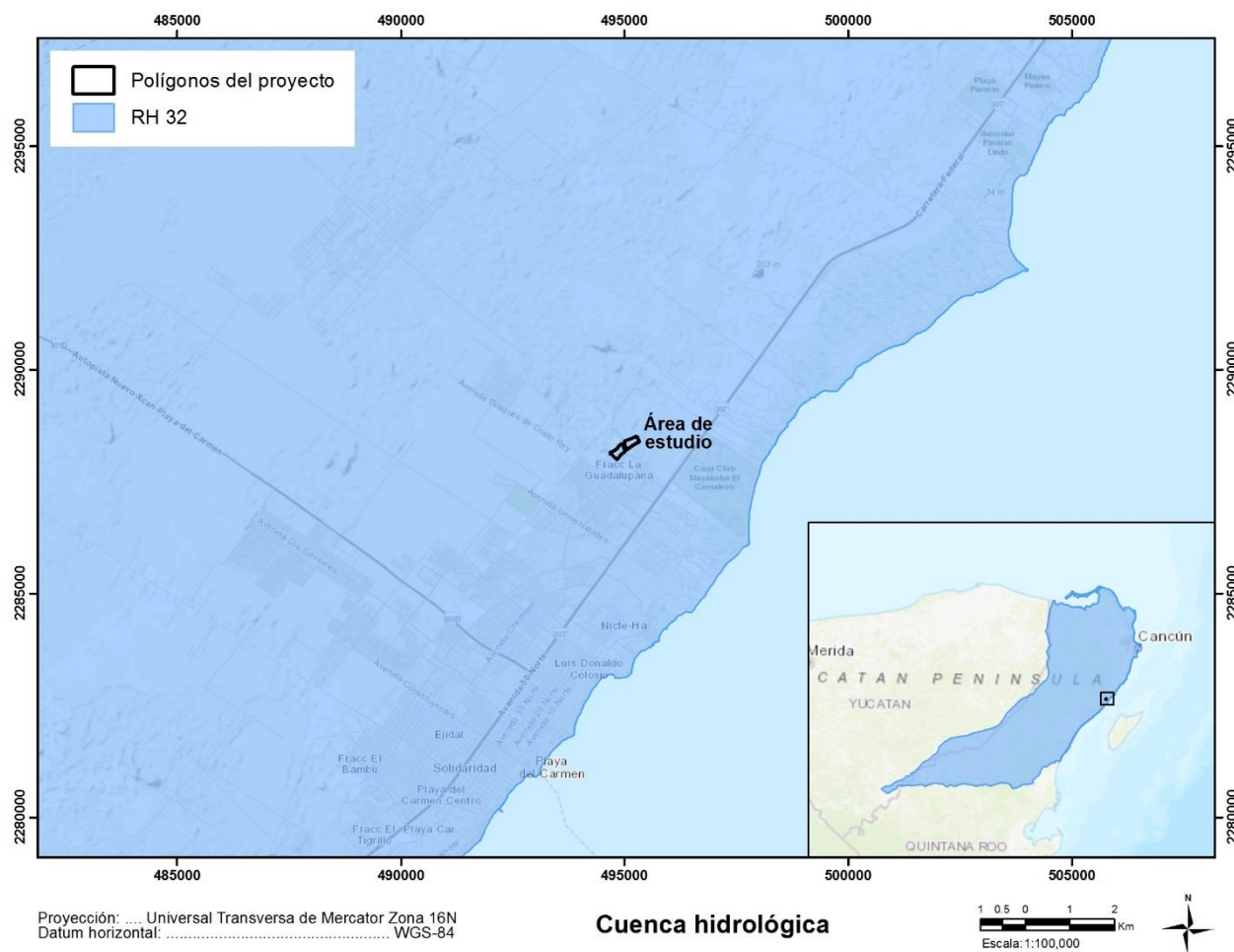


El Proyecto (ubicado en el Lote 13 y Lote 32 conforme a la lotificación establecida por el Plan Maestro Ciudad Mayakoba), se encuentra dentro de un área con antecedentes en materia ambiental y forestal del proyecto denominado Ciudad Mayakoba (antes “El Ximbal”), cuenta con autorizaciones en materia de impacto ambiental y cambio de uso de suelo forestal con números de oficio SGPA/DGIRA/DG/04219 y 03/ARRN/1476/13.

El Plan Maestro Ciudad Mayakoba se ubica dentro de un Sistema Ambiental Regional (SAR) denominado Unidad Suburbana Norte localizada dentro de la zona costera con presencia de ecosistemas costeros que recibe el nombre de Costa del Mar Caribe (Ortiz 2006); corresponde a una planicie ondulada de relieve cárstico y cuenta con un patrón de ambientes que se disponen en forma de franjas paralelas a la costa. El SAR en mención se ubica terreno adentro, en el margen de la planicie ondulada de playas antiguas del Pleistoceno (Ward, 1997), donde los cuerpos de agua son aislados, la vegetación predominante es de selva baja y mediana subperennifolia (Ortiz, 2006). A su vez, la unidad hidrológica del SAR, corresponde a la zona interna inundable inserta en la planicie ondulada de la península de Yucatán, con altitud promedio de 7 msnm, en donde se desarrollan procesos cársticos de disolución, por lo que se presentan formaciones como dolinas, cenotes, simas, sumideros y cavernas.

Además, se resalta que el Proyecto y SAR se encuentran en la CHF de la región hidrológica RH32 “A” (Quintana Roo) subcuenca “d” (zona que comprende el tramo de Playa del Carmen – Puerto Morelos). La RH 32, ocupa el 31.77% de su superficie estatal; sus límites en la entidad son: al norte el Golfo de México, al este el Mar Caribe, al sur la Región Hidrológica 33 (RH33) y al oeste el estado de Yucatán donde continua (INEGI, 2002)¹. En la Figura 4. 2 se observa la localización del Proyecto con respecto a la CHF.

Figura 4. 2. Localización del Proyecto respecto de la Cuenca Hidrológica Forestal.



El SAR se define como “*el espacio finito definido con base en las interacciones entre los medios abióticos, bióticos y socio-económico de la región donde se pretende establecer el 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*”².

¹ Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). 2002. Estudio Hidrológico del Estado de Quintana Roo. 96pp.

² Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 08 de febrero de 2008. Guía para la Elaboración de la Manifestación de Impacto Ambiental Regional. Obtenido de: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/121011/Guia_MIA-Regional.pdf.

De acuerdo al Artículo 11, Fracción IV del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental, el SAR constituye la extensión geográfica donde tiene lugar los impactos acumulativos, sinérgicos y residuales que pudieran ocasionar la destrucción, el aislamiento o la fragmentación de los ecosistemas³.

Y conforme a la Guía para la Elaboración de la Manifestación de Impacto Ambiental Regional, el área de influencia es el *“espacio físico asociado al alcance máximo de los impactos directos e indirectos ocasionados por el proyecto en el sistema ambiental o región, y que alterará algún elemento ambiental”*.

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

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

- Aspectos ambientales: Fisiografía, geomorfología y vegetación, etc.
- Aspectos jurídicos: Instrumentos jurídicos referentes al ordenamiento del territorio y áreas naturales protegidas.
- Aspectos sociales – urbanos: Vías de comunicación, construcciones, etc. (limitantes físicas que representan barreras naturales frente a la propagación o dispersión de algún impacto definido para cada uno de los componentes del medio).

4.2.1. Aspectos Ambientales

Para este aspecto fue considerada la información técnico-científica generada para el área de interés, mediante estudios especializados realizados con campañas de trabajo en sitio, así como información documental analizada, tanto del medio biótico y abiótico, encontrándose entre la más relevante la siguiente:

- Estudio geohidrológico elaborado en 2012 por el Ingeniero Miguel Villasuso pino para el proyecto Ciudad Mayakoba.
- Estudio de la caracterización ambiental de la vegetación elaborado en 2012 por el Biólogo Edgar Cabrera Cano para el proyecto Ciudad Mayakoba.
- Estudio de la caracterización ambiental de vertebrados terrestres y acuáticos continentales elaborado en 2012 por el Biólogo Hugo Rivas García.
- Manifestación de impacto ambiental modalidad regional del proyecto “El Ximbal” (ahora Ciudad Mayakoba).

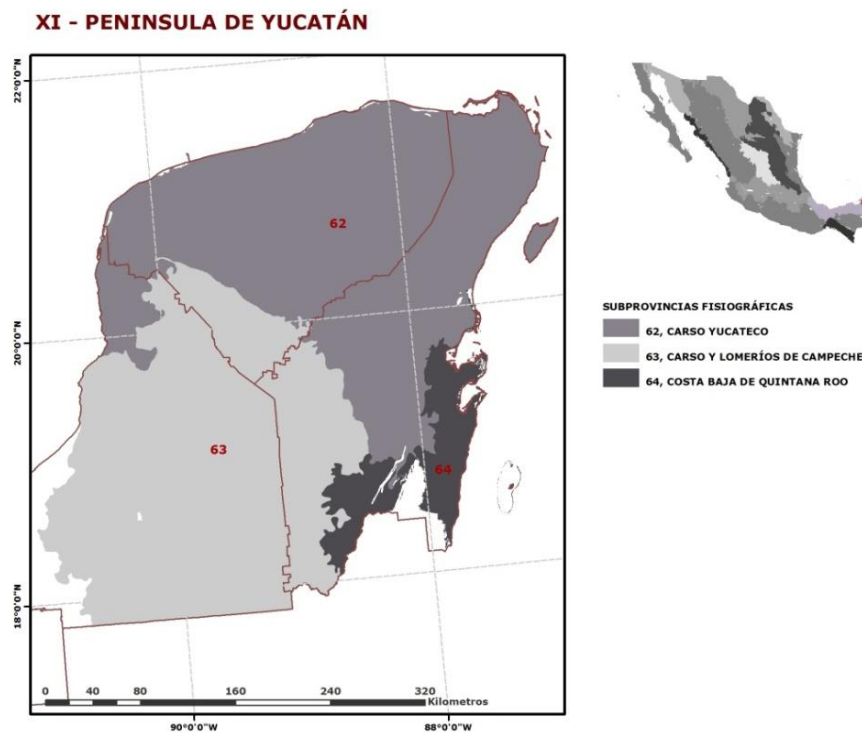
³ Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental. Diario Oficial de la Federación, México, 30 de mayo de 2000. Última reforma publicada DOF 31 de octubre de 2014.

- Estudio de la caracterización ambiental de la vegetación elaborado en 2022 por el Ingeniero Reyes Medrano Jiménez para el proyecto Corazón Ciudad Mayakoba.
- Estudio de la caracterización ambiental de vertebrados terrestres elaborado en 2022 por el Ingeniero Reyes Medrano Jiménez para el proyecto Corazón Ciudad Mayakoba.

4.2.1.1. Fisiografía

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

Figura 4. 3. Provincia fisiográfica Península de Yucatán (Cervantes-Zamora, 1990).



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

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

La subprovincia Carso Yucateco, donde se ubica la cuenca 32A (subcuenca “d”), cubre una mayor extensión de superficie del Estado llegando hasta la costa norte de la entidad, en donde se ubica el Proyecto, desde el punto de vista topográfico se trata de una planicie calcárea modelada posteriormente por una intensa disolución, manifestada por la presencia de rasgos de disolución. Durante el cuaternario esta planicie es modificada por la formación de pantanos y lagunas, así como la acumulación de abundantes depósitos de litoral, litificación de depósitos eólicos y por la formación de playas y dunas arenosas.

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

Figura 4. 4. Provincias y subprovincias fisiográficas a nivel regional.

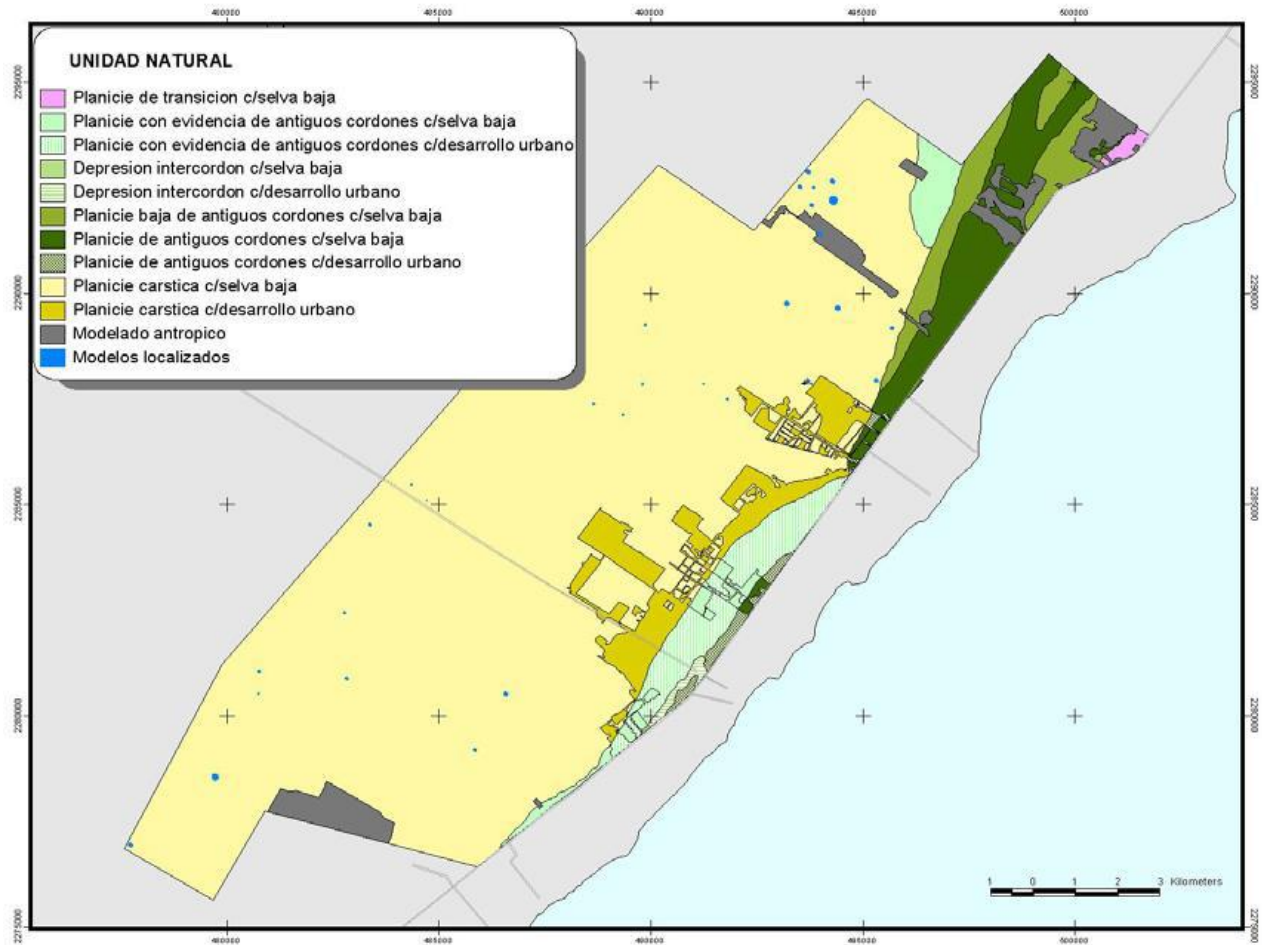


4.2.1.2. Geomorfología

En la MIA-R del proyecto autorizado Ciudad Mayakoba, en el que se inserta el Proyecto que aquí nos ocupa, se determinaron, caracterizaron y describieron, con base en fotografía aérea y análisis topográfico, las principales unidades geomorfológicas definiendo las unidades naturales del su SAR denominado Unidad Suburbana Norte. Para los objetivos de ese análisis se consideró a la carretera federal 307 como un límite físico real del SAR, ya que ha fragmentado y aislado la vegetación de la parte estrictamente costera (llanura litoral). Por esta razón, en la Figura 4. 5 se evidencian dos tipos principales de ambientes terrestres: la planicie de antiguos cordones de playa (predominio en color verde) y la planicie cárstica (predominio en amarillo). Estos ambientes, integran diversas unidades con características naturales específicas:

- **La planicie de antiguos cordones**, compuesta por areniscas poco consolidadas del Pleistoceno, se encuentra separada de la llanura de inundación por una terraza costera que provoca una ruptura de pendiente que lleva a la formación de depresiones, en algunos casos de 1 a los 7 msnm. En esta zona la meteorización (físicoquímica de las rocas) es evidente; en ella predomina la selva baja subcaducifolia en proceso de recuperación y las áreas con desarrollo urbano de alta densidad, cuya vegetación está compuesta por malezas arbóreas aisladas.
- **La planicie cárstica**, compuesta por calizas y coquinas del Mioceno-Plioceno, por denudación y disolución de carbonatos. En esta amplia zona predomina la selva baja subcaducifolia con desarrollo secundario, y áreas con desarrollo urbano de alta densidad, cuya vegetación se compone por malezas arbóreas aisladas y especies de ornato. En el SAR también se hace presente el modelado antrópico de carácter tecnógeno, por movimientos de tierra y acumulación de escombros.

Figura 4. 5. Unidades naturales del SAR del proyecto autorizado Ciudad Mayakoba. Fuente: MIA-R Ciudad Mayakoba (antes “El Ximbal”).



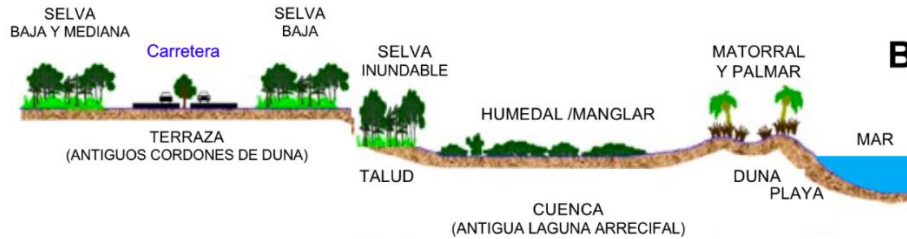
De manera particular el Proyecto, se localiza dentro de la unidad natural definida como planicie cárstica.

4.2.1.3. Vegetación

Por su origen geológico el corredor Cancún-Tulum donde se ubica el Proyecto, se caracteriza por estar constituido en forma de franjas geomorfológicamente diferenciables paralelas al mar, las cuales en un trayecto desde el mar hacia el continente son las siguientes: (1) La playa, (2) la duna costera; (3) la cuenca o depresión paralela al mar, antigua laguna arrecifal; (4) el talud; y (5) la terraza de antiguos cordones de duna.

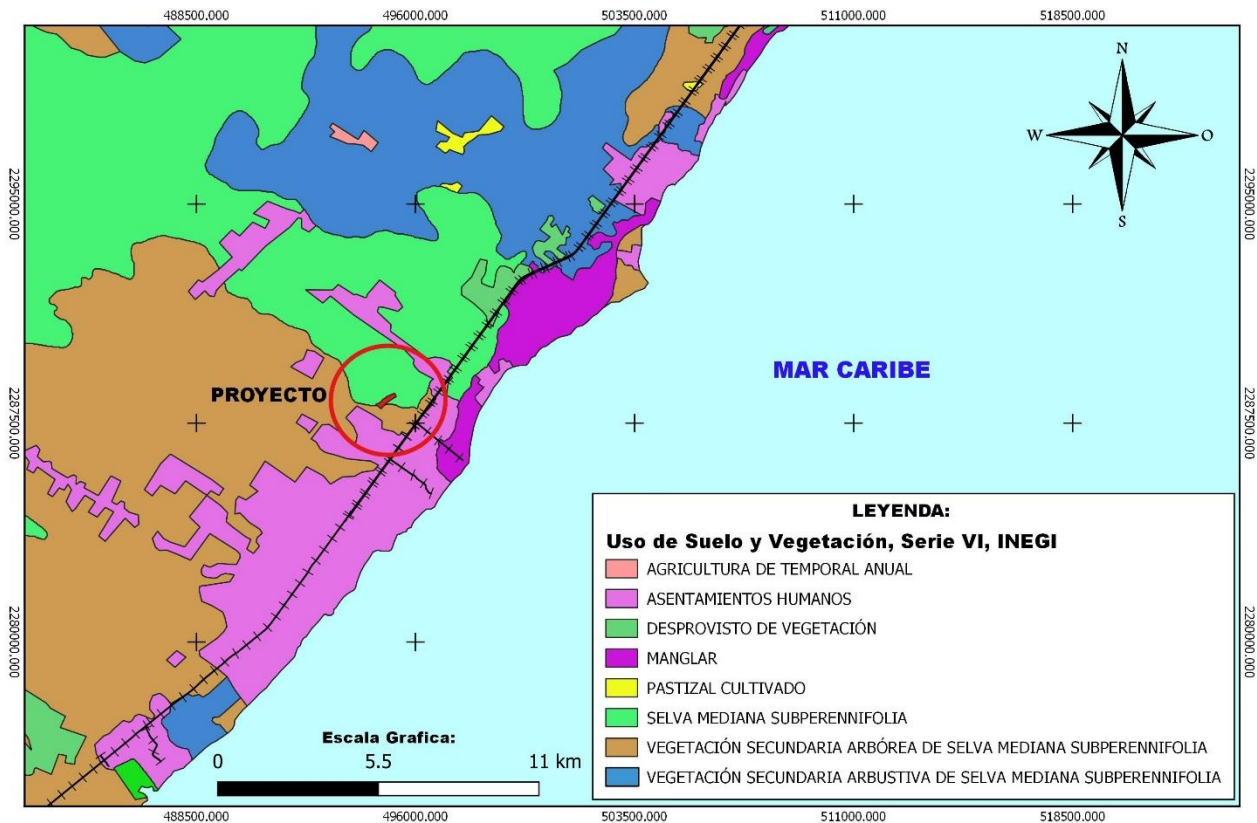
A su vez, este arreglo geomorfológico secuencial determina diferencias topográficas que conjuntamente con la edafología e hidrología predominante en cada una estas geformas, posibilitan el desarrollo de tipos de vegetación claramente diferenciables. Este marco abiótico da soporte a la carencia o a la existencia de diferentes tipos de vegetación de la siguiente manera: la playa sin vegetación; la duna costera con vegetación de matorral costero y palmar; el humedal con predominio de manglar y otros tipos de vegetación de humedal; el talud con selva inundable o de transición; y finalmente la terraza de antiguos cordones de duna ocupada por selva baja y selva baja y mediana (Figura 4. 6).

Figura 4. 6. Perfil esquemático topográfico de las geformas y los tipos de vegetación que las ocupan.



De acuerdo con la caracterización ambiental de la vegetación realizada en 2022, el tipo de vegetación que se desarrolla en el Proyecto de acuerdo a la cartografía de uso de suelo y vegetación serie VI del Instituto Nacional de Estadística y Geografía corresponde con selva mediana subperennifolia (Figura 4. 7).

Figura 4. 7. Uso de suelo y vegetación donde se ubica el Proyecto.



4.2.2. Aspectos Jurídicos

Para la definición del SAR, fueron considerados los siguientes instrumentos normativos: Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Solidaridad, Programa Parcial de Desarrollo Urbano el Jesusito y áreas naturales protegidas.

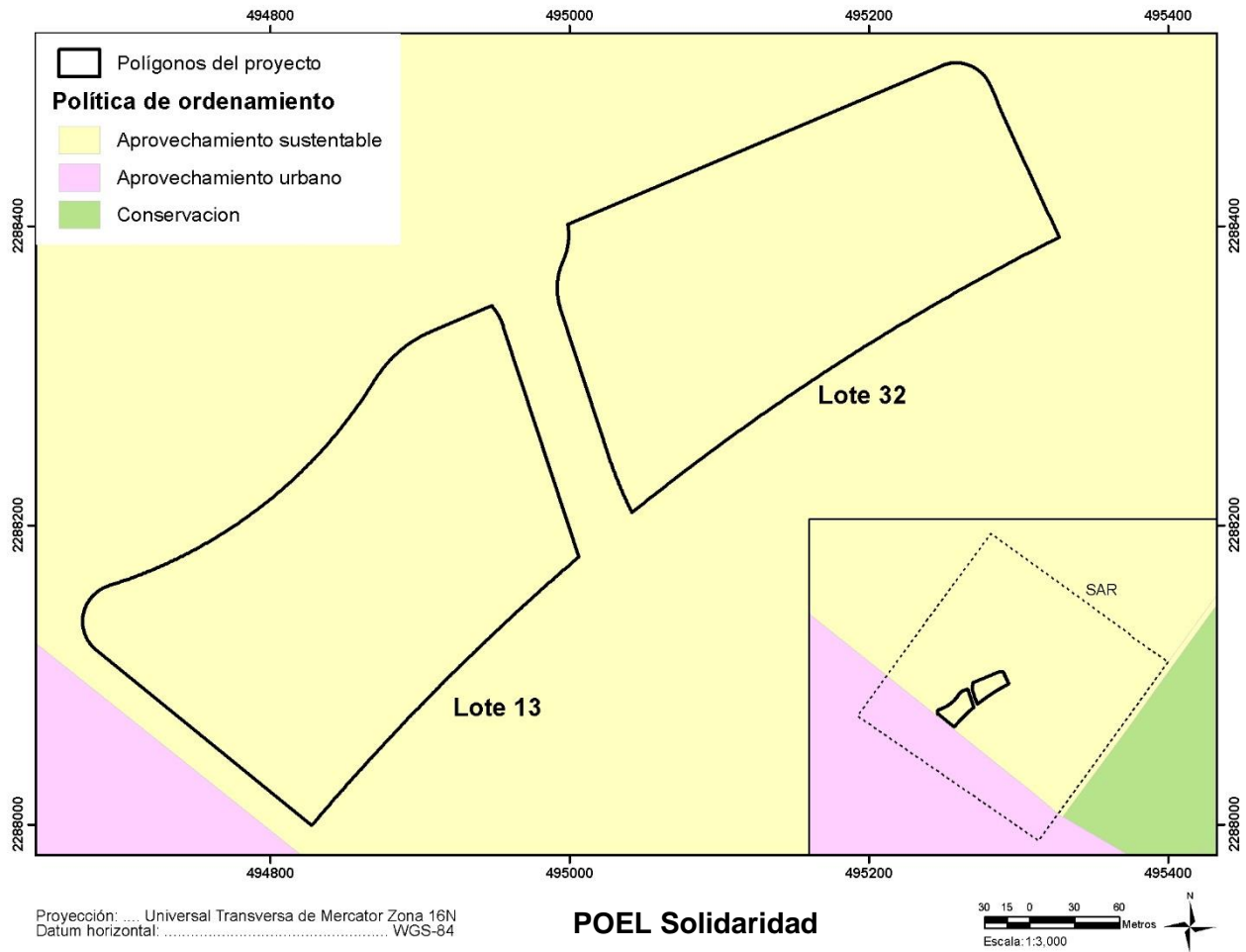
Es preciso señalar que, tanto el Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Solidaridad, así como el Programa Parcial de Desarrollo Urbano el Jesusito, como instrumentos reguladores del territorio consideran como criterios centrales para su formulación factores sociales (población, comunidad), culturales, factores abióticos (rasgos fisiográficos, geomorfológicos, edafológicos, hidrográficos, meteorológicos, etc.), factores bióticos (vegetación), factores ambientales (unidades ambientales o ecosistemas), usos de suelo, entre otros.

4.2.2.1. Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Solidaridad

El Proyecto es regulado por el Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Solidaridad, el cual fue publicado en el Periódico Oficial del Estado de Quintana Roo el 25 de mayo de 2009.

De acuerdo a lo establecido en este instrumento, el Proyecto se ubica en la unidad de gestión ambiental (UGA) 14 Reserva Urbana Norte-Sur de Playa del Carmen (Figura 4. 8), la cual presenta una política ambiental de “Aprovechamiento Sustentable”, considerando una vocación de uso del suelo “Urbana”, con usos condicionados ecoturístico, turístico, industrial, minería, UMA’s, deportivo, parque recreativo, comercial, reserva natural y equipamiento.

Figura 4. 8. UGA del Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Solidaridad aplicable al Proyecto.



4.2.2.2. Programa Parcial de Desarrollo Urbano El Jesusito

El Proyecto es regulado por el Programa Parcial de Desarrollo Urbano El Jesusito (PPDU-J), el cual fue publicado en el Periódico Oficial del Estado de Quintana Roo (PO) el 29 de marzo de 2013 y modificado el 10 de marzo de 2016.

De acuerdo a lo establecido en este instrumento, y posteriores polígonos de actuación definidos y publicados en el PO, el uso de suelo aplicable al Proyecto corresponde con Mixto Comercial. Cabe señalar que la zonificación secundaria, así como los usos y destinos del suelo definidos por el PPDU-J fueron determinados con base a la normatividad del Programa Municipal de Desarrollo Urbano del Municipio de Solidaridad, el Programa de Desarrollo Urbano de Playa del Carmen y el Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Solidaridad, de acuerdo a lo establecido en sus UGA 10 y 14.

Figura 4. 9. Ubicación del Proyecto dentro del Programa Parcial de Desarrollo Urbano El Jesusito.



4.2.2.3. Áreas Naturales Protegidas

Las áreas naturales protegidas (ANP) son instrumentos de política ambiental diseñados para la protección de elementos naturales, bienes y servicios ambientales o procesos ambientales determinados, su aplicación se encuentra en función directa de lo establecido en su decreto y/o en su programa de manejo según sea el caso.

Por su ubicación geográfica, el Proyecto no se localiza dentro del polígono de alguna ANP de carácter federal, estatal o municipal; tampoco es colindante con éstas (Figura 4. 10 y Figura 4. 11).

Figura 4. 10. Ubicación geográfica de las áreas naturales protegidas federales cercanas al Proyecto.

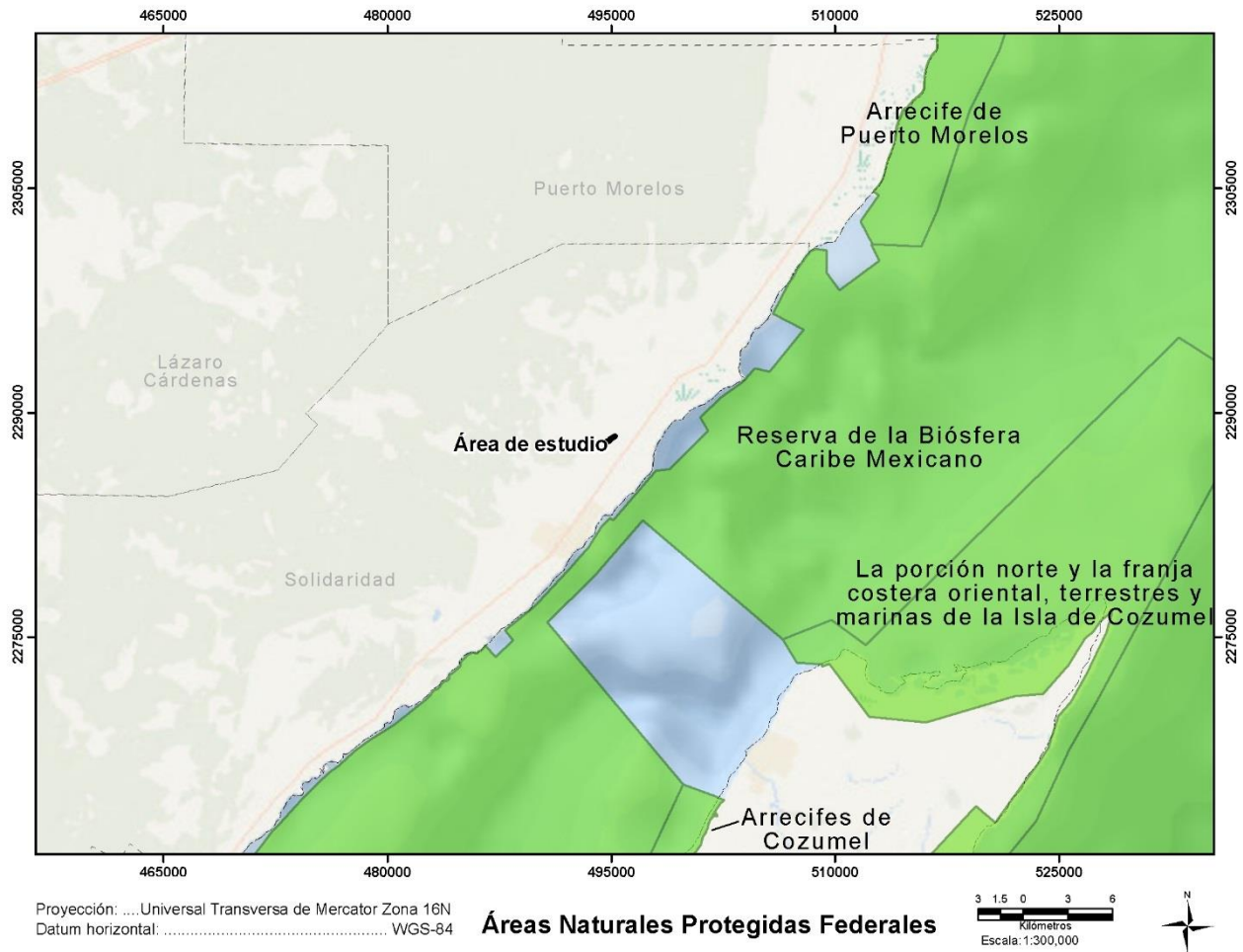
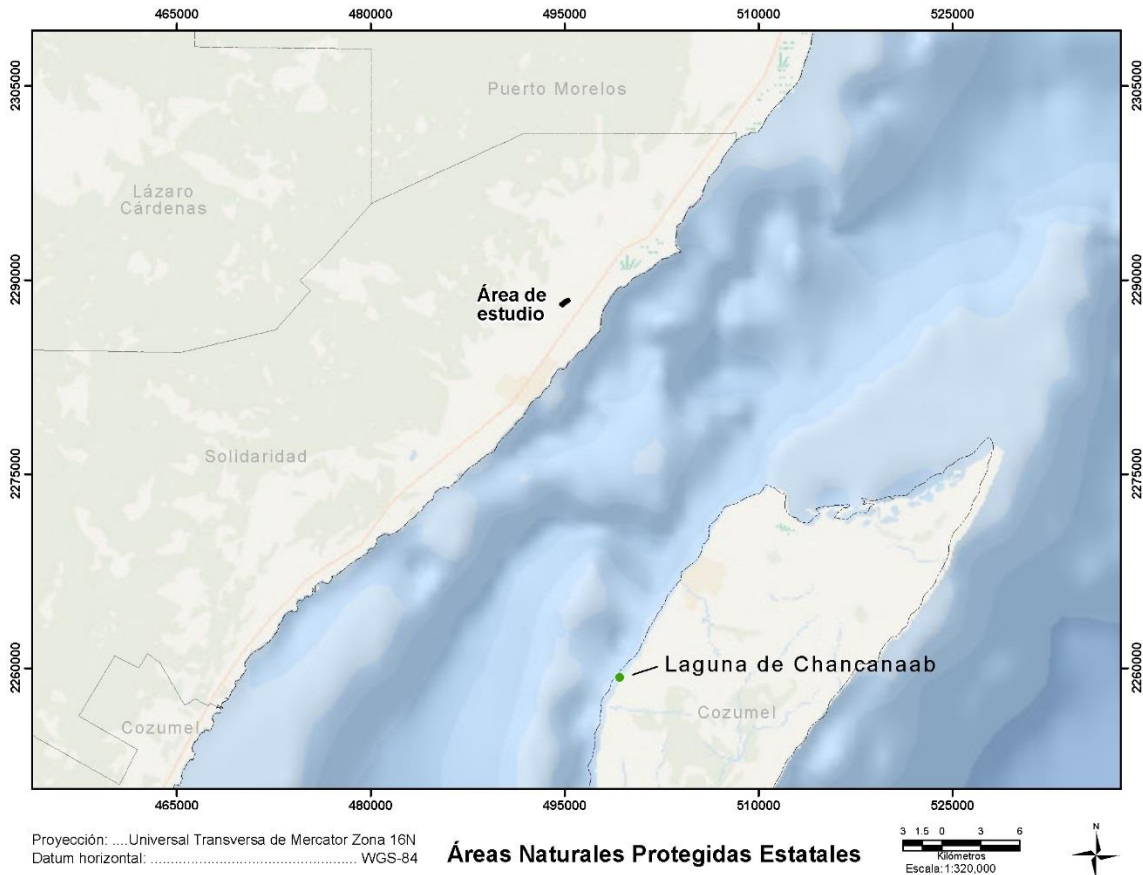


Figura 4. 11. Ubicación geográfica de las áreas naturales protegidas estatales y municipales cercanas al Proyecto.



4.2.3. Aspectos Sociales – Urbanos

Como se mencionó en el Capítulo 1 de este documento, el Proyecto se localiza a la altura del kilómetro 298 de la carretera federal 307 Reforma Agraria – Puerto Juárez, en la zona norponiente de la ciudad de Playa del Carmen, municipio de Solidaridad, Quintana Roo.

Los lotes 13 y 32 que conforman el Proyecto se ubican al interior del Plan Maestro Ciudad Mayakoba, el cual cuenta con las autorizaciones correspondiente en materia de impacto ambiental y cambio de uso de suelo forestal con números de oficio SGPA/DGIRA/DG/04219 y 03/ARRN/1476/13.

El Proyecto se ubica en un área caracterizada por el desarrollo urbano y turístico, asociados al crecimiento proyectado para la ciudad de Playa del Carmen y la región conocida como Riviera Maya. En esta área se puede observar la operación de hoteles, fraccionamientos habitacionales, construcción de vialidades, etc. (Figura 4. 12).

Figura 4. 12. Ubicación del Proyecto sobre fotografía satelital tomada de Google Earth, año 2017.



4.2.4. Límites del Sistema Ambiental Regional

De acuerdo a lo previamente presentado, la definición del SAR, obedeció a diferentes criterios que permiten garantizar que la evaluación de los impactos ambientales y el seguimiento de los mismos, sea considerado como objetivo y dirigido a reducir los riesgos inherentes del Proyecto.

Considerando los elementos de análisis que fueron presentados en los apartados previos, los límites del SAR del Proyecto y criterios empleados para su delimitación se presentan a continuación. Cabe que el SAR corresponde a una superficie de 409.25 ha.

- Al este, sureste, oeste y suroeste, se definieron como límites la carretera federal 307 Reforma Agraria – Puerto Juárez y la avenida Bosques de Cristo Rey, en concordancia con los límites establecido por el PPDU-J. Por sus dimensiones y características, estas infraestructuras de transporte *per se*, representa una discontinuidad muy marcada para los ecosistemas y/o unidades ambientales del sistema ambiental donde se localiza el Proyecto.

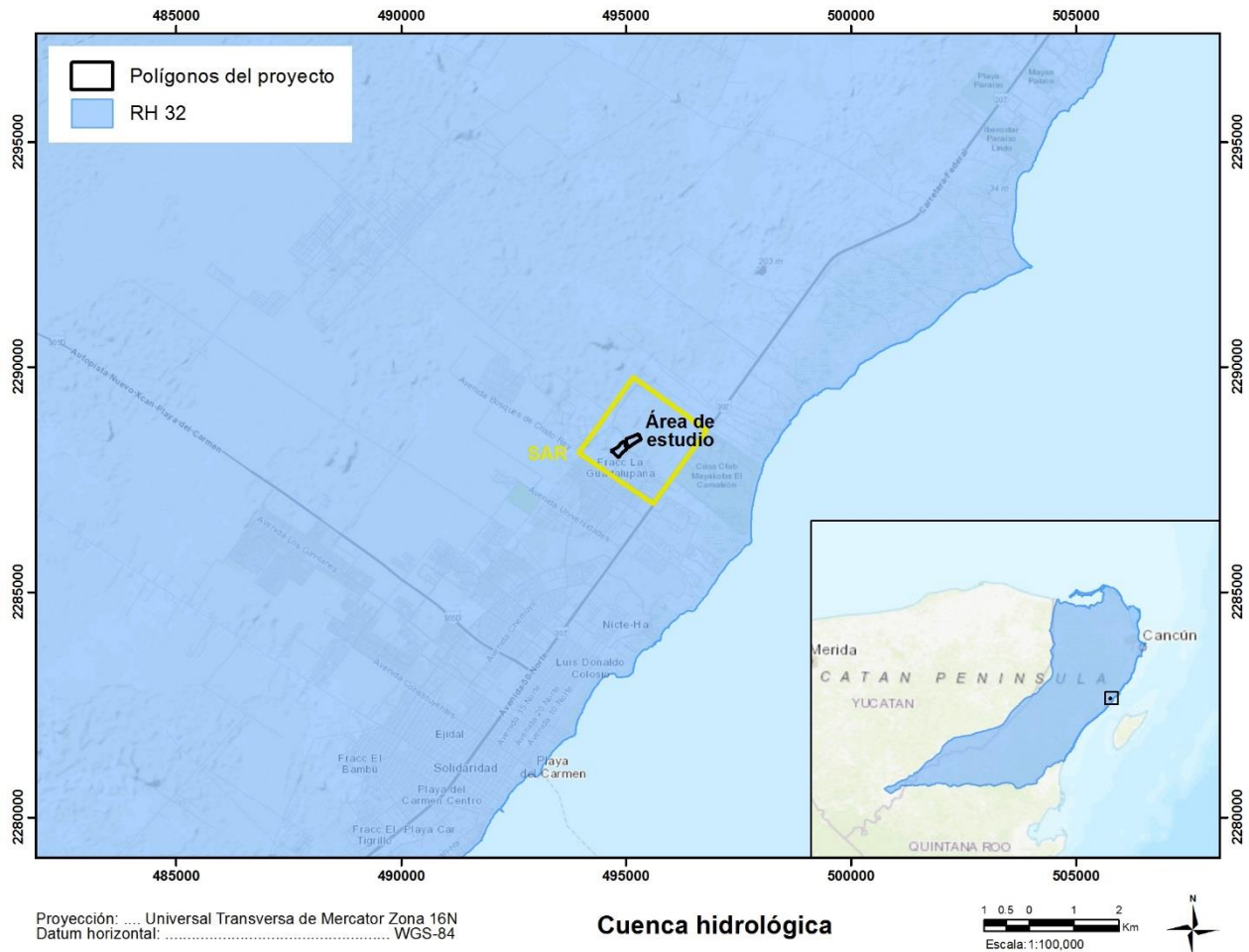
- Al noroeste y noreste se tomaron como límites los definidos por el PPDU-J, el cual, en su momento, para su delimitación, considero factores sociales, como ambientales abióticos y bióticos, así como los instrumentos de ordenamiento ecológico locales aplicables al lugar.

Figura 4. 13. Sistema Ambiental Regional del Proyecto.



En la Figura 4. 14 se presenta la localización del SAR con respecto a la CHF.

Figura 4. 14. Localización del SAR respecto de la CHF.



4.3. Caracterización y Análisis de la Cuenca Hidrológica Forestal, el Sistema Ambiental Regional y el Proyecto

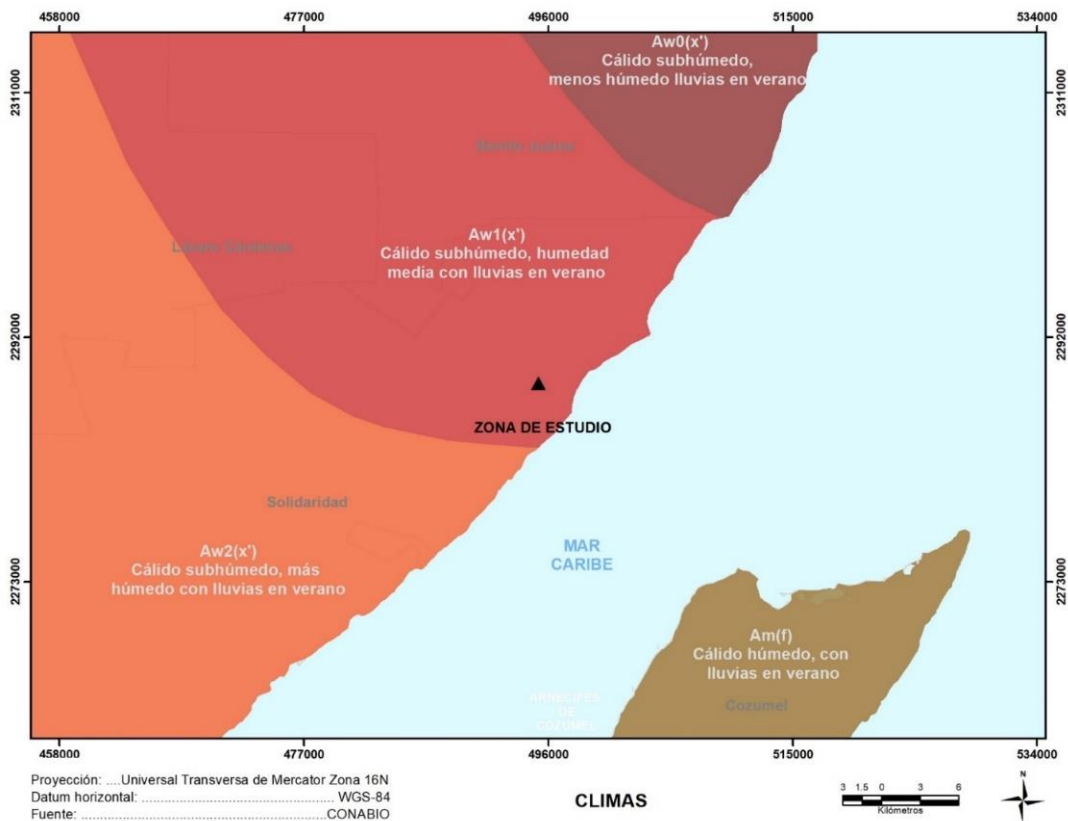
4.3.1. Medio Abiótico

4.3.1.1. Climatología

De acuerdo con el Sistema de Clasificación Climática de Köppen modificado por García (1981), y el Estudio Hidrológico del estado de Quintana Roo, publicado por el INEGI (2002), se tiene que en la zona norte del estado correspondiente a la cuenca 32A (subcuenca “d”) de acuerdo al comportamiento de la precipitación y la temperatura en términos de sus características a través del tiempo además de otros elementos como evaporación, humedad relativa entre otros predominan los siguientes subtipos de clima:

- El extremo norte desde Puerto Morelos a Chiquilá, pasando por Cancún y la zona continental e incluyendo al municipio de Isla Mujeres se manifiesta el subtipo climático $Aw_0(x')$, cálido subhúmedo, el más seco de los cálidos subhúmedos con régimen de lluvias de verano, de 1000 mm, tiene una temperatura media anual de 26 °C, con una variación de la media mensual entre el mes más frío y el mes más caliente menor a 5° C, por lo que es isotermal.
- El subtipo $Aw_1(x')$ de humedad intermedia entre los cálidos subhúmedos, ocupa la mayor extensión del estado, básicamente al oeste y se prolonga a los estados de Campeche y Yucatán, sin embargo también se presenta en una franja transversal desde Puerto Morelos hacia Playa del Carmen, y Kantunilkin colindante con el Aw_0 y el Aw_2 , manifiesta una temperatura media anual de 26 °C, con diferencias de la temperatura media mensual entre el mes más caliente y el mes más frío de 5 y 7 °C, que lo ubica entre isotermal o con poca variabilidad, por otro lado la precipitación promedio anual es de 1100 a 1200 mm. **Este tipo de clima corresponde con el registrado para el Sistema Ambiental Regional, así como para el Proyecto** (Figura 4. 15).

Figura 4. 15. Distribución de los tipos de climáticos a nivel regional.



- En la franja costera occidental desde Playa del Carmen, hasta Tulum, que básicamente se encuentra en el límite de la cuenca 32A y que se prolonga hasta Xcalak, rige el más húmedo de los cálidos subhúmedos, el subtipo $Aw_2(x')$, con temperatura media anual de 26 °C, isotermal, con una precipitación anual de 1200 a 1300 mm.

De acuerdo con los reportes de la Comisión Nacional del Agua (información de 1990 al 2000), y el Estudios Hidrológico del Estado de Quintana Roo, (INEGI, 2002) la porción norte del estado tomando como referencia la estación meteorológica de Playa del Carmen que se encuentra en la cuenca 32A y donde se ubica el Proyecto, le confiere las características climáticas que se presentan en la Tabla 4. 2.

Tabla 4. 2. Datos climáticos de la Cuenca Hidrológica Forestal.

Cuenca	Régimen de llluvias	Precipitación Media Anual (mm)	Temperaturas °C.		
			Mínima	Media	Máxima
32A	Verano	1,231.23	13.5	26.8	36.5

Por otra parte, los vientos dominantes son del este y sureste con una importante contribución de vientos del norte durante los meses de invierno.

De acuerdo con los reportes de la Comisión Nacional del Agua (información correspondiente al año 2009), y el Estudios Hidrológico del Estado de Quintana Roo (INEGI, 2002) la porción norte del estado tomando como referencia la ciudad de Playa del Carmen que se encuentra en la cuenca 32A, y que se localiza muy cercana al área del Proyecto, le confiere las características de velocidad de los vientos que se presentan en la Tabla 4. 3.

Tabla 4. 3. Datos de velocidad de los vientos proporcionados por CNA (2009).

Cuenca	Velocidad de los vientos en km/h		
	Mínima	Máxima	Promedio
32A	0.01	23.26	9.82

Así mismo, se tiene que el registro de los parámetros atmosféricos de temperatura y precipitación que prevalecen en la zona más cercana al Proyecto en la Riviera Maya, se lleva a cabo por la estación meteorológica número 23163, ubicada en la ciudad de Playa del Carmen, dependiente de la Comisión Nacional del Agua. Es importante mencionar que los datos aquí representados corresponden a la información más actualizada (2010), proporcionada por dicha dependencia y en el que se registran datos específicos entre otros de precipitación mensual y temperatura media, correspondiente al año 2010.

Figura 4. 16. Histograma de temperaturas y precipitación.

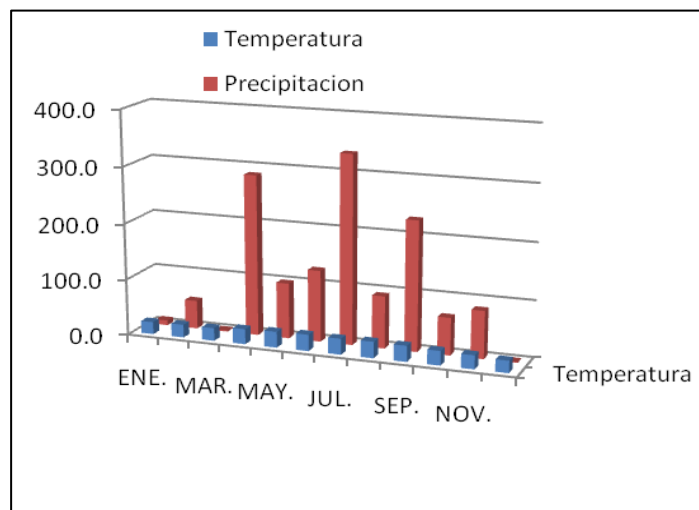


Tabla 4. 4. Temperatura y precipitación mensual estación meteorológica número 23163 - Playa del Carmen, datos correspondientes al 2010.

Playa del Carmen	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
Temperatura	21.8	22.9	22.7	27.0	28.3	29.2	28.2	29.1	28.2	25.6	24.4	21.4	25.7
Precipitación	8.5	50.5	2.0	286.0	98.8	127.0	335.0	92.7	230.1	66.5	84.5	1.5	1,383.1

Fenómenos Meteorológicos

Durante el verano, en el Mar Caribe y el Golfo de México se generan fenómenos ocasionados por inestabilidades de baja presión, que dan lugar a las tormentas tropicales, y dependiendo de la energía acumulada se puede formar un ciclón o un huracán.

Quintana Roo es el estado de la República Mexicana con mayor incidencia de huracanes. La temporada de estos fenómenos meteorológicos abarca de junio a noviembre, y ocasionalmente pueden presentarse fuera de temporada.

Septiembre es el mes en que se registra la mayor actividad de este tipo de fenómenos. 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 categorías mayores y con efecto más destructivo (Morales, 1993).

La intensidad de los vientos durante un huracán varía según las condiciones climáticas que se presenten y van de los 120 a los 300 km/h, con ráfagas incluso superiores a ésta última.

En particular para la cuenca 32A (subcuenca “d”), existe la posibilidad de que estos fenómenos climáticos generados principalmente en el Caribe afecten la zona costera y en particular la Riviera Maya ya que generalmente esta se encuentra en su radio de acción y aun cuando estos no tocan tierra y pasan por el canal de Yucatán, el efecto de sus vientos y oleaje provocan fuerte erosión en las costas del estado.

El huracán Gilberto incidió sobre las costas de Quintana Roo en septiembre de 1988 con categoría 5 por lo cual se le consideró el huracán de mayor intensidad que había impactado esta zona hasta antes del paso del huracán Wilma en 2005, el cual causó grandes pérdidas materiales y al medio ambiente debido a los potentes vientos y su duración.

En 1955, Janet afectó las costas del Estado. Sus efectos se dejaron ver claramente en la erosión de las playas y la afectación de la vegetación. En casos más recientemente al finalizar la temporada de huracanes en 1998, el huracán Mitch aun cuando su trayectoria no tuvo incidencia directa en el estado sus efectos sobre la costa fueron fuertemente significativos, debido al oleaje de tormenta que se generó. Igualmente, el huracán Emily y Wilma afectó las costas de Quintana Roo en el 2005, principalmente desde Tulum a Cancún y el Dean en el 2007, la zona de Mahahual.

En la Tabla 4. 5 se presentan los huracanes más recientes (2000 al 2020) con influencia en el territorio estatal.

Tabla 4. 5. Huracanes que han afectado las costas del estado de Quintana Roo en los últimos años⁴.

Año	Nombre	Etapas y categoría	Lugar de entrada a tierra	Periodo	Máxima (Km/h)
2017	Franklin	H1	Tulum, Felipe Carrillo Puerto, José María Morelos, Bacalar, Othón P. Blanco,	Del 07 al 10 de agosto	138
	Nate	H1	L. Cárdenas, Solidaridad, Tulum	Del 04 al 09 de octubre	148
	Harvey	H4	Felipe Carrillo Puerto, Othón P. Blanco, Tulum, José María Morelos, Bacalar, Cozumel Benito Juárez, Puerto Morelos, Isla Mujeres, L. Cárdenas, Solidaridad, Tulum	Del 17 de agosto al 01 de septiembre	213
2016	Eart	H1	Othón P. Blanco	Del 02 al 06 de agosto	120
	Colin	TT	Isla Mujeres, Cozumel, Solidaridad, Benito Juárez, L. Cárdenas, Puerto Morelos.	Del 05 al 07 de junio	83
2014	Hanna	TT	José María Morelos	Del 22 al 28 de octubre	64
2012	Ernesto	H1	Othón P. Blanco y Bacalar	Del 1 al 10 de agosto	140
2011	Don	TT	Benito Juárez	Del 27 al 30 de julio	83
	Harvey	TT	Othón P. Blanco y Bacalar	Del 19 al 22 de agosto	91
	Rina	H2	Felipe Carrillo Puerto, Cozumel, Isla Mujeres y Benito Juárez	Del 23 al 28 de octubre	174
2010	Karl	H3	Al norte del poblado de Calderitas	Del 14 al 18 de septiembre	195
2008	Dolly	H2	Cozumel y Cancún	Del 20 al 24 de julio	160
	Arthur	H2	Suroeste de Chetumal	Del 31 de mayo al 2 de junio	160
2007	Dean	H5	Mahahual	Del 13 al 23 de agosto	270
2005	Wilma	H5	Cozumel y Puerto Morelos	Del 15 al 28 octubre	324
	Emily	H5	Cozumel y Playa del Carmen	Del 10 al 21 julio	269
2000	Keith	H1	La Unión	Del 28 de sept al 6 de octubre.	140

NOTA: para el caso del 2018-2021, estos datos todavía no los actualiza la página del Gobierno del Estado. La trayectoria del centro del sistema tropical Harvey en el 2017, no tuvo lugar de entrada en el territorio estatal, pero sí tuvo influencia en los municipios mencionados.

Otros meteoros que afectan al estado son las tormentas tropicales, los Nortes y las Suradas. Las tormentas tropicales se presentan en verano y otoño y se consideran como predecesoras de los huracanes, se caracterizan por presentar vientos inferiores a los 118 km/h.

Los Nortes, que hacen su aparición de noviembre a marzo, son masas de aire polar con velocidades altas que hacen descender la temperatura y ocasionan precipitaciones; generalmente van acompañadas por rachas de vientos que alcanzan los 100 km/h.

Las Suradas o surestes, son fenómenos meteorológicos de poca frecuencia y duración en los que el viento dominante proviene del sureste y se desplaza al noroeste con velocidades que llegan a alcanzar los 60 km/h y rachas de 80 km/h.

⁴ Secretaría de Gobierno. Coordinación Estatal de Protección Civil; Departamento de Meteorología. <https://qroo.gob.mx/segob/coeproc/ciclones-tropicales-con-influencia-en-el-territorio-estatal>.

4.3.1.2. Suelos

4.3.1.2.1. Tipos de Suelo y Grado de Susceptibilidad a la Erosión Hídrica y Eólica

Leptosoles (Litosoles)

De acuerdo con la clasificación actualizada de la FAO/UNESCO (2006) y modificada en el 2007 para la cuenca 32A, (subcuenca “d”) en específico la zona norte de Quintana Roo, se reportan el grupo de suelo denominado Leptosoles. De acuerdo con la Carta Edafológica Cozumel F-16-11 (INEGI, 2007), se reconoce que para el Proyecto se distribuyen los suelos del tipo: Leptosol lítico de textura media.

Los Leptosoles son suelos muy someros sobre roca continua y suelos extremadamente gravillosos y/o pedregosos. Los Leptosoles son suelos azonales y particularmente comunes en regiones montañosas. Los Leptosoles incluyen los: Litosoles del Mapa de Suelos del Mundo (FAO–UNESCO, 1971–1981); subgrupos Lítico del orden Entisol (Estados Unidos de Norteamérica); Leptic Rudosols y Tenosols (Australia); y Petrozems y Litozems (Federación Rusa). En muchos sistemas nacionales, los Leptosoles sobre roca calcárea pertenecen a las Rendzinas, y aquellos sobre otras rocas, a los Rankers. La roca continua en la superficie se considera no suelo en muchos sistemas de clasificación de suelos.

Distribución Regional de Leptosoles

Los Leptosoles son el GSR (Grupo de Suelos de Referencia) más extendido sobre la tierra, extendiéndose alrededor de 1 655 millones ha. Los Leptosoles se encuentran desde los trópicos hasta la tundra fría polar y desde el nivel del mar hasta las montañas más altas. Los Leptosoles están particularmente extendidos en áreas de montaña, notablemente en Asia y Sudamérica, en los desiertos de Sahara y Arabia, la Península Ungava del norte de Canadá y en las montañas de Alaska. En otras partes, los Leptosoles pueden encontrarse sobre rocas que son resistentes a la meteorización o donde la erosión ha mantenido el paso con la formación de suelo, o ha removido la parte superior del perfil de suelo. Los Leptosoles con roca continua a menos de 10 cm de profundidad en regiones montañosas son los Leptosoles más extendidos.

Manejo y Uso de Leptosoles

Los Leptosoles son un recurso potencial para el pastoreo en estación húmeda y tierra forestal. Los Leptosoles a los que aplica el calificador Réndzico están plantados con teca y caoba en el Sudeste Asiático; los que están en zonas templadas están principalmente bajo bosque caducifolio mixto mientras que los Leptosoles ácidos comúnmente están bajo bosque de coníferas. La erosión es la mayor amenaza en las áreas de Leptosol, particularmente en regiones montañosas de zonas templadas donde la alta presión de población (turismo), la sobreexplotación y creciente contaminación ambiental llevan al deterioro de bosques y amenazan grandes áreas de Leptosoles vulnerables. Los Leptosoles en pendientes de colinas generalmente son más fértiles que sus contrapartes en tierras más llanas. Uno o unos pocos buenos cultivos podrían tal vez producirse en tales pendientes, pero al precio de erosión severa. Las pendientes pronunciadas con suelos someros y pedregosos pueden transformarse en tierras cultivables a través del aterrazado, remoción manual de piedras y su utilización como frentes de terrazas. La agroforestación (una combinación o rotación de cultivos arables y árboles bajo control estricto) parece promisorio, pero está todavía en una etapa muy experimental. El drenaje interno excesivo y la poca profundidad de muchos Leptosoles pueden causar sequía aún en ambientes húmedos.

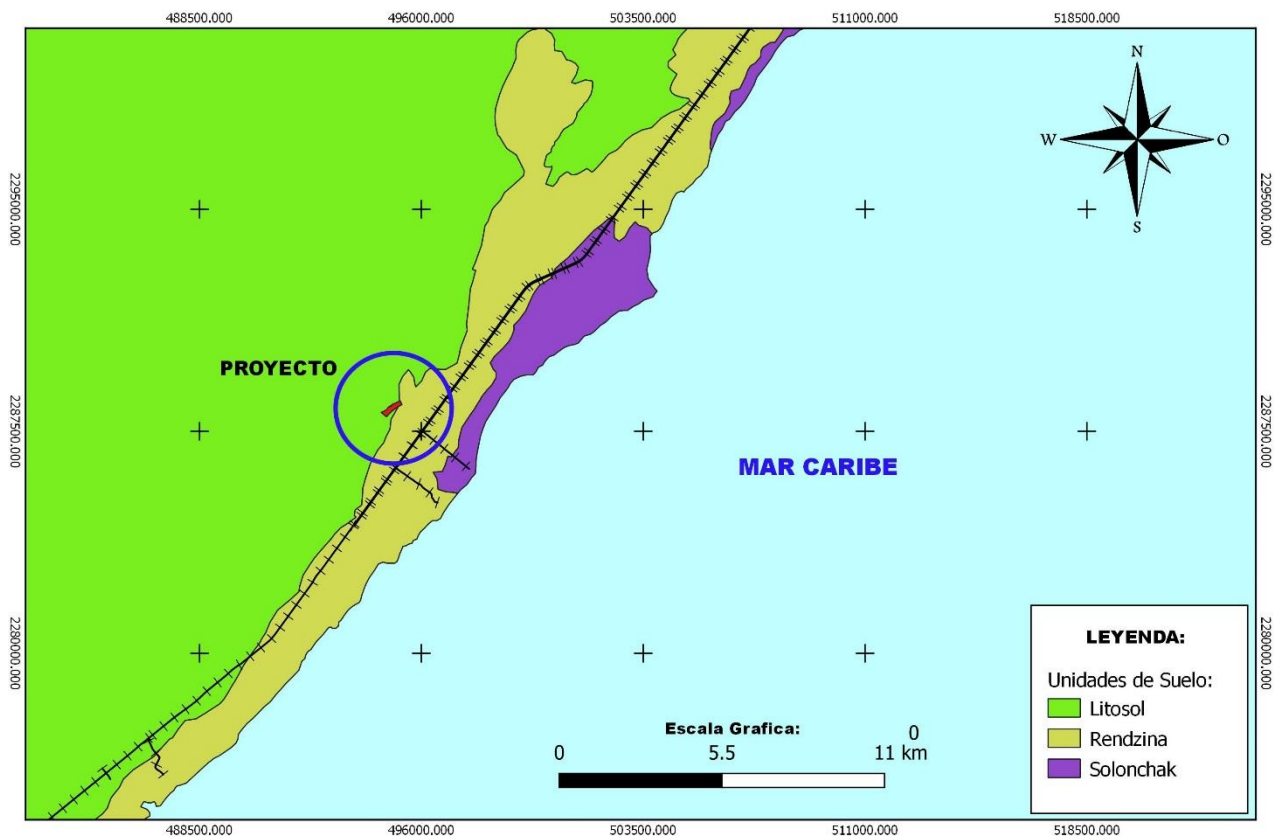
De acuerdo con la cartografía del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), 2002-2007 y Estudios Hidrológicos de Quintana Roo, 2002, para la cuenca 32A, (subcuenca "d"), se reportan las siguientes asociaciones de suelo el cual se describe una síntesis de forma general de los más importantes.

El primer grupo (Zo+Rc/1) Zolonchak órtico más Regosol calcárico con textura gruesa. Este grupo de suelo se distribuye sobre la barra arenosa paralela a la costa tiene un ancho de aproximadamente de 20 a 50 m, y en algunos lugares hasta 100 m, en él se distribuye por lo general la duna costera y en las partes de las zonas inundables se distribuye el humedal.

Segundo grupo Leptosoles: (E+I/2) Rendzina más Litosol con textura media. Este grupo de suelo se distribuye con mayor presencia en la zona norte en este se puede observar desde selva baja, selva mediana y vegetación secundaria además de establecimiento de cultivos. **Es en este tipo de suelo en donde se ubica el Proyecto.** Estos suelos presentan altas restricciones para su utilización con propósito agrícola debido a su escaso espesor y su abundante pedregosidad que afectan el crecimiento de las plantas, sin embargo, presentan buen drenaje que favorece la filtración del agua. Para el Proyecto en particular se puede mencionar que se observa afloramiento de roca distribuida en forma regular con presencia de poca materia orgánica sobre la cual se ha establecido la vegetación de selva mediana.

Tercer grupo (I+Rc+E/2) Litosol más Regosol calcárico más Rendzina con textura media. Este grupo de suelo se distribuye en una pequeña franja paralela a la costa norte y hasta la laguna de Nichupté.

Figura 4. 17. Distribución de los tipos de suelo a nivel regional.



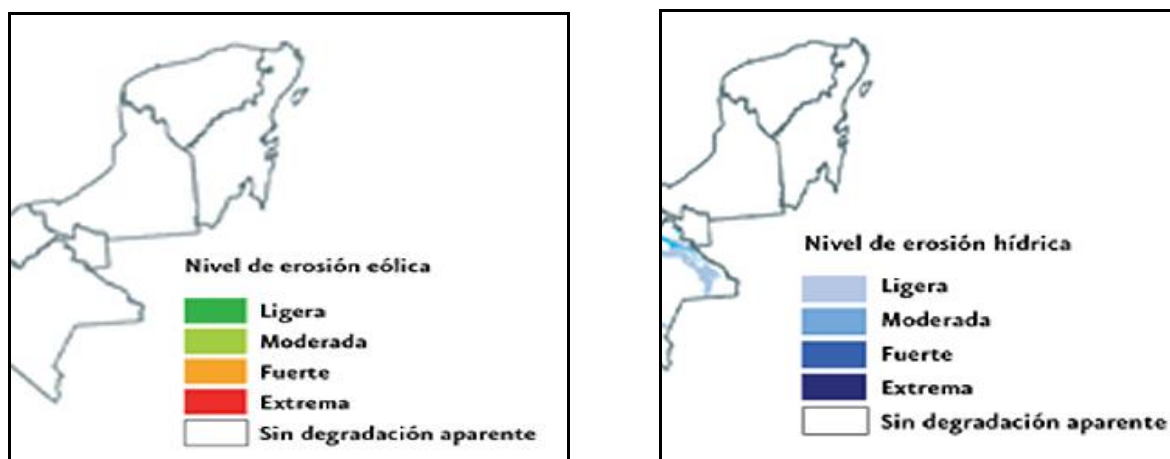
Estado de Conservación del Suelo

La cubierta vegetal juega un papel muy importante en la cobertura de la cuenca 32A, (subcuenca “d”) tal es el caso que al desmontar y/o impactarla por algún acontecimiento ciclónico o de otra naturaleza el suelo queda expuesto a sufrir erosión, sin embargo este proceso es relativamente rápido ya que es utilizado para otro objetivo ya sea construcciones , actividades agropecuarias o se inicia un proceso de recuperación por lo que es importante mencionar que aun con todo el deterioro que sufre la vegetación en la zona por el paso de estos fenómenos, esta se encuentra en franco proceso de recuperación por lo que el suelo muy pocas veces se queda sin cubierta vegetal y la susceptibilidad de erosión tanto hídrica como eólica se considera sin degradación aparente.

Además de acuerdo con el Informe de la Situación del Medio Ambiente en México. Compendio de Estadísticas Ambientales (2008) de la Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT)⁵, se reconoce que prácticamente toda la península de Yucatán está incluida dentro de una zona definida como nula en términos de erosión hídrica potencial ya que esta alcanza un valor menor a los 5 ton/Ha/año. Además de que la erosión eólica potencial alcanza el mismo valor solamente que este corresponde únicamente con la zona norte del estado Quintana Roo.

De manera adicional, en el mismo informe se registra la erosión hídrica y eólica generada en esta misma región en el 2002, por lo que se cataloga a la Península como una zona sin degradación aparente (Figura 4. 18).

Figura 4. 18. Niveles de erosión eólica (izquierda) e hídrica (derecha) en la península de Yucatán (SEMARNAT, 2008).



En lo que respecta al grado de conservación del suelo, las condiciones naturales del sitio, no presentan problemas de erosión, ya que no hay pendientes muy pronunciadas, ni escurrimientos provocados por cárcavas o grietas. De igual manera en la cuenca 32A, (subcuenca d”) se encuentra cubierta de vegetación de selva mediana subperennifolia / vegetación secundaria arbórea en avanzado grado de recuperación que protege la capa de suelo presente y contribuye a su formación.

⁵ http://app1.semarnat.gob.mx/dgeia/informe_2008/03_suelos/cap3_2.html

Por otro lado, los Leptosoles ocupan el primer lugar por superficie a nivel estatal; son suelos jóvenes muy someros que sobreyacen a roca altamente calcárea (más de 40% CaCO_3) dentro de los 25 cm de profundidad. Son considerados suelos con factores limitantes agroproductivos, por tanto, no son muy recomendables para la agricultura convencional y en menor grado para el desarrollo de una agricultura mecanizada; el uso principal de este suelo es para agostadero.

Por otra parte, en la región estos suelos sustentan vegetación de selva mediana subcaducifolia, selva mediana subperennifolia, selva mediana caducifolia, selva baja espinosa, pastizales, etc. De esta manera, la cubierta vegetal juega un papel muy importante en la conservación de los suelos. Además, se considera el escaso perfil topográfico y donde las altitudes mayores se ubican por lo 20 msnm. La ausencia de escurrimientos es otro factor que ayuda a la conservación de los suelos, ya que el agua de lluvia se distribuye a manera de flujos laminares limitando los procesos de erosión.

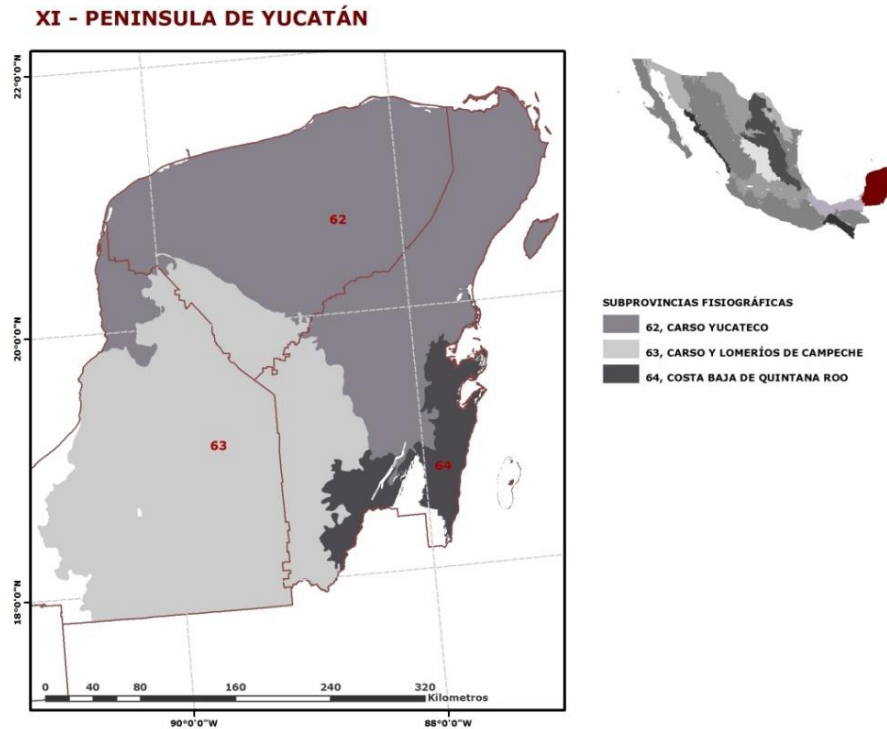
En el caso del Proyecto, éste se cubre en un 100% por la selva mediana subperennifolia con vegetación secundaria arbórea y arbustiva. Es por ello que la susceptibilidad de erosión tanto hídrica como eólica se considera sin degradación aparente. Lo cual se confirma de acuerdo con el Informe de la Situación del Medio Ambiente en México, Compendio de Estadísticas Ambientales de la SEMARNAT (2008)⁶, se reconoce que prácticamente toda la Península de Yucatán está incluida dentro de una zona definida como nula en términos de erosión hídrica potencial ya que esta alcanza un valor menor a los 5 ton/ha/año. Además de que la erosión eólica potencial alcanza el mismo valor solamente que este corresponde únicamente con la zona norte del estado Quintana Roo.

4.3.1.3. Fisiografía

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

⁶ http://app1.semarnat.gob.mx/dgeia/informe_2008/03_suelos/cap3_2.html

Figura 4. 19. Provincia fisiográfica Península de Yucatán (Cervantes-Zamora, 1990).



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

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

La subprovincia Carso Yucateco, donde se ubica la cuenca 32A (subcuenca “d”), cubre una mayor extensión de superficie del Estado llegando hasta la costa norte de la entidad, en donde se ubica el Proyecto, desde el punto de vista topográfico se trata de una planicie calcárea modelada posteriormente por una intensa disolución, manifestada por la presencia de rasgos de disolución. Durante el cuaternario esta planicie es modificada por la formación de pantanos y lagunas, así como la acumulación de abundantes depósitos de litoral, litificación de depósitos eólicos y por la formación de playas y dunas arenosas.

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

Figura 4. 20. Provincias y subprovincias fisiográficas a nivel regional.



Relieve del Terreno, Elevaciones, Cerros, Montañas, Porcentajes Mínimos y Máximos de Pendiente y Exposiciones predominantes

La cuenca 32A (subcuenca “d”) se encuentra dentro de la subprovincia Carso Yucateco, esta subprovincia se distingue por una losa calcárea cuya topografía se caracteriza por la presencia de carsticidad, ligera pendiente (del 5%) descendente hasta el nivel del mar (oriente), con un relieve de pequeñas ondulaciones en que se alternan crestas y depresiones conformando elevaciones máximas de 22 m en su parte suroeste (colindante hacia el estado de Yucatán).

Dada la solubilidad de las rocas son frecuentes las depresiones en donde se acumulan arcillas de descalcificación, muestran en términos generales una superficie rocosa con ligeras ondulaciones y carece en su extensión de un sistema de drenaje superficial.

Pendiente Media

La zona norte de la entidad presenta en su parte media y occidental depresiones pequeñas de menor relieve, casi planas, con altitudes de hasta 20 msnm, con relativo decremento hacia la costa. La zona de estudio tiene una ligera pendiente del 0.5%, considerándola como poco significativa.

Relieve

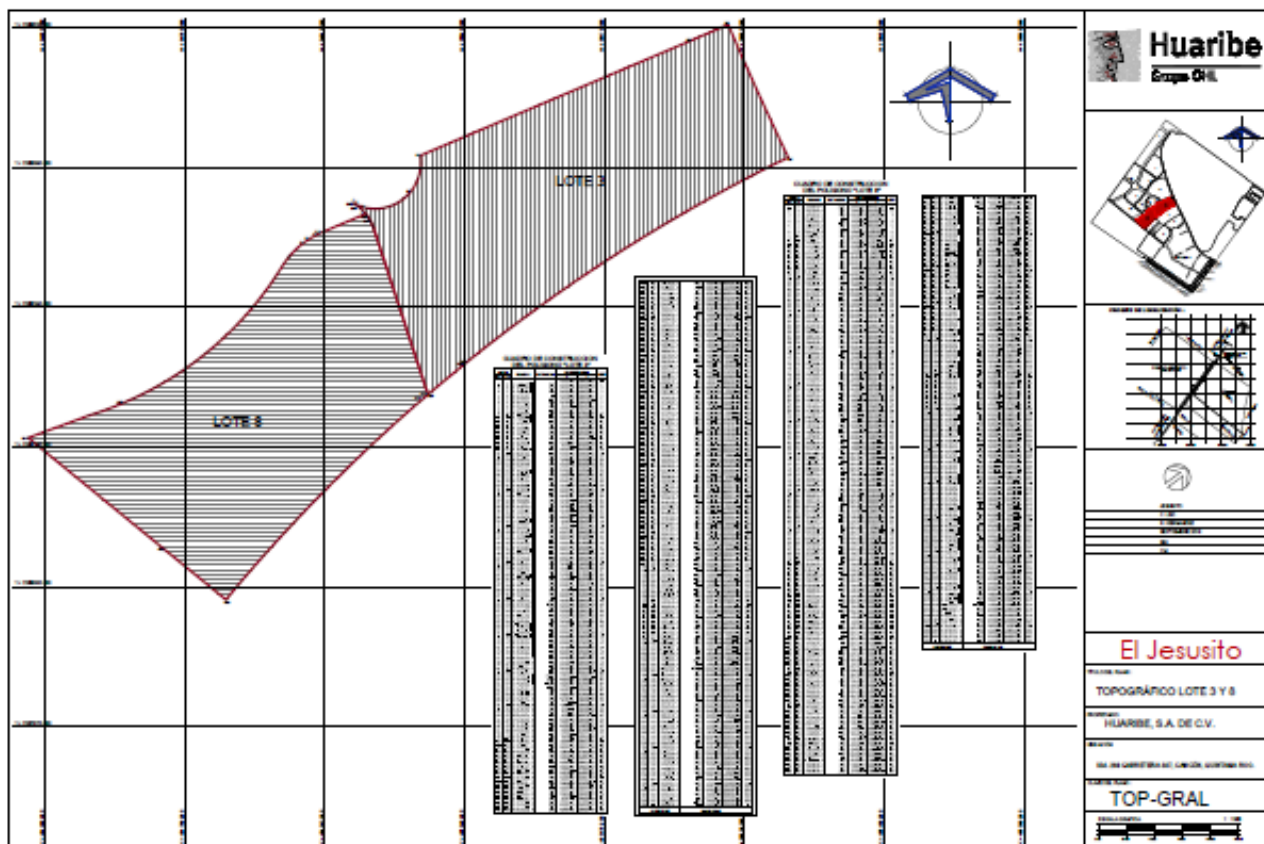
Quintana Roo presenta una composición geológica más o menos homogénea en toda su extensión. Además, es relevante mencionar las condiciones del relieve y las características del comportamiento hidrológico superficial y subterráneo que muestran una serie de relaciones recíprocas que resulta prácticamente imposible hablar de un solo aspecto.

Hacia el noroeste de la entidad el relieve desciende con una ligera pendiente hacia el oriente, presenta alturas máximas de 22 msnm en su parte suroeste; muestra un relieve ondulado en el que se alternan crestas y depresiones, característico de la carsticidad de la roca caliza que lo conforma, representando desde oquedades minúsculas hasta grandes depresiones en donde se acumulan arcillas de descalcificación, en algunas de las cuales asoma la superficie freática (cenotes), presenta también áreas inundables, localizándose las más extensas de ellas en la porción norte del estado.

Por la parte centro oriental del estado se caracteriza por su relieve escalonado, descendente de poniente a oriente con reducida elevación sobre el nivel del mar, en esta área existen cenotes de gran tamaño varias lagunas y vastas áreas inundables algunas de las cuales permanecen cubiertas por el agua casi todo el año.

En particular para el Proyecto de acuerdo al plano topográfico presentado en la Figura 4. 21, puede apreciarse que tiene forma irregular y presenta una ligera pendiente del 0.5% hacia el nivel del mar.

Figura 4. 21. Plano topográfico del Proyecto. Lote 003 = Lote 32, Lote 008 = Lote 13.

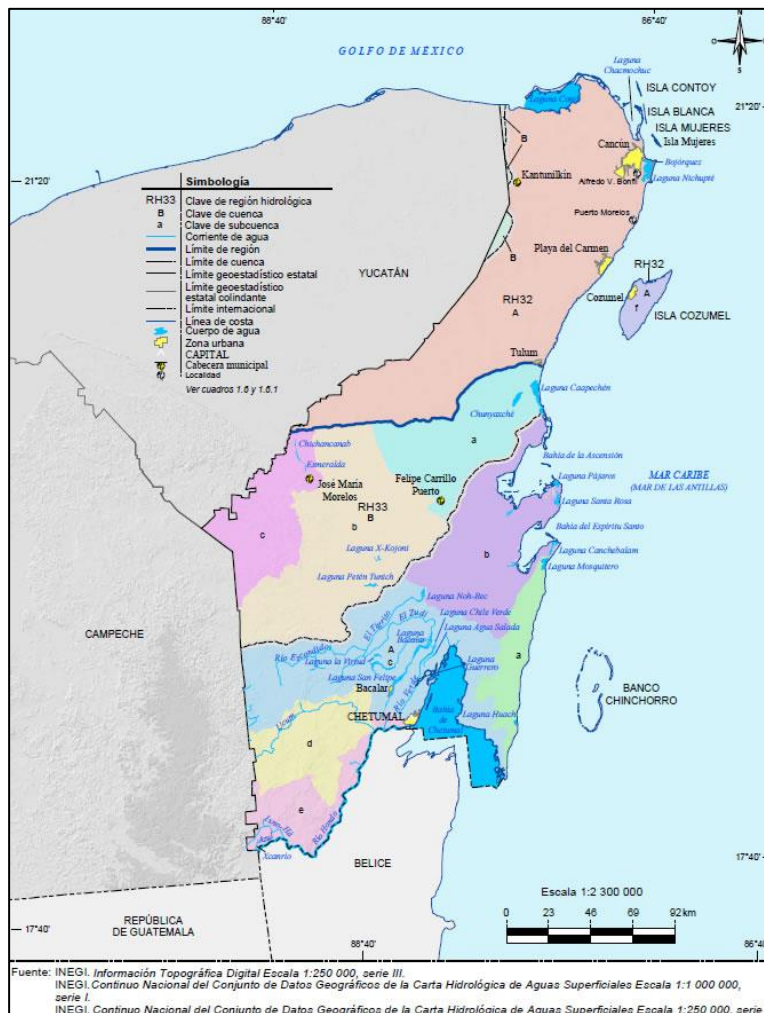


4.3.1.4. Hidrografía

De acuerdo con estudios hidrológicos del estado (INEGI, 2002) y la Comisión Nacional del Agua (CNA), la zona que comprende la cuenca 32A (subcuenca “d”) Riviera Maya, en la que se incluye el tramo Playa del Carmen Puerto Morelos y su área de influencia, se caracteriza por tener precipitaciones mayores de los 1000 mm anuales así como por la inexistencia de corrientes superficiales debido a la naturaleza calcárea del terreno que presenta una mejor permeabilidad y al relieve del mismo que es sensiblemente plano.

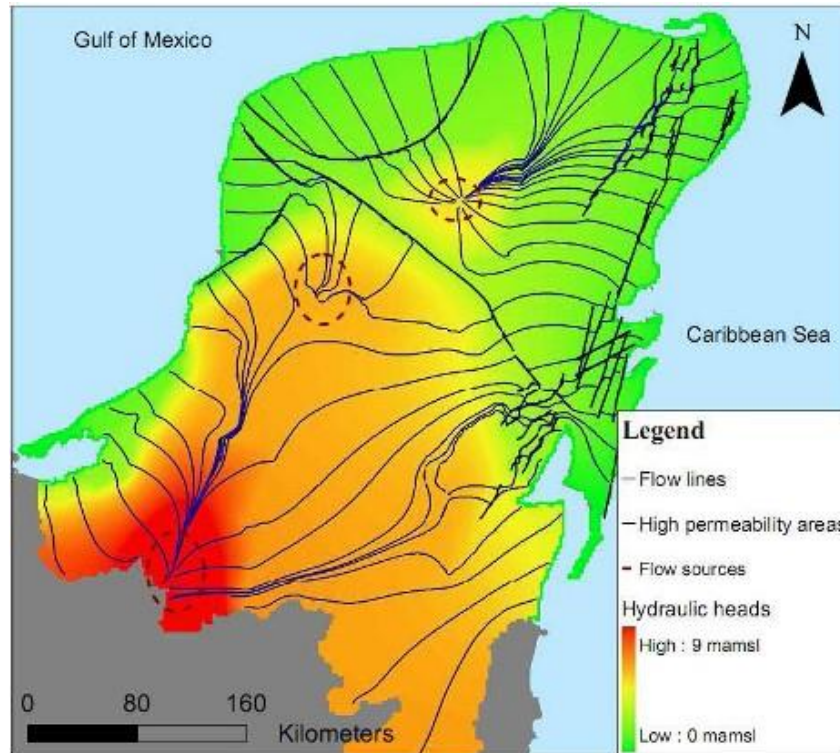
Al no poderse desarrollar las corrientes superficiales, la porción del agua de precipitación que resta a la evaporación es absorbida por las plantas y suelos y el resto satura el terreno, colma el bajo relieve y se infiltra en el subsuelo, dando origen a las aguas subterráneas.

Figura 4. 22. Hidrografía del estado de Quintana Roo.



Desde el punto de vista hidrogeológico en la región, se consideran como representativas las definiciones de los acuíferos hechos por EXYCO (1990). En la Figura 4. 23 se muestra el modelo del flujo general del agua en los ríos subterráneos de la península de Yucatán. A su vez estas direcciones de flujo son corroboradas y validadas mediante métodos geohidrológicos. (CAPAGHCI.C.2010)⁷.

Figura 4. 23. Modelo del flujo general del agua en los ríos subterráneos de la península de Yucatán (Charvet, 2009).



El flujo regional se produce de la parte oeste del estado de Quintana Roo y fluye por medio del fracturamiento principal y secundario hacia las costas.

Por lo anterior y de acuerdo con los datos del INEGI (2001), en el estado de Quintana Roo, el 80% de la precipitación anual que se registra se infiltra hacia el subsuelo a través de grietas que existen en la masa rocosa. Se considera que un 72.2% del agua infiltrada (unos 35,000 Mm³/año), es retenida por las rocas que se encuentran arriba de la superficie freática, para posteriormente ser extraída por la transpiración de las plantas, el otro 27.8% contribuye a la recarga efectiva del acuífero, aportando unos 13,500 mm³.

⁷ <https://sites.northwestern.edu/monroyrios/category/hidrologia/>

Ríos Subterráneos

El flujo de las aguas subterráneas en las rocas carbonatadas, calizas fosilíferas y coquinas, se realiza a través de los espacios; tales como: poros, microfracturas, fracturas, grietas, cavidades o grutas subterráneas; todas ellas de origen cárstico. La mayor o menor conexión de los espacios determina la permeabilidad del subsuelo y la distribución o tendencia preferente de los espacios determina la dirección del flujo y la homogeneidad del nivel freático.

Para la región el flujo de las aguas subterráneas tiene una dirección sensiblemente hacia el norte, aunque con una tendencia hacia el este y sureste (tal y como se registra en la Carta Aguas Subterráneas Cozumel F-16-11 del INEGI (1984). Asimismo, la profundidad del nivel estático oscila entre los 8 y 10 msnm, disminuyendo de 1 a 6 m hacia oriente.

Hacia la porción sur de la subcuenca “d” y en el área de Tulum y fuera del área de influencia del Proyecto, han sido explorados poco más de 630 kilómetros de cuevas subacuáticas, mapeados en casi 35 años de exploración. Por lo que se ha ubicado la cueva subacuática más larga del planeta que se extiende por más 360 km a una profundidad media de 21 m y una máxima de 120 m en una oquedad profunda llamada “El Pit”

Asimismo, se ubica el Sistema Sac Aktun, que descarga el agua de lluvia infiltrada a través de la roca hacia el Mar Caribe en ojos de agua y en caletas como Xel-Ha y Yalkú. Cuando desciende el nivel del mar, las cuevas antes llenas de agua se llenan de aire, perdiendo soporte y provocando el colapso y derrumbe del techo en diferentes secciones, creando puntos de acceso a la cueva. El Sistema Sac Aktun cuenta con más de 220 cenotes. El área que contiene a Sac Aktun tiene una densidad de cuevas de 2.9 km/km².

Un poco más al sur de la ciudad de Tulum, se ubica el sistema Ox Bel Ha, donde la densidad de cuevas alcanza 5.2 km/km². Estos sistemas de cuevas mantienen el balance hidrológico de la zona descargando el agua infiltrada de la lluvia hacia el Mar Caribe.

De manera particular para el Proyecto, éste se localiza en una región cárstica de calizas o dolomitas que tienen drenaje subterráneo debido a la disolución de la roca. Las condiciones geológicas con la precipitación actúan en conjunto con la disolución de la roca caliza causado por el agua a través de la red de drenaje subterráneo y que ha creado de esta manera un paisaje cárstico típico de ríos subterráneos.

Estos procesos determinan que en la región no existan ríos superficiales y que todo el drenaje sea subterráneo dirigiéndose desde los sitios de recarga hacia la descarga litoral de manera prácticamente radial.

De esta manera el drenaje subterráneo constituye una red que funciona de manera directamente proporcional a la magnitud de la precipitación que ocurre en las diversas temporadas climáticas, por otra parte, la hidrología superficial del predio del proyecto a simple vista no se aprecia debido a que el agua de lluvia que cae en la temporada se infiltra al subsuelo favoreciendo el establecimiento de la vegetación natural.

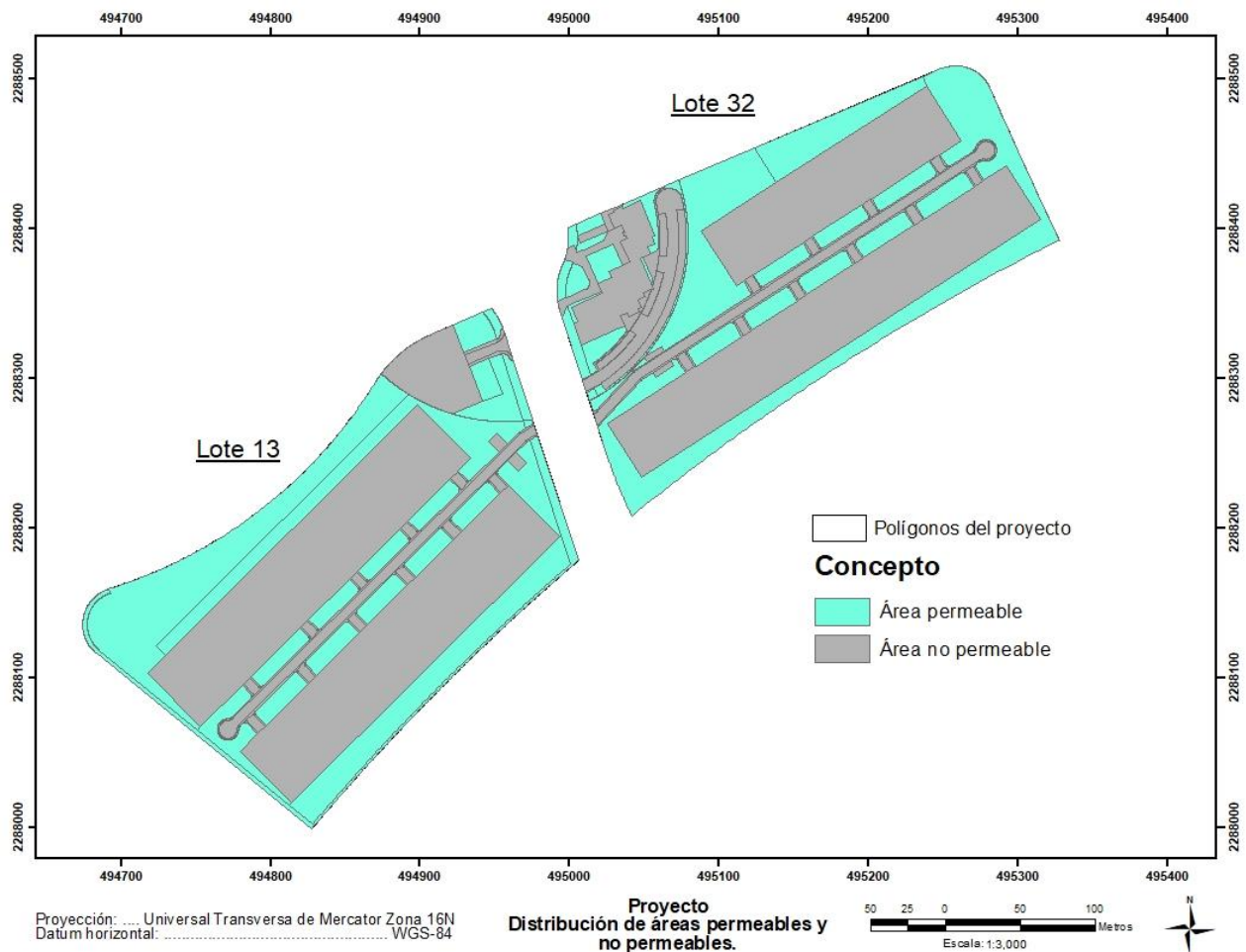
Por otra parte, de acuerdo al Programa Municipal de Desarrollo Urbano de Solidaridad 2010-2050, se considera que el municipio se ubica dentro de la Cuenca 32A y cuenta con una superficie de 2'128,054.31 m² (212,805.45 ha), así mismo y de acuerdo con la caracterización municipal se distribuyen distintos tipos de vegetación.

De acuerdo con los datos señalados y tomando en consideración únicamente los ecosistemas de selva mediana subperennifolia y la vegetación secundaria derivada de la misma, se registra que para el municipio estos ambientes alcanzan cobertura en una superficie combinada de 174,449.85 ha. Asimismo, estas zonas se encuentran cubiertas de vegetación natural, lo que facilita que el agua de lluvia se percole libremente, contribuyendo a la formación y recuperación del acuífero.

En este sentido, el proyecto afectará 7.98 ha, lo que representa tan solo un 0.004574380547% de la superficie total que favorece la captación y percolación del agua de lluvia en el municipio. Además, el proyecto mantendrá una cobertura vegetal natural o de conservación del orden de los 2.66 ha (25.00%) que quedará en pie formando parte del Proyecto.

Adicionalmente, no toda la superficie que se solicita como cambio de uso de suelo será aprovechada ya que el Proyecto contará con áreas permeables tal y como se muestra en la Figura 4. 24.

Figura 4. 24. Distribución en el Proyecto de las áreas permeables y no permeables.



4.3.1.5. Geología

El marco geológico de Quintana Roo está formado por rocas sedimentarias que fueron originadas en los periodos Terciario y Cuaternario, en los últimos 66 millones de años. Las rocas más antiguas son calizas dolomitizadas, silicificadas y recristalizadas, de coloración clara y con delgadas intercalaciones de margas y yeso; datan del Paleoceno al Eoceno (66-52 millones de años), y afloran en la porción sur del estado, presentando espesores de varios cientos de metros. Sobre estas rocas y aflorando en la parte centro occidental de la entidad, se encuentran calizas fosilíferas del Eoceno Medio (52-43 millones de años), cuyo espesor promedio es de hasta 185 m.

La porción norte del estado, que corresponde a la cuenca 32A (subcuenca “d”) en donde se ubica la Riviera Maya y el Proyecto, las capas geológicas superiores sobreyacen a calizas fosilíferas del Eoceno Medio (52–43 millones de años) y sedimentos de tipo arcillosos y depósitos evaporíticos que rellenaron depresiones existentes durante el Terciario Superior y el Cuaternario (en los últimos 23 millones de años).

Las rocas más jóvenes que forman la geología superior son de edades del Pleistoceno reciente. Afloran en áreas dispersas, las coquinas, calizas y depósitos del litoral areno–arcilloso se pueden observar en la franja costera; mientras que el material residual arcilloso y calichoso es producto de alteraciones de espesor reducido en las áreas anteriores. El nivel del agua comienza a ascender y alcanza su mayor velocidad en el Pleistoceno, como consecuencia del aumento de la temperatura y la retirada de los hielos en la última glaciación.

Geología Estructural

Las investigaciones realizadas en la península de Yucatán por la Sociedad Geológica de Nueva Orleans, revelan tres zonas principales de fracturamiento y fallamiento, y que estructuralmente caracterizan al estado.

El análisis estructural de la región, presentado por el Estudio Hidrológico de Quintana Roo (INEGI, 2002), indica que los rasgos observados tienen orientaciones preferenciales asociados a las estructuras mencionadas de dirección NE-SW y NW-SE.

Los rasgos estructurales más notables se exhiben en dos direcciones básicamente en el sur, una que corresponde principalmente a fracturas y que presenta la falla de mayor extensión alineándose de noroeste a sureste, la otra se relaciona con la orogénesis del Eoceno Superior, durante esta fase tectónica compresiva se afectó notablemente a las Antillas y en la Península solo se produjo un abombamiento y mínimas deformaciones el cual se representa en la costa maya.

Litología

La constitución geológica del norte del estado de Quintana Roo, (cuenca 32A, subcuenca “d”), es de tipo calcáreo y de relativamente reciente emersión, con elevado contenido de rocas sedimentarias marinas calizas, con abundante pedacería y fragmentos diminutos de conchas, coral y arena gruesa de origen biogénico.

Esta región está situada sobre un lecho calcáreo que data del Pleistoceno Tardío (hace 20,000 – 25,000 años). A lo largo de la costa, el lecho rocoso está cubierto por un depósito de material poco firme conformado por arena en las playas en el litoral- y lodos con un alto contenido de materia orgánica en los humedales detrás de la costa, ambos se formaron durante el presente ciclo de sedimentación (desde el Holoceno hace 5,000 años hasta la actualidad).

La porción norte de Quintana Roo, que comprende la cuenca 32A (subcuenca “d”) desde el punto de vista geológico, corresponde al Terciario Superior Ts (cz).

Terciario Superior Ts (cz), esta formación descansa concordante con la Estero Franco sobre la de Bacalar, o en discordancia sobre las rocas del Eoceno. Esta unidad se localiza desde la Bahía de Chetumal hasta casi llegar al litoral norte del estado cubriendo la mayor parte de este. Unidad en la que quedan comprendidas las rocas calcáreas de la formación Carrillo Puerto asignada al Mioceno Superior- Plioceno formadas por calizas macrocristalinas y de diferentes texturas: biomicrita, ooespatita, oolinita o biocalcarenita de facies de plataforma somera y color café claro amarillo, rojo y blanco. Está constituida por una calcirudita fosilífera de aproximadamente un metro de espesor que contiene abundantes fragmentos de corales, equinodermos, pelecípodos y gasterópodos además de foraminíferos entre otros, también se encuentran calizas compactas con Peneroplidae del género *Archaias* considerado como fósil índice de esta formación y calizas arcillosas que al alterarse producen arcillas rojas lateríticas.

El área donde se ubica el Proyecto, corresponde al Cuaternario Q(cz) que está representado 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 sobreyacen discordantes a las rocas calcáreas expuestas.

Por otra parte, las rocas que se ubican en el área del Proyecto corresponden a tres tipos fundamentales:

1. Rocas con superficie kárstica. Éstas son rocas de forma más o menos esférica y con gran número de entrantes y salientes, que dan la impresión de ser un material modelado y presionado con los dedos; la cubierta exterior es de color gris claro a oscuro; en el interior se aprecian inclusiones de color rojo, amarillo o crema, no presentan incrustaciones de conchas.
2. Rocas calcáreas. Éstas presentan una cubierta exterior negra o gris y su interior de color blanco, con pequeñas incrustaciones blancas, rojas o amarillentas, en forma anular o tubular, contienen inclusiones de conchas fósiles.
3. El sahkab. Ésta es una roca calcárea de origen sedimentario formada por concentración de soluciones. Posee pequeñas cantidades de óxidos e hidróxidos de hierro, arcilla y feldespatos. El contenido de carbonato de calcio es muy alto (>90%). El sahkab es probable que se haya formado en aguas marinas, poco profundas y cercanas al litoral, quizás en verdaderas lagunas costeras con comunicación temporal al mar (Robles Ramos 1958).

El Proyecto, está conformado por depósitos carbonatados del Cuaternario principalmente del Pleistoceno y superficialmente por arenas compactas a semicompactas, limos y suelos orgánicos coronados en algunos sitios por caliza recristalizada compacta (caliche) de poco espesor. Se identifican en superficie rasgos fisiográficos característicos de zonas cársticas como dolinas, rehydadas, cenotes y cavidades; estructuras originadas sobre ejes de fracturamiento y/o en sus intersecciones. Los principales ejes de fracturamiento en dirección NW-SE.

Figura 4. 25. Geología a nivel regional.

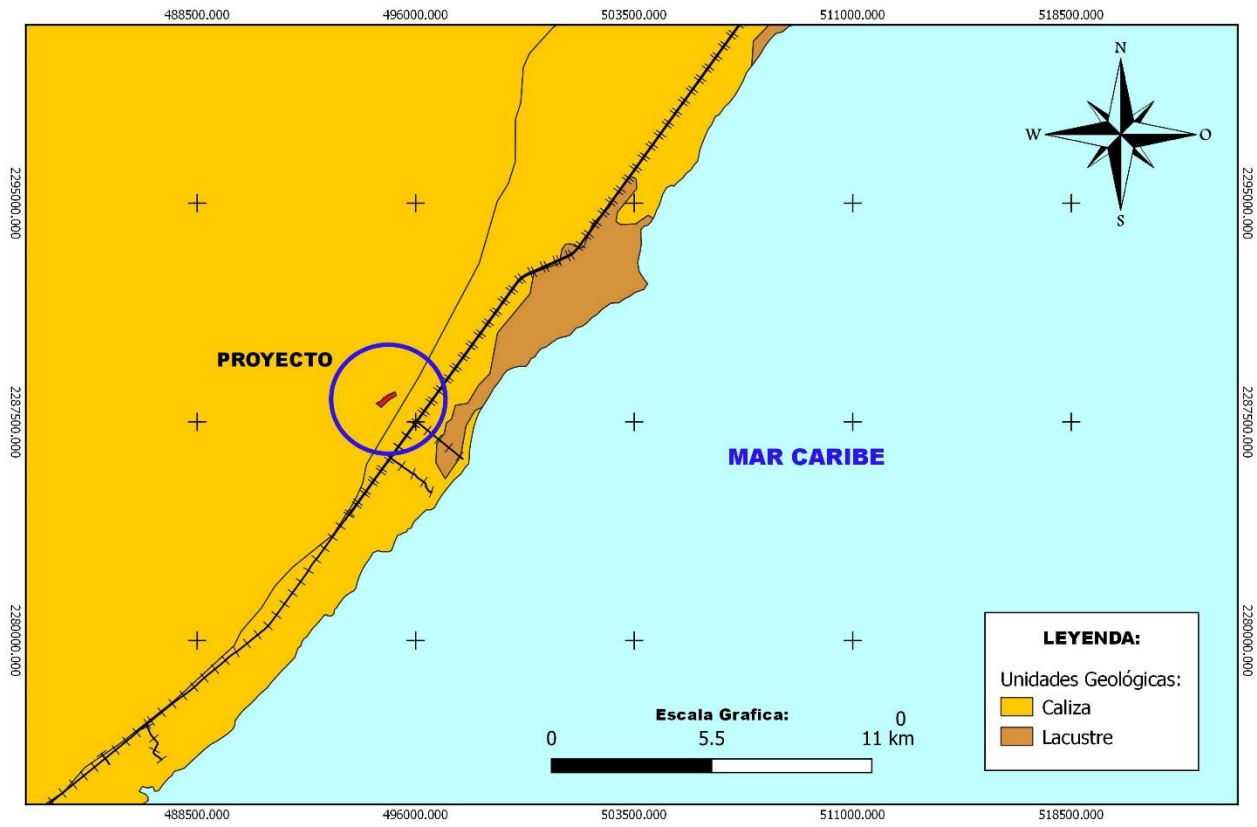
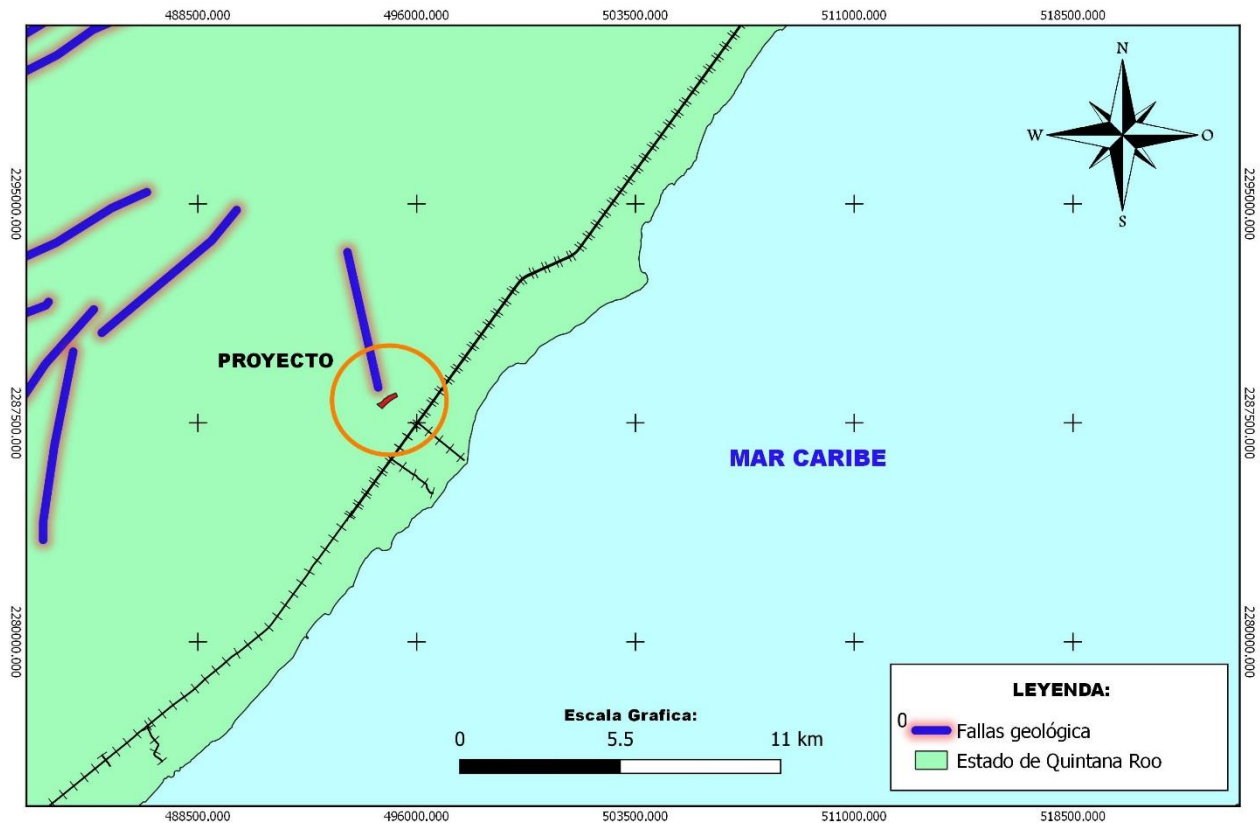


Figura 4. 26. Plano de fallas y fracturamiento.



4.3.2. Medio Biótico

4.3.2.1. Vegetación

De acuerdo con Flores y Espejel (1994,) el estado de Quintana Roo posee ocho tipos de vegetación, todos ellos de carácter tropical; como son: Selva alta subperennifolia, selva mediana subcaducifolia, selva baja subperennifolia, vegetación de dunas costeras, manglar, palmar, tular y vegetación secundaria. Además, como vegetación inducida se encuentran el pastizal cultivado y agricultura de temporal.

Con respecto a los orígenes de la flora, se ha registrado en el Jardín Botánico Dr. Alfredo Barrera Marín en Puerto Morelos (Escalante, 2000), que esta corresponde a ocho patrones de distribución. Por lo que se pueden encontrar especies endémicas a la Península de Yucatán hasta especies de distribución pantropical que incluye los reinos neotropical y paleotropical (África y/o Australasia).

Además, se debe considerar que la franja que corresponde al corredor Cancún-Tulum abarca diferentes tipos de vegetación como son manglar, selva baja, selva mediana y claros (González-Romero y López-González, 2000), aunque se debe de agregar la vegetación costera como la correspondiente al matorral costero y de dunas.

De manera general, solamente existen algunos documentos con información básica. De tal manera, que los principales estudios se han enfocado en los aspectos fisonómicos de la selva mediana subperennifolia, misma que se considera como la vegetación dominante y típica de la zona norte de Quintana Roo. Sobre esta vegetación, Sánchez (1987) reporta el análisis de las características estructurales de la selva mediana subperennifolia en el Jardín Botánico “Alfredo Barrera Marín”. En este estudio se reportan datos sobre densidad, frecuencia, dominancia e índices ecológicos que son propios de este tipo de ecosistema, solo que no se hace ninguna consideración sobre las modificaciones que suelen manifestarse dentro de esta vegetación por el desarrollo de actividades productivas.

Por su parte, Whigham et al., (1990), dieron a conocer los patrones de crecimiento de las especies arbóreas en el Rancho San Felipe, localidad ubicada a 7 km al sur de Puerto Morelos. En este documento se señala la existencia de una íntima relación entre el factor crecimiento con los porcentajes de precipitación mensual y anual que se dan en la zona. Asimismo, Whigham et al. (1991), Trejo (1996) y Sánchez, et al., (2000), realizaron una serie de evaluaciones sobre los efectos en la estructura de la vegetación de la selva mediana subperennifolia, ocasionados por el paso del Huracán Gilberto en 1988, señalando los destrozos que este fenómeno produjo en la zona.

4.3.2.1.1. Caracterización Ambiental de la Vegetación en la Cuenca Hidrológica Forestal y el Sistema Ambiental Regional

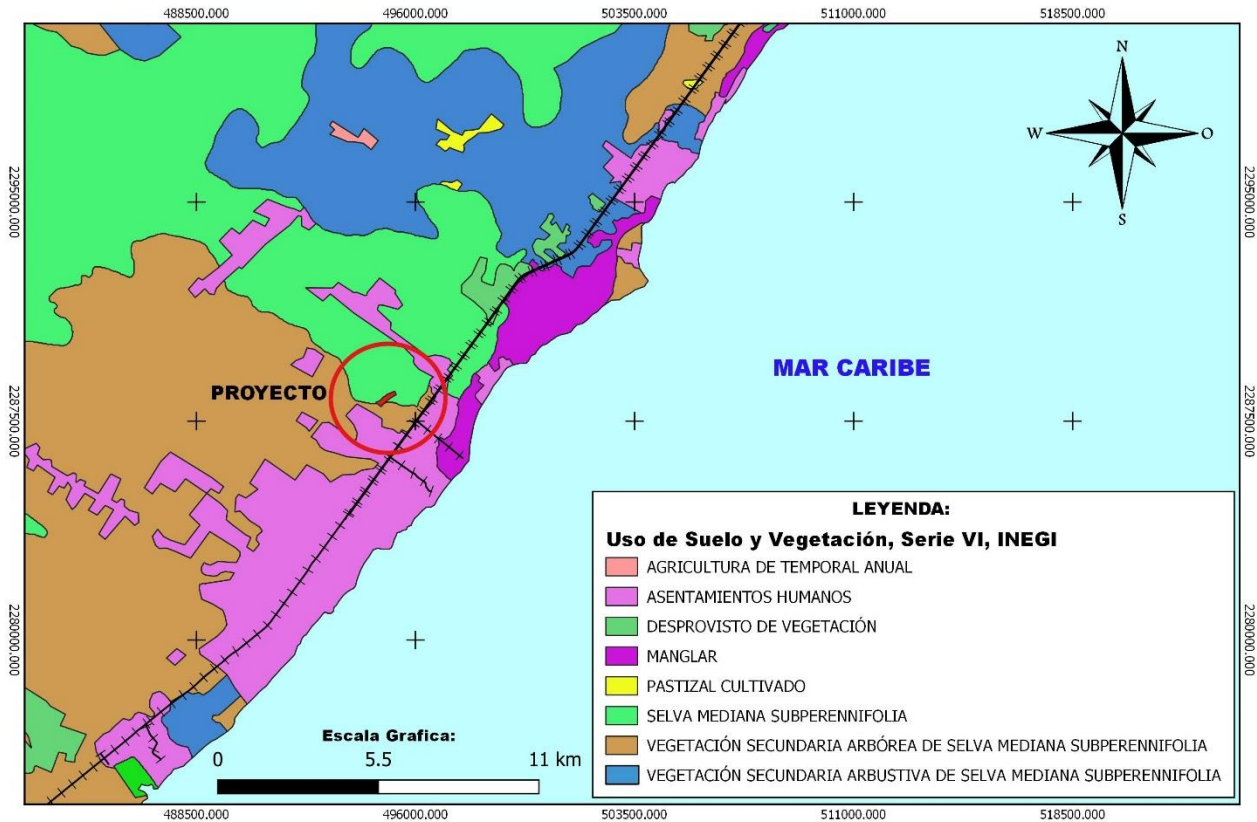
La vegetación de la cuenca 32A (Quintana Roo), subcuenca “d”, y en específico la zona norte del estado de Quintana Roo, de acuerdo con la cartografía de uso de suelo y vegetación serie VI del INEGI (2017), presenta un mosaico de comunidades vegetales que responden a un conjunto de condiciones edáficas, geomorfológicas, microclimáticas y antropogénicas.

A lo largo de la subcuenca se pueden observar ecosistemas costeros como humedales y en la medida que cambia la elevación se puede observar la selva y vegetación secundaria en general producto de las diferentes actividades realizadas por las poblaciones cercanas.

De este a oeste, el patrón general de distribución de los ecosistemas en la cuenca, es el siguiente:

- Duna costera
- Manglar
- Tular
- Cuerpos de agua
- Selva baja subcadufofia
- Selva mediana subperennifolia

Figura 4. 27. Distribución de los tipos de vegetación en la CHF y SAR.



- **Duna costera**

De acuerdo con la cartografía de uso de suelo y vegetación serie VI (2017) y a la guía de interpretación de la cartografía de uso del suelo y vegetación de la serie V, INEGI 2014. Esta comunidad vegetal se establece a lo largo de las costas, se caracteriza por la presencia de plantas pequeñas y suculentas. Las especies que la forman juegan un papel importante como pioneras y fijadoras de arena, evitando con ello que sean arrastradas por el viento y el oleaje. Algunas de las especies que se pueden encontrar son nopal (*Opuntia dillenii*), riñonina (*Ipomea pes-caprae*), alfombrilla (*Ambrosia marítima*), croton (*Croton ssp*), verdolaga (*Sesuvium portulacastrum*), etc., También se pueden encontrar algunas leñosas y gramíneas como el uvero (*Coccoloba uvifera*), pepe (*Chrysobalanos icacos*), cruceto (*Randia sp*), espino blanco (*Acacia sphaerocephala*), mezquite (*Prosopis julifera*), zacate salado (*Distichlis spicata*), zacate (*Sporobolus sp*) entre otros.

En particular para la cuenca 32A, esta vegetación se encuentra en las zonas de playa en la costa, donde se ve interrumpida por la selva que a la vez se mezcla con el manglar, se encuentra distribuido en franjas de entre 30 y 100 m de ancho, dentro de esta vegetación se puede observar dos tipos de asociaciones las cuales se distinguen de acuerdo con la dominancia de especies herbáceas, arbustivas y/o arbóreas.

- **Manglar**

Es una comunidad densa, dominada principalmente por un grupo de especies arbóreas, conocidas como mangles que se distribuye en los litorales del Océano Pacífico, Golfo de California y Océano Atlántico, en zonas con clima cálidos húmedos y subhúmedos y de muy baja altitud.

Se desarrolla en las márgenes de lagunas costeras y esteros desembocaduras de ríos y arroyos, pero también en las partes bajas y fangosas de las costas; siempre sobre suelos profundos, en sitios inundados sin fuerte oleaje o con agua estancada. 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 y el estrato dominante que forma es generalmente arbóreo, aunque también puede ser subarbóreo o hasta arbustivo, las alturas de los mangles pueden variar, de manera general desde 1 hasta 30 metros.

En México predominan cuatro especies en los manglares: mangle rojo (*Rhizophora mangle*), mangle salado o negro (*Avicennia germinans*), mangle blanco (*Laguncularia racemosa*) y mangle botoncillo (*Conocarpus erectus*), frecuentemente estas especies se encuentran asociadas entre sí, pero con diferentes grados de dominancia cada una de ellas.

Para la cuenca 32A, los manglares, en general presentan dominancia de al menos 3 especies de las cuatro presentes en la Península de Yucatán con diferentes alturas que van desde 1 hasta 8 m. asociado entre sí, se desarrollan a manera de mosaicos en el que en ocasiones es difícil diferenciar una comunidad de otra, dada la gran mezcla de elementos que lo constituyen. Sin embargo, puede observarse una transición desde las áreas de tierra firme sobre todo por el verde intenso del mangle todo del año.

- **Tular**

Es una comunidad de plantas acuáticas, distribuida principalmente en altiplanicies y llanuras costeras, en sitios con climas desde cálidos hasta templados, con amplios rangos de temperatura, precipitación y altitud. Se desarrolla en lagunas y lagos de agua dulce o salada y de escasa profundidad, así como en áreas pantanosas, canales y remansos de ríos. Las plantas de esta comunidad viven arraigadas en el fondo y constituyen masas densas con hojas largas y angostas, formando prácticamente un solo estrato herbáceo de 80 cm hasta 2.5 m de altura.

Este tipo de vegetación está constituido básicamente por plantas de tule (*Typha ssp*), y tutillo (*Scirpus spp*), pero también incluye los llamados carrizales de *Phragmites communis* y *Arundo donax* y los saibadales de *Cladium jamaicense* del sureste del país.

En general el tular forma parte de las zonas inundables de la cuenca 32A, representando una menor proporción que a decir verdad en la escala a la que se presenta la serie VI, no son cartografiables.

- **Cuerpos de agua**

Los cuerpos de agua permanentes en la cuenca 32A son pocos, sobre todo las lagunas que se encuentran en las inmediaciones de la costa, como la laguna Nichupté.

- **Selvas (tipos de vegetación)**

De acuerdo con la guía para la interpretación de la cartografía de uso del suelo y vegetación de la serie V, INEGI 2014, para los diferentes tipos de vegetación que se presentan, su agrupación se basa en afinidades ecológicas, florísticas y fisonómicas, considerando que éstas se agrupan en primera instancia por cuestiones climáticas, aunque en ocasiones los aspectos edafológicos, geológicos y topográficos toman una especial relevancia.

Otro aspecto que considera en el sistema de clasificación es el que se denomina “Desarrollo de la Vegetación” que agrupa a la vegetación por su grado de afectación, ya sea por causas naturales o antropogénicas, así pues, se habla de vegetación primaria, esto es sin disturbio o bajo nivel de este o secundaria, que es aquella que debido a perturbaciones ha sido modificada y presenta el proceso de sucesión.

Desarrollo de la vegetación: Este concepto se refiere a los distintos estados sucesionales de la vegetación natural y considera lo siguiente:

- Vegetación primaria: Es aquella en que la vegetación no presenta alteraciones significativas o la degradación no están manifiesta.
- Vegetación secundaria: Cuando un tipo de vegetación es eliminado o alterado por diversos factores humanos o naturales el resultado es una comunidad vegetal significativamente diferente a la original y con estructura y composición florística heterogénea.

Por otra parte, de acuerdo con INEGI (2014), actualmente y a causa de la actividad humana, la definición y determinación de vegetación secundaria se ha vuelto más compleja, ahora las áreas afectadas ocupan grandes superficies y variados ambientes, ya no son tan localizadas y a veces la presión es tanta que inhibe el desarrollo de la misma provocando una vegetación inducida.

A causa de la complejidad de definir los tipos de fases sucesionales, dada su heterogeneidad florística y ecológica y su difícil interpretación aun en campo, se consideran con base en las formas de vida presentes y su altura tres fases:

- Vegetación Secundaria herbácea
- Vegetación Secundaria arbustiva
- Vegetación Secundaria arbórea

- **Selva baja subcaducifolia**

De acuerdo con Miranda, 1958 (Tipos de Vegetación de la Península de Yucatán) la selva baja alcanza alturas entre 8 y 15 m, pero en general es más baja (6 - 8 m), distinguiéndose por la continua presencia de la elegante palma llamada yaxhalalche' o kuka' (*Pseudophoenix sargentii*) intercalada en mayor o menor abundancia con la despeinada (*Beucarnea plibilis*).

Esta palma se encuentra a lo largo de la costa noreste de la Península, cerca de Puerto Morelos Quintana Roo, y la región del Cuyo en Yucatán, colindando con la selva subperennifolia de zapote con chit. En la selva baja decidua con *Pseudophoenix* eran frecuentes la *Beucarnea plibilis*, *Eugenia* sp, *Guayacum santum* y *Plumeria obtusa* entre otros.

De acuerdo con los estudios hidrológicos de Quintana Roo (INEGI 2002), la selva baja subcaducifolia se ubica entre los poblados de Felipe Carrillo Puerto, Tulum y una porción de Puerto Morelos en la costa centro-norte de Quintana Roo, esta selva limita principalmente con la selva mediana subperennifolia con vegetación secundaria arbórea.

El estrato superior típico lo componen elementos de 6 a 8 m de altura como: Chechem (*Metopium brownei*), pomolché (*Jatropha gaumeri*), chaca (*Bursera simaruba*) y chicozapote (*Manilkara zapota*); en el estrato intermedio corresponde a elementos de 3 a 5 m, como, flor de mayo (*Plumeria rubra*), despeinada (*Beucarnea plibilis*), kuka (*Pseudophoenix sargentii*) y en el estrato inferior se encuentran especies de 1 a 2 m, como subín (*Acacia cornigera*), pata de vaca (*Bauhinia divaricata*), etc.

De acuerdo con la guía para la interpretación de la cartografía de uso del suelo y vegetación de la serie V, INEGI 2014, la selva baja subcaducifolia se distribuye al poniente de Yucatán, al norte de Quintana Roo y en la Costa Maya.

Los climas en que se desarrollan son los del tipo semicálido subhúmedo y seco semicálido con temperaturas que oscilan entre los 16 °C y los 36 °C, se desarrollan a una altitud entre los 50 a 100 msnn sobre suelos poco desarrollados y profundos.

Fisonómicamente es semejante a la selva baja caducifolia, excepto en que los árboles dominantes conservan por más tiempo el follaje a causa de una mayor humedad edáfica. Impactan visualmente los elementos de *Beucarnea plibilis* y *Pseudophoenix sargentii*.

El estrato superior típico lo componen elementos con 5 o 6 metros de altura como chechem negro (*Metopium brownei*), tzalam (*Lysiloma latisiliquum*), pomolche' (*Jatropha gaumeri*), chaka (*Bursera. simaruba*), ya'axnik (*Vitex gaumeri*), sak-katsim (*Mimosa bahamensis*), kitanche (*Caesalpinia gaumeri*), akits (*Thevetia gaumeri*), boob (*Coccoloba barbadensis*), en el estrato intermedio tiene a elementos de 2 a 3 metros de altura como el nance (*Byrsonimia crassifolia*), flor de mayo (*Plumeria rubra*), ts'ipil (*Beucarnea plibilis*), palma kuka (*Pseudophoenix sargentii*), palma de guano (*Sabal yapa*), katalox (*Swartzia cubensis*), chi'may (*Pitecellobium dulce* y *P. albicans*) y crotón (*Croton ssp*). En el estrato inferior se encuentran especies de 1 a 2 m de altura como: Subín (*Acacia sp.*), pata de vaca (*Bauhinia sp*) y subinche (*Platimisium yucatanum*).

Son especies importantes: Chechen (*Metopium brownei*), tzalam (*Lysiloma latisiliqua*), ts'ipil (*Beucarnea plibilis*), kuka (*Pseudophoenix sargentii*), ki, babki (*Agave angustifolia*), chaka (*Bursera simaruba*), tskam (*Nopalea gaumeri*), ch'om (*Bromelia pinguin*), boob (*Coccoloba sp*) y akits (*Thevetia gaumeri*).

En la cuenca 32A y específicamente la subcuenca “d” este tipo de vegetación comprende una porción que se distribuye paralela la carretera federal en el tramo Tulum – Akumal, es una selva baja subcaducifolia en donde los elementos componentes principales son la palmas (*Pseudophoenix sargentii*, *Coccothrinax readii* y *Thrinax radiata*), así como chicozapote (*Manilkara zapota*), chaca (*Bursera simaruba*) la despeinada (*Beucarnea plibilis*) y flor de mayo (*Plumeria rubra*). Esta vegetación se encuentra con cierto grado de perturbación al estar sometida a la presión principalmente por el ruido que ocasionan el flujo vehicular de la carretera federal y de los turistas que ingresan a los desarrollos colindantes, así mismo los impactos ocasionados por los huracanes en años anteriores se hacen presente, pues se observa árboles y arbustos caídos, quebrados y descopados en la zona.

Esta vegetación en general tiene una altura de entre 4 a 6 m y algunos individuos de palma kuka (*Pseudophoenix sargentii*) que llegan alcanzar hasta los 8 m de altura sobresaliendo del dosel, así mismo los impactos ocasionados en años anteriores por los huracanes se hacen presente en la vegetación.

➤ **Selva mediana subperennifolia**

De acuerdo con la cartografía de uso de suelo y vegetación serie VI y a la guía de interpretación de la cartografía de uso del suelo y vegetación de la serie V, del INEGI 2014. Los componentes arbóreos de este tipo de vegetación pierden estacionalmente su follaje en un 25 a 50% se desarrolla en lugares con climas cálido húmedos y subhúmedos, Aw para las porciones más secas, Am para las más húmedas y Cw en menor proporción. Con temperaturas típicas entre 20 y 28 °C. La precipitación total anual del orden de 1000 a 1600 mm. Se le puede localizar entre los 0 a 1300 m de altitud. Ocupa lugares de moderada pendiente, con drenaje superficial más rápido o bien en regiones planas, pero ligeramente más secas y con drenaje rápido, como en la península de Yucatán. El material geológico que sustenta a esta comunidad vegetal está conformado predominantemente por rocas cársticas.

Los árboles de esta comunidad tienen contrafuertes y por lo general poseen muchas epifitas y lianas. Los árboles tienen una altura media de 25 a 30 m, alcanzan un diámetro a la altura del pecho menor que los de la selva alta perennifolia aun cuando se trata de las mismas especies. Es posible que esto se deba al tipo de suelo y a la profundidad. En este tipo de selva se distinguen tres estratos arbóreos de 4 a 12 m, de 12 a 22 m y de 22 hasta 30 m. Dentro de los estratos se encuentran varios tipos de palmas.

Son especies importantes de este tipo de selva tzalam (*Lysiloma latisiliquum*), ramón (*Brosimum alicastrum*) chaka, palo mulato (*Bursera simaruba*), chicozapote (*Manilkara zapotata*), yaaxnic (*Vitex gaumeri*), pukte (*Bucida buceras*), jaasche (*Alseis yucatanensis*), pichiche (*Psidium sartorianum*), alzaprima (*Carpodiptera floribumda*). Las epifitas más comunes son alguno helechos y musgos abundantes orquídeas, bromelias y aráceas.

Se distribuye en Yucatán, Quintana Roo, (incluyendo la isla de Cozumel), Campeche, Jalisco, Veracruz, Chiapas, Colima, Guerrero, y Oaxaca.

Este tipo de vegetación cubre prácticamente toda la cuenca 32A con excepción de la zona costera de la misma, en donde prevalece la zona inundable, y una pequeña porción de selva baja, presenta cierto grado de disturbio por los ya numerosos asentamientos humanos, y las actividades agropecuarias (vegetación secundaria arbórea), como la milpa, la ganadería y otras actividades como los bancos de préstamo que han cambiado su composición natural.

Los árboles que componen este tipo de vegetación en la cuenca presentan diferencias de alturas que van de los 8, 10 y hasta 15 m, en esta asociación se observa la presencia de palmas formando parte del estrato bajo y medio, algunas especies arbóreas presentan contrafuertes y por lo general poseen epifitas y lianas, las especies importantes de este tipo de vegetación son: *Lysiloma latisiliquum* (tzalam), *Brosimum alicastrum* (ramón), *Bursera simaruba* (Chaká), *Manilkara zapota* (chicozapote), *Vitex gaumeri* (ya'axnic), *Alseis yucatanensis* (ja'asche), entre otros.

Así también se menciona que esta asociación vegetal al igual que toda la cobertura forestal del estado ha sufrido del impacto de los diversos fenómenos naturales que con el paso de los años han afectado a la región y en específico la cuenca 32A, es por ello por lo que puede observarse la presencia de árboles caídos, muertos en pie y en mucho de los casos descopados además de procesos de regeneración natural.

De acuerdo a la cartografía de uso del suelo y vegetación de la INEGI serie VI y las observaciones realizadas, la vegetación que cubre prácticamente todo la cuenca y en específico la subcuenca “d” donde se ubica el Proyecto y que será afectada, corresponde a una sucesión secundaria arbórea derivada de la selva mediana subperennifolia (es decir selva mediana subperennifolia / vegetación secundaria arbórea) y que fue seriamente modificada por diferentes actividades entre ellas la agropecuaria a través de los años. Mismas que fueron abandonadas hace muchos años, por lo que desde entonces ha prosperado una asociación selvática. No obstante, esta misma ha sido objeto de modificaciones de carácter natural debido a los efectos de los distintos fenómenos atmosféricos de tipo extraordinario que se han manifestado en la región. De esta manera, se considera que este ecosistema en si corresponde a una fase o etapa sucesional avanzada de recuperación de una vegetación de características más alta y con elementos de tipo corpulento que por ahora se encuentran ausentes.

A diferencia de los parámetros de altura que se manifiestan en la serie VI (INEGI), para este tipo de vegetación esta se ha definido como selva mediana debido a que tiene una dominancia de elementos que alcanzan hasta 10 m, de altura y posiblemente existen árboles un poco más altos que sobresalen del dosel, así mismo sea aplicado el término subperennifolia debido a que entre el 25 al 50% de las especies tiran sus hojas durante la temporada seca del año (Pennington y Sarukhán 1968).

Actualmente se observa a esta zona como una selva mediana con vegetación secundaria arbórea en grado medio de conservación con una diferencia de altura, es decir al frente o cerca de la carretera federal se observa la vegetación con alturas de 5 a 6 m y en la medida que se adentra un km al fondo se observa alturas de has 10 m. con dominancia de especies características tzalam (*Lysiloma latisiliquum*), jabin (*Piscidia piscipula*), xul (*Lonchocarpus xuul*), kanasin (*Lonchocarpus rugosus*), entre otros, así también el ficus (*Ficus conitifolia*), chechem (*Metopium brownei*), chacá (*Bursera simaruba*) y además de la poca presencia de las palmas chit (*Thrinax radiata*), y nakas (*Coccothrinax readii*) y la presencia de algunos relictos de chicozapote (*Manilkara zapota*), así mismo los impactos ocasionados en años anteriores por los huracanes se hacen presente en la vegetación. Así como la presión que ejerce la población circundante de lado de las colonias populares, el cual se refleja en la extracción de madera de diámetros delgados, la extracción de tierra para jardín, la acumulación de basura a la orilla.

Para conocer el estado en que se encuentra la vegetación de selva mediana subperennifolia / vegetación secundaria arbórea de la cuenca 32A (subcuenca “d”) y SAR, se eligió el área a un predio cercano dentro del macroproyecto autorizado Ciudad Mayakoba (antes “El Ximbal”) a la que se le denominó **“unidad de análisis” (UA)**, en ésta se realizó el muestreo correspondiente, tomando como base la metodología aplicada por Reuter, M., C. Schulz y C. Marrufo. 1998. Manual Técnico Forestal, Información Básica, Métodos y Procedimientos. Acuerdo México – Alemania. Basado en sitios circulares (parcelas de 500 m²). Las coordenadas de los sitios de muestreo se presentan en la Tabla 4. 6.

Tabla 4. 6. Coordenadas de los sitios de muestreo en la unidad de análisis.

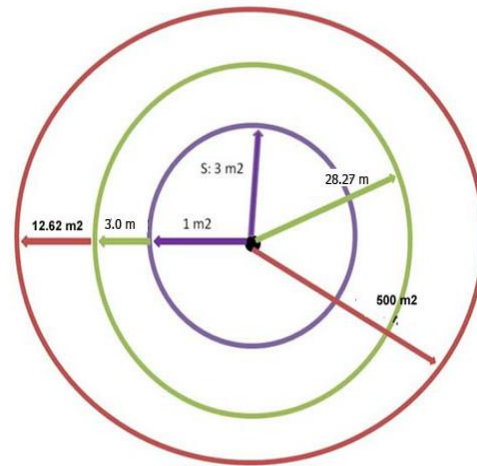
Faja	Sitio	X	Y
1	1	495216	2287919
	2	495172	2287940
	3	495121	2287955
2	4	495177	2287987
	5	495128	2287976
	6	495075	2287953
3	1	495184	2287861
	2	495169	2287823
4	1	495140	2287885
	2	495108	2287851
5	1	495070	2287878
	2	495044	2287844
6	1	495047	2289225
7	1	494876	2288330
	2	494787	2288232
	3	494664	2288167
8	1	495231	2287844
	2	495178	2287768
	3	495127	2287670
9	1	495119	2288864

4.3.2.1.1 Metodología

La toma de datos de campo se realizó del 01 al 03 de diciembre de 2021, periodo correspondiente a la época de lluvias asociadas a los frentes fríos en la región y en donde la vegetación en general presenta follaje abundante por lo que no es difícil de identificar las especies. De acuerdo a las características de la asociación vegetal presente en la unidad de análisis, se levantaron 20 sitios circulares de 500 m² cada uno distribuidos en 9 líneas de muestreo (Anexo 4.1).

Para tal fin se utilizó un muestreo sistemático aplicando la técnica de muestreo por sitios circulares concéntricos con diferentes superficies (todos dentro de un mismo círculo) el cual suman una superficie total de 500 m², es decir para el arbolado de 10 cm en adelante se utilizó el círculo con un radio de 12.62 m a partir del centro dando una total de 500 m², para el arbolado entre 5 y 9.9 cm de diámetro se utilizó un círculo con un radio de 3 m a partir del centro teniendo una superficie de muestreo de 28.27 m² y para la regeneración que va desde nivel de suelo hasta los 4.9 cm de diámetro se utilizó un círculo de 1 m a partir del centro teniendo una superficie de muestreo de 3 m² (Figura 4. 28).

Figura 4. 28. Diseño de muestreo.



En cada sitio se tomaron los parámetros siguientes:

- Sitio de 500 m²: Todos aquellos árboles por especie con diámetro a la altura del pecho (DAP) de 10 cm en adelante.
- Sitio de 28.27 m²: Todos aquellos arbustos por especie con diámetro entre 5 y 9.9 cm.
- Sitio de 3 m²: Se contabilizaron los individuos por especie con diámetros de 1 hasta 4.9 cm.
- Se anotó el nombre común de las especies presentes en el levantamiento de datos.
- El proceso de la información se realizó a través del programa Selva versión 2001 editado por el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias (INIFAP, sureste).

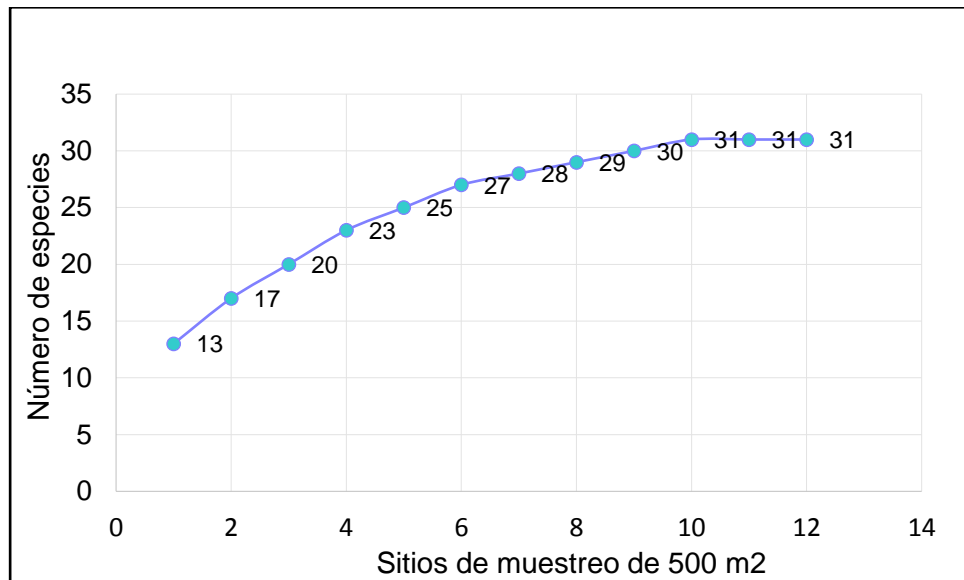
Es importante señalar que, una vez obtenida la información de campo, ésta fue procesada, clasificando el arbolado de acuerdo a su forma biológica o forma de vida, con el objetivo de obtener el listado florístico por estratos, situando así a cada individuo en el listado general según corresponda y de acuerdo a la siguiente clasificación: Estrato arbóreo, estrato arbustivo y estrato herbáceo.

De esta misma forma y con base en la distribución de cada individuo por sitio de muestreo, se elaboró la tabla correspondiente para obtener la frecuencia por sitio, ésta a su vez, sirvió para la obtención del Índice de Valor de Importancia (IVI) mismo que se presenta de forma detallada en el apartado correspondiente.

Curva de Especie Área para la Vegetación de Selva Mediana Subperennifolia

Ante la carencia de estudios específicos realizados en la zona que señalen el tamaño del área de muestreo que habrá de permitir el mejor entendimiento de la estructura de la selva mediana subperennifolia con vegetación secundaria arbórea, se realizó el análisis del área mínima necesaria. De esta manera, en la siguiente Figura 4. 29, se muestra la relación obtenida, en donde se representa la superficie muestreada en total de 20 sitios circulares de 500 m² cada uno, con relación al número de especies arbóreas encontradas, observándose el patrón típico en donde se alcanza un máximo de acumulación de especies y al alcanzar la asíntota la curva se mantiene más o menos constante, lo cual indica que se ha encontrado el mayor número de especies que ahí se distribuyen (Anexo 4.1).

Figura 4. 29. Curva de especies área para la vegetación de selva mediana subperennifolia / vegetación secundaria arbórea. Fuente: Elaboración propia.



De acuerdo con lo anterior, es evidente que para el estrato arbóreo de la selva mediana subperennifolia con vegetación secundaria arbórea que se distribuye en la unidad de análisis, se requiere una superficie mínima de muestreo del orden de los 5,000 m² (10 sitios). De acuerdo con los datos anteriores, se considera que los resultados obtenidos a través del presente estudio son válidos y representativos, ya que se ha alcanzado una superficie de muestreo de 10,000 m² (20 sitios).

4.3.2.1.1.2 Resultados

Los resultados determinaron el registro de 72 especies de flora, distribuidas en 61 géneros y representadas en 29 familias. En la siguiente Tabla 4. 7, se presenta el listado florístico de las especies registradas en la unidad de análisis.

Tabla 4. 7. Lista de especies de flora registradas en unidad de análisis, presentada por estrados.

Estrato arbóreo			
Número	Nombre común	Nombre científico	Familia
1	Alamo	<i>Ficus cotinifolia</i>	Moraceae
2	Boichic	<i>Coccoloba spicata</i>	Polygonaceae
3	Bolchiche	<i>Coccoloba diversifolia</i>	Polygonaceae
4	Bojom	<i>Cordia gerascantus</i>	Boraginaceae
5	Canchunup	<i>Thouinia paucidentata</i>	Sapindaceae
6	Chaca	<i>Bursera simaruba</i>	Burseraceae
7	Chacni	<i>Calyptanthes pallens</i>	Mirtaceae
8	Chacte viga	<i>Caesalpinia violacea</i>	Fabaceae
9	Chechen negro	<i>Metopium brownei</i>	Anacardiaceae
10	Chechen blanco	<i>Sebastiania adenphora</i>	Euphorbiaceae
11	Chicozapote	<i>Manilkara zapota</i>	Sapotaceae
12	Ciricote	<i>Cordia dodecandra</i>	Boraginaceae
13	Caracolillo	<i>Sideroxylom fuetidissimum</i>	Sapotaceae
14	Cocoite blanco	<i>Gliricidia sepium</i>	Fabaceae
15	Elemuy	<i>Malmea depressa</i>	Annonaceae
16	Ekulub	<i>Drypetes lateriflora</i>	Euphorbiaceae
17	Granadillo	<i>Platymiscium yucatanum</i>	Fabaceae
18	Guaya	<i>Melicoccus oliviformis</i>	Sapindaceae
19	Guayabillo	<i>Psidium sartorianum</i>	Myrtaceae
20	Guayancox	<i>Exothea diphylla</i>	Sapindaceae
21	Higo	<i>Ficus maxima</i>	Moraceae
22	Jabin	<i>Piscidia piscipula</i>	Fabaceae
23	Jobillo	<i>Astronium graveolens</i>	Anacardiaceae
24	Kanazin	<i>Lonchocarpus rugosus</i>	Fabaceae
25	Kaniste	<i>Pouteria campechiana</i>	Sapotaceae
26	Katalox	<i>Swartzia cubensis</i>	Fabaceae
27	Katzin	<i>Acacia riparia</i>	Fabaceae
28	Kitanche	<i>Caesalpinia gaumeri</i>	Fabaceae
29	Maculis amarillo	<i>Tabebuia chrysantha</i>	Bignoniaceae
30	Naranja che	<i>Jacquinia albiflora</i>	Primulaceae
31	Palo sol	<i>Blomia cupanioides</i>	Sapindaceae
32	Perescutz	<i>Croton glabellus</i>	Euphorbiaceae
33	Roble	<i>Ehretia tinifolia</i>	Boraginaceae
34	Ruda	<i>Ruta chalepensis</i>	Rutaceae
35	Sak pich	<i>Acacia glomerosa</i>	Fabaceae
36	Shuul blanco	<i>Lonchocarpus xuul</i>	Fabaceae
37	Silil	<i>Diospyrus cuneata</i>	Ebenaceae
38	Sipche	<i>Bunchosia swartziana</i>	Malpighiaceae
39	Subinche	<i>Acacia dolichostachya</i>	Fabaceae
40	Tadzi	<i>Neea psychotrioides</i>	Hippocrataceae
41	Tamay	<i>Zuelania guidonia</i>	Salicaceae
42	Tastab	<i>Guettarda combsii</i>	Rubiaceae
43	Tojyub	<i>Coccoloba acapulcensis</i>	Polygonaceae
44	Tres marias	<i>Forchammeria trifoliata</i>	Capparidaceae
45	Tzalam	<i>Lysiloma latisiliquum</i>	Fabaceae
46	Takinche	<i>Caesalpinia yucatanensis</i>	Fabaceae
47	Uchuche	<i>Diospyrus verae-crucis</i>	Ebenaceae
48	Uvasche	<i>Ottoschulzia pallida</i>	Metteniusaceae
49	Ya'axnik	<i>Vitex gaumeri</i>	Verbanaceae
50	Yaiti	<i>Gymnanthes lucida</i>	Euphorbiaceae
51	Zapotillo	<i>Pouteria reticulata</i>	Sapotaceae
52	Zapote faisán	<i>Dipholis salicifolia</i>	Sapotaceae
Estrato arbustivo			
1	Akitz	<i>Cascabela gaumeri</i>	Apocynaceae
2	Dzidzilche	<i>Gymnopodium floribundum</i>	Polygonaceae

Estrato arbóreo			
Número	Nombre común	Nombre científico	Familia
3	Eugenia	<i>Eugenia mayana</i>	Myrtaceae
4	Guano blanco	<i>Sabal yapa</i>	Arecaceae
5	Majaqua blanca	<i>Hampea trilobata</i>	Malvaceae
6	Pata de vaca	<i>Bauhinia divaricata</i>	Fabaceae
7	Pomolche	<i>Jatropha gaumeri</i>	Euphorbiaceae
8	Xpukin	<i>Callicarpa acuminata</i>	Lamiaceae
9	Chit	<i>Thrinax radiata</i>	Arecaceae
10	Sakitsa	<i>Neomillspaughia emarginata</i>	Polygonaceae
11	Nakas	<i>Coccothrinax readii</i>	Arecaceae
Estrato herbáceo			
1	Chilar	<i>Rivina humilis</i>	Palaemonoidea
2	Styzophyllum	<i>Styzophyllum riparium</i>	Bignoniaceae
3	Paulinia	<i>Paullinia pinnata</i>	Sapindaceae
4	Sac ak	<i>Cydista potosina</i>	Bignoniaceae
5	Tulipancillo	<i>Malvaviscus arboreus</i>	Malvaceae
6	Xiat	<i>Chamaedorea seifrizii</i>	Arecaceae
7	Yax ak	<i>Arrabidaea podopogon</i>	Bignoniaceae
8	Bejuco de caballo	<i>Petrea volubilis</i>	Verbenaceae
9	Xnantus	<i>Ichnanthus lanceolatus</i>	Poaceae

- **Vegetación con estatus especial**

En la unidad de análisis se identificaron 4 especies enlistadas dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010, siendo estas *Tabebuia chrysantha*, *Astronium graveolens*, *Thrinax radiata* y *Coccothrinax readii*, las cuales se encuentran con estatus identificado como de amenazadas (Tabla 4. 8).

Tabla 4. 8. Especies con categoría de riesgo registradas en la unidad de análisis y su estatus de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT -2010. A = amenazada

Nombre científico	Nombre común	Estrato	SAR Ind/ha	NOM-059-SEMARNAT-2010
<i>Tabebuia chrysantha</i>	Maculis amarillo	Arbóreo	5	A No endémica
<i>Astronium graveolens</i>	Jobillo	Arbóreo	5	A No endémica
<i>Thrinax radiata</i>	Palma Chit	Arbustivo	7	A No endémica
<i>Coccothrinax readii</i>	Nakas	Arbustivo	5	A Endémica

En la siguiente Figura 4. 30 se presenta la distribución de los sitios de muestreo dentro de la unidad de análisis.

Figura 4. 30. Distribución de los sitios de muestreo de flora dentro de la unidad de análisis.



- **Densidad absoluta**

Con base en los muestreos realizados, se obtuvo el valor de la abundancia (densidad absoluta) definido como el número de individuos que fueron muestreados por unidad de área, es decir para el SAR se levantaron 20 sitios de 500 m² cada uno, por lo que la suma representa 10,000 m² y esto equivale a una (1) ha de muestreo. En la siguiente Tabla 4. 9 se muestran los resultados que se obtuvieron para este componente.

Tabla 4. 9. Densidad absoluta (abundancia) de individuos por hectárea para la unidad de análisis (SAR), estrato arbóreo.

Número	Nombre común	Nombre científico	SAR Número de individuos por hectárea (densidad absoluta)
1	Alamo	<i>Ficus cotinifolia</i>	77
2	Boichic	<i>Coccoloba spicata</i>	46
3	Bolchiche	<i>Coccoloba diversifolia</i>	18
4	Bojom	<i>Cordia gerascantus</i>	6
5	Canchunup	<i>Thouinia paucidentata</i>	38
6	Chaca	<i>Bursera simaruba</i>	101
7	Chacni	<i>Calyptanthes pallens</i>	14
8	Chacte viga	<i>Caesalpinia violacea</i>	1
9	Chechen negro	<i>Metopium brownei</i>	75
10	Chechen blanco	<i>Sebastiania adenphora</i>	3

Número	Nombre común	Nombre científico	SAR Número de individuos por hectárea (densidad absoluta)
11	Chicozapote	<i>Manilkara zapota</i>	5
12	Ciricote	<i>Cordia dodecandra</i>	6
13	Caracolillo	<i>Sideroxylom fuetidissimum</i>	1
14	Cocoite blanco	<i>Gliricidia sepium</i>	13
15	Elemuy	<i>Malmea depressa</i>	9
16	Ekulub	<i>Drypetes lateriflora</i>	1
17	Granadillo	<i>Platymiscium yucatanum</i>	5
18	Guaya	<i>Melicoccus oliviformis</i>	18
19	Guayabillo	<i>Psidium sartorianum</i>	9
20	Guayancox	<i>Exothea diphylla</i>	6
21	Higo	<i>Ficus maxima</i>	8
22	Jabin	<i>Piscidia piscipula</i>	29
23	Jobillo	<i>Astronium graveolens</i>	5
24	Kanazin	<i>Lonchocarpus rugosus</i>	60
25	Kaniste	<i>Pouteria campechiana</i>	6
26	Katalox	<i>Swartzia cubensis</i>	16
27	Katzin	<i>Acacia riparia</i>	4
28	Kitanche	<i>Caesalpinia gaumeri</i>	10
29	Maculis amarillo	<i>Tabebuia chrysantha</i>	5
30	Naranja che	<i>Jacquinia albiflora</i>	14
31	Palo sol	<i>Blomia cupanioides</i>	6
32	Perescutz	<i>Croton glabellus</i>	8
33	Roble	<i>Ehretia tinifolia</i>	6
34	Ruda	<i>Ruta chalepensis</i>	14
35	Sak pich	<i>Acacia glomerosa</i>	3
36	Shuul blanco	<i>Lonchocarpus xuul</i>	128
37	Silil	<i>Diospyrus cuneata</i>	105
38	Sipche	<i>Bunchosia swartziana</i>	8
39	Subinche	<i>Acacia dolichostachya</i>	9
40	Tadzi	<i>Neea psychotrioides</i>	53
41	Tamay	<i>Zuelania guidonia</i>	9
42	Tastab	<i>Guettarda combsii</i>	7
43	Tojyub	<i>Coccoloba acapulcensis</i>	5
44	Tres marías	<i>Forchammeria trifoliata</i>	5
45	Tzalam	<i>Lysiloma latisiliquum</i>	99
46	Takinche	<i>Caesalpinia yucatanensis</i>	7
47	Uchuche	<i>Diospyrus verae-crucis</i>	17
48	Uvasche	<i>Ottoschulzia pallida</i>	6
49	Ya'axnik	<i>Vitex gaumeri</i>	27
50	Yaiti	<i>Gymnanthes lucida</i>	17
51	Zapotillo	<i>Pouteria reticulata</i>	2
52	Zapote faisán	<i>Dipholis salicifolia</i>	5
Total			1,115

En la Tabla 4. 9, puede observarse que se mantiene baja participación de especies arbóreas (con la presencia de especies con individuos de 1 hasta 5 por hectárea) por lo que para la unidad de análisis (SAR) se incluyen a 14 elementos florísticos de tipo arborescente y con una participación de hasta 1155 ind/ha. Por otra parte, se confirma que las especies mejor representadas en este ecosistema en términos de densidad son: el shuul blanco (*Lonchocarpus xuul*) con 128 ind/ha, seguido por el silil (*Diospyrus cuneata*) con 105 y el chaca (*Bursera simaruba*) con 101 ind/ha. Por lo tanto, son los elementos mejor representados en términos de densidad dentro de esta asociación.

Adicionalmente, la vegetación de selva mediana presenta un estrato arbustivo representado por aquellas especies con un DAP entre 5 y 9.9 cm. En la siguiente Tabla 4. 10 se presentan los valores de densidad para el SAR (unidad de análisis).

Tabla 4. 10. Densidad absoluta (abundancia) de individuos por hectárea para la unidad de análisis (SAR), estrato arbustivo.

Número	Nombre común	Nombre científico	SAR Número de individuos por hectárea (densidad absoluta)
1	Akitz	<i>Cascabela gaumeri</i>	8
2	Dzidzilche	<i>Gymnopodium floribundum</i>	16
3	Eugenia	<i>Eugenia mayana</i>	43
4	Guano blanco	<i>Sabal yapa</i>	6
5	Majagua blanca	<i>Hampea trilobata</i>	6
6	Pata de vaca	<i>Bauhinia divaricata</i>	12
7	Pomolche	<i>Jatropha gaumeri</i>	8
8	Xpukin	<i>Callicarpa acuminata</i>	7
9	Chit	<i>Thrinax radiata</i>	7
10	Sakitsa	<i>Neomillspaughia emarginata</i>	6
11	Nakas	<i>Coccothrinax readii</i>	5
Total			124

De acuerdo con los valores presentados en la Tabla 4. 10, se puede observar que existe baja participación de los elementos considerados arbustivos, ya que se puede observar en este estrato la presencia de al menos una (1) especie con 5 ind/ha de un total de 124 ind/ha para la unidad de análisis (SAR). De éstos eugenia (*Eugenia mayana*), el dzidzilche (*Gymnopodium floribundum*) y la pata de vaca (*Bauhinia divaricate*) comparten los más altos valores de densidad con 43, 16 y 12 ind/ha, respectivamente.

Tabla 4. 11. Densidad absoluta (abundancia) de individuos por hectárea para la unidad de análisis (SAR), estrato herbáceo.

Número	Nombre común	Nombre científico	SAR Número de individuos por hectárea (densidad absoluta)
1	Chilar	<i>Rivina humilis</i>	8
2	Styzophyllum	<i>Stizophyllum riparium</i>	6
3	Paulinia	<i>Paullinia pinnata</i>	6
4	Sac ak	<i>Cydista potosina</i>	23
5	Tulipancillo	<i>Malvaviscus arboreus</i>	8
6	Xiat	<i>Chamaedorea seifrizii</i>	10
7	Yax ak	<i>Arrabidaea podopogon</i>	10
8	Bejuco de caballo	<i>Petrea volubilis</i>	4
9	Xnantus	<i>Ichnanthus lanceolatus</i>	8
Total			83

De acuerdo con los valores presentados en la Tabla 4. 11, se puede observar que existe una baja participación de los elementos considerados herbáceos, ya que se puede observar en este estrato la presencia de al menos una especie con 4 ind/ha de un total de 83 ind/ha para la unidad de análisis SAR. De éstos el sac ak (*Cydista potosina*), el yax ak (*Arrabidaea podopogon*) y el xiat (*Chamaedorea seifrizii*) comparten los más altos valores de densidad con 23, 10 y 10 ind/ha, respectivamente.

- **Índice de diversidad de Shannon-Weaver y Equitatividad**

Los cálculos de la prueba de diversidad de Shannon-Weaver, se realizaron por medio del paquete BioDiversity Pro, versión 2.0, escrito por NeilMcAleece y diseñado por PJD Lambshead, GLJ Paterson and, JD Gage, The Natural History Museum & The Scottish Association for Marine Science (derechos reservados, 1997). Así también se calculó el valor de equitatividad (J). Los muestreos se llevaron a cabo en tres estratos: herbáceo; arbustivo y arbóreo; en función de la forma biológica de las especies. La superficie del levantamiento de datos para el cálculo de los índices fue de 3 m², 28 m² y 500 m², en cada uno de los sitios y los resultados fueron los siguientes:

Estrato arbóreo

Para el estrato arbóreo en la unidad de análisis, los resultados indicaron que éste cuenta con una diversidad alta (4.728), lo que es entendible en virtud de que para este estrato se reportó la mayor cantidad de especies y éstas se encontraron en buen estado de conservación. En cuanto a los datos de “J”, sus valores también fueron considerados altos, con 0.829 (Tabla 4. 12).

Tabla 4. 12. Resumen de resultados del análisis de diversidad y equitatividad, para el estrato arbóreo.

Index	Resultados
Shannon H' Log Base 2.	4.728
Shannon Hmax Log Base 2.	5.700
Shannon J'	0.829

En la siguiente Tabla 4. 13 se presenta el listado florístico reportado para este estrato, así como el registro de individuos por especies.

Tabla 4. 13. Lista de especies registradas en el estrato arbóreo, para la unidad de análisis.

Número	Nombre común	Nombre científico	Total de individuos por ha
1	Alamo	<i>Ficus cotinifolia</i>	77
2	Boichic	<i>Coccoloba spicata</i>	46
3	Bolchiche	<i>Coccoloba diversifolia</i>	18
4	Bojom	<i>Cordia gerascantus</i>	6
5	Canchunup	<i>Thouinia paucidentata</i>	38
6	Chaca	<i>Bursera simaruba</i>	101
7	Chacni	<i>Calyptanthes pallens</i>	14
8	Chacte viga	<i>Caesalpinia violacea</i>	1
9	Chechen negro	<i>Metopium brownei</i>	75
10	Chechen blanco	<i>Sebastiana adenphora</i>	3
11	Chicozapote	<i>Manilkara zapota</i>	5
12	Ciricote	<i>Cordia dodecandra</i>	6
13	Caracolillo	<i>Sideroxylom fuetidissimum</i>	1
14	Cocoite blanco	<i>Gliricidia sepium</i>	13
15	Elemuy	<i>Malmea depressa</i>	9
16	Ekulub	<i>Drypetes lateriflora</i>	1
17	Granadillo	<i>Platymiscium yucatanum</i>	5
18	Guaya	<i>Melicoccus oliviformis</i>	18
19	Guayabillo	<i>Psidium sartorianum</i>	9
20	Guayancox	<i>Exothea diphylla</i>	6
21	Higo	<i>Ficus maxima</i>	8
22	Jabin	<i>Piscidia piscipula</i>	29
23	Jobillo	<i>Astronium graveolens</i>	5
24	Kanazin	<i>Lonchocarpus rugosus</i>	60
25	Kaniste	<i>Pouteria campechiana</i>	6

Número	Nombre común	Nombre científico	Total de individuos por ha
26	Katalox	<i>Swartzia cubensis</i>	16
27	Katzin	<i>Acacia riparia</i>	4
28	Kitanche	<i>Caesalpinia gaumeri</i>	10
29	Maculis amarillo	<i>Tabebuia chrysantha</i>	5
30	Naranja che	<i>Jacquinia albiflora</i>	14
31	Palo sol	<i>Blomia cupanioides</i>	6
32	Perescutz	<i>Croton glabellus</i>	8
33	Roble	<i>Ehretia tinifolia</i>	6
34	Ruda	<i>Ruta chalepensis</i>	14
35	Sak pich	<i>Acacia glomerosa</i>	3
36	Shuul blanco	<i>Lonchocarpus xuul</i>	128
37	Siiil	<i>Diospyrus cuneata</i>	105
38	Sipche	<i>Bunchosia swartziana</i>	8
39	Subinche	<i>Acacia dolichostachya</i>	9
40	Tadzi	<i>Neea psychotrioides</i>	53
41	Tamay	<i>Zuelania guidonia</i>	9
42	Tastab	<i>Guettarda combsii</i>	7
43	Tojyub	<i>Coccoloba acapulcensis</i>	5
44	Tres marías	<i>Forchammeria trifoliata</i>	5
45	Tzalam	<i>Lysiloma latisiliquum</i>	99
46	Takinche	<i>Caesalpinia yucatanensis</i>	7
47	Uchuche	<i>Diospyrus verae-crucis</i>	17
48	Uvasche	<i>Ottoschulzia pallida</i>	6
49	Ya'axnik	<i>Vitex gaumeri</i>	27
50	Yaiti	<i>Gymnanthes lucida</i>	17
51	Zapotillo	<i>Pouteria reticulata</i>	2
52	Zapote faisán	<i>Dipholis salicifolia</i>	5
Total			1155

Estrato arbustivo

Para el estrato arbustivo en la unidad de análisis, los resultados indicaron que éste cuenta con una diversidad considerada como alta (3.037). Es importante mencionar que en este estrato se registran dos especies de palmas, con escasa presencia, mismas que se encuentran enlistadas en la Norma Oficial Mexicana 059-SEMARNAT-2010. En cuanto a los datos de "J" sus valores también fueron considerados altos (0.878), por lo que las especies tienden a la equitatividad (Tabla 4. 14).

Tabla 4. 14. Resumen de resultados del análisis de diversidad y equitatividad, para el estrato arbustivo.

Index	Resultados
Shannon H' Log Base 2.	3.037
Shannon Hmax Log Base 2.	3.459
Shannon J'	0.878

En la siguiente Tabla 4. 15 se presenta el listado florístico reportado para este estrato, así como el número de registro por especie.

Tabla 4. 15. Lista de especies registradas en el estrato arbustivo, para la unidad de análisis.

Número	Nombre común	Nombre científico	Total de individuos por ha
1	Akitz	<i>Cascabela gaumeri</i>	8
2	Dzidzilche	<i>Gymnopodium floribundum</i>	16
3	Eugenia	<i>Eugenia mayana</i>	43
4	Guano blanco	<i>Sabal yapa</i>	6
5	Majagua blanca	<i>Hampea trilobata</i>	6
6	Pata de vaca	<i>Bauhinia divaricata</i>	12
7	Pomolche	<i>Jatropha gaumeri</i>	8
8	Xpukin	<i>Callicarpa acuminata</i>	7
9	Chit	<i>Thrinax radiata</i>	7
10	Sakitsa	<i>Neomillspaughia emarginata</i>	6
11	Nakas	<i>Coccothrinax readii</i>	5
Total			124

Estrato herbáceo

Para el estrato herbáceo en la unidad de análisis, los resultados indicaron que éste cuenta con una diversidad considerada como baja (2.983). En cuanto a los datos de “J” sus valores se consideran altos, ya que el valor obtenido fue de 0.941 (Tabla 4. 16).

Tabla 4. 16. Resumen de resultados del análisis de diversidad y equitatividad, para el estrato herbáceo.

Index	Resultados
Shannon H' Log Base 2.	2.983
Shannon Hmax Log Base 2.	3.170
Shannon J'	0.941

En la siguiente Tabla 4. 17 se presenta el listado florístico reportado para este estrato, así como el número de registro por especie.

Tabla 4. 17. Lista de especies registradas en el estrato herbáceo, para la unidad de análisis.

Número	Nombre común	Nombre científico	Total de individuos por ha
1	Chilar	<i>Rivina humilis</i>	8
2	Styzophyllum	<i>Stizophyllum riparium</i>	6
3	Paulinia	<i>Paullinia pinnata</i>	6
4	Sac ak	<i>Cydista potosina</i>	23
5	Tulipancillo	<i>Malvaviscus arboreus</i>	8
6	Xiat	<i>Chamaedorea seifrizii</i>	10
7	Yax ak	<i>Arrabidaea podopogon</i>	10
8	Bejuco de caballo	<i>Petrea volubilis</i>	4
9	Xnantus	<i>Ichnanthus lanceolatus</i>	8
Total			83

- **Índice de valor de importancia**

El Índice de Valor de Importancia (IVI), fue desarrollado por Curtis & McIntosh (1951) y aplicado por Pool, et al (1977), Cox (1981), Cintrón & Schaeffer-Novelli (1983) y Corella, et al (2001). Es un índice sintético estructural, desarrollado principalmente para jerarquizar la dominancia de cada especie en rodales mezclados y se calcula de la siguiente manera:

$$IVI = \text{Dominancia Relativa} + \text{Densidad Relativa} + \text{Frecuencia Relativa}$$

Específicamente para la unidad de análisis se realizó la aplicación de cada una de las fórmulas de cada uno de los parámetros señalados, aplicados a los tres estratos (herbáceo, arbustivo y arbóreo), los resultados obtenidos se presentan a continuación.

Estrato arbóreo

De acuerdo al IVI, se tiene que en el estrato arbóreo las tres especies que presentaron el valor más alto fueron: El chechem (*Metopium brownei*) con 20.45, seguido por el shuul blanco (*Lonchocarpus xuul*) con el 19.96 y en tercer lugar el chaca (*Bursera simaruba*) con 18.89; es muy común encontrar estas tres especies en estas zonas del estado por lo que son características del lugar. En la siguiente Tabla 4. 18 se presentan las estimaciones de dominancia relativa, densidad relativa, frecuencia relativa e IVI, para el estrato arbóreo.

Tabla 4. 18. Dominancia relativa, densidad relativa, frecuencia relativa e IVI estimadas para el estrato arbóreo de la unidad de análisis.

Número	Nombre común	Nombre científico	Dominancia relativa	Densidad relativa	Frecuencia relativa	IVI
1	Alamo	<i>Ficus cotinifolia</i>	5.8534	6.6667	4.9689	17.4890
2	Boichic	<i>Coccoloba spicata</i>	4.8375	3.9827	4.9689	13.7891
3	Bolchiche	<i>Coccoloba diversifolia</i>	2.6939	1.5584	3.4161	7.6685
4	Bojom	<i>Cordia gerascantus</i>	0.9675	0.5195	1.5528	3.0398
5	Canchunup	<i>Thouinia paucidentata</i>	2.4490	3.2900	3.1056	8.8446
6	Chaca	<i>Bursera simaruba</i>	5.4875	8.7446	4.6584	18.8905
7	Chacni	<i>Calyptanthes pallens</i>	1.2245	1.2121	1.5528	3.9894
8	Chacte viga	<i>Caesalpinia violacea</i>	0.1088	0.0866	0.3106	0.5060
9	Chechen negro	<i>Metopium brownei</i>	8.6863	6.4935	5.2795	20.4593
10	Chechen blanco	<i>Sebastiana adenphora</i>	0.8707	0.2597	0.6211	1.7516
11	Chicozapote	<i>Manilkara zapota</i>	2.0408	0.4329	0.9317	3.4054
12	Ciricote	<i>Cordia dodecandra</i>	1.2094	0.5195	1.2422	2.9711
13	Caracolillo	<i>Sideroxylom fuetidissimum</i>	0.1088	0.0866	0.3106	0.5060
14	Cocoite blanco	<i>Gliricidia sepium</i>	0.9796	1.1255	1.2422	3.3474
15	Elemuy	<i>Malmea depressa</i>	0.4354	0.7792	1.2422	2.4568
16	Ekulub	<i>Drypetes lateriflora</i>	0.0756	0.0866	0.3106	0.4727
17	Granadillo	<i>Platymiscium yucatanum</i>	1.3061	0.4329	0.9317	2.6707
18	Guaya	<i>Melicoccus oliviformis</i>	1.4694	1.5584	1.8634	4.8912
19	Guayabillo	<i>Psidium sartorianum</i>	0.7407	0.7792	1.5528	3.0728
20	Guayancox	<i>Exothea diphylla</i>	3.5556	0.5195	1.8634	5.9384
21	Higo	<i>Ficus maxima</i>	1.0975	0.6926	0.9317	2.7218
22	Jabin	<i>Piscidia piscipula</i>	5.2245	2.5108	3.7267	11.4620
23	Jobillo	<i>Astronium graveolens</i>	1.0975	0.4329	0.9317	2.4621
24	Kanazin	<i>Lonchocarpus rugosus</i>	3.3258	5.1948	3.4161	11.9367
25	Kaniste	<i>Pouteria campechiana</i>	1.8292	0.5195	1.5528	3.9015
26	Katalox	<i>Swartzia cubensis</i>	1.8141	1.3853	1.8634	5.0627
27	Katzin	<i>Acacia riparia</i>	0.4354	0.3463	0.3106	1.0923
28	Kitanche	<i>Caesalpinia gaumeri</i>	1.8141	0.8658	1.8634	4.5432
29	Maculis amarillo	<i>Tabebuia chrysantha</i>	0.2177	0.4329	0.6211	1.2717
30	Naranja che	<i>Jacquinia albiflora</i>	1.2245	1.2121	1.5528	3.9894
31	Palo sol	<i>Blomia cupanioides</i>	0.7347	0.5195	0.9317	2.1859
32	Perescutz	<i>Croton glabellus</i>	0.8889	0.6926	1.8634	3.4449
33	Roble	<i>Ehretia tinifolia</i>	1.4694	0.5195	1.8634	3.8522
34	Ruda	<i>Ruta chalepensis</i>	1.2245	1.2121	1.5528	3.9894
35	Sak pich	<i>Acacia glomerosa</i>	1.0975	0.2597	0.9317	2.2889
36	Shuul blanco	<i>Lonchocarpus xuul</i>	3.9184	11.0823	4.9689	19.9696
37	Silil	<i>Diospyrus cuneata</i>	3.6735	9.0909	4.6584	17.4228
38	Sipche	<i>Bunchosia swartziana</i>	0.9675	0.6926	1.5528	3.2129
39	Subinche	<i>Acacia dolichostachya</i>	1.2094	0.7792	1.2422	3.2308

Número	Nombre común	Nombre científico	Dominancia relativa	Densidad relativa	Frecuencia relativa	IVI
40	Tadzi	<i>Neea psychotrioides</i>	3.6735	4.5887	4.6584	12.9206
41	Tamay	<i>Zuelania guidonia</i>	1.4694	0.7792	1.8634	4.1120
42	Tastab	<i>Guettarda combsii</i>	1.2245	0.6061	1.5528	3.3833
43	Tojyub	<i>Coccoloba acapulcensis</i>	0.7740	0.4329	1.2422	2.4491
44	Tres marías	<i>Forchammeria trifoliata</i>	0.2963	0.4329	0.6211	1.3503
45	Tzalam	<i>Lysiloma latisiliquum</i>	5.6599	8.5714	4.0373	18.2686
46	Takinche	<i>Caesalpinia yucatanensis</i>	0.1088	0.6061	0.3106	1.0255
47	Uchuche	<i>Diospyrus verae-crucis</i>	0.1088	1.4719	0.3106	1.8913
48	Uvasche	<i>Ottoschulzia pallida</i>	0.7740	0.5195	1.2422	2.5357
49	Ya'axnik	<i>Vitex gaumeri</i>	4.3537	2.3377	3.1056	9.7970
50	Yaiti	<i>Gymnanthes lucida</i>	0.4444	1.4719	0.9317	2.8480
51	Zapotillo	<i>Pouteria reticulata</i>	0.1935	0.1732	0.3106	0.6772
52	Zapote faisán	<i>Dipholis salicifolia</i>	2.5548	0.4329	1.5528	4.5405
Total			100	100	100	300

Estrato arbustivo

Para este estrato las tres especies que registraron el IVI más alto fueron: La eugenia (*Eugenia mayana*) con 63.65, seguida por el dzidzilche (*Gymnopodium floribundum*) con 40.79 y el guano blanco (*Sabal yapa*) con 37.47, estas especies son consideradas comunes, por lo que se encuentran muy bien representadas en este estrato, de igual manera no tienen ningún problema de adaptación en este tipo de terrenos. En la siguiente Tabla 4. 19 se presentan las estimaciones de dominancia relativa, densidad relativa, frecuencia relativa e IVI, para el estrato arbustivo.

Tabla 4. 19. Dominancia relativa, densidad relativa, frecuencia relativa e IVI estimadas para el estrato arbustivo de la unidad de análisis.

Número	Nombre común	Nombre científico	Dominancia relativa	Densidad relativa	Frecuencia relativa	IVI
1	Akitz	<i>Cascabela gaumeri</i>	20.2456	6.4516	8.8889	35.5861
2	Dzidzilche	<i>Gymnopodium floribundum</i>	14.5553	12.9032	13.3333	40.7918
3	Eugenia	<i>Eugenia mayana</i>	13.4172	34.6774	15.5556	63.6502
4	Guano blanco	<i>Sabal yapa</i>	25.9659	4.8387	6.6667	37.4712
5	Majagua blanca	<i>Hampea trilobata</i>	4.3127	4.8387	8.8889	18.0403
6	Pata de vaca	<i>Bauhinia divaricata</i>	4.3127	9.6774	8.8889	22.8790
7	Pomolche	<i>Jatropha gaumeri</i>	4.4025	6.4516	6.6667	17.5208
8	Xpukin	<i>Callicarpa acuminata</i>	2.9949	5.6452	8.8889	17.5290
9	Chit	<i>Thrinax radiata</i>	4.3127	5.6452	8.8889	18.8467
10	Sakitsa	<i>Neomillspaughia emarginata</i>	3.2345	4.8387	6.6667	14.7399
11	Nakas	<i>Coccothrinax readii</i>	2.2462	4.0323	6.6667	12.9451
Total			100	100	100	300

Estrato herbáceo

De acuerdo a IVI, se tiene que en el estrato herbáceo las tres especies que presentaron el valor más alto fueron: El bejuco sac ak (*Cyndista potosina*) con 67.26, seguido por el yax ak (*Arrabidea podogon*) con el 54.19 y el chilar (*Rivina humilis*) con 41.24; es común encontrar a las especies previamente mencionadas en estas zonas del estado, por lo que son consideradas características. En la siguiente Tabla 4. 20 se presentan las estimaciones de dominancia relativa, densidad relativa, frecuencia relativa e IVI, para el estrato herbáceo.

Tabla 4. 20. Dominancia relativa, densidad relativa, frecuencia relativa e IVI estimadas para el estrato herbáceo de la unidad de análisis.

Número	Nombre común	Nombre científico	Dominancia relativa	Densidad relativa	Frecuencia relativa	IVI
1	Chilar	<i>Rivina humilis</i>	21.9298	9.6386	9.6774	41.2458
2	Styzophyllum	<i>Stizophyllum riparium</i>	3.5088	7.2289	9.6774	20.4151
3	Paulinia	<i>Paullinia pinnata</i>	9.3567	7.2289	6.4516	23.0373
4	Sac ak	<i>Cydista potosina</i>	10.5263	27.7108	29.0323	67.2694
5	Tulipancillo	<i>Malvaviscus arboreus</i>	14.6199	9.6386	6.4516	30.7101
6	Xiat	<i>Chamaedorea seifrizii</i>	3.5088	12.0482	9.6774	25.2344
7	Yax ak	<i>Arrabidaea podopogon</i>	29.2398	12.0482	12.9032	54.1912
8	Bejuco de caballo	<i>Petrea volubilis</i>	2.6316	4.8193	3.2258	10.6767
9	Xnantus	<i>Ichnanthus lanceolatus</i>	4.6784	9.6386	12.9032	27.2201
Total			100	100	100	300

4.3.2.1.2. Caracterización Ambiental de la Vegetación en el Proyecto

Durante los recorridos realizados a lo largo de la carretera federal No. 307 tramo Playa del Carmen – Puerto Morelos, pasando por los grandes desarrollos turísticos a ambos lados de la carretera federal se observa que la vegetación natural ha sido transformada acorde a las necesidades de requerimiento y servicios que demanda la zona turística y el incremento de la población, es por esta razón que la vegetación original de selva que reportan los distintos autores para el tramo, se ha venido reemplazando por diferentes asociaciones vegetales a causa de las diferentes acciones como es el desmonte de áreas para el establecimiento de nuevos proyectos y el efecto de orilla principalmente.

Tal es el caso del área en donde se pretende ubicar el Proyecto, pues de acuerdo a la cartografía de uso del suelo y vegetación de la serie VI, INEGI 2017 y las observaciones realizadas, **el tipo de vegetación que cubre el 100% del Proyecto corresponde a una sucesión secundaria arbórea derivada de la selva mediana subperennifolia (es decir selva mediana subperennifolia / vegetación secundaria arbórea)** y que a través de los años fue seriamente modificada por diferentes actividades, como la agropecuaria, actividad que fue abandonada hace muchos años, por lo que desde entonces ha prosperado una asociación selvática. No obstante, esta misma ha sido objeto de modificaciones de carácter natural debido a los efectos de los distintos fenómenos atmosféricos de tipo extraordinario que se han manifestado en la región (Beulah, 1967, Gilberto, 1988, Wilma 2005, entre otros). De esta manera, se considera que este ecosistema en sí corresponde a una fase o etapa sucesional avanzada de recuperación de una vegetación con mayor altura y con elementos de tipo corpulento que se observan de forma aislada como es el caso del chicozapote (*Manilkara zapota*).

A diferencia de los parámetros de altura que se manifiestan en la serie VI, INEGI 2017, la vegetación registrada en el Proyecto se ha definido como selva mediana debido a que tiene una dominancia de elementos que alcanzan entre 8 y los 10 m, de altura y posiblemente existen árboles un poco más altos que sobresalen del dosel, así mismo se ha aplicado el término subperennifolia debido a que entre el 25 al 50% de las especies tiran sus hojas durante la temporada seca del año (Pennington y Sarukhán 1968).

Actualmente se observa a esta zona como una selva mediana con vegetación secundaria arbórea con alturas de 8 a 10 m y posiblemente algunos individuos más altos y diámetros entre 5 y 35 cm. donde los elementos componentes principales son las leguminosas como el tzalam (*Lysiloma latisiliquum*), jabin (*Piscidia piscipula*) y kanasin (*Lonchocarpus rugosus*), entre otros, así también el chacá (*Bursera simaruba*), ficus (*Ficus cotinifolia*), chechem (*Metopium brownei*), además de registrarse poca presencia de las palmas chit (*Thrinax radiata*) y nakas (*Coccothrinax readii*), especies enlistadas en algún estatus de protección por la NOM-059-SEMARNAT-2010; así como la presencia de algunos relictos de chicozapote (*Manilkara zapota*).

Así mismo los impactos ocasionados en años anteriores por los huracanes, se hacen presentes en la vegetación, es por ello que se pueden observar árboles caídos, muertos en pie y en mucho de los casos descopados.

Esta asociación vegetal en el Proyecto se constituye como una comunidad de tipo arbóreo-arbustiva, la altura en general varía entre los 8 y 10 m **con buen grado de conservación**. En general, presenta una estructura semiabierta en donde la gran mayoría de los elementos arbóreos que la integran se ubican dentro de las categorías de 5 a 35 cm de DAP y con árboles mucho más corpulentos, pero de tipo aislado, como es el caso del chicozapote entre otros. De acuerdo al listado florístico presentado por estratos, esta asociación se caracteriza por la presencia de al menos 50 especies distribuidas en 22 familias sobresaliendo las especies perennifolias como la guaya (*Melicoccus oliviformis*), el chicozapote (*Manilkara zapota*), entre otros. Además de aquellos elementos caducifolios como son el chaca (*Bursera simaruba*), el jabin (*Piscidia piscipula*), a'axnic (*Vitex gaumeri*), entre otros.

Esta asociación presenta un estrato medio-alto (arbóreo) de entre 5 a 10 m de altura en donde se observan individuos de las especies de, chechem (*Metopium brownei*), chaca (*Bursera simaruba*), jabin (*Piscidia piscipula*) entre otros, así también el álamo (*Ficus cotinifolia*) que generalmente se presenta con dos o tres individuos por surco. La estructura horizontal se complementa con un estrato arbustivo entre 3.1 a 4.9 m, con presencia de especies como, dzidzilche (*Gymnopodium floribundum*), pata de vaca (*Bauhinia divaricata*), flor de amyó (*Plumeria rubra*), las palmas chit (*Thrinax radiata*) y nakas (*Coccothrinax readii*) y pomolche (*Jatropha gaumeri*), entre otros, finalmente se tiene el estrato herbáceo-arbustivo que va de nivel del suelo hasta los 2.9 m compuesto por la regeneración de los adultos presente además de la presencia del tulipan (*Malvabiscus arboreus*), el chilar (*Rivina humilis*), la cicotria (*Cicotria nervosa*), y la presencia de bejucos como la serjania (*Serjania yucatanensis*), el sac ak (*Cydista potosina*) y el yax ak (*Arrabidaea podopogon*) y los pastos como la escleria (*Scleria lithrosperma*) e xnantus (*Ichnanthus lanceolatus*) entre otros.

Una característica adicional de esta vegetación es la poca presencia de las palmas chit (*Thrinax radiata*) y nakas (*Coccothrinax readii*) especies consideradas por la NOM-059-SEMARNAT-2010.

En relación a las epifitas, es importante mencionar para el Proyecto en específico, durante los recorridos para la toma de datos de vegetación no se observó la presencia de orquídeas y/o bromelias, por lo que se entiende que esta zona no reúne las condiciones necesarias para su establecimiento.

Los factores físicos que condicionan la distribución de esta asociación corresponden a la presencia de suelos ligeramente evolucionados, rocosos, así como presencia de materia orgánica en descomposición. El suelo en el área es de tipo tzekele (Litosol-Rendzinas), con afloramiento de roca, por lo que presenta muy fácil drenaje aún durante la época lluviosa del año.

A pesar de las consideraciones antes referidas, debe mencionarse, que este tipo de vegetación de acuerdo a la normatividad vigente sigue siendo una asociación forestal con grado de selva (vegetación secundaria arbórea) por lo que el Proyecto mantendrá como área de conservación al menos el 25% de su superficie con vegetación natural.

Principales causas de deterioro de la vegetación y del suelo, así como grados de erosión presente

Se puede mencionar que la principal causa del deterioro de la vegetación en el área del Proyecto ha sido ocasionada por la constante afectación derivada de los huracanes, ya que esta zona se encuentra expuesta a la manifestación de intemperismos severos (tormentas y huracanes). En el caso de los huracanes se tiene el registro del huracán Gilberto incidió sobre las costas de Quintana Roo en septiembre de 1988 con categoría 5 por lo cual se le consideró el huracán de mayor intensidad que había impactado esta zona y que cambió drásticamente la vegetación.

Por otra parte se menciona que aun con todo el deterioro que sufre la vegetación en la zona por el paso de estos fenómenos, esta se encuentra en franco proceso de recuperación considerándose como en grado medio de conservación, por lo que el suelo no se queda sin cubierta vegetal ya que los árboles de la selva son corpulentos y sus frondosas copas se extienden como un techo alto bajo el cual crecen árboles más pequeños y arbustos, ello amortigua directamente la caída del agua de lluvia que finalmente baja por sus tallos y hojas evitando así formar escurrimiento de gran tamaño que contribuyan a un grado fuerte de erosión, es por esta razón que se considera sin degradación aparente, además de que el relieve de la zona del Proyecto, es una superficie prácticamente plana y de acuerdo al INEGI (Estudios Hidrológicos de Quintana Roo, 2002), con una ligera pendiente del 0.5%, considerándola como poco significativa.

Es importante mencionar que para conocer el estado en que se encuentra la vegetación de selva mediana subperennifolia / vegetación secundaria arbórea presente en el Proyecto, se realizó el muestreo correspondiente, tomando como base la metodología aplicada por Reuter, M., C. Schulz y C. Marrufo. 1998. Manual Técnico Forestal, Información Básica, Métodos y Procedimientos. Acuerdo México – Alemania. Basado en sitios circulares (parcelas de 500 m²). Las coordenadas de los sitios de muestreo se presentan en la Tabla 4. 21.

Tabla 4. 21. Coordenadas de los sitios de muestreo en el Proyecto.

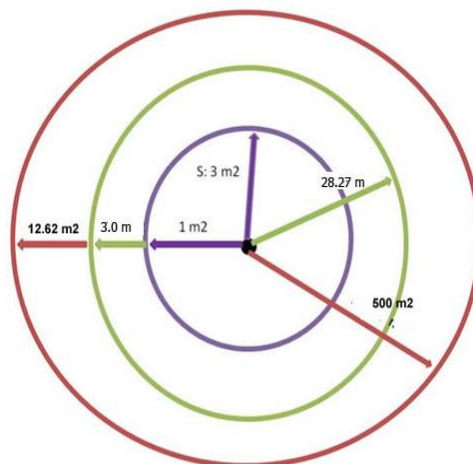
Faja	Sitio	Coordenadas UTM	
		X	Y
1	1	494928	2288257
	2	494884	2288237
	3	494853	2288195
	4	494806	2288161
	5	494759	2288145
	6	494714	2288118
2	1	495043	2288313
	2	495085	2288321
	3	495128	2288329
	4	495166	2288340
	5	495212	2288347
	6	495257	2288351

4.3.2.1.2.1 Metodología

La toma de datos de campo se realizó del 01 al 03 de diciembre de 2021, periodo correspondiente a la época de lluvias asociadas a los frentes fríos en la región y en donde la vegetación en general presenta follaje abundante por lo que no es difícil de identificar las especies. De acuerdo a las características de la asociación vegetal presente en el Proyecto, se levantaron 12 sitios circulares de 500 m² cada uno distribuidos en 2 líneas de muestreo (Anexo 4.2).

Para tal fin se utilizó un muestreo sistemático aplicando la técnica de muestreo por sitios circulares concéntricos con diferentes superficies (todos dentro de un mismo círculo) el cual suman una superficie total de 500 m², es decir para el arbolado de 10 cm en adelante se utilizó el círculo con un radio de 12.62 m a partir del centro dando una total de 500 m², para el arbolado entre 5 y 9.9 cm de diámetro se utilizó un círculo con un radio de 3 m a partir del centro teniendo una superficie de muestreo de 28.27 m² y para la regeneración que va desde nivel de suelo hasta los 4.9 cm de diámetro se utilizó un círculo de 1 m a partir del centro teniendo una superficie de muestreo de 3 m² (Figura 4. 31).

Figura 4. 31. Diseño de muestreo.



En cada sitio se tomaron los parámetros siguientes:

- Sitio de 500 m²: Todos aquellos árboles por especie con diámetro a la altura del pecho (DAP) de 10 cm en adelante.
- Sitio de 28.27 m²: Todos aquellos arbustos por especie con diámetro entre 5 y 9.9 cm.
- Sitio de 3 m²: Se contabilizaron los individuos por especie con diámetros de 1 hasta 4.9 cm.
- Se anotó el nombre común de las especies presentes en el levantamiento de datos.
- El proceso de la información se realizó a través del programa Selva versión 2001 editado por el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias (INIFAP, sureste).

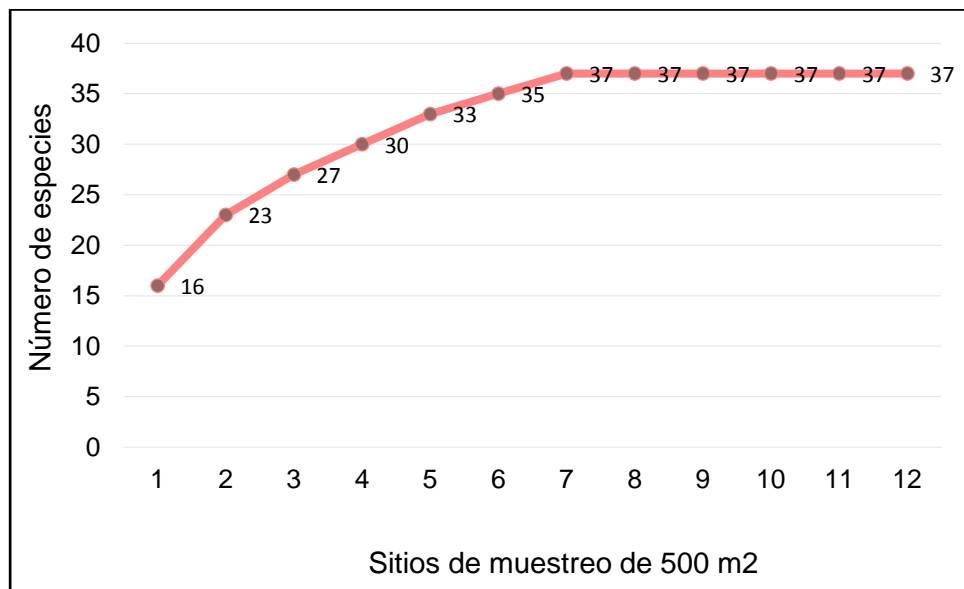
Es importante señalar que, una vez obtenida la información de campo, ésta fue procesada, clasificando el arbolado de acuerdo a su forma biológica o forma de vida, con el objetivo de obtener el listado florístico por estratos, situando así a cada individuo en el listado general según corresponda y de acuerdo a la siguiente clasificación: Estrato arbóreo, estrato arbustivo y estrato herbáceo.

De esta misma forma y con base en la distribución de cada individuo por sitio de muestreo, se elaboró la tabla correspondiente para obtener la frecuencia por sitio, ésta a su vez, sirvió para la obtención del Índice de Valor de Importancia (IVI) mismo que se presenta de forma detallada en el apartado correspondiente.

Curva de Especie Área para la Vegetación de Selva Mediana Subperennifolia

Ante la carencia de estudios específicos realizados en la zona que señalen el tamaño del área de muestreo que habrá de permitir el mejor entendimiento de la estructura de la selva mediana subperennifolia con vegetación secundaria arbórea, se realizó el análisis del área mínima necesaria. De esta manera, en la siguiente Figura 4. 32, se muestra la relación obtenida, en donde se representa la superficie muestreada en total de 12 sitios circulares de 500 m² cada uno, con relación al número de especies arbóreas encontradas, observándose el patrón típico en donde se alcanza un máximo de acumulación de especies y al alcanzar la asíntota la curva se mantiene más o menos constante, lo cual indica que se ha encontrado el mayor número de especies que ahí se distribuyen (Anexo 4.2).

Figura 4. 32. Curva de especies área para la vegetación de selva mediana subperennifolia / vegetación secundaria arbórea. Fuente: Elaboración propia.



De acuerdo con lo anterior, es evidente que para el estrato arbóreo de la selva mediana subperennifolia con vegetación secundaria arbórea que se distribuye en el Proyecto, se requiere una superficie mínima de muestreo del orden de los 3,500 m² (7 sitios). De acuerdo con los datos anteriores, se considera que los resultados obtenidos a través del presente estudio son válidos y representativos, ya que se ha alcanzado una superficie de muestreo de 6,000 m² (12 sitios).

Justificación de la representatividad del muestreo

De acuerdo con lo especificado en la Norma Oficial Mexicana NOM-SEMARNAT-152-SEMARNAT-2006, la cual indica que el inventario realizado deberá tener una confiabilidad mínima del 95% y un error de muestreo máximo del 10% a nivel predial, se tienen varios parámetros estadísticos que nos pueden indicar si un muestreo es suficiente para representar a la población bajo estudio.

Para este caso, se considera el tamaño de muestra (n), que indica el número de sitios necesarios y el error de muestreo (e%), que se refiere al porcentaje de error ocurrido durante dicho muestreo.

Para el cálculo del **error de muestreo** (E) se utilizó la siguiente fórmula:

$$E\% = \frac{t^2 CV}{\sqrt{n}}$$

Donde:

t = T de Student.

CV = Coeficiente de variación.

n = Muestra realizadas.

E% = Error del muestreo (%).

Aplicando la fórmula anterior al muestreo del Proyecto, se obtuvo el siguiente resultado:

$$e = \frac{1.7823^2 * 13.65}{\sqrt{12}} = 7\%$$

Por lo que, podemos inferir que de acuerdo a los datos obtenidos se tiene un error máximo del 7%, siendo mucho menor a lo requerido en la normatividad vigente, cumpliendo de esta manera, con la misma.

Con respecto al **tamaño de muestra**, se utilizó la siguiente fórmula:

$$n = \frac{t^2 s^2}{E^2}$$

Donde:

n = Tamaño óptimo de muestra.

$t^2_{(n-1)(\alpha/2)}$ = Valor elevado a cuadrado de t de Student.

s^2 = Varianza de la muestra.

E = Máximo error de muestreo permisible (10%).

Aplicando la fórmula anterior al muestreo del Proyecto, se obtuvieron los siguientes resultados:

Promedio	Varianza	Desviación estandar	t de Student	Muestra	Error permitido	Tamaño de muestra
16.2	4.87	2.20	1.7823	12	7	12

$$n = \frac{1.7823^2 * 13.64^2}{7^2} = 12 \text{ sitios}$$

Como podemos observar, aplicando una confiabilidad del 95% y un error permisible del 7%, de acuerdo a la variación del diámetro promedio de los sitios muestreados, y de acuerdo a la fórmula utilizada, se considera suficiente levantar 12 sitios, para el caso del presente estudio, se realizó la misma cantidad requerida (12 sitios), con lo cual, se da cumplimiento a los lineamientos especificados en la NOM-152-SEMARNAT-2006 (Anexo 4.2 y Anexo 4.3).

4.3.2.1.2.2 Resultados

Los resultados determinaron el registro de 50 especies de flora, distribuidas en 44 géneros y representadas en 27 familias. En la siguiente Tabla 4. 22, se presenta el listado florístico de las especies registradas en el Proyecto.

Tabla 4. 22. Lista de especies de flora registradas en el Proyecto, presentada por estrados.

Estrato arbóreo			
Número	Nombre común	Nombre científico	Familia
1	Alamo	<i>Ficus cotinifolia</i>	Moraceae
2	Boichic	<i>Coccoloba spicata</i>	Polygonaceae
3	Bojon	<i>Cordia gerascantus</i>	Boraginaceae
4	Bolchiche	<i>Coccoloba diversifolia</i>	Polygonaceae
5	Canchunup	<i>Thouinia paucidentata</i>	Sapindaceae
6	Chaca	<i>Burserra simaruba</i>	Burserraceae
7	Chacni	<i>Calyptanthes pallens</i>	Myrtaceae
8	Chacte-viga	<i>Caesalpinia violaceae</i>	Fabaceae
9	Chechen negro	<i>Metopium brownei</i>	Anacardiaceae
10	Chicozapote	<i>Manilkara zapota</i>	Zapotaceae
11	Ciricote	<i>Cordia dodecandra</i>	Boraginaceae
12	Cocoite blanco	<i>Gliricidia sepium</i>	Fabaceae
13	Eculub	<i>Drypetes lateriflora</i>	Euphorbiaceae
14	Granadillo	<i>Platimisia yucatanum</i>	Fabaceae
15	Guaya	<i>Melicocos oliviformis</i>	Sapindaceae
16	Guayacte	<i>Malpighia lundelli</i>	Malpigiaceae
17	Higo	<i>Ficus obtusifolia</i>	Moraceae
18	Higuillo	<i>Ficus padifolia</i>	Moraceae
19	Jabin	<i>Piscidia piscipula</i>	Fabaceae
20	Kanazin	<i>Lonchocarpus rugosus</i>	Fabaceae
21	Kaniste	<i>Pouteria campechiana</i>	Zapotaceae
22	Kitanche	<i>Caesalpinia gaumeri</i>	Fabaceae
23	Palo sol	<i>Blomia cupanioides</i>	Sapindaceae
24	Sac-chaca	<i>Dendropanax arboreus</i>	Araliaceae
25	Shuul blanco	<i>Lonchocarpus xuul</i>	Fabaceae
26	Sillil	<i>Diospyrus cuneata</i>	Ebenaceae
27	Sipche	<i>Bunchosia swartziana</i>	Malpighiaceae
28	Subinche	<i>Acacia dolichostachya</i>	Fabaceae
29	Tadzi	<i>Neea psychotrioides</i>	Hippocrataceae
30	Tamay	<i>Zuelania guidonia</i>	Flacourtaceae
31	Tres marías	<i>Forchhammeria trifoliata</i>	Capparidaceae
32	Tzalam	<i>Lysiloma latisiliquum</i>	Fabaceae
33	Uvasche	<i>Ottoschulzia pallida</i>	Icacinaceae
34	Ya'axnik	<i>Vitex gaumeri</i>	Vitaceae
35	Yaiti	<i>Gymnantes lucida</i>	Fabaceae
36	Zapote faisán	<i>Dypholis salicifolia</i>	Zapotaceae
Estrato arbustivo			
1	Dzidzilche	<i>Gymnopodium floribundum</i>	Poligonaceae
2	Palma Chit	<i>Thrinax radiata</i>	Arecaceae
3	Palma Nakas	<i>Coccothrinax readii</i>	Arecaceae

4	Flor de mayo	<i>Plumeria rubra</i>	Apocynaceae
5	Pata de vaca	<i>Bauhinia divaricata</i>	Fabaceae
6	Pamolche	<i>Jatropha gaumeri</i>	Euphorbiaceae
Estrato herbáceo			
1	Chilar	<i>Rivina humilis</i>	Palaemonoidea
2	Cicotria	<i>Psychotria nervosa</i>	Rubiaceae
3	Sac ak	<i>Cydista potosina</i>	Bignoniaceae
4	Serjania	<i>Serjania yucatanensis</i>	Sapindaceae
5	Xnantus	<i>Ichnanthus lanceolatus</i>	Poaceae
6	Yax ak	<i>Arrabidaea podopogon</i>	Bignoniaceae
7	Scleria	<i>Scleria lithrosperma</i>	Cyperaceae
8	Tulipan	<i>Malvabiscus arboreus</i>	Malvaceae

- **Vegetación con estatus especial**

En el Proyecto se identificaron 2 especies enlistadas dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010, siendo estas *Thrinax radiata* y *Coccothrinax readii*, las cuales se encuentran con un estatus identificado como de amenazadas (Tabla 4. 23).

Tabla 4. 23. Especies con categoría de riesgo registradas en el Proyecto y su estatus de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT -2010. A = Amenazada.

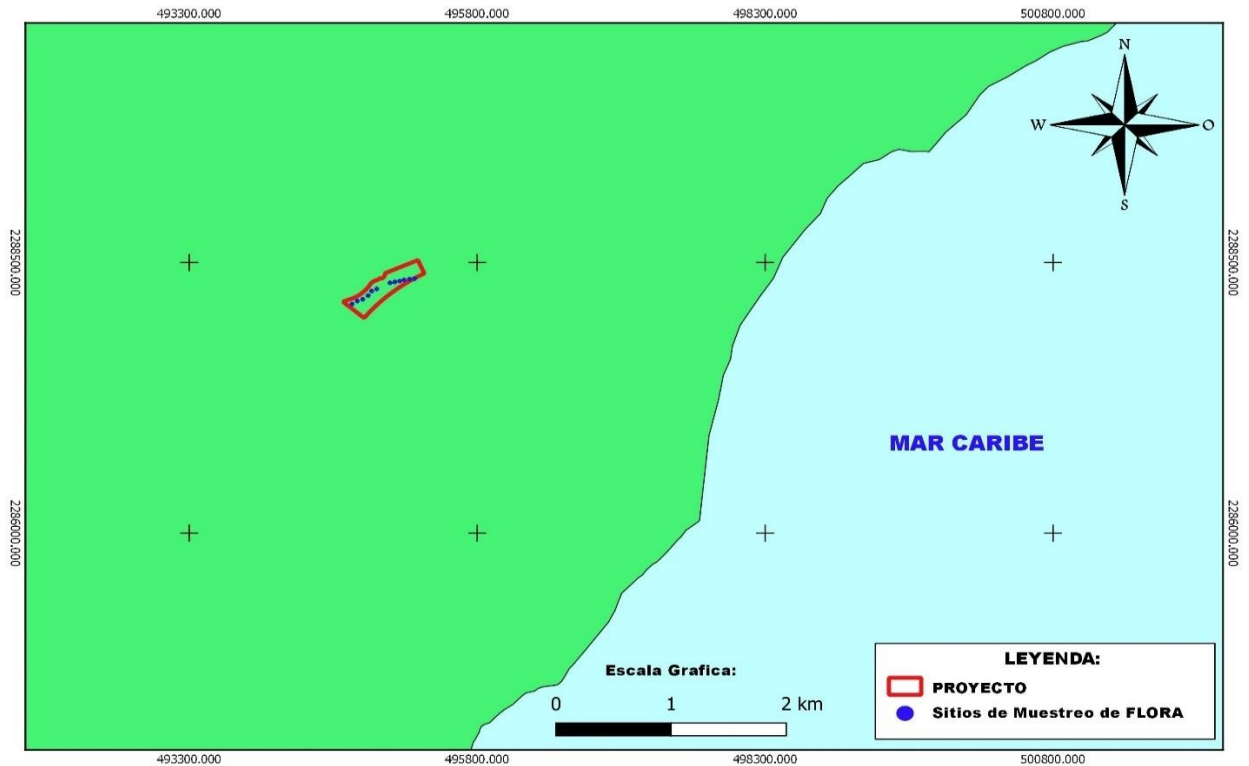
Nombre científico	Nombre común	Estrato	NOM-059-SEMARNAT-2010
<i>Thrinax radiata</i>	Palma chit	Arbustivo	A No endémica
<i>Coccothrinax readii</i>	Palma nakas	Arbustivo	A Endémica

En la siguiente Tabla 4. 33 y Tabla 4. 34 se presenta la distribución de los sitios de muestreo dentro del Proyecto.

Figura 4. 33. Distribución de los sitios de muestreo de flora dentro del Proyecto.



Figura 4. 34. Distribución de los sitios de muestreo de flora dentro del Proyecto.



- **Densidad absoluta**

Con base en los muestreos realizados, se obtuvieron 12 sitios con una superficie de 500 m² cada uno, por lo que se obtuvo una muestra de 6,000 m², así mismo a través del programa Excel se extrapoló a 10,000 m², que significa una hectárea (Anexo 4.2) el valor de la abundancia (densidad absoluta) se define como el número de individuos que fueron muestreados por unidad de área, extrapolando ésta a una hectárea. Por ello en la siguiente Tabla 4. 24 se muestran los resultados que se obtuvieron para este componente.

Tabla 4. 24. Densidad absoluta (abundancia) de individuos por hectárea para el Proyecto, estrato arbóreo.

Número	Nombre común	Nombre científico	Número de individuos por hectárea (densidad absoluta)
1	Alamo	<i>Ficus cotinifolia</i>	43
2	Boichic	<i>Coccoloba spicata</i>	22
3	Bojon	<i>Cordia gerascantus</i>	18
4	Bolchiche	<i>Coccoloba diversifolia</i>	10
5	Canchunup	<i>Thouinia paucidentata</i>	32
6	Chaca	<i>Burserra simaruba</i>	92
7	Chacni	<i>Calyptanthes pallens</i>	13
8	Chacte-viga	<i>Caesalpinia violaceae</i>	3
9	Chechen negro	<i>Metopium brownei</i>	48
10	Chicozapote	<i>Manilkara zapota</i>	5
11	Ciricote	<i>Cordia dodecandra</i>	3
12	Cocoite blanco	<i>Gliricidia sepium</i>	30

Número	Nombre común	Nombre científico	Número de individuos por hectárea (densidad absoluta)
13	Eculub	<i>Drypetes lateriflora</i>	2
14	Granadillo	<i>Platimisium yucatanum</i>	2
15	Guaya	<i>Melicocos oliviformis</i>	5
16	Guayacte	<i>Malpighia lundelli</i>	15
17	Higo	<i>Ficus obtusifolia</i>	3
18	Higuillo	<i>Ficus padifolia</i>	2
19	Jabin	<i>Piscidia piscipula</i>	20
20	Kanazin	<i>Lonchocarpus rugosus</i>	17
21	Kaniste	<i>Pouteria campechiana</i>	2
22	Kitanche	<i>Caesalpinia gaumeri</i>	20
23	Palo sol	<i>Blomia cupanioides</i>	5
24	Sac-chaca	<i>Dendropanax arboreus</i>	2
25	Shuul blanco	<i>Lonchocarpus xuul</i>	85
26	Silil	<i>Diospyrus cuneata</i>	37
27	Sipche	<i>Bunchosia swartziana</i>	23
28	Subinche	<i>Acacia dolichostachya</i>	10
29	Tadzi	<i>Neea psychotrioides</i>	50
30	Tamay	<i>Zuelania guidonia</i>	2
31	Tres marías	<i>Forchhammeria trifoliata</i>	2
32	Tzalam	<i>Lysiloma latisiliquum</i>	73
33	Uvasche	<i>Ottoschulzia pallida</i>	13
34	Ya'axnik	<i>Vitex gaumeri</i>	27
35	Yaiti	<i>Gymnantes lucida</i>	5
36	Zapote faisán	<i>Dypholis salicifolia</i>	2
Total			743

De la Tabla 4. 24, resulta evidente que se mantiene baja participación de especies arbóreas (con la presencia de individuos de 1 hasta 5 ind/ha) por lo que para el Proyecto se incluyen a 14 elementos florísticos de tipo arborescente y con una participación de hasta 743 ind/ha. Por otra parte, se confirma que las especies mejor representadas en el ecosistema en términos de densidad son: el chaca (*Bursera simaruba*) con 92 ind/ha, seguido por el shuul blanco (*Lonchocarpus xuul*) con 85 ind/ha, y tzalam (*Lysiloma latisiliquum*) con 73. Por lo tanto, son los elementos mejor representados en términos de densidad dentro de esta asociación.

Adicionalmente, la vegetación de selva mediana presenta un estrato arbustivo representado por aquellas especies con un DAP entre 5 y 9.9 cm. Por ello en la siguiente Tabla 4. 25 se anotan los valores de densidad para el predio del proyecto.

Tabla 4. 25. Densidad absoluta (abundancia) de individuos por hectárea para el Proyecto, estrato arbustivo.

Número	Nombre común	Nombre científico	Número de individuos por hectárea (densidad absoluta)
1	Dzidzilche	<i>Gymnopodium floribundun</i>	7
2	Palma Chit	<i>Thrinax radiata</i>	2
3	Palma Nakas	<i>Coccothrinax readii</i>	2
4	Flor de mayo	<i>Plumeria rubra</i>	2
5	Pata de vaca	<i>Bauhinia divaricata</i>	2
6	Pomolche	<i>Jatropha gaumeri</i>	2
Total			17

De acuerdo con los valores de la Tabla 4. 25, se identificó que existe una baja participación de los elementos considerados arbustivos, ya que se puede observar en este estrato la presencia de al menos cinco especies con 2 ind/ha de un total de 17 ind/ha para el Proyecto. De éstas, el dzidzilche (*Gymnopodium floribundum*) es la que registra mayor densidad (7 ind/ha).

Tabla 4. 26. Densidad absoluta (abundancia) de individuos por hectárea para el Proyecto, estrato herbáceo.

Número	Nombre común	Nombre científico	Número de individuos por hectárea (densidad absoluta)
1	Chilar	<i>Rivina humilis</i>	32
2	Cicotria	<i>Psychotria nervosa</i>	3
3	Sac ak	<i>Cydista potosina</i>	22
4	Serjania	<i>Serjania yucatanensis</i>	2
5	Xnantus	<i>Ichnanthus lanceolatus</i>	15
6	yax ak	<i>Arrabidaea podopogon</i>	30
7	Scleria	<i>Scleria lithrosperma</i>	2
8	Tulipancillo	<i>Malvabiscus arboreus</i>	5
Total			111

De acuerdo con los valores de la Tabla 4. 26, se puede observar que existe una baja participación de los elementos considerados herbáceos, ya que se puede observar en este estrato la presencia de al menos cuatro especies de entre 2 y 5 ind/ha de un total de 111 ind/ha para el Proyecto. De éstos el chilar (*Rivina humilis*), yax ak (*Arrabidaea podopogon*) y sac ak (*Cydista potosina*), comparten los más altos valores de densidad con 32, 30 y 22 ind/ha, respectivamente.

- **Índice de diversidad de Shannon-Weaver y Equitatividad**

Los cálculos de la prueba de diversidad de Shannon-Weaver, se realizaron por medio del paquete BioDiversity Pro, así también se calculó el valor de equitatividad (J). Los muestreos se llevaron a cabo en tres estratos: herbáceo; arbustivo y arbóreo; en función de la forma biológica de las especies. La superficie del levantamiento de datos para el cálculo de los índices fue de 3 m², 28 m² y 500 m², en cada uno de los sitios y los resultados fueron los siguientes:

Estrato arbóreo

Para el estrato arbóreo en el Proyecto, los resultados indicaron que éste cuenta con una diversidad moderada ya que el resultado obtenido es de 4.38, lo que es entendible en virtud de que para este estrato se reportó la mayor cantidad de especies y éstas se encontraron en buen estado de conservación. En cuanto a los datos de “J”, sus valores también fueron considerados moderados, con 0.849 (Tabla 4. 27).

Tabla 4. 27. Resumen de resultados del análisis de diversidad y equitatividad, para el estrato arbóreo.

Index	Resultados
Shannon H' Log Base 2.	4.387
Shannon Hmax Log Base 2.	5.169
Shannon J'	0.849

En la siguiente Tabla 4. 28 se presenta el listado florístico reportado para este estrato, así como el registro de individuos por especies.

Tabla 4. 28. Lista de especies registradas en el estrato arbóreo, para el Proyecto.

Número	Nombre común	Nombre científico	Total de individuos por hectárea
1	Alamo	<i>Ficus cotinifolia</i>	43
2	Boichic	<i>Coccoloba spicata</i>	22
3	Bojon	<i>Cordia gerascantus</i>	18
4	Bolchiche	<i>Coccoloba diversifolia</i>	10
5	Canchunup	<i>Thouinia paucidentata</i>	32
6	Chaca	<i>Burserra simaruba</i>	92
7	Chacni	<i>Calyptranthes pallens</i>	13
8	Chacte-viga	<i>Caesalpinia violaceae</i>	3
9	Chechen negro	<i>Metopium brownei</i>	48
10	Chicozapote	<i>Manilkara zapota</i>	5
11	Ciricote	<i>Cordia dodecandra</i>	3
12	Cocoite blanco	<i>Gliricidia sepium</i>	30
13	Eculub	<i>Drypetes lateriflora</i>	2
14	Granadillo	<i>Platimisia yucatanum</i>	2
15	Guaya	<i>Melicocos oliviformis</i>	5
16	Guayacte	<i>Malpighia lundelli</i>	15
17	Higo	<i>Ficus obtusifolia</i>	3
18	Higuillo	<i>Ficus padifolia</i>	2
19	Jabin	<i>Piscidia piscipula</i>	20
20	Kanazin	<i>Lonchocarpus rugosus</i>	17
21	Kaniste	<i>Pouteria campechiana</i>	2
22	Kitanche	<i>Caesalpinia gaumeri</i>	20
23	Palo sol	<i>Blomia cupanioides</i>	5
24	Sac-chaca	<i>Dendropanax arboreus</i>	2
25	Shuul blanco	<i>Lonchocarpus xuul</i>	85
26	Silil	<i>Diospyrus cuneata</i>	37
27	Sipche	<i>Bunchosia swartziana</i>	23
28	Subinche	<i>Acacia dolichostachya</i>	10
29	Tadzi	<i>Neea psychotrioides</i>	50
30	Tamay	<i>Zuelania guidonia</i>	2
31	Tres marías	<i>Forchhammeria trifoliata</i>	2
32	Tzalam	<i>Lysiloma latisiliquum</i>	73
33	Uvasche	<i>Ottoschulzia pallida</i>	13
34	Ya'axnik	<i>Vitex gaumeri</i>	27
35	Yaiti	<i>Gymnanthes lucida</i>	5
36	Zapote faisán	<i>Dypholis salicifolia</i>	2
Total			743

Estrato arbustivo

Para el estrato arbustivo en el Proyecto, los resultados indicaron que éste cuenta con una diversidad considerada como baja (2.34). Es importante mencionar que en este estrato se registran dos especies de palmas, con escasa presencia, enlistadas en la Norma Oficial Mexicana 059-SEMARNAT-2010. En cuanto a los datos de "J" sus valores fueron considerados altos (0.906), por lo que las especies son equitativas (Tabla 4. 29).

Tabla 4. 29. Resumen de resultados del análisis de diversidad y equitatividad, para el estrato arbustivo.

Index	Resultados
Shannon H' Log Base 2.	2.343
Shannon Hmax Log Base 2.	2.585
Shannon J'	0.906

En la siguiente Tabla 4. 30 se presenta el listado florístico reportado para este estrato, así como el número de registro por especie.

Tabla 4. 30. Lista de especies registradas en el estrato arbustivo, para el Proyecto.

Número	Nombre común	Nombre científico	Total de individuos por hectárea
1	Dzidzilche	<i>Gymnopodium floribundum</i>	7
2	Palma Chit	<i>Thrinax radiata</i>	2
3	Palma Nakas	<i>Coccothrinax readii</i>	2
4	Flor de mayo	<i>Plumeria rubra</i>	2
5	Pata de vaca	<i>Bauhinia divaricata</i>	2
6	Pamolche	<i>Jatropha gaumeri</i>	2
Total			17

Estrato herbáceo

Para el estrato herbáceo, en el Proyecto los resultados indicaron que éste cuenta con una diversidad considerada como baja (2.43). En cuanto a los datos de “J” su valor fue considerado como altos, ya que éste fue de 0.811 (Tabla 4. 31).

Tabla 4. 31. Resumen de resultados del análisis de diversidad y equitatividad, para el estrato herbáceo.

Index	Resultados
Shannon H' Log Base 2.	2.431
Shannon Hmax Log Base 2.	3.000
Shannon J'	0.811

En la siguiente Tabla 4. 32 se presenta el listado florístico reportado para este estrato, así como el número de registro por especie.

Tabla 4. 32. Lista de especies registradas en el estrato herbáceo, para el Proyecto.

Número	Nombre común	Nombre científico	Total de individuos por hectárea
1	Chilar	<i>Rivina humilis</i>	32
2	Cicotria	<i>Psychotria nervosa</i>	3
3	Sac ak	<i>Cydista potosina</i>	22
4	Serjania	<i>Serjania yucatanensis</i>	2
5	Xnantus	<i>Ichnanthus lanceolatus</i>	15
6	yax ak	<i>Arrabidea podopogon</i>	30
7	Scleria	<i>Scleria lithrosperma</i>	2
8	Tulipancillo	<i>Malvabiscus arboreus</i>	5
Total			111

- **Índice de valor de importancia**

El Índice de Valor de Importancia (IVI), fue desarrollado por Curtis & McIntosh (1951) y aplicado por Pool, et al (1977), Cox (1981), Cintrón & Schaeffer-Novelli (1983) y Corella, et al (2001). Es un índice sintético estructural, desarrollado principalmente para jerarquizar la dominancia de cada especie en rodales mezclados y se calcula de la siguiente manera:

$$IVI = \text{Dominancia Relativa} + \text{Densidad Relativa} + \text{Frecuencia Relativa}$$

Específicamente para el Proyecto se realizó la aplicación de cada una de las fórmulas de cada uno de los parámetros señalados, aplicados a los tres estratos (herbáceo, arbustivo y arbóreo), los resultados obtenidos se presentan a continuación.

Estrato arbóreo

De acuerdo al IVI, se tiene que en el estrato arbóreo las tres especies que presentaron el valor más alto fueron: El chaca (*Burserra simaruba*) con 28.97, seguido por el tzalam (*Lysiloma latisiliquum*) con el 26.90 y en tercer lugar el chechem negro (*Metopium brownei*) con 21.75; es común encontrar a las especies previamente mencionadas en estas zonas del estado, por lo que son consideradas características. En la siguiente Tabla 4. 33 se presentan las estimaciones de dominancia relativa, densidad relativa, frecuencia relativa e IVI, para el estrato arbóreo.

Tabla 4. 33. Dominancia relativa, densidad relativa, frecuencia relativa e IVI estimadas para el estrato arbóreo del Proyecto.

Número	Nombre común	Nombre científico	Dominancia relativa	Densidad relativa	Frecuencia relativa	IVI
1	Alamo	<i>Ficus cotinifolia</i>	6.3215	5.8427	5.8480	18.0121
2	Boichic	<i>Coccoloba spicata</i>	2.5039	2.9213	3.5088	8.9340
3	Bojon	<i>Cordia gerascantus</i>	3.8719	2.4719	4.6784	11.0222
4	Bolchiche	<i>Coccoloba diversifolia</i>	0.8964	1.3483	1.7544	3.9991
5	Canchunup	<i>Thouinia paucidentata</i>	3.2002	4.2697	5.2632	12.7331
6	Chaca	<i>Burserra simaruba</i>	9.6007	12.3596	7.0175	28.9778
7	Chacni	<i>Calyptanthes pallens</i>	3.9188	1.7978	1.7544	7.4709
8	Chacte-viga	<i>Caesalpinia violaceae</i>	0.5556	0.4494	0.5848	1.5898
9	Chechen negro	<i>Metopium brownei</i>	8.8007	6.5169	6.4327	21.7503
10	Chicozapote	<i>Manilkara zapota</i>	8.0673	0.6742	1.7544	10.4958
11	Ciricote	<i>Cordia dodecandra</i>	0.8346	0.4494	1.1696	2.4537
12	Cocoite blanco	<i>Gliricidia sepium</i>	3.3879	4.0449	4.0936	11.5264
13	Eculub	<i>Drypetes lateriflora</i>	0.2000	0.2247	0.5848	1.0095
14	Granadillo	<i>Platimisia yucatanum</i>	0.9877	0.2247	0.5848	1.7972
15	Guaya	<i>Melicocos oliviformis</i>	0.8964	0.6742	1.7544	3.3249
16	Guayacte	<i>Malpighia lundelli</i>	1.4939	2.0225	2.9240	6.4404
17	Higo	<i>Ficus obtusifolia</i>	2.1779	0.4494	1.1696	3.7970
18	Higuillo	<i>Ficus padifolia</i>	0.2469	0.2247	0.5848	1.0564
19	Jabin	<i>Piscidia piscipula</i>	5.3485	2.6966	3.5088	11.5539
20	Kanazin	<i>Lonchocarpus rugosus</i>	2.0866	2.2472	2.9240	7.2577
21	Kaniste	<i>Pouteria campechiana</i>	0.4840	0.2247	0.5848	1.2935
22	Kitanche	<i>Caesalpinia gaumeri</i>	1.4223	2.6966	2.3392	6.4581
23	Palo sol	<i>Blomia cupanioides</i>	0.7112	0.6742	1.1696	2.5549
24	Sac-chaca	<i>Dendropanax arboreus</i>	0.3556	0.2247	0.5848	1.1651
25	Shuul blanco	<i>Lonchocarpus xuul</i>	3.5558	11.4607	5.8480	20.8644
26	Silil	<i>Diospyrus cuneata</i>	2.3903	4.9438	4.6784	12.0125
27	Sipche	<i>Bunchosia swartziana</i>	1.7285	3.1461	4.0936	8.9682
28	Subinche	<i>Acacia dolichostachya</i>	1.4520	1.3483	1.7544	4.5547
29	Tadzi	<i>Neea psychotrioides</i>	3.5558	6.7416	5.8480	16.1453
30	Tamay	<i>Zuelania guidonia</i>	0.4173	0.2247	0.5848	1.2268
31	Tres marias	<i>Forchhammeria trifoliata</i>	0.0617	0.2247	0.5848	0.8712
32	Tzalam	<i>Lysiloma latisiliquum</i>	11.7564	9.8876	5.2632	26.9072
33	Uvasche	<i>Ottoschulzia pallida</i>	1.4223	1.7978	2.3392	5.5593
34	Ya'axnik	<i>Vitex gaumeri</i>	4.4448	3.5955	4.6784	12.7186
35	Yaiti	<i>Gymnantes lucida</i>	0.5976	0.6742	1.1696	2.4413
36	Zapote faisán	<i>Dypholis salicifolia</i>	0.2469	0.2247	0.5848	1.0564
Total			100	100	100	300

Estrato arbustivo

Para este estrato las especies que registraron el IVI más alto fueron: El dzibzilche (*Gymnopodium floribundum*) con 112.38, seguido por la flor de mayo (*Plumeria rubra*) con 49.21 y la palma chit (*Thrinax radiata*) con 37.99, estas especies son consideradas comunes, por lo que se encuentran muy bien representadas en este estrato, de igual manera no tienen ningún problema de adaptación en este tipo de terrenos. En la siguiente Tabla 4. 34 se presentan las estimaciones de dominancia relativa, densidad relativa, frecuencia relativa e IVI, para el estrato arbóreo.

Tabla 4. 34. Dominancia relativa, densidad relativa, frecuencia relativa e IVI estimadas para el estrato arbustivo del Proyecto.

Número	Nombre común	Nombre científico	Dominancia relativa	Densidad relativa	Frecuencia relativa	IVI
1	Dzidzilche	<i>Gymnopodium floribundum</i>	39.3700	44.4440	28.5710	112.3850
2	Palma Chit	<i>Thrinax radiata</i>	12.5980	11.1110	14.2860	37.9950
3	Palma Nakas	<i>Coccothrinax readii</i>	9.6460	11.1110	14.2860	35.0430
4	Flor de mayo	<i>Plumeria rubra</i>	23.8190	11.1110	14.2860	49.2160
5	Pata de vaca	<i>Bauhinia divaricata</i>	4.9210	11.1110	14.2860	30.3180
6	Pamolche	<i>Jatropha gaumeri</i>	9.6460	11.1110	14.2860	35.0430
Total			100	100	100	300

Estrato herbáceo

De acuerdo a IVI, se tiene que en el estrato herbáceo las tres especies que presentaron el valor más alto fueron: El chilar (*Rivina humilis*) con 72.96, seguido por el sac ak (*Cydista potosina*) con 63.87 y en tercer lugar el yax ak (*Arrabidea podopogon*) con 64.61; estas especies son comunes y no tienen ningún problema de adaptación. En la siguiente Tabla 4. 35 se presentan las estimaciones de dominancia relativa, densidad relativa, frecuencia relativa e IVI, para el estrato herbáceo.

Tabla 4. 35. Dominancia relativa, densidad relativa, frecuencia relativa e IVI estimadas para el estrato herbáceo del Proyecto.

Número	Nombre común	Nombre científico	Dominancia relativa	Densidad relativa	Frecuencia relativa	IVI
1	Chilar	<i>Rivina humilis</i>	24.1779	28.7879	20.0000	72.9658
2	Cicotria	<i>Psychotria nervosa</i>	9.6712	3.0303	8.0000	20.7015
3	Sac ak	<i>Cydista potosina</i>	24.1779	19.6970	20.0000	63.8749
4	Serjania	<i>Serjania yucatanensis</i>	4.8356	1.5152	4.0000	10.3507
5	Xnantus	<i>Ichnanthus lanceolatus</i>	3.0948	13.6364	16.0000	32.7311
6	yax ak	<i>Arrabidea podopogon</i>	19.3424	27.2727	16.0000	62.6151
7	Scleria	<i>Scleria lithrosperma</i>	0.1934	1.5152	4.0000	5.7086
8	Tulipancillo	<i>Malvabiscus arboreus</i>	14.5068	4.5455	12.0000	31.0522
Total			100	100	100	300

4.3.2.2. Fauna

4.3.2.2.1. Caracterización Ambiental de la Fauna en la Cuenca Hidrológica Forestal y el Sistema Ambiental Regional

Ciudad Mayakoba, macroproyecto del que forma parte el proyecto Corazón Ciudad Mayakoba, se encuentra actualmente rodeado por diversos desarrollos turísticos, residenciales y de interés social, como colindancias (ejemplo las colonias La Guadalupana, La toscana, fraccionamientos Playa del Sol, El Cantil, SacBe, Los Picaros), que reflejan el crecimiento demográfico y la tendencia de expansión urbana que el municipio de Solidaridad ha tenido en los últimos años. La superficie del proyecto Ciudad Mayakoba queda comprendida casi en su totalidad (81%), en la Zona de Reserva Urbana Norte de Playa del Carmen y el resto (19%) en la Zona Urbana de Playa del Carmen. Por esta ubicación, el SAR de Ciudad Mayakoba denominado Unidad Suburbana Norte, corresponde a los límites administrativos que señala el Programa de Desarrollo Urbano de Playa del Carmen (PDU, publicado en diciembre de 2010 con actualización de enero de 2011. Lo anterior se fundamenta en que los impactos actuales en el SAR, son en su mayoría resultado del desarrollo de infraestructura y asentamientos humanos.

El macroproyecto Ciudad Mayakoba (antes “El Ximbal”) fue autorizado mediante oficio número SGPA/DGIRA/DG/04219, con fecha 19 de junio de 2013, desde entonces y de forma anual, siendo establecida como una de las obligaciones adquiridas a través de la autorización obtenida, el proyecto debe llevar a cabo y presentar un informe con los resultados obtenidos de la implementación del monitoreo de fauna vertebrada y de vegetación.

Como ya se fue mencionado el SAR de Ciudad Mayakoba corresponde a un entorno urbano y suburbano, donde los efectos de presión del desarrollo y las tendencias de cambio en el paisaje son del entorno hacia el Proyecto, esto se ve reflejado en el número de especies registradas en cada monitoreo, evidenciado por los resultados en los mismos.

A continuación, se presenta un resumen de los resultados obtenidos, para la fauna vertebrada, en los periodos comprendidos de 2018-2019 y 2020-2021 (Anexo 4.1).

Fauna de Ciudad Mayakoba en el periodo 2018-2019

El monitoreo de fauna vertebrada realizada en el proyecto Ciudad Mayakoba para el Sexto Informe de Cumplimientos que cubre el periodo agosto 2018 – julio 2019 contó con un registro de 95 especies pertenecientes a 4 clases taxonómicas. Esta fauna estuvo representada por 4 especies de anfibios, 16 especies de reptiles, 62 especies de aves y 13 especies de mamíferos. El grupo taxonómico mejor representado son las aves con el 65.26%, le siguen los reptiles con el 16.84%, los mamíferos con el 13.68%, y los anfibios con el 4.21%.

Fauna de Ciudad Mayakoba en el periodo 2020-2021

El monitoreo de fauna más reciente que se incluyó en el octavo Informe Anual de Cumplimiento de Términos y condicionantes derivado de la autorización arriba referida, que cubre el periodo agosto 2020 – julio 2021 arrojó un registro de 270 individuos, que correspondieron a 4 clases taxonómicas, 19 órdenes, 44 familias, 66 géneros y 74 especies de vertebrados. Las aves representaron el grupo más diverso dentro del proyecto con 35 especies y 171 del total de los registros. Específicamente 6 especies de anfibios, 17 especies de reptiles, 38 especies de aves y 11 especies de mamíferos. Por clase taxonómica estudiada los registros están representados en un 63.33% por las aves, 19.29% para los reptiles, 11.48% para los mamíferos, y 5.92% para los anfibios. La mayor frecuencia de observación la presentó la golondrina común *Hirundo rustica* con 14 registros. Se identificaron 6 especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010, 3 se encuentran en la categoría de sujeta a protección especial y 3 especies en la categoría de amenazadas. El índice de biodiversidad para las especies de vertebrados registrados siguiendo a Shannon-Wiener es de; $H=0.031800054$, y $H_{max}= 4.077537444$. La Equitatividad es de $J'= 0.007798838$.

Proyecto Corazón Ciudad Mayakoba

Para la caracterización ambiental de la fauna en la unidad de análisis (SAR), con el fin de contar con datos más robusto, y de diferentes temporalidades, se optó por utilizar la información que ha sido generada, a través del monitoreo de la fauna vertebrada, establecido para el proyecto Ciudad Mayakoba, para los dos periodos presentados previamente, que corresponden con los años 2018 – 2019 y 2020 – 2021.

En la siguiente Tabla 4. 36, se presentan las coordenadas de los sitios de muestreo utilizados en el monitoreo de la fauna correspondientes al proyecto Ciudad Mayakoba.

Tabla 4. 36. Coordenadas de los sitios de monitoreo de la fauna correspondientes al proyecto Ciudad Mayakoba.

Punto	UTM		UTM	
	E	N	E	N
1 y 2	494602	2288768	495284	2287955
3	495652	2289210		
4	495138	2287717		
5 y 6	495305	2287970	495323	2287905
7	494292	2288413		
8 y 9	494613	2288734	495722	2289208
10	495008	2289411		
11 y 12	495241	2287966	495617	228971
13 y 14	496611	2288666	495516	2287979
15 y 16	495701	2289222	495157	2287776
17 y 18	495570	2287016	495220	2287247
19 y 20	495074	2287674	494975	2287960
21 y 22	494967	2288408	495042	2288210
23 y 24	495022	2288122	494815	2288226
25	494548	2288630		
26 y 27	496633	2288522	494892	2289177
28	496494	2288486		
29 y 30	494884	228797	495010	2287943
31	494051	2288079		
32	495754	2287658		
33	496466	2288825		
34 y 35	495771	2287381	496066	2287885
36	494917	2289163		

Punto	UTM		UTM	
	E	N	E	N
37 y 38	494690	2288161	494397	2288279
39 y 40	494602	2288768	494870	2288372
41	495116	2289489		
42 y 43	496654	2284554	495509	2288993
62	494586	2288746	495718	2289210
63	494586	2288746		
64	494586	2288746		
65	495718	2289210		
66	495440	2289552	495984	2289159
67	494181	2288359	494605	2288148
68	496144	2288891	496151	2288888
69	496137	2288895		
70	495695	2289154		
71	495360	2287916		
72	495125	2287736	496005	2287615
73	494730	2288342		
74	495582	2288123		

4.3.2.2.2. Metodología

Como se ha manifestado para el caso de la fauna, ésta se ha monitoreado de forma anual para integrar los informes correspondientes del proyecto Ciudad Mayakoba. Por lo que, durante los meses de agosto a julio de cada año, se realizan actividades enfocadas a los cuatro grupos de fauna presentes en el predio. A continuación, se describe la metodología para cada grupo.

- **Aves**

Las aves se muestrearon durante 5 días, en los meses de marzo y agosto de 2018 – 2019 y 2020 – 2021, siguiendo brechas ya establecidas y en la cual se tomaron puntos de muestreo y a través de conteos por contacto visual en distancia limitada (Ralph, J & M Scott, 1981). La identificación de las especies se llevó a cabo mediante el uso de binoculares y guías de campo de aves de la región (Aves Comunes de la Península de Yucatán 2008). De antemano, se reconoce que durante las primeras horas de la mañana es cuando se registran la mayor cantidad de aves y que en las horas del mediodía estos organismos bajan notoriamente su actividad y la reinician al atardecer una vez que las condiciones ambientales son menos extremas.

- **Anfibios y reptiles**

Para el registro de anfibios y reptiles de la zona, se empleó el método de búsqueda generalizada que consiste en recorrer la zona de estudio en un tiempo determinado revisando acumulaciones de hojarasca, troncos, piedras, así como los arbustos de denso follaje del área, teniendo como ayuda el uso de guías de campo de anfibios y reptiles de la región (Anfibios y Reptiles de Sian Ka'an 2008). Los muestreos se efectuaron sobre el mismo transecto o brecha ya establecida y en la cual se tomaron puntos de muestreo durante 5 días en los meses de marzo a agosto de 2018 – 2019 y 2020 – 2021, realizándose en dos diferentes horarios, 7:00 a 9:00 am y 7:00 a 9:00 pm, con el fin de registrar especies diurnas y nocturnas. Los registros se realizaron mediante inspecciones visuales, búsqueda directa y la utilización de ganchos herpetológicos. Para el caso de anfibios se incluyó el registro auditivo, ya que estos tienen un canto característico.

- **Mamíferos**

Para el caso de los mamíferos, se realizaron recorridos y monitoreos puntuales durante 5 días, a lo largo del transecto señalado en el punto de aves y anfibios y reptiles, durante los meses de marzo y agosto de 2018 – 2019 y 2020 - 2021 y se registraron las observaciones directas, las cuales incluyeron: animales vistos, escuchados u olidos, así como observaciones indirectas como: huellas, excretas, rascaderos, comederos, etc., (Gates, 1983). Adicionalmente se instaló una serie de trampas de las denominadas Sherman (6 en total) y Tomahawk (2 en total) con la intención de capturar roedores y mamíferos de talla chica y mediana, además de recopilar una amplia información de la fauna existente a través de la entrevista con los trabajadores del Proyecto. También se emplearon binoculares, cámara fotográfica y guías de campo ilustradas (guía completa de 2008). Mediante el monitoreo establecido se pudo conocer la preferencia de hábitat para las especies (Anexo 4.1). En el caso de las huellas, estas fueron medidas y comparadas con un manual de identificación (huellas y otros rastros de los mamíferos grandes y medianos de México 2000).

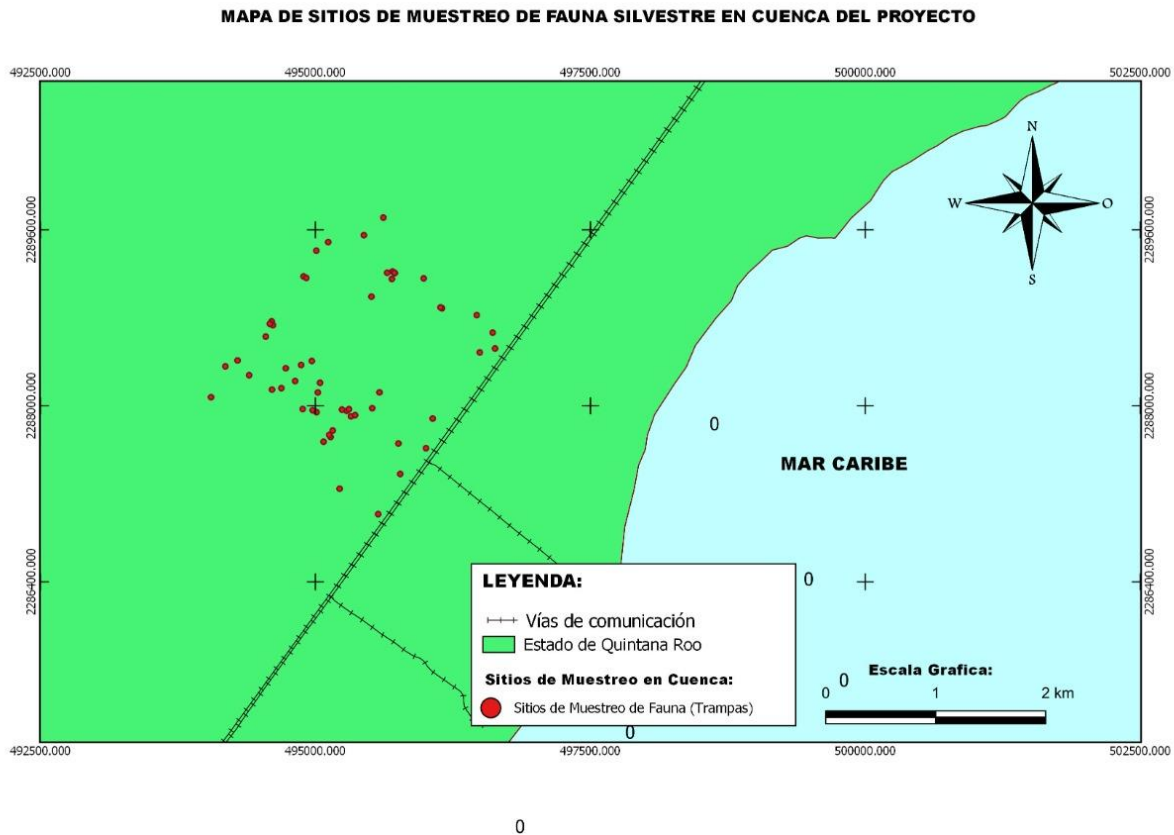
Se contó con GPS Garmin 60 empleando el Datum WGS-84 para documentar la posición geográfica de los diferentes transectos.

Cámara trampa

Se instalaron cámaras trampa o cámara de sensor al movimiento con un mecanismo para obtener una fotografía natural de los posibles individuos que se pudiesen registrar, este método es nuevo e innovador ya que al colocarlas en un lugar específico se deja por 12 horas activadas, que posteriormente se recarga para volver a dejarlas en función. Estas cámaras son de gran ayuda debido a que algunas especies son de difícil observación debido a que huyen a la presencia de personas. Estas trampas se colocan generalmente por la tarde o noche y se levantan al amanecer. Esto llevará a tener un registro con más exactitud de las especies encontradas y poder determinar si es necesaria su captura.

En la siguiente Figura 4. 35 se presenta la distribución de los sitios de monitoreo de la fauna correspondientes al proyecto Ciudad Mayakoba, utilizados para establecer el registro de fauna dentro de la unidad de análisis (SAR).

Figura 4. 35. Distribución de los sitios de monitoreo de la fauna correspondientes al proyecto Ciudad Mayakoba.



4.3.2.2.3. Resultados

Los resultados derivados de los monitoreos realizados al proyecto Ciudad Maykoba determinaron el registro de 74 especies de fauna, distribuidas en 66 géneros y representadas en 44 familias (Anexo 4.1). En la siguiente Tabla 4. 37 se presenta el listado faunístico de las especies registradas en la unidad de análisis.

Tabla 4. 37. Lista de especies de fauna registradas en la unidad de análisis. M = migratoria. R = residente.

Número	Clase	Familia	Nombre científico	Nombre común	M	R
1	Aves	Cathartidae	<i>Coragyps atratus</i>	Zopilote		X
2			<i>Cathartes aura</i>	Aura		X
3		Accipitridae	<i>Rupornis magnirostris</i>	Aguililla Caminera		X
4		Cracidae	<i>Ortalis vetula</i>	Chcachalaca		X
5		Columbidae	<i>Columbina passerina</i>	Tortolita		X
6			<i>Patagioenas flavirostris</i>	Paloma Morada		X
7			<i>Zenaida asiatica</i>	Paloma De Alas Blancas		X
8		Psittacidae	<i>Amazona albifrons</i>	Perico Frente Blanca		X
9			<i>Aratinga nana</i>	Perico Pecho Sucio		X
10		Cuculidae	<i>Crotophaga sulcirostris</i>	Garrapatero		X
11			<i>Piaya cayana</i>	Cucu		X
12		Caprimulgidae	<i>Chordeiles minor</i>	Chotacabra zumbón		X
13		Trochilidae	<i>Chlorostilbon canivetii</i>	Colibrí esmeralda		X
14		Trogonidae	<i>Trogon melanocephalus</i>	Trogon		X
15			<i>T. melanocephalus</i>	Trogon		X
16		Momotidae	<i>Eumomota supersilliosa</i>	Mot mot		X
17		Picidae	<i>Melanerpes aurifrons</i>	Carpintero frentiamarilla		X
18			<i>M. pygmaeus</i>	Carpintero enano		X
19		Cardinalidae	<i>Piranga rubra</i>	Piranga roja		X
20		Parulidae	<i>Parula americana</i>	Parula nortea		X
21		Vireonidae	<i>Vireo magister</i>	Vireo yucateco		X
22		Tyrannidae	<i>Megarynchus pitangua</i>	Luis piquigrueso		X
23			<i>Myiozetetes similis</i>	Luis gregario		X
24			<i>Pitangus sulphuratus</i>	Luis		X
25			<i>Tyrannus melancholicus</i>	Tirano		X
26			<i>T. couchi</i>	Tirano salvador		X
27		Hirundinidae	<i>Hirundo rustica</i>	Golondrina		X
28		Corvidae	<i>Cyanocorax yucatanicus</i>	Chara azul		X
29			<i>Psilorhinus morio</i>	Pepe		X
30		Mimidae	<i>Mimus gilvus</i>	Cenzontle tropical		X
31		Tyriridae	<i>Pachyrampus aglaiae</i>	Cabezón degollado		X
32			<i>Tytira semifasciata</i>	Titira puerquito		X
33		Icteridae	<i>Dives dives</i>	Tordo cantor		X
34			<i>Icterus auratus</i>	Bolsero yucateco		X
35			<i>I. dominicensis</i>	Bolsero dominico		X
36			<i>I. gularis</i>	Bolsero de Altamira		X
37			<i>Quiscalus mexicanus</i>	Zanate		X
38			<i>Molothrus aeneus</i>	Tordo ojo rojo		X
39		Phyllostomidae	<i>Artibeus jamaicensis</i>	Murciélago frutero		X
40	<i>A. intermedius</i>		Murciélago		X	
41	<i>Carollia sowelli</i>		Murciélago frutero de cola corta		X	
42	Emballonuridae	<i>Peropteryx macrotis</i>	Murciélago perro mayor		X	
43	Didelphidae	<i>Didelphis virginiana</i>	Tlacuache común		X	
44		<i>D. marsupialis</i>	Tlacuache		X	
45	Cricetidae	<i>Peromyscus yucatanicus</i>	Ratón yucateco		X	
46		<i>Oryzomys couesi</i>	Rata arrocera		X	
47	Dasyproctidae	<i>Dasyprocta punctata</i>	Cereque		X	
48	Mephitidae	<i>Spilogale putorius</i>	Zorrillo manchado		X	
49	Sciuridae	<i>Sciurus yucatanensis</i>	Ardilla yucateca		X	
50	Canidae	<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	Zorra gris		X	
51	Procyonidae	<i>Nasua narica</i>	Tejón, coati, pizote		X	
52	Reptiles	Bataguridae	<i>Rhinoclemmys areolata</i>	Tortuga mojina		X
53		Kinosternidae	<i>Kinosternon scorpioides</i>	Pochitoque		X
54		Gekkonidae	<i>Hemidactylus frenatus</i>	Cuija, besucona		X
55		Corytophanidae	<i>Basiliscus vittatus</i>	Tolok		X

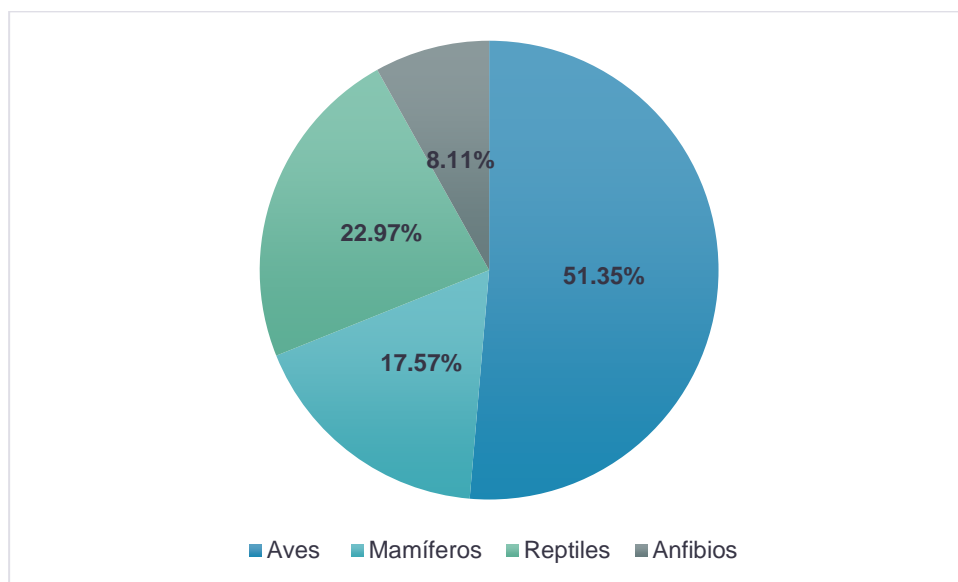
Número	Clase	Familia	Nombre científico	Nombre común	M	R	
56		Iguanidae	<i>Ctenosaura similis</i>	Iguana rallada, garrobo		X	
57		Phrynosomatidae	<i>Sceloporus chrysostictus</i>	Roño		X	
58		Dactyloidae	<i>Anolis sagrei</i>	Chipojo		X	
59			<i>Anolis sericeus</i>	Chipojo		X	
60		Scincidae	<i>Plestiodon sumichrasti</i>	Eslizón listado del sureste		X	
61		Teiidae	<i>Holcosus undulatus</i>	Ameiva arcoíris		X	
62		Colubridae	<i>Coniophanes schmidtii</i>	Culebra rayada yucateca		X	
63			<i>Leptophis mexicanus</i>	Ranera oliva		X	
64			<i>Oxybelis fulgidus</i>	Bejuquillo verde		X	
65			<i>Masticophis mentovarius</i>	Culebra corredora		X	
66			<i>Mastigodryas melanolomus</i>	Culebra lagartijera común		X	
67		Boidae	<i>Boa imperator</i>	Oxcan, boa		X	
68		Viperidae	<i>Bothrops asper</i>	Nauyaca real		X	
69		Anfibios	Hylidae	<i>Smilisca baudinii</i>	Rana arborícola		X
70				<i>Trachycephalus venulosa</i>	Rana lechosa		X
71				<i>Scinax staufferi</i>	Rana arborícola trompuda		X
72			Leptodactylidae	<i>Leptodactylus melanonotus</i>	Ranita de hojarasca		X
73			Bufonidae	<i>Rhinella marina</i>	Sapo marino		X
74	<i>Incillius valliceps</i>			Sapo costero		X	

La composición taxonómica de la fauna en la unidad de análisis estuvo representada en mayor medida por la clase aves, la cual presentó un porcentaje de 51.35%, seguida por la clase reptiles con un porcentaje de 22.97, la clase mamíferos con un 17.57% y un finalmente la clase anfibios con un 8.11% (Tabla 4. 38 y Figura 4. 36).

Tabla 4. 38. Composición taxonómica de especies presentes en la unidad de análisis.

Clase	Especies	Familia
Aves	38	20
Mamíferos	13	9
Reptiles	17	12
Anfibios	6	3
Total	74	44

Figura 4. 36. Porcentaje de registros por clase taxonómica.



- **Fauna con estatus especial**

En la unidad de análisis se identificaron seis especies enlistadas dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010, siendo estas *Rhinoclemmys areolata*, *Ctenosaura similis*, *Leptophis mexicanus*, las cuales se encuentran con un estatus identificado como de amenazada, *Kinosternon scorpioides*, *Amazona albifrons* y *Aratinga nana*, las cuales se encuentran con un estatus identificado como sujeta a protección especial (Tabla 4. 39).

Tabla 4. 39. Especies con categoría de riesgo registradas en la unidad de análisis y su estatus de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT -2010. Pr = Sujeta a protección especial, A = amenazada

Nombre científico	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010
<i>Aratinga nana</i> ⁸	Perico pecho sucio	Pr
<i>Amazona albifrons</i>	Perico frente blanca	Pr
<i>Ctenosaura similis</i>	Iguana rallada	A
<i>Leptophis mexicanus</i>	Ranera oliva	A
<i>Rhinoclemmys areolata</i>	Tortuga mojina	A
<i>Kinosternon scorpioides</i>	Pochitoque	Pr

- **Índice de diversidad de Shannon-Weaver y Equitatividad**

Aves

Los resultados obtenidos en este grupo fueron de 4.90 lo que nos indica que se considera la zona como de alta diversidad y es justificable ya que el Proyecto cuenta con una superficie mayor en la cual las aves tienen espacios por donde desplazarse. Por otra parte, se menciona que las aves no necesariamente se encuentran en el sitio en forma permanente, sino que muchas son de paso y que por sí solas se alejan al menor ruido. En cuanto al valor de "J", este es de 0.93, que es considerado como alto, lo que nos indica que hay una alta equitatividad entre las especies. (Tabla 4. 40).

Tabla 4. 40. Resumen de resultados del análisis de diversidad y equitatividad, para las aves en la unidad de análisis.

Índex	Resultados
Shannon H' Log Base 2.	4.906
Shannon Hmax Log Base 2.	5.248
Shannon J'	0.935

En la siguiente Tabla 4. 41 se presenta el listado de aves reportadas para la unidad de análisis, así como el número de registro por especie.

Tabla 4. 41. Lista de especies de aves registradas en la unidad de análisis y número de individuos registrados por especie.

Número	Nombre científico	Nombre común	Número de registros
1	<i>Coragyps atratus</i>	Zopilote	11
2	<i>Cathartes aura</i>	Aura	8
3	<i>Rupornis magnirostris</i>	Aguililla Caminera	1
4	<i>Ortalis vetula</i>	Chcachalaca	8
5	<i>Columbina passerina</i>	Tortolita	3
6	<i>Patajoenas flavirostris</i>	Paloma Morada	3

⁸ *Eupsittula nana*.

Número	Nombre científico	Nombre común	Número de registros
7	<i>Zenaida asiatica</i>	Paloma De Alas Blancas	5
8	<i>Amazona albifrons</i>	Perico Frente Blanca	12
9	<i>Aratinga nana</i> ⁹	Perico Pecho Sucio	9
10	<i>Crotophaga sulcirostris</i>	Garrapatero	7
11	<i>Piaya cayana</i>	Cucu	2
12	<i>Chordeiles minor</i>	Chotacabra zumbón	2
13	<i>Chlorostilbon canivetii</i>	Colibrí esmeralda	5
14	<i>Trogon melanocephalus</i>	Trogon	3
15	<i>T. melanocephalus</i>	Trogon	1
16	<i>Eumomota supersiliosa</i>	Mot mot	2
17	<i>Melanerpes aurifrons</i>	Carpintero frentiamarilla	4
18	<i>M. pygmaeus</i>	Carpintero enano	5
19	<i>Piranga rubra</i>	Piranga roja	2
20	<i>Parula americana</i>	Parula norteña	2
21	<i>Vireo magister</i>	Vireo yucateco	2
22	<i>Megarynchus pitangua</i>	Luis piquigruoso	5
23	<i>Myiozetetes similis</i>	Luis gregario	3
24	<i>Pitangus sulphuratus</i>	Luis	3
25	<i>Tyrannus melancholicus</i>	Tirano	5
26	<i>T. couchi</i>	Tirano silvador	1
27	<i>Hirundo rustica</i>	Golondrina	14
28	<i>Cyanocorax yucatanicus</i>	Chara azul	8
29	<i>Psilorhinus morio</i>	Pepe	6
30	<i>Mimus gilvus</i>	Cenzontle tropical	5
31	<i>Pachyramphus aglaiae</i>	Cabezón degollado	2
32	<i>Tytira semifasciata</i>	Titira puerquito	1
33	<i>Dives dives</i>	Tordo cantor	1
34	<i>Icterus auratus</i>	Bolsero yucateco	5
35	<i>I. dominicensis</i>	Bolsero dominico	3
36	<i>I. gularis</i>	Bolsero de Altamira	4
37	<i>Quiscalus mexicanus</i>	Zanate	7
38	<i>Molothrus aeneus</i>	Tordo ojo rojo	1
Total			171

Mamíferos

Los resultados obtenidos en este grupo fueron de 3.50, lo que nos indica que se considera la zona como de alta diversidad y es justificable ya que es una superficie mayor y en la que puede observarse la vegetación en condiciones naturales y en donde los mamíferos no son molestados, además hay que tomar en cuenta que los mamíferos no necesariamente se encuentran en el sitio en forma permanente si no que muchos son de paso por la constante búsqueda de alimento. En cuanto a su equitatividad se considera alta (0.94) ya que las pocas especies tienden a la equitatividad (Tabla 4. 42).

Tabla 4. 42. Resumen de resultados del análisis de diversidad y equitatividad, para los mamíferos en la unidad de análisis.

Índex	Resultados
Shannon H' Log Base 2.	3.502
Shannon Hmax Log Base 2.	3.7
Shannon J'	0.946

⁹ *Eupsittula nana*.

En la siguiente Tabla 4. 43 se presenta el listado de mamíferos reportados para la unidad de análisis, así como el número de registro por especie.

Tabla 4. 43. Lista de especies de mamíferos registrados en la unidad de análisis y número de individuos registrados por especie.

Número	Nombre científico	Nombre común	Número de registros
1	<i>Artibeus jamaicensis</i>	Murciélago frutero	3
2	<i>A. intermedius</i>	Murciélago	2
3	<i>Carollia sowelli</i>	Murciélago frutero de cola corta	1
4	<i>Peropteryx macrotis</i>	Murciélago perro mayor	1
5	<i>Didelphis virginiana</i>	Tlacuache común	2
6	<i>D. marsupialis</i>	Tlacuache	2
7	<i>Peromyscus yucatanicus</i>	Ratón yucateco	3
8	<i>Oryzomys couesi</i>	Rata arrocera	2
9	<i>Dasyprocta punctata</i>	Cereque	2
10	<i>Spilogale putorius</i>	Zorrillo manchado	1
11	<i>Sciurus yucatanensis</i>	Ardilla yucateca	4
12	<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	Zorra gris	2
13	<i>Nasua narica</i>	Tejón, coati, pizote	6
Total			31

Reptiles

El resultado en este grupo fue de 3.76 lo que nos indica que se considera la zona como de alta diversidad y es justificable ya que es una superficie mayor y en el que puede observarse la vegetación en condiciones naturales y los reptiles no son molestados, por otra parte, al momento del muestreo la presencia de personal ocasiona ruido y esto genera que la fauna tienda a alejarse de la zona. En cuanto a su equitatividad se considera alta (0.92) ya que las especies tienden a la equitatividad (Tabla 4. 44).

Tabla 4. 44. Resumen de resultados del análisis de diversidad y equitatividad, para los reptiles en la unidad de análisis.

Index	Resultados
Shannon H' Log Base 2.	3.765
Shannon Hmax Log Base 2.	4.087
Shannon J'	0.921

En la siguiente Tabla 4. 45 se presenta el listado de reptiles reportados para la unidad de análisis, así como el número de registro por especie.

Tabla 4. 45. Lista de especies de reptiles registrados en la unidad de análisis y número de individuos registrados por especie.

Número	Nombre científico	Nombre común	Número de registros
1	<i>Rhinoclemmys areolata</i>	Tortuga mojina	2
2	<i>Kinosternon scorpioides</i>	Pochitoque	2
3	<i>Hemidactylus frenatus</i>	Cuija, besucona	6
4	<i>Basiliscus vittatus</i>	Tolok	4
5	<i>Ctenosaura similis</i>	Iguana rallada, garrobo	9
6	<i>Sceloporus chrysostictus</i>	Roño	3
7	<i>Anolis sagrei</i>	Chipojo	2
8	<i>Anolis sericeus</i>	Chipojo	6
9	<i>Plestiodon sumichrasti</i>	Eslizón listado del sureste	2
10	<i>Holcosus undulatus</i>	Ameiva arcoiris	3
11	<i>Coniophanes schmidtii</i>	Culebra rayada yucateca	1

Número	Nombre científico	Nombre común	Número de registros
12	<i>Leptophis mexicanus</i>	Ranera oliva	5
13	<i>Oxybelis fulgidus</i>	Bejuquillo verde	1
14	<i>Masticophis mentovarius</i>	Culebra corredora	1
15	<i>Mastigodryas melanolomus</i>	Culebra lagartijera común	1
16	<i>Boa imperator</i>	Oxcán, boa	2
17	<i>Bothrops asper</i>	Nauyaca real	2
Total			52

Anfibios

Como se puede apreciar los resultados obtenidos nos indican que el grupo de los anfibios presenta baja diversidad (2.22), si se toma en cuenta que arriba de valores de 3 en adelante se considera como una buena. y es justificable ya que los anfibios no siempre pueden observarse a simple vista además de que al momento del muestreo la presencia de personal ocasiona ruido y esto genera que la fauna tienda alejarse de la zona, En cuanto a su equitatividad se considera alta (0.86) ya que las pocas especies tienden a la equitatividad (Tabla 4. 46).

Tabla 4. 46. Resumen de resultados del análisis de diversidad y equitatividad, para los anfibios en la unidad de análisis.

Index	Resultados
Shannon H' Log Base 2.	2.225
Shannon Hmax Log Base 2.	2.585
Shannon J'	0.861

En la siguiente Tabla 4. 47 se presenta el listado de anfibios reportados para la unidad de análisis, así como el número de registro por especie.

Tabla 4. 47. Lista de especies de anfibios registrados en la unidad de análisis y número de individuos registrados por especie.

Número	Nombre científico	Nombre común	Total
1	<i>Smilisca baudinii</i>	Rana arborícola	3
2	<i>Trachycephalus venulosa</i>	Rana lechosa	1
3	<i>Scinax staufferi</i>	Rana arborícola trompuda	2
4	<i>Leptodactylus melanonotus</i>	Ranita de hojarasca	7
5	<i>Rhinella marina</i>	Sapo marino	1
6	<i>Incillius valliceps</i>	Sapo costero	2
Total			16

- **Abundancia relativa**

Aves

Las abundancias relativas de las especies de aves son muy homogéneas, siendo las tres especies con más alto valor la golondrina (*Hirundo rustica*) con un valor de 8.18, seguido por el perico frente blanca (*Amazona albifrons*) con un valor 7.01 y en tercer lugar se ubica el zopilote (*Coragyps atratus*) con un valor de 6.43 (Tabla 4. 48).

Tabla 4. 48. Valores de abundancia relativa por especie de ave registrada en la unidad de análisis.

Número	Nombre científico	Nombre común	Abundancia relativa
1	<i>Coragyps atratus</i>	Zopilote	6.433
2	<i>Cathartes aura</i>	Aura	4.678
3	<i>Rupornis magnirostris</i>	Agullilla Caminera	0.585
4	<i>Ortalis vetula</i>	Chcachalaca	4.678
5	<i>Columbina passerina</i>	Tortolita	1.754
6	<i>Patagioenas flavirostris</i>	Paloma Morada	1.754
7	<i>Zenaida asiatica</i>	Paloma De Alas Blancas	2.924
8	<i>Amazona albifrons</i>	Perico Frente Blanca	7.018
9	<i>Aratinga nana</i>	Perico Pecho Sucio	5.263
10	<i>Crotophaga sulcirostris</i>	Garrapatero	4.094
11	<i>Piaya cayana</i>	Cucu	1.170
12	<i>Chordeiles minor</i>	Chotacabra zumbón	1.170
13	<i>Chlorostilbon canivetii</i>	Colibrí esmeralda	2.924
14	<i>Trogon melanocephalus</i>	Trogon	1.754
15	<i>T. melanocephalus</i>	Trogon	0.585
16	<i>Eumomota supersiliosa</i>	Mot mot	1.170
17	<i>Melanerpes aurifrons</i>	Carpintero frentiamarilla	2.339
18	<i>M. pygmaeus</i>	Carpintero enano	2.924
19	<i>Piranga rubra</i>	Piranga roja	1.170
20	<i>Parula americana</i>	Parula norteña	1.170
21	<i>Vireo magister</i>	Vireo yucateco	1.170
22	<i>Megarynchus pitangua</i>	Luis piquigrueso	2.924
23	<i>Myiozetetes similis</i>	Luis gregario	1.754
24	<i>Pitangus sulphuratus</i>	Luis	1.754
25	<i>Tyrannus melancholicus</i>	Tirano	2.924
26	<i>T. couchi</i>	Tirano silvador	0.585
27	<i>Hirundo rustica</i>	Golondrina	8.187
28	<i>Cyanocorax yucatanicus</i>	Chara azul	4.678
29	<i>Psilorhinus morio</i>	Pepe	3.509
30	<i>Mimus gilvus</i>	Cenzontle tropical	2.924
31	<i>Pachyrhamphus aglaiae</i>	Cabezón degollado	1.170
32	<i>Tytira semifasciata</i>	Titira puerquito	0.585
33	<i>Dives dives</i>	Tordo cantor	0.585
34	<i>Icterus auratus</i>	Bolsero yucateco	2.924
35	<i>I. dominicensis</i>	Bolsero dominico	1.754
36	<i>I. gularis</i>	Bolsero de Altamira	2.339
37	<i>Quiscalus mexicanus</i>	Zanate	4.094
38	<i>Molothrus aeneus</i>	Tordo ojo rojo	0.585
Total			100

Mamíferos

En el caso de los mamíferos se observa que la única especie con un valor alto comparativamente con las demás fue el tejón (*Nasua narica*) con un valor de 19.35, seguido por la ardilla yucateca (*Sciurus yucatanensis*) con un valor de 12.90 y en tercer lugar el murciélago frutero (*Artibeus jamaicensis*) con un valor de 9.67 (Tabla 4. 49).

Tabla 4. 49. Valores de abundancia relativa por especie de mamífero registrado en la unidad de análisis.

Número	Nombre científico	Nombre común	Abundancia relativa
1	<i>Artibeus jamaicensis</i>	Murciélago frutero	9.677
2	<i>A. intermedius</i>	Murciélago	6.452
3	<i>Carollia sowelli</i>	Murciélago frutero de cola corta	3.226
4	<i>Peropteryx macrotis</i>	Murciélago perro mayor	3.226
5	<i>Didelphis virginiana</i>	Tlacuache común	6.452
6	<i>D. marsupialis</i>	Tlacuache	6.452
7	<i>Peromyscus yucatanicus</i>	Ratón yucateco	9.677
8	<i>Oryzomys couesi</i>	Rata arrocera	6.452
9	<i>Dasyprocta punctata</i>	Cereque	6.452
10	<i>Spilogale putorius</i>	Zorrillo manchado	3.226
11	<i>Sciurus yucatanensis</i>	Ardilla yucateca	12.903
12	<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	Zorra gris	6.452
13	<i>Nasua narica</i>	Tejón, coati, pizote	19.355
Total			100

Reptiles

El grupo de los reptiles es muy difícil de observar a simple vista y esto dificulta obtener datos de un gran número de los mismos, por otra parte, dada a las altas temperaturas son pocos los individuos que pueden estar a cualquier hora del día. En relación a la abundancia relativa se puede ver que las especies que presentan los valores más altos son la iguana rayada (*Ctenosaura similis*) con un valor de 17.33, la cuija (*Hemidactylus frenatus*) y el chipoyo (*Anolis sericeus*) con un calor de 11.53, respectivamente (Tabla 4. 50).

Tabla 4. 50. Valores de abundancia relativa por especie de reptil registrado en la unidad de análisis.

Número	Nombre científico	Nombre común	Abundancia relativa
1	<i>Rhinoclemmys areolata</i>	Tortuga mojina	3.846
2	<i>Kinosternon scorpioides</i>	Pochitoque	3.846
3	<i>Hemidactylus frenatus</i>	Cuija, besucona	11.538
4	<i>Basiliscus vittatus</i>	Tolok	7.692
5	<i>Ctenosaura similis</i>	Iguana rallada, garrobo	17.308
6	<i>Sceloporus chrysostictus</i>	Roño	5.769
7	<i>Anolis sagrei</i>	Chipoyo	3.846
8	<i>Anolis sericeus</i>	Chipoyo	11.538
9	<i>Plestiodon sumichrasti</i>	Eslizón listado del sureste	3.846
10	<i>Holcosus undulatus</i>	Ameiva arcoíris	5.769
11	<i>Coniophanes schmidtii</i>	Culebra rayada yucateca	1.923
12	<i>Leptophis mexicanus</i>	Ranera oliva	9.615
13	<i>Oxybelis fulgidus</i>	Bejuquillo verde	1.923
14	<i>Masticophis mentovarius</i>	Culebra corredora	1.923
15	<i>Masticodryas melanolomus</i>	Culebra lagartijera común	1.923
16	<i>Boa imperator</i>	Oxcan, boa	3.846
17	<i>Bothrops asper</i>	Nauyaca real	3.846
Total			100

Anfibios

El grupo de los anfibios es aún más difícil de observar a simple vista y esto dificulta obtener datos de un gran número de los mismos, por otra parte, dada a las altas temperaturas son pocos los individuos que pueden estar a cualquier hora del día. Con relación a la abundancia relativa se puede ver a la rana de hojarasca (*Leptodactylus melanonotus*) con un valor de 43.75, seguido por la rana arborícola (*Smilisca baudinii*) con 18.75 (Tabla 4. 51).

Tabla 4. 51. Valores de abundancia relativa por especie de anfibio registrado en la unidad de análisis.

Número	Nombre científico	Nombre común	Abundancia Relativa
1	<i>Smilisca baudinii</i>	Rana Arborícola	18.750
2	<i>Trachycephalus venulosa</i>	Rana Lechosa	6.250
3	<i>Scinax staufferi</i>	Rana Arborícola Trompuda	12.500
4	<i>Leptodactylus melanonotus</i>	Ranita de Hojarasca	43.750
5	<i>Rhinella marina</i>	Sapo Marino	6.250
6	<i>Incillius valliceps</i>	Sapo Costero	12.500
Total			100

- **Representatividad de la fauna**

Con objeto de que la fauna en la zona donde se localiza el Proyecto denotara su representatividad, se utilizaron técnicas de muestreo establecidas para cada taxón, que además se adecuaron para el sitio y fauna habitante. Los sitios donde se colocaron las trampas fueron brechas establecidas para el muestreo de vegetación, así como de los recorridos sobre los transectos que representaron los diferentes estados de conservación de la vegetación y de las condiciones ambientales que se encuentran en toda el área de interés. Además, la selección de unidades muestrales se adecuó a los requerimientos de randomización, replicación y/o estratificación con la finalidad de establecer o conocer ciertas características de una comunidad, población animal (por ejemplo. riqueza, abundancia) u otros elementos (Magurran y Mc Gill, 2011).

Existen algunos métodos para determinar cuál es el esfuerzo de muestreo adecuado para un estudio de inventario o muestreo. Sin embargo, la mayoría de ellos se basan en estudios previos (como en el caso de curvas de acumulación de especies) o estudios piloto (Magurran y Mc Gill, 2011).

Para conocer el grado de representatividad y riqueza de la fauna el Proyecto, se realizó una comparativa con la fauna registrada en Ciudad Mayakoba, para diferentes temporalidades, y por consecuencia con diferentes grados de avance y actividad en el proyecto Ciudad Mayakoba, así como con la fauna del corredor Cancún – Tulum y finalmente con la fauna registrada en el estado de Quintana Roo (Tabla 4. 52).

Los resultados presentados en la siguiente Tabla 4. 52, son producto de los trabajos de campo realizados en el SAR y el proyecto Corazón Ciudad Mayakoba, que fueron realizados recientemente y en los periodos de 2018 - 2019 y 2020 – 2021, mediante los monitoreos realizados para el proyecto Ciudad Mayakoba, para conformar la solicitud de las autorizaciones en impacto ambiental y en materia de cambio de uso de suelo ante las instancias correspondientes.

Tabla 4. 52. Fauna vertebrada reportada en el informe del proyecto Ciudad Mayakoba en 2011 y periodos del 2018-2019 y 2020-2021, para el proyecto Corazón Ciudad Mayakoba, para el Corredor Cancún - Tulum y para Quintana Roo.

Clase	Ciudad Mayakoba 2011	Ciudad Mayakoba 2018-2019	Ciudad Mayakoba 2020-2021	CORAZON CIUDAD MAYAKOBA (actual)	Corredor Cancún-Tulum* 1991	Quintana Roo** 2011
Peces	3	NA	NA	NA	57	128
Anfibios	9	48	105	2	18	22
Reptiles	4	16	62	3	82	106
Aves	2	12	35	11	175	483
Mamíferos	6	17	38	4	59	114
Total	202	95	59	20	391	853

NA: no se realizó muestreo de peces

* López-González, C. A. 1991. Estudio prospectivo de los vertebrados terrestres del corredor turístico Cancún-Tulum, Quintana Roo, México.

***Poza, C., Armijo Canto, N. y Calmé, S. (editoras). 2011. Riqueza Biológica de Quintana Roo. Un análisis para su conservación, Tomo I. El Colegio de la Frontera Sur, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Gobierno del Estado de Quintana Roo y Programa de Pequeñas Donaciones. México, D.F.

Comparando la fauna del proyecto Corazón Ciudad Mayakoba (20 especies) con respecto a la fauna registrada en Ciudad Mayakoba en 2011 (202 especies) es de un 9.9%. Con respecto a Ciudad Mayakoba en 2018-2019 (95 especies) es de 21%. Con respecto a Ciudad Mayakoba en 2020-2021 (74 especies) la sobrepasa con 27%. Con respecto a la fauna del corredor Cancún-Tulum en 1991 (391 especies) es del 5.11% y. Con respecto a la fauna de Quintana Roo (853 especies) es del 2.34%.

En la siguiente Tabla 4. 53, se presenta la distribución en la unidad de análisis y Proyecto de las especies con categoría de riesgo de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Tabla 4. 53. Distribución en la unidad de análisis y Proyecto de las especies con categoría de riesgo de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT -2010. A = amenazada, Pr = sujeta a protección especial.

Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010	SAR	Proyecto
Aves					
Psittacidae	<i>Amazona albifrons</i>	Perico frente blanca	Pr No endémica	X	
	<i>Aratinga nana</i>	Perico pecho sucio	Pr No endémica	X	X
Reptiles					
Iguanidae	<i>Ctenosaura similis</i>	Iguana rallada	A No endémica	X	
Bataguridae	<i>Rhinoclemmys areolata</i>	Tortuga mojina	A No endémica	X	
Kinosternidae	<i>Kinosternon scorpioides</i>	Tortuga pochitoque	Pr No endémica	X	
Colubridae	<i>Leptophis mexicanus</i>	Culebra verde	A No endémica	X	

Sitios de anidación de aves, refugio, alimentación y reproducciones de las especies residentes, en riesgo, endémicas y migratorias

Durante los trabajos de muestreo del SAR no se registraron sitios particulares o zonas de anidación, refugio y alimentación de individuos de una especie o de varias especies de aves. La vegetación ofrece alimento a la fauna silvestre (frutos, semillas, insectos, néctar, etc.). Tampoco se ha detectado alguna zona o sitio en el área del Proyecto o en Ciudad Mayakoba que sobresalga por estos eventos. En todo caso se ha observado que las especies de fauna se alimentan, se refugian y anidan en todo Ciudad Mayakoba.

Patrones de distribución de las especies de mamíferos, reptiles, anfibios y aves en el SAR

No existe un estudio sobre los patrones de distribución de las especies vertebradas para el Proyecto y SAR. La fauna registrada en la zona tiene hábitos preferentemente silvestres. Es decir, la mayoría habita en la selva de la zona, pocas especies se acercan a las zonas urbanizadas, por ejemplo, la iguana rayada (*Ctenosaura similis*), la chara yucateca (*Cyanocorax yucatanicus*), el abaniquillo pardo (*Anolis sagrei*), etc.

En este sentido el proyecto Ciudad Mayakoba, en el que se integra el proyecto Corazón Ciudad Mayakoba, colinda al sur con algunas colonias de Playa del Carmen, municipio de Solidaridad (la Guadalupeana, El Peten, fraccionamiento El Cantil, Playa del Sol, Sacbe y más al oeste Cristo Rey). Al norte de Corazón Ciudad Mayakoba aún se mantiene una sección con vegetación nativa, así como al noreste dentro del proyecto autorizado Ciudad Mayakoba. Al noreste del Proyecto, dentro de Ciudad Mayakoba, se desarrolla el proyecto el Verden y al noreste el proyecto La Ceiba. Las medidas de mitigación y compensación que se pretende seguir para no afectar a la fauna en el proyecto Corazón Ciudad Mayakoba derivado de las actividades autorizadas, se presentan en el Capítulo 7.

4.3.2.2.3.1 Caracterización Ambiental de la Fauna en el Proyecto

La selva de Quintana Roo, ha sido de alguna manera modificada en su estructura natural al realizarse el sistema agrícola tradicional de Roza-Tumba-Quema, además del gran número de huracanes e incendios forestales que han impactado a lo largo de todo el estado, durante décadas, a pesar de todo esto, esta vegetación mantiene una diversidad de especies de flora y fauna importantes para el equilibrio ecológico del ecosistema.

Tomando en consideración la ubicación geográfica del Proyecto, el índice de ruido por la cercanía de los desarrollos colindantes y la vialidad de acceso, se considera que en general la presencia de especies de fauna (aves, reptiles, mamíferos y anfibios) podría ser baja. Para conocer el tipo de hábitat y el estado de conservación del mismo, así como las especies consideradas bajo algún estatus contemplado en la NOM-059-SEMARNAT-2010, que habitan la superficie sujeta a cambio de uso de suelo se realizaron los estudios correspondientes.

4.3.2.2.4. Metodología

- **Aves**

Para las aves, se llevaron a cabo muestreos *in situ*, durante tres días (periodo comprendido del 01 al 03 de diciembre de 2021), siguiendo el método de transecto sobre dos brechas de aproximadamente 200 metros (Tabla 4. 54), el levantamiento de datos se realizó a través de conteos por contacto visual en distancia limitada (Ralph, J & M Scott, 1981). La identificación de las especies se llevó a cabo mediante el uso de binoculares y guías de campo de aves de la región (Aves Comunes de la Península de Yucatán, 2008). De antemano, se reconoce que durante las primeras horas de la mañana es cuando se registran la mayor cantidad de aves y que en las horas del mediodía estos organismos bajan notoriamente su actividad y la reinician al atardecer una vez que las condiciones ambientales son menos extremas.

Tabla 4. 54. Relación de coordenadas por transectos para el Proyecto.

Transectos	Coordenadas UTM XY		Longitud aproximada de cada transecto
	Inicial	Final	
1	494928 2288257	494759 2288145	200 metros
2	495043 2288313	495257 2288351	200 metros

- **Anfibios y reptiles**

Para el registro de anfibios y reptiles, se empleó el método de búsqueda generalizada que consiste en recorrer la zona de estudio en un tiempo determinado revisando acumulaciones de hojarasca, troncos, piedras, así como los arbustos de denso follaje, utilizando para la identificación el uso de guías de campo (Anfibios y Reptiles de Sian Ka'an, 2008). Los muestreos se efectuaron durante tres días, en la misma fecha y sobre los mismos transectos utilizados para la identificación de aves, realizándose en dos diferentes horarios, 7:00 a 9:00 a.m. y, 7:00 a 9:00 p.m., con el fin de registrar especies diurnas y nocturnas. Los registros se realizaron mediante inspecciones visuales, búsqueda directa y la utilización de ganchos herpetológicos. Para el caso de anfibios se incluyó el registro auditivo, ya que estos tienen un canto característico.

- **Mamíferos**

Para el caso de los mamíferos, se realizaron recorridos y monitoreos puntuales durante tres días y en la misma fecha, a lo largo de los transectos señalados en el punto de aves y anfibios y reptiles, y se registraron las observaciones directas, las cuales incluyeron: animales vistos, escuchados u oídos, así como observaciones indirectas como: huellas, excretas, rascaderos, comederos, etc., (Gates, 1983). Adicionalmente se instaló una serie de trampas de las denominadas Sherman (6 en total) (Tabla 4. 55) y Tomahawk (2 en total) (Tabla 4. 55) con la intención de capturar roedores y mamíferos de talla chica y mediana, además de recopilar una amplia información de la fauna existente a través de la entrevista con los trabajadores del Proyecto. También se emplearon binoculares, cámara fotográfica y guías de campo ilustradas. En el caso de las huellas, estas fueron medidas y comparadas con un manual de identificación (Huellas y Otros Rastros de los Mamíferos Grandes y Medianos de México, 2000).

Se contó con GPS Garmin 60 empleando el Datum WGS-84 para documentar la posición geográfica de los diferentes transectos.

Tabla 4. 55. Relación de coordenadas UTM de las trampas colocadas en el Proyecto.

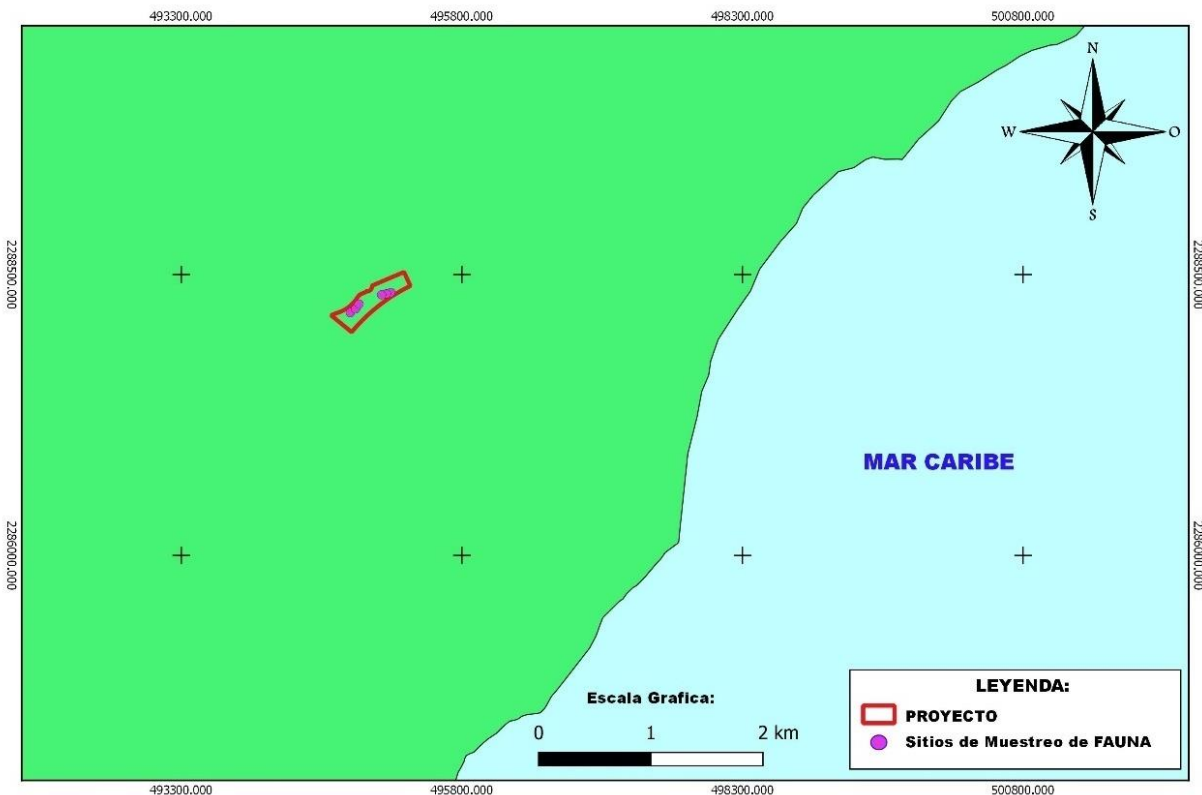
Ubicación	Coordenadas UTM Sherman		Coordenadas UTM Tomahawk	
	X	Y	X	Y
1 (L1)	494884	2288237	494806	2288161
2 (L1)	494853	2288195	495128	2288329
3 (L1)	494806	2288161		
2 (L2)	495085	2288321		
3 (L2)	495128	2288329		
4 (L3)	495166	2288340		

Cámara trampa

Se instaló una trampa o cámara de sensor al movimiento con un mecanismo para obtener una fotografía natural de los posibles individuos que se pudiesen registrar, este método es nuevo e innovador ya que al colocarlas en un lugar específico se deja por 12 horas activadas, que posteriormente se recarga para volver a dejarlas en función. Estas cámaras son de gran ayuda debido a que algunas especies son de difícil observación debido a que huyen a la presencia de personas. Estas trampas se colocan generalmente por la tarde o noche y se levantan al amanecer. Esto llevará a tener un registro con más exactitud de las especies encontradas y poder determinar si es necesaria su captura.

En la siguiente Figura 4. 37 se presenta la distribución de los sitios de muestreo de fauna dentro del Proyecto.

Figura 4. 37. Distribución de los sitios de muestreo de fauna dentro del Proyecto.



4.3.2.2.5. Resultados

Los resultados determinaron el registro de 20 especies de fauna, distribuidas en 20 géneros y representadas en 17 familias. En la siguiente Tabla 4. 56 se presenta el listado faunístico de las especies registradas en el Proyecto.

Tabla 4. 56. Lista de especies de fauna registradas en el Proyecto.

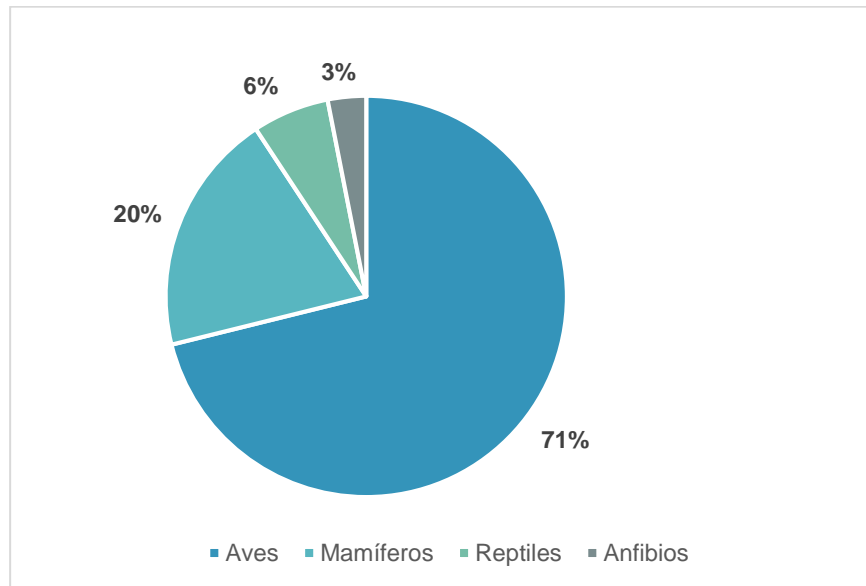
Número	Clase	Familia	Nombre científico	Nombre común
1	Aves	Psittacidae	<i>Eupsittula nana</i>	Perico pecho sucio
2		Columbidae	<i>Zenaida asiatica</i>	Paloma alas blanca
3		Corvidae	<i>Cyanocorax yucatanicus</i>	Chara azul
4		Icteridae	<i>Icterus auratus</i>	Bolsero yucateco
5		Icteridae	<i>Quiscalus mexicanus</i>	Zanate
6		Icteridae	<i>Megarynchus pitangua</i>	Luis Pico Grueso
7		Icteridae	<i>Tyrannus couchi</i>	Tirano Salvador
8		Mimidae	<i>Minus gilvus</i>	Cenzontle tropical
9		Picidae	<i>Melanerpes aurifrons</i>	Carpintero cheje
10		Tyrannidae	<i>Pitangus sulphuratus</i>	Luis Bienteveo
11		Crasidae	<i>Ortalis vetula</i>	Chachalaca
12	Mamíferos	Didelphidae	<i>Didelphis marsupialis</i>	Tlacuache
13		Procyonidae	<i>Nasua narica</i>	Tejón
14		Sciuridae	<i>Sciurus yucatanensis</i>	Ardilla yucateca
15	Canidae	<i>Urocyun cinereoargenteus</i>	Zorra gris	
16	Reptiles	Corytophanidae	<i>Basiliscus vittatus</i>	Tolock
17		Boidae	<i>Boa imperator</i>	Boa
18		Colubridae	<i>Oxybeles fulgidus</i>	Bejuquilla
19	Anfibios	Hylidae	<i>Smilisca baudinii</i>	Rana trepadora
20		Bufonidae	<i>Chanus marinus</i>	Sapo/much

La composición taxonómica de la fauna en el Proyecto estuvo representada en mayor medida por la clase aves, la cual presentó un porcentaje de 71%, seguida por la clase mamíferos con un porcentaje de 20%, la clase reptiles con un 6% y un finalmente la clase anfibios con un 3% (Tabla 4. 57 y Figura 4. 38).

Tabla 4. 57. Composición taxonómica de especies presentes en el Proyecto.

Clase	Familia	Especies
Aves	8	11
Mamíferos	4	4
Reptiles	3	3
Anfibios	2	2
Total	17	20

Figura 4. 38. Porcentaje de registros por clase taxonómica.



- **Fauna con estatus especial**

En el Proyecto se identificó una especie enlistada dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010, siendo esta *Eupsittula nana*, la cual se encuentra con un estatus identificado como de sujeta a protección especial (Tabla 4. 58).

Tabla 4. 58. Especies con categoría de riesgo registradas en el Proyecto y su estatus de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT -2010. Pr = sujeta a protección especial, A = amenazada.

Nombre científico	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010
<i>Eupsittula nana</i>	Perico pecho sucio	Pr No endémica

- **Sitios de anidación de aves, refugio, alimentación y reproducciones de las especies residentes, en riesgo, endémicas y migratorias**

Durante los trabajos de muestreo del predio del proyecto **no se registraron sitios particulares** o zonas de anidación, refugio y alimentación de individuos de una especie o de varias especies de aves. Por otra parte, la vegetación ofrece alimento a las especies de fauna (frutos, semillas, insectos, néctar, etc. Pero, tampoco se ha detectado alguna zona o sitio en el área del Proyecto o en Ciudad Mayakoba que sobresalga por estos eventos. En todo caso se ha observado que las especies de fauna se alimentan, se refugian y anidan en todo el Proyecto.

- **Patrones de distribución de las especies de mamíferos, reptiles, anfibios y aves predio**

No hay un estudio sobre los patrones de distribución de las especies vertebradas en el predio del proyecto. La fauna registrada en la zona tiene hábitos preferentemente silvestres. Es decir, la mayoría habita en la selva de la zona, pocas especies se avecinan a las zonas urbanizadas. P ej. la iguana rayada (*Ctenosaura similis*), la chara yucateca (*Cyanocorax yucatanicus*), el abaniquillo pardo (*Anolis sagrei*), etc.

En este sentido el proyecto Ciudad Mayakoba, en el que se integra el proyecto Corazón Ciudad Mayakoba, colinda al sur con algunas colonias de Playa del Carmen, municipio de Solidaridad (la Guadalupeana, El Peten, fraccionamiento El Cantil, Playa del Sol, Sacbe y más al oeste Cristo Rey). Al norte de Corazón Ciudad Mayakoba aún se mantiene una sección con vegetación nativa así, como al noreste dentro del proyecto autorizado Ciudad Mayakoba. Al noreste del Proyecto dentro de Ciudad Mayakoba se desarrolla el proyecto el Verden y al noreste el proyecto la Ceiba. Las medidas de mitigación y compensación que se pretende seguir para no afectar a la fauna en el proyecto Corazón Ciudad Mayakoba derivado de las actividades autorizadas, se presentan en el Capítulo 7.

- **Índice de diversidad de Shannon-Weaver y Equitatividad**

Aves

Como se puede apreciar los resultados obtenidos nos indican que el grupo de las aves tiene una buena diversidad (3.013), si se toma en cuenta que arriba de valores de 3 en adelante se considera como una buena. Esto es entendible ya que en el Proyecto se encuentra inmerso en una superficie mayor y por ende las aves tienen espacios por donde desplazarse, Por otra parte, se menciona que las aves no necesariamente se encuentran en el sitio en forma permanente si no que muchas son de paso y que por sí solas se alejan al menor ruido. En cuanto al valor de “J”, este es de 0.871 lo que se considera alto, lo que nos indica que hay una alta equitatividad entre las especies (Tabla 4. 59).

Tabla 4. 59. Resumen de resultados del análisis de diversidad y equitatividad, para las aves en el Proyecto.

Index	Resultados
Shannon H' Log Base 2.	3.013
Shannon Hmax Log Base 2.	3.459
Shannon J'	0.871

En la siguiente Tabla 4. 60 se presenta el listado de aves reportadas para el Proyecto, así como el número de registro por especie.

Tabla 4. 60. Lista de especies de aves registradas en el Proyecto y número de individuos registrados por especie.

Número	Nombre científico	Nombre común	Número de registros
1	<i>Eupsittula nana</i>	Perico pecho sucio	4
2	<i>Zenaida asiatica</i>	Paloma alas blanca	3
3	<i>Cyanocorax yucatanicus</i>	Chara azul	14
4	<i>Icterus auratus</i>	Bolsero yucateco	2
5	<i>Quiscalus mexicanus</i>	Zanate	19
6	<i>Megarynchus pitangua</i>	Luis Pico Grueso	2
7	<i>Tyrannus couchi</i>	Tirano Silvadador	4
8	<i>Minus gilvus</i>	Cenzontle tropical	7
9	<i>Melanerpes aurifrons</i>	Carpintero cheje	1
10	<i>Pitangus sulphuratus</i>	Luis Bienteveo	7
11	<i>Ortalis vetula</i>	Chachalaca	6
Total			69

Mamíferos

Los resultados obtenidos en este grupo que fue de 1.400, nos indica que se considera la zona como de baja diversidad y es justificable ya que al momento del muestreo la presencia de personal ocasiona ruido y esto genera que la fauna tienda alejarse de la zona por lo que no es fácil poder observar, por otra parte se observó personal trabajando en los alrededores del Proyecto y esto ocasiona en gran medida que se observen pocas especies, además hay que tomar en cuenta que los mamíferos no necesariamente se encuentran en el sitio en forma permanente si no que muchos son de paso por la constante búsqueda de alimento. En cuanto a su equitatividad se considera alta 0.700, ya que las pocas especies tienden a la equitatividad (Tabla 4. 61).

Tabla 4. 61. Resumen de resultados del análisis de diversidad y equitatividad, para los mamíferos en el Proyecto.

Index	Resultados
Shannon H' Log Base 2.	1.400
Shannon Hmax Log Base 2.	2.000
Shannon J'	0.700

En la siguiente Tabla 4. 62 se presenta el listado de mamíferos reportados para el Proyecto, así como el número de registro por especie.

Tabla 4. 62. Lista de especies de mamíferos registrados en el Proyecto y número de individuos registrados por especie.

Número	Nombre científico	Nombre común	Número de registros
1	<i>Didelphis marsupialis</i>	Tlacuache	2
2	<i>Nasua narica</i>	Tejón	13
3	<i>Sciurus yucatanensis</i>	Ardilla yucateca	2
4	<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	Zorra gris	2
Total			19

Reptiles

Este grupo también se considera poco diverso y los resultados obtenidos fueron de 1.252 por lo que el panorama es similar que el anterior y a que su diversidad es baja y los datos de "J" dan 0.789 lo que demuestra que las pocas especies tienden a la equitatividad (Tabla 4. 63).

Tabla 4. 63. Resumen de resultados del análisis de diversidad y equitatividad, para los reptiles en el Proyecto.

Index	Resultados
Shannon H' Log Base 2.	1.252
Shannon Hmax Log Base 2.	1.585
Shannon J'	0.789

En la siguiente Tabla 4. 64 se presenta el listado de reptiles reportados para el Proyecto, así como el número de registro por especie.

Tabla 4. 64. Lista de especies de reptiles registrados en el Proyecto y número de individuos registrados por especie.

Número	Nombre científico	Nombre común	Número de registros
1	<i>Basiliscus vittatus</i>	Tolock	4
2	<i>Boa imperator</i>	Boa	1
3	<i>Oxybeles fulgidus</i>	Bejuquilla	1
Total			6

Anfibios

Los resultados obtenidos en este grupo que fue de 0.918 lo que nos indica que se considera la zona como de baja diversidad y es justificable ya que los anfibios no siempre pueden observarse a simple vista además de que al momento del muestreo la presencia de personal ocasiona ruido y esto genera que la fauna tienda alejarse de la zona, En cuanto a su equitatividad se considera alta (0.918) ya que las pocas especies tienden a la equitatividad (Tabla 4. 65).

Tabla 4. 65. Resumen de resultados del análisis de diversidad y equitatividad, para los anfibios en el Proyecto.

Index	Resultados
Shannon H' Log Base 2.	0.918
Shannon Hmax Log Base 2.	1.000
Shannon J'	0.918

En la siguiente Tabla 4. 66 se presenta el listado de anfibios reportados para el Proyecto, así como el número de registro por especie.

Tabla 4. 66. Lista de especies de anfibios registrados en el Proyecto y número de individuos registrados por especie.

Número	Nombre científico	Nombre común	Número de registros
1	<i>Smilisca baudinii</i>	Rana trepadora	2
2	<i>Chanus marinus</i>	Sapo/much	1
Total			3

- **Abundancia relativa**

Aves

Las abundancias relativas de las especies de aves son muy homogéneas, siendo las cuatro especies con más alto valor el zanate (*Quiscalus mexicanus*) con 27.53, seguido por la chara azul (*Cyanocorax yucatanicus*) con 20.28 y en tercer lugar se ubican el cenizote (*Mimus gilvus*) y el Luis bienteveo (*Pitangus sulphuratus*) con un valor de 10.14 respectivamente (Tabla 4. 67).

Tabla 4. 67. Valores de abundancia relativa por especie de ave registrada en el Proyecto.

Número	Nombre científico	Nombre común	Abundancia relativa
1	<i>Eupsittula nana</i>	Perico pecho sucio	5.7971
2	<i>Zenaida asiatica</i>	Paloma alas blanca	4.3478
3	<i>Cyanocorax yucatanicus</i>	Chara azul	20.2899
4	<i>Icterus auratus</i>	Bolsero yucateco	2.8986
5	<i>Quiscalus mexicanus</i>	Zanate	27.5362
6	<i>Megarynchus pitangua</i>	Luis Pico Grueso	2.8986
7	<i>Tyrannus couchi</i>	Tirano Salvador	5.7971
8	<i>Minus gilvus</i>	Cenzontle tropical	10.1449
9	<i>Melanerpes aurifrons</i>	Carpintero cheje	1.4493

Número	Nombre científico	Nombre común	Abundancia relativa
10	<i>Pitangus sulphuratus</i>	Luis Bienteveo	10.1449
11	<i>Ortalis vetula</i>	Chachalaca	8.6957
Total			100

Mamíferos

En el caso de los mamíferos se observa que la única especie con un valor alto comparativamente con las demás, fue el tejón (*Nasua narica*) con el 68.42, seguido por el tlacuache (*Didelphis marsupialis*), la ardilla yucateca (*Sciurus yucatanensis*) y la zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*) con 10.52 cada una. (Tabla 4. 68).

Tabla 4. 68. Valores de abundancia relativa por especie de mamífero registrado en el Proyecto.

Número	Nombre científico	Nombre común	Abundancia relativa
1	<i>Didelphis marsupialis</i>	Tlacuache	10.5263
2	<i>Nasua narica</i>	Tejón	68.4211
3	<i>Sciurus yucatanensis</i>	Ardilla yucateca	10.5263
4	<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	Zorra gris	10.5263
Total			100

Reptiles

El grupo de los reptiles es muy difícil de observar a simple vista y esto dificulta obtener datos de un gran número de los mismos, por otra parte, dada a las altas temperaturas son pocos los individuos que pueden estar a cualquier hora del día. En relación a la abundancia relativa se puede ver al tolock (*Basiliscus vittatus*) cuya especie es la más abundante con un valor de 66.66; en comparación con el boa constrictor (*Boa constrictor*) y la bejuquilla (*Oxybeles fulgidus*) que presentan un valor de 16.66, cada una (Tabla 4. 69).

Tabla 4. 69. Valores de abundancia relativa por especie de reptil registrado en el Proyecto.

Número	Nombre científico	Nombre común	Abundancia relativa
1	<i>Basiliscus vittatus</i>	Tolock	66.6667
2	<i>Boa imperator</i>	Boa	16.6667
3	<i>Oxybeles fulgidus</i>	Bejuquilla	16.6667
Total			100

Anfibios

El grupo de los anfibios es aún más difícil de observar a simple vista y esto dificulta obtener datos de un gran número de los mismos, por otra parte, dada a las altas temperaturas son pocos los individuos que pueden estar a cualquier hora del día. En relación a la abundancia relativa se puede ver a la rana trepadora (*Smilisca baudinii*) con un valor de 66.66, seguida por el sapo/much (*Chanus marinus*) con un valor de 33.33 (Tabla 4. 70).

Tabla 4. 70. Valores de abundancia relativa por especie de anfibio registrado en el Proyecto.

Número	Nombre científico	Nombre común	Abundancia relativa
1	<i>Smilisca baudinii</i>	Rana trepadora	66.6667
2	<i>Chanus marinus</i>	Sapo/much	33.3333
Total			100

4.3.2.3. Análisis Comparativo de la Composición Florística y Faunística del Área Sujeta a Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales con Relación a los Tipos de Vegetación del Ecosistema de la Cuenca, Subcuenca o Microcuenca Hidrográfica que Permitan Determinar el Grado de Afectación por el Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales

En Quintana Roo, la diversidad biológica es resultado en gran medida de la compleja variación de sus condiciones edáficas, climáticas y por su posición geográfica. De acuerdo con Estrada-Loera (1991) y Carnevali et al, (2003), no es una de las áreas más diversas de México. Sin embargo, presenta una flora nativa característica. De manera adicional, Olmsted y Durán (1990) registran en esta región una ligera modificación en el perfil topográfico que habrá de generar una importante variación en la estructura de la vegetación. Por lo tanto, la presencia y el aporte de la vegetación menor o superior, es fundamental en la conservación del entorno ambiental. Además de que la vegetación arbórea de una zona proporciona riqueza ecológica que permite garantizar la continuidad de un sin número de especies.

Por lo anterior, no se deberá pasar por alto que el desarrollo de proyectos de inversión trae como consecuencia directa la disminución de la biodiversidad, el deterioro de servicios ambientales y, por ende, la reducción del bienestar humano. Ante tal situación, ha sido necesario formular marcos legislativos que regulen el aprovechamiento de los recursos naturales y planeen su uso para resolver y remediar la problemática ambiental. De manera adicional, se requiere fortalecer el conocimiento de la diversidad florística presente en los diferentes tipos de ecosistemas presentes en esta región, para así poder tomar decisiones adecuadas en el contexto de la conservación y manejo de los recursos naturales.

Por otra parte, las actividades de cambio de uso de suelo en terrenos forestales (CUSTF) requieren de manera directa el aclareamiento de espacios y consecuentemente la reducción de los espacios naturales y su diversidad. En este sentido, la evaluación de las condiciones físicas y biológicas del Proyecto, así como de la unidad de análisis (cuenca hidrológica forestal), han permitido concluir que estas acciones no representan un riesgo doloso sobre los ecosistemas. En este sentido, los impactos que se generarán durante el proceso de cambio de uso de suelo, así como las actividades de prevención y mitigación de impactos ambientales han sido plenamente abordados en el Capítulo 5 y Capítulo 7 de este DTU-BR.

Por lo tanto, se considera que en materia de desarrollo social arrojará grandes beneficios, ya que la infraestructura que se pretende establecer habrá de cubrir una demanda actual que contribuirá en la consolidación del desarrollo regional a través del establecimiento de infraestructura habitacional; misma que habrá de impactar dentro del sector turístico y ecoturístico, las cuales representan las principales actividades económicas del municipio de Solidaridad y el estado de Quintana Roo. Por lo anterior, en este capítulo se habrá de resaltar la relevancia del Proyecto, así como la afectación que implica generar los cambios en la composición florística y faunística del ecosistema dominante.

4.3.2.3.1. Aspectos comparativos de la composición florística

La selva mediana subperennifolia que cubre la cuenca 32A (subcuenca “d”) y en específico la presente en la unidad de análisis, cuenta con una buena representación de la flora arbórea que caracteriza a la selva mediana subperennifolia de la misma, así también el sitio propuesto para el cambio de uso del suelo, mismo que presenta una selva mediana subperennifolia / vegetación secundaria arbórea, con buena representación de la flora arbórea. En la siguiente Tabla 4. 71 y Tabla 4. 72 se presenta la comparativa entre la unidad de análisis y el Proyecto, respecto del número de especies e individuos registrados por hectárea, así como la diversidad, para el estrato arbóreo.

Tabla 4. 71. Comparativa entre la unidad de análisis y Proyecto respecto del número de especies e individuos registrados por hectárea, para el estrato arbóreo.

Número	Nombre común	Nombre científico	Cuenca ind/ha	Proyecto ind/ha
1	Alamo	<i>Ficus cotinifolia</i>	77	43
2	Boichic	<i>Coccoloba spicata</i>	46	22
3	Bolchiche	<i>Coccoloba diversifolia</i>	18	10
4	Bojom	<i>Cordia gerascantus</i>	6	18
5	Canchunup	<i>Thouinia paucidentata</i>	38	32
6	Chaca	<i>Bursera simaruba</i>	101	92
7	Chacni	<i>Calyptanthes pallens</i>	14	13
8	Chacte viga	<i>Caesalpinia violacea</i>	1	3
9	Chechen negro	<i>Metopium brownei</i>	75	48
10	Chechen blanco	<i>Sebastiania adenphora</i>	3	0
11	Chicozapote	<i>Manilkara zapota</i>	5	5
12	Ciricote	<i>Cordia dodecandra</i>	6	3
13	Caracolillo	<i>Sideroxylom foetidissimum</i>	1	0
14	Cocoite blanco	<i>Gliricidia sepium</i>	13	30
15	Elemuy	<i>Malmea depressa</i>	9	0
16	Ekulub	<i>Drypetes lateriflora</i>	1	2
17	Granadillo	<i>Platymiscium yucatanum</i>	5	2
18	Guaya	<i>Melicoccus oliviformis</i>	18	5
19	Guayabillo	<i>Psidium sartorianum</i>	9	0
20	Guayancox	<i>Exothea diphylla</i>	6	0
21	Higo	<i>Ficus maxima</i>	8	3
22	Jabin	<i>Piscidia piscipula</i>	29	20
23	Jobillo	<i>Astronium graveolens</i>	5	0
24	Kanazin	<i>Lonchocarpus rugosus</i>	60	17
25	Kaniste	<i>Pouteria campechiana</i>	6	2
26	Katalox	<i>Swartzia cubensis</i>	16	0
27	Katzin	<i>Acacia riparia</i>	4	20
28	Kitanche	<i>Caesalpinia gaumeri</i>	10	0
29	Maculis amarillo	<i>Tabebuia chrysantha</i>	5	0
30	Naranja che	<i>Jacquinia albiflora</i>	14	0
31	Palo sol	<i>Blomia cupanioides</i>	6	5
32	Perescutz	<i>Croton glabellus</i>	8	0
33	Roble	<i>Ehretia tinifolia</i>	6	0
34	Ruda	<i>Ruta chalepensis</i>	14	0
35	Sak pich	<i>Acacia glomerosa</i>	3	0
36	Shuul blanco	<i>Lonchocarpus xuul</i>	128	85
37	Silil	<i>Diospyros cuneata</i>	105	37
38	Sipche	<i>Bunchosia swartziana</i>	8	23
39	Subinche	<i>Acacia dolichostachya</i>	9	10
40	Tadzi	<i>Neea psychotrioides</i>	53	50
41	Tamay	<i>Zuelania guidonia</i>	9	2

Número	Nombre común	Nombre científico	Cuenca ind/ha	Proyecto ind/ha
42	Tastab	<i>Guettarda combsii</i>	7	0
43	Tojyub	<i>Coccoloba acapulcensis</i>	5	0
44	Tres marías	<i>Forchammeria trifoliata</i>	5	2
45	Tzalam	<i>Lysiloma latisiliquum</i>	99	73
46	Takinche	<i>Caesalpinia yucatanensis</i>	7	0
47	Uchuche	<i>Diospyros verae-crucis</i>	17	0
48	Uvasche	<i>Ottoschulzia pallida</i>	6	13
49	Ya'axnik	<i>Vitex gaumeri</i>	27	27
50	Yaiti	<i>Gymnanthes lucida</i>	17	5
51	Zapotillo	<i>Pouteria reticulata</i>	2	0
52	Zapote faisán	<i>Dipholis salicifolia</i>	5	2
53	Guayacte	<i>Malpighia lundellii</i>	0	15
54	Higuillo	<i>Ficus padifolia</i>	0	2
55	Sac-chaca	<i>Dendropanax arboreus</i>	0	2
Total			1155	743

Observando Tabla 4. 71, resulta evidente que se mantiene baja participación de especies arbóreas (con la presencia de especies con individuos de 1 y/o 2/ha) para ambas áreas de análisis, por lo que para la unidad de análisis tan solo se incluyen a 14 elementos florísticos de tipo arborescente y con una participación de hasta 1155 ind/ha. En tanto que para el Proyecto se observa al menos 14 elementos florísticos de tipo arborescente y con una participación de hasta 743 ind/ha. Por otra parte, se confirma que las especies mejor representadas en el ecosistema en términos de densidad son: el shul blanco (*Lonchocarpus xuul*) con 128 ind/ha, el silil (*Diospyros cuneata*) con 105 ind/ha, y el chaca (*Bursera simaruba*) con 101 ind/ha.

Tabla 4. 72. Comparativa entre la unidad de análisis y Proyecto respecto de la diversidad, para el estrato arbóreo.

Nombre común	Nombre científico	Unidad de análisis (Cuenca hidrológica forestal – SAR)				Proyecto			
		Ind	pi	log2pi	pi(log2pi)	Ind	pi	log2pi	pi(log2pi)
Alamo	<i>Ficus cotinifolia</i>	77	0.067	-3.907	-0.260	43	0.058	-4.111	-0.238
Boichic	<i>Coccoloba spicata</i>	46	0.040	-4.650	-0.185	22	0.030	-5.078	-0.150
Bolchiche	<i>Coccoloba diversifolia</i>	18	0.016	-6.004	-0.094	10	0.013	-6.215	-0.084
Bojom	<i>Cordia gerascanthus</i>	6	0.005	-7.589	-0.039	18	0.024	-5.367	-0.130
Canchunup	<i>Thouinia paucidentata</i>	38	0.033	-4.926	-0.162	32	0.043	-4.537	-0.195
Chaca	<i>Bursera simaruba</i>	101	0.087	-3.515	-0.307	92	0.124	-3.014	-0.373
Chacni	<i>Calyptanthes pallens</i>	14	0.012	-6.366	-0.077	13	0.017	-5.837	-0.102
Chacte Viga	<i>Caesalpinia violacea</i>	1	0.001	-10.174	-0.009	3	0.004	-7.952	-0.032
Chechen Negro	<i>Metopium brownei</i>	75	0.065	-3.945	-0.256	48	0.065	-3.952	-0.255
Chechen Blanco	<i>Sebastiana adenphora</i>	3	0.003	-8.589	-0.022				
Chicozapote	<i>Manilkara zapota</i>	5	0.004	-7.852	-0.034	5	0.007	-7.215	-0.049
Ciricote	<i>Cordia dodecandra</i>	6	0.005	-7.589	-0.039	3	0.004	-7.952	-0.032
Caracolillo	<i>Sideroxylon foetidissimum</i>	1	0.001	-10.174	-0.009				
Cocoite Blanco	<i>Gliricidia sepium</i>	13	0.011	-6.473	-0.073	30	0.040	-4.630	-0.187
Elemuy	<i>Malmea depressa</i>	9	0.008	-7.004	-0.055				
Ekulub	<i>Drypetes lateriflora</i>	1	0.001	-10.174	-0.009	2	0.003	-8.537	-0.023
Granadillo	<i>Platymiscium yucatanum</i>	5	0.004	-7.852	-0.034	2	0.003	-8.537	-0.023
Guaya	<i>Melicoccus oliviformis</i>	18	0.016	-6.004	-0.094	5	0.007	-7.215	-0.049
Guayabillo	<i>Psidium sartorianum</i>	9	0.008	-7.004	-0.055				
Guayacte	<i>Malpighia lundellii</i>				0.000	15	0.020	-5.630	-0.114
Guayancox	<i>Exothea diphylla</i>	6	0.005	-7.589	-0.039				
Higo	<i>Ficus maxima</i>	8	0.007	-7.174	-0.050	3	0.004	-7.952	-0.032
Higuillo	<i>Ficus padifolia</i>				0.000	2	0.003	-8.537	-0.023
Jabin	<i>Piscidia piscipula</i>	29	0.025	-5.316	-0.133	20	0.027	-5.215	-0.140

Nombre común	Nombre científico	Unidad de análisis (Cuenca hidrológica forestal – SAR)				Proyecto			
		Ind	pi	log2pi	pi(log2pi)	Ind	pi	log2pi	pi(log2pi)
Jobillo	<i>Astronium graveolens</i>	5	0.004	-7.852	-0.034				
Kanazin	<i>Lonchocarpus rugosus</i>	60	0.052	-4.267	-0.222	17	0.023	-5.450	-0.125
Kaniste	<i>Pouteria campechiana</i>	6	0.005	-7.589	-0.039	2	0.003	-8.537	-0.023
Katalox	<i>Swartzia cubensis</i>	16	0.014	-6.174	-0.086				
Katzin	<i>Acacia riparia</i>	4	0.003	-8.174	-0.028				
Kitanche	<i>Caesalpinia gaumeri</i>	10	0.009	-6.852	-0.059	20	0.027	-5.215	-0.140
Maculis Amarillo	<i>Tabebuia chrysantha</i>	5	0.004	-7.852	-0.034				
Naranja Che	<i>Jacquinia albiflora</i>	14	0.012	-6.366	-0.077				
Palo Sol	<i>Blomia cupanioides</i>	6	0.005	-7.589	-0.039	5	0.007	-7.215	-0.049
Perescutz	<i>Croton glabellus</i>	8	0.007	-7.174	-0.050				
Roble	<i>Ehretia tinifolia</i>	6	0.005	-7.589	-0.039				
Ruda	<i>Ruta chalepensis</i>	14	0.012	-6.366	-0.077				
Sac-Chaca	<i>Dendropanax arboreus</i>				0.000	2	0.003	-8.537	-0.023
Sak Pich	<i>Acacia glomerosa</i>	3	0.003	-8.589	-0.022				
Shuul Blanco	<i>Lonchocarpus xuul</i>	128	0.111	-3.174	-0.352	85	0.114	-3.128	-0.358
Silil	<i>Diospyros cuneata</i>	105	0.091	-3.459	-0.314	37	0.050	-4.328	-0.216
Sipche	<i>Bunchosia swartziana</i>	8	0.007	-7.174	-0.050	23	0.031	-5.014	-0.155
Subinche	<i>Acacia dolichostachya</i>	9	0.008	-7.004	-0.055	10	0.013	-6.215	-0.084
Tadzi	<i>Neea psychotrioides</i>	53	0.046	-4.446	-0.204	50	0.067	-3.893	-0.262
Tamay	<i>Zuelania guidonia</i>	9	0.008	-7.004	-0.055	2	0.003	-8.537	-0.023
Tastab	<i>Guettarda combsii</i>	7	0.006	-7.366	-0.045				
Tojyub	<i>Coccoloba acapulcensis</i>	5	0.004	-7.852	-0.034				
Tres Marias	<i>Forchammeria trifoliata</i>	5	0.004	-7.852	-0.034	2	0.003	-8.537	-0.023
Tzalam	<i>Lysiloma latisiliquum</i>	99	0.086	-3.544	-0.304	73	0.098	-3.347	-0.329
Takinche	<i>Caesalpinia yucatanensis</i>	7	0.006	-7.366	-0.045				
Uchuche	<i>Diospyros verae-crucis</i>	17	0.015	-6.086	-0.090				
Uvasche	<i>Ottoschulzia pallida</i>	6	0.005	-7.589	-0.039	13	0.017	-5.837	-0.102
Ya'axnik	<i>Vitex gaumeri</i>	27	0.023	-5.419	-0.127	27	0.036	-4.782	-0.174
Yaiti	<i>Gymnanthes lucida</i>	17	0.015	-6.086	-0.090	5	0.007	-7.215	-0.049
Zapotillo	<i>Pouteria reticulata</i>	2	0.002	-9.174	-0.016				
Zapote Faisan	<i>Dipholis salicifolia</i>	5	0.004	-7.852	-0.034	2	0.003	-8.537	-0.023
		1155		H'=	-4.728	743		H'=	-4.387
				D. Max=	5.700			D. Max=	5.170
				J'=	-0.829			J'=	-0.849

Con relación al índice de Shannon y de acuerdo a los datos obtenidos se tiene que, tanto para el SAR (unidad de análisis) como para el Proyecto, el resultado obtenido es de 4.72 y 4.38 respectivamente, por lo cual se refleja como buena diversidad para ambos, y esto es entendible en virtud de que ambos reportan la mayor cantidad de especies y estas se encuentran en buen estado de conservación. En cuanto a los datos de “J” sus valores para ambas se consideran altos con 0.829 y 0.849, lo que indica que las especies tienden a ser equitativas.

De acuerdo al Índice de Valor de Importancia, para la unidad de análisis se tiene que en el estrato arbóreo las tres especies más importantes son: El chechem (*Metopium brownei*) con 20.45, seguido por el shuul blanco (*Lonchocarpus xuul*) con el 19.96 y en tercer lugar el chaca (*Bursera simaruba*) con 18.89, en tanto que para el Proyecto se tiene que en el estrato arbóreo las tres especies más importantes son el chaca (*Bursera simaruba*) con 28.97, seguido por el tzalam (*Lysiloma latisiliquum*) con el 26.90 y en tercer lugar el chechem negro (*Metopium brownei*) con 21.75, estas especies son muy comunes encontrarlos en estas zonas del estado por lo que son características.

Adicionalmente, la vegetación de selva mediana subperennifolia con vegetación secundaria arbórea presenta un estrato arbustivo representado por aquellas especies con un DAP entre 5 y 9.9 cm. En la siguiente Tabla 4. 73 y Tabla 4. 74 se presenta la comparativa entre la unidad de análisis y el Proyecto respecto del número de especies e individuos registrados por hectárea, así como la diversidad, para el estrato arbustivo.

Tabla 4. 73. Comparativa entre la unidad de análisis y Proyecto respecto del número de especies e individuos registrados por hectárea, para el estrato arbustivo.

Número	Nombre común	Nombre científico	Cuenca Ind/ha	Predio Ind/ha
1	Akitz	<i>Cascabela gaumeri</i>	8	0
2	Dzidzilche	<i>Gymnopodium floribundum</i>	16	7
3	Eugenia	<i>Eugenia mayana</i>	43	0
4	Guano blanco	<i>Sabal yapa</i>	6	0
5	Majagua blanca	<i>Hampea trilobata</i>	6	0
6	Pata de vaca	<i>Bauhinia divaricata</i>	12	2
7	Pamolche	<i>Jatropha gaumeri</i>	8	2
8	Xpukin	<i>Callicarpa acuminata</i>	7	0
9	Chit	<i>Thrinax radiata</i>	7	2
10	Sakitsa	<i>Neomillspaughia emarginata</i>	6	0
11	Nakas	<i>Coccothrinax readii</i>	5	2
12	Flor de mayo	<i>Plumeria rubra</i>	0	2
Total			124	17

De acuerdo con los valores de la tabla anterior, se puede observar que existe una baja participación de los elementos considerados arbustivos, y de manera particular para el Proyecto, ya que se presentan al menos cinco especies con tan solo dos ind/ha, y que se encuentran presentes cuatro de estas en ambas áreas de análisis, así también se tiene una representación total de 124 ind/ha para la unidad de análisis (SAR) y de 17 para el Proyecto. De éstos eugenia (*Eugenia mayana*), el dzidzilche (*Gymnopodium floribundum*) y la pata de vaca (*Bauhinia divaricate*) comparten los más altos valores de densidad con 43, 16 y 12 ind/ha respectivamente.

Tabla 4. 74. Comparativa entre la unidad de análisis y Proyecto respecto de la diversidad, para el estrato arbustivo.

Nombre común	Nombre científico	Unidad de análisis (Cuenca hidrológica forestal – SAR)				Proyecto			
		Ind	pi	log2pi	pi(log2pi)	Ind	pi	log2pi	pi(log2pi)
Akitz	<i>Cascabela gaumeri</i>	8	0.065	-3.954	-0.255				
Dzidzilche	<i>Gymnopodium floribundum</i>	16	0.129	-2.954	-0.381	7	0.412	-1.280	-0.527
Eugenia	<i>Eugenia mayana</i>	43	0.347	-1.528	-0.530				
Guano Blanco	<i>Sabal yapa</i>	6	0.048	-4.369	-0.211				
Flor De Mayo	<i>Plumeria rubra</i>					2	0.118	-3.087	-0.363
Majagua Blanca	<i>Hampea trilobata</i>	6	0.048	-4.369	-0.211				
Pata De Vaca	<i>Bauhinia divaricata</i>	12	0.097	-3.369	-0.326	2	0.118	-3.087	-0.363
Pamolche	<i>Jatropha gaumeri</i>	8	0.065	-3.954	-0.255	2	0.118	-3.087	-0.363
Xpukin	<i>Callicarpa acuminata</i>	7	0.056	-4.147	-0.234				
Chit	<i>Thrinax radiata</i>	7	0.056	-4.147	-0.234	2	0.118	-3.087	-0.363
Sakitsa	<i>Neomillspaughia emarginata</i>	6	0.048	-4.369	-0.211				
Nakas	<i>Coccothrinax readii</i>	5	0.040	-4.632	-0.187	2	0.118	-3.087	-0.363
		124		H'=	-3.037	17		H'=	-2.343
				D. Max=	3.459			D. Max=	2.585
				J'=	-0.878			J'=	-0.906

Con relación al índice de Shannon y de acuerdo a los datos obtenidos se tiene que, para la unidad de análisis los resultados de la prueba nos indican que presenta una alta diversidad (3.03), en tanto que el Proyecto presenta una baja diversidad (2.34) si se toma en cuenta que a partir de valores mayores de tres son diversos y de bajo de este valor el estrato es pobre, y que de acuerdo a lo observado en campo este estrato concentra un número menor de especies para ambas áreas de estudio, así como que estas especies están en proceso de la conformación de la selva, y no tienen todavía diámetros considerables y sus alturas son muy uniformes. Así también se observa, para este estrato, en el Proyecto, la escasa presencia de dos palmas: chit (*Thrinax radiata*) y nakas (*Coccothrinax readii*). En cuanto a su equitatividad estas son altas ya que se obtuvieron valores de 0.87 y 0.90. Por lo que las especies tienden a la equitatividad.

De acuerdo a Índice de Valor de Importancia, para la unidad de análisis se tiene que en el estrato arbustivo las tres especies más importantes son: La eugenia (*Eugenia mayana*) con 63.65, seguida por el dzidzilche (*Gymnopodium floribundum*) con 40.79 y el guano blanco (*Sabal yapa*) con 37.47. En tanto que para el Proyecto las tres especies con más valor de importancia son: El dzibzilche (*Gymnopodium floribundum*) con 112.38, seguido por la flor de mayo (*Plumeria rubra*) con 49.21 y la palma chit (*Thrinax radiata*) con 37.99, estas tres especies son comunes y no tienen ningún problema de adaptación en estos terrenos, por lo que las especies se encuentran muy bien representadas en este estrato.

Adicionalmente, la vegetación de selva mediana subperennifolia con vegetación secundaria arbórea presenta un estrato herbáceo, en la siguiente Tabla 4. 75 y Tabla 4. 76 se presenta la comparativa entre la unidad de análisis y el Proyecto respecto del número de especies e individuos registrados por hectárea, así como la diversidad, para el estrato arbustivo.

Tabla 4. 75. Comparativa entre la unidad de análisis y Proyecto respecto del número de especies e individuos registrados por hectárea, para el estrato herbáceo.

Número	Nombre común	Nombre científico	Cuenca	Predio
1	Chilar	<i>Rivina humilis</i>	8	32
2	Styzophylum	<i>Stizophyllum riparium</i>	6	0
3	Paulinia	<i>Paullinia pinnata</i>	6	0
4	Sac ak	<i>Cydista potosina</i>	23	22
5	Tulipan	<i>Malvaviscus arboreus</i>	8	5
6	Xiat	<i>Chamaedorea seifrizii</i>	10	0
7	Yax ak	<i>Arrabidaea podopogon</i>	10	30
8	Bejuco de caballo	<i>Petrea volubilis</i>	4	0
9	Xnantus	<i>Ichnanthus lanceolatus</i>	8	15
10	Cicotria	<i>Psychotria nervosa</i>	0	3
11	Serjania	<i>Serjania yucatanensis</i>	0	2
12	Scleria	<i>Scleria lithosperma</i>	0	2
Total			83	111

De acuerdo con los valores de la Tabla 4. 75, se puede observar que existe una participación baja de los elementos considerados herbáceos, ya que se registran al menos 2 especies con tan solo dos ind/ha y que se encuentran presentes en el Proyecto con una representación total de 111 ind/ha y para la unidad de análisis con 83 ind/ha. De éstos el chilar (*Rivina humilis*), el yax ak (*Arrabidaea podopogon*) y el sac ak (*Cydista potosina*), comparten los más altos valores de densidad con 32, 30 y 23 ind/ha respectivamente.

Tabla 4. 76. Comparativa entre la unidad de análisis y Proyecto respecto de la diversidad, para el estrato herbáceo.

Nombre común	Nombre científico	Unidad de análisis (Cuenca hidrológica forestal – SAR)				Proyecto			
		Ind	pi	log2pi	pi(log2pi)	Ind	pi	log2pi	pi(log2pi)
Chilar	<i>Rivina humilis</i>	8	0.096	-3.375	-0.325	32	0.288	-1.794	-0.517
Cicotria	<i>Psychotria nervosa</i>					3	0.027	-5.209	-0.141
Styzophyllum	<i>Stizophyllum riparium</i>	6	0.072	-3.790	-0.274				
Paulinia	<i>Paullinia pinnata</i>	6	0.072	-3.790	-0.274				
Sac Ak	<i>Cydista potosina</i>	23	0.277	-1.851	-0.513	22	0.198	-2.335	-0.463
Serjania	<i>Serjania yucatanensis</i>					2	0.018	-5.794	-0.104
Scleria	<i>Scleria lithosperma</i>					2	0.018	-5.794	-0.104
Tulipan	<i>Malvaviscus arboreus</i>	8	0.096	-3.375	-0.325	5	0.045	-4.472	-0.201
Xiat	<i>Chamaedorea seifrizii</i>	10	0.120	-3.053	-0.368				
Yax Ak	<i>Arrabidaea podopogon</i>	10	0.120	-3.053	-0.368	30	0.270	-1.888	-0.510
Bejuco De Caballo	<i>Petrea volubilis</i>	4	0.048	-4.375	-0.211				
Xnantus	<i>Ichnanthus lanceolatus</i>	8	0.096	-3.375	-0.325	15	0.135	-2.888	-0.390
		83		H'=	-2.983	111		H'=	-2.432
				D. Max=	3.170			D. Max=	3.000
				J'=	-0.941			J'=	-0.811

En este estrato tanto para la unidad de análisis como para el Proyecto los resultados de la prueba nos indican que presenta una baja diversidad, (2.98 y 2.43) si se toma en cuenta que a partir de valores mayores de tres son diversos y de bajo de este valor el estrato es pobre. Estos resultados son razonables en virtud a que el tipo de vegetación existente en ambas áreas de análisis, es una selva mediana subperennifolia en etapa arbórea y que las especies herbáceas son escasas. En cuanto a los datos de “J” sus valores se consideran altos (0.94 y 0.81) respectivamente.

De acuerdo a Índice de Valor de Importancia, para la unidad de análisis, se tiene que en el estrato herbáceo las tres especies más importantes son: El bejuco sac ak (*Cyndista potosina*) con 67.26, seguido por el yax ak (*Arrabidaea podopogon*) con el 54.19 y el chilar (*Rivina humilis*) con 41.24. En tanto que para el Proyecto las tres especies con más valor de importancia fueron: El chilar (*Rivina humilis*) con 72.96, seguido por el sac ak (*Cydista potosina*) con 63.87 y en tercer lugar el yax ak (*Arrabidaea podopogon*) con 64.61, estas especies son comunes y no tienen ningún problema de adaptación.

Por otra parte, se debe considerar que a través de las distintas actividades que involucran el cambio de uso de suelo para el desarrollo del Proyecto, se promoverán medidas para garantizar que la biodiversidad de los ecosistemas no se vea afectados de manera dolosa, lo que incluye la aplicación del Programa de Conservación y Manejo de Ecosistemas y Especies, que considera actividades de rescate de flora y de restauración de aquellos espacios con tendencia a un mayor grado de deterioro.

Adicionalmente se tiene el siguiente análisis:

- ▶ Para la unidad de análisis de la cuenca de acuerdo al Anexo 4.1 se cuenta con un total de 72 especies en sus tres estratos, siendo consideradas como propias de una selva en proceso de sucesión. Así también para el Proyecto de acuerdo al Anexo 4.2 se cuenta con un total 50 especies distribuidas en los tres estratos, de igual forma consideradas como propias de la selva en proceso de sucesión.

- ▶ Es importante mencionar que ambos predios cuentan con un gran número de especies leguminosas 14 en total para la unidad de análisis y 11 para el Proyecto, lo que significa que se encuentran en un proceso avanzado de sucesión.
- ▶ Para el estrato arbóreo de acuerdo a la Tabla 4. 71, se incluyen 55 especies, de estas se han encontrado 52 en la unidad de análisis, y 36 para el Proyecto. De éstas algunas se han ubicado como especies de tallas menores en los estratos bajos, lo que refiere procesos de regeneración natural. Además, para los fines de la estimación se han recategorizado e incluido dentro de su forma de vida natural. Adicionalmente, dentro de esta categoría se comparten 33 especies en ambas áreas de estudio. Asimismo, 3 especies están documentadas solamente para el Proyecto, aunque esta estadística se compensa ya que 19 especies adicionales se han documentado para la unidad de análisis.
- ▶ Dentro del estrato arbustivo se registran 12 especies, 11 para la unidad de análisis y se añade 1 especie más que se han registrado solamente para el Proyecto. Adicionalmente, dentro de esta categoría se comparten 5 especies en ambas áreas de análisis.
- ▶ Finalmente, se han registrado 12 especies herbáceas de las cuales se registran 8 para el predio y 9 para la unidad de análisis y se comparten 5 especies, así mismo se registran 3 especies adicionales para el Proyecto.
- ▶ En todos los casos, se reconoce que los resultados se ubican dentro de las limitaciones propias del sistema de muestreo y donde se han considerado 12 sitios considerando la superficie total de los predios Lote 003 (Lote 32) y Lote 008 (Lote 13) que integran el Proyecto y que corresponde a 11.94 ha. Por otra parte, al aplicar la curva de especies áreas se indica que los resultados son válidos.
- ▶ El total de especies registradas, en cierta forma pueden ser consideradas como propias de una selva mediana en proceso de sucesión. Lo anterior, deriva del hecho que se han encontrado ausentes las categorías de tamaño de las especies más corpulentas que se registran para esta vegetación (categorías mayores a los 30 cm en DAP) y generalmente corresponden con especies como son: chicozapote (*Manilkara zapota*), caracolillo (*Sideroxylon foetidissimum*), katalox (*Swartzia cubensis*), entre otras.
- ▶ De manera adicional, de acuerdo con los valores del muestreo realizado se ha encontrado que únicamente 3 de los 371 individuos muestreados en el área del Proyecto con diámetro mayor de 10 cm a la altura del pecho se ubican por arriba de la categoría de los 35 cm en DAP; de los cuales es un alamo (*Ficus cotinifolia*), un chicozapote (*Manilkara zapota*) y un tzalam (*Lysiloma latisiliquum*). En este sentido, y de acuerdo con López y Tamarit (2005)¹⁰, reconoce que estas especies (*Manilkara zapota* y *Lysiloma latisiliquum*) son muy abundantes y con mayor importancia económica en bosques secundarios derivados de selva mediana subperennifolia. De manera adicional, se ha encontrado que el 90% de los individuos que fueron muestreados se consideran juveniles y en plena fase desarrollo, ya que han quedado incluidos dentro de las categorías menores (de los 10-34 cm en DAP).

¹⁰ López-Torres, J. y Tamarit-Urias. (2005). Crecimiento e incremento en diámetro de *Lysiloma latisiliquum* (L) Beth en bosque secundarios en Escárcega, Campeche, México. Revista Chapingo. Recuperado de: https://www.researchgate.net/publication/286334546_Crecimiento_e_incremento_en_diámetro_de_Lysiloma_latisiliquum_L_Benth_en_bosques_secundarios_en_Escarcega_Campeche_Mexico_Revista_Chapingo

- ▶ Por otra parte, es importante mencionar que dentro de ambas áreas de análisis el grupo de las leguminosas (Fabaceae) es el más abundante con 14 especies, para la unidad de análisis y 11 para el Proyecto, de éstas 10 son compartidas en ambas áreas de análisis. En este caso, se ha considerado que este grupo suele incluir algunas especies propias de los ecosistemas en procesos de restauración natural (con un origen secundario a veces poco definido) por lo que se incluye a especies arbóreas como: Cocoite blanco (*Gliricidia maculata*), jabín (*Piscidia piscipula*), shuul (*Lonchocarpus xuul*) y subinche (*Acacia dolychostachya*). En este caso, los diámetros encontrados se ubican por arriba de los 10 cm de DAP, lo que se pudiera relacionar con un proceso avanzado de sucesión.
- ▶ En este sentido, en ambas áreas de análisis se considera que entre los principales factores que han contribuido al deterioro de la vegetación está la manifestación de fenómenos hidrometeorológicos, iniciados por Gilberto en 1988 y los incendios de 1989. Además, se registra el paso de los huracanes Delta (2020) y Grace (2021) los últimos fenómenos registrado en la región.
- ▶ Aunado a lo anterior, para el estrato herbáceo se registras cierta dominancia de especies trepadoras en ambas áreas de análisis (Proyecto y unidad de análisis), por lo que se registran cuantiosos individuos de yax ak (*Arrabidaea podopogon*), sak ak (*Cydista potosina*), entre otras.

4.3.2.3.2. Aspectos comparativos de la fauna silvestre

En cuanto a la fauna, podemos mencionar que la selva de Quintana Roo, en específico la de la subcuenca “d” (municipio de solidaridad) ha sido de alguna manera modificada en su estructura natural al realizarse el sistema agrícola tradicional de Roza-Tumba-Quema, pecuarias y turismo, además del gran número de huracanes e incendios forestales que han impactado a lo largo de toda la región, durante décadas, a pesar de todo esto, esta vegetación mantiene una diversidad de especies de fauna importantes para el equilibrio ecológico del ecosistema tanto de la cuenca como del Proyecto. De acuerdo a lo anterior en la siguiente Tabla 4. 77 se presenta una comparativa de la fauna presente en ambas áreas de análisis (Anexo 4.1).

Tabla 4. 77. Comparativa entre la unidad de análisis y Proyecto respecto de las especies de fauna silvestre registradas. UA = unidad de análisis, A = amenazada, Pr = sujeta a protección especial, M = migratoria, R = residente.

Clase	Familia	Nombre científico	Nombre común	UA	Proyecto	NOM-059	M	R
ANFIBIOS	Bufonidae	<i>Incillius valliceps</i>	Sapo costero	X				X
		<i>Rhinella marina</i>	Sapo marino	X	X			X
	Hylidae	<i>Scinax staufferi</i>	Rana Arborícola Trompuda	X				X
		<i>Trachycephalus venulosa</i>	Rana arborícola lechosa	X				X
		<i>Smilisca baudinii</i>	Rana de árbol mexicana	X	X			X
Leptodactylidae	<i>Leptodactylus melanonotus</i>	Ranita de hojarasca	X				X	
		Subtotal		6	2			
REPTILES	Bataguridae	<i>Rhinoclemmys areolata</i>	Tortuga mojina	X		A		X
	Kinosternidae	<i>Kinosternon scorpioides</i>	Tortuga pochitoque	X		Pr		X
	Gekonidae	<i>Hemidactylus frenatus</i>	Tesucona	X				X
	Coritophanidae	<i>Basiliscus vittatus</i>	Toloque	X	X			X
	Iguanidae	<i>Ctenosaura similis</i>	Iguana rayada	X		A		X
	Phrynosomatidae	<i>Sceloporus chrysostictus</i>	Roño espinoso	X				X
	Dactyloidae	<i>Anolis sagrei</i>	Anolis pardo	X				X
		<i>Anolis sericeus</i>	Anolis sedoso	X				X
	Scincidae	<i>Plestiodon sumichrasti</i>	Eslizón listado del sureste	X				X
	Teiidae	<i>Holcosus undulatus</i>	Ameiva arcoiris	X				X
	Boidae	<i>Boa imperator</i>	Boa	X	X			X
	Colubridae	<i>Coniophanes schmidti</i>	Culebra rayada yucateca	X				X
		<i>Leptophis mexicanus</i>	Culebra perico verde	X			A	X
		<i>Masticophis mentovarius</i>	Culebra corredora	X			A	X

Clase	Familia	Nombre científico	Nombre común	UA	Proyecto	NOM-059	M	R	
		<i>Mastigodryas melanolomus</i>	Culebra lagartijera común	X				X	
		<i>Oxybelis fulgidus</i>	Culebra bejuquillo verde	X	X			X	
	Viperidae	<i>Bothrops aspers</i>	Nauyaca	X				X	
		Subtotal		17	3				
AVES	Accipitridae	<i>Rupornis magnirostris</i>	Aguililla caminera	X				X	
	Cathartidae	<i>Cathartes aura</i>	Aura	X				X	
		<i>Coragyps atratus</i>	Zopilote	X				X	
	Trochilidae	<i>Chlorostilbon canivetii</i>	Colibrí Esmeralda	X				X	
	Caprimulgidae	<i>Chordeiles minor</i>	Chotacabras Zumbón	X			X		
	Columbidae	<i>Columbina passerina</i>	Tortolita	X			A		X
		<i>Patagioenas flavirostris</i>	Paloma morada	X					X
		<i>Zenaida asiatica</i>	Paloma de alas blancas	X	X				X
	Momotidae	<i>Eumomota superciliosa</i>	Momoto	X				X	
	Cuculidae	<i>Crotophaga sulcirostris</i>	Garrapatero	X					X
		<i>Piaya cayana</i>	Cuculillo canela	X					X
	Cardinalidae	<i>Piranga rubra</i>	Piranga roja	X				X	
	Corvidae	<i>Cyanocorax yucatanicus</i>	Chara yucateca	X	X				X
		<i>Psilorhinus morio</i>	Chara papán	X					X
	Hirundinidae	<i>Hirundo rustica</i>	Golondrina Tijereta	X				X	
	Icteridae	<i>Dives dives</i>	Tordo cantor	X					X
		<i>Icterus auratus</i>	Bolsero Yucateco	X	X				X
		<i>Icterus dominicensis</i>	Bolsero dominico	X				X	
		<i>Icterus gularis</i>	Bolsero de altamira	X					X
		<i>Molothrus aeneus</i>	Tordo ojo rojo	X					X
		<i>Quiscalus mexicanus</i>	Zanate	X	X				X
	Mimidae	<i>Mimus gilvus</i>	Cenzontle tropical	X	X			X	
	Tyrindidae	<i>Pachyrampus aglaiae</i>	Cabezón degollado	X					X
		<i>Tityra semifasciata</i>	Titira puerquito	X					X
	Tyrannidae	<i>Myiozetetes similis</i>	Luis gregario	X					X
		<i>Megarynchus pitangua</i>	Luis pico grueso	X	X				X
		<i>Pitangus sulphuratus</i>	Luis bienveo	X	X				X
		<i>Tyrannus melancholicus</i>	Tirano común	X					X
		<i>Tyrannus couchi</i>	Tirano silbador	X	X				X
	Parulidae	<i>Parula americana</i>	Parula norteña	X				X	
	Vireonidae	<i>Vireo magister</i>	Vireo yucateco	X				X	
	Picidae	<i>Melanerpes aurifrons</i>	Carpintero frente amarilla	X	X				X
		<i>Melanerpes pygmaeus</i>	Carpintero enano	X					X
	Psittacidae	<i>Amazona albifrons</i>	Perico frente blanca	X			Pr		X
		<i>Aratinga nana</i>	Perico pecho sucio	X	X		Pr		X
	Cracidae	<i>Ortalis vetula</i>	Chachalaca	X	X				X
	Trogonidae	<i>Trogon violaceus</i>	Coa, trogón	X					X
		<i>Trogon melanocephalus</i>	Coa, trogón cabeza negra	X					X
		Subtotal		38	11				
MAMÍFEROS	Phillostomidae	<i>Artibeus jamaicensis</i>	Murciélago frutero	X				X	
		<i>Artibeus intermedius</i>	Murciélago	X				X	
		<i>Carollia sowelli</i>	Murciélago frutero de cola corta	X					X
	Emballonuridae	<i>Peropteryx macrotis</i>	Murciélago perro mayor	X				X	
	Didelphidae	<i>Didelphys virginiana</i>	Tlacuache común	X					X
		<i>Didelphis marsupialis</i>	Tlacuache	X	X				X
	Cricetidae	<i>Peromyscus yucatanicus</i>	Ratón yucateco	X					X
		<i>Oryzomys couesi</i>	Rata arrocera	X					X
	Dasyproctidae	<i>Dasyprocta punctata</i>	Guaqueque centroamericano	X					X
	Sciuridae	<i>Sciurus yucatanensis</i>	Ardilla yucateca	X	X				X
	Procyonidae	<i>Nasua narica</i>	Tejón o coati	X	X				X
	Mephitidae	<i>Spilogale putorius</i>	Zorrillo manchado	X					X
Canidae	<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	Zorra gris	X	X				X	
		Subtotal		13	4				
		Total		74	20				

Del total de las especies presentes (74), para la cuenca y el predio se tiene que la mayoría corresponden al grupo de las aves, teniendo mayor presencia en el área de la cuenca (unidad de análisis) con un total de 38, en tanto que en el Proyecto se observan 11 y se comparten 11. Para los mamíferos presentes en la unidad de análisis (cuenca) se observaron 13 y en el Proyecto se registraron 4, y del mismo modo se comparten 4. Así también para los reptiles solo se reportan 17 para la unidad de análisis y 3 para el Proyecto y de igual forma se comparten 3 especies. Para el caso de los anfibios se reportan 6 para la unidad de análisis y 2 para el Proyecto y se comparten 2 especies.

Sitios de anidación de aves, refugio, alimentación y reproducciones de las especies residentes, en riesgo, endémicas y migratorias

Durante los trabajos de muestreo del predio del proyecto **no se registraron sitios particulares** o zonas de anidación, refugio y alimentación de individuos de una especie o de varias especies de aves. Por otra parte, la vegetación ofrece alimento a las especies de fauna (frutos, semillas, insectos, néctar, etc. Pero, tampoco se ha detectado alguna zona o sitio en el área del Proyecto o en Ciudad Mayakoba que sobresalga por estos eventos. En todo caso se ha observado que las especies de fauna se alimentan, se refugian y anidan en todo el Proyecto.

Patrones de distribución de las especies de mamíferos, reptiles, anfibios y aves predio

No hay un estudio sobre los patrones de distribución de las especies vertebradas en el predio del proyecto. La fauna registrada en la zona tiene hábitos preferentemente silvestres. Es decir, la mayoría habita en la selva de la zona, pocas especies se acercan a las zonas urbanizadas. P ej. la iguana rayada (*Ctenosaura similis*), la chara yucateca (*Cyanocorax yucatanicus*), el abaniquillo pardo (*Anolis sagrei*), etc.

En este sentido el proyecto Ciudad Mayakoba, en el que se integra el proyecto Corazón Ciudad Mayakoba, colinda al sur con algunas colonias de Playa del Carmen, municipio de Solidaridad (la Guadalupeana, El Peten, fraccionamiento El Cantil, Playa del Sol, Sacbe y más al oeste Cristo Rey). Al norte de Corazón Ciudad Mayakoba aún se mantiene una sección con vegetación nativa así, como al noreste dentro del proyecto autorizado Ciudad Mayakoba. Al noreste del Proyecto se desarrolla el proyecto Verden y al noreste el proyecto Ceiba. Las medidas de mitigación y compensación que se pretende seguir para no afectar a la fauna en el proyecto Corazón Ciudad Mayakoba derivado de las actividades autorizadas, se presentan en el Capítulo 7.

Análisis de diversidad

Los cálculos de la prueba de Diversidad de Shannon-Wiener, se realizaron por medio del paquete BioDiversity Pro, así también se calculó el valor de Equitatividad (J), los resultados son los siguientes:

Anfibios

Los resultados obtenidos de la prueba de Shannon en este grupo de anfibios tanto para la unidad de análisis (SAR) como para el Proyecto, se considera poco diverso y los resultados obtenidos fueron de 2.22 y 0.91, respectivamente. Este grupo es pobre sobre el parámetro de diversidad lo que nos refleja que son muy pocas las especies presentes en ambas áreas de análisis y es justificable ya que los anfibios no siempre pueden observarse a simple vista, además de que al momento del muestreo la presencia de personal ocasiona ruido y esto genera que la fauna tienda alejarse de la zona por otra parte las altas temperaturas influyen de manera directa, generando muy poca visibilidad de la misma y por lo mismo no se obtiene un gran registro de ella. En cuanto al valor de J, este es alto con un valor de 0.86 y 0.91 respectivamente.

En cuanto a la abundancia relativa en este grupo las especies son muy escasas y de acuerdo a los resultados obtenidos para la unidad de análisis (SAR) se puede ver a la rana de hojarasca (*Leptodactylus melanonotus*) con 43.75 seguido por la rana arborícola (*Smilisca baudinii*) con 18.75. En tanto que para el Proyecto se puede ver a la rana trepadora (*Smilisca baudinii*) con 66.66, seguido por el sapo/much (*Chanus marinus*) con 33.33.

Reptiles

Los resultados obtenidos de la prueba de Shannon en este grupo de reptiles para la unidad de análisis (SAR) es de 3.76 lo que nos indica que se considera la zona como de alta diversidad y es justificable ya que es una superficie mayor, no así para el Proyecto en el que el resultado es de 1.25, considerándose como poco diverso, es importante mencionar que este grupo es un poco difícil de observar a simple vista y esto dificulta obtener datos de un gran número de los mismos, por otra parte, dada a las altas temperaturas son pocos los individuos que pueden estar a cualquier hora del día, en cuanto a su equitatividad “J” nos indican que ambos grupos tienden a la equitatividad con 0.92 y 0.79.

En cuanto a la abundancia relativa se encontró que, de las tres especies encontradas en la unidad de análisis (SAR), la mayor abundancia la registra la iguana rallada (*Ctenosaura similis*) con un valor de 17.33, seguida de la cuija, besucona (*Hemidactylus frenatus*) y el chipoyo (*Anolis sericeus*) con 11.53 respectivamente. En tanto que para el Proyecto se puede ver al tolock (*Basiliscus vittatus*) cuya especie es la más abundante con un valor de 66.66, en comparación la boa (*Boa imperator*) y la bejuquilla (*Oxybeles fulgidus*) que presentaron un valor de 16.16 cada una.

Aves

Los resultados obtenidos de la prueba de Shannon, para el grupo de aves, tanto para la unidad de análisis (SAR), como para el Proyecto, fue considerada como alta, presentando 4.90 y 3.01, respectivamente, Es importante mencionar que las aves en general no necesariamente se encuentran en el sitio en forma permanente, sino que muchas son de paso y que muchas por sí solas se alejan al menor ruido. En cuanto al valor de “J” para ambos predios se considera alto, (0.93 y 0.87), lo que nos indica que hay equitatividad entre las especies.

De acuerdo a la abundancia relativa, en relación a las aves se tiene que para la unidad de análisis (SAR) las tres especies con más alto valor son: la golondrina (*Hirundo rustica*) con un valor de 8.18 seguido por el perico frente blanca (*Amazona albifrons*) con 7.01 y en tercer lugar se ubican el zopilote (*Coragyps atratus*), con un valor de 6.43. En tanto que para el Proyecto las especies con más alto valor son: el zanate (*Quiscalus mexicanus*) con un valor de 27.53 seguido por la chara azul (*Cyanocorax yucatanicus*) con 20.28 y en tercer lugar se ubican el ceniztonle (*Mimus gilvus*) y el luis bienteveo (*Pitangus sulphuratus*), con un valor de 10.14 respectivamente.

Mamíferos

Los resultados obtenidos de la prueba de Shannon en el grupo de mamíferos para la unidad de análisis (SAR) es de 3.50 lo que nos indica que se considera la zona como de alta diversidad y es justificable ya que es una superficie mayor, no así para el Proyecto en el que el resultado es de 1.40. Por otra parte, hay que tomar en cuenta que los mamíferos no necesariamente se encuentran en el sitio en forma permanente si no que muchos son de paso por la constante búsqueda de alimento. En cuanto a su equitatividad se considera alta (0.94 y 0.70, respectivamente) ya que las pocas especies tienden a la homogeneidad.

De acuerdo a la abundancia relativa, en relación a los mamíferos se tiene que para la unidad de análisis (SAR) la especie con un valor alto comparativamente con las demás fue el tejón (*Nasua narica*) con el 19.35, seguido por la ardilla yucateca (*Sciurus yucatanensis*) con 12.90 y en tercer lugar el murciélago frutero (*Artibeus jamaicensis*) con 9.67. En tanto que para el Proyecto la especie con un valor alto comparativamente con las demás fue el tejón (*Nasua narica*) con el 68.42, seguido por el tlacuache (*Didelphis marsupialis*), la ardilla yucateca (*Sciurus yucatanensis*) y la zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*) con 10.52 cada una.

4.3.3. Medio Socioeconómico

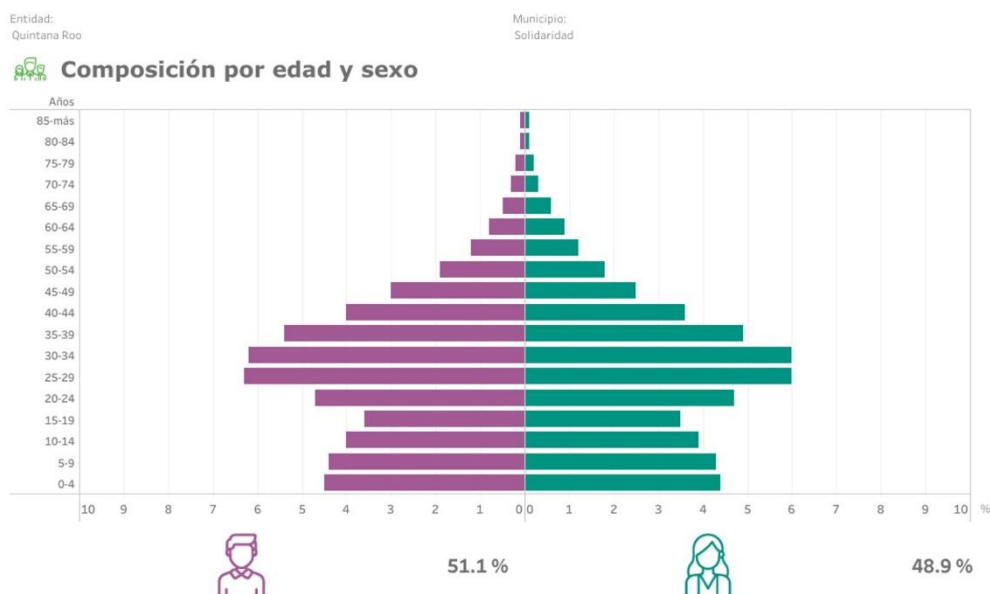
4.3.3.1. Localización Regional

El municipio de Solidaridad es uno de los 11 municipios que integran el estado de Quintana Roo. Cuenta con una extensión de 2 014.9 km², lo que representa el 4.5% de la superficie del Estado. Entre las principales localidades, para el municipio, se encuentra Playa del Carmen, que representa su cabecera municipal, el SAR y el Proyecto se localizan al norponiente de este centro urbano.

4.3.3.2. Composición de la Estructura Poblacional

De acuerdo con los resultados del censo de población y vivienda realizado por el INEGI en 2020, el municipio cuenta con una población total de 333 800 personas, que representan el 18.0% de la población estatal. La población total se encuentra estructurada por 163 324 hombres (48.9%) y 170 476 mujeres (51.1%) (Figura 4. 39). La relación de hombres-mujeres es de 104 hombres por cada 100 mujeres. La mitad de la población cuenta con 28 años o menos. Existen 38 personas en edad de dependencia por cada 100 en edad productiva (INEGI, 2020, recuperado de <https://censo2020.mx/home.html>).

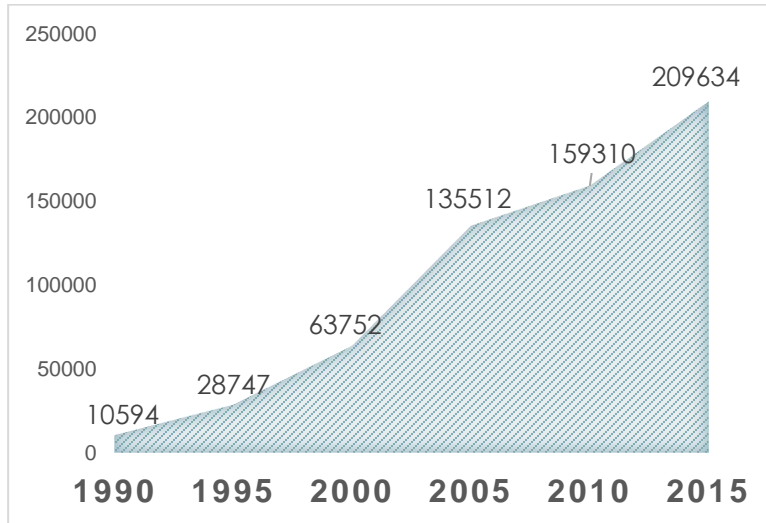
Figura 4. 39. Composición por edad y sexo, municipio de Solidaridad.



4.3.3.3. Crecimiento Demográfico

El municipio de Solidaridad, es junto con los municipios de Benito Juárez y Tulum, los de mayor crecimiento demográfico en el país, el principal motivo es la inmigración de población atraída por la oferta de empleo y desarrollo económico propiciado por el turismo que es la actividad económica básica (SECTUR, et al, 2013). Los registros indican que este crecimiento ha sido exponencial, pasando de 10 594 habitantes en 1990 a 209 634 personas para 2015 (Figura 4. 40), lo que significa que la población incremento aproximadamente 19 veces más, en 25 años.

Figura 4. 40. Crecimiento de la población en Solidaridad 1990 – 2015 (INEGI, 2016).



De acuerdo al Consejo Estatal de Población (COESPO), la población del municipio de Solidaridad seguirá creciendo de manera acelerada, estimando que para el 2025 habrá aproximadamente 331 150 habitantes, equivalente a un crecimiento de 35%, lo que quiere decir que uno de cada cuatro nuevos habitantes del estado de Quintana Roo será un residente del municipio de Solidaridad.

4.3.3.4. Distribución y Densidad Poblacional

La densidad de población del municipio de Solidaridad es de 150.76 hab/km²; sin embargo, este valor es relativo ya que, en la cabecera municipal Playa del Carmen se concentra aproximadamente el 91.5% de la población, provocando concentraciones altas de población en las zonas urbanas (Tabla 4. 78).

Tabla 4. 78. Comparativa de la población total registrada en Quintana Roo, Solidaridad y Playa del Carmen.

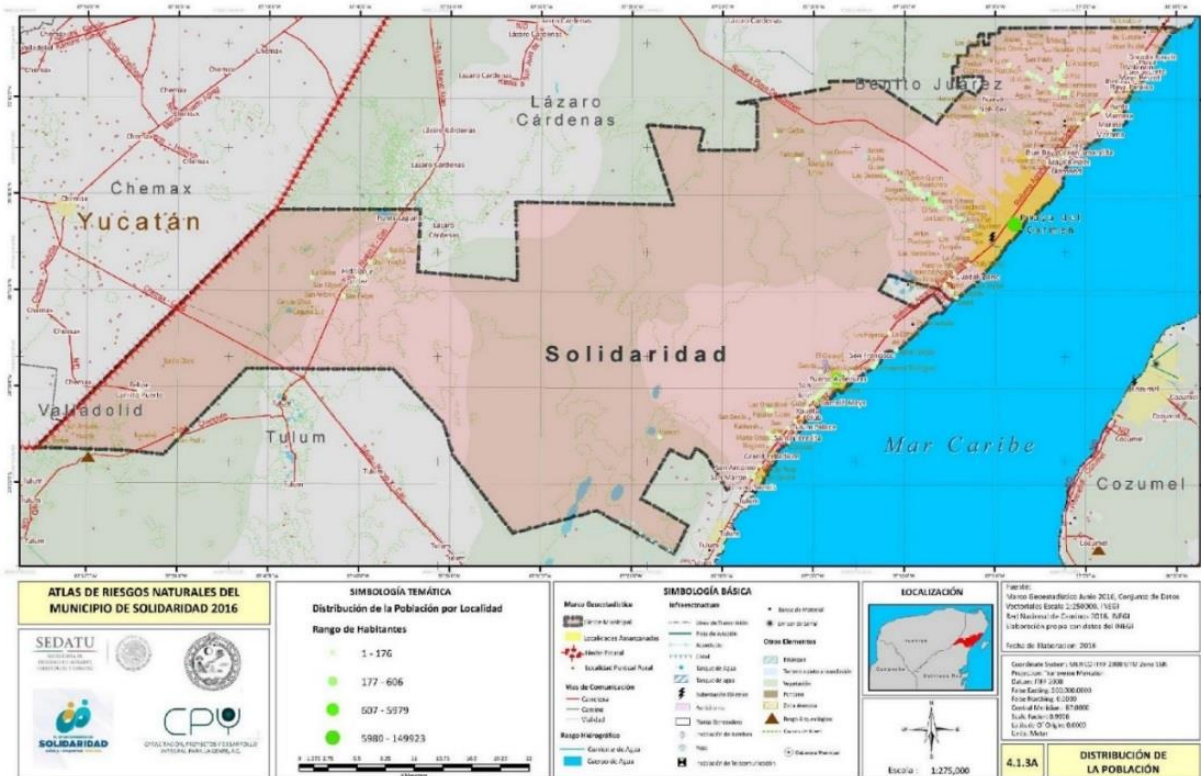
	Quintana Roo	Solidaridad	Playa del Carmen
Habitantes	1 857 985	333 800	304 942

La distribución de los habitantes en Solidaridad se concentra de manera desigual, ya que existen localidades con mucha población, como es el caso de Playa del Carmen y Puerto aventuras (Tabla 4. 79 y Figura 4. 41).

Tabla 4. 79. Densidad de población para el municipio de Solidaridad.

Total de localidades:	136
Localidades con mayor población:	
Playa del Carmen	304 942
Puerto Aventuras	22 878

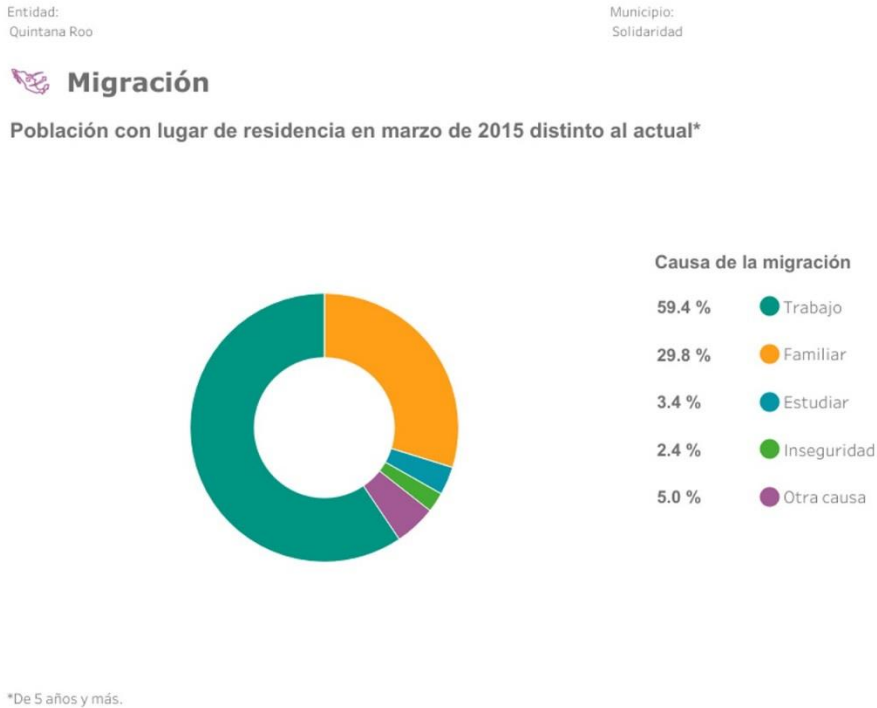
Figura 4. 41. Distribución de la población por localidad.



4.3.3.5. Migración

La migración se considera uno de los factores que afectan la dinámica de crecimiento y composición por sexo y edad de la población. Con la información sobre el lugar de nacimiento, para la población que residía en Solidaridad, que era originaria de Solidaridad, la componían 108 394 habitantes, 32.42% de la población total. Mientras que la población residente en el municipio nacida en una entidad distinta la integraban 203 908 personas, 61.08% de la población total. Las estadísticas señalan como principal causa de migración el trabajo y familiar, estimándose en un 58.8% para el primero y 29.8% para el segundo. En la siguiente Figura 4. 42 se presentan los porcentajes de causa de migración a detalle.

Figura 4. 42. Causa de migración al municipio de Solidaridad.



4.3.3.6. Vivienda y Urbanización

El municipio de Solidaridad registra un total de 110 763 viviendas particulares ocupadas, de las cuales el 91.7% cuentan con agua entubada, 96.0% con drenaje, 96.3% con servicio sanitario, 95.4% con energía eléctrica, 92.0% con tinaco y 23.6% con cisterna o aljibe (Figura 4. 43). El promedio de ocupantes por vivienda se estima en 3.0 y el promedio de ocupantes por cuarto en 1.2.

Figura 4. 43. Disponibilidad de servicios y equipamiento.



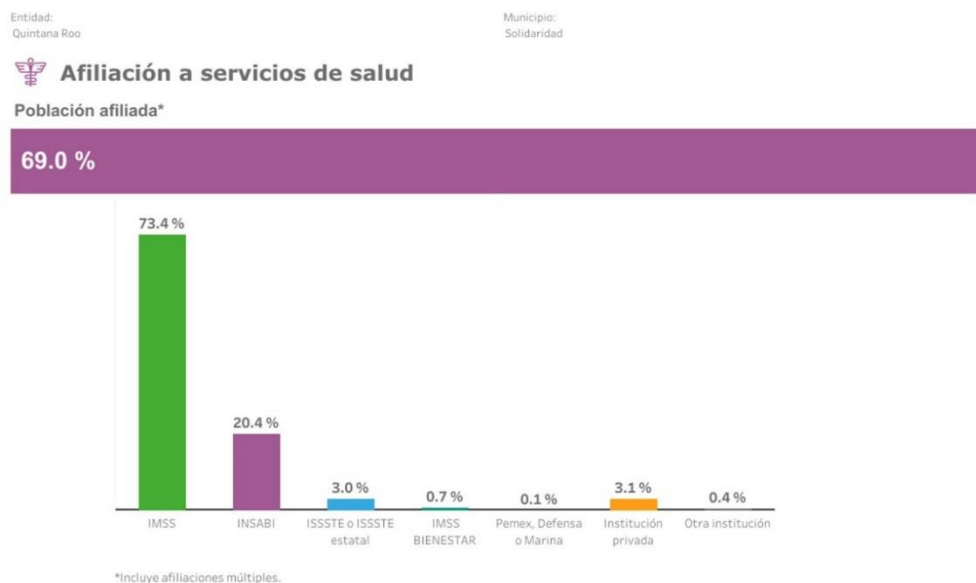
La principal fuente de abastecimiento de agua para el municipio son los pozos profundos de los que se registran un total de 669. El volumen promedio diario de extracción es de 676 mil metros cúbicos. En cuanto a la energía eléctrica se cuenta con 126 516 tomas instaladas, de las cuales 112 015 corresponden a domiciliarias (domésticas, industriales y de servicios) y 501 a no domiciliarias (agrícolas, alumbrado público y bombeo de aguas potables y negras) (INEGI, 2017).

En cuanto a vías de comunicación, respecto a longitud de la red carretera según tipo de camino, el municipio cuenta 56 km de carretera troncal federal y 30 km de carreteras secundarias pavimentadas (INEGI, 2017).

4.3.3.7. Salud y Seguridad Social

Respecto a salud el porcentaje de población afiliada a servicios de salud el municipio de Solidaridad cuenta con un 69.00% de personas afiliadas a servicios de salud y 27.53% no afiliadas. La condición de afiliación se registra de la siguiente manera: 73.4% están afiliados al Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS), 20.4% al Instituto de Salud para el Bienestar (INSABI), EL 3.0% al Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado (ISSSTE), 0.7% al Instituto Mexicano del Seguro Social Bienestar (IMSS Bienestar), 0.1% a Petróleos Mexicanos (PEMEX), el 3.1% a institución privada y el 0.4% a otra institución (Figura 4. 44).

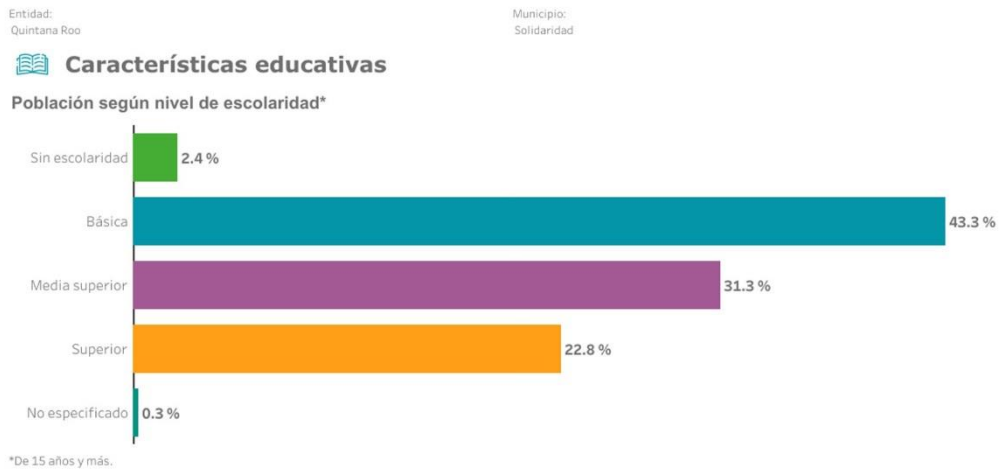
Figura 4. 44. Afiliación a los servicios de salud para el municipio de Solidaridad.



4.3.3.8. Educación

De acuerdo con los resultados obtenidos del censo de 2020 del INEGI, en cuanto población de 15 años y más, según nivel de escolaridad, el 22.8% cuenta con el nivel superior de educación, el 31.3% con el nivel medio superior, el 43.3% con el nivel básico, el 2.4% sin escolaridad y el 0.3% no fue especificado (Figura 4. 45). En cuanto a la tasa de alfabetización el 98.9% de la población de 15 a 24 años cuentan con la aptitud para leer y escribir, y el 97.7% de la población de 25 años y más, cuentan con la aptitud para leer y escribir. Hasta 2016, el municipio contaba con 95 planteles, 884 aulas, 4 bibliotecas, 35 laboratorios y 46 talleres (INEGI, 2017).

Figura 4. 45. Población de 15 años y más, según nivel de escolaridad.



4.3.3.9. Aspectos Económicos

4.3.3.9.1. Población Económicamente Activa y Ocupada

Geográficamente, 87.2% del total de las unidades económicas para Quintana Roo se concentra en cuatro municipios, Benito Juárez, Othón P. Blanco, Cozumel y Solidaridad. En conjunto estos municipios aportaron el 93.8% de la producción bruta total para el estado, Solidaridad contribuyó con el 24.6% (INEGI, 2017).

En el municipio de Solidaridad, entre 2010 y 2020, la población de 12 años y más pasó de 119 352 a 255 166 personas, de las cuales 73.8% conforman la población económicamente activa, y el 25.8% se identifica como población no económicamente activa (Figura 4. 46 y Figura 4. 47). En cuanto a la población ocupada de 12 años y más, esta representa el 72.47%, mientras que el 1.36% se define como desocupada.

Figura 4. 46. Población de 12 años y más económicamente activa (PEA).

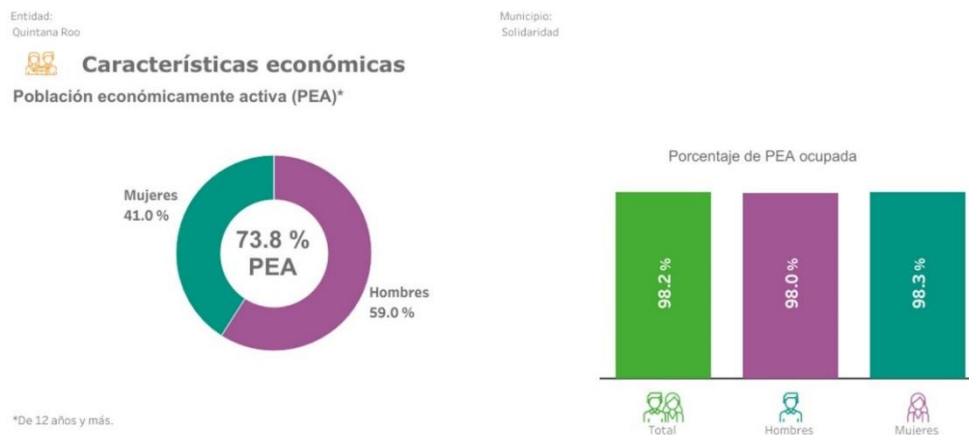
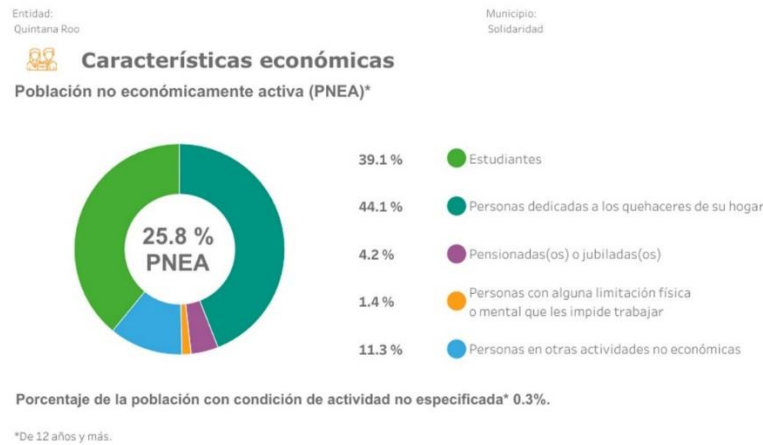


Figura 4. 47. Población no económicamente activa (PNEA).



4.3.3.9.2. Población Económicamente Activa en las Principales Localidades

De acuerdo al Censo de Población y Vivienda del INEGI, para el 2020, Playa del Carmen, cabecera municipal de Solidaridad, registró una población de 12 años y más económicamente activa de 172 619, lo que representó, para ese año, el 74.00% de personas para la localidad. La población masculina económicamente activa fue estimada en 101 450 personas y la femenina en 77 201. La población no económicamente activa fue estimada en 65 912 habitantes.

Tanto la economía de Playa del Carmen como la del municipio y estado, está influida en buena medida por la dinámica del sector turístico. En Playa del Carmen se concentran cuatro quintas partes de la actividad económica del municipio. Los sectores que más aportaron a la economía del Playa del Carmen en el 2014, fueron el sector turismo (hotelero y preparación de alimentos y bebidas) y el comercio (Herrera, s.f.).

4.3.3.9.3. Turismo

La principal actividad económica del estado y del municipio es el turismo; en el 2019 la aportación del producto interno bruto estatal al sector terciario fue de 87.86% (Gobierno del Estado de Quintana Roo, s.f., recuperado de: <https://qroo.gob.mx/idefin/indicadores-economicos/>).

A nivel estatal, Solidaridad cuenta con el mayor número de hoteles (221) y cuartos (37 203). La infraestructura hotelera con que cuenta el municipio representa el 30.31% de los hoteles y 39.43% de los cuartos disponibles en el estado (Tabla 4. 80).

Tabla 4. 80. Infraestructura hotelera en Quintana Roo, por municipio (INEGI, 2017).

Municipio	Hotel		Cuartos	
	Número	%	Número	%
Bacalar	21	2.88065844	336	0.35619256
Benito Juárez	187	25.6515775	35549	37.6853844
Cozumel	49	6.72153635	3704	3.92659889
Felipe Carrillo Puerto	10	1.37174211	167	0.17703618
Isla Mujeres	39	5.34979424	3486	3.69549777
José María Morelos	6	0.82304527	41	0.04346397
Lázaro Cárdenas	29	3.97805213	547	0.579873
Othón P. Blanco	82	11.2482853	2510	2.6608432
Puerto Morelos	25	3.42935528	5052	5.3556095
Solidaridad	221	30.3155007	37203	39.4387847
Tulum	60	8.23045267	5736	6.08071578
Estatal	729	100	94331	100

En cuanto a ocupación hotelera, por centro turístico, Playa del Carmen y Playacar, ambos centros del municipio de Solidaridad, registran la llegada de 57 625 turistas residentes del país y 1 483 689 turistas no residentes en el país. El porcentaje de ocupación hotelera es de 85.6% para Playacar, con una estadía promedio de 6.3 noches por turista no residente en el país y de 4.1 noche por turista residente en el país, y 75.7% de ocupación para Playa del Carmen, con un promedio de estadía de 4.8 noches por turista no residente en el país y de 3.0 noche por turista residente en el país (INEGI, 2017).

4.3.4. Paisaje

El concepto de paisaje contiene intrínsecamente, un componente visual y, por tanto, una dimensión perceptiva, aspecto que constituye un paso inicial para llegar a su entendimiento y explicación. El primer peldaño del estudio del paisaje sería la descripción de lo que se ve, dando lugar en un segundo peldaño a la interpretación y explicación. Así el paisaje puede considerarse definido por el entorno visual del punto de observación y caracterizado por lo elementos que pueden ser percibidos visualmente por el hombre (relieve, tipo y estructura de las formaciones vegetales, etc.) (García Ramón, 1981; citado por Martínez, et al., 2003).

De acuerdo a lo anterior, el paisaje en este apartado, es un elemento de análisis entendido desde su enfoque visual-perceptivo y para su valoración fueron evaluados tres componentes: La calidad visual, la fragilidad visual y la capacidad de absorción visual del paisaje.

- **Metodología**

Calidad visual

La calidad visual del paisaje fue determinada mediante el método propuesto por Bureau of Land Management (BML) de U.S.A. (1980), basado en el análisis de las categorías estéticas del terreno, este método lleva aplicándose largo tiempo en la planificación territorial. En la determinación de la fragilidad visual¹¹ y la capacidad de absorción visual del paisaje¹², se utilizó una adaptación de los métodos propuestos por Escribano et al. (1987) y la técnica basada en la metodología de Yeomans (1986), respectivamente. Para el análisis de los tres componentes se optó por realizar una evaluación conjunta del área del Proyecto, por considerar que las variables evaluadas poseen valores similares si está se dividiera en varias unidades de estudio, siendo posible encontrar un resultado global que represente a toda el área.

Los criterios de valoración de la calidad escénica aplicados por BML se presentan en la Tabla 4. 81 y la clasificación de áreas de acuerdo a su calidad visual según la suma total de puntos obtenida de la valoración de los criterios se presenta en la Tabla 4. 82.

Tabla 4. 81. Criterios de valoración para la calidad escénica del paisaje.

Componente	Criterios de Valoración y Puntuación		
Morfología	Relieve muy montañoso, marcado y prominente (acantilados, agujas, grandes formaciones rocosas); o bien relieve de gran variedad superficial o muy erosionado, o sistemas de dunas, o bien presencia de algún rasgo muy singular y dominantes	Formas erosivas interesantes o relieve variado en tamaño y forma. Presencia de formas y detalles interesantes, pero no dominantes o excepcionales	Colinas suaves, fondos de valle planos, pocos o ningún detalle singular
Puntuación	5	3	1
Vegetación	Gran variedad de tipos de vegetación, con formas, texturas y distribución interesantes	Alguna variedad en la vegetación, pero solo uno o dos tipos	Poca o ninguna variedad o contraste en la vegetación
Puntuación	5	3	1
Color	Combinaciones de color intensas y variadas o contrastes agradables entre suelo, vegetación, roca y agua	Alguna variedad e intensidad en los colores y contrastes, pero no actúa como elemento dominante	Muy poca variación de color o contraste, colores apagados
Puntuación	5	3	1
Cuerpos de agua	Factor dominante en el paisaje, limpia y clara, aguas blancas (rápidos y cascadas) o láminas de agua en reposo	Agua en movimiento o reposo, pero no dominante en el paisaje	Ausente o inapreciable
Puntuación	5	3	0
Fondo escénico	El paisaje circundante potencia mucho la calidad visual	El paisaje circundante incrementa moderadamente la calidad visual en el conjunto	El paisaje adyacente no ejerce influencia en la calidad del conjunto
Puntuación	5	3	0

¹¹ Susceptibilidad que tiene el paisaje al cambio cuando se desarrolla un uso sobre él... (Cienfuentes, 1979).

¹² Aptitud que tiene un paisaje de absorber visualmente modificaciones o alteraciones sin detrimento de su calidad visual (Montoya et al., 1999).

Componente	Criterios de Valoración y Puntuación		
Singularidad o rareza	Único o poco corriente o muy raro en la región, posibilidad de contemplar fauna y vegetación excepcional	Característico, aunque similar a otros en la región	Bastante común en la región
Puntuación	6	2	1
Actuaciones humanas	Libre de actuaciones estéticamente no deseadas o con modificaciones que inciden favorablemente en la calidad visual	La calidad escénica está afectada por modificaciones poco armoniosas, aunque no en su totalidad, o las actuaciones no añaden calidad visual	Modificaciones intensas y extensas que reducen o anulan la calidad escénica
Puntuación	2	0	0

Tabla 4. 82. Clasificación de áreas de acuerdo a su calidad visual.

Clase	Descripción	Puntaje
Clase A	Áreas de calidad alta, áreas con rasgos singulares y sobresalientes.	19 a 33
Clase B	Áreas de calidad media, áreas cuyos rasgos poseen variedad en la forma, color y línea, pero que resultan comunes en la región estudiada y no son excepcionales.	12 a 18
Clase C	Áreas de calidad baja, áreas con muy poca variedad en la forma, color, línea y textura.	0 a 11

Fragilidad visual

Los criterios de valoración de la fragilidad visual aplicados por Escibano se presentan en la Tabla 4. 83 los intervalos de valores de calificación y la connotación para la fragilidad visual se presentan en la Tabla 4. 84.

Tabla 4. 83. Criterios para la evaluación de la fragilidad visual del paisaje.

Factores	Elementos	Fragilidad		
		Alta	Media	Baja
Biofísico	Pendientes	Pendientes de más de 30%, terrenos con un dominio del plano vertical de visualización.	Pendientes entre 15 y 30%, y terrenos con modelado suave u ondulado.	Pendientes entre 0 y 15%, plano horizontal de dominancia.
	Puntuación	5	3	1
	Densidad vegetación	Grandes espacios sin vegetación. Agrupaciones aisladas. Dominancia estrata herbácea.	Cubierta vegetal discontinua. Dominancia de estrata arbustiva.	Grandes masas boscosas. 100% de cobertura.
	Puntuación	5	3	1
	Contraste vegetación	Vegetación monoespecífica, escasez vegetacional, contrastes poco evidentes.	Mediana diversidad de especies, con contrastes evidentes, pero no sobresalientes.	Alta diversidad de especies, fuertes e interesantes contrastes.
	Puntuación	5	3	1
Visualización	Alturas de la vegetación	Vegetación arbustiva o herbácea, no sobrepasa los 2 m de altura o Sin vegetación.	No hay gran altura de las masas (< 10 m), ni gran diversidad de estratos.	Gran diversidad de estratos. Alturas sobre los 10 m.
	Puntuación	5	3	1
Visualización	Tamaño de la cuenca visual	Visión de carácter cercana o próxima (0 a	Visión media (500 a 2000 m), dominio de los planos medios de visualización.	Visión de carácter lejano o a zonas distantes (>2000 m)

Factores	Elementos	Fragilidad		
		Alta	Media	Baja
		500 m). Dominio de los primeros planos.		
	Puntuación	5	3	1
	Forma de la cuenca visual	Cuencas alargadas, generalmente unidireccionales en el flujo visual o muy restringida.	Cuencas irregulares, mezcla de ambas categorías.	Cuencas regulares extensas, generalmente redondeadas.
	Puntuación	5	3	1
	Compacidad	Vistas panorámicas abiertas. El paisaje no presenta huecos, ni elementos que obstruyan los rayos visuales.	El paisaje presenta zonas de menor incidencia visual, pero en un porcentaje moderado.	Vistas cerradas u obstaculizadas. Presencia constante de zonas de sombra o menor incidencia visual.
	Puntuación	5	3	1
Singularidad	Unicidad del paisaje	Paisaje singular, notable, con riqueza de elementos únicos y distintivos.	Paisaje interesante pero habitual, sin presencia de elementos singulares.	Paisaje común, sin riqueza visual o muy alterado.
	Puntuación	5	3	1
Accesibilidad	Visual	Percepción visual alta, visible a distancia y sin mayor restricción.	Visibilidad media, ocasional, combinación de ambos niveles.	Baja accesibilidad visual vistas escasas o breves.
	Puntuación	5	3	1
	Física	Localizado a corta distancia de carretera, caminos locales, poblados o zona habitadas.	Localizado en zona con caminos secundarios, poco transitados.	Localizado en predio privado con acceso restringido, zonas sin caminos públicos.
	Puntuación	5	3	1

Tabla 4. 84. Clasificación de la fragilidad visual.

Clasificación	Connotación visual del área	Puntaje
Fragilidad visual alta	Área sensible frente a intervenciones, con nula o mínima capacidad para absorber impactos	34 - 45
Fragilidad visual media	Área medianamente sensible frente a intervenciones. Capacidad media de absorción de impactos	21 - 33
Fragilidad visual baja	Área capaz de absorber impactos visuales, dada su composición u organización. La incorporación de nuevos elementos no alteraría significativamente las características del área	9 - 20

Capacidad de absorción visual

La valoración de la capacidad de absorción visual del paisaje se realiza a través de factores de los medios físico y biótico, los que se cualifican y combinan en la siguiente expresión:

$$CAV = P * (E + R + D + C + V)$$

Donde:

P = Pendiente.

E = Erosionabilidad capacidad de regeneración de la vegetación.

R = Potencial estético.

D = Diversidad de la vegetación.

C = Contraste de color de suelo roca.

V = Actuación humana.

La escala de referencia para la evaluación se muestra en la Tabla 4. 85 y los puntajes asignados a cada condición para la valoración de la capacidad de absorción visual se presentan en la Tabla 4. 86.

Tabla 4. 85. Factores del paisaje determinantes de su capacidad de absorción visual.

Factor	Condiciones	Puntajes	
		Nominal	Numérico
Pendiente (P)	Inclinado (pendiente >55%)	Bajo	1
	Inclinación suave (25–55% de pendiente)	Moderado	2
	Poco inclinado (0-25% de pendiente)	Alto	3
Diversidad de vegetación (D)	Eriales, prados y matorrales	Bajo	1
	Coníferas, repoblaciones	Moderado	2
	Diversificada (mezcla de claros y bosques)	Alto	3
Estabilidad del suelo y erosionabilidad (E)	Restricción alta derivada de riesgos alto de erosión e inestabilidad, pobre regeneración potencial	Bajo	1
	Restricción moderada debido a ciertos riesgos de erosión e inestabilidad y regeneración potencial	Moderado	2
	Poca restricción por riesgos bajos de erosión e inestabilidad y buena regeneración potencial	Alto	3
Potencial estético (R)	Potencial bajo	Bajo	1
	Potencial moderado	Moderado	2
	Potencial alto	Alto	3
Actuación humana (V)	Fuerte presencia antrópica	Alto	3
	Presencia moderada	Moderado	2
	Casi imperceptible	Bajo	1
Contrastes de color (C)	Elementos de bajo contraste	Bajo	1
	Contraste visual moderado	Moderado	2
	Contraste visual alto	Alto	3

Tabla 4. 86. Escala de referencia para la determinación de la capacidad de absorción visual.

Nominal	Numérico
Bajo	<15
Moderado	15-30
Alto	> 30

- **Evaluación**

Utilizando la metodología descrita previamente a continuación se presentan las tablas de calidad visual (Tabla 4. 87), fragilidad visual (Tabla 4. 88) y capacidad de absorción visual (Tabla 4. 89) correspondientes al paisaje en el SAR del Proyecto, de acuerdo al análisis realizado.

Tabla 4. 87. Evaluación de la calidad visual.

Componente valorado	Puntuación
Morfología	1
Vegetación	5
Color	3
Cuerpos de agua	0
Fondo escénico	3
Singularidad o rareza	1
Actuaciones humanas	0
Valor de calidad visual	13

Tabla 4. 88. Evaluación de la fragilidad visual.

Elemento valorado	Puntuación
Pendientes	1
Densidad vegetación	3
Contraste vegetación	3
Alturas vegetación	3
Tamaño de la cuenca visual	3
Forma de la cuenca visual	3
Compacidad	3
Unicidad del paisaje	3
Accesibilidad visual	3
Accesibilidad física	1
Valor de fragilidad visual	26

Tabla 4. 89. Capacidad de absorción visual.

Factor valorado	Puntuación	
	Nominal	Númérico
Pendiente	Alto	3
Diversidad de vegetación	Moderado	3
Estabilidad del suelo y erosionabilidad	Alto	3
Potencial estético	Moderado	2
Actuación humana	Alto	3
Contrastes de color	Moderado	2
Valor de la capacidad de absorción visual		39

De acuerdo con las puntuaciones establecidas en la Tabla 4. 87, Tabla 4. 88 y Tabla 4. 89, las valoraciones en relación a calidad y fragilidad visual, así como la capacidad de absorción visual del SAR para el Proyecto se presentan integradas en la Tabla 4. 90.

Tabla 4. 90. Resumen de la evaluación de la calidad y fragilidad visual, así como la capacidad de absorción del SAR del Proyecto.

Calidad	Fragilidad	CAV
Clase B	Media	Alta

Los resultados del inventario de recursos visuales del SAR del Proyecto son los siguientes:

- **Pendiente:** Predominan las zonas a nivel del mar, y prácticamente planas en su totalidad.
- **Vegetación:** Debido a que el área evaluada se encuentra inserta en una zona de desarrollo urbano, la vegetación se ha visto fragmentada y perturbada en gran medida; existen especies pioneras, rastreras, arbustivas y arbóreas, sin embargo, la diversidad no es amplia.

- **Cuerpos de agua:** No se registra presencia de cuerpos de agua.
- **Acción antrópica:** Existe presencia y modificación del paisaje debido a este factor, la principal actividad productiva de la región (turismo) demanda la utilización de grandes extensiones de terrenos para el desarrollo urbano.
- **Fondo escénico:** En el área evaluada se observa el paisaje característico de la selva tropical, con desarrollo urbano.
- **Variabilidad cromática:** La variabilidad cromática se remite a dos aspectos bien definidos, los tonos verdes para la vegetación y los pardos del suelo.
- **Singularidad o rareza:** El paisaje resulta común a otros sitios circundantes.

Descripción del análisis de la evaluación

El paisaje en el SAR del Proyecto se encuentra dominado por formas de relieve planas, con comunidades de vegetación que han sido fragmentadas y perturbadas en mayor o menor grado para dar paso al desarrollo urbano. La accesibilidad visual presenta interferencias de visibilidad hacia el este debido a la presencia de infraestructura turística y al sur debido al desarrollo urbano, sin embargo, hacia el norte y oeste la morfología permite la visibilidad de grandes masas de vegetación.

Con relación a los elementos antrópicos, el desarrollo urbano caracteriza gran parte del área evaluada, lo que contrarresta el impacto visual que puede tener dicha infraestructura ante los observadores.

Considerando lo anterior se puede decir que el área ha perdido cierto grado de naturalidad, derivado de las modificaciones al entorno realizadas por las actuaciones humanas, intervenciones que no logran disminuir la calidad visual y ambiental del conjunto. Como resultado de estas modificaciones se han afectado algunos componentes originales del paisaje.

De acuerdo a la valoración realizada, el SAR cuenta con una capacidad de absorción visual alta, por lo que las obras y actividades consideradas en el Proyecto no generan efectos adversos. Cabe señalar que el paisaje ya presenta una fuerte influencia humana, con actuaciones históricas que cambiaron la estructura original, considerando lo anterior, se puede decir que es una zona que ha perdido su condición natural, que presenta una calidad visual media. Aunado a lo anterior, debido a las características y proyecciones de desarrollo que se espera para el área, se puede decir que ésta presenta una fragilidad visual media de tendencia baja, lo que significa que acepta modificaciones en su estructura, sin afectar de manera significativa su valor visual.

4.4. Servicios Ambientales que Pudieran Ponerse en Riesgo por el Cambio de Uso del Suelo Propuesto

Para determinar cuáles serán los servicios ambientales que pudieran ponerse en riesgo con motivo del cambio de uso de suelo que se solicita para el proyecto Corazón Ciudad Mayakoba, se utilizó como criterio de selección la definición contenida en el Artículo 7, Fracción LXI de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS), en donde se define a los 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”.

Los servicios ambientales o ecosistémicos son los beneficios intangibles que los diferentes ecosistemas ponen a disposición de la sociedad, ya sea de manera natural o por medio de su manejo sustentable. En consecuencia, la base de los servicios ambientales se halla en los componentes y procesos que integran los ecosistemas.

Podemos entender los servicios ambientales como los procesos y las funciones de los ecosistemas que, además de influir directamente en el mantenimiento de la vida, generan beneficios y bienestar para las personas y las comunidades.

Es importante tener clara la diferencia entre bienes y servicios ambientales. Los primeros son productos tangibles de la naturaleza (madera, fruto, agua, suelo, plantas medicinales) de los que nos beneficiamos directamente los seres humanos. Los servicios ambientales, en cambio, son beneficios intangibles cuya utilización cuando la hay es indirecta (captura de carbono, regulación del clima, control de la erosión, captación de agua, etc.).

Por lo anterior, en este apartado se estimarán los servicios ambientales en cantidad y calidad de provisión del agua, protección de la biodiversidad (flora y fauna), captura de carbono y la protección de los suelos (riesgo potencial de erosión) que se verán afectados por el cambio de uso de suelo en terrenos forestales en las 7.98 ha necesarias para la ejecución del Proyecto las que actualmente presenta vegetación de selva mediana subperennifolia con vegetación secundaria arbórea.

4.4.1. Identificación de los Servicios Ambientales que Pudieran Ponerse en Riesgo

En la siguiente Tabla 4. 91 se presenta la identificación de los servicios ambientales que actualmente brinda el área sujeta a cambio de uso de suelo del Proyecto, al mismo tiempo presenta los servicios ambientales que se verán afectados por la realización de esta actividad.

Tabla 4. 91. Identificación de los servicios ambientales a afectar por el cambio de uso de suelo en terrenos forestales.

Servicios ambientales	Afectación con el cambio de uso de suelo
La provisión del agua en calidad y cantidad	Si
La captura de carbono, de contaminantes y componentes naturales	Si
La generación de oxígeno	Si
El amortiguamiento del impacto de los fenómenos naturales	No
La modulación o regulación climática	No
La protección de la biodiversidad, de los ecosistemas y formas de vida	Si
La protección y recuperación de suelos	Si
El paisaje y la recreación	Si

De los servicios ambientales referidos en la tabla anterior se observa que el amortiguamiento del impacto de los fenómenos naturales y la modulación o regulación climática no se verá afectados de manera significativa con la remoción de la vegetación forestal, esto debido a que se trata de una superficie relativamente pequeña (7.98 ha) en comparación a la superficie que ocupa el SAR (409.25 ha).

El área del Proyecto solicitada para el cambio de uso de suelo (CUSTF) representa apenas 1.94% % de la superficie del SAR con el mismo tipo de vegetación por afectar, por lo cual no se pone en riesgo la permanencia de dichos servicios ambientales en el SAR. No obstante, se debe reconocer que el Proyecto considera medidas de mitigación propuestas en el Capítulo 7 de este DTU-BR que coadyuvaran a atenuar la afectación generada y a incrementar la prestación de servicios ambientales.

Los servicios ambientales que se verán afectados de forma directa con el cambio de usos de suelo del Proyecto son la provisión del agua en calidad y cantidad, la captura de carbono de contaminantes y componentes naturales, la generación de oxígeno, la protección de la biodiversidad, de los ecosistemas y formas de vida, la protección y recuperación de suelos y el paisaje y la recreación.

En ese sentido, a continuación, se presenta una cuantificación de los servicios ambientales que actualmente brinda el área sujeta a CUSTF, al mismo tiempo que se indican las medidas que la Promovente llevará a cabo para no poner en riesgo la provisión de dichos servicios ambientales.

4.4.2. Provisión del Agua en Calidad y Cantidad

En el área sujeta a cambio de uso de suelo que requiere el proyecto (7.98 ha), de acuerdo a la información proporcionada por la estación meteorológica más cercana al mismo (Playa del Carmen) presenta precipitaciones del orden de los 1,332.1 mm (CONAGUA, 2010). Además, en la región no existen corrientes superficiales debido a la naturaleza calcárea del terreno que presenta una mejor permeabilidad y al relieve del mismo que es sensiblemente plano (0-2.5%), considerándola como poco significativa.

Al no poderse desarrollar las corrientes superficiales, la porción del agua de precipitación que resta de la evapotranspiración (la que es absorbida por las plantas y suelos), habrá de saturar el terreno, colma el bajo relieve y se infiltrará en el subsuelo, dando origen a las aguas subterráneas.

El área del Proyecto se localiza en una región cárstica de calizas o dolomitas que facilitan el drenaje subterráneo debido a la disolución de la roca. Las condiciones geológicas con la precipitación actúan en conjunto con la disolución de la roca caliza causado por el agua a través de la red de drenaje subterráneo y que ha creado de esta manera un paisaje cárstico típico de ríos subterráneos y toda esta recarga se dirige hacia la zona litoral para su descarga que es de manera prácticamente radial.

De esta manera el drenaje subterráneo constituye una red que funciona de manera directamente proporcional a la magnitud de la precipitación que ocurre en las diversas temporadas climáticas. Por otra parte, la hidrología superficial del predio del proyecto a simple vista no se aprecia debido a que el agua de lluvia que cae en la temporada se infiltra al subsuelo favoreciendo el establecimiento de la vegetación natural.

La actual infiltración de agua (con suelo y vegetación natural) en el área pretendida para el CUSTF es de 64,581.19 m³/año. La infiltración disminuirá en caso de llevar a cabo el CUSTF, establecimiento del proyecto (sellamiento del suelo) y sin medidas de protección-conservación del agua hasta un valor de 27,398.38 m³/año. Se tendrá una pérdida neta y un volumen de agua a mitigar por el proyecto de 37,182.81 m³/año.

Con la finalidad de hacer de este proyecto en uno sustentable y viable ambientalmente, se plantea la aplicación de medidas de mitigación mediante la permanencia de áreas de conservación que logran mitigar completamente el volumen de agua que se perderá por motivo del CUSTF por el proyecto “Corazón Ciudad Mayakoba” (37,182.81 m³/año). Lo anterior, indica que el aplicar las medidas de protección-conservación del agua y del suelo permitirá mitigar completamente la pérdida neta de infiltración por motivo de CUSTF permitiendo tener un seguimiento en la prestación del servicio ambiental de captación de agua en cantidad importante con un volumen de 64,581.19 m³/año, es decir, permitirá que el proyecto sea totalmente sostenible y viable ambientalmente.

Además, el proyecto mantendrá una cobertura vegetal natural o de conservación del orden de los 2.66 ha (25%), más los corredores biológicos establecidos desde la conformación del macroproyecto Ciudad Mayakoba, que también forman parte del Proyecto.

Adicionalmente, no toda la superficie que se solicita como cambio de uso de suelo será aprovechada ya que el proyecto contará con áreas permeables (41.28% de la superficie) tal y como se muestra en la siguiente Figura 4. 48.

Figura 4. 48. Distribución en el Proyecto de las áreas permeables y no permeables.



Cabe señalar que, como parte de las condicionantes establecidas para la autorización del macroproyecto Ciudad Mayakoba, del que forma parte el Proyecto que aquí nos ocupa, se estipuló la conservación de 189.002 hectáreas de selva; este requisito fue cubierto mediante la certificación con destino para la conservación del lote denominado Esperanza Limones con 200 ha, certificado que fue expedido por el Registro Público de la Propiedad y del Comercio en el estado de Quintana Roo (ver Capítulo 3, apartado 3.2).

Por otra parte, se tiene que de acuerdo al Programa Municipal de Desarrollo Urbano de Solidaridad 2010-2050, se considera que el municipio de Solidaridad, ubicado dentro de la cuenca 32A cuenta con una superficie de 2'128,054.31 m² (212,805.45 ha), así mismo y de acuerdo con la caracterización municipal presentada en la Tabla 4. 92, se distribuyen distintos tipos de vegetación.

Tabla 4. 92. Tipos de vegetación en el municipio de Solidaridad. Fuente: Programa Municipal de Desarrollo Urbano de Solidaridad 2010-2050.

Uso de suelo y vegetación	Área en m ²	Hectáreas	% municipal
1) Selva Mediana subperennifolia	1,245,868,591.44	124,586.86	58.54
2) Vegetación secundaria derivada de Selva mediana subperennifolia	498,629,901.97	49,862.99	23.43
3) Vegetación secundaria derivada de Selva mediana subperennifolia con agricultura nómada (hubches)	290,145,945.79	29,014.59	13.63
4) Sin vegetación aparente	48,442,198.38	4,844.22	2.28
5) Sabana	19,481,953.83	1,948.20	0.92
6) Manglar	15,542,158.96	1,554.22	0.73
7) Selva Baja Subcaducifolia	6,683,821.75	668.38	0.31
8) Vegetación halófila	2,243,711.69	224.37	0.11
9) Cuerpo de agua	1,016,226.51	101.62	0.05
Total	2,128,054,510.31	212,805.45	100

De acuerdo con los datos de la Tabla 4. 92 y tomando en consideración únicamente los ecosistemas de selva mediana subperennifolia y la vegetación secundaria derivada de la misma, se registra que para el municipio estos ambientes alcanzan cobertura en una superficie combinada de 174,449.85 Ha. Asimismo, estas zonas se encuentran cubiertas de vegetación natural, lo que facilita que el agua de lluvia se percole libremente, contribuyendo a la formación y recuperación del acuífero.

En este sentido, el proyecto afectará 7.98 Ha, lo que representa tan solo un 0.003% de la superficie total que favorece la captación y percolación del agua de lluvia en el municipio. Además, el proyecto mantendrá una cobertura vegetal natural o de conservación del orden de los 2.66 ha (25%), más los corredores biológicos establecidos desde la conformación del macroproyecto Ciudad Mayakoba, que también forman parte del Proyecto.

La remoción de la vegetación en el área sujeta a cambio de uso de suelo no afectará la capacidad de captación, ni provocará la disminución de la misma. En este caso, los efectos en la captación de agua no son considerados significativos, ya que el impacto será en un área puntual con respecto a la región, misma que se encuentra influenciada desde hace muchos años por el desarrollo urbano y turístico ubicado en la Riviera Maya y el crecimiento de la ciudad de Playa del Carmen. Sin embargo, se realizarán acciones tales como:

- Evitar las descargas sanitarias al subsuelo mediante la contratación de sanitarios portátiles para uso obligatorio de los trabajadores a razón de uno por cada 15 trabajadores.

- De tener la posibilidad de almacenamiento de combustible en la zona del Proyecto durante sus diferentes etapas, este será a base de contenedores bajo condiciones adecuadas para evitar en la medida de lo posible un derrame.
- Se mantendrá un programa de limpieza periódica del sitio de obra.

Además, el Proyecto considera la captación de aguas pluviales mediante la construcción de pozos de absorción en las vialidades y conducir las al subsuelo, los que considerarán lo establecido en la Norma Oficial Mexicana NOM-015-CONAGUA-2007. (DOF del 18 de agosto de 2009), la NOM-003-CNA-1996 (DOF del 3 de febrero de 1997) y la NOM-004-CNA-1996 (DOF del 3 de febrero y 8 de agosto de 1997). Además de la captación de lluvia que se hará en las áreas verdes y de conservación consideradas por el Proyecto.

Con referencia a la calidad del agua en la zona, se considera que, por el desarrollo del Proyecto, ésta no se verá afectada debido a los factores siguientes:

De acuerdo con el balance hidrológico del estado de Quintana Roo, existe gran disponibilidad de agua subterránea por lo que ésta alcanza un volumen disponible de alrededor de los 3,256 Mm³. De este valor tan solo se utiliza cerca de los 423 Mm³, lo que corresponde con un 13% del total de agua disponible (González-Canto, 2006). Asimismo, y de acuerdo con la CONAGUA (2011), se reconoce que el acuífero de la Península de Yucatán se mantiene una excelente calidad del agua, lo cual está basado en el análisis de 3 parámetros principales:

- Demanda Química de Oxígeno (DBO5),
- Demanda Química de Oxígeno (DQO) y
- Sólidos Suspendidos Totales (SST).

No obstante, lo anterior, los retos a los cuales se enfrentan los organismos administradores del agua indican que se deberá evitar la modificación de la calidad del agua del acuífero ya que es altamente vulnerable a la contaminación antropogénica, por la alta capacidad de infiltración que se registra en el subsuelo. Además de que se debe mantener una explotación controlada que evite la contaminación del acuífero por la intrusión salina, derivado del limitado espesor del acuífero. En este sentido, en el desarrollo del Proyecto se deberá considerar:

- De acuerdo con el manual de operación y mantenimiento de pozos profundos para acueductos (1999)¹³, se considera que la distancia mínima que debe existir entre un pozo de extracción y una letrina, un tanque séptico o un pozo de absorción es de 50 m. Asimismo, la distancia mínima que debe existir con un relleno sanitario, basurero, un tanque enterrado con tóxicos es de 500 m. En cuanto al manejo de aguas residuales se cuenta con la Planta de Tratamiento Sastun ja (operada por la Comisión de Agua Potable y Alcantarillado) se ubica a 7 km al suroeste, misma que da el manejo adecuado de los efluentes que se generan desde los conceptos habitacionales que existen en la zona; mientras que el relleno sanitario se ubica a 13 km al noroeste. Por lo que en la zona de alguna manera se considera que se lleva a cabo el uso de suelo propio para el desarrollo de la vida natural, Es por ello que las condiciones para la infiltración y la buena calidad del agua de lluvia, prácticamente no han sido modificadas previamente a la planeación del Proyecto.

¹³ http://repositorio.sena.edu.co/sitios/calidad_del_agua/operacion_pozos/index.html#

- En relación al Proyecto que se propone y para evitar al máximo las situaciones que pudieran ser fuente de contaminación de las aguas subterráneas durante la etapa de preparación y construcción del sitio, se habrá de llevar a cabo la disposición adecuada de las aguas residuales generadas por los trabajadores de obra. Por ello se contará con sanitarios portátiles a razón de 1 por cada 15 trabajadores, mismos que requerirán de labores de mantenimiento; además de realizar de manera adecuada la disposición final de dichas aguas. Este servicio se llevará a cabo a través de una empresa especializada en la limpieza de estos equipos y todos los efluentes serán enviados a una planta de tratamiento.
- Asimismo, en el desarrollo del Proyecto, se habrán de generar residuos sólidos urbanos, lo que refiere desechos orgánicos, producto de alimentos de los trabajadores; como son: sobrantes de alimentos, envolturas de papel, cartón, etc. Así como inorgánicos; como son: latas (aluminio y acero), vidrio, plástico, etc. Por lo que se deberá aplicar un procedimiento de manejo adecuado a fin de evitar la generación de lixiviados de los mismos y con ello la promoción de la contaminación del suelo y del agua. Por lo que se colocarán el número de depósitos de basura que se requieran, los cuales estarán rotulados de acuerdo a su propósito y favorecer con ello su separación y reciclamiento. Al respecto se debe referir que la Promovente deberá tramitar y obtener la anuencia de la Secretaría de Ecología y Medio Ambiente (SEMA), para desarrollar su propio programa de manejo de los residuos y de aquellos de manejo especial.
- De manera complementaria, se deberá supervisar que se lleve a cabo el mantenimiento periódico de la maquinaria y vehículos, con el fin de evitar accidentes al tiempo de operación dentro del Proyecto y que pudieran corresponder con el derrame de combustible, grasas, aceites, acumuladores, etc. Se debe de esperar que estas acciones se realicen fuera de la zona donde se llevará a cabo el cambio de uso del suelo, es decir, en talleres especializados la mayoría de los cuales se ubica en la propia ciudad de Playa del Carmen y de alguna manera garantizar el manejo adecuado de las piezas mecánicas, aceites, grasas, etc.
- Adicionalmente, para llevar a cabo el CUSTF no se requiere de efectuar ningún tipo de excavación o alumbramiento del acuífero, por lo que no existirá ninguna situación que favorezca la percolación directa o indirecta de contaminantes al subsuelo y manto freático de la zona.
- Por otra parte, y en caso de algún derrame accidental de cualquier producto contaminante, rápidamente se deberá retirar del sitio, se colocarán materiales absorbentes y se deberá retirar todo el sustrato que pudiera estar contaminado. Además, a todos estos desechos se les debe dar tratamiento como residuos peligrosos, por lo que se confinarán en depósitos que cuenten con tapa, señalamientos adecuados, así como un lugar específico para su almacenamiento temporal. Su disposición final será con alguna de las empresas autorizadas que operan en la localidad.
- De manera adicional, es importante señalar que durante las etapas de construcción y operación del Proyecto se habrá de conservar una superficie de 2.66 ha del Proyecto, misma que habrá de preservar su cobertura de vegetación natural de selva mediana con desarrollo secundario. Situación que contribuirá a la continuidad en la recarga natural del acuífero, lo que habrá de favorecer las condiciones existentes actualmente y que permiten la existencia de un agua subterránea apta para el consumo humano o animal.

Haciendo un énfasis **en relación a la modificación de la calidad del agua, se considera que por el desarrollo del Proyecto este servicio no se verá afectado negativamente.** Por lo que, mediante la aplicación y adecuado seguimiento de las medidas señaladas en este apartado y las establecidas en el Capítulo 7 de este DTU-BR, se podrá garantizar la continuidad de la infiltración del agua y su proceso de purificación natural en su recorrido por el subsuelo hasta integrarse al manto freático.

4.4.3. Captura de Carbono, de Contaminantes y Componentes Naturales

En nuestro país las principales fuentes de emisiones de gases de efecto invernadero son el sector de energía, por el uso de combustible fósiles (Gay y Martínez, 1995), el cambio en el uso del suelo y los procesos de la industria del cemento. El panel intergubernamental sobre el cambio climático IPCC (1995), estimó que las emisiones de México contribuyen con el 14.5% de las emisiones totales de carbono que se dan en nuestro planeta cada año. Autores como Schneider (1989), Lashof y Ahuja (1994) y Dixon et al., (1994) afirman que el dióxido de carbono (CO₂) es uno de los gases de efecto invernadero más importante.

Por esta situación, la captura de carbono juega un papel fundamental en el proceso de mitigación del cambio climático global, pero la captura sólo es posible con la ayuda de la vegetación arbórea ya que los bosques y selvas capturan y almacenan carbono como resultado de los procesos fotosintéticos, de respiración y de degradación de materia seca. El saldo es una captura neta positiva cuyo monto depende del manejo que se le dé a la cobertura vegetal, así como de la edad, distribución de tamaños, estructura y composición arbórea de ésta.

La captura de carbono es considerada como un servicio ambiental que 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 CO₂ 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 está 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 de carbono 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.

En este caso, para estimar la captura de carbono se han empleado los criterios propuestos por Dávalos-Sotelo et al. (2008¹⁴), quienes presentaron un procedimiento que se considera adecuado y económico para estimar la biomasa forestal, en donde la medición se efectúa de manera directa a partir de los datos de densidad de la madera y volumen de la vegetación leñosa. Los valores de peso seco de la biomasa se pueden obtener a partir de los datos de densidad aparente de la madera de especímenes colectados con taladro Pressler o con métodos no destructivos (por ejemplo, con madera de ramas). Se debe calcular el volumen de cada árbol individual en el campo y de ahí se puede estimar el peso total de la biomasa y la cantidad de carbono capturada.

¹⁴ <http://www2.ine.gob.mx/publicaciones/libros/542/cap16.pdf>

Por otra parte, los autores presentan una ecuación a través de la cual se puede estimar la cantidad de carbono capturado para un árbol de forma individual:

$$CC = 0.7 * AB * HF * DA * FEB * fC$$

Donde:

CC = Carbono capturado (T).

AB = Área basal (m²).

HF = Altura del fuste limpio (m).

DA = Densidad de la madera (T/m³).

FEB = Factor de expansión de biomasa.

fC = fracción de carbono en la biomasa.

En este sentido, la propuesta de estos autores indica que “si no se sabe el valor de la densidad de la madera, se puede tener un valor aproximado utilizando el valor de 0.5. Asimismo, se puede aplicar un valor determinado para FEB = 2.1 y el valor de fC recomendado de 0.5. De acuerdo con lo antes expuesto, los índices de captura de carbono varían de acuerdo al tipo de árbol, suelos, topografía y prácticas de manejo. La acumulación de carbono llega eventualmente a un punto de saturación, a partir del cual la captura de carbono resulta imposible. Además, se considera que el punto de saturación de cada individuo se presenta cuando los árboles alcanzan su madurez y desarrollo completo.

Con base en los valores del algoritmo propuesto, en la Tabla 4. 93 se muestran la capacidad de almacenamiento de carbono de la vegetación de selva mediana subperennifolia ubicada hacia la cuenca hidrológica forestal y en el Proyecto. En este caso, las estimaciones fueron elaboradas con base en los muestreos realizados en la selva mediana subperennifolia que son referidos en el apartado 4.3.2.1. de este capítulo.

Tabla 4. 93. Estimación de la captura de carbono realizada por las especies pertenecientes a la selva mediana subperennifolia con vegetación secundaria arbórea.

Familia	Nombre común	Nombre científico	Aporte (ton/ha)	
			Cuenca	Proyecto
Fabaceae	Katzin	<i>Acacia riparia</i>	0.01	0.00
Fabaceae	Sakpich	<i>Acacia glomerosa</i>	0.05	0.00
Anacardiaceae	Jobillo	<i>Astronium graveolens</i>	0.11	0.00
Sapindaceae	Palo sol	<i>Blomia cupanioides</i>	0.01	0.08
Burseraceae	Chacá	<i>Bursera simaruba</i>	1.89	3.87
Fabaceae	Kitanche	<i>Caesalpinia gaumeri</i>	0.05	0.34
Fabaceae	Chacte-viga	<i>Caesalpinia violacea</i>	0.00	0.12
Myrtaceae	Chacni	<i>Calyptanthes pallens</i>	0.02	0.05
Apocynaceae	Akitz	<i>Cascabela gaumeri</i>	0.13	0.00
Polygonaceae	Bolchiche (uvilla)	<i>Coccoloba diversifolia</i>	0.08	0.05
Polygonaceae	Boichic (bop)	<i>Coccoloba spicata</i>	0.62	0.51
Boraginaceae	Ciricote	<i>Cordia dodecandra</i>	0.05	0.07
Boraginaceae	Bojom	<i>Cordia gerascanthus</i>	0.06	0.56
Araliaceae	Sac-chaca	<i>Dendropanax arboreus</i>	0.00	0.02
Ebenaceae	Siiil	<i>Diospyros cuneata</i>	0.20	0.10
Fabaceae	Ruda	<i>Ruta chalapensis</i>	0.17	0.00
Primulaceae	Naranja che	<i>Jacquinia albiflora</i>	0.02	0.00
Myrtaceae	Sakloob	<i>Eugenia axillaris</i>	0.02	0.00
Sapindaceae	Guayancox	<i>Exothea diphylla</i>	0.06	0.10
Moraceae	Alamo	<i>Ficus cotinifolia</i>	1.51	1.34
Moraceae	Higo	<i>Ficus maxima</i>	0.23	0.11

Familia	Nombre común	Nombre científico	Aporte (ton/ha)	
			Cuenca	Proyecto
Moraceae	Higuillo	<i>Ficus padifolia</i>	0.00	0.02
Fabaceae	Cocoite blanco	<i>Gliricidia sepium</i>	0.11	0.49
Rubiaceae	Tastab	<i>Guettarda combsii</i>	0.06	0.00
Euphorbiaceae	Yaiti	<i>Gymnanthes lucida</i>	0.00	0.03
Polygonaceae	Dzidzilche	<i>Gymnopodium floribundum</i>	0.01	0.03
Fabaceae	Kanazin (canasin)	<i>Lonchocarpus rugosus</i>	0.80	0.42
Fabaceae	Shuul blanco	<i>Lonchocarpus xuul</i>	1.23	1.49
Fabaceae	Tzalam	<i>Lysiloma latisiliquum</i>	2.93	4.21
Malpighiaceae	Sipche	<i>Bunchosia swartziana</i>	0.01	0.02
Sapotaceae	Chicozapote	<i>Manilkara zapota</i>	0.30	0.29
Fabaceae	Subinche	<i>Acacia dolycostachya</i>	0.12	0.19
Sapindaceae	Guaya	<i>Melicoccus oliviformis</i>	0.04	0.08
Anacardiaceae	Chechen negro	<i>Metopium brownei</i>	2.63	2.06
Nyctaginaceae	Tadzi	<i>Neea psychotrioides</i>	0.29	0.60
Metteniusaceae	Uvasche	<i>Ottoshulzia pallida</i>	0.00	0.01
Fabaceae	Jabín	<i>Piscidia piscipula</i>	1.02	1.08
Fabaceae	Granadillo	<i>Platymiscium yucatanum</i>	0.17	0.04
Apocynaceae	Flor de mayo	<i>Plumeria obtusa</i>	0.00	0.01
Sapotaceae	Kaniste	<i>Pouteria campechiana</i>	0.12	0.03
Arecaceae	Guano blanco	<i>Sabal japa</i>	0.16	0.00
Euphorbiaceae	Chechem blanco	<i>Sebastiana adenophora</i>	0.04	0.00
Celastraceae	Roble	<i>Ehretia tinifolia</i>	0.04	0.00
Sapotaceae	Zapote faisán	<i>Sideroxylon salicifolium</i>	0.08	0.02
Fabaceae	Katalox	<i>Swartzia cubensis</i>	0.14	0.00
Sapindaceae	Canchunup	<i>Thouinia paucidentata</i>	0.07	0.59
Lamiaceae	Ya'axnik	<i>Vitex gaumeri</i>	0.89	0.64
Fabaceae	Tamay	<i>Zuelania guidonia</i>	0.11	0.03
Total			16.64	19.70

Como puede observarse en la Tabla 4. 93, en las zonas forestales de la cuenca hidrológica forestal, se distribuye una selva mediana subperennifolia/vegetación secundaria arbórea la cual se distribuyen 48 especies contadas a partir de los 10 cm en DAP y se contribuye con una captura total de carbono del orden de las 16.64 ton/ha. Para este tipo de vegetación la especies que más contribuyen son tzalam (*Lysiloma latisiliquum*) con 2.93 ton/ha, chechen negro (*Metopium brownei*) con 2.63 ton/ha, chaca (*Bursera simaruba*) con 1.89 ton/ha y alamo (*Ficus cotinifolia*) con 1.51 ton/ha.

Estos mismos valores fueron estimados para la selva mediana con vegetación secundaria arbórea del Proyecto, por lo que en este caso los valores encontrados se muestran de manera comparativa en la Tabla 4. 93 y se refieren prácticamente al mismo elenco de especies que están presentes en la cuenca hidrológica forestal, solamente que en este caso se distribuyen tan solo 36 especies contadas a partir de los 10 cm en DAP y se contribuye con una captura total de carbono del orden de las 19.70 ton/ha. Para este tipo de vegetación la especies que más contribuyen son: son tzalam (*Lysiloma latisiliquum*) con 4.21 ton/ha, chaca (*Bursera simaruba*) con 3.87 ton/ha chechen negro (*Metopium brownei*) con 2.06 ton/ha y el shuul blanco (*Lonchocarpus xuul*) con 1.49 ton/ha.

Los resultados obtenidos indican que, dentro del Proyecto, así como en la cuenca hidrológica forestal se lleva a cabo una contribución modesta en la captura de carbono. Desde luego que esto tiene que ver con la naturaleza secundaria de la vegetación y donde se manifiesta un bosque ralo, puesto que para la cuenca cerca de 67% de las especies se ubican por debajo de la categoría de los 15 cm en DAP, y únicamente 15 del elenco de 643 individuos muestreados alcanza valores por arriba de los 30 cm en DAP.

En el caso del Proyecto, cerca del 54% de las especies se ubican por debajo de la categoría de 15 cm en DAP, y únicamente 9 del elenco de 371 individuos muestreados alcanzan valores por arriba de los 30 cm de DAP. De manera adicional, a través de la selva mediana en su conjunto se distribuyen prácticamente las mismas especies, las cuales están contribuyendo a la captura del carbono, aunque para el Proyecto lo hacen en una ligera-mayor intensidad.

De acuerdo a lo anterior, se puede decir que el cambio de uso del suelo de 7.98 ha que se solicita a través del presente DTU-BR, llevaría a remover una biomasa forestal que actualmente contribuye en moderada medida a la captura de carbono; por lo que no se considera que se afecte de manera dolosa este servicio ambiental. Aunado a lo anterior, el Proyecto contempla la permanencia de áreas verdes que ocuparán 2.66 ha de la superficie destinada al Proyecto, más los corredores biológicos establecidos desde la conformación del macroproyecto Ciudad Mayakoba, que también forman parte del Proyecto; lo que ayudará a mitigar el impacto ocasionado.

Cabe señalar que, como parte de las condicionantes establecidas para la autorización del macroproyecto Ciudad Mayakoba, del que forma parte el Proyecto que aquí nos ocupa, se estipuló la conservación de 189.002 hectáreas de selva; este requisito fue cubierto mediante la certificación con destino para la conservación del lote denominado Esperanza Limones con 200 ha, certificado que fue expedido por el Registro Público de la Propiedad y del Comercio en el estado de Quintana Roo (ver Capítulo 3, apartado 3.2).

Por otra parte, se debe mencionar que el Proyecto se encuentra ubicado dentro de la reserva de crecimiento de la ciudad de Playa del Carmen. Por lo que el desarrollo del mismo, se encuentra sustentado por los instrumentos de planeación como son el Programa de Ordenamiento Ecológico Local del municipio de Solidaridad, mismo que considera como usos de suelo aquellos que queden establecidos en el Programa de Desarrollo Urbano vigente. Asimismo, el Programa Parcial de Desarrollo Urbano El Jesusito, considera apto el uso del suelo confines habitacionales y comerciales con un coeficiente de ocupación de suelo del 50% y un coeficiente de modificación de suelo del 75%. Por lo que las actividades de desmonte han sido previstas con la debida antelación.

De manera adicional, se deber citar que la vegetación que sea derribada bajo ninguna circunstancia deberá ser quemada, ya que por este concepto se devolvería a la atmosfera el carbono capturado. En este caso, se deberá llevar el ciclo natural, es decir, se deberá triturar para que el carbono se fije en el suelo y pueda ser absorbido por las plantas e integrar de manera natural nueva biomasa forestal. Es por ello que las áreas verdes y de conservación del Proyecto, siempre que lo requieran, serán reforestadas, lo que tendrá un efecto positivo para la captura de carbono.

Como se puede observar si bien el presente Proyecto afectará de manera puntual la captación de CO₂, finalmente 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 y que en realidad habrán de quedar referidas a las mismas emisiones de contaminantes que ya existen actualmente en los alrededores de la mancha urbana de Playa de Carmen y que consisten en los gases y humos del parque vehicular que circula a lo largo de vialidades y carreteras.**

Para minimizar los efectos se habrán de aplicar las siguientes medidas de mitigación:

- El desplante del Proyecto se deberá realizar dentro de las 7.98 ha propuestas para el CUSTF y que han sido definidas de acuerdo a los planos arquitectónicos. Con la permanencia de 2.66 ha de área natural, se promoverá la captura de las emisiones de carbono.
- Estará prohibida la quema de basura y material orgánico resultante de la limpieza o desmonte del terreno. Así como el uso de leña en la preparación de los alimentos de los trabajadores. Por lo que el material producto del desmonte deberá ser triturado y composteado. Asimismo, en cuanto al consumo de alimento estos no deberán de ser preparados en el lugar, para ello se hará uso del comedor correspondiente dentro del área de trabajo. Además, en caso de utilizarse alguna fuente de gas se colocará un extractor de humos, y este deberá contar con un filtro para partículas suspendidas o grasas.
- Los equipos, maquinaria y camiones en los que se trasladarán los materiales producto de desmonte, despalme, transporte de personal, etc., deberán estar en buenas condiciones mecánicas y de afinación, con la finalidad de que la emisión de humo, polvo y partículas suspendidas sea mínima.
- De ser posible se dará preferencia a uso de vehículos que utilicen gas LP o natural como combustible debido a su menor concentración de CO₂. El gas LP es mayoritariamente metano, que es menos nocivo para la atmósfera que el combustible normal.
- Se deberá solicitar a los operadores de los vehículos de carga que cierren sus escapes, que no efectúen acelerones o calentamiento innecesarios de motores y solamente mantengan en funcionamiento el vehículo cuando se encuentran en tránsito dentro del Proyecto e instalaciones.
- Se deberá aplicar el Subprograma de Conservación de Especies que considera el rescate de flora nativa. Con esta medida se habrá de resguardar el germoplasma que contribuye en la captura de las emisiones de carbono.
- Se deberá establecer un vivero temporal donde se garantice la recuperación de las especies e individuos que sean rescatados y se alcance una sobrevivencia del 80%.
- Se deberá aplicar el Subprograma de Conservación de Hábitat y Subprograma de Conservación de Especies que consideran la reforestación de aquellos espacios que así lo requieran, empleando todas los individuos y especies que hayan sido rescatadas de las áreas de aprovechamiento del Proyecto.

4.4.4. Generación de Oxígeno

Contrario a lo que pudiera pensarse, las plantas no son generadoras o productoras de oxígeno, ya que durante el proceso de la fotosíntesis ellos absorben CO₂ y liberan O y lo que se produce es glucosa, almidón y demás sustancias necesarias para las plantas, y de noche, no pueden "producir ni desechar" CO₂ ya que es lo que utilizan para la realización de la fijación del carbono y del ciclo de Calvin. Sin embargo, para su proceso natural de respiración ellas si necesitan el oxígeno y liberan el CO₂, por lo que también son fuentes de liberación de CO₂ en la noche. Aunque parezca un poco contradictorio un árbol maduro se considera que tiene tasa cero en la captura y liberación de CO₂ y su liberación de oxígeno es menor a un árbol joven.

Los grandes liberadores de oxígeno son los mares que aportan el 70% del oxígeno existente en el planeta y los árboles que en total liberan el 30% restante. Por tal motivo las plantas también compiten con los humanos por el oxígeno existente en el planeta, sin embargo, ellos han aprendido a utilizar menos de lo que absorben por lo que tienen más probabilidades de vivir más tiempo que los humanos que básicamente somos consumidores.

Por otra parte, se tiene que de acuerdo a datos proporcionados por el colegio Domingo Savio-Santa Rosa L P., las selvas liberan 6.67 toneladas de O₂ (oxígeno) por hectárea por año, por lo que, considerando estos datos, es innegable que el cambio de uso del suelo va a contribuir a la pérdida de la captura de O₂. Sin embargo, si se toma en cuenta que la superficie a desmontar no es una superficie netamente selvática y que la vegetación existente en el lugar corresponde a una vegetación de selva mediana subperennifolia con vegetación secundaria entonces podemos considerar que la pérdida de O₂ por la superficie que representa (7.98 Ha) será de 53.22 toneladas por hectárea por año.

La remoción de la vegetación en el área sujeta a cambio de uso de suelo no afectará la generación de O₂, en la zona donde se ubica el Proyecto de interés. En este caso, los efectos en la pérdida de generación de O₂, no son considerados significativos, ya que el impacto será en un área puntual con respecto a la región, misma que se encuentra influenciada desde hace muchos años por el desarrollo turístico y urbano de la Riviera Maya. Asimismo, el Proyecto mantendrá una cobertura vegetal natural o de conservación del orden de los 2.66 ha (25%) que quedará en pie formando parte del mismo, a esta cobertura natural se suma la que conforman los corredores biológicos establecidos desde el Plan Maestro del macroproyecto autorizado Ciudad Mayakoba.

Cabe señalar que, como parte de las condicionantes establecidas para la autorización del macroproyecto Ciudad Mayakoba, del que forma parte el Proyecto que aquí nos ocupa, se estipuló la conservación de 189.002 hectáreas de selva; este requisito fue cubierto mediante la certificación con destino para la conservación del lote denominado Esperanza Limones con 200 ha, certificado que fue expedido por el Registro Público de la Propiedad y del Comercio en el estado de Quintana Roo (ver Capítulo 3, apartado 3.2).

Adicionalmente, se debe citar que en la zona no existen fuentes fijas generadoras de contaminantes, por lo que las emisiones se reducen al tránsito de vehículos por las calles y carreteras de la región.

En resumen, se puede indicar que la construcción del Proyecto no afectará grandemente la producción de O₂ y que este efecto será mínimo, puntual y reversible, sobre todo con la ayuda de las actividades de reforestación planteadas.

4.4.5. Amortiguamiento del Impacto de los Fenómenos Naturales

Durante el verano, en el Caribe y el Golfo de México se generan fenómenos ocasionados por inestabilidades de baja presión lo que da lugar a la formación de tormentas tropicales. Estas dependiendo de la energía acumulada puede evolucionar para formar un ciclón o un huracán. Además de que Quintana Roo es el estado de la República Mexicana con mayor incidencia de huracanes. La temporada de estos fenómenos meteorológicos abarca de 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 categorías mayores y con efecto más destructivo (Morales, 1993). La intensidad de los vientos durante un huracán varía según las condiciones climáticas que se presenten y van de los 120 a los 300 km/h, con ráfagas incluso superiores a ésta última.

En particular para el estado, existe la posibilidad de que estos fenómenos climáticos generados principalmente en el Mar Caribe afecten la zona costera y en particular el municipio de Solidaridad ya que este se encuentra 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 provocan fuerte erosión en las costas del estado.

El huracán Gilberto incidió sobre las costas de Quintana Roo en septiembre de 1988 con categoría 5 por lo cual se le consideró el huracán de mayor intensidad que había impactado esta zona. Además, en el 2005 se manifestó el Huracán Wilma en 2005, el cual causó grandes pérdidas materiales y al medio ambiente debido a los potentes vientos y su duración, ya que se mantuvo prácticamente estacionado.

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 ha ocasionado que se desvíen hacia el sur como fue el caso del huracán Mitch (1998), por lo que en recorrido impacto a los países centroamericanos. No obstante, en el estado se tuvo la incidencia directa sobre la franja costera cuyos efectos fueron fuertemente significativos, debido al oleaje de tormenta que se generó.

De cualquier manera, 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, se considera que la remoción de vegetación forestal en una superficie de 7.98 ha de selva mediana subperennifolia con vegetación secundaria arbórea será poco significativa para la mitigación de estos eventos. Lo anterior se sustenta en el hecho que de acuerdo con Jáuregui (1980) todos los huracanes y tormentas son de naturaleza destructiva y no existe barrera alguna que los pueda contener y que cuando han afectado la Entidad finalmente su recorrido se ha extendido al resto de los estados que conforman la península de Yucatán e incluso la cruzan para salir a las aguas del Golfo de México y afectar de manera severa las costas no solo de nuestro país sino también de las de los Estados Unidos de Norteamérica.

De acuerdo con lo anterior, los huracanes son de naturaleza destructiva, aunque de acuerdo con Raynal Villaseñor¹⁵, también aportan beneficios para el ser humano y el planeta como son:

- Lluvias para zonas que de otra forma morirían por las sequías.
- Fuerza del agua para limpiar ríos y arroyos.
- Posibilidad de recargar los acuíferos.
- Agua para llenar presas.

¹⁵ <http://www.conacyt.gob.mx/comunicacion/Revista/198/Articulos/Huracanes/Huracanes02.htm>

- Mantener equilibrio en el calor de los océanos
- Arrastrar nutrientes en el mar a zonas que lo necesitan

Como en los casos anteriores, se puede indicar que la construcción del Proyecto no provocará cambios en los factores climáticos que repercutan en la modificación de las manifestaciones de la atmosfera ya que estas pueden ser mucho más severas que cualquier alteración generada por el ser humano. Aunque se debe confirmar que por ser de carácter natural prontamente son asimiladas por los ecosistemas que hayan sido afectados.

4.4.6. Modulación o Regulación Climática

Los espacios que cuentan con una cobertura vegetal contribuyen de manera directa a la regulación de los factores climáticos extremos. Para la zona de la Riviera Maya (tramo Solidaridad – Puerto Morelos), los registros refieren que se ubica dentro de una zona de clima Aw1 (x), mismo que se define como cálido subhúmedo. Dentro de este régimen y durante los meses de verano se llegan a alcanzar temperaturas extremas de hasta los 38 °C, razón por la cual las áreas naturales juegan un papel preponderante para minimizar los efectos de las altas temperaturas. Debido a que se requiere el desmonte de una superficie de 7.98 ha para el establecimiento del Proyecto, el microclima de una zona cubierta por vegetación forestal promoverá la modificación de varios factores:

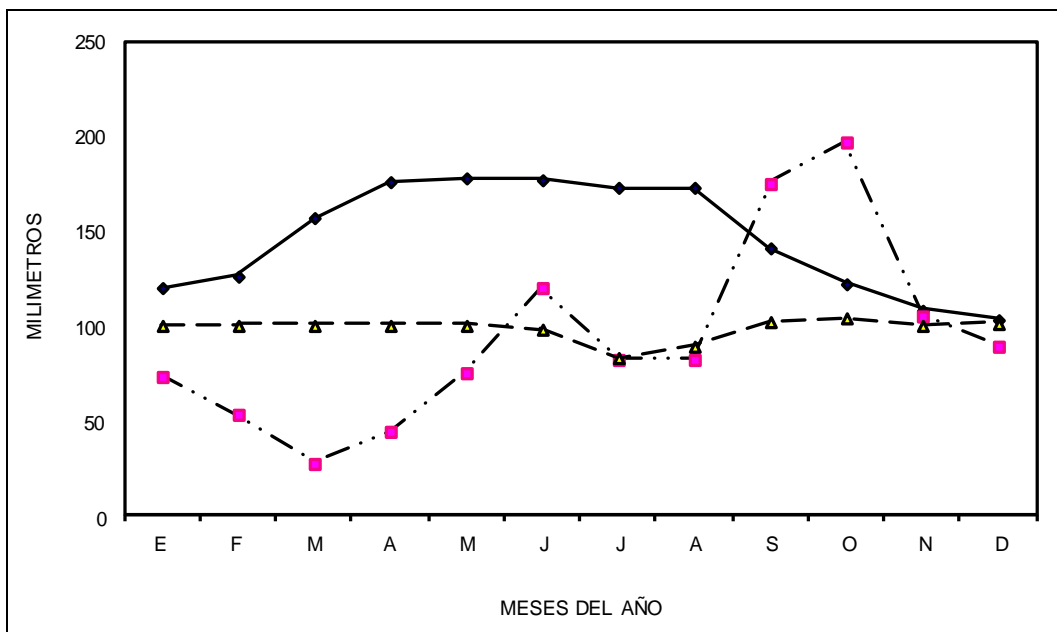
- Incremento en la radiación solar. En la vegetación forestal, la densidad de la cubierta vegetal reduce el paso de la luz y el calor, situación que será modificada por el cambio de uso de suelo. Sin embargo, estos eventos tendrán menor impacto y repercusión de lo esperado debido a que la vegetación en mucho de los casos será sustituida por áreas ajardinadas con vegetación nativa.
- La disminución de las temperaturas máximas en verano: En los ecosistemas mejor conservados, la cubierta vegetal representado 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, se debería esperar que esta situación sea modificada por el cambio de uso de suelo para el desarrollo del proyecto, ya que el ecosistema presente y que se pretende afectar alcanza alturas de hasta 8 m y se observa de forma homogénea colindante a la carretera federal
- La vegetación selvática reduce la fuerza del viento y, por lo tanto, disminuye la evaporación y su efecto desecador debido a los vientos secos. En estos ambientes, los árboles enfrentan unidos las inclemencias del clima, actuando en conjunto.

Con base en las consideraciones anteriores descritas, de la zona del Proyecto y tomando en cuenta que el 90% de la superficie del municipio de Solidaridad a la que pertenece el Proyecto se encuentra cubierto de vegetación característica de selva mediana, el aprovechamiento que propone el Proyecto no pone en riesgo las condiciones climáticas puesto que la infraestructura por establecer es la mínima necesaria. Además, y como se ha referido el predio cuentan aún con amplias áreas de cobertura natural que atenúa el paso de los huracanes y la modulación o regulación climática en virtud de la gran capacidad de regeneración que tienen los ecosistemas tropicales.

En contrapartida a lo antes expuesto, se debe referir que en la zona existe la presencia de vientos de este y sureste, que han surcado a través de las aguas del mar Caribe, por lo que generan altos valores de humedad situación que contribuye a mitigar las altas temperaturas que pueden llegar a prevalecer en la zona. Por ello en un balance hídrico de la región se puede apreciar que durante los meses de primavera y verano existe evaporación mucho más alta, con un promedio de 178 mm, que los que se captan por medio de la precipitación pluvial, lo cual es ocasionado por las altas temperaturas que se presentan en la zona.

Para el final del verano y principio del otoño, en donde las lluvias se manifiestan en la región, se compensan de manera significativa los volúmenes de humedad perdidos por evaporación (un promedio de 120 mm), siendo ésta una contribución importante para la recarga del acuífero. Además, se puede observar que la humedad relativa media anual oscila alrededor del 94.4 %, misma que se mantiene casi constante a través del año, recibiendo además aportes de aire marítimo tropical provenientes del mar Caribe. En lo que se refiere a la humedad máxima y mínima extremas mensuales, éstas comprenden aproximadamente el 97% y el 60% respectivamente.

Figura 4. 49. Valores de evaporación, humedad y humedad relativa en la zona costera de Quintana Roo.



Con base en las consideraciones anteriores, se observa que en la zona de interés aún se cuenta con grandes sectores cubiertos de vegetación de características selváticas, por lo que la modulación o regulación climática se encuentra mínimamente modificada y esta situación no variará dadas las dimensiones de los espacios que se habrán de transformar en andadores y edificaciones de distintas características. Además, también se señala que el aprovechamiento que propone el Proyecto no pone en riesgo las condiciones climáticas puesto que la infraestructura por establecer es la mínima necesaria. Aunado a lo anterior, el municipio de Solidaridad, aún registra amplísimas áreas que cuentan con la cobertura de selva natural y que en conjunto refiere alrededor de 203,464.44 ha (PDU de Playa del Carmen 2010-2050).

Como en los casos anteriores, se puede indicar que la construcción del Proyecto no provocará cambios en los factores climáticos que repercutan en el bienestar humano.

4.4.7. Protección de la Biodiversidad, de los Ecosistemas y Formas de Vida

4.4.7.1. Vegetación

Como se ha referido, el Proyecto se habrá de desplantar dentro de una superficie disponible de 10.64 ha, de las cuales se pretende realizar el CUSTF en 7.98 ha por ser terrenos que de acuerdo con los instrumentos de planeación (Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Solidaridad y Programa Parcial de Desarrollo Urbano El Jesusito), son aptos para el desarrollo y la promoción de actividades habitacionales-comerciales y que se cubren de una selva mediana subperennifolia con vegetación secundaria arbórea. Asimismo, se deberá tener en cuenta que el proyecto contempla la conservación de 2.66 ha de áreas verdes donde prevalecerá la cobertura natural de la selva mediana ya referida. Por lo que prevalecerán las condiciones para continuar con el desarrollo natural de la biodiversidad de la región y se verán medianamente afectadas por el Proyecto.

Asimismo, con la implementación del Programa de Conservación y Manejo de Ecosistemas y Especies se establecerán lineamientos que evitarán el deterioro total del sitio. El hecho de considerar acciones de rescate y reubicación de especies con estatus incluidas dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010, le permite al Proyecto ofrecer la garantía de que la biodiversidad y germoplasma se habrá de preservar.

Además, y de acuerdo con los datos del inventario forestal y los muestreos realizados para la cuenca hidrológica forestal (SAR), en donde se ha registrado la vegetación de selva mediana subperennifolia con vegetación secundaria arbórea, se reporta una diversidad de 72 especies distribuidas en 29 familias, de las cuales 52 especies son consideradas como árboles con una densidad de 1155 ind/ha, 11 como arbustivas con una densidad de 124 ind/ha y 9 como herbáceas con una densidad de 83 ind/ha.

Adicionalmente, se realizó el muestreo de la vegetación en el Proyecto, en donde se registró la distribución de 50 especies distribuidas en 27 familias de las cuales 36 corresponden al estrato arbóreo con 743 ind/ha, 6 como arbustivas con 17 ind/ha y 8 herbáceas con 111 ind/ha.

En este caso, se considera que la diversidad de la flora del Proyecto manifiesta una importante recuperación en su estructura, luego de las afectaciones históricas del paso de los distintos fenómenos hidrometeorológicos (Gilberto, 1988; Wilma, 2005, etc.), así como el desarrollo urbano (este último debidamente autorizado).

De acuerdo a los datos anteriores, se considera que la diversidad florística dentro de los ecosistemas selváticos ubicados al norte de la ciudad de Playa del Carmen y el municipio de Solidaridad en lo general, mantienen una adecuada estructura horizontal y vertical del ecosistema y la diversidad que ello conlleva, puesto que los estudios realizados indica que prevalece un área cubierta por la selva mediana subperennifolia, así como variantes de la misma que presentan manifestaciones de la vegetación secundaria y que en conjunto dentro del municipio de Solidaridad, se alcanza una cobertura combinada de 203,464.44 ha (PDU de Playa del Carmen 2010-2050).

Con el propósito de estimar las afectaciones que el Proyecto pudiera generar en el ecosistema predominante, se ha llevado a cabo la comparación en el valor del índice de diversidad donde se incluyen las especies arbóreas con un DAP igual y mayor a los 10 cm. Por lo que en la Tabla 4.94, se muestran los resultados encontrados.

Tabla 4. 94. Comparativa entre la unidad de análisis (CHF-SAR) y Proyecto respecto de la diversidad, para el estrato arbóreo.

Nombre común	Nombre científico	Unidad de análisis (CHF-SAR)				Proyecto			
		Ind	pi	log2pi	pi(log2pi)	Ind	pi	log2pi	pi(log2pi)
Alamo	<i>Ficus cotinifolia</i>	77	0.067	-3.907	-0.260	43	0.058	-4.111	-0.238
Boichic	<i>Coccoloba spicata</i>	46	0.040	-4.650	-0.185	22	0.030	-5.078	-0.150
Bolchiche	<i>Coccoloba diversifolia</i>	18	0.016	-6.004	-0.094	10	0.013	-6.215	-0.084
Bojom	<i>Cordia gerascanthus</i>	6	0.005	-7.589	-0.039	18	0.024	-5.367	-0.130
Canchunup	<i>Thouinia paucidentata</i>	38	0.033	-4.926	-0.162	32	0.043	-4.537	-0.195
Chaca	<i>Bursera simaruba</i>	101	0.087	-3.515	-0.307	92	0.124	-3.014	-0.373
Chacni	<i>Calyptanthes pallens</i>	14	0.012	-6.366	-0.077	13	0.017	-5.837	-0.102
Chacte Viga	<i>Caesalpinia violacea</i>	1	0.001	-10.174	-0.009	3	0.004	-7.952	-0.032
Chechen Negro	<i>Metopium brownei</i>	75	0.065	-3.945	-0.256	48	0.065	-3.952	-0.255
Chechen Blanco	<i>Sebastiania adenophora</i>	3	0.003	-8.589	-0.022				
Chicozapote	<i>Manilkara zapota</i>	5	0.004	-7.852	-0.034	5	0.007	-7.215	-0.049
Ciricote	<i>Cordia dodecandra</i>	6	0.005	-7.589	-0.039	3	0.004	-7.952	-0.032
Caracolillo	<i>Sideroxylon foetidissimum</i>	1	0.001	-10.174	-0.009				
Cocoite Blanco	<i>Gliricidia sepium</i>	13	0.011	-6.473	-0.073	30	0.040	-4.630	-0.187
Elemuy	<i>Malmea depressa</i>	9	0.008	-7.004	-0.055				
Ekulub	<i>Drypetes lateriflora</i>	1	0.001	-10.174	-0.009	2	0.003	-8.537	-0.023
Granadillo	<i>Platymiscium yucatanum</i>	5	0.004	-7.852	-0.034	2	0.003	-8.537	-0.023
Guaya	<i>Melicoccus oliviformis</i>	18	0.016	-6.004	-0.094	5	0.007	-7.215	-0.049
Guayabillo	<i>Psidium sartorianum</i>	9	0.008	-7.004	-0.055				
Guayacte	<i>Malpighia lundellii</i>				0.000	15	0.020	-5.630	-0.114
Guayancox	<i>Exothea diphylla</i>	6	0.005	-7.589	-0.039				
Higo	<i>Ficus maxima</i>	8	0.007	-7.174	-0.050	3	0.004	-7.952	-0.032
Higuillo	<i>Ficus padifolia</i>				0.000	2	0.003	-8.537	-0.023
Jabin	<i>Piscidia piscipula</i>	29	0.025	-5.316	-0.133	20	0.027	-5.215	-0.140
Jobillo	<i>Astronium graveolens</i>	5	0.004	-7.852	-0.034				
Kanazin	<i>Lonchocarpus rugosus</i>	60	0.052	-4.267	-0.222	17	0.023	-5.450	-0.125
Kaniste	<i>Pouteria campechiana</i>	6	0.005	-7.589	-0.039	2	0.003	-8.537	-0.023
Katalox	<i>Swartzia cubensis</i>	16	0.014	-6.174	-0.086				
Katzin	<i>Acacia riparia</i>	4	0.003	-8.174	-0.028				
Kitanche	<i>Caesalpinia gaumeri</i>	10	0.009	-6.852	-0.059	20	0.027	-5.215	-0.140
Maculis Amarillo	<i>Tabebuia chrysantha</i>	5	0.004	-7.852	-0.034				
Naranja Che	<i>Jacquinia albiflora</i>	14	0.012	-6.366	-0.077				
Palo Sol	<i>Blomia cupanioides</i>	6	0.005	-7.589	-0.039	5	0.007	-7.215	-0.049
Perescutz	<i>Croton glabellus</i>	8	0.007	-7.174	-0.050				
Roble	<i>Ehretia tinifolia</i>	6	0.005	-7.589	-0.039				
Ruda	<i>Ruta chalepensis</i>	14	0.012	-6.366	-0.077				
Sac-Chaca	<i>Dendropanax arboreus</i>				0.000	2	0.003	-8.537	-0.023
Sak Pich	<i>Acacia glomerosa</i>	3	0.003	-8.589	-0.022				
Shuul Blanco	<i>Lonchocarpus xuul</i>	128	0.111	-3.174	-0.352	85	0.114	-3.128	-0.358
Silil	<i>Diospyros cuneata</i>	105	0.091	-3.459	-0.314	37	0.050	-4.328	-0.216
Sipche	<i>Bunchosia swartziana</i>	8	0.007	-7.174	-0.050	23	0.031	-5.014	-0.155
Subinche	<i>Acacia dolichostachya</i>	9	0.008	-7.004	-0.055	10	0.013	-6.215	-0.084
Tadzi	<i>Neea psychotrioides</i>	53	0.046	-4.446	-0.204	50	0.067	-3.893	-0.262
Tamay	<i>Zuelania guidonia</i>	9	0.008	-7.004	-0.055	2	0.003	-8.537	-0.023
Tastab	<i>Guettarda combsii</i>	7	0.006	-7.366	-0.045				
Tojyub	<i>Coccoloba acapulcensis</i>	5	0.004	-7.852	-0.034				
Tres Marias	<i>Forchammeria trifoliata</i>	5	0.004	-7.852	-0.034	2	0.003	-8.537	-0.023
Tzalam	<i>Lysiloma latisiliquum</i>	99	0.086	-3.544	-0.304	73	0.098	-3.347	-0.329
Takinche	<i>Caesalpinia yucatanensis</i>	7	0.006	-7.366	-0.045				
Uchucho	<i>Diospyros verae-crucis</i>	17	0.015	-6.086	-0.090				
Uvasche	<i>Ottoschulzia pallida</i>	6	0.005	-7.589	-0.039	13	0.017	-5.837	-0.102
Ya'axnik	<i>Vitex gaumeri</i>	27	0.023	-5.419	-0.127	27	0.036	-4.782	-0.174
Yaiti	<i>Gymnanthes lucida</i>	17	0.015	-6.086	-0.090	5	0.007	-7.215	-0.049

Nombre común	Nombre científico	Unidad de análisis (CHF-SAR)				Proyecto			
		Ind	pi	log2pi	pi(log2pi)	Ind	pi	log2pi	pi(log2pi)
Zapotillo	<i>Pouteria reticulata</i>	2	0.002	-9.174	-0.016				
Zapote Faisan	<i>Dipholis salicifolia</i>	5	0.004	-7.852	-0.034	2	0.003	-8.537	-0.023
		1155		H'=	-4.728	743		H'=	-4.387
				D. Max=	5.700			D. Max=	5.170
				J'=	-0.829			J'=	-0.849

Con relación al índice de Shannon y de acuerdo a los datos obtenidos se tiene que, tanto para el SAR (unidad de análisis) como para el Proyecto, el resultado obtenido es de 4.78 y 4.38 respectivamente, por lo cual se refleja como buena diversidad para ambos, y esto es entendible en virtud de que ambos reportan la mayor cantidad de especies y estas se encuentran en buen estado de conservación. En cuanto a los datos de "J" sus valores para ambas se consideran altos con 0.829 y 0.849, lo que indica que las especies tienden a ser equitativas.

De acuerdo al Índice de Valor de Importancia, para la unidad de análisis se tiene que en el estrato arbóreo las tres especies más importantes son: El chechem (*Metopium brownei*) con 20.45, seguido por el shuul blanco (*Lonchocarpus xuul*) con el 19.96 y en tercer lugar el chaca (*Bursera simaruba*) con 18.89, en tanto que para el Proyecto se tiene que en el estrato arbóreo las tres especies más importantes son el chaca (*Bursera simaruba*) con 28.97, seguido por el tzalam (*Lysiloma latisiliquum*) con el 26.90 y en tercer lugar el chechem negro (*Metopium brownei*) con 21.75, estas especies son muy comunes encontrarlos en estas zonas del estado por lo que son características.

Adicionalmente, la vegetación de selva mediana subperennifolia con vegetación secundaria arbórea presenta un estrato arbustivo representado por aquellas especies con un DAP entre 5 y 9.9 cm. En la siguiente Tabla 4. 95 se presenta la comparativa entre la unidad de análisis (CHF-SAR) y el Proyecto respecto a la diversidad, para el estrato arbustivo.

Tabla 4. 95. Comparativa entre la unidad de análisis (CHF-SAR) y Proyecto respecto de la diversidad, para el estrato arbustivo.

Nombre común	Nombre científico	Unidad de análisis (Cuenca hidrológica forestal – SAR)				Proyecto			
		Ind	pi	log2pi	pi(log2pi)	Ind	pi	log2pi	pi(log2pi)
Akitz	<i>Cascabela gaumeri</i>	8	0.065	-3.954	-0.255				
Dzidzilche	<i>Gymnopodium floribundum</i>	16	0.129	-2.954	-0.381	7	0.412	-1.280	-0.527
Eugenia	<i>Eugenia mayana</i>	43	0.347	-1.528	-0.530				
Guano Blanco	<i>Sabal yapa</i>	6	0.048	-4.369	-0.211				
Flor De Mayo	<i>Plumeria rubra</i>					2	0.118	-3.087	-0.363
Majagua Blanca	<i>Hampea trilobata</i>	6	0.048	-4.369	-0.211				
Pata De Vaca	<i>Bauhinia divaricata</i>	12	0.097	-3.369	-0.326	2	0.118	-3.087	-0.363
Pamolche	<i>Jatropha gaumeri</i>	8	0.065	-3.954	-0.255	2	0.118	-3.087	-0.363
Xpukin	<i>Callicarpa acuminata</i>	7	0.056	-4.147	-0.234				
Chit	<i>Thrinax radiata</i>	7	0.056	-4.147	-0.234	2	0.118	-3.087	-0.363
Sakitsa	<i>Neomillspaughia emarginata</i>	6	0.048	-4.369	-0.211				
Nakas	<i>Coccothrinax readii</i>	5	0.040	-4.632	-0.187	2	0.118	-3.087	-0.363
		124		H'=	-3.037	17		H'=	-2.343
				D. Max=	3.459			D. Max=	2.585
				J'=	-0.878			J'=	-0.906

Con relación al índice de Shannon y de acuerdo a los datos obtenidos se tiene que, para la unidad de análisis los resultados de la prueba nos indican que presenta una alta diversidad (3.03), en tanto que el Proyecto presenta una baja diversidad (2.34) si se toma en cuenta que a partir de valores mayores de tres son diversos y de bajo de este valor el estrato es pobre, y que de acuerdo a lo observado en campo este estrato concentra un número menor de especies para ambas áreas de estudio, así como que estas especies están en proceso de la conformación de la selva, y no tienen todavía diámetros considerables y sus alturas son muy uniformes. Así también se observa, para este estrato, en el Proyecto, la escasa presencia de dos palmas: chit (*Thrinax radiata*) y nakas (*Coccothrinax readii*). En cuanto a su equitatividad estas son altas ya que se obtuvieron valores de 0.87 y 0.90. Por lo que las especies tienden a la equitatividad.

De acuerdo a Índice de Valor de Importancia, para la unidad de análisis se tiene que en el estrato arbustivo las tres especies más importantes son: La eugenia (*Eugenia mayana*) con 63.65, seguida por el dzidzilche (*Gymnopodium floribundum*) con 40.79 y el guano blanco (*Sabal yapa*) con 37.47. En tanto que para el Proyecto las tres especies con más valor de importancia son: El dzibzilche (*Gymnopodium floribundum*) con 112.38, seguido por la flor de mayo (*Plumeria rubra*) con 49.21 y la palma chit (*Thrinax radiata*) con 37.99, estas tres especies son comunes y no tienen ningún problema de adaptación en estos terrenos, por lo que las especies se encuentran muy bien representadas en este estrato.

Adicionalmente, la vegetación de selva mediana subperennifolia con vegetación secundaria arbórea presenta un estrato herbáceo, en la siguiente Tabla 4. 96 se presenta la comparativa entre la unidad de análisis (CHF-SAR) y el Proyecto respecto del número de especies e individuos registrados por hectárea, así como la diversidad, para el estrato arbustivo.

Tabla 4. 96. Comparativa entre la unidad de análisis (CHF-SAR) y Proyecto respecto de la diversidad, para el estrato arbóreo.

Nombre común	Nombre científico	Unidad de análisis (Cuenca hidrológica forestal – SAR)				Proyecto			
		Ind	pi	log2pi	pi(log2pi)	Ind	pi	log2pi	pi(log2pi)
Chilar	<i>Rivina humilis</i>	8	0.096	-3.375	-0.325	32	0.288	-1.794	-0.517
Cicotria	<i>Psychotria nervosa</i>					3	0.027	-5.209	-0.141
Styzophyllum	<i>Stizophyllum riparium</i>	6	0.072	-3.790	-0.274				
Paulinia	<i>Paullinia pinnata</i>	6	0.072	-3.790	-0.274				
Sac Ak	<i>Cydista potosina</i>	23	0.277	-1.851	-0.513	22	0.198	-2.335	-0.463
Serjania	<i>Serjania yucatanensis</i>					2	0.018	-5.794	-0.104
Scleria	<i>Scleria lithosperma</i>					2	0.018	-5.794	-0.104
Tulipan	<i>Malvaviscus arboreus</i>	8	0.096	-3.375	-0.325	5	0.045	-4.472	-0.201
Xiat	<i>Chamaedorea seifrizii</i>	10	0.120	-3.053	-0.368				
Yax Ak	<i>Arrabidaea podopogon</i>	10	0.120	-3.053	-0.368	30	0.270	-1.888	-0.510
Bejuco De Caballo	<i>Petrea volubilis</i>	4	0.048	-4.375	-0.211				
Xnantus	<i>Ichnanthus lanceolatus</i>	8	0.096	-3.375	-0.325	15	0.135	-2.888	-0.390
		83		H'=-2.983		111		H'=-2.432	
				D. Max= 3.170				D. Max= 3.000	
				J'=-0.941				J'=-0.811	

En este estrato tanto para la unidad de análisis como para el Proyecto los resultados de la prueba nos indican que presenta una baja diversidad, (2.98 y 2.43) si se toma en cuenta que a partir de valores mayores de tres son diversos y de bajo de este valor el estrato es pobre. Estos resultados son razonables en virtud a que el tipo de vegetación existente en ambas áreas de análisis, es una selva mediana subperennifolia en etapa arbórea y que las especies herbáceas son escasas. En cuanto a los datos de "J" sus valores se consideran altos (0.94 y 0.81) respectivamente.

De acuerdo a Índice de Valor de Importancia, para la unidad de análisis, se tiene que en el estrato herbáceo las tres especies más importantes son: El bejuco sac ak (*Cyndista potosina*) con 67.26, seguido por el yax ak (*Arrabidea podogon*) con el 54.19 y el chilar (*Rivina humilis*) con 41.24. En tanto que para el Proyecto las tres especies con más valor de importancia fueron: El chilar (*Rivina humilis*) con 72.96, seguido por el sac ak (*Cyndista potosina*) con 63.87 y en tercer lugar el yax ak (*Arrabidea podogon*) con 64.61, estas especies son comunes y no tienen ningún problema de adaptación.

Por otra parte, se debe considerar que a través de las distintas actividades que involucran el cambio de uso de suelo para el desarrollo del Proyecto, se promoverán medidas para garantizar que la biodiversidad de los ecosistemas no se vea afectados de manera dolosa, lo que incluye la aplicación del Programa de Conservación y Manejo de Ecosistemas y Especies, que considera actividades de rescate de flora y de restauración de aquellos espacios con tendencia a un mayor grado de deterioro.

Una consideración adicional, es que para la selva mediana subperennifolia conservada se han estimado valores del índice de diversidad de Shannon-Wiener para el estrato arbóreo del orden 4.0 antes del huracán Gilberto (Sánchez, 1983) y de 3.8 para el mismo estrato después del paso de dicho fenómeno (Trejo, 2000). Para este caso, se han alcanzado valores muy similares a los reportados para la región. De esta manera, la fase en la que se encuentra el ecosistema en la zona del Proyecto conlleva una fuerte recuperación de diversidad florística en el estrato arbóreo.

En este caso, también se debe referir que para ambas áreas de análisis (CHF-SAR y Proyecto) se distribuye prácticamente el mismo elenco de especies, considerando la relevancia de aquellas que más aportan al ecosistema como son: chaca (*Bursera simaruba*), shuul blanco (*Lonchocarpus xuul*), tzalam (*Lysiloma latisiliquum*), yaaxnik (*Vitex gaumeri*), entre otras.

Tabla 4. 97. Algunas de las especies presentes en ambas áreas de análisis (CHF y SAR), y registro de número de individuos.

Nombre científico	Nombre común	Número de individuos	
		Unidad de análisis (CHF-SAR)	Proyecto
<i>Lonchocarpus xuul</i>	Shuul blanco	128	51
<i>Bursera simaruba</i>	Chaka	101	55
<i>Diospyros cuneata</i>	Silil	105	22
<i>Lysiloma latisiliquum</i>	Tzalam	99	44
<i>Ficus cotinifolia</i>	Amate	77	26
<i>Metopium brownei</i>	Chechen negro	75	29
<i>Lonchocarpus rugosus</i>	Kanasin	60	
<i>Neea psychotrioides</i>	Tadzi	53	30
<i>Coccoloba spicata</i>	Boichic	46	
<i>Thouinia paucidentata</i>	Canchunup	38	19
<i>Piscidia piscipula</i>	Jabin	29	
<i>Vitex gaumeri</i>	Ya'axnik	27	16

En este sentido, el desarrollo del Proyecto no tendrá un efecto crítico sobre la diversidad de especies. Además de que se deberá propiciar su restablecimiento por lo que se contempla que el éste cuente con 2.66 ha de áreas de conservación que mantendrán su cobertura natural de selva mediana subperennifolia con vegetación secundaria arbórea, más la cobertura natural del mismo tipo de vegetación que se mantendrá en los corredores biológicos establecidos desde la conformación del macroproyecto Ciudad Mayakoba.

Así mismo se promoverán medidas para garantizar que la biodiversidad de los ecosistemas no se vea afectada, las que se aplicarán a través del Programa de Conservación y Manejo de Ecosistemas y Especies, y entre las que se consideran el rescate y reubicación de la flora y de reforestación de espacios que lo requieran, lo que habrá de contribuir a lograr la conservación del germoplasma propio de los ecosistemas selváticos del norte de Quintana Roo.

En este sentido y de acuerdo a los datos anteriores, se considera que la diversidad florística dentro de los ecosistemas selváticos ubicados a lo largo de la CHF y el Proyecto mantienen una estrecha similitud, sin importar que en algunas situaciones se haya perdido la estructura horizontal y vertical del ecosistema. Para poder determinar este parámetro, se ha aplicado el índice de similitud de Sorensen de acuerdo con el algoritmo que se expresa como:

$$I. \text{ Sorensen} = \frac{2C}{A + B} * 100$$

Donde:

C = especie presentes en ambos ecosistemas.

A = especies del ecosistema 1.

B = Especies del ecosistema 2.

En este caso, los valores indican que se registra una similitud del 72.13% entre los ecosistemas de selva mediana subperennifolia con vegetación secundaria arbórea del Proyecto con relación a la unidad de análisis (CHF-SAR). Por otra parte, y en el sentido general, se debe considerar que este ecosistema es correspondiente con distintas fases sucesionales, alcanzando cerca de 25 años, y que se ha referido los efectos corresponden con el paso del Huracán Gilberto (1988) y Wilma (2005), así como los incendios generados en 1998 los cuales fueron identificado como un evento catastrófico que diezmó los ecosistemas de la zona norte del Estado.

Por otra parte, se debe considerar que a través de las distintas actividades que involucran el cambio de uso de suelo para el desarrollo del Proyecto, se **promoverán medidas para garantizar que la biodiversidad de los ecosistemas no se vea afectada de manera dolosa, lo que incluye la aplicación del Programa de Conservación y Manejo de Ecosistemas y Especies, que considera actividades de rescate de flora y de restauración de aquellos espacios con tendencia a un mayor grado de deterioro.**

Por lo que se contempla la aplicación de las siguientes medidas de mitigación:

- Previo al inicio de las labores y como parte del Subprograma de Educación Ambiental, difundirá el reglamento ambiental que tendrá como objetivo informar sobre las limitaciones y/o prohibiciones en cuanto a las prácticas ambientales que podrán realizarse en el área del Proyecto. De igual manera la Promovente llevará a cabo pláticas dirigidas a los trabajadores para difundir las obligaciones ambientales contraídas por la Promovente, para el desarrollo del Proyecto, así como para fomentar y fortalecer el cuidado de la flora y fauna del lugar y buenas prácticas ambientales.
- En los sitios destinados como área verde se conservará la vegetación existente, incorporándose al diseño del Proyecto.

- Se delimitarán físicamente las áreas de aprovechamiento, con el fin de evitar afectaciones e invasiones que puedan disminuir la superficie de conservación o dañar a la vegetación presente en ella.
- Para el personal que labore para el Proyecto quedará prohibido realizar cualquier tipo de aprovechamiento de la flora que pudiesen encontrarse/observar en el momento de realizar sus labores.
- Se Implementará un programa de rescate de la vegetación en las áreas de desmonte, con especial énfasis en las especies consideradas en la NOM-SEMARNAT-059-SEMARNAT-2010.
- Se promoverá la reforestación con plantas nativas producto del rescate en las áreas verdes del Proyecto.
- Se contará con sanitarios portátiles para el uso obligatorio de los trabajadores que laboren en las etapas de preparación y construcción del Proyecto (a razón de 1 por cada 15 trabajadores).
- Se contará con contenedores para el almacenamiento de los residuos sólidos para su posterior traslado al basurero municipal.
- Que como parte de las medidas de mitigación que se mantendrá un programa de limpieza periódica del sitio de obra.
- Se instalará letreros alusivos a prohibir el uso del fuego dentro del área del Proyecto, (señalamientos restrictivos, preventivos e informativos sobre la flora).

4.4.7.2. Fauna

En cuanto a la fauna, podemos mencionar que la selva de Quintana Roo, en específico la de la subcuenca “d” (municipio de solidaridad) ha sido de alguna manera modificada en su estructura natural al realizarse el sistema agrícola tradicional de Roza-Tumba-Quema, pecuarias y turismo, además del gran número de huracanes e incendios forestales que han impactado a lo largo de toda la región, durante décadas, a pesar de todo esto, esta vegetación mantiene una diversidad de especies de fauna importantes para el equilibrio ecológico del ecosistema tanto de la cuenca como del Proyecto. De acuerdo a lo anterior en la siguiente Tabla 4. 98 se presenta una comparativa de la fauna presente en ambas áreas de análisis (Anexo 4.1).

Tabla 4. 98. Comparativa entre la unidad de análisis (CHF-SAT) y Proyecto respecto de las especies de fauna silvestre registradas. UA = unidad de análisis, A = amenazada, Pr = sujeta a protección especial, M = migratoria, R = residente.

Clase	Familia	Nombre científico	Nombre común	UA	Proyecto	NOM-059	M	R
ANFIBIOS	Bufonidae	<i>Incillius valliceps</i>	Sapo costero	X				X
		<i>Rhinella marina</i>	Sapo marino	X	X			X
	Hylidae	<i>Scinax staufferi</i>	Rana Arborícola Trompuda	X				X
		<i>Trachycephalus venulosus</i>	Rana arborícola lechosa	X				X
		<i>Smilisca baudinii</i>	Rana de árbol mexicana	X	X			X
	Leptodactylidae	<i>Leptodactylus melanonotus</i>	Ranita de hojarasca	X				X
		Subtotal		6	2			
REPTILES	Bataguridae	<i>Rhinoclemmys areolata</i>	Tortuga mojina	X		A		X
	Kinosternidae	<i>Kinosternon scorpioides</i>	Tortuga pochitoque	X		Pr		X
	Gekoniidae	<i>Hemidactylus frenatus</i>	Tesucona	X				X

Clase	Familia	Nombre científico	Nombre común	UA	Proyecto	NOM-059	M	R
	Coritophanidae	<i>Basiliscus vittatus</i>	Tolque	X	X			X
	Iguanidae	<i>Ctenosaura similis</i>	Iguana rayada	X		A		X
	Phrynosomatidae	<i>Sceloporus chrysostictus</i>	Roño espinoso	X				X
	Dactyloidae	<i>Anolis sagrei</i>	Anolis pardo	X				X
		<i>Anolis sericeus</i>	Anolis sedoso	X				X
	Scincidae	<i>Plestiodon sumichrasti</i>	Eslizón listado del sureste	X				X
	Teiidae	<i>Holcosus undulatus</i>	Ameiva arcoíris	X				X
	Boidae	<i>Boa imperator</i>	Boa	X	X			X
	Colubridae	<i>Coniophanes schmidtii</i>	Culebra rayada yucateca	X				X
		<i>Leptophis mexicanus</i>	Culebra perico verde	X		A		X
		<i>Masticophis mentovarius</i>	Culebra corredora	X		A		X
		<i>Mastigodryas melanolomus</i>	Culebra lagartijera común	X				X
		<i>Oxybelis fulgidus</i>	Culebra bejuquillo verde	X	X			X
	Viperidae	<i>Bothrops aspers</i>	Nauyaca	X				X
			Subtotal	17	3			
AVES	Accipitridae	<i>Rupornis magnirostris</i>	Aguillita caminera	X				X
	Cathartidae	<i>Cathartes aura</i>	Aura	X				X
		<i>Coragyps atratus</i>	Zopilote	X				X
	Trochilidae	<i>Chlorostilbon canivetii</i>	Colibrí Esmeralda	X				X
	Caprimulgidae	<i>Chordeiles minor</i>	Chotacabras Zumbón	X			X	
	Columbidae	<i>Columbina passerina</i>	Tortolita	X		A		X
		<i>Patagioenas flavirostris</i>	Paloma morada	X				X
		<i>Zenaida asiatica</i>	Paloma de alas blancas	X	X			X
	Momotidae	<i>Eumomota superciliosa</i>	Momoto	X				X
	Cuculidae	<i>Crotophaga sulcirostris</i>	Garrapatero	X				X
		<i>Piaya cayana</i>	Cuclillo canela	X				X
	Cardinalidae	<i>Piranga rubra</i>	Piranga roja	X			X	
	Corvidae	<i>Cyanocorax yucatanicus</i>	Chara yucateca	X	X			X
		<i>Psilorhinus morio</i>	Chara papán	X				X
	Hirundinidae	<i>Hirundo rustica</i>	Golondrina Tijereta	X				X
	Icteridae	<i>Dives dives</i>	Tordo cantor	X				X
		<i>Icterus auratus</i>	Bolsero Yucateco	X	X			X
		<i>Icterus dominicensis</i>	Bolsero dominico	X			X	
		<i>Icterus gularis</i>	Bolsero de altamira	X				X
		<i>Molothrus aeneus</i>	Tordo ojo rojo	X				X
		<i>Quiscalus mexicanus</i>	Zanate	X	X			X
	Mimidae	<i>Mimus gilvus</i>	Cenzontle tropical	X	X			X
	Tyriridae	<i>Pachyrhamphus aglaiae</i>	Cabezón degollado	X				X
		<i>Tityra semifasciata</i>	Titira puerquito	X				X
	Tyrannidae	<i>Myiozetetes similis</i>	Luis gregario	X				X
		<i>Megarynchus pitangua</i>	Luis pico grueso	X	X			X
		<i>Pitangus sulphuratus</i>	Luis bienveveo	X	X			X
		<i>Tyrannus melancholicus</i>	Tirano común	X				X
		<i>Tyrannus couchi</i>	Tirano silbador	X	X			X
	Parulidae	<i>Parula americana</i>	Parula norteña	X			X	
	Vireonidae	<i>Vireo magister</i>	Vireo yucateco	X				X
	Picidae	<i>Melanerpes aurifrons</i>	Carpintero frente amarilla	X	X			X
		<i>Melanerpes pygmaeus</i>	Carpintero enano	X				X
	Psittacidae	<i>Amazona albifrons</i>	Perico frente blanca	X		Pr		X
		<i>Aratinga nana</i>	Perico pecho sucio	X	X	Pr		X
	Cracidae	<i>Ortalis vetula</i>	Chachalaca	X	X			X
Trogonidae	<i>Trogon violaceus</i>	Coa, trogón	X				X	
	<i>Trogon melanocephalus</i>	Coa, trogón cabeza negra	X				X	
			Subtotal	38	11			
MAMÍFEROS	Phillostomidae	<i>Artibeus jamaicensis</i>	Murciélago frutero	X				X
		<i>Artibeus intermedius</i>	Murciélago	X				X
		<i>Carollia sowelli</i>	Murciélago frutero de cola corta	X				X
	Emballonuridae	<i>Peropteryx macrotis</i>	Murciélago perro mayor	X				X
	Didelphidae	<i>Didelphys virginiana</i>	Tlacuache común	X				X
		<i>Didelphis marsupialis</i>	Tlacuache	X	X			X
	Cricetidae	<i>Peromyscus yucatanicus</i>	Ratón yucateco	X				X
		<i>Oryzomys couesi</i>	Rata arrocera	X				X
	Dasyproctidae	<i>Dasyprocta punctata</i>	Guaqueque centroamericano	X				X
	Sciuridae	<i>Sciurus yucatanensis</i>	Ardilla yucateca	X	X			X
	Procyonidae	<i>Nasua narica</i>	Tejón o coati	X	X			X
	Mephitidae	<i>Spilogale putorius</i>	Zorrillo manchado	X				X
Canidae	<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	Zorra gris	X	X			X	
			Subtotal	13	4			
			Total	74	20			

Del total de las especies presentes (74), para la cuenca y el predio se tiene que la mayoría corresponden al grupo de las aves, teniendo mayor presencia en el área de la cuenca (unidad de análisis) con un total de 38, en tanto que en el Proyecto se observan 11 y se comparten 11. Para los mamíferos presentes en la unidad de análisis (cuenca) se observaron 13 y en el Proyecto se registraron 4, y del mismo modo se comparten 4. Así también para los reptiles solo se reportan 17 para la unidad de análisis y 3 para el Proyecto y de igual forma se comparten 3 especies. Para el caso de los anfibios se reportan 6 para la unidad de análisis y 2 para el Proyecto y se comparten 2 especies.

Es importante mencionar que en el caso de la fauna para las aves y los mamíferos es entendible ya que la unidad de análisis y el Proyecto se encuentra inmerso en una superficie mayor y por ende tienen espacios por donde la fauna puede desplazarse, así también estos grupos no necesariamente se encuentran en el sitio en forma permanente si no que muchos son de paso y que por sí solos se alejan al menor ruido.

Sitios de anidación de aves, refugio, alimentación y reproducciones de las especies residentes, en riesgo, endémicas y migratorias

Durante los trabajos de muestreo del predio del proyecto **no se registraron sitios particulares** o zonas de anidación, refugio y alimentación de individuos de una especie o de varias especies de aves. Por otra parte, la vegetación ofrece alimento a las especies de fauna (frutos, semillas, insectos, néctar, etc. Pero, tampoco se ha detectado alguna zona o sitio en el área del Proyecto o en Ciudad Mayakoba que sobresalga por estos eventos. En todo caso se ha observado que las especies de fauna se alimentan, se refugian y anidan en todo el Proyecto.

Patrones de distribución de las especies de mamíferos, reptiles, anfibios y aves predio

No hay un estudio sobre los patrones de distribución de las especies vertebradas en el predio del proyecto. La fauna registrada en la zona tiene hábitos preferentemente silvestres. Es decir, la mayoría habita en la selva de la zona, pocas especies se avecinan a las zonas urbanizadas. P ej. la iguana rayada (*Ctenosaura similis*), la chara yucateca (*Cyanocorax yucatanicus*), el abaniquillo pardo (*Anolis sagrei*), etc.

En este sentido el proyecto Ciudad Mayakoba, en el que se integra el proyecto Corazón Ciudad Mayakoba, colinda al sur con algunas colonias de Playa del Carmen, municipio de Solidaridad (la Guadalupana, El Peten, fraccionamiento El Cantil, Playa del Sol, Sacbe y más al oeste Cristo Rey). Al norte de Corazón Ciudad Mayakoba aún se mantiene una sección con vegetación nativa, así como al noreste dentro del proyecto autorizado Ciudad Mayakoba. Al noreste del Proyecto, dentro de Ciudad Mayakoba, se desarrolla el proyecto el Verden y al noreste el proyecto La Ceiba. Las medidas de mitigación y compensación que se pretende seguir para no afectar a la fauna en el proyecto Corazón Ciudad Mayakoba derivado de las actividades autorizadas, se presentan en el Capítulo 7.

Análisis de diversidad

Los cálculos de la prueba de Diversidad de Shannon-Wiener, se realizaron por medio del paquete BioDiversity Pro, así también se calculó el valor de Equitatividad (J), los resultados son los siguientes:

Anfibios

Los resultados obtenidos de la prueba de Shannon en este grupo de anfibios tanto para la unidad de análisis (SAR) como para el Proyecto, se considera poco diverso y los resultados obtenidos fueron de 2.22 y 0.91, respectivamente. Este grupo es pobre sobre el parámetro de diversidad lo que nos refleja que son muy pocas las especies presentes en ambas áreas de análisis y es justificable ya que los anfibios no siempre pueden observarse a simple vista, además de que al momento del muestreo la presencia de personal ocasiona ruido y esto genera que la fauna tienda alejarse de la zona por otra parte las altas temperaturas influyen de manera directa, generando muy poca visibilidad de la misma y por lo mismo no se obtiene un gran registro de ella. En cuanto al valor de J, este es alto con un valor de 0.86 y 0.91 respectivamente.

En cuanto a la abundancia relativa en este grupo las especies son muy escasas y de acuerdo a los resultados obtenidos para la unidad de análisis (SAR) se puede ver a la rana de hojarasca (*Leptodactylus melanonotus*) con 43.75 seguido por la rana arborícola (*Smilisca baudinii*) con 18.75. En tanto que para el Proyecto se puede ver a la rana trepadora (*Smilisca baudinii*) con 66.66, seguido por el sapo/much (*Chanus marinus*) con 33.33.

Reptiles

Los resultados obtenidos de la prueba de Shannon en este grupo de reptiles para la unidad de análisis (SAR) es de 3.76 lo que nos indica que se considera la zona como de alta diversidad y es justificable ya que es una superficie mayor, no así para el Proyecto en el que el resultado es de 1.25, considerándose como poco diverso, es importante mencionar que este grupo es un poco difícil de observar a simple vista y esto dificulta obtener datos de un gran número de los mismos, por otra parte, dada a las altas temperaturas son pocos los individuos que pueden estar a cualquier hora del día, en cuanto a su equitatividad “J” nos indican que ambos grupos tienden a la equitatividad con 0.92 y 0.79.

En cuanto a la abundancia relativa se encontró que, de las tres especies encontradas en la unidad de análisis (SAR), la mayor abundancia la registra la iguana rallada (*Ctenosaura similis*) con un valor de 17.33, seguida de la cuija, besucona (*Hemidactylus frenatus*) y el chipojo (*Anolis sericeus*) con 11.53 respectivamente. En tanto que para el Proyecto se puede ver al tolock (*Basiliscus vittatus*) cuya especie es la más abundante con un valor de 66.66, en comparación la boa (*Boa imperator*) y la bejuquilla (*Oxybeles fulgidus*) que presentaron un valor de 16.16 cada una.

Aves

Los resultados obtenidos de la prueba de Shannon, para el grupo de aves, tanto para la unidad de análisis (SAR), como para el Proyecto, fue considerada como alta, presentando 4.90 y 3.01, respectivamente, Es importante mencionar que las aves en general no necesariamente se encuentran en el sitio en forma permanente, sino que muchas son de paso y que muchas por sí solas se alejan al menor ruido. En cuanto al valor de “J” para ambos predios se considera alto, (0.93 y 0.87), lo que nos indica que hay equitatividad entre las especies.

De acuerdo a la abundancia relativa, en relación a las aves se tiene que para la unidad de análisis (SAR) las tres especies con más alto valor son: la golondrina (*Hirundo rustica*) con un valor de 8.18 seguido por el perico frente blanca (*Amazona albifrons*) con 7.01 y en tercer lugar se ubican el zopilote (*Coragyps atratus*), con un valor de 6.43. En tanto que para el Proyecto las especies con más alto valor son: el zanate (*Quiscalus mexicanus*) con un valor de 27.53 seguido por la chara azul (*Cyanocorax yucatanicus*) con 20.28 y en tercer lugar se ubican el ceniztonle (*Mimus gilvus*) y el luis bienteveo (*Pitangus sulphuratus*), con un valor de 10.14 respectivamente.

Mamíferos

Los resultados obtenidos de la prueba de Shannon en el grupo de mamíferos para la unidad de análisis (SAR) es de 3.50 lo que nos indica que se considera la zona como de alta diversidad y es justificable ya que es una superficie mayor, no así para el Proyecto en el que el resultado es de 1.40. Por otra parte, hay que tomar en cuenta que los mamíferos no necesariamente se encuentran en el sitio en forma permanente si no que muchos son de paso por la constante búsqueda de alimento. En cuanto a su equitatividad se considera alta (0.94 y 0.70, respectivamente) ya que las pocas especies tienden a la homogeneidad.

De acuerdo a la abundancia relativa, en relación a los mamíferos se tiene que para la unidad de análisis (SAR) la especie con un valor alto comparativamente con las demás fue el tejón (*Nasua narica*) con el 19.35, seguido por la ardilla yucateca (*Sciurus yucatanensis*) con 12.90 y en tercer lugar el murciélago frutero (*Artibeus jamaicensis*) con 9.67. En tanto que para el Proyecto la especie con un valor alto comparativamente con las demás fue el tejón (*Nasua narica*) con el 68.42, seguido por el tlacuache (*Didelphis marsupialis*), la ardilla yucateca (*Sciurus yucatanensis*) y la zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*) con 10.52 cada una.

De manera complementaria, para el caso de la distribución de la fauna silvestre también se ha aplicado el índice de similitud de Sorensen de acuerdo con el algoritmo antes expresado:

$$I. \text{ Sorensen} = \frac{2C}{A + B} * 100$$

En este caso, los valores indican que se registra una similitud del 38.29% entre la composición faunística registrada para el ecosistema de selva mediana subperennifolia con vegetación secundaria arbórea del Proyecto con relación a la unidad de análisis (CHF-SAR). Cabe señalar que el 90% de las especies registradas en el área definida para el cambio de uso de suelo en el Proyecto, se encuentran registradas en la unidad de análisis (CHF-SAR). Por otra parte, y en el sentido general, se debe considerar que este ecosistema es correspondiente con distintas fases sucesionales, alcanzando cerca de 25 años, y que se ha referido los efectos corresponden con el paso del Huracán Gilberto (1988) y Wilma (2005), así como los incendios generados en 1998 los cuales fueron identificado como un evento catastrófico que diezmó los ecosistemas de la zona norte del Estado. Además, se debe señalar que toda esta zona se encuentra influenciada por la ciudad de Playa del Carmen al suroeste y la carretera federal 307 Reforma Agraria Puerto Juárez que es el principal medio de comunicación terrestre en la región.

Aunado a lo anterior, se debe señalar que un alto porcentaje de las especies identificadas suelen convivir muy cerca del ser humano como son el zanate (*Quiscalus mexicanus*), cenzontle (*Mimus gilvus*) la ardilla (*Sciurus yucatanensis*), tlacuache (*Didelphis marsupialis*). Además, se habrán de promover medidas para garantizar que la biodiversidad de los ecosistemas no se vea afectada de manera dolosa, **lo que incluye la aplicación del Programa de Conservación y Manejo de Ecosistemas y Especies, que considera actividades de rescate de flora y de restauración de aquellos espacios con tendencia a un mayor grado de deterioro.**

Por lo que se contempla la aplicación de las siguientes medidas de mitigación:

- Previo al inicio de las labores y como parte del Subprograma de Educación Ambiental, difundirá el reglamento ambiental que tendrá como objetivo informar sobre las limitaciones y/o prohibiciones en cuanto a las prácticas ambientales que podrán realizarse en el área del Proyecto. De igual manera la Promovente llevará a cabo pláticas dirigidas a los trabajadores para difundir las obligaciones ambientales contraídas por la Promovente, para el desarrollo del Proyecto, así como para fomentar y fortalecer el cuidado de la flora y fauna del lugar y buenas prácticas ambientales.
- En los sitios destinados como área verde se conservará la vegetación existente, incorporándose al diseño del Proyecto
- Se delimitarán físicamente las áreas de aprovechamiento, con el fin de evitar afectaciones e invasiones que puedan disminuir la superficie de conservación o dañar a la vegetación presente en ella.
- Para el personal que labore para el Proyecto quedará prohibido realizar cualquier tipo de aprovechamiento de la fauna que pudiesen encontrarse/observar en el momento de realizar sus labores.
- Se Implementará un programa de rescate de la fauna en las áreas de desmonte, con especial énfasis en las especies consideradas en la NOM-SEMARNAT-059-SEMARNAT-2010.
- Se promoverá la reforestación con plantas nativas producto del rescate en las áreas verdes del Proyecto.
- Se contará con sanitarios portátiles para el uso obligatorio de los trabajadores que laboren en las etapas de preparación y construcción del Proyecto (a razón de 1 por cada 15 trabajadores).
- Se contará con contenedores para el almacenamiento de los residuos sólidos para su posterior traslado al basurero municipal.
- Que como parte de las medidas de mitigación que se mantendrá un programa de limpieza periódica del sitio de obra.
- Se instalará letreros alusivos a prohibir el uso del fuego dentro del área del Proyecto, (señalamientos restrictivos, preventivos e informativos sobre la flora).

4.4.8. Protección y Recuperación de Suelos

La cubierta vegetal juega un papel muy importante en la cobertura del área sujeta a cambio de uso de suelo (7.98 ha), tal es el caso que al desmontar y/o impactarla por algún acontecimiento natural o inducido, el suelo queda expuesto a sufrir erosión, sin embargo este proceso es relativamente rápido ya que es utilizado para otro objetivo ya sea construcciones, actividades agropecuarias o desarrollos comerciales y/o en su caso se inicia un proceso de recuperación por lo que es importante mencionar que aun con todo el deterioro que sufre la vegetación por estas acciones, esta se encuentra en franco proceso de recuperación por lo que el suelo muy pocas veces se queda sin cubierta vegetal y la susceptibilidad de erosión tanto hídrica como eólica se considera sin degradación aparente.

Como bien lo indican los resultados estimados para el Proyecto, de acuerdo al estudio de erosión (Capítulo 6), se concluye que, debido a las condiciones de textura, pendiente y tipo de suelo, la pérdida de suelo en el área del Proyecto en condiciones de campo natural a lo largo de un año, es de 0.1482 t/ha año, es decir, anualmente de manera natural se pierde una lámina de suelo de 0.0148 mm (considerando que 1 mm de suelo es igual a 10 t/ha de suelo). Asimismo, y en caso de la remoción de la vegetación, pero con la aplicación de medidas antierosivas para la protección y conservación del suelo y agua, las estimaciones indican que ésta aumentaría a 1.4824 ton/año/ha, es decir, anualmente se perdería una lámina de suelo de 0.148 mm, si consideramos que 1 mm de suelo es igual a 10 ton/ha de suelo. No obstante, la erosión que se llegará a presentar como producto del cambio de uso de suelo no será superior a la erosión máxima permisible en México, que es de 10 ton/ha/año. Por lo tanto, en ningún momento se estará provocando la degradación del suelo de la región por motivo del cambio de uso de suelo pretendido por el Proyecto.

A manera de resumen, se presentan en la Tabla 4. 99 los escenarios en cuanto a la erosión del suelo en el área del Proyecto.

Tabla 4. 99. Escenarios en cuanto a la erosión del suelo en el área del Proyecto.

Escenarios	Pérdida de suelo (t/ha*año)	Pérdida de suelo (t/7.980514 ha*año)
Situación actual (sin proyecto)	0.1482	1.1831
Situación con proyecto y sin prácticas antierosivas	14.8244	118.3060
Situación con Proyecto y prácticas antierosivas	1.4824	11.8306

Como se puede observar en el área de cambio de uso de suelo de darse una erosión de suelo sería en una tasa de 11.8306 t/año que representa el 10% de la pérdida potencial del suelo en la región.

Para tener una idea de la erosión a mitigar producto del cambio de uso de suelo, se procedió a calcular la diferencia neta entre la pérdida potencial y pérdida actual ($118.3060 - 1.1831 = 117.1229$ t/7.980514 ha*año). El volumen de pérdida de suelo a mitigar producto del cambio de uso de suelo sería de 117.1229 toneladas por año.

De manera adicional y como conclusión más importante en relación a su grado de afectación de acuerdo con la FAO (2009), se clasifica a este proceso de erosión como de tipo ligera, ya que se presentan valores menores a las 10 ton/ha/año. De manera complementaria, el balance general indica que por el desmonte de 7.98 ha se pudiera alcanzar la pérdida neta del suelo del área de cambio de uso de suelo con un volumen de 117.12 toneladas*año, misma que deberá ser mitigada mediante la aplicación de las diferentes medidas antierosivas y de protección del suelo y del agua.

Esta condición natural es clara y coherente, debido a que, en el Proyecto, la vegetación secundaria derivada de selva mediana subperennifolia actualmente ofrece condiciones de resistividad a la pérdida de suelo; siendo esta una de las principales funciones de la vegetación de la selva. No obstante, el Proyecto tiene planteado buenas prácticas ambientales (adicionales a las prácticas antierosivas) como el mantenimiento de áreas de conservación con suelo natural y vegetación nativa. Recuperación del suelo en áreas de cambio de uso de suelo (7.98 ha) y su posterior reubicación en áreas designadas para reforestación (mitigación).

En este caso, se considera que el Proyecto no provocará procesos de erosión mayores a los que se consideran aceptables para la península de Yucatán (10 ton*ha*año) y aunque se ha estimado un valor potencial de los a 117.12 ton/año/ha, en realidad el Proyecto contribuirá a la continuidad de la prestación del servicio ambiental de protección y conservación del suelo y agua de la región mediante el mantenimiento de áreas de conservación (con algunas áreas con suelo desnudo) en donde se reubicarán el suelo recuperado del área de cambio de uso de suelo en zonas que lo ameriten y en donde posteriormente se realizarán actividades de reforestación con plantas nativas.

La aplicación de las diferentes medidas de mitigación y antierosivas (mantenimiento de áreas de conservación con suelo y vegetación nativa, la recuperación del suelo en áreas de CUSTF y su posterior reubicación en áreas de conservación/reforestación) PREVENDRÁN y MITIGARÁN la pérdida de 117.12 toneladas*año de suelo (Leptosol Réndzico-Lítico) para la superficie conjunta que se distribuye en el Proyecto bajo estudio.

Es claro que en condiciones naturales se puede dar un proceso de arrastre y pérdida de suelos, sin embargo, al realizar el Proyecto se puede dar un incremento de esta pérdida en las primeras etapas, sin embargo, con la aplicación de medidas tendientes a reducir estos efectos, se reduce completamente esta pérdida de suelos. Por lo que para garantizar que no se provocará la erosión de los mismos en el área de CUSTF, que en este caso es de 7.98 ha, se proponen acciones tales como:

- Se realizará la colecta de tierra vegetal para utilizarla en el embolsado de las plantas en el vivero temporal y la demás resultante será incorporada a las áreas verdes y de conservación del Proyecto como parte de proceso de enriquecimiento del suelo.
- No se realizarán trabajos de mantenimiento ni reparación mecánica de los equipos y maquinaria dentro del área del Proyecto. Estos trabajos se realizarán en talleres establecidos para tal fin.
- El manejo de hidrocarburos se realizará siguiendo todas las precauciones necesarias para evitar que estos se derramen en el suelo.
- Para evitar la defecación al aire libre se instalarán servicios sanitarios para uso obligatorio de los trabajadores, evitando así la contaminación al suelo. (a razón de 1 por cada 15 trabajadores).
- El desmonte se realizará en una sola acción, pero de manera paulatina, conforme el avance de las obras, para evitar la exposición prolongada de las superficies, y aminorar la dispersión de partículas de polvo por el viento y el agua.

- Los residuos sólidos que se generen durante las diferentes etapas del Proyecto serán manejados por empresas particulares contratadas para tal fin.
- Se instalará letreros alusivos a prohibir el uso del fuego dentro del área del Proyecto.

4.4.9. Paisaje y la Recreación

El paisaje es otro de los componentes de los servicios ambientales que sufrirá cierta alteración, en especial durante el período de desmonte y construcción de las edificaciones. Sin embargo, con el desarrollo del Proyecto, la estructura podrá tener un crecimiento ordenado lo que ha estado previsto a través del Programa Parcial de Desarrollo Urbano El Jesusito y del Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Solidaridad. De esta manera, el sitio en un contexto general quedará insertado como un nuevo escenario, con cualidades propias para la dotación de bienes y servicios a la comunidad, lo cual se considera necesario para poder acrecentar los efectos positivos que se darán sobre el entorno social como resultado de la realización del Proyecto.

Desde el punto de vista recreacional, se debe referir que las condiciones de la vegetación son del todo aptas para el desarrollo del proyecto que tendrá fines habitacionales-comerciales, ya que se ubican predominantemente dentro de la categoría de selva mediana y habrán de constituirse como un área de contemplación e inspiración, enfocado a usuarios que habrán de escoger estos espacios, permitiéndoles convivir de manera respetuosa y muy cercana a la naturaleza.

Metodología para la evaluación de la calidad visual, fragilidad visual y capacidad de absorción visual

Calidad visual

La calidad visual del paisaje fue determinada mediante el método propuesto por Bureau of Land Management (BML) de U.S.A. (1980), basado en el análisis de las categorías estéticas del terreno, este método lleva aplicándose largo tiempo en la planificación territorial. En la determinación de la fragilidad visual¹⁶ y la capacidad de absorción visual del paisaje¹⁷, se utilizó una adaptación de los métodos propuestos por Escribano et al. (1987) y la técnica basada en la metodología de Yeomans (1986), respectivamente. Para el análisis de los tres componentes se optó por realizar una evaluación conjunta del área del Proyecto, por considerar que las variables evaluadas poseen valores similares si está se dividiera en varias unidades de estudio, siendo posible encontrar un resultado global que represente a toda el área.

Los criterios de valoración de la calidad escénica aplicados por BML se presentan en la Tabla 4. 100 y la clasificación de áreas de acuerdo a su calidad visual según la suma total de puntos obtenida de la valoración de los criterios se presenta en la Tabla 4. 101.

¹⁶ Susceptibilidad que tiene el paisaje al cambio cuando se desarrolla un uso sobre él... (Cienfuentes, 1979).

¹⁷ Aptitud que tiene un paisaje de absorber visualmente modificaciones o alteraciones sin detrimento de su calidad visual (Montoya et al., 1999).

Tabla 4. 100. Criterios de valoración para la calidad escénica del paisaje.

Componente	Criterios de Valoración y Puntuación		
Morfología	Relieve muy montañoso, marcado y prominente (acantilados, agujas, grandes formaciones rocosas); o bien relieve de gran variedad superficial o muy erosionado, o sistemas de dunas, o bien presencia de algún rasgo muy singular y dominantes	Formas erosivas interesantes o relieve variado en tamaño y forma. Presencia de formas y detalles interesantes, pero no dominantes o excepcionales	Colinas suaves, fondos de valle planos, pocos o ningún detalle singular
Puntuación	5	3	1
Vegetación	Gran variedad de tipos de vegetación, con formas, texturas y distribución interesantes	Alguna variedad en la vegetación, pero solo uno o dos tipos	Poca o ninguna variedad o contraste en la vegetación
Puntuación	5	3	1
Color	Combinaciones de color intensas y variadas o contrastes agradables entre suelo, vegetación, roca y agua	Alguna variedad e intensidad en los colores y contrastes, pero no actúa como elemento dominante	Muy poca variación de color o contraste, colores apagados
Puntuación	5	3	1
Cuerpos de agua	Factor dominante en el paisaje, limpia y clara, aguas blancas (rápidos y cascadas) o láminas de agua en reposo	Agua en movimiento o reposo, pero no dominante en el paisaje	Ausente o inapreciable
Puntuación	5	3	0
Fondo escénico	El paisaje circundante potencia mucho la calidad visual	El paisaje circundante incrementa moderadamente la calidad visual en el conjunto	El paisaje adyacente no ejerce influencia en la calidad del conjunto
Puntuación	5	3	0
Singularidad o rareza	Único o poco corriente o muy raro en la región, posibilidad de contemplar fauna y vegetación excepcional	Característico, aunque similar a otros en la región	Bastante común en la región
Puntuación	6	2	1
Actuaciones humanas	Libre de actuaciones estéticamente no deseadas o con modificaciones que inciden favorablemente en la calidad visual	La calidad escénica está afectada por modificaciones poco armoniosas, aunque no en su totalidad, o las actuaciones no añaden calidad visual	Modificaciones intensas y extensas que reducen o anulan la calidad escénica
Puntuación	2	0	0

Tabla 4. 101. Clasificación de áreas de acuerdo a su calidad visual.

Clase	Descripción	Puntaje
Clase A	Áreas de calidad alta, áreas con rasgos singulares y sobresalientes.	19 a 33
Clase B	Áreas de calidad media, áreas cuyos rasgos poseen variedad en la forma, color y línea, pero que resultan comunes en la región estudiada y no son excepcionales.	12 a 18
Clase C	Áreas de calidad baja, áreas con muy poca variedad en la forma, color, línea y textura.	0 a 11

Fragilidad visual

Los criterios de valoración de la fragilidad visual aplicados por Escribano se presentan en la Tabla 4. 102 los intervalos de valores de calificación y la connotación para la fragilidad visual se presentan en la Tabla 4. 103.

Tabla 4. 102. Criterios para la evaluación de la fragilidad visual del paisaje.

Factores	Elementos	Fragilidad		
		Alta	Media	Baja
Biofísico	Pendientes	Pendientes de más de 30%, terrenos con un dominio del plano vertical de visualización.	Pendientes entre 15 y 30%, y terrenos con modelado suave u ondulado.	Pendientes entre 0 y 15%, plano horizontal de dominancia.
	Puntuación	5	3	1
	Densidad vegetación	Grandes espacios sin vegetación. Agrupaciones aisladas. Dominancia estrata herbácea.	Cubierta vegetal discontinua. Dominancia de estrata arbustiva.	Grandes masas boscosas. 100% de cobertura.
	Puntuación	5	3	1
	Contraste vegetación	Vegetación monoespecífica, escasez vegetacional, contrastes poco evidentes.	Mediana diversidad de especies, con contrastes evidentes, pero no sobresalientes.	Alta diversidad de especies, fuertes e interesantes contrastes.
	Puntuación	5	3	1
	Alturas de la vegetación	Vegetación arbustiva o herbácea, no sobrepasa los 2 m de altura o Sin vegetación.	No hay gran altura de las masas (< 10 m), ni gran diversidad de estratos.	Gran diversidad de estratos. Alturas sobre los 10 m.
Puntuación	5	3	1	
Visualización	Tamaño de la cuenca visual	Visión de carácter cercana o próxima (0 a 500 m). Dominio de los primeros planos.	Visión media (500 a 2000 m), dominio de los planos medios de visualización.	Visión de carácter lejano o a zonas distantes (>2000 m)
	Puntuación	5	3	1
	Forma de la cuenca visual	Cuencas alargadas, generalmente unidireccionales en el flujo visual o muy restringida.	Cuencas irregulares, mezcla de ambas categorías.	Cuencas regulares extensas, generalmente redondeadas.
	Puntuación	5	3	1
	Compacidad	Vistas panorámicas abiertas. El paisaje no presenta huecos, ni elementos que obstruyan los rayos visuales.	El paisaje presenta zonas de menor incidencia visual, pero en un porcentaje moderado.	Vistas cerradas u obstaculizadas. Presencia constante de zonas de sombra o menor incidencia visual.
Puntuación	5	3	1	
Singularidad	Unicidad del paisaje	Paisaje singular, notable, con riqueza de elementos únicos y distintivos.	Paisaje interesante pero habitual, sin presencia de elementos singulares.	Paisaje común, sin riqueza visual o muy alterado.
	Puntuación	5	3	1
Accesibilidad	Visual	Percepción visual alta, visible a distancia y sin mayor restricción.	Visibilidad media, ocasional, combinación de ambos niveles.	Baja accesibilidad visual vistas escasas o breves.
	Puntuación	5	3	1

Factores	Elementos	Fragilidad		
		Alta	Media	Baja
	Física	Localizado a corta distancia de carretera, caminos locales, poblados o zona habitadas.	Localizado en zona con caminos secundarios, poco transitados.	Localizado en predio privado con acceso restringido, zonas sin caminos públicos.
	Puntuación	5	3	1

Tabla 4. 103. Clasificación de la fragilidad visual.

Clasificación	Connotación visual del área	Puntaje
Fragilidad visual alta	Área sensible frente a intervenciones, con nula o mínima capacidad para absorber impactos	34 - 45
Fragilidad visual media	Área medianamente sensible frente a intervenciones. Capacidad media de absorción de impactos	21 - 33
Fragilidad visual baja	Área capaz de absorber impactos visuales, dada su composición u organización. La incorporación de nuevos elementos no alteraría significativamente las características del área	9 - 20

Capacidad de absorción visual

La valoración de la capacidad de absorción visual del paisaje se realiza a través de factores de los medios físico y biótico, los que se cualifican y combinan en la siguiente expresión:

$$CAV = P * (E + R + D + C + V)$$

Donde:

P = Pendiente.

E = Erosionabilidad capacidad de regeneración de la vegetación.

R = Potencial estético.

D = Diversidad de la vegetación.

C = Contraste de color de suelo roca.

V = Actuación humana.

La escala de referencia para la evaluación se muestra en la Tabla 4. 104 y los puntajes asignados a cada condición para la valoración de la capacidad de absorción visual se presentan en la Tabla 4. 105.

Tabla 4. 104. Factores del paisaje determinantes de su capacidad de absorción visual.

Factor	Condiciones	Puntajes	
		Nominal	Número
Pendiente (P)	Inclinado (pendiente >55%)	Bajo	1
	Inclinación suave (25-55% de pendiente)	Moderado	2
	Poco inclinado (0-25% de pendiente)	Alto	3
Diversidad de vegetación (D)	Eriales, prados y matorrales	Bajo	1
	Coníferas, repoblaciones	Moderado	2
	Diversificada (mezcla de claros y bosques)	Alto	3
Estabilidad del suelo y erosionabilidad (E)	Restricción alta derivada de riesgos alto de erosión e inestabilidad, pobre regeneración potencial	Bajo	1
	Restricción moderada debido a ciertos riesgos de erosión e inestabilidad y regeneración potencial	Moderado	2
	Poca restricción por riesgo bajos de erosión e inestabilidad y buena regeneración potencial	Alto	3

Factor	Condiciones	Puntajes	
		Nominal	Numérico
Potencial estético (R)	Potencial bajo	Bajo	1
	Potencial moderado	Moderado	2
	Potencial alto	Alto	3
Actuación humana (V)	Fuerte presencia antrópica	Alto	3
	Presencia moderada	Moderado	2
	Casi imperceptible	Bajo	1
Contrastes de color (C)	Elementos de bajo contraste	Bajo	1
	Contraste visual moderado	Moderado	2
	Contraste visual alto	Alto	3

Tabla 4. 105. Escala de referencia para la determinación de la capacidad de absorción visual.

Nominal	Numérico
Bajo	<15
Moderado	15-30
Alto	> 30

Evaluación

Utilizando la metodología descrita previamente a continuación se presentan las tablas de calidad visual (Tabla 4. 106), fragilidad visual (Tabla 4. 107) y capacidad de absorción visual (Tabla 4. 108) correspondientes al paisaje en el SAR del Proyecto, de acuerdo al análisis realizado.

Tabla 4. 106. Evaluación de la calidad visual.

Componente valorado	Puntuación
Morfología	1
Vegetación	5
Color	3
Cuerpos de agua	0
Fondo escénico	2
Singularidad o rareza	1
Actuaciones humanas	0
Valor de calidad visual	12

Tabla 4. 107. Evaluación de la fragilidad visual.

Elemento valorado	Puntuación
Pendientes	1
Densidad vegetación	3
Contraste vegetación	3
Alturas vegetación	3
Tamaño de la cuenca visual	3
Forma de la cuenca visual	3
Compacidad	3
Unicidad del paisaje	3
Accesibilidad visual	3
Accesibilidad física	1
Valor de fragilidad visual	26

Tabla 4. 108. Capacidad de absorción visual.

Factor valorado	Puntuación	
	Nominal	Numérico
Pendiente	Alto	3
Diversidad de vegetación	Moderado	3
Estabilidad del suelo y erosionabilidad	Alto	3
Potencial estético	Moderado	2
Actuación humana	Alto	3
Contrastes de color	Moderado	2
Valor de la capacidad de absorción visual		36

De acuerdo con las puntuaciones establecidas en la Tabla 4. 106, Tabla 4. 107 y Tabla 4. 108, las valoraciones en relación a calidad y fragilidad visual, así como la capacidad de absorción visual del SAR para el Proyecto se presentan integradas en la Tabla 4. 109.

Tabla 4. 109. Resumen de la evaluación de la calidad y fragilidad visual, así como la capacidad de absorción del SAR del Proyecto.

Calidad	Fragilidad	CAV
Clase B	Media	Alta

Con base en los resultados obtenidos, la realización del Proyecto se considera ambientalmente viable, siempre y cuando se ejecuten las disposiciones manifestadas en las medidas de mitigación expresadas en el Capítulo 7 del presente DTU-BR y de aquellos resultantes de la evaluación en materia de impacto ambiental. Así también deberá contemplarse, en la misma medida, la importancia de la zona como área prioritaria para la regulación del crecimiento urbano del municipio y para la conservación de los recursos naturales.

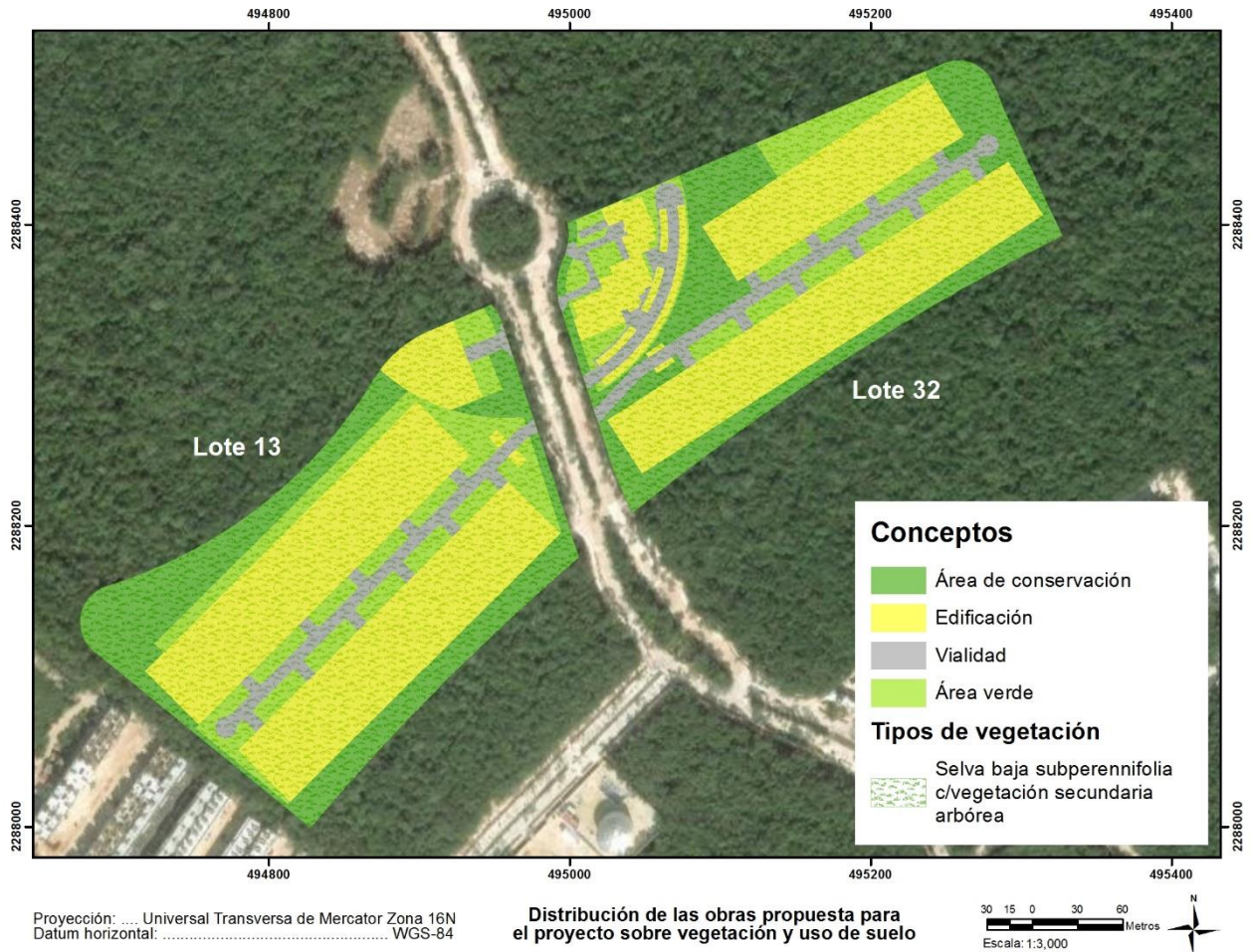
En resumen, se puede observar que los impactos sobre el medio que generará el Proyecto son moderados para la zona en que éste se realizará, y en lo cual contribuirá enormemente el cumplimiento y apego del Proyecto a las medidas de mitigación y prevención de impactos establecidas, así como a la reglamentación y normatividad oficial existente.

4.4.10. Conclusiones

Si bien invariablemente todos los servicios ambientales que generan los ecosistemas en su estado natural son invaluable y de gran relevancia, debe tomarse en consideración que en el Proyecto la vegetación predominante ha sido previamente alterada por fenómenos hidrometeorológicos e incendios (1989), razón por la cual presentan características secundarias. Por ello, al final se considera como una de las justificantes para el desarrollo del Proyecto el hecho de que éste se ubica dentro de una zona donde aún prevalecen características naturales, aunque la misma, está destinada al desarrollo urbano de acuerdo a los lineamientos establecidos en el Programa Parcial de Desarrollo Urbano El Jesusito y el Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Solidaridad.

Por lo tanto, la aplicación de estos instrumentos de planeación son el principal sustento que da validez al aprovechamiento para los fines señalados en el Capítulo 2 de este DTU-BR. Por lo que de nueva cuenta se refiere que se realizará el aprovechamiento de 7.98 ha. Por otra parte, se habrá de destacar la conservación una superficie de 2.66 ha, que necesariamente deberán conservar su cobertura natural actual.

Figura 4. 50. Obras propuestas sobre vegetación.



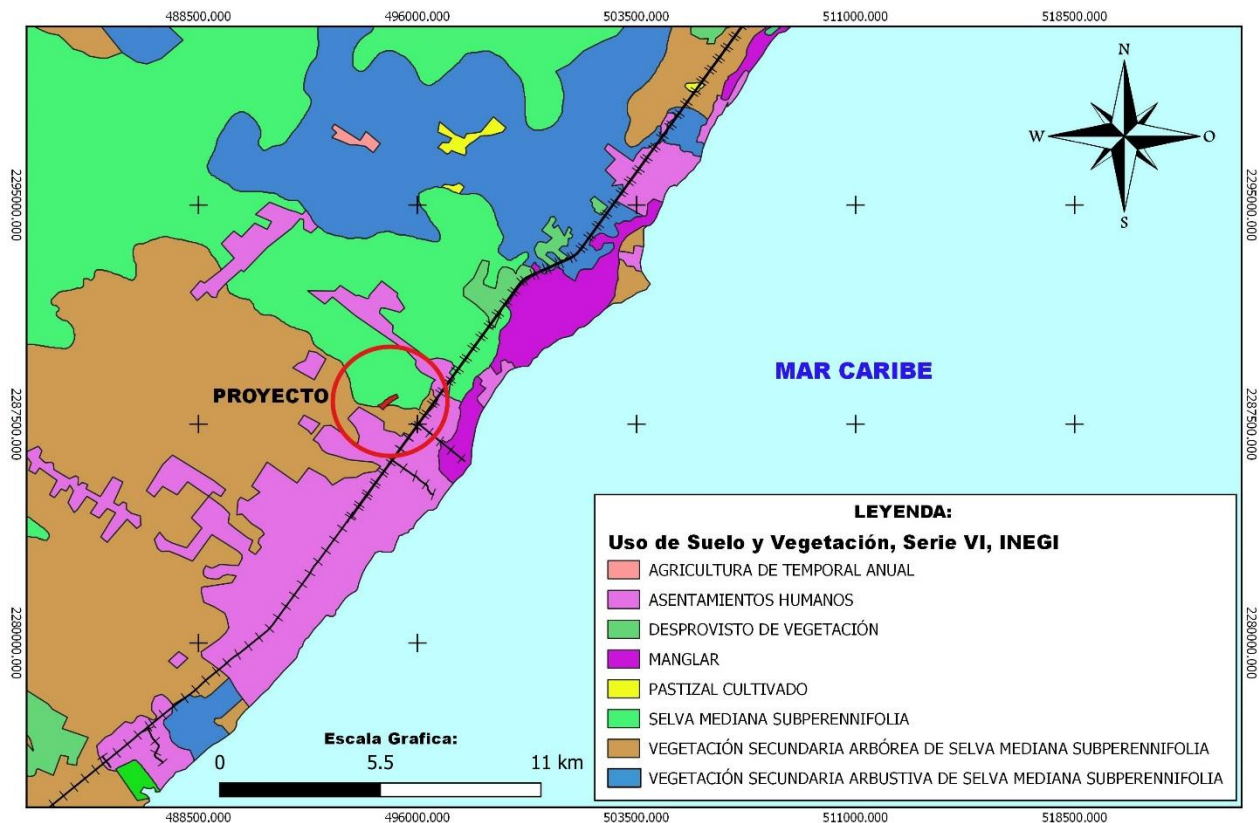
4.5. Diagnóstico Ambiental

El Proyecto se inserta al interior del macroproyecto Ciudad Mayakoba, y está regulado por el Programa Parcial de Desarrollo Urbano el Jesusito. El macroproyecto Ciudad Mayakoba fue autorizado en materia de impacto ambiental a través del oficio resolutorio número SGPA/DGIRA/DG/04219 del 19 de junio del 2013, así como sus posteriores modificaciones (ver Capítulo 3, apartado 3.2).

El proyecto Corazón Ciudad Mayakoba, ocupa una superficie de 10.64 ha, y corresponde a los Lotes 13 y 32 del macroproyecto previamente señalado. El SAR definido para el Proyecto, cuenta con 409.25 ha y corresponde con los límites de las infraestructuras de transporte carretera federal 307 Reforma Agraria – Puerto Juárez, y avenida Bosques de Cristo, así como los límites establecidos para el Programa Parcial de Desarrollo Urbano el Jesusito, para su delimitación se consideraron criterios técnico-ambientales, jurídicos y sociales-urbanos.

De acuerdo con los estudios realizados para el Proyecto, se identificó que tanto éste, como el SAR en el que se integra, se presenta vegetación característica de la región, dominada por selva mediana subperennifolia con vegetación secundaria arbórea (Figura 4. 51); ecosistema que debido a las afectaciones que a lo largo del tiempo se han presentado en el área, tales como, actividad agropecuaria, efectos de fenómenos atmosféricos, incendios, fragmentación por los desarrollos urbanos, entre otros, su estrato arbóreo registra una altura de 10 m en promedio, así mismo, debido a las características que este tipo de vegetación presentó, se considera que se encuentra en una fase o etapa de sucesión avanzada de recuperación de una vegetación de características más alta y con elementos de tipo corpulento que por ahora se encuentran ausentes.

Figura 4. 51. Ubicación del Proyecto y el SAR respecto al uso de suelo y vegetación registrado a nivel regional.



En el SAR se registraron un total de 72 especies vegetales, pertenecientes a 61 géneros y de 29 familias botánicas distintas. En cuanto a especies en riesgo, se identificó a *Tabebuia chrysantha*, *Astronium graveolens*, *Thrinax radiata* y *Coccothrinax readii*, enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, bajo la categoría de amenazadas. Por otro lado, no se encontraron especies exóticas.

En el Proyecto se registraron un total de 50 especies vegetales, pertenecientes a 44 géneros y de 27 familias botánicas distintas. En cuanto a especies en riesgo, se identificó a *Thrinax radiata* y *Coccothrinax readii*, enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, bajo la categoría de amenazadas. Por otro lado, no se encontraron especies exóticas.

Con respecto a la fauna, en el SAR se registró un total de 74 especies, pertenecientes a 66 géneros y 44 familias. En cuanto a las especies consideradas por la NOM-059-SEMARNAT-2010, se identificó a *Aratinga nana*¹⁸, *Amazona albifrons* y *Kinosternon scorpioides* bajo la categoría de sujetas a protección especial, y a *Ctenosaura similis*, *Leptophis mexicanus* y *Rhinoclemmys aerolata* bajo la categoría de amenazadas.

En cuanto a la fauna del Proyecto, se registró un total de 20 especies, pertenecientes a 20 géneros y 17 familias. En cuanto a las especies consideradas por la NOM-059-SEMARNAT-2010, se identificó a *Eupsittula nana*¹⁹ bajo la categoría de sujeta a protección especial.

Con base en lo antes expuesto, se observó que existe una distribución uniforme de los elementos florísticos y faunísticos que componen el Proyecto y el SAR, así como que no se registró una especie - de flora o fauna - exclusiva para el Proyecto, por tal motivo, es posible concluir que, con la implementación de éste, no se comprometerá la flora, ni la fauna registrada tanto en el Proyecto, ni el SAR.

Por otro lado, de acuerdo con los análisis realizados para el paisaje, se pudo concluir que el SAR del Proyecto, corresponden con un área caracterizada por el desarrollo urbano, en la que el paisaje ha perdido cierto grado de naturalidad derivado de las modificaciones al entorno originadas por las actuaciones humanas, las que han originado la afectación de algunos componentes originales para este factor, sin embargo, la capacidad de absorción visual que éste presenta, fue considerada como alta, por lo que el desarrollo del Proyecto no logrará disminuir la calidad visual y ambiental del conjunto (Figura 4. 52).

¹⁸ *Eupsittula nana*.

¹⁹ *Aratinga nana*.

Figura 4. 52. SAR, Proyecto y área circundante en la que se puede observar el desarrollo urbano y turístico que registra la zona.



Así mismo tal y como fue señalado en el apartado previo (4.4. Servicios Ambientales que...), los servicios ambientales tampoco serán comprometidos, ya que estos no se eliminarán, y en algunos casos solo se verán disminuidos, por lo que no se pondrá en riesgo la provisión del 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, ecosistemas y formas de vida la protección y recuperación de los suelos o el paisaje, considerando también que el Proyecto establece las medidas de prevención, mitigación y/o compensación que minimizarán o anularán los impactos ambientales que se presentarán por el cambio de uso de suelo en terrenos forestales (ver detalles en Capítulo 7).

Finalmente, desde su concepción el Proyecto ha considerado llevarse a cabo desde un enfoque / esquema sustentable, considerando como uno de sus ejes rectores el normativo, por lo que diversos instrumentos de regulación de uso de suelo, dictan la forma correcta y ambiental para su realización, de acuerdo a lo anterior, el Proyecto cumple con las disposiciones ambientales y de uso de suelo conforme la normatividad ambiental vigente y aplicable (ver detalles en Capítulo 3).



CORAZÓN CIUDAD MAYAKOBA

CAPÍTULO 5. IDENTIFICACIÓN, CARACTERIZACIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL

Contenido

CAPÍTULO 5. IDENTIFICACIÓN, CARACTERIZACIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL ...	2
5.1. Introducción	2
5.2. Identificación de Impactos	2
5.2.1. Acciones del Proyecto Susceptibles de Producir Impactos.....	4
5.2.2. Factores del Entorno Susceptibles a Recibir Impactos.....	5
5.3. Evaluación de Impactos.....	7
5.3.1. Listas de Chequeo	8
5.3.2. Matrices de Interacción	12
5.3.3. Determinación de la Significancia.....	17
5.4. Análisis de Resultados.....	20
5.4.1. Impactos en el Medio Natural.....	25
5.4.1.1. Agua	25
5.4.1.2. Aire	26
5.4.1.3. Suelo	28
5.4.1.4. Flora	30
5.4.1.5. Fauna	31
5.4.1.6. Paisaje.....	32
5.4.1.7. Socioeconomía	33
5.4.1.8. Hidrología	34
5.4.1.9. Selva mediana subperennifolia / vegetación secundaria arbórea (SMS/VSA).....	35
5.4.2. Impactos Acumulativos	35
5.4.3. Impactos Residuales	37
5.5. Conclusión.....	40

CAPÍTULO 5. IDENTIFICACIÓN, CARACTERIZACIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL

5.1. Introducción

En términos generales, la evaluación de impacto ambiental se basa en el análisis de las partes, obras y acciones de un proyecto o actividad a ejecutarse y cómo éstas alteran los componentes del medio ambiente (impactos).

En los capítulos previos que conforman el presente DTU-BR, se ha descrito de forma particular y en extenso el Proyecto que se pretende desarrollar, así como el Sistema Ambiental Regional (SAR) del que forma parte, realizando un diagnóstico ambiental de las condiciones actuales del área de estudio.

En el presente capítulo se identifican, describen y evalúan los impactos ambientales que se pueden presentar a partir de la implementación del proyecto Corazón Ciudad Mayakoba (en adelante denominado el Proyecto), en cumplimiento con lo establecido en el Artículo 13, Fracción V, del Reglamento en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente.

La metodología utilizada para la identificación y evaluación de impactos ambientales del Proyecto corresponde a una combinación de diferentes técnicas metodológicas ampliamente utilizadas en la evaluación de impacto ambiental. Los resultados obtenidos se basan en el análisis de la información técnica y ambiental generada en los capítulos previamente descritos. En los siguientes apartados se presentan y describen de manera particular cada una de las metodologías de evaluación aplicadas, así como los resultados obtenidos para el caso particular del Proyecto.

5.2. Identificación de Impactos

La identificación de impactos es parte esencial del proceso de evaluación de impacto ambiental, necesario para que la Autoridad competente establezca las condiciones a las que deben sujetarse las obras o actividades que puedan causar un daño al ambiente (LGEEPA, Artículo 28).

Según Gómez-Orea y Gómez Villarino (2013), un impacto ambiental es una alteración del entorno introducida por una actividad humana, interpretada en términos de salud y bienestar humano o de calidad de vida de la población. Según la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) en su Artículo 3, Fracción XX, un impacto ambiental es una modificación del ambiente ocasionada por la acción del hombre o de la naturaleza.

De lo anterior se desprende que para identificar los impactos ambientales primero es necesario reconocer tanto los elementos del medio que pudieran ser afectados, como las acciones del proyecto que pudieran alterar el entorno. A continuación, se describe cómo se identificaron y clasificaron los factores del medio susceptibles de ser alterados y las acciones del Proyecto que pudieran generarla dicha alteración.

Un factor ecológico consiste en un elemento del ambiente susceptible de actuar directamente sobre los seres vivos, por lo menos durante una etapa de su desarrollo. Los factores ecológicos se clasifican en abióticos, que incluyen el conjunto de características físico-químicas del medio; y bióticos, que son el conjunto de interacciones que tienen lugar entre los individuos de la misma especie o de especies diferentes (Dajoz, 2001).

El entorno es la parte del medio ambiente que interacciona con el proyecto en términos de fuentes de recursos y materias primas, soporte de elementos físicos y receptores de efluentes a través de los vectores ambientales aire, suelo y agua, así como de otras salidas de índole socioeconómico (Gómez-Orea 2002, Gómez-Orea y Gómez Villarino 2013).

Los factores del entorno susceptibles de ser alterados por el Proyecto se identificaron a partir de la descripción de las condiciones ambientales que presenta el SAR, así como del predio del Proyecto, las cuales han sido presentadas en el Capítulo 4. Cada uno de los factores identificados se clasificó por su nivel de complejidad en elementos, procesos y ecosistemas, de acuerdo con las siguientes definiciones:

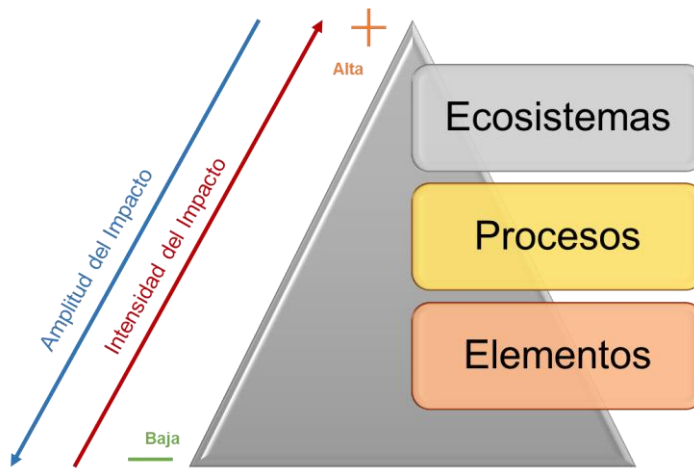
- a) Elementos naturales: elementos químicos, físicos y biológicos que se presentan en un tiempo y espacio determinado sin la inducción del hombre (LGEEPA Artículo 3, Fracción XV).
- b) Procesos naturales: serie ordenada de eventos naturales cuya dinámica y magnitud determinan la funcionalidad de un ecosistema y pueden influenciar las condiciones ambientales locales, regionales o globales (Naeem et al., 1999)¹.
- c) Ecosistemas: unidad funcional básica de interacción de los organismos vivos entre sí y de éstos con el ambiente, en un espacio y tiempo determinados (LGEEPA Artículo, 3, Fracción XIII).

La interdependencia entre cada uno de estos niveles permite discriminar los impactos de acuerdo con su intensidad y evita contar dos o más veces un mismo impacto, ya que cuando se afecta un nivel mayor forzosamente hay impactos en los niveles inferiores, que ya no es necesario contabilizar, logrando así una mayor certidumbre y objetividad en el proceso.

La clasificación mencionada también facilita la calificación de los impactos ambientales de acuerdo con su intensidad, ya que impactos más intensos son los que afectan a nivel de función de los ecosistemas, los impactos intermedios son los que solo afectan hasta el nivel de procesos naturales; los impactos de menor intensidad son los que afectan solamente elementos del SAR.

¹ Naeem, S., Chair, F., Chapin, III., Costanza, F., Ehrlich, P., Golley, F., Hooper, D., Lawton, J., O'Neill, Robert., Mooney, H., Sala, O., Symstad, A. y Tilman, D. 1999. Biodiversity and Ecosystem Functioning: Maintaining Natural Life Support Processes. *Issues in Ecology*. Number 4.

Figura 5. 1. Diagrama conceptual del fundamento ideológico para el proceso de análisis de impactos ambientales para el Proyecto. Se muestra la interdependencia de los 3 niveles de complejidad ecológica. Los elementos sostienen a los procesos, los cuales determinan las funciones y características particulares de cada tipo de ecosistema.



5.2.1. Acciones del Proyecto Susceptibles de Producir Impactos

Para efectos de la evaluación de impacto ambiental se entiende por acción a la parte activa que interviene en la relación causa-efecto que define un impacto ambiental (Gómez-Orea, 2002)². Las acciones se identificaron a partir de cada una de las diferentes obras y actividades que se realizarán durante el desarrollo del Proyecto.

Para la evaluación de impactos ambientales derivados del desarrollo del Proyecto se consideraron las obras y actividades presentadas en la Tabla 5. 1.

Tabla 5. 1. Obras y actividades consideradas para la evaluación de impactos ambientales del Proyecto.

Obras	Obras provisionales
	Edificaciones y vialidades
	Servicios
Actividades	De vivienda
	De comercio

Una vez definidas las obras y actividades que conforman el Proyecto, se analizaron las acciones generadoras de impactos, entendidas como las posibles causas simples, precisas, localizadas y bien determinadas de impacto ambiental.

Las acciones identificadas se clasificaron dentro de tres categorías: extracción, cuando la acción implica el explotar algún recurso; ocupación, cuando la acción implica el uso del espacio; y emisión de efluentes, cuando la acción implica emitir líquidos, sólidos o gases al ambiente (Gómez Orea y Gómez Villarino, 2013)³.

² Gómez-Orea, D. 2002. Evaluación de Impacto Ambiental. Un instrumento preventivo para la gestión ambiental. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España.

³ Gómez-Orea, D. y Gómez Villarino, M. 2013. Evaluación de Impacto Ambiental. Ediciones Mundi-Prensa. España.

Así mismo, se identificó la etapa del Proyecto en la cual se llevarán a cabo cada una de las acciones derivadas de cada obra o actividad; los momentos o etapas de desarrollo considerados para el Proyecto fueron los siguientes:

- a) Preparación del sitio, que consiste en las labores necesarias para el acondicionamiento del terreno que permitan su uso de acuerdo al objetivo planteado. Generalmente no representa la construcción o instalación de infraestructura, aunque si requiere de la intervención de la zona de influencia directa.
- b) Construcción, que consiste en todas las actividades necesarias para el desarrollo de las obras físicas sobre el terreno y que se caracteriza por una fuerte actividad sobre el predio y la zona.
- c) Operación y mantenimiento, que consiste en las actividades necesarias para hacer funcionar y mantener en buen estado las obras del Proyecto, así como en las labores de seguimiento y monitoreo.
- d) Abandono, que comienza a partir de que cesan cualquier tipo de actividades relacionadas con el Proyecto y consiste en las acciones necesarias para evitar cualquier impacto ambiental relacionado con las instalaciones fuera de uso.

Como resultado de lo anterior se identificaron 10 acciones derivadas del desarrollo del Proyecto que, podrán causar impactos al ambiente en una o varias etapas del mismo Tabla 5. 2.

Tabla 5. 2. Acciones identificadas como resultados del desarrollo del Proyecto, que podrían causar impactos al ambiente de acuerdo a cada etapa.

Etapa	Acción	Tipo
Preparación	Trazo, delimitación y marcaje	Ocupación
	Prospección del área	Ocupación
	Desmante y despalle	Ocupación/emisión de efluentes
	Instalación de obras provisionales	Ocupación/emisión de efluentes
Construcción	Operación de obras provisionales	Ocupación/emisión de efluentes
	Relleno, nivelación y excavación	Ocupación/emisión de efluentes
	Construcción de vialidades y edificaciones	Ocupación/emisión de efluentes
	Instalaciones de servicios	Extracción/emisión de efluentes
Operación y mantenimiento	De vivienda	Ocupación/emisión de efluentes
	Comerciales	Ocupación/emisión de efluentes

5.2.2. Factores del Entorno Susceptibles a Recibir Impactos

Se denomina factor ecológico a todos los elementos del ambiente susceptibles de actuar directamente sobre los seres vivos, por lo menos durante una etapa de su desarrollo. Se clasifican en abióticos, que incluyen el conjunto de características físico-químicas del medio; y bióticos, que son el conjunto de interacciones que tienen lugar entre los individuos de la misma especie o de especies diferentes (Dajoz, 2001)⁴. Para efectos del análisis de impactos ambientales, también se consideraron como factores los elementos socioeconómicos ya que son parte primordial de los procesos de degradación y conservación de los recursos.

⁴ Dajoz, R. 2001. Entomología forestal: los insectos y el bosque. Papel y diversidad de los insectos en el medio forestal. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España.

Se define como entorno a la parte del medio ambiente que interacciona con el Proyecto en términos de fuentes de recursos y materias primas, soporte de elementos físicos y receptores de efluentes a través de los vectores ambientales aire, suelo y agua (Gómez-Orea 2002)⁵, así como las consideraciones de índole social.

Por último, un impacto ambiental es una modificación del ambiente ocasionada por la acción del hombre o de la naturaleza (LGEEPA, Artículo 3, Fracción XX).

Con base en lo anterior, para la evaluación de los impactos ambientales fue necesario identificar, de acuerdo con el diagnóstico del SAR (Capítulo 4), cada uno de los factores del entorno que pudieran resultar afectados de manera significativa por las obras o actividades del Proyecto. Dichos factores se clasificaron en alguno de los tres niveles de complejidad ecológica descritos en el apartado 5.2 (elementos, procesos y ecosistemas).

Posteriormente se aplicaron las técnicas de análisis de impactos ambientales para identificar las interacciones entre los factores susceptibles y las acciones generadoras de impactos. De esta forma fue posible interpretar el comportamiento del SAR para definir medidas de mitigación y compensación (detalladas en el Capítulo 7) que fueran congruentes con los impactos ambientales detectados y con las condiciones del SAR.

Con base en la estrategia antes mencionada, en total se identificaron 9 factores susceptibles de recibir impactos en el SAR, de los cuales siete (7) son elementos, uno (1) es proceso y uno (1) un ecosistema.

En la Tabla 5. 3 se enlistan los factores del entorno, divididos en elementos, procesos y ecosistemas, seleccionados por su relevancia para la identificación y análisis de impactos. También se muestran las propiedades de cada factor que deberá medirse en todas sus etapas del Proyecto, ya que funcionan como indicadores del estado del SAR para el Sistema de Gestión y Manejo Ambiental (SMGA) (consultar Capítulo 7), de acuerdo con lo recomendado por los diferentes especialistas que participaron en los estudios para el Proyecto.

Tabla 5. 3. Factores del medio en el SAR susceptibles de recibir impactos por el desarrollo del Proyecto y sus propiedades a medir para monitorear su estado.

Nivel	Factor	Propiedades a medir
Elementos	Aire	Calidad
	Agua	Calidad
	Suelo	Calidad
	Flora terrestre	Riqueza, densidad, presencia de especies enlistadas en la NOM-059
	Fauna terrestre	Riqueza, diversidad, abundancia, presencia de especies enlistadas en la NOM-059
	Paisaje	Conectividad y calidad
	Socioeconomía	Número de empleos directos, número de empleos indirectos, calidad de vida
Procesos	Hidrología	Escorrentía superficial e hidrología subterránea
Ecosistemas	Selva mediana subperennifolia / vegetación secundaria arbórea	Superficie, composición, estructura, diversidad

⁵ Gómez-Orea, D. 2002. Evaluación de Impacto Ambiental. Un instrumento preventivo para la gestión ambiental. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España.

5.3. Evaluación de Impactos

Dentro del proceso de la identificación de impactos ambientales, las técnicas de identificación de los impactos significativos conforman la parte medular de la metodología de evaluación, debido a la relevancia de este tipo de impactos en los componentes del entorno. En la literatura especializada (Zárate et al., 1996; Gómez-Orea, 2003; Zárate, 2005) se registran numerosas propuestas que en conjunto se caracterizan por su diversidad, siendo consistentes y coincidentes, muchas de ellas, en que no existe una metodología definitiva para esta identificación, por lo que las ópticas cruzadas y la conjugación de metodologías, disminuyen significativamente la subjetividad del proceso.

Con base en lo anterior para este Proyecto, el análisis para la identificación de los impactos ambientales se realizó bajo un enfoque interdisciplinario, que consideró los tres niveles ya descritos (elementos, procesos y ecosistemas) y que fue la base para la aplicación de las siguientes técnicas convencionales de evaluación de impacto ambiental (Tabla 5. 4):

- 1) Análisis por medio de los sistemas de información geográfica.
- 2) Elaboración de listas de chequeo.
- 3) Desarrollo de matrices de interacción
- 4) El juicio de expertos

Tabla 5. 4. Técnicas utilizadas para la identificación y evaluación de los impactos ambientales que potencialmente serán generados por el Proyecto.

Técnica	Alcances
Análisis de cartografía temática y uso de sistema de información geográfica.	La cartografía, las fotografías aéreas y las imágenes de satélite son herramientas metodológicas muy útiles para la evaluación de impactos ambientales (EIA), permiten analizar diferentes parámetros o atributos ambientales (geología, hidrología, tipos de vegetación, asentamientos humanos y actividades económicas, entre otros) de áreas geográficas a diferentes niveles o escalas de información (Zárate et al., 1996). La sobreposición de esta información, más la correspondiente al Proyecto propuesto, produce una caracterización compuesta de un ambiente en el que se pueden evaluar cuantitativa y espacialmente impactos directos, así como la simulación de escenarios y riesgos ambientales (Zárate et al, 1996; Gómez-Orea, 2003; Zárate, 2005).
Listas de chequeo	Estas técnicas se basan en la elaboración de un listado específico de componentes ambientales, agentes de impacto o etapas del Proyecto (Canter, 1977; MOPU, 1982; Westman, 1985; Jain et al., 1993; Smith, 1993). Son métodos que se emplean para la identificación de impactos y preliminarmente para la evaluación de los mismos, bajo la consideración de ciertos criterios o escalas (p. ej. de magnitud e importancia). La principal desventaja de estas técnicas es que no permiten definir o establecer las relaciones causa-efecto entre el Proyecto y el medio ambiente, tampoco la identificación y evaluación de efectos sinérgicos (Zárate et al., 1996; Gómez-Orea, 2003; Zárate, 2005).
Matrices de interacción	Las matrices son métodos cualitativos que permiten evaluar las relaciones directas causa-efecto y el grado de interacción que puede existir entre las acciones de un proyecto y los componentes ambientales involucrados en el mismo. Las matrices de interacción son herramientas valiosas para la EIA, ya que permiten no sólo identificar y evaluar los impactos producidos por un proyecto, sino valorar cualitativamente varias alternativas de un mismo proyecto y determinar las necesidades de la información para la evaluación y la organización de la misma. Sin embargo, el uso de estas técnicas presenta algunas desventajas que es importante considerar: a) las matrices con muchas interacciones son difíciles de manejar, b) no consideran impactos secundarios o de orden mayor e impactos

Técnica	Alcances
	sinérgicos y acumulativos, c) para la valoración de cada impacto identificado es asignado un mismo peso en términos de los atributos ambientales definidos (p. ej. magnitud e importancia) y d) los valores asignados a los atributos ambientales generalmente son definidos en escalas o valores relativos, por lo que es recomendable sustentarlos con el uso de índices o indicadores ecológicos, económicos, o normas técnicas (Zárate et al., 1996; Gómez-Orea, 2003; Zárate, 2005).
Juicio de expertos	Identificación y dimensionamiento de impactos ambientales directos, indirectos, acumulativos y sinérgicos con base en la experiencia y juicio de especialistas y evaluadores.

El uso combinado de estas técnicas hace posible un análisis equilibrado entre la percepción subjetiva y el análisis cuantitativo de la evaluación. Asimismo, permite profundizar en el conocimiento del sitio donde se realizará el Proyecto e identificar las áreas de influencia directa e indirecta del mismo, necesarias para el análisis de los impactos ambientales.

Por medio del análisis de los sistemas de información geográfica fue posible evaluar de forma cuantitativa los impactos ambientales y generar información suficiente para la identificación de los impactos de mayor extensión que pudieran representar riesgos importantes; mientras que a través de las listas de chequeo y las matrices de interacción se identificaron los impactos más significativos, así como sus fuentes generadoras. El juicio de expertos permitió dimensionar los impactos identificados por las otras metodologías para evitar la subestimación o sobrestimación de los mismos, otorgando un mayor valor técnico y científico al proceso.

Con los resultados de este análisis se generó la información necesaria para proponer modificaciones de las fuentes generadoras de impactos ambientales negativos, o en su defecto plantear las medidas necesarias para mitigarlos, las cuales se abordan con detalle en el Capítulo 7 de esta manifestación de impacto ambiental. Es decir, la identificación de los impactos ambientales, permitió la adecuación del Proyecto de tal forma que se garantice el desarrollo de medidas de mitigación y compensación consideradas como parte integral del mismo (Sistema de Manejo y Gestión Ambiental, Capítulo 7). De esta manera se sentaron las bases para garantizar la mínima afectación al SAR al que pertenece el Proyecto, así como el mantenimiento de la estructura y función de los ecosistemas y recursos naturales involucrados en sus áreas de influencia.

5.3.1. Listas de Chequeo

Las listas de chequeo se elaboraron a partir de los factores naturales y socioeconómicos del entorno susceptibles de ser modificados, así como de las acciones en cada etapa del Proyecto que pudieran generar impactos en dichos factores. Los impactos se dividieron de acuerdo con el nivel y el factor sobre el que inciden. Para cada etapa de desarrollo del Proyecto, fue elaborada una lista de chequeo.

A cada impacto se le clasificó como negativo si sus efectos provocaban un detrimento en los atributos de cada factor considerado; o positivo si mejoraban la calidad ambiental del SAR o implicaba una mejoría en los procesos socioeconómicos que lo caracterizan. En este sentido es importante señalar que, en el ámbito del desarrollo sustentable, se reconoce la necesidad y derecho de aprovechamiento de los recursos naturales, así como la necesidad de impulsar el desarrollo, siempre que este no genere alteraciones al entorno.

Es importante resaltar que la elaboración de las listas se fundamentó no solo en la percepción de las interacciones de los componentes del entorno con el Proyecto, sino también en un detallado análisis de la cartografía temática disponible y el juicio de expertos. Así el proyecto no solo genera información nueva y relevante para el SAR, sino que retoma la información disponible, mediante una retroalimentación científicamente fundamentada, para corroborar o desechar las hipótesis existentes.

En la Tabla 5. 5, Tabla 5. 6 y Tabla 5. 7, se presentan las listas de chequeo correspondientes a las etapas de preparación, construcción y operación y mantenimiento.

Tabla 5. 5. Lista de chequeo de impactos ambientales potenciales previstos para la etapa de preparación. p = positivo, n = negativo.

Acción	Factor	Propiedad	Impacto	Signo	
Trazo, delimitación y marcaje	Suelo	Calidad	Alteración de la calidad del suelo por generación de residuos sólidos, líquidos y peligrosos	n	
	Aire	Calidad	Alteración de la calidad del aire por generación de ruido	n	
	Fauna	Riqueza, diversidad, abundancia, presencia de especies enlistadas en la NOM-059	Modificación de la estructura de la comunidad	n	
	Socioeconomía	Empleos	Generación de empleos directos e indirectos		p
Prospección del área	Socioeconomía	Empleos	Generación de empleos directos e indirectos		p
Desmonte y despalme	Aire	Calidad	Alteración de la calidad del aire por generación de ruido	n	
			Alteración de la calidad del aire por generación de material particulado y/o emisiones gaseosas	n	
	Suelo	Calidad	Pérdida de suelo	n	
			Alteración de la calidad del suelo por generación de residuos sólidos, líquidos y peligrosos	n	
			Modificación de las características del suelo derivadas de la compactación	n	
	Flora	Riqueza, densidad, presencia de especies enlistadas en la NOM-059	Modificación de la estructura de la comunidad	n	
	Fauna	Riqueza, diversidad, abundancia, presencia de especies enlistadas en la NOM-059	Modificación de la estructura de la comunidad	n	
	Paisaje	Conectividad	Fragmentación del paisaje	n	
		Calidad	Modificación visual del paisaje	n	
	Socioeconomía	Empleos	Generación de empleos directos e indirectos		p
	Hidrología	Subterránea	Alteración de la hidrología subterránea	n	
Selva mediana subperennifolia / vegetación secundaria arbórea	Cobertura	Pérdida de cobertura	n		
Instalación de obras provisionales	Aire	Calidad	Alteración de la calidad del aire por generación de material particulado y/o emisiones gaseosas	n	
			Alteración de la calidad del aire por generación de ruido	n	

Acción	Factor	Propiedad	Impacto	Signo	
	Agua	Calidad	Alteración de la calidad del agua por generación de residuos sólidos, líquidos y peligrosos	n	
	Suelo	Calidad	Alteración de la calidad del suelo por generación de residuos sólidos, líquidos y peligrosos	n	
	Paisaje	Conectividad	Fragmentación del paisaje	n	
		Calidad	Modificación visual del paisaje	n	
Socioeconomía	Empleos	Generación de empleos directos e indirectos		p	
Total				20	4

Tabla 5. 6. Lista de chequeo de los impactos ambientales potenciales previstos para la etapa de construcción.
p = positivo, n = negativo.

Acción	Factor	Propiedad	Impacto	Signo	
Operación de obras provisionales	Agua	Calidad	Alteración de la calidad del agua por generación de residuos sólidos, líquidos y peligrosos	n	
	Suelo	Calidad	Alteración de la calidad del suelo por generación de residuos sólidos, líquidos y peligrosos	n	
			Modificación de las características del suelo derivadas de la compactación	n	
	Aire	Calidad	Alteración de la calidad del aire por generación de ruido	n	
	Flora	Riqueza, densidad, presencia de especies enlistadas en la NOM-059	Modificación de la estructura de la comunidad	n	
	Fauna	Riqueza, diversidad, abundancia, presencia de especies enlistadas en la NOM-059	Modificación de la estructura de la comunidad	n	
Socioeconomía	Empleos	Generación de empleos directos e indirectos		p	
Relleno, nivelación y excavación	Suelo	Calidad	Alteración de la calidad del suelo por generación de residuos sólidos, líquidos y peligrosos	n	
			Modificación de las características del suelo derivadas de la compactación	n	
	Aire	Calidad	Alteración de la calidad del aire por generación de ruido	n	
			Alteración de la calidad del aire por generación de material particulado y/o emisiones gaseosas	n	
	Fauna	Riqueza, diversidad, abundancia, presencia de especies enlistadas en la NOM-059	Modificación de la estructura de la comunidad	n	
	Hidrología	Escorrentía superficial	Alteración de patrones de escorrentía	n	
Socioeconomía	Empleos	Generación de empleos directos e indirectos		p	
Construcción de vialidades y edificaciones	Aire	Calidad	Alteración de la calidad del aire por generación de ruido	n	
			Alteración de la calidad del aire por generación de material particulado y/o emisiones gaseosas	n	
	Agua	Calidad	Alteración de la calidad del agua por generación de residuos sólidos, líquidos y peligrosos	n	

Acción	Factor	Propiedad	Impacto	Signo		
	Suelo	Calidad	Alteración de la calidad del suelo por generación de residuos sólidos, líquidos y peligrosos	n		
	Fauna	Riqueza, diversidad, abundancia, presencia de especies enlistadas en la NOM-059	Modificación de la estructura de la comunidad	n		
	Hidrología		Escorrentía superficial	Alteración de patrones de escorrentía	n	
			Subterránea	Alteración de la hidrología subterránea	n	
	Paisaje		Conectividad	Fragmentación del paisaje	n	
			Calidad	Modificación visual del paisaje	n	
Socioeconomía	Empleos	Generación de empleos directos e indirectos		p		
Instalación de servicios	Aire	Calidad	Alteración de la calidad del aire por generación de ruido	n		
			Alteración de la calidad del aire por generación de material particulado y/o emisiones gaseosas	n		
	Suelo	Calidad	Alteración de la calidad del suelo por generación de residuos sólidos, líquidos y peligrosos	n		
	Agua	Calidad	Alteración de la calidad del agua por generación de residuos sólidos, líquidos y peligrosos	n		
	Socioeconomía	Empleos	Generación de empleos directos e indirectos		p	
Total				25	4	

Tabla 5. 7. Lista de chequeo de impactos ambientales potenciales previstos para la etapa de operación y mantenimiento. p = positivo, n = negativo.

Acción	Factor	Propiedad	Impacto	Signo	
Ocupación de vivienda	Aire	Calidad	Alteración de la calidad del aire por generación de ruido	n	
			Alteración de la calidad del aire por generación de material particulado y/o emisiones gaseosas	n	
	Suelo	Calidad	Alteración de la calidad del suelo por generación de residuos sólidos, líquidos y peligrosos	n	
	Agua	Calidad	Alteración de la calidad del agua por generación de residuos sólidos, líquidos y peligrosos	n	
	Flora	Riqueza, densidad, presencia de especies enlistadas en la NOM-059	Modificación de la estructura de la comunidad	n	
	Fauna	Riqueza, diversidad, abundancia, presencia de especies enlistadas en la NOM-059	Modificación de la estructura de la comunidad	n	
	Hidrología	Subterránea	Alteración de la hidrología subterránea	n	
	Socioeconomía		Empleos	Generación de empleos directos e indirectos	
Calidad			Oferta de vivienda		p
Actividades comerciales	Aire	Calidad	Alteración de la calidad del aire por generación de ruido	n	
			Alteración de la calidad del aire por generación de material particulado y/o emisiones gaseosas	n	
	Suelo	Calidad	Alteración de la calidad del suelo por	n	

Acción	Factor	Propiedad	Impacto	Signo	
			generación de residuos sólidos, líquidos y peligrosos		
	Agua	Calidad	Alteración de la calidad del agua por generación de residuos sólidos, líquidos y peligrosos	n	
	Socioeconomía	empleos	Generación de empleos directos e indirectos		p
Total				11	3

5.3.2. Matrices de Interacción

Las matrices de interacción son una herramienta útil para la identificación de impactos ambientales potenciales que complementan la información brindada por las listas de chequeo y por el sistema de información geográfico. La información generada conjuntamente por estos tres elementos permite identificar y evaluar cualitativa y cuantitativamente los principales impactos ambientales que serán generados con la implementación del Proyecto. También permite definir las medidas de mitigación, compensación y prevención correspondientes, mismas que se establecen en el Capítulo 7 del presente DTU-BR.

Se elaboró una primera matriz denominada de identificación de impactos ambientales potenciales (Matriz 5. 1) en la cual se confrontaron las obras y actividades del Proyecto con los impactos ambientales identificados en las listas de chequeo, ordenados de acuerdo al factor del medio sobre el que inciden. Con dicha matriz se identificaron los impactos positivos y negativos que potencialmente generará el Proyecto, y se valoraron tanto los componentes ambientales que pudieran ser más afectados, como las actividades que generarán la mayor recurrencia o intensidad de impactos.

Esta matriz constituye un método cuantitativo para la identificación de impactos ambientales y corresponde a una modificación propia de la matriz de Leopold (1971). Es importante destacar que el valor de magnitud establecido en esta matriz corresponde al producto de la suma de interacciones identificadas entre un impacto ambiental negativo potencial identificado y una obra u actividad.

Matriz 5. 1. Identificación de impactos ambientales potenciales para el Proyecto. SMS/VSA = selva mediana subperennifolia / vegetación secundaria arbórea. p = positivo, n = negativo.

Etapas	Factor	Agua	Aire		Suelo			Flora	Fauna	Paisaje		Socioeconomía		Hidrología		SMS/VSA	Impactos por actividad		
	Impacto	Alteración de la calidad del agua por generación de residuos sólidos, líquidos y peligrosos	Alteración de la calidad del aire por generación de ruido	Alteración de la calidad del aire por generación de material particulado y/o emisiones gaseosas	Alteración de la calidad del suelo por generación de residuos sólidos, líquidos y peligrosos	Modificación de las características del suelo derivadas de la compactación	Pérdida de suelo	Modificación de la estructura de la comunidad	Modificación de la estructura de la comunidad	Fragmentación del paisaje	Modificación visual del paisaje	Generación de empleos directos e indirectos	Oferta de vivienda y comercio	Alteración de patrones de escorrenfia	Alteración de la hidrología subterránea	Pérdida de cobertura	Negativos	Positivos	Totales
Preparación	Trazo, delimitación y marcaje		n		n				n			p					-3	1	-2
	Prospección del área											p					0	1	1
	Desmote y despalle		n	n	n	n	n	n	n	n	n	p		n	n		-11	1	-10
	Instalación de obras provisionales	n	n	n	n					n	n	p					-6	1	-5
Construcción	Operación de obras provisionales	n	n	n	n	n		n	n			p					-7	1	-6
	Relleno, nivelación y excavación	n	n	n	n	n		n	n			p		n			-8	1	-7
	Construcción de vialidades y edificaciones	n	n	n	n				n	n	n	p		n	n		-9	1	-8
	Instalación de servicios	n	n	n	n							p					-4	1	-3
Operación y mantenimiento	Ocupación de vivienda	n	n	n	n			n	n			p	p		n		-7	2	-5
	Actividades comerciales	n	n	n	n							p	p				-4	2	-2
	Total de impactos negativos	7	9	8	9	3	1	4	6	3	3	0	0	2	3	1	59	NA	
	Total de impactos positivos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	2	0	0	0	NA	12	
	Ponderación de impactos	-7	-9	-8	-9	-3	-1	-4	-6	-3	-3	10	2	-2	-3	-1	Total		
	Valor bruto	7	17		13			4	6	6		12		5		1	71		
	Valor Neto	-7	-17		-13			-4	-6	-6		12		-5		-1	-47		
	Magnitud	7	9	8	9	3	1	4	6	3	3	10	2	2	3	1	71		
	% total de interacciones	5	11		9			3	4	4		8		3		1	47		
	% total de interacciones efectivas	10	24		18			6	8	8	0	17		7	0	1	100		

Se generó una segunda matriz, denominada de Evaluación de Impactos Ambientales (Matriz 5. 2), para evaluar los impactos identificados en términos de 9 atributos tomados de Gómez-Orea (2003) y que son: consecuencia, acumulación, sinergia, momento o tiempo, reversibilidad, periodicidad, permanencia, recuperabilidad y frecuencia. A cada atributo le fue asignado un valor entre 1 y 3, según la severidad del mismo (Tabla 5. 8). El valor asignado a cada atributo se basó en el dictamen de los expertos, los resultados de la Matriz de Identificación de Impactos Ambientales Potenciales (Matriz 5. 1) y las listas de chequeo que le dieron origen (Tabla 5. 5, Tabla 5. 6 y Tabla 5. 7).

Tabla 5. 8. Descripción de la escala de los atributos para evaluar impactos ambientales. Fuente: **GPPA** elaboración propia modificada de Gómez-Orea (2003).

Atributos	Escala		
	1	2	3
Consecuencia (C)	Indirecto: el impacto ocurre de manera indirecta.	No aplica	Directo: el impacto ocurre de manera directa.
Acumulación (A)	Simple: cuando el efecto en el ambiente no resulta de la suma de los efectos de acciones particulares ocasionados por la interacción con otros que se efectuaron en el pasado o que están ocurriendo en el presente.	No aplica	Acumulativo: cuando el efecto en el ambiente resulta de la suma de los efectos de acciones particulares ocasionados por la interacción con otros que se efectuaron en el pasado o que están ocurriendo en el presente.
Sinergia (S)	No Sinérgico: cuando el efecto conjunto de la presencia simultánea de varias acciones no supone una incidencia ambiental mayor que la suma de las incidencias individuales contempladas aisladamente.	No aplica	Sinérgico: cuando el efecto conjunto de la presencia simultánea de varias acciones supone una incidencia ambiental mayor que la suma de las incidencias individuales contempladas aisladamente.
Momento o Tiempo (T)	Corto: cuando la actividad dura menos de 1 mes.	Mediano: la acción dura más de 1 mes y menos de 1 año.	Largo: la actividad dura más de 1 año.
Reversibilidad del impacto (Rv)	A corto plazo: la tensión puede ser revertida por las actuales condiciones del sistema en un período de tiempo relativamente corto, menos de un año.	A mediano plazo: el impacto puede ser revertido por las condiciones naturales del sistema, pero el efecto permanece de 1 a 3 años.	A largo plazo: el impacto podrá ser revertido naturalmente en un periodo mayor a tres años, o no sea reversible.
Periodicidad (Pi)	Aparición irregular: cuando el efecto ocurre de manera ocasional.	No aplica	Periódico: cuando el efecto se produce de manera reiterativa.
Permanencia (Pm)	Temporal: el efecto se produce durante un periodo definido de tiempo.	No aplica	Permanente: el efecto se mantiene al paso del tiempo.
Recuperabilidad (Rc)	Recuperable: que el componente afectado puede volver a contar con sus características.	No aplica	Irrecuperable: que el componente afectado no puede volver a contar con sus características (efecto residual).
Frecuencia (F)	Poco frecuente: el impacto se presenta en menos de un tercio de las actividades del proyecto.	Medianamente frecuente: el impacto se presenta entre un tercio y dos tercios de las actividades del proyecto.	Muy frecuente: el impacto se presenta en más de dos tercios de las actividades del proyecto.

A partir de los resultados obtenidos de dicho análisis se pudo calcular el Índice de Incidencia para cada impacto, mediante la aplicación del modelo propuesto por Gómez-Orea (2002)⁶ y cuyos pasos se describen a continuación:

Se atribuyó un código numérico a cada carácter del atributo, acotado entre un valor máximo para la más desfavorable y uno mínimo para la más favorable (Tabla 5. 9).

1. El índice de incidencia de cada impacto se evaluó a partir del siguiente algoritmo simple, que consiste en la sumatoria de los valores asignados a los atributos de cada impacto y sus rangos de valor o escala (Expresión V.1):

$$I = C + A + S + T + Rv + Pi + Pm + Rc + F \quad \text{Expresión V.1}^7$$

2. Se estandarizó cada valor de cada impacto entre 0 y 1 mediante la Expresión V.2.

$$\text{Incidencia} = I - I_{\min} / I_{\max} - I_{\min} \quad \text{Expresión V.2}$$

Siendo:

I = el valor de incidencia obtenido por un impacto.

I_{max} = el valor de la expresión en el caso de que los atributos se manifestaran con el mayor valor, que para el caso de esta evaluación será 24, por ser 8 atributos con un valor máximo cada uno de 3.

I_{min} = el valor de la expresión en caso de que los atributos se manifiesten con el menor valor, que para el caso de esta evaluación será 9, por ser 9 atributos con un valor mínimo cada uno de 1.

La Matriz 5. 2 permitió valorar los impactos ambientales generados en términos de su incidencia, y de este modo conocer los componentes ambientales más afectados por el Proyecto e identificar y evaluar los impactos residuales.

Tabla 5. 9. Rango de significancia de los impactos ambientales evaluados de acuerdo con su Índice de Incidencia.

Rango	Interpretación	Índice de Incidencia
Significativo (S)	Se pueden generar alteraciones que sin medidas afecten el funcionamiento o estructura de los ecosistemas dentro del SAR.	0.68 o mayor
No significativo (NS)	Se compromete la integridad de elementos o procesos sin poner en riesgo la estructura y función de los ecosistemas de los que forman parte.	0.34 a 0.67
Despreciables (D)	Alteraciones de muy bajo impacto a elementos o procesos que no comprometen la integridad de los mismos.	0.33 o menor

⁶ Domingo Gómez Orea (2002), página 330

⁷ Modificado de Gómez-Orea, Domingo. Evaluación de Impacto Ambiental. Mundi-Prensa 2002. Pag. 330

Matriz 5. 2. Evaluación y significancia de impactos ambientales potenciales. SMS/VSA = selva mediana subperennifolia / vegetación secundaria arbórea. p = positivo, n = negativo.

Factor	Impacto	Signo del efecto	Consecuencia (C)	Acumulación (A)	Sinergia (S)	Momento o tiempo (T)	Reversibilidad (Rv)	Periodicidad (Pi)	Permanencia (Pm)	Recuperabilidad (Rc)	Frecuencia (F)	Incidencia	Significancia
Agua	Alteración de la calidad del agua por generación de residuos sólidos, líquidos y peligrosos	n	3	3	3	3	2	3	1	1	2	21	NS
Aire	Alteración de la calidad del aire por generación de material particulado y/o emisiones gaseosas	n	3	1	1	3	1	3	1	1	3	17	NS
Aire	Alteración de la calidad del aire por generación de ruido	n	3	1	3	3	1	3	1	1	3	19	NS
Suelo	Alteración de la calidad del suelo por generación de residuos sólidos, líquidos y peligrosos	n	3	3	3	3	2	3	3	1	2	23	S
Suelo	Modificación de las características del suelo derivadas de la compactación	n	3	1	1	2	3	1	3	3	1	18	NS
Suelo	Pérdida de suelo	n	3	3	3	1	3	1	3	3	1	21	NS
Flora	Modificación de la estructura de la comunidad	n	3	3	3	2	2	1	1	1	1	17	NS
Fauna	Modificación de la estructura de la comunidad	n	3	3	3	2	2	1	1	1	1	17	NS
Paisaje	Fragmentación del paisaje	n	3	3	3	2	3	1	3	3	1	22	S
Paisaje	Modificación visual del paisaje	n	3	3	3	2	3	1	3	3	1	22	S
Socioeconomía	Generación de empleos directos e indirectos	p	3	3	3	3	1	3	3	1	3	23	S
Socioeconomía	Oferta de vivienda y comercio	p	3	3	3	2	2	1	3	1	1	19	NS
Hidrología	Alteración de patrones de escorrentía	n	3	3	3	2	2	1	3	1	1	19	NS
Hidrología	Alteración de la hidrología subterránea	n	1	3	1	3	3	3	3	1	1	19	NS
SMS/VSA	Pérdida de cobertura	n	3	3	3	2	3	1	3	3	1	22	S

Debido a que al estandarizar los valores obtenidos para el Índice de Incidencia el máximo valor posible es 1, los impactos se agruparon en 3 rangos de 0.33 como se muestran en la Tabla 5. 9. La descripción de cada rango y su interpretación se ajustan a las especificidades del SAR en cuanto a la integridad de sus componentes, así como a la definición de impacto ambiental relevante citada en el Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental. En la Matriz 5. 3 (significancia de los impactos ambientales potenciales según su signo y su valor de índice de incidencia) se presentan los impactos identificados ordenados según su signo, su valor del Índice de Incidencia y su correspondiente significancia.

Matriz 5.3. Significancia de los impactos ambientales potenciales según su signo y su valor de Índice de Incidencia. SMS/VSA = selva mediana subperennifolia / vegetación secundaria arbórea. p = positivo, n = negativo.

Factor	Impacto	Signo del efecto	Incidencia	Índice de incidencia	Significancia
Agua	Alteración de la calidad del agua por generación de residuos sólidos, líquidos y peligrosos	n	21	0.67	NS
Aire	Alteración de la calidad del aire por generación de material particulado y/o emisiones gaseosas	n	17	0.44	NS
Aire	Alteración de la calidad del aire por generación de ruido	n	19	0.56	NS
Suelo	Alteración de la calidad del suelo por generación de residuos sólidos, líquidos y peligrosos	n	23	0.78	S
Suelo	Modificación de las características del suelo derivadas de la compactación	n	18	0.50	NS
Suelo	Pérdida de suelo	n	21	0.67	NS
Flora	Modificación de la estructura de la comunidad	n	17	0.44	NS
Fauna	Modificación de la estructura de la comunidad	n	17	0.44	NS
Paisaje	Fragmentación del paisaje	n	22	0.72	S
Paisaje	Modificación visual del paisaje	n	22	0.72	S
Socioeconomía	Generación de empleos directos e indirectos	p	23	0.78	S
Socioeconomía	Oferta de vivienda y comercio	p	19	0.56	NS
Hidrología	Alteración de patrones de escorrentía	n	19	0.56	NS
Hidrología	Alteración de la hidrología subterránea	n	19	0.56	NS
SMS/VSA	Pérdida de cobertura	n	22	0.72	S

La conjunción de los diferentes análisis descritos hasta ahora permitió cuantificar los diferentes impactos de posible generación durante el desarrollo del Proyecto, así como definir y ratificar las estrategias de mitigación y compensación de los mismos. Por otro lado, fue posible identificar las actividades de alta prioridad por la importancia de los impactos que pudieran generar. Los resultados de los procesos mencionados se muestran a continuación.

5.3.3. Determinación de la Significancia

La determinación de la significancia o relevancia de un impacto es la tarea que muestra de forma más convincente el carácter multidisciplinario de la evaluación de impacto ambiental. Para poder estimar y medir la alteración de los diferentes componentes ambientales se requiere de un conocimiento profundo y especializado de los mismos, así como de la legislación que les afecta y de los criterios de evaluación utilizados por la comunidad científica. Por ello en esta etapa se requiere de manera más intensiva del juicio de expertos (Gómez Orea 2002).

Criterio jurídico

La significancia de los impactos evaluados se determinó de acuerdo con la definición de “impacto significativo” establecida en el Reglamento de la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental (REIA), que en su Fracción IX del Artículo 3 dice a la letra:

IX. Impacto ambiental significativo o relevante: Aquel que resulta de la acción del hombre o de la naturaleza, que provoca alteraciones en los ecosistemas y sus recursos naturales o en la salud, obstaculizando la existencia y desarrollo del hombre y de los demás seres vivos, así como la continuidad de los procesos naturales.

Esta definición y su consecuente razonamiento, indican que no todos los impactos deben atenderse de la misma manera, sino que es necesario centrar la atención en los impactos clave, es decir, aquellos que potencialmente pueden generar desequilibrios ecológicos o ecosistémicos o que puedan sobrepasar límites establecidos en normas jurídicas específicas, sin menosprecio de las acciones que se puedan desarrollar para mitigar los impactos despreciables. Por ello es necesario describir y analizar los criterios que, con base en la definición arriba descrita, se consideraron en este caso.

Para atender el requerimiento de la autoridad, en el Capítulo 7 se consideran medidas para evitar, compensar o mitigar todos y cada uno de los impactos ambientales identificados, sin embargo, en este capítulo se hace énfasis en aquellos que son considerados en la legislación.

El atributo de significativo o relevante lo alcanza un impacto cuando el componente o subcomponente ambiental que recibirá el efecto del mismo adquiere la importancia especial reconocida en las leyes, en los planes y programas, en las Normas Oficiales Mexicanas, y demás instrumentos jurídicos aplicables para la protección al ambiente, respecto a la posibilidad de generar desequilibrios ecológicos o rebasar límites establecidos. En este último caso, es conveniente citar como efecto el reconocimiento del estatus de protección que alcanzan las especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 con las siguientes categorías de riesgo:

- Probablemente extinta en el medio silvestre.
- En peligro de extinción.
- Amenazada.
- Sujeta a protección especial.

El nivel de significancia del impacto que pudiera incidir sobre alguna de estas especies, radica en el estatus de protección que le asigne la Norma; así resulta obvio que el impacto sobre una especie con estatus de “en peligro de extinción” puede alcanzar un mayor significado ambiental que si la especie estuviera catalogada en estatus de protección especial. De esta forma, las medidas de mitigación ante tal impacto deberán ser diseñadas conforme a esta lógica, de tal forma que todos los impactos se encuentren atendidos en la justa medida de su significancia.

Igualmente, dentro de este criterio se consideran los límites y parámetros establecidos en los instrumentos legales, normativos y de política ambiental que de acuerdo a los Artículos 28 y 35 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) deben considerarse en la evaluación de impacto ambiental. Las acciones que se lleven a cabo en las diferentes etapas del proyecto deberán apuntalar el cumplimiento de las disposiciones jurídicas.

Criterio ecosistémico (integridad funcional)

La integridad funcional de los ecosistemas está dada por la interacción entre sus componentes bióticos y abióticos de tal forma que se mantengan las múltiples funciones del ecosistema por tiempo indefinido (Crabbé et al. 1999). Callicot et al. (1997) la definen también como el conjunto de poblaciones de especies nativas en su abundancia y variedad históricas, que interactúan en comunidades bióticas naturalmente establecidas.

El nivel significativo de un impacto según este criterio se reconoce cuando es capaz de afectar el funcionamiento de uno o más procesos del ecosistema, de forma tal que su efecto puede generar una alteración entre componentes ambientales y con ello un desequilibrio ecológico (p.ej. reducción del gasto ecológico de un río, eliminando las condiciones de permanencia de un bosque de galería).

Criterio de calidad ambiental (percepción del valor ambiental)

La valoración ambiental está basada en un enfoque antropocéntrico y utilitario. Aunque no incluye todos los posibles valores, es más amplia de lo que parece y recoge o trata de recoger todos los que contribuyen a la satisfacción o bienestar de la humanidad. El medio ambiente o los bienes ambientales proporcionan distintos servicios a la humanidad que determinan su valor y son los siguientes (Linares y López, 2008):

- Fuente de recursos productivos: se puede medir por su contribución a la generación de beneficios en las actividades de producción.
- Sumidero de residuos: contribuyen a la función de producción y se pueden medir a partir de los precios de mercado de los bienes en cuya producción participan.
- Fuente de utilidad (no asociada a la producción): se deriva del disfrute de los bienes ambientales y puede tener carácter consuntivo (ej. pesca) o no (ej. senderismo), o simplemente a través del conocimiento de la protección de estos bienes (valor de existencia).
- Servicios de soporte a la vida en la Tierra. Regulación del clima, mantenimiento de la capa de ozono, ciclos hidrológicos y de nutrientes.

Una interpretación errónea del valor ambiental es estimar el mismo a partir del costo de reemplazo; es decir, determinarlo en función de lo que costaría sustituir los servicios del bien ambiental por otros similares, ya que esto no considera un gran número de beneficios que son irremplazables (Linares y López, 2008).

El carácter de significativo lo alcanza el impacto a partir del conocimiento generalizado existente sobre la importancia del recurso, ambiente o ecosistema para cubrir necesidades humanas o brindar servicios ambientales. Este criterio se basa en dictámenes técnicos o científicos, tales como los estudios realizados para la presente manifestación de impacto ambiental.

Criterio de capacidad de carga

La capacidad de carga es una herramienta de planificación usada principalmente en áreas naturales protegidas, que sustenta y requiere decisiones de manejo. La capacidad de carga es relativa y dinámica, porque depende de variables que constituyen apreciaciones y que según las circunstancias pueden cambiar.

Cualquier denominación de capacidad de carga debe basarse en los objetivos del área protegida, los cuales definen la categoría de manejo y limitan los usos que pueden darse dentro de ella. Puesto que la capacidad de carga de un sitio depende de las características particulares del mismo, debe ser determinada para cada lugar por separado (Cifuentes 1992).

La determinación de la capacidad de carga no debe ser tomada como un fin en sí misma ni como la solución a los problemas de visitación de un área protegida, ya que las decisiones en las que se basa, siendo humanas, estarán sujetas a consideraciones (o presiones) de orden social, económico y político que podrían desvirtuar la utilidad de la capacidad de carga como una herramienta de manejo (Cifuentes 1992).

5.4. Análisis de Resultados

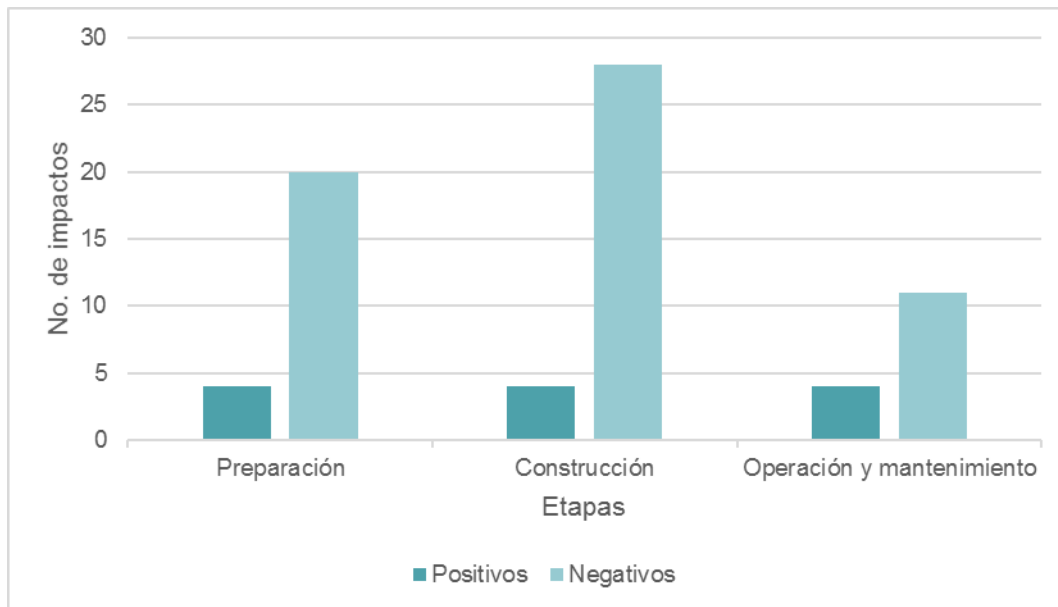
En las listas de chequeo se presentó el análisis objetivo de los factores del entorno susceptibles de ser impactados y los tipos de impactos que podrán ser generados por cada actividad del Proyecto. Esta lista es de gran certidumbre ya que en su realización se consideró el juicio de los expertos participantes en la evaluación de impacto ambiental de proyectos similares desarrollados en otros puntos del país, o de tipo habitacional desarrollados en el mismo SAR, así como los análisis de múltiples estudios realizados en la zona.

Considerando que las listas de chequeo y matrices de interacción tienen como limitante principal la identificación y evaluación de impactos acumulativos y sinérgicos, estos tipos de impactos fueron identificados por el juicio de expertos e incorporados a dichas listas y matrices como factores de impacto ambiental a valorar. A continuación, se presenta el análisis de resultados para las obras y actividades derivadas del desarrollo del Proyecto.

Con base en el número de obras y/o actividades que se evaluaron, y en el número de impactos probables a los diferentes factores del medio identificados, se obtuvo un número máximo de 170 interacciones posibles. Sin embargo, el desarrollo del Proyecto solo generará 71 interacciones, que representan el 47% del total de interacciones posibles.

Del total de interacciones posibles identificadas 59 (equivalente al 83.10%) serán negativas y 12 (equivalentes al 19.90%) serán positivas. La etapa que generará mayor número de impactos negativos será la de construcción, con 28 que equivalen al 87.50% de los impactos generados en dicha etapa; la etapa de preparación y operación y mantenimiento generarán 20 y 11 impactos negativos respectivamente, equivalentes al 83.33% y 73.33% del total de impactos generados en cada una de estas etapas (Figura 5. 2).

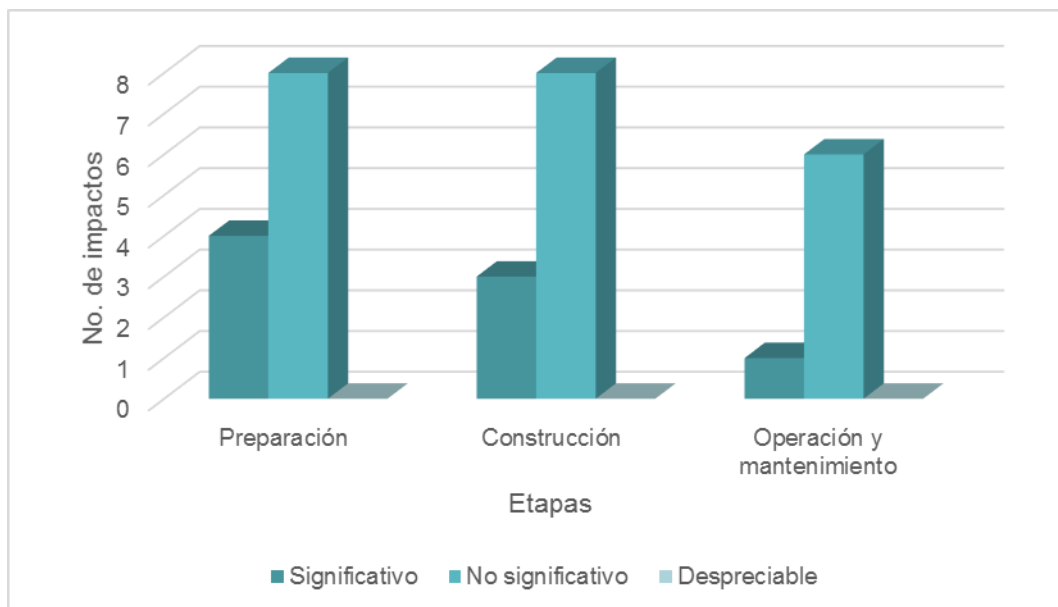
Figura 5. 2. Numero de impactos negativos y positivos que se espera sean generados en cada etapa de desarrollo del Proyecto.



Del total de impactos negativos identificados el 0.00% se han considerado como despreciables, 69.23% como no significativos y 30.73% como significativos (Figura 5. 3).

Las actividades que generarán el mayor número de impactos negativos serán el desmonte y despalle en la etapa de preparación, la construcción de vialidades y edificaciones y el relleno, nivelación y excavación, ambas en la etapa de construcción. En cuanto a los factores del medio, los que recibirán el mayor número de impactos negativos serán el aire y el suelo.

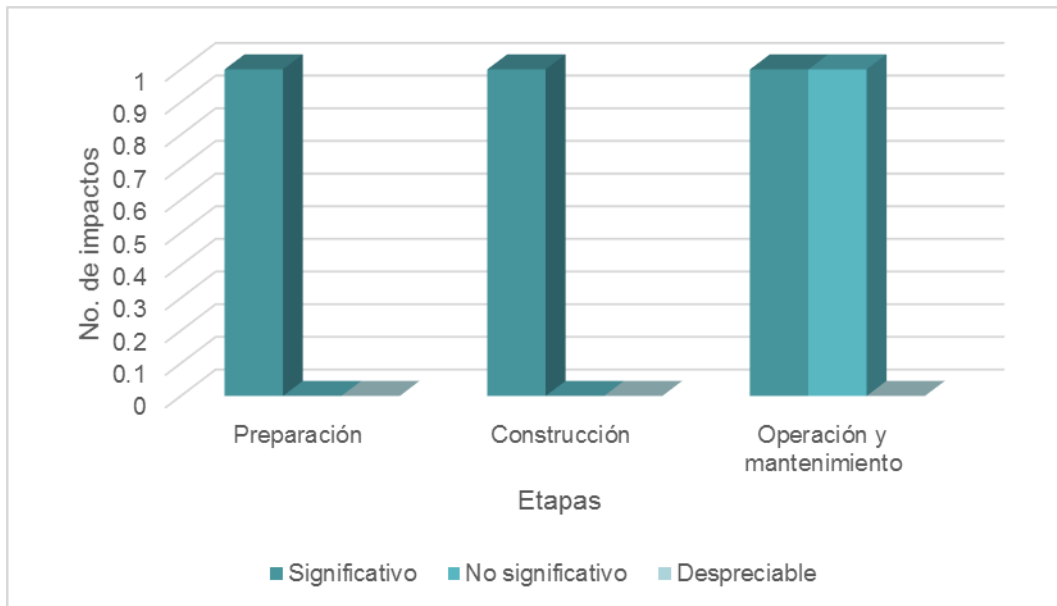
Figura 5. 3. Número de impactos negativos de acuerdo a su significancia, que se estima serán generados durante las diferentes etapas de desarrollo del Proyecto.



Del total de impactos positivos identificados, 50.00% se han considerado como significativos y el 50.00% como no significativos. Las tres etapas (preparación, construcción y operación y mantenimiento) generarán un impacto significativo positivo (Figura 5. 4).

La actividad que generará el mayor número de impactos positivos será la ocupación de vivienda y actividades comerciales, situadas ambas en la etapa de operación y mantenimiento. En cuanto a los factores del medio, el que recibirá el mayor número de impactos positivos será la socioeconomía.

Figura 5. 4. Número de impactos positivos de acuerdo a su significancia, que se estima serán generados durante las diferentes etapas de desarrollo del Proyecto.



De los impactos totales identificados, tanto positivos como negativos, el 93.3% resultó de tipo directo mientras que el 6.67% fue indirecto. El 80% de los impactos identificados fueron acumulativos y sinérgicos. El 40.00% de los impactos totales fueron reversibles a largo plazo, el 40.00% a mediano plazo y el 20.00% a corto plazo. En cuanto a la periodicidad, el 40.00% de los impactos fue reiterativo y el 60% fue esporádico. El 66.67% de los impactos identificados se consideraron permanentes, mientras que el 33.33% fueron temporales. El 33.33% de los impactos se calificaron como residuales.

En la siguiente Tabla 5. 10, se presenta de forma integrada las actividades por etapa del Proyecto, que han sido identificadas como generadoras de impactos ambientales, así como los tipos de impactos que generarán y el factor ambiental susceptible de recibir el impacto.

Tabla 5. 10. Actividad por etapa del Proyecto que generarán impactos ambientales. (+) impacto positivo, (-) impacto negativo.

Etapa	Actividad	Factor	Impacto	
Preparación	Trazo, delimitación y marcaje	Aire	(-) Alteración de la calidad del aire por generación de ruido	
		Suelo	(-) Alteración de la calidad del suelo por generación de residuos sólidos, líquidos y peligrosos	
		Fauna	(-) Modificación de la estructura de la comunidad	
		Socioeconomía	(+) Generación de empleos directos e indirectos	
	Prospección del área	Socioeconomía	(+) Generación de empleos directos e indirectos	
	Desmonte y despalme	Aire		(-) Alteración de la calidad del aire por generación de ruido
				(-) Alteración de la calidad del aire por generación de material particulado y/o emisiones gaseosas
		Suelo		(-) Alteración de la calidad del suelo por generación de residuos sólidos, líquidos y peligrosos
				(-) Modificación de las características del suelo derivadas de la compactación
				(-) Pérdida de suelo
		Flora	(-) Modificación de la estructura de la comunidad	
		Fauna	(-) Modificación de la estructura de la comunidad	
		Paisaje		(-) Fragmentación del paisaje
				(-) Modificación visual del paisaje
		Socioeconomía	(+) Generación de empleos directos e indirectos	
	Hidrología	(-) Alteración de la hidrología subterránea		
	SMS/VSA	(-) Pérdida de cobertura		
	Instalación de obras provisionales	Agua	(-) Alteración de la calidad del agua por generación de residuos sólidos, líquidos y peligrosos	
		Aire		(-) Alteración de la calidad del aire por generación de ruido
				(-) Alteración de la calidad del aire por generación de material particulado y/o emisiones gaseosas
Suelo		(-) Alteración de la calidad del suelo por generación de residuos sólidos, líquidos y peligrosos		
Socioeconomía		(+) Demanda de mano de obra, servicios e insumos		
Paisaje			(-) Fragmentación del paisaje	
		(-) Modificación visual del paisaje		
Construcción	Operación de obras provisionales	Agua	(-) Alteración de la calidad del agua por generación de residuos sólidos, líquidos y peligrosos	
		Aire		(-) Alteración de la calidad del aire por generación de ruido
				(-) Alteración de la calidad del aire por generación de material particulado y/o emisiones gaseosas
		Suelo		(-) Alteración de la calidad del suelo por generación de residuos sólidos, líquidos y peligrosos
				(-) Modificación de las características del suelo derivadas de la compactación
		Flora	(-) Modificación de la estructura de la comunidad	
		Fauna	(-) Modificación de la estructura de la comunidad	
	Socioeconomía	(+) Demanda de mano de obra, servicios e insumos		
	Relleno, nivelación y excavación	Agua	(-) Alteración de la calidad del agua por generación de residuos sólidos, líquidos y peligrosos	
		Aire		(-) Alteración de la calidad del aire por generación de ruido
				(-) Alteración de la calidad del aire por generación de material particulado y/o emisiones gaseosas
		Suelo		(-) Alteración de la calidad del suelo por generación de residuos sólidos, líquidos y peligrosos
				(-) Modificación de las características del suelo derivadas de la compactación
		Flora	(-) Modificación de la estructura de la comunidad	
Fauna		(-) Modificación de la estructura de la comunidad		
Socioeconomía	(+) Demanda de mano de obra, servicios e insumos			
Hidrología	(-) Alteración de los patrones de escorrentía			

Etapa	Actividad	Factor	Impacto	
	Construcción de vialidades y edificaciones	Agua	(-) Alteración de la calidad del agua por generación de residuos sólidos, líquidos y peligrosos	
		Aire	(-) Alteración de la calidad del aire por generación de ruido (-) Alteración de la calidad del aire por generación de material particulado y/o emisiones gaseosas	
		Suelo	(-) Alteración de la calidad del suelo por generación de residuos sólidos, líquidos y peligrosos	
		Fauna	(-) Modificación de la estructura de la comunidad	
		Paisaje	(-) Fragmentación del paisaje (-) Modificación visual del paisaje	
		Socioeconomía	(+) Demanda de mano de obra, servicios e insumos	
		Hidrología	(-) Alteración de los patrones de escorrentía (-) Alteración de la hidrología subterránea	
	Instalación de servicios	Agua	(-) Alteración de la calidad del agua por generación de residuos sólidos, líquidos y peligrosos	
		Aire	(-) Alteración de la calidad del aire por generación de ruido (-) Alteración de la calidad del aire por generación de material particulado y/o emisiones gaseosas	
		Suelo	(-) Alteración de la calidad del suelo por generación de residuos sólidos, líquidos y peligrosos	
		Socioeconomía	(+) Demanda de mano de obra, servicios e insumos	
	Operación y mantenimiento	Ocupación de vivienda	Agua	(-) Alteración de la calidad del agua por generación de residuos sólidos, líquidos y peligrosos
			Aire	(-) Alteración de la calidad del aire por generación de ruido (-) Alteración de la calidad del aire por generación de material particulado y/o emisiones gaseosas
			Suelo	(-) Alteración de la calidad del suelo por generación de residuos sólidos, líquidos y peligrosos
Flora			(-) Modificación de la estructura de la comunidad	
Fauna			(-) Modificación de la estructura de la comunidad	
Socioeconomía			(+) Demanda de mano de obra, servicios e insumos (-) Oferta de vivienda y comercio	
Hidrología			(-) Alteración de la hidrología subterránea	
Actividades comerciales		Agua	(-) Alteración de la calidad del agua por generación de residuos sólidos, líquidos y peligrosos	
		Aire	(-) Alteración de la calidad del aire por generación de ruido (-) Alteración de la calidad del aire por generación de material particulado y/o emisiones gaseosas	
		Suelo	(-) Alteración de la calidad del suelo por generación de residuos sólidos, líquidos y peligrosos	
		Socioeconomía	(+) Demanda de mano de obra, servicios e insumos (-) Oferta de vivienda y comercio	

A continuación, se describen los impactos al medio natural y al socioeconómico a partir de los factores del medio en los que incidirán.

5.4.1. Impactos en el Medio Natural

Los factores del medio natural identificados como susceptibles de verse afectados por el desarrollo del Proyecto fueron el agua, aire, suelo, flora, fauna, paisaje, hidrología y la selva mediana subperennifolia / vegetación secundaria arbórea. A continuación, se describen los impactos identificados para cada factor.

5.4.1.1. Agua

Impacto	Alteración de la calidad del agua por generación de residuos sólidos, líquidos y peligrosos			Signo	Negativo	Factor afectado	Agua	
Valoración de atributos del impacto⁸								
Consecuencia	Acumulación	Sinergia	Momento o tiempo	Reversibilidad	Periodicidad	Permanencia	Recuperabilidad	Frecuencia
3	3	3	3	2	3	1	1	2
Índice de incidencia			0.67		Significancia		No significativo	
Acciones generadoras del impacto por etapa								
Preparación			Construcción			Operación y mantenimiento		
<ul style="list-style-type: none"> • Instalación de obras provisionales 			<ul style="list-style-type: none"> • Operación de obras provisionales • Relleno, nivelación y excavación • Construcción de vialidades y edificaciones • Instalación de servicios 			<ul style="list-style-type: none"> • Ocupación de vivienda • Actividades comerciales 		

Alteración de la calidad del agua por generación de residuos sólidos, líquidos y peligrosos. El desarrollo del Proyecto podrá generar la alteración de la calidad del agua de manera indirecta debido a la generación de residuos sólidos o líquidos que lleguen a estar en contacto con el suelo y que por medio de la lluvia filtren sustancias al manto freático. Cuando el Proyecto ya cuente con viviendas y lotes comerciales funcionando, este impacto podría ser mayor debido al aumento en el volumen de aguas residuales que será generado.

Este impacto fue valorado como directo, de larga duración y recuperable, también se consideró como no significativo esto debido a que el Proyecto cuenta con medidas de prevención y mitigación para la atención de este impacto. Entre éstas, se encuentran el acopio de los residuos en sitios especialmente designados para ello, que contarán con todos los lineamientos necesarios para evitar el contacto con el suelo o su escurrimiento a éste, así mismo se realizará la construcción por separado del drenaje pluvial y el sanitario.

La contaminación del agua fue considerado un impacto acumulativo debido a las otras posibles fuentes de contaminación que puede tener el factor agua, al encontrarse en un área con un desarrollo urbano y turístico en constante crecimiento.

⁸ Consultar Tabla 5. 8. Descripción de la escala de los atributos para evaluar impactos ambientales. Consultar para referencia de todas las tablas presentadas en este apartado.

5.4.1.2. Aire

Impacto	Alteración de la calidad del aire por generación de material particulado y/o emisiones gaseosas			Signo	Negativo	Factor afectado	Aire	
Valoración de atributos del impacto								
Consecuencia	Acumulación	Sinergia	Momento o tiempo	Reversibilidad	Periodicidad	Permanencia	Recuperabilidad	Frecuencia
3	1	1	3	1	3	1	1	3
Índice de incidencia			0.44		Significancia		No significativo	
Acciones generadoras del impacto por etapa								
Preparación			Construcción			Operación y mantenimiento		
<ul style="list-style-type: none"> Desmonte y despalme Instalación de obras provisionales 			<ul style="list-style-type: none"> Operación de obras provisionales Relleno, nivelación y excavación Construcción de vialidades y edificaciones Instalación de servicios 			<ul style="list-style-type: none"> Ocupación de vivienda Actividades comerciales 		

Alteración de la calidad del aire por generación de material particulado y/o emisiones gaseosas. En la etapa de preparación se generarán gases y polvos durante las actividades de desmonte de la vegetación y despalme del terreno, tanto por la remoción de la tierra y restos vegetales, como por el uso de la maquinaria pesada. En la etapa de preparación durante la instalación de obras provisionales, así como todas las acciones de la etapa de construcción se generarán gases y/o polvos, ya que se requiere el uso de algún tipo de maquinaria con motores de combustión interna, así como del uso de materiales para la construcción de las vialidades y edificaciones, tales como polvo de piedra, gravas y sascab, las cuales dispersan partículas al ambiente. Durante la etapa de operación se deberá a la circulación de vehículos automotores, así como al funcionamiento de maquinaria o equipo con motores de combustión interna, tales como podadoras, sopladoras, estufas de gas, calentadores de agua a base de gas, etc.

Este impacto se consideró como no significativo debido a que el área donde se ubica el Proyecto se encuentra muy cerca de la línea de costa y carece de elevaciones topográficas importantes, por lo que se encuentra cotidianamente expuesta a los vientos los cuales retiran los gases y polvos que se encuentran en la atmósfera.

Sin embargo, es importante resaltar que, aunque dichos gases y polvos no representan un impacto significativo a nivel local o regional, sí coadyuvan a la generación de otros problemas a nivel global como la acumulación de gases de efecto invernadero, causantes del calentamiento del planeta. Como medida de mitigación a este impacto el Proyecto mantendrá una superficie de 2.66 ha que corresponde al 25% de la superficie del Proyecto como área de conservación, así como 1.76 ha de áreas verdes que corresponden al 16.27% de la superficie del Proyecto. Asimismo, las áreas verdes estarán compuestas por especies de árboles o arbustos nativos para aumentar la captura de carbono y mantener áreas sombreadas que eviten la elevación de la temperatura a nivel local.

Cabe señalar que, como parte de las condicionantes establecidas para la autorización del macroyecto Ciudad Mayakoba, del que forma parte el Proyecto que aquí nos ocupa, se estipuló la conservación de 189.002 hectáreas de selva; este requisito fue cubierto mediante la certificación con destino para la conservación del lote denominado Esperanza Limones con 200 ha, certificado que fue expedido por el Registro Público de la Propiedad y del Comercio en el estado de Quintana Roo (ver Capítulo 3, apartado 3.2).

Impacto	Alteración de la calidad del aire por generación de ruido			Signo	Negativo	Factor afectado	Aire	
Valoración de atributos del impacto								
Consecuencia	Acumulación	Sinergia	Momento o tiempo	Reversibilidad	Periodicidad	Permanencia	Recuperabilidad	Frecuencia
3	1	3	3	1	3	1	1	3
Índice de incidencia			0.56		Significancia		No significativo	
Acciones generadoras del impacto por etapa								
Preparación			Construcción			Operación y mantenimiento		
<ul style="list-style-type: none"> • Trazo, delimitación y marcaje • Desmonte y despalme • Instalación de obras provisionales 			<ul style="list-style-type: none"> • Operación de obras provisionales • Relleno, nivelación y excavación • Construcción de vialidades y edificaciones • Instalación de servicios 			<ul style="list-style-type: none"> • Ocupación de vivienda • Actividades comerciales 		

Alteración de la calidad del aire por generación de ruido. Durante las etapas de preparación y construcción este impacto será generado por actividades relacionadas con el uso de maquinaria pesada con motores de combustión interna, tales como retroexcavadoras, tractores, volquetes, zanjeadoras, aplanadoras, etc. Asimismo, el manejo de material de gran peso y volumen y su depósito en las zonas de obra del Proyecto también generará ruido durante la etapa de construcción.

Durante las tres etapas de Proyecto este impacto podrá ser generado también por otras actividades que impliquen el uso de maquinaria ligera con motores de combustión interna o eléctricos tales como motosierras, podadoras, desbrozadoras, sopladoras, pistolas de aire, etc.

En la etapa de operación y mantenimiento el uso de las áreas públicas generará ruido debido a las diversas actividades que se llevarán a cabo por la ocupación de la vivienda y lotes comerciales, tales como actividades recreativas, mantenimiento de equipo, limpieza de la infraestructura, tránsito de vehículos, etc.

Este impacto será de corto plazo y, a pesar de ser temporal, será generado constantemente durante todas las etapas de desarrollo del Proyecto. Para mitigar este impacto en las etapas de preparación y construcción, todo el equipo y maquinaria que se utilice deberá encontrarse en óptimas condiciones mecánicas. Asimismo, se establecerá el estricto apego a la NOM-080-SEMARNAT-1994 que establece los niveles máximos permisibles de emisión de ruido proveniente del escape de vehículos automotores.

5.4.1.3. Suelo

Impacto	Alteración de la calidad del suelo por generación de residuos sólidos, líquidos y peligrosos			Signo	Negativo	Factor afectado	Suelo	
Valoración de atributos del impacto								
Consecuencia	Acumulación	Sinergia	Momento o tiempo	Reversibilidad	Periodicidad	Permanencia	Recuperabilidad	Frecuencia
3	3	3	3	2	3	3	1	2
Índice de incidencia			0.78		Significancia	Significativo		
Acciones generadoras del impacto por etapa								
Preparación			Construcción			Operación y mantenimiento		
<ul style="list-style-type: none"> • Trazo, delimitación y marcaje • Desmonte y despalme • Instalación de obras provisionales 			<ul style="list-style-type: none"> • Operación de obras provisionales • Relleno, nivelación y excavación • Construcción de vialidades y edificaciones • Instalación de servicios 			<ul style="list-style-type: none"> • Ocupación de vivienda • Actividades comerciales 		

Alteración de la calidad del suelo por generación de residuos sólidos, líquidos y peligrosos. La alteración de la calidad del suelo se deberá principalmente a la generación de residuos sólidos, líquidos y peligrosos durante las tres etapas del Proyecto. La generación de residuos podría ocasionar la contaminación del suelo de no manejarse adecuadamente. El tipo de residuos generados durante las etapas de preparación del sitio y construcción del Proyecto será diferente a los que se generen durante la operación.

Durante la preparación y construcción se espera la generación de residuos sólidos por la presencia de los trabajadores, en especial por el consumo de alimentos y por las actividades propias de la obra. Se espera que el tipo de residuos generados por los trabajadores sea papel, envolturas, empaques, contenedores de vidrio, cartón, aluminio, metal y plástico, y una pequeña cantidad de materia orgánica; así como materiales propios de la construcción tales como madera, plásticos, papel, cartón, entre otros.

Además, se espera la generación de residuos peligrosos derivados del mantenimiento y uso de la maquinaria y equipo, que corresponderán principalmente a envases y estopas contaminados con aceites y combustibles. Además de solventes y pinturas utilizados para la construcción de las edificaciones.

Durante la operación y mantenimiento del Proyecto el tipo de residuos sólidos que se generarán serán principalmente urbanos por las actividades propias de la operación y mantenimiento del desarrollo habitacional, comercial y áreas comunes, así como por las actividades de jardinería de las áreas verdes.

Este impacto fue considerado sinérgico y acumulativo, debido a que el Proyecto se ubica en una zona urbana, que registra una alta intervención de actividades antrópicas, por lo que la probabilidad de contaminación del suelo se ve incrementada a nivel regional.

El proyecto incluye dentro de su diseño la implementación de diversas medidas de manejo integral de residuos que garantizan que los residuos se manejarán adecuadamente (ver Capítulo 7), de tal forma que el riesgo de contaminación disminuye considerablemente.

Impacto	Modificación de las características del suelo derivadas de la compactación			Signo	Negativo	Factor afectado	Suelo	
Valoración de atributos del impacto								
Consecuencia	Acumulación	Sinergia	Momento o tiempo	Reversibilidad	Periodicidad	Permanencia	Recuperabilidad	Frecuencia
3	1	1	2	3	1	3	3	1
Índice de incidencia			0.50		Significancia		No significativo	
Acciones generadoras del impacto por etapa								
Preparación			Construcción			Operación y mantenimiento		
<ul style="list-style-type: none"> Desmonte y despalme 			<ul style="list-style-type: none"> Operación de obras provisionales Relleno, nivelación y excavación 					

Modificación de las características del suelo derivadas de la compactación. La compactación del suelo es un impacto negativo que implica la pérdida del recurso suelo debido a que modifica su estructura física, disminuyendo la porosidad y por lo tanto afectando diversos procesos físicos y químicos que suceden naturalmente.

Este impacto será provocado por el paso constante de trabajadores, de maquinaria pesada y vehículos requeridos para las labores de desmonte y despalme, operación de obras provisionales y el relleno, nivelación y excavación del terreno.

Este impacto fue considerado como residual ya que el suelo modificado designado para la ocupación permanente de la infraestructura, no volverá a contar con sus características posterior a la realización de las actividades que lo generan.

Como medida de mitigación a este impacto el Proyecto mantendrá una superficie de 2.66 ha que corresponde al 25% de la superficie del Proyecto como área de conservación, así como 1.76 ha de áreas verdes que corresponden al 16.27% de la superficie del Proyecto.

Impacto	Pérdida de suelo			Signo	Negativo	Factor afectado	Suelo	
Valoración de atributos del impacto								
Consecuencia	Acumulación	Sinergia	Momento o tiempo	Reversibilidad	Periodicidad	Permanencia	Recuperabilidad	Frecuencia
3	3	3	1	3	1	3	3	1
Índice de incidencia			0.67		Significancia		No significativo	
Acciones generadoras del impacto por etapa								
Preparación			Construcción			Operación y mantenimiento		
<ul style="list-style-type: none"> Desmonte y despalme 								

Pérdida de suelo. Este se consideró un impacto residual debido a que el desarrollo del Proyecto requerirá un área de aprovechamiento de 7.98 ha, en la cual no solo se eliminará la vegetación original, sino que en su mayor parte se retirará la capa de suelo y se recubrirá con material impermeable para desplantar la infraestructura, por lo que el proceso de formación de suelo se verá interrumpido al no contar con las condiciones necesarias para llevarse a cabo, tales como la acumulación y descomposición de materia orgánica, intercambio de gases y captación de agua de lluvia.

Este impacto también fue considerado como acumulativo, debido a que el Proyecto se ubica en una zona urbana, que registra una alta intervención de actividades antrópicas, siendo una de las principales el cambio de uso de suelo para la construcción, por lo que la probabilidad de la pérdida de este recurso se ve incrementada a nivel regional.

5.4.1.4. Flora

Impacto	Modificación de la estructura de la comunidad			Signo	Negativo		Factor afectado	Flora	
Valoración de atributos del impacto									
Consecuencia	Acumulación	Sinergia	Momento o tiempo	Reversibilidad	Periodicidad	Permanencia	Recuperabilidad	Frecuencia	
3	3	3	2	2	1	1	1	1	
Índice de incidencia			0.44		Significancia		No significativo		
Acciones generadoras del impacto por etapa									
Preparación			Construcción			Operación y mantenimiento			
<ul style="list-style-type: none"> Desmonte y despalme 			<ul style="list-style-type: none"> Operación de obras provisionales Relleno nivelación y excavación 			<ul style="list-style-type: none"> Ocupación de vivienda 			

Modificación de la estructura de la comunidad. Durante la etapa de preparación las actividades de desmonte y despalme implicarán la remoción de individuos de diversas especies de plantas.

Durante la etapa de construcción en la operación de obras provisionales y el relleno, nivelación y excavación algunos árboles podrían resultar dañados por ser usados como postes para doblar varillas, colgar objetos, etc., por parte del personal de la obra. De igual forma, el paso constante del personal de obra podría eliminar la cubierta vegetal de manera parcial en ciertas zonas.

Durante la etapa de operación, el uso de las edificaciones para vivienda requerirá de un diseño de jardines que eliminará algunas de las especies de plantas que se desarrollen de forma natural en el sitio y, por el mantenimiento de la infraestructura eventualmente se requerirá de retirar algunos ejemplares que por sus características representen un riesgo para las instalaciones o las personas.

Este impacto presentó un índice de incidencia que lo califica como no significativo ya que, aunque será un impacto directo y sinérgico, las actividades que lo generarán serán de mediana duración, y el impacto puede ser revertido a corto plazo por medio de labores de rescate, reforestación y ajardinado con especies nativas (ver Capítulo 7).

La pérdida de individuos, es quizá, uno de los principales problemas ambientales que se registra no solo a nivel local, sino regional. Las causas de su origen son varias, y éstas van desde la modificación del entorno, hasta la realización de actividades turísticas, por señalar algunas, es por lo anterior que este impacto fue considerado como acumulativo, debido a que son diversas las acciones que inciden en esta problemática ambiental.

Sin embargo, el Proyecto considera como medida de mitigación por la generación de este impacto, la realización de actividades de rescate y reubicación de vegetación, las que se llevarán a cabo previo al inicio de las obras.

5.4.1.5. Fauna

Impacto	Modificación de la estructura de la comunidad			Signo	Negativo	Factor afectado	Fauna	
Valoración de atributos del impacto								
Consecuencia	Acumulación	Sinergia	Momento o tiempo	Reversibilidad	Periodicidad	Permanencia	Recuperabilidad	Frecuencia
3	3	3	2	2	1	1	1	1
Índice de incidencia			0.44		Significancia		No significativo	
Acciones generadoras del impacto por etapa								
Preparación			Construcción			Operación y mantenimiento		
<ul style="list-style-type: none"> Trazo, delimitación y marcaje Desmante y despalme 			<ul style="list-style-type: none"> Operación de obras provisionales Relleno, nivelación y excavación Construcción de vialidades y edificaciones 			<ul style="list-style-type: none"> Ocupación de vivienda 		

Modificación de la estructura de la comunidad. Este impacto se generará durante la etapa de preparación debido a que las especies de fauna serán ahuyentadas por las actividades humanas, lo que provocará pérdida de individuos en el Proyecto. De manera directa, el desmante y despalme podrá afectar individuos de especies de fauna que no hayan podido ser rescatado, ya sea porque vivan bajo tierra, sean de pequeño tamaño o de lento desplazamiento. De manera indirecta, esta actividad implicará la pérdida de individuos de fauna nativa, que abandonarán el lugar debido a que ya no contará con las características necesarias para ser habitado. El desmante y despalme eliminarán áreas de alimentación, refugio, reproducción y descanso para la fauna local, especialmente anfibios, reptiles y mamíferos pequeños.

Durante la etapa de construcción las diferentes actividades que se llevarán a cabo afectarán directamente a la fauna local ya que la presencia del personal de la obra ahuyentará a las especies más sensibles. Asimismo, existe la posibilidad de que el personal de la obra dañe accidental o intencionalmente a individuos de ciertas especies de fauna, por considerarlas peligrosas, comestibles o de alguna otra utilidad.

En la etapa de operación las diversas actividades que se llevarán a cabo al interior de los lotes, como el tránsito de vehículos, el alumbrado nocturno y el ruido, entre otras, evitarán que diversas especies de fauna recolonizen el sitio, además de que la cobertura vegetal será menor y ofrecerá menos nichos para la fauna nativa.

Tal y como fue mencionado en el apartado 5.4.1.4. Flora, la pérdida de individuos, es quizá, una de las principales problemáticas ambientales que se registran a nivel local y regional, originado por diversas causas, es por lo anterior que este impacto también fue considerado como acumulativo.

Sin embargo, el Proyecto considera como medida de mitigación por la generación de este impacto, la realización de actividades de rescate y reubicación de fauna silvestre, las que se llevarán a cabo previo al inicio de las obras.

5.4.1.6. Paisaje

Impacto	Fragmentación y modificación visual del paisaje			Signo	Negativos		Factor afectado	Paisaje	
Valoración de atributos del impacto									
Consecuencia	Acumulación	Sinergia	Momento o tiempo	Reversibilidad	Periodicidad	Permanencia	Recuperabilidad	Frecuencia	
3	3	3	2	3	1	3	3	1	
Índice de incidencia			0.72		Significancia		Significativos		
Acciones generadoras del impacto por etapa									
Preparación			Construcción			Operación y mantenimiento			
<ul style="list-style-type: none"> Desmonte y despalme Instalación de obras provisionales 			<ul style="list-style-type: none"> Construcción de vialidades y edificaciones 						

Fragmentación y modificación visual del paisaje. Tanto en la etapa de preparación y construcción este impacto deriva de las actividades de desmonte y despalme, la instalación de obras provisionales y la construcción de vialidades y edificaciones, las que interrumpirán la continuidad de la selva mediana subperennifolia / vegetación secundaria arbórea e insertarán elementos nuevos al ambiente que modificarán la condición visual del paisaje.

Este impacto se evaluó como significativo, acumulativo y residual debido a que la modificación del entorno es una de las principales problemáticas ambientales que se registran a nivel SAR y regional, no sólo por proyectos con las mismas características, sino también por otros factores tanto de índole antropogénica como natural. Además, se considera residual debido a que la pérdida de continuidad de la selva no podrá evitarse y a que esta no volverá a contar con sus características posterior a la construcción de las obras proyectadas.

Cabe señalar que el Proyecto se encuentra inserto en un área caracterizada por el desarrollo turístico y urbano, el cual ha sido considerado como parte del desarrollo planeado para esta región, de acuerdo a lo señalado en sus instrumentos de desarrollo territorial (Programa Parcial de Desarrollo Urbano El Jesusito, entre otros), así mismo es importante mencionar que este impacto fue previsto y evaluado en el macroproyecto autorizado Ciudad Mayakoba, del que forma parte el Proyecto.

Como medida de mitigación a este impacto el Proyecto mantendrá una superficie de 2.66 ha que corresponde al 25% de la superficie del Proyecto como área de conservación, así como 1.76 ha de áreas verdes que corresponden al 16.27% de la superficie del Proyecto. Asimismo, las áreas verdes estarán compuestas por especies de árboles o arbustos nativos.

Cabe señalar que, como parte de las condicionantes establecidas para la autorización del macroproyecto Ciudad Mayakoba, del que forma parte el Proyecto que aquí nos ocupa, se estipuló la conservación de 189.002 hectáreas de selva; este requisito fue cubierto mediante la certificación con destino para la conservación a perpetuidad del lote denominado Esperanza Limones con 200 ha, certificado que fue expedido por el Registro Público de la Propiedad y del Comercio en el estado de Quintana Roo (ver Capítulo 3, apartado 3.2).

5.4.1.7. Socioeconomía

Impacto	Generación de empleos directos e indirectos			Signo	Positivo	Factor afectado	Socioeconomía	
Valoración de atributos del impacto								
Consecuencia	Acumulación	Sinergia	Momento o tiempo	Reversibilidad	Periodicidad	Permanencia	Recuperabilidad	Frecuencia
3	3	3	3	1	3	3	1	3
Índice de incidencia			0.78		Significancia		Significativo	
Acciones generadoras del impacto por etapa								
Preparación			Construcción			Operación y mantenimiento		
<ul style="list-style-type: none"> • Trazo, delimitación y marcaje • Prospección del área • Desmonte y despalme • Instalación de obras provisionales 			<ul style="list-style-type: none"> • Operación de obras provisionales • Relleno, nivelación y excavación • Construcción de vialidades y edificaciones • Instalación de servicios 			<ul style="list-style-type: none"> • Ocupación de vivienda • Actividades comerciales 		

Generación de empleos directos e indirectos. Este impacto ha sido considerado como positivo, directo, acumulativo, sinérgico y residual. La generación de empleos derivará de todas las actividades del Proyecto que requieran de mano de obra para su realización, así como de servicios tales como recolección de residuos, supervisión ambiental, mantenimiento de la infraestructura, entre otras, y de la demanda de insumos para la construcción y mantenimiento de las obras. Mediante estas acciones se generarán empleos directos e indirectos, tanto temporales como permanentes.

Impacto	Oferta de vivienda y comercio			Signo	Positivo	Factor afectado	Socioeconomía	
Valoración de atributos del impacto								
Consecuencia	Acumulación	Sinergia	Momento o tiempo	Reversibilidad	Periodicidad	Permanencia	Recuperabilidad	Frecuencia
3	3	3	2	2	1	3	1	1
Índice de incidencia			0.56		Significancia		No significativo	
Acciones generadoras del impacto por etapa								
Preparación			Construcción			Operación y mantenimiento		
						<ul style="list-style-type: none"> • Ocupación de vivienda • Actividades comerciales 		

Oferta de vivienda y comercio. El aumento de la oferta de vivienda y comercio es un impacto valorado como positivo, debido a que finalizado el Proyecto constituirá una opción más de alojamiento y venta de productos para la población local, nacional y extranjera. En este sentido el aumento de la oferta de vivienda y actividades comerciales constituye un factor favorable para el desarrollo social y económico de la región, promoviendo la reactivación de la economía y la generación de empleos.

5.4.1.8. Hidrología

Impacto	Alteración de patrones de escorrentía e hidrología subterránea			Signo	Negativos	Factor afectado	Hidrología		
Valoración de atributos del impacto									
Consecuencia	Acumulación	Sinergia	Momento o tiempo	Reversibilidad	Periodicidad	Permanencia	Recuperabilidad	Frecuencia	
Alteración de patrones de escorrentía									
3	3	3	2	2	1	3	1	1	
Alteración de la hidrología subterránea									
1	3	1	3	3	3	3	1	1	
Índice de incidencia			0.56			Significancia		No significativos	
Acciones generadoras del impacto por etapa									
Preparación			Construcción			Operación y mantenimiento			
<ul style="list-style-type: none"> Desmonte y despalme 			<ul style="list-style-type: none"> Relleno, nivelación y excavación Construcción de vialidades y edificaciones 			<ul style="list-style-type: none"> Ocupación de vivienda 			

Alteración de patrones de escorrentía e hidrología subterránea. La alteración de patrones de escorrentía será generada por modificaciones en la topografía debido a las acciones de relleno, nivelación y excavación, así como la construcción de vialidades y edificaciones durante la etapa de construcción del Proyecto, de manera particular éstas últimas, representarán barreras para el movimiento natural superficial del agua.

El impacto a la hidrología subterránea será provocado por el desmonte y la construcción de infraestructura que modificará la capacidad de recarga del acuífero al generar zonas no permeables y disminuir la capacidad de captación de agua por parte de la vegetación. También será provocado por la extracción del agua del acuífero para las labores cotidianas relacionadas con la ocupación de las viviendas, el suministro de servicios y la limpieza y mantenimiento de la infraestructura. Sin embargo, debido a que el alcance tanto del abastecimiento del agua potable como de la disposición del agua residual corresponden al macroproyecto autorizado Ciudad Mayakoba, estas acciones ya fueron anteriormente evaluadas, y tal y como se demostró en el análisis de impactos presentado en el Capítulo 5 y la información adicional de su MIA-R, la extracción e inyección de agua por parte del macroproyecto de o hacia los pozos autorizados no provocará efectos negativos al acuífero como podría ser la intrusión salina o la contaminación.

5.4.1.9. Selva mediana subperennifolia / vegetación secundaria arbórea (SMS/VSA)

Impacto	Pérdida de cobertura			Signo	Negativo	Factor afectado	SMS/VSA	
Valoración de atributos del impacto								
Consecuencia	Acumulación	Sinergia	Momento o tiempo	Reversibilidad	Periodicidad	Permanencia	Recuperabilidad	Frecuencia
3	3	3	2	3	1	3	3	1
Índice de incidencia			0.72		Significancia		Significativo	
Acciones generadoras del impacto por etapa								
Preparación			Construcción			Operación y mantenimiento		
• Desmante y despalme								

Pérdida de cobertura. El impacto causado por el Proyecto sobre la selva mediana subperennifolia / vegetación secundaria arbórea lo provocará específicamente el desmante y despalme durante la etapa de preparación.

Como ya se mencionó con anterioridad, debido a que la modificación del entorno es una de las principales problemáticas ambientales que se registran a nivel SAR y regional, es por lo que este impacto fue valorado como significativo y acumulativo. Además, se considera residual debido a que la pérdida de la selva mediana subperennifolia / vegetación secundaria arbórea no podrá evitarse y a que la superficie de este ecosistema designada para su aprovechamiento no volverá a contar con sus características posterior a la construcción de las obras proyectadas.

Sin embargo, el impacto podrá ser mitigado mediante las acciones de rescate de la vegetación, la asignación de áreas de conservación dentro del Proyecto, en las cuales se mantendrá la vegetación natural, así como las labores de reforestación en las áreas de conservación, verdes o ajardinadas en las cuales se podrán reintegrar los ejemplares rescatados.

Cabe señalar que el Proyecto se encuentra inserto en un área caracterizada por el desarrollo turístico y habitacional, el cual ha sido considerado como parte del desarrollo planeado para esta región, de acuerdo a lo señalado en sus instrumentos de desarrollo territorial (Programa Parcial de Desarrollo Urbano El Jesusito, entre otros), así mismo es importante mencionar que este impacto fue previsto y evaluado en el macroproyecto autorizado Ciudad Mayakoba, del que forma parte el Proyecto que aquí nos ocupa, siendo una de las condicionantes establecidas para su autorización la conservación de 189.002 hectáreas de selva; este requisito fue cubierto mediante la certificación con destino para la conservación a perpetuidad del lote denominado Esperanza Limones con 200 ha, certificado que fue expedido por el Registro Público de la Propiedad y del Comercio en el estado de Quintana Roo (ver Capítulo 3, apartado 3.2).

5.4.2. Impactos Acumulativos

En atención a lo que establece la Fracción V del Artículo 13 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Impacto Ambiental, se deberán identificar, evaluar y describir los impactos acumulativos, entendidos como aquellos que resultan del incremento de los impactos de acciones particulares ocasionado por la interacción con otros que se efectuaron en el pasado o que están ocurriendo en el presente (Art. 3 Fracción VII del mismo reglamento).

El análisis de los impactos ambientales de este tipo se basó en la determinación de las desviaciones de la “línea base o cero” originadas por efectos aditivos, considerando que el Proyecto no es la única fuente de cambio en el SAR. Por ello fue importante identificar los cambios ocasionados en el ambiente que se están generando o que ocurrieron como resultado de otras actividades humanas en la región y que pueden tener un efecto aditivo o acumulativo sobre los mismos componentes ambientales con los que el Proyecto interactúa.

Es importante resaltar que el área donde se ubica el Proyecto se encuentra dentro de la Región Hidrológica Prioritaria 105 Corredor Cancún – Tulum y la Región Marina Prioritaria 63 Punta Maroma – Punta Nizuc. La problemática ambiental señalada por la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) para cada zona, influyó en la clasificación de los impactos del Proyecto identificados como acumulativos y/o sinérgicos. Para ambas regiones la CONABIO establece como principales problemáticas ambientales las siguientes:

- Modificación del entorno:
 - Perturbación por complejos turísticos, obras de ingeniería para corredores turísticos, deforestación, modificación de la vegetación (tala de manglar) y de barreras naturales, relleno de áreas inundables y formación de canales.
 - Por tala de manglar, relleno de áreas inundables (pérdida de permeabilidad de la barra), remoción de pastos marinos, construcción sobre bocas, modificación de barreras naturales. Daño al ambiente por embarcaciones pesqueras, mercantes y turísticas. Existe deforestación (menor retención de agua) e impactos humanos (Cancún y otros desarrollos turísticos). Blanqueamiento de corales.
- Contaminación:
 - Aguas residuales y desechos sólidos.
 - Por descargas urbanas y falta de condiciones de salubridad.
- Uso de recursos:
 - Pesca ilegal en la laguna de Chakmochuk y plantaciones de coco *Cocos nucifera tasiste*.
 - Presión sobre peces (boquinete) y langostas. Pesca ilegal en la laguna Chakmochuk; campamentos irregulares en el área continental del Municipio de Isla Mujeres.
- Especies introducidas de *Cassuarina spp* y *Columbrina spp*.

Con la información anterior y a partir de los resultados de las matrices de significancia, el juicio de expertos y la interpretación geográfica, así como de las proyecciones que se presentan en el Capítulo 8 de este manifiesto se identificaron los siguientes impactos acumulativos y/o sinérgicos (Tabla 5. 11).

Tabla 5. 11. Impactos acumulativos y/o sinérgico. SMS/VSA = selva mediana subperennifolia / vegetación secundaria arbórea. p = positivo, n = negativo.

Factor	Impacto	Signo del efecto
Agua	Alteración de la calidad del agua por generación de residuos sólidos, líquidos y peligrosos	n
Aire	Alteración de la calidad del aire por generación de ruido	n
Suelo	Alteración de la calidad del suelo por generación de residuos sólidos, líquidos y peligrosos	n
	Pérdida de suelo	n
Flora	Modificación de la estructura de la comunidad	n
Fauna	Modificación de la estructura de la comunidad	n
Paisaje	Fragmentación del paisaje	n
	Modificación visual del paisaje	n
Socioeconomía	Generación de empleos directos e indirectos	p
	Oferta de vivienda y comercio	p
Hidrología	Alteración de patrones de escorrentía	n
	Alteración de la hidrología subterránea	n
SMS/VSA	Pérdida de cobertura	n

De acuerdo a lo anterior, se desprende que el Proyecto generará un total de 13 impactos acumulativos y/o residuales (Matriz 5. 2). Del total de impactos acumulativos y/o sinérgicos once corresponden con negativos y dos son considerados como positivos (Tabla 5. 11). La descripción detallada para cada uno de ellos fue presentada en el apartado anterior.

Los dos impactos acumulativos y/o sinérgicos positivos, inciden sobre el factor socioeconómico y corresponden a la generación de empleos directos e indirectos, así como a la oferta de vivienda y comercio. En cuanto a su índice de incidencia la generación de empleo directos e indirectos fue valorado como significativo y, la oferta de vivienda y comercio como no significativo.

En cuanto a los impactos acumulativos y/o sinérgicos negativos, siete fueron considerados como no significativos y corresponden con: la alteración de la calidad del agua por la generación de residuos sólidos, líquidos y peligrosos, la alteración de la calidad del aire por generación de ruido, la pérdida de suelo, la modificación de la estructura de la comunidad de la flora y fauna y, la alteración de patrones de escorrentía e hidrología subterránea.

Los impactos acumulativos y/o sinérgicos negativos valorados como significativos fueron: la alteración de la calidad del suelo por generación de residuos sólidos, líquidos y peligrosos, la fragmentación y modificación visual del paisaje y la pérdida de cobertura de la selva mediana subperennifolia / vegetación secundaria arbórea.

Cabe señalar que el Proyecto considera la implementación de medidas de prevención, mitigación o compensación necesarias para la atención de cada uno de estos impactos (ver Capítulo 7).

5.4.3. Impactos Residuales

Tal y como lo establece la Fracción V del Artículo 13 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente se deberán identificar, evaluar y describir los impactos residuales, entendidos como aquellos que persisten después de la implementación de medidas de mitigación (Artículo 3, Fracción X del mismo reglamento).

Dichos impactos representan el efecto inevitable y permanente del Proyecto sobre el ambiente y a partir de ellos se determina el “costo ambiental” del Proyecto, es decir la disminución real y permanente en calidad y/o cantidad de los bienes y servicios ambientales en el SAR.

La identificación de estos impactos se llevó a cabo en función al atributo de la recuperabilidad, el cual se entiende como la capacidad de los ecosistemas de recobrar su funcionalidad ambiental. Los impactos con calificación de 3 implican efectos en el ambiente que no le permitirán regresar a su estado original, aún con la aplicación de medidas de mitigación, por lo que se les consideró residuales. Los impactos con valores menores a 3 se consideraron recuperables siempre que se implementen las medidas de compensación y/o mitigación que se presentan en el Capítulo 7.

Derivado de lo anterior se puede establecer que el Proyecto generará cinco impactos residuales (Matriz 5. 2), todos ellos valorados como negativos (Tabla 5. 12).

Tabla 5. 12. Impactos residuales. SMS/VSA = selva mediana subperennifolia / vegetación secundaria arbórea. n = negativo.

Factor	Impacto	Signo del efecto
Suelo	Modificación de las características del suelo derivadas de la compactación	n
	Pérdida de suelo	n
Paisaje	Fragmentación del paisaje	n
	Modificación visual del paisaje	n
SMS/VSA	Pérdida de cobertura	n

A continuación, se realiza una breve descripción para cada uno de ellos, su descripción detallada se presentó en el apartado anterior.

- **Modificación de las características del suelo derivadas de la compactación.** Este se consideró un impacto residual debido a que la compactación será necesaria en las áreas de desplante. Asimismo, este impacto se podrá presentar por el tránsito de maquinaria, vehículos y peatones. Se considera que este impacto es muy difícil de revertir ya que requiere de medidas costosas, así como de mucho tiempo para su recuperación.
- **Pérdida de suelo.** Éste se consideró un impacto residual debido a que la construcción de infraestructura requerirá de la remoción de este recurso, y de la cubierta de la superficie con materiales inertes como el concreto que generarán condiciones microambientales que no permiten el desarrollo de suelo nuevo. Por lo tanto, la superficie de aprovechamiento del Proyecto será también una superficie donde no solo se habrá retirado el suelo original, sino que se impedirá la formación de nuevo suelo.
- **Fragmentación y modificación visual del paisaje.** Estos se consideraron como impactos residuales debido a que la modificación del medio, para dar paso a la construcción de las edificaciones del Proyecto, implican una interrupción en la continuidad en la vegetación y en la condición visual del entorno natural. Aun cuando el Proyecto contemple actividades de reforestación con especies nativas y características de la vegetación natural, para el sitio, no será posible eliminar este impacto.

- **Pérdida de cobertura.** Éste se consideró un impacto residual ya que, aun cuando se implementará un Subprograma de Conservación de Especies, que considera el rescate y reubicación de la vegetación previo a las actividades de desmonte y despalde, no se recuperará la estructura, composición ni funciones ecológicas de la superficie de selva mediana subperennifolia / vegetación secundaria arbórea que será aprovechada para la construcción de la infraestructura proyectada. Sin embargo, cabe señalar que este impacto fue previsto y evaluado en el macroproyecto autorizado Ciudad Mayakoba del que forma parte el Proyecto que aquí nos ocupa, siendo una de las condicionantes establecidas para su autorización la conservación de 189.002 hectáreas de selva; este requisito fue cubierto mediante la certificación con destino para la conservación a perpetuidad del lote denominado Esperanza Limones con 200 ha, certificado que fue expedido por el Registro Público de la Propiedad y del Comercio en el estado de Quintana Roo (ver Capítulo 3, apartado 3.2).

5.5. Conclusión

A través de técnicas convencionales de identificación de impactos ambientales y el juicio de expertos, a lo largo del presente capítulo fue posible identificar, evaluar y describir los impactos ambientales potenciales que pudieran generarse por el desarrollo del Proyecto en caso de resultar autorizado. De este modo se concluye que el Proyecto cumple con lo establecido en el artículo 35 de la LGEEPA, en términos de que los posibles efectos de las actividades del Proyecto, no pondrán en riesgo la estructura y función de los ecosistemas descritos en el Proyecto y el SAR. De igual forma, se concluye que:

- Se identificaron 15 impactos en total que podrían afectar alguno(s) de los factores del medio natural o socioeconómico del SAR.
- Del total de impactos identificados, 2 fueron positivos y 13 fueron negativos.
- Del total de impactos positivos, el 50.00% fueron significativos y el 50.00% fueron no significativos.
- Del total de impactos negativos, el 30.73% fueron significativos y el 69.23% fueron no significativos.
- La etapa del Proyecto que generará mayor número de impactos negativos será la de construcción. Las tres etapas generarán el mismo número de impacto positivos.
- Las actividades que generarán el mayor número de impactos negativos serán el desmonte y despalme, la construcción de vialidades y edificaciones y el relleno, nivelación y excavación.
- La actividad que generará el mayor número de impactos positivos será la ocupación de vivienda y actividades comerciales.
- Los factores de medio que recibirán el mayor número de impactos negativos serán el aire y el suelo.
- El desarrollo del Proyecto generará dos impactos acumulativos positivos que son: la generación de empleos directos e indirectos y la oferta de vivienda y comercio.
- El desarrollo del Proyecto generará once impactos acumulativos negativos que son: La alteración de la calidad del agua y suelo por generación de residuos sólidos, líquidos y peligrosos, la alteración de la calidad del aire por generación de ruido, la pérdida de suelo, la modificación de la estructura de la comunidad de la flora y fauna, la fragmentación y modificación visual del paisaje, la alteración de los patrones de escorrentía e hidrología subterránea y la pérdida de cobertura selva mediana subperennifolia / vegetación secundaria arbórea.
- El desarrollo del Proyecto generará cinco impactos residuales negativos que son: la modificación de las características del suelo derivadas de la compactación, la pérdida del suelo, la fragmentación y modificación visual del paisaje y, la pérdida de cobertura selva mediana subperennifolia / vegetación secundaria arbórea.

- El proyecto propone diversas medidas que prevendrán, compensarán y mitigarán los impactos ambientales identificados para evitar causar desequilibrios ecológicos.
- El Proyecto, en cuanto a sus impactos, incide mayormente a nivel de elementos con un índice de incidencia y rango de significancia predominantemente no significativo. Esto se traduce en que el Proyecto no pone en riesgo la estructura y función de los ecosistemas y generará alteraciones de muy bajo impacto a elementos o procesos del Proyecto y del SAR, por lo que no comprometerá su integridad ecológica.

En resumen, el Proyecto no generará impactos ambientales que produzcan desequilibrios ecológicos que afecten: a) la existencia y desarrollo del hombre y demás seres vivos, b) la integridad y continuidad de los ecosistemas presentes en el predio y el SAR y c) los bienes y servicios ambientales que los ecosistemas prestan en el predio y el SAR; y que por lo tanto es procedente.

En el Capítulo 7 de este DTU-BR, se presentan las medidas necesarias para prevenir, mitigar o compensar, según sea el caso, los impactos ambientales esperados en cada una de las etapas de implementación del Proyecto. Estas medidas se integran de manera precisa y coherente en el marco de un Sistema de Manejo y Gestión Ambiental específico para el Proyecto, cuya ejecución disminuye el impacto ambiental del mismo y evita causar desequilibrios ecológicos que afecten la continuidad de los procesos naturales del SAR evaluado.



CORAZÓN CIUDAD MAYAKOBA

CAPÍTULO 6. JUSTIFICACIÓN TÉCNICA,
ECONÓMICA Y SOCIAL QUE MOTIVE LA
AUTORIZACIÓN EXCEPCIONAL DEL CAMBIO DE
USO DE SUELO

Contenido

CAPÍTULO 6. JUSTIFICACIÓN TÉCNICA, ECONÓMICA Y SOCIAL QUE MOTIVE LA AUTORIZACIÓN EXCEPCIONAL DEL CAMBIO DE USO DE SUELO	2
6.1. Introducción	2
6.2. Justificación Técnico-Ambiental.....	2
6.2.1. No Se Compromete la Biodiversidad.....	2
6.2.1.1. Vegetación	2
6.2.1.2. Fauna.....	15
6.2.1.3. Conclusión.....	23
6.2.2. No Se Provocará la Erosión del Suelo	24
6.2.2.1. Cálculo de los Escenarios de Pérdida de Suelo	33
6.2.2.2. Conclusión.....	39
6.2.3. No Se Provocará el Deterioro de la Calidad del Agua o la Disminución en su Captación	41
6.2.3.1. Conclusiones	51
6.2.4. La Disminución en la Capacidad de Almacenamiento de Carbono en las Áreas Afectadas por la Remoción de la Vegetación se Mitiga	53
6.3. Justificación Económica.....	58
6.3.1. Que el Uso Alternativo del Suelo que se Proponga sea más Productivo	58
6.4. Justificación Social	61

CAPÍTULO 6. JUSTIFICACIÓN TÉCNICA, ECONÓMICA Y SOCIAL QUE MOTIVE LA AUTORIZACIÓN EXCEPCIONAL DEL CAMBIO DE USO DE SUELO

6.1. Introducción

La Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS) establece que el cambio de uso del suelo en terrenos forestales sólo puede autorizarse por excepción considerando el supuesto que a la letra dice:

Artículo 93. 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.

En las autorizaciones de cambio de uso de suelo en terrenos forestales, la Secretaría deberá dar respuesta debidamente fundada y motivada a las opiniones técnicas emitidas por los miembros del Consejo Estatal Forestal de que se trate.

Las autorizaciones que se emitan deberán integrar un programa de rescate y reubicación de especies de la flora y fauna afectadas y su adaptación al nuevo hábitat conforme se establezca en el Reglamento. Dichas autorizaciones deberán sujetarse a lo que, en su caso, dispongan los programas de ordenamientos ecológicos correspondientes, las Normas Oficiales Mexicanas y demás disposiciones legales y reglamentarias aplicables.

[...]

La Promovente del proyecto “Corazón Ciudad Mayakoba”, a manera de justificación, para la obtención de la autorización del presente estudio, a continuación, expone de manera breve y concreta los elementos más sobresalientes que fundamentan técnicamente que la ejecución del Proyecto da cumplimiento a las disposiciones citadas en el Artículo 93 de la LGDFS.

6.2. Justificación Técnico-Ambiental

6.2.1. No Se Compromete la Biodiversidad

6.2.1.1. Vegetación

Para la elaboración del estudio se determinó la Cuenca Hidrológica Forestal para esta solicitud de cambio de uso del suelo forestal dentro del municipio de Solidaridad, estado de Quintana Roo. Como se informa la superficie solicitada para dicho cambio de uso de suelo es de 7.98 ha.

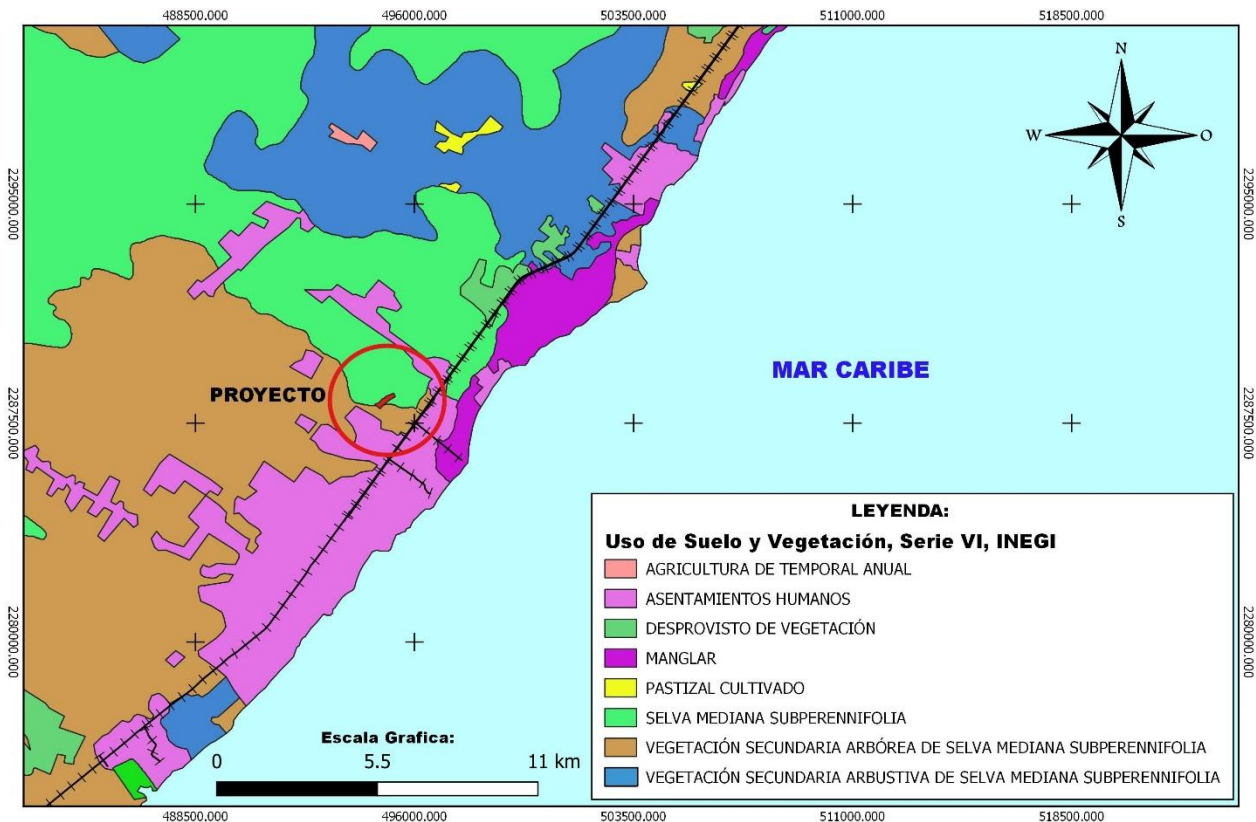
La vegetación de la cuenca 32A (Quintana Roo), (subcuenca “d”) y en específico la zona norte del estado de Quintana Roo, donde se ubica el Proyecto, de acuerdo con la cartografía de uso de suelo y vegetación serie VI (2017), presenta un mosaico de comunidades vegetales que responden a un conjunto de condiciones edáficas, geomorfológicas, microclimáticas y antropogénicas.

A lo largo de la subcuenca se pueden observar ecosistemas costeros como humedales y en la medida que cambia la elevación se puede observar la selva y vegetación secundaria en general producto de las diferentes actividades realizadas por las poblaciones cercanas.

De este a oeste, el patrón general de distribución de los ecosistemas en la cuenca, es el siguiente:

- Duna costera
- Manglar
- Tular
- Cuerpos de agua
- Selva baja subcadufofia
- Selva mediana subperennifolia

Figura 6. 1. Tipos de vegetación de la cuenca donde se ubica el Proyecto.



De acuerdo a la cartografía de uso del suelo y vegetación de la INEGI serie VI, y las observaciones realizadas, la vegetación que cubre prácticamente todo la cuenca y en específico la subcuenca “d” donde se ubica el Proyecto y que será afectada corresponde a una sucesión secundaria arbórea derivada de la selva mediana subperennifolia (es decir selva mediana subperennifolia / vegetación secundaria arbórea) y que fue seriamente modificada por diferentes actividades entre ellas la agropecuaria a través de los años. Mismas que fueron abandonadas hace muchos años, por lo que desde entonces ha prosperado una asociación selvática. No obstante, esta misma ha sido objeto de modificaciones de carácter natural debido a los efectos de los distintos fenómenos atmosféricos de tipo extraordinario que se han manifestado en la región. De esta manera, se considera que este ecosistema en si corresponde a una fase o etapa de sucesión avanzada de recuperación de una vegetación de características más alta y con elementos de tipo corpulento que por ahora se encuentran ausentes.

De acuerdo con los estudios realizados dentro de las áreas que se proponen para la ejecución del cambio de uso de suelo, así como de la información obtenida en los muestreos y análisis de biodiversidad realizados a nivel de cuenta (unidad de análisis) y en el mismo tipo de vegetación que se verá afectado con la ejecución del Proyecto por el cambio de uso de suelo (selva mediana subperennifolia / vegetación secundaria arbórea), así como a la información presentada en el presente DTU-BR, para el aspecto de índices de diversidad, similitud y valor de importancia a nivel especie, se realiza el siguiente análisis comparativo.

6.2.1.1.1. *Diversidad*

Se considera que una comunidad es más compleja mientras mayor sea el número de especies que la compongan (más vías de flujo de energía en la cadena trófica) y mientras menos dominancia presenten una o pocas especies con respecto a las demás (Franco, 1998).

El índice de diversidad es un parámetro estadístico derivado de la riqueza de especies y abundancia de los individuos presentes en el ecosistema (Gaines, et al, 1999)¹.

Índice de Shannon (H')

Este índice se basa en el supuesto de que los individuos provienen de un muestreo aleatorio efectuado en una población infinitamente grande, además de que todas las especies presentes se encuentran representadas en la muestra (Pielou, 1975)². El valor del índice de diversidad de Shannon según Margalef oscila entre el 1 y 4.5 y solo de manera extraordinaria llega a un valor de 4.5.

La expresión para calcular el índice de Shannon es la siguiente:

$$H' = - \sum_{i=1}^s P_i * \log_2 P_i$$

¹ Gaines, L., Harrod, J., Eehmkuhl, F. 1999. Monitoring biodiversity: quantification and interpretation. Gen. Tech. Rep. PNW-GTR-443. Portland, OR: USDA, FS, Pacific Northwest Research Station.

² Pielou, C. 1975. Ecological diversity. John Wiley, New York.

Dónde:

H' = índice de diversidad

s = número de especies presentes

P_i = proporción de especies

\log_2 = la fórmula utiliza el logaritmo base 2

n_i = número de individuos de la especie i

N = Número total de individuos

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 (Magurran, 1988)³.

La expresión utilizada para calcular el Índice de Pielou es la siguiente:

$$J' = \frac{H'}{H'_{max}} \qquad H'_{max} = \ln S$$

Dónde:

H' = índice de diversidad de Shannon

S = número de especies presente en la comunidad

- **Análisis**

Tabla 6. 1. Comparativos de índice de diversidad entre la unidad de análisis (cuenca) y el área de cambio de uso de suelo en selva mediana subperennifolia / vegetación secundaria arbórea.

Unidad de análisis (cuenca)				
Tipo de vegetación	No. de especies	Índice de Shannon	Diversidad máxima H max	Equidad de Pielou
Arbórea	52	4.72	5.70	0.829
Arbustivas	11	3.03	3.45	0.878
Herbáceas	9	2.98	3.17	0.941
Área de cambio de uso de suelo				
Tipo de vegetación	No. de especies	Índice de Shannon	Diversidad máxima H max	Equidad de Pielou
Arbórea	36	4.38	5.17	0.849
Arbustivas	6	2.34	2.58	0.906
Herbáceas	8	2.43	3.00	0.811

Nota: Pueden presentarse diferencias en decimales por el uso de diferentes programas computacionales.

De los análisis realizados a la vegetación de selva mediana subperennifolia / vegetación secundaria arbórea para la unidad de análisis de la cuenca hidrológica forestal y SAR (UAC) y al área de cambio de uso de suelo del Proyecto (ACUSTF), se puede apreciar que existen diferencias en cuanto a la riqueza específica que presenta cada una, para los estratos arbóreo y arbustivo, siendo similares únicamente para el estrato herbáceo.

³ Magurran, A. 1988. Ecological diversity and its measurement. Princeton University Press. New Jersey.

Respecto al índice de Shannon, que mide la diversidad del ecosistema (H'), se puede observar que ésta es mayor para los tres estratos del UAC (arbóreo, arbustivo y herbáceo), al presentar valores de 4.72, 3.03 y 2.98, contra 4.38, 2.34 y 2.43 que registra el ACUSTF; por otra parte de acuerdo a los resultados obtenidos, valores bajos de biodiversidad pueden ser observados en el estrato arbustivo y herbáceo del ACUSTF, al encontrarse valores de entre 2.34 y 2.43; valores normales de biodiversidad pueden ser observados para el estrato herbáceo de la UAC, al encontrarse el valor en 2.98, mientras que el estrato arbóreo para ambas áreas de análisis y el estrato arbustivo para la UAC, muestran valores altos de diversidad al encontrarse entre 3.03 y 4.72.

De igual manera, la diversidad máxima (H_{max}) que se alcanza cuando todas las especies están igualmente presentes en el ecosistema, como se aprecia en la Tabla 6. 1, en los estratos arbóreo y herbáceo tanto de la UAC como del ACUSTF la diversidad máxima es muy similar, no así para el estrato arbustivo, donde en la UAC la diversidad máxima es mayor que en el ACUSTF.

Referente al índice de Pielou que mide la proporción de la diversidad observada en relación a la máxima diversidad esperada, el cual tiene valores de 0 a 1, y en donde 1 corresponde a situaciones donde todas las especies son igualmente abundantes; se puede observar en los resultados que en el área de ACUSTF para los estratos arbóreo y arbustivo las especies son mayormente abundantes que en los mismos estratos de la UAC, caso contrario para el estrato herbáceo de la UAC que presenta mayor abundancia de especies que dicho estrato del área de ACUSTF.

6.2.1.1.2. Similitud

El grado de recambio de especies (diversidad beta), ha sido evaluado principalmente teniendo en cuenta proporciones o diferencias. Las proporciones pueden evaluarse con ayuda de índices, así como de coeficientes que nos indican qué tan similares/disímiles son dos comunidades o muestras.

Los métodos para cuantificar la diversidad beta se pueden dividir en dos clases: de similitud-disimilitud y los de recambio/reemplazo de especies. El análisis de similitud mediante el Índice de Sorensen relaciona el número de especies compartidas con la media aritmética de las especies en ambos sitios (Villareal, et al., 2006)⁴.

La expresión para calcular el índice de Sorensen es la siguiente:

$$QS = \frac{2C}{A + B}$$

Donde:

- A: Número de especies en el sitio A
- B: Número de especies en el sitio B
- C: Número de especies compartidas por las dos muestras

⁴ Villareal H., M. Álvarez, S. Córdoba, F. Escobar, G. Fagua, F. Gast, H. Mendoza, M. Ospina y A.M. Umaña. Segunda edición. 2006. Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad. Programa de Inventarios de Biodiversidad. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, Colombia.

- **Análisis**

El análisis de similitud de Sorensen nos indica que las comunidades vegetales de la UAC y del ACUSTF donde se pretende desarrollar el proyecto “Corazón Ciudad Mayakoba”, presentan una similitud del 72.13%, lo que indica que entre ambas áreas de análisis se cuenta con una mediana a alta similitud, compartiéndose un total de 44 especies que representa el 55% del total de las especies registradas para ambos sitios (80 especies). En la siguiente Tabla 6. 2 se presenta las especies registradas en el ACUSTF que no fueron registradas en la UAC.

Tabla 6. 2. Especies existentes en el ACUSTF que no fueron registradas en la UAC.

Estrato	Nombre común	Nombre científico
Árbóreas	Sac-chaca	<i>Dendropanax arboreus</i>
	Higo	<i>Ficus obtusifolia</i>
	Higuillo	<i>Ficus padifolia</i>
	Guayacte	<i>Malpighia lundelli</i>
Arbustivas	Flor de mayo	<i>Plumeria rubra</i>
Herbáceas	Cicotria	<i>Psychotria nervosa</i>
	Scleria	<i>Scleria lithrosperma</i>
	Serjania	<i>Serjania yucatanensis</i>

Con la finalidad de prevenir y mitigar los impactos sobre estas especies de la flora que solo se registraron en el ACUSTF, y evitar poner en riesgo su persistencia en el ecosistema, como medidas de mitigación específicas y tomando en cuenta la fenología de dichas especies se propone:

- Para el caso de las especies del estrato arbóreo, arbustivo y herbáceo, se realizará la recolección de semilla y se dispersará en áreas adyacente a su zona de distribución en la UAC y en las áreas del Proyecto que no se sometan al cambio de uso del suelo, además de realizar el rescate y reubicación de las especies arbóreas y arbustivas susceptibles de ser rescatadas (especialmente las enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010), para permitir su restablecimiento en los sitios de reubicación, como se propone en el Subprograma de Conservación de Especies (ver Capítulo 7), con lo que se mantendrá la composición y estructura de las especies que registra el Proyecto.
- Por otra parte, el Subprograma de Conservación de Especies también propone el rescate y reubicación, en las áreas del Proyecto que se someten a cambio de uso de suelo, de las especies que por sus atributos poseen alto valor paisajístico; en el Capítulo 7 puede ser consultada la lista que integra estas especies.

Asimismo, es preciso señalar que la distribución de las especies que únicamente se registran en el ACUSTF, presentan una amplia distribución, misma que abarca varios estados de la República Mexicana, esto de acuerdo con la literatura consultada, por lo que no se pondrá en riesgo ni se comprometerá la diversidad local o del UAC donde se localiza el Proyecto (Tabla 6. 3).

Tabla 6. 3. Distribución de las especies existentes en el ACUSTF que no fueron registradas en la UAC. Fuente: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad.

Estrato	Nombre común	Nombre científico	Distribución	Enlace
Arbóreas	Sac-chaca	<i>Dendropanax arboreus</i>	Campeche, Coahuila, Colima, Chiapas, Chihuahua, Cd. de México, Durango, Guanajuato, Guerrero, Hidalgo, Jalisco, Michoacán, Nayarit, Oaxaca, Puebla, Querétaro, Quintana Roo, San Luis Potosí, Sinaloa, Tabasco, Tamaulipas, Veracruz, Yucatán	https://enciclovida.mx/especies/162887-dendropanax-arboreus
	Higo	<i>Ficus obtusifolia</i>	Campeche, Colima, Chiapas, Guerrero, Hidalgo, Jalisco, Michoacán, Morelos, Nayarit, Oaxaca, Puebla, Querétaro, Quintana Roo, San Luis Potosí, Sinaloa, Tabasco, Tamaulipas, Veracruz, Yucatán	https://enciclovida.mx/especies/165715-ficus-obtusifolia
	Higuillo	<i>Ficus padifolia</i>	Campeche, Colima, Chiapas, Chihuahua, Durango, Guanajuato, Guerrero, Hidalgo, Jalisco, Michoacán, Morelos, Nayarit, Oaxaca, Puebla, Querétaro, Quintana Roo, San Luis Potosí, Sinaloa, Sonora, Tabasco, Tamaulipas, Veracruz, Yucatán, Zacatecas	https://enciclovida.mx/especies/193454-ficus-padifolia
	Guayache	<i>Malpighia lundellii</i>	Campeche, Quintana Roo, Tabasco, Tamaulipas, Veracruz, Yucatán	https://enciclovida.mx/especies/193772-malpighia-lundellii
Arbustivas	Flor de mayo	<i>Plumeria rubra</i>	Aguascalientes, Baja California, Baja California Sur, Campeche, Coahuila, Colima, Chiapas, Chihuahua, Cd. de México, Durango, Guanajuato, Guerrero, Hidalgo, Jalisco, Michoacán, Morelos, Nayarit, Nuevo León, Oaxaca, Puebla, Querétaro, Quintana Roo, San Luis Potosí, Sinaloa, Sonora, Tabasco, Tamaulipas, Veracruz, Yucatán, Zacatecas	https://enciclovida.mx/especies/162662-plumeria-rubra
Herbáceas	Cicotria	<i>Psychotria nervosa</i>	Campeche, Chiapas, Guanajuato, Oaxaca, Querétaro, Quintana Roo, San Luis Potosí, Tabasco, Veracruz, Yucatán	https://enciclovida.mx/especies/167223-psychotria-nervosa
	Scleria	<i>Scleria lithosperma</i>	Campeche, Colima, Chiapas, Guerrero, Michoacán, Oaxaca, Querétaro, Quintana Roo, San Luis Potosí, Tabasco, Veracruz, Yucatán	https://enciclovida.mx/especies/189716-scleria-lithosperma
	Serjania	<i>Serjania yucatanensis</i>	Campeche, Chiapas, Quintana Roo, Yucatán	https://enciclovida.mx/especies/167438-serjania-yucatanensis

6.2.1.1.3. Índice de Valor de Importancia

El Índice de Valor de Importancia (IVI), es un parámetro que mide el valor de las especies con base a tres parámetros principales: cobertura, densidad y frecuencia. Este índice es la suma de estos tres parámetros. Este valor revela la importancia ecológica relativa de cada especie en una comunidad vegetal (Castro, 2013)⁵.

La expresión utilizada para calcular el índice de Valor de Importancia es la siguiente:

$$IVI = (\text{cobertura relativa} + \text{densidad relativa} + \text{frecuencia relativa})$$

Donde:

IVI = Índice de Valor de Importancia

Densidad relativa = número de individuos por especie / total de individuos de la especie * 100

Frecuencia relativa = número de veces que se encontró una especie en el muestreo / total de veces que se encontraron las especies en el muestreo * 100

Cobertura relativa = área de cada especie / área total de especies * 100

- **Análisis**

De acuerdo con la selva mediana subperennifolia / vegetación secundaria arbórea que se localiza en el ACUSTF y en la UAC, así como en sus diferentes estratos, la información que se obtuvo de los análisis realizados para diversidad e Índices de Valor de Importancia (IVI) por especie se presenta en la siguiente Tabla 6. 4, Tabla 6. 5 y Tabla 6. 6 y, Figura 6. 2, Figura 6. 3 y Figura 6. 4.

Tabla 6. 4. Cuadro comparativo del IVI entre la UAC y la ACUSTF en el estrato arbóreo de la selva mediana subperennifolia / vegetación secundaria arbórea.

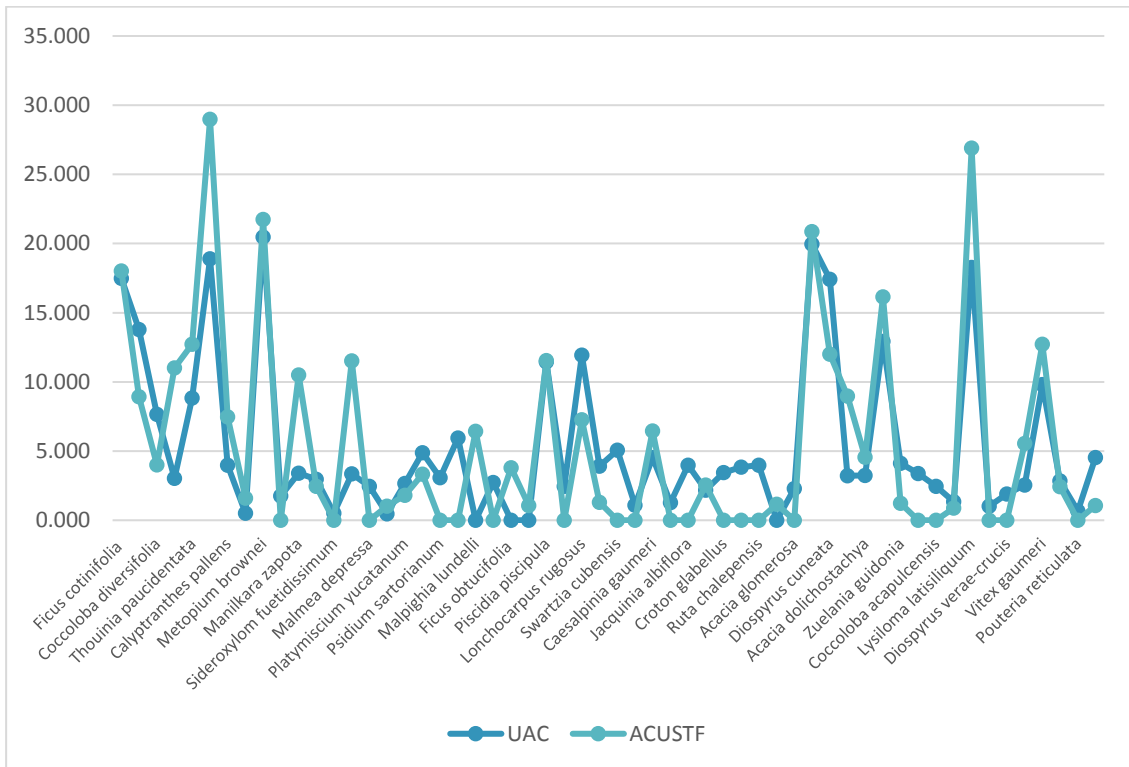
Número	Estrato arbóreo			
	Nombre común	Nombre científico	IVI	
			UAC	ACUSTF
1	Alamo	<i>Ficus cotinifolia</i>	17.489	18.012
2	Boichic	<i>Coccoloba spicata</i>	13.789	8.934
3	Bolchiche	<i>Coccoloba diversifolia</i>	7.669	3.999
4	Bojom	<i>Cordia gerascantus</i>	3.040	11.022
5	Canchunup	<i>Thouinia paucidentata</i>	8.845	12.733
6	Chaca	<i>Bursera simaruba</i>	18.891	28.978
7	Chacni	<i>Calyptanthes pallens</i>	3.989	7.471
8	Chacte viga	<i>Caesalpinia violacea</i>	0.506	1.590
9	Chechen negro	<i>Metopium brownei</i>	20.459	21.750
10	Chechen blanco	<i>Sebastiania adenophora</i>	1.752	0.000
11	Chicozapote	<i>Manilkara zapota</i>	3.405	10.496
12	Ciricote	<i>Cordia dodecandra</i>	2.971	2.454
13	Caracolillo	<i>Sideroxylom fuetidissimum</i>	0.506	0.000
14	Cocoite blanco	<i>Gliricidia sepium</i>	3.347	11.526
15	Elemuy	<i>Malmea depressa</i>	2.457	0.000
16	Ekulub	<i>Drypetes lateriflora</i>	0.473	1.010
17	Granadillo	<i>Platymiscium yucatanum</i>	2.671	1.797
18	Guaya	<i>Melicoccus oliviformis</i>	4.891	3.325
19	Guayabillo	<i>Psidium sartorianum</i>	3.073	0.000

⁵ Castro, M. (2013). Registro de la Riqueza Herbácea y Arbustiva en el Bosque de *Abies religiosa* de la Zona de Amortiguamiento del Parque Nacional Izta-Popo y el Parque Nacional Zoquiapan. Facultad de Estudios Superiores Zaragoza. Laboratorio de Contaminación Atmosférica. Universidad Nacional Autónoma de México.

Número	Estrato arbóreo			
	Nombre común	Nombre científico	IVI	
			UAC	ACUSTF
20	Guayancox	<i>Exothea diphylla</i>	5.938	0.000
21	Guayacte	<i>Malpighia lundellii</i>	0.000	6.440
22	Higo	<i>Ficus maxima</i>	2.722	0.000
23	Higo	<i>Ficus obtusifolia</i>	0.000	3.797
24	Higuillo	<i>Ficus padifolia</i>	0.000	1.056
25	Jabin	<i>Piscidia piscipula</i>	11.462	11.554
26	Jobillo	<i>Astronium graveolens</i>	2.462	0.000
27	Kanazin	<i>Lonchocarpus rugosus</i>	11.937	7.258
28	Kaniste	<i>Pouteria campechiana</i>	3.902	1.294
29	Katalox	<i>Swartzia cubensis</i>	5.063	0.000
30	Katzin	<i>Acacia riparia</i>	1.092	0.000
31	Kitanche	<i>Caesalpinia gaumeri</i>	4.543	6.458
32	Maculis amarillo	<i>Tabebuia chrysantha</i>	1.272	0.000
33	Naranja che	<i>Jacquinia albiflora</i>	3.989	0.000
34	Palo sol	<i>Blomia cupanioides</i>	2.186	2.555
35	Perescutz	<i>Croton glabellus</i>	3.445	0.000
36	Roble	<i>Ehretia tinifolia</i>	3.852	0.000
37	Ruda	<i>Ruta chalepensis</i>	3.989	0.000
38	Sac-chaca	<i>Dendropanax arboreus</i>	0.000	1.165
39	Sak pich	<i>Acacia glomerosa</i>	2.289	0.000
40	Shuul blanco	<i>Lonchocarpus xuul</i>	19.970	20.864
41	Silil	<i>Diospyrus cuneata</i>	17.423	12.013
42	Sipche	<i>Bunchosia swartziana</i>	3.213	8.968
43	Subinche	<i>Acacia dolichostachya</i>	3.231	4.555
44	Tadzi	<i>Neea psychotrioides</i>	12.921	16.145
45	Tamay	<i>Zuelania guidonia</i>	4.112	1.227
46	Tastab	<i>Guettarda combsii</i>	3.383	0.000
47	Tojyub	<i>Coccoloba acapulcensis</i>	2.449	0.000
48	Tres marias	<i>Forchammeria trifoliata</i>	1.350	0.871
49	Tzalam	<i>Lysiloma latisiliquum</i>	18.269	26.907
50	Takinche	<i>Caesalpinia yucatanensis</i>	1.026	0.000
51	Uchucho	<i>Diospyrus verae-crucis</i>	1.891	0.000
52	Uvasche	<i>Ottoschulzia pallida</i>	2.536	5.559
53	Ya'axnik	<i>Vitex gaumeri</i>	9.797	12.719
54	Yaiti	<i>Gymnanthes lucida</i>	2.848	2.441
55	Zapotillo	<i>Pouteria reticulata</i>	0.677	0.000
56	Zapote faisán	<i>Dipholis salicifolia</i>	4.541	1.056
Total			300.000	300.000

Nota: Pueden presentarse diferencias en decimales por el uso de diferentes programas computacionales.

Figura 6. 2. Comparativa del comportamiento del IVI en el estrato arbóreo, UAC vs ACUSTF.



Como se aprecia en el comparativo del estrato arbóreo, con relación a los valores del IVI, que nos indica la importancia ecológica de cada especie y mide el valor de las especies, para este estrato las especies que tienen mayor importancia en la UAC y el ACUSTF son *Bursera simaruba*, *Lysiloma latisiliquum*, *Metopium brownei* y *Lonchocarpus xuul*, al presentar los valores más altos del IVI.

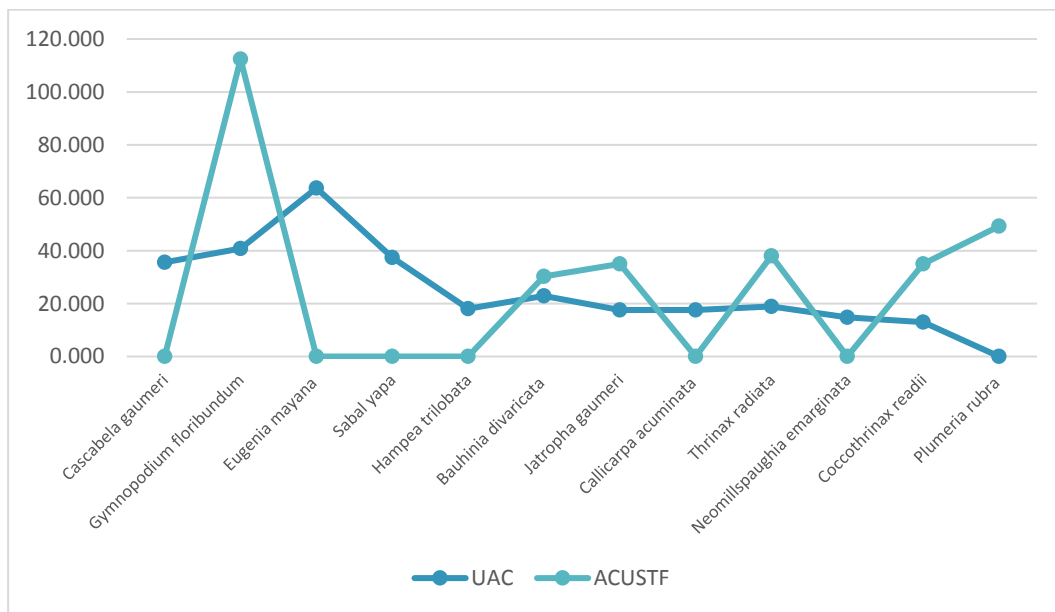
Por otra parte, se puede observar que la mayoría de las especies registradas en el ACUSTF, se encuentran representadas en la UAC; respecto a las especies *Dendropanax arboreus*, *Ficus obtusifolia*, *Ficus padifolia* y *Malpighia lundellii*, como ya fue mencionado en el punto 6.2.1.1.2. Similitud, se tomarán las medidas de mitigación pertinentes dentro del presente estudio, como lo es el Subprograma de Conservación de Especies, con lo cual se garantiza que estas especies que serán afectadas con el cambio de uso de suelo no se pongan en riesgo, ni se comprometa su permanencia; entre las acciones que contempla el subprograma, además del rescate y reubicación de la vegetación, se encuentra la recolección y esparcimiento de semillas, en áreas del Proyecto que no se sometan al cambio de uso del suelo y en áreas de la UAC adyacentes a su zona de distribución; además es de considerar que estas especies tienen una amplia distribución, de acuerdo a literatura consultada, detalle que puede ser verificado en la Tabla 6. 3.

Tabla 6. 5. Cuadro comparativo del IVI entre la UAC y la ACUSTF en el estrato arbustivo de la selva mediana subperennifolia / vegetación secundaria arbórea.

Número	Estrato arbustivo			
	Nombre común	Nombre científico	IVI	
			UAC	ACUSTF
1	Akitz	<i>Cascabela gaumeri</i>	35.586	0.000
2	Dzidzilche	<i>Gymnopodium floribundum</i>	40.792	112.385
3	Eugenia	<i>Eugenia mayana</i>	63.650	0.000
4	Guano blanco	<i>Sabal yapa</i>	37.471	0.000
5	Majagua blanca	<i>Hampea trilobata</i>	18.040	0.000
6	Pata de vaca	<i>Bauhinia divaricata</i>	22.879	30.318
7	Pomolche	<i>Jatropha gaumeri</i>	17.521	35.043
8	Xpukin	<i>Callicarpa acuminata</i>	17.529	0.000
9	Chit	<i>Thrinax radiata</i>	18.847	37.995
10	Sakitsa	<i>Neomillspaughia emarginata</i>	14.740	0.000
11	Nakas	<i>Coccothrinax readii</i>	12.945	35.043
12	Flor de mayo	<i>Plumeria rubra</i>	0.000	49.216
Total			300.000	300.000

Nota: Pueden presentarse diferencias en decimales por el uso de diferentes programas computacionales.

Figura 6. 3. Comparativa del comportamiento del IVI en el estrato arbustivo, UAC vs ACUSTF.



Como se aprecia en el comparativo del estrato arbustivo con relación a los valores del IVI, que nos indica la importancia ecológica de cada especie y mide el valor de las especies, para este estrato las especies que tienen mayor importancia en la UAC y el ACUSTF son *Gymnopodium floribundum*, *Thrinax radiata*, *Plumeria rubra*, *Eugenia mayana*, y *Sabal yapa*, al presentar los valores más altos del IVI.

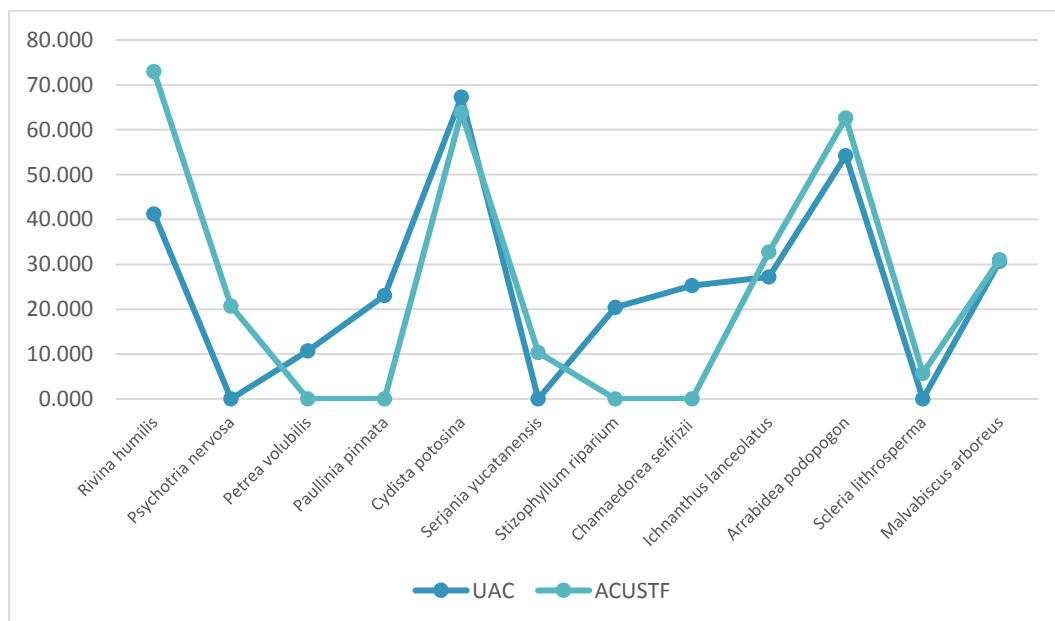
Por otra parte, se puede observar que la mayoría de las especies registradas en el ACUSTF, se encuentran representadas en la UAC; respecto a la especie *Plumeria rubra*, como ya fue mencionado en el punto 6.2.1.1.2. Similitud, se tomarán las medidas de mitigación pertinentes dentro del presente estudio, como lo es el Subprograma de Conservación de Especies, con lo cual se garantiza que esta especie que será afectadas con el cambio de uso de suelo no se ponga en riesgo, ni se comprometa su permanencia; entre las acciones que contempla el subprograma, además del rescate y reubicación de vegetación, se encuentra la recolección y esparcimiento de semillas, en áreas del Proyecto que no se sometan al cambio de uso del suelo y en áreas de la UAC adyacentes a su zona de distribución; también es de considerar que esta especie tienen una amplia distribución, de acuerdo a literatura consultada, detalle que puede ser verificado en la Tabla 6. 3.

Tabla 6. 6. Cuadro comparativo del IVI entre la UAC y la ACUSTF en el estrato herbáceo de la selva mediana subperennifolia / vegetación secundaria arbórea.

Número	Nombre común	Estrato herbáceo		
		Nombre científico	UAC	ACUSTF
1	Chilar	<i>Rivina humilis</i>	41.246	72.966
2	Cicotria	<i>Psychotria nervosa</i>	0.000	20.702
3	Bejuco de caballo	<i>Petrea volubilis</i>	10.677	0.000
4	Paulinia	<i>Paullinia pinnata</i>	23.037	0.000
5	Sac ak	<i>Cydista potosina</i>	67.269	63.875
6	Serjania	<i>Serjania yucatanensis</i>	0.000	10.351
7	Stizophyllum	<i>Stizophyllum riparium</i>	20.415	0.000
8	Xiat	<i>Chamaedorea seifrizii</i>	25.234	0.000
9	Xnantus	<i>Ichnanthus lanceolatus</i>	27.220	32.731
10	Yax ak	<i>Arrabidea podopogon</i>	54.191	62.615
11	Scleria	<i>Scleria lithrosperma</i>	0.000	5.709
12	Tulipancillo	<i>Malvabiscus arboreus</i>	30.710	31.052
Total			300.000	300.000

Nota: Pueden presentarse diferencias en decimales por el uso de diferentes programas computacionales.

Figura 6. 4. Comparativa del comportamiento del IVI en el estrato herbáceo, UAC vs ACUSTF.



Como se aprecia en el comparativo del estrato herbáceo con relación a los valores del IVI, que nos indica la importancia ecológica de cada especie y mide el valor de las especies, para este estrato las especies que tienen mayor importancia en la UAC y el ACUSTF son *Rivina humilis*, *Cydista potosina* y *Arrabidea podogon*, al presentar los valores más altos del IVI.

Por otra parte, se puede observar que la mayoría de las especies registradas en el ACUSTF, se encuentran representadas en la UAC; respecto a las especies *Psychotria nervosa*, *Scleria lithosperma* y *Serjania yucatanensis*, como ya fue mencionado en el punto 6.2.1.1.2. Similitud, se tomarán las medidas de mitigación pertinentes dentro del presente estudio, como lo es el Subprograma de Conservación de Especies, con lo cual se garantiza que estas especies que serán afectadas con el cambio de uso de suelo no se pongan en riesgo, ni se comprometa su permanencia; entre las acciones que contempla el subprograma, además del rescate y reubicación de vegetación, se encuentra la recolección y esparcimiento de semillas, en áreas del Proyecto que no se sometan al cambio de uso del suelo y en áreas de la UAC adyacentes a su zona de distribución; además es de considerar que estas especies tienen una amplia distribución, de acuerdo a literatura consultada, detalle que puede ser verificado en la Tabla 6. 3.

6.2.1.1.4. Medidas a Aplicar para la Vegetación

Como ya se ha mencionado con anterioridad, el Proyecto considera la implementación de diversas medidas de mitigación para los impactos que se prevé sean generados a la flora, con el objetivo de contribuir al restablecimiento de factores funcionales en el ecosistema, entre las cuales se encuentran:

- La reforestación en las áreas que no se someten al cambio de uso de suelo dentro del Proyecto.
- Se promoverá la reforestación con plantas nativas producto del rescate en las áreas verdes del Proyecto.
- El rescate de especies de flora, esta actividad se realizará en las 7.98 ha que contempla el cambio de uso de suelo forestal, esta acción se realizará previo a realizar la remoción de vegetación y con especial énfasis en las especies consideradas como protegidas por la NOM-059-SEMARNAT-2010 y especies que presentan alto valor ecológico y paisajístico, dicha reubicación se llevará a cabo en áreas de la UAC adyacentes a la ACUSTF o bien en áreas del Proyecto que no se sometan a la autorización de cambio de uso de suelo en terrenos forestales.
- La recolección y esparcimiento de semillas de las especies que únicamente se registraron en el ACUSTF, en áreas del Proyecto que no se sometan al cambio de uso del suelo y en áreas de la UAC adyacentes a su zona de distribución.
- Previo al inicio de las labores y como parte del Subprograma de Educación Ambiental, difundirá el reglamento ambiental que tendrá como objetivo informar sobre las limitaciones y/o prohibiciones en cuanto a las prácticas ambientales que podrán realizarse en el área del Proyecto. De igual manera la Promovente llevará a cabo pláticas dirigidas a los trabajadores para difundir las obligaciones ambientales contraídas por la Promovente, para el desarrollo del Proyecto, así como para fomentar y fortalecer el cuidado de la flora y fauna del lugar y buenas prácticas ambientales.

- Se delimitarán físicamente las áreas de aprovechamiento, con el fin de evitar afectaciones e invasiones que puedan disminuir la superficie de conservación o dañar a la vegetación presente en ella.
- Para el personal que labore para el Proyecto quedará prohibido realizar cualquier tipo de aprovechamiento de la flora que pudiesen encontrarse/observar en el momento de realizar sus labores.
- Se instalará letreros alusivos a prohibir el uso del fuego dentro del área del Proyecto, (señalamientos restrictivos, preventivos e informativos sobre la flora).
- La remoción de la vegetación con el cambio de uso de suelo, se realizará empleando técnicas y equipo que ayude a evitar daños a la vegetación residual aledaña al área de cambio de uso de suelo.
- Los movimientos de maquinaria se realizarán solamente sobre el área del proyecto que se somete al cambio de uso del suelo forestal.

6.2.1.1.5. Conclusión

De acuerdo con los resultados obtenidos de los análisis presentados, podemos observar que la diversidad en ambas áreas de análisis es equivalente, registrándose ligeramente más alta para la UAC, tanto a nivel general, como en la mayoría de los estratos, y determinándose que en ambas áreas existe una diversidad considerada como de mediana a alta.

En cuanto a la riqueza específica, se observa que ésta es mayor para la UAC, al registrar la presencia de 72 especies, en comparación con el ACUSTF, que contó con el registro de 50 especies. Es importante mencionar que ambos predios cuentan con el registro de un gran número de especies leguminosas, lo que significa que se encuentran en un proceso avanzado de sucesión.

Realizando la comparación de las especies que se encuentran en las dos áreas de análisis se observa que éstas comparten una similitud del 72.13%, lo que indica que la mayoría de las especies que se encuentran en el área propuesta para llevar a cabo el cambio de uso de suelo forestal, también están representadas en la UAC, y respecto a aquellas especies registradas únicamente en el ACUSTF, se aplicarán las medidas de mitigación necesarias, al momento de la ejecución del Proyecto. Esto es importante debido a que podemos asegurar que las especies que se verán afectadas con el cambio de uso del suelo en terrenos forestales, en sus diferentes estratos no se pondrán en riesgo, ni se comprometerá su biodiversidad.

Por lo señalado anteriormente, en este apartado, podemos demostrar que con la ejecución del cambio de uso de suelo en terrenos forestales en una superficie de 7.98 ha, no se compromete la flora, y por lo tanto no se compromete la biodiversidad, como se señala en el artículo 93 de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable en vigor.

6.2.1.2. Fauna

De acuerdo con los registros obtenidos en el trabajo de campo con los muestreos y los análisis realizados respecto al índice de diversidad y similitud, se realiza el siguiente análisis comparativo para la UAC y el ACUSTF, por grupo faunístico.

6.2.1.2.1. Aves

De acuerdo a la riqueza de especies, se registraron un total de 38 especies y 171 individuos, para la UAC y 11 especies con 69 individuos para la ACUSTF. Conforme a la abundancia relativa, se tiene que para la UAC las especies con más alto valor son *Hirundo rustica*, *Amazona albifrons* y *Coragyps atratus*, en tanto que para el ACUSTF son *Quiscalus mexicanus*, *Cyanocorax yucatanicus* y *Mimus gilvus* (Tabla 6. 7). La única especie enlistada en la NOM-059-SEMARNAT-2010 corresponde a *Eupsittula nana*⁶, con la categoría de sujeta a protección especial.

Tabla 6. 7. Comparativa de las especies de aves presentes en la UAC y el ACUSTF, registros y abundancia relativa.

Número	Nombre científico	Nombre común	Presencia/ausencia		Registros		Abundancia relativa	
			UAC	ACUSTF	UAC	ACUSTF	UAC	ACUSTF
1	<i>Coragyps atratus</i>	Zopilote	X	-----	11	0	6.4330	0.0000
2	<i>Cathartes aura</i>	Aura	X	-----	8	0	4.6780	0.0000
3	<i>Rupornis magnirostris</i>	Aguilla Caminera	X	-----	1	0	0.5850	0.0000
4	<i>Ortalis vetula</i>	Chcachalaca	X	X	8	6	4.6780	8.6957
5	<i>Columbina passerina</i>	Tortolita	X	-----	3	0	1.7540	0.0000
6	<i>Patagioenas flavirostris</i>	Paloma Morada	X	-----	3	0	1.7540	0.0000
7	<i>Zenaida asiatica</i>	Paloma De Alas Blancas	X	X	5	3	2.9240	4.3478
8	<i>Amazona albifrons</i>	Perico Frente Blanca	X	-----	12	0	7.0180	0.0000
9	<i>Aratinga nana</i> ⁷	Perico Pecho Sucio	X	X	9	4	5.2630	5.7971
10	<i>Crotophaga sulcirostris</i>	Garrapatero	X	-----	7	0	4.0940	0.0000
11	<i>Piaya cayana</i>	Cucu	X	-----	2	0	1.1700	0.0000
12	<i>Chordeiles minor</i>	Chotacabra zumbón	X	-----	2	0	1.1700	0.0000
13	<i>Chlorostilbon canivetii</i>	Colibrí esmeralda	X	-----	5	0	2.9240	0.0000
14	<i>Trogon melanocephalus</i>	Trogon	X	-----	3	0	1.7540	0.0000
15	<i>T. melanocephalus</i>	Trogon	X	-----	1	0	0.5850	0.0000
16	<i>Eumomota supersiliosa</i>	Mot mot	X	-----	2	0	1.1700	0.0000
17	<i>Melanerpes aurifrons</i>	Carpintero frentiamarilla	X	X	4	1	2.3390	1.4493
18	<i>M. pygmaeus</i>	Carpintero enano	X	-----	5	0	2.9240	0.0000
19	<i>Piranga rubra</i>	Piranga roja	X	-----	2	0	1.1700	0.0000
20	<i>Parula americana</i>	Parula norteña	X	-----	2	0	1.1700	0.0000
21	<i>Vireo magister</i>	Vireo yucateco	X	-----	2	0	1.1700	0.0000
22	<i>Megarynchus pitangua</i>	Luis piquigrueso	X	X	5	2	2.9240	2.8986
23	<i>Myiozetetes similis</i>	Luis gregario	X	-----	3	0	1.7540	0.0000
24	<i>Pitangus sulphuratus</i>	Luis	X	X	3	7	1.7540	10.1449
25	<i>Tyrannus melancholicus</i>	Tirano	X	-----	5	0	2.9240	0.0000
26	<i>T. couchi</i>	Tirano silvador	X	-----	1	0	0.5850	5.7971
27	<i>Hirundo rustica</i>	Golondrina	X	-----	14	0	8.1870	0.0000
28	<i>Cyanocorax yucatanicus</i>	Chara azul	X	X	8	14	4.6780	20.2899
29	<i>Psilorhinus morio</i>	Pepe	X	-----	6	0	3.5090	0.0000
30	<i>Mimus gilvus</i>	Cenzontle tropical	X	X	5	7	2.9240	10.1449
31	<i>Pachyramphus aglaiae</i>	Cabezón degollado	X	-----	2	0	1.1700	0.0000
32	<i>Tytira semifasciata</i>	Titira puerquito	X	-----	1	0	0.5850	0.0000
33	<i>Dives dives</i>	Tordo cantor	X	-----	1	0	0.5850	0.0000
34	<i>Icterus auratus</i>	Bolsero yucateco	X	X	5	2	2.9240	2.8986

⁶ *Aratinga nana*.

⁷ *Eupsittula nana*.

Número	Nombre científico	Nombre común	Presencia/ausencia		Registros		Abundancia relativa	
			UAC	ACUSTF	UAC	ACUSTF	UAC	ACUSTF
35	<i>I. dominicensis</i>	Bolsero dominico	X	-----	3	0	1.7540	0.0000
36	<i>I. gularis</i>	Bolsero de Altamira	X	-----	4	0	2.3390	0.0000
37	<i>Quiscalus mexicanus</i>	Zanate	X	X	7	19	4.0940	27.5362
38	<i>Molothrus aeneus</i>	Tordo ojo rojo	X	-----	1	0	0.5850	0.0000
39	<i>Tyrannus couchi</i>	Tirano Salvador	-----	X	0	4	0.0000	0.0000
Total			38	11	171	69	100	100

Nota: Pueden presentarse diferencias en decimales por el uso de diferentes programas computacionales.

En cuanto al Índice de Shannon para el grupo de aves en la UAC se registra un valor de 4.906, siendo mayor que el registrado para el ACUSTF, la cual presenta un valor de 3.013. Así mismo la UAC registra una equidad de 0.935, mientras que en el ACUSTF es de 0.871. Finalmente, el Índice de Sorensen nos indica que la comunidad de aves entre la UAC y del ACUSTF, presentan una similitud del 40.81%, compartiendo un total de 10 especies (Tabla 6. 8). La especie registrada en el ACUSTF que no fue registrada en la UAC corresponden a *Tyrannus couchi*.

Tabla 6. 8. Comparativa de diversidad, equidad y similitud para las aves de la UAC respecto del ACUSTF.

	Índice de Shannon	Diversidad máxima H max	Equidad de Pielou	Índice de Sorensen
UAC	4.906	5.248	0.935	40.81%
ACUSTF	3.013	3.459	0.871	

Nota: Pueden presentarse diferencias en decimales por el uso de diferentes programas computacionales.

Con base en la información presentada se puede determinar que, para el grupo de las aves, la UAC es más diversa que el ACUSTF, presentando un valor más alto de acuerdo a la estimación realizada, sin embargo, para ambos sitios la diversidad puede considerarse como alta. Con relación a la equidad se puede observar que en general, para ambas áreas de análisis, todas las especies son igualmente abundantes.

En cuanto al Índice de Sorensen, el análisis nos indica que entre ambas áreas de análisis existe una baja similitud, y esto es atribuido a que existen 28 especies de fauna silvestre que solamente fueron registradas para el UAC. Cabe señalar que el 90% de las especies registradas en el ACUSTF, también pueden ser encontradas en la UAC. Así mismo es de considerarse que la distribución de la especie que únicamente se registra en el ACUSTF, presentan una distribución amplia, de acuerdo a la literatura consultada (Tabla 6. 9), por lo que no se pondrá en riesgo ni se comprometerá la diversidad local o de la UAC para el grupo de las aves. Aunado a lo anterior se debe considerar que las aves son especies de fácil desplazamiento, no obstante, el Proyecto considera entre sus medidas de prevención y mitigación de impactos, la implementación del Subprograma de Conservación de Especies, en el que se establecen diversas acciones para garantizar la protección de la fauna silvestre que habita en el área definida para el cambio de uso de suelo.

Tabla 6. 9. Distribución de la especie de ave existente en el ACUSTF que no fue registrada en la UAC. Fuente: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad.

Nombre común	Nombre científico	Distribución	Enlace
Tirano silbador	<i>Tyrannus couchi</i>	Campeche, Coahuila, Chiapas, Guanajuato, Hidalgo, Nuevo León, Oaxaca, Puebla, Quintana Roo, San Luis Potosí, Tabasco, Tamaulipas, Tlaxcala, Veracruz, Yucatán	https://enciclovida.mx/especies/36407-tyrannus-couchii

6.2.1.2.2. Mamíferos

De acuerdo con la riqueza de especies, se registraron un total de 13 especies y 31 individuos, para la UAC y 4 especies con 17 individuos para el ACUSTF. Conforme a la abundancia relativa, se tiene que tanto para la UAC como para el ACUSTF la especie con más alto valor es *Nasua narica* (Tabla 6. 10). Cabe señalar que ninguna especie se encuentra enlistada en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Tabla 6. 10. Comparativa de las especies de mamíferos presentes en la UAC y el ACUSTF, registros y abundancia relativa.

Número	Nombre científico	Nombre común	Presencia/ausencia		Registros		Abundancia relativa	
			UAC	ACUSTF	UAC	ACUSTF	UAC	ACUSTF
1	<i>Artibeus jamaicensis</i>	Murciélago frutero	X	-----	3	0	9.6770	0.0000
2	<i>A. intermedius</i>	Murciélago	X	-----	2	0	6.4520	0.0000
3	<i>Carollia sowelli</i>	Murciélago frutero de cola corta	X	-----	1	0	3.2260	0.0000
4	<i>Peropteryx macrotis</i>	Murciélago perro mayor	X	-----	1	0	3.2260	0.0000
5	<i>Didelphis virginiana</i>	Tlacuache común	X	-----	2	0	6.4520	0.0000
6	<i>D. marsupialis</i>	Tlacuache	X	X	2	2	6.4520	10.5263
7	<i>Peromyscus yucatanicus</i>	Ratón yucateco	X	-----	3	0	9.6770	0.0000
8	<i>Oryzomys couesi</i>	Rata arrocera	X	-----	2	0	6.4520	0.0000
9	<i>Dasyprocta punctata</i>	Cereque	X	-----	2	0	6.4520	0.0000
10	<i>Spilogale putorius</i>	Zorrillo manchado	X	-----	1	0	3.2260	0.0000
11	<i>Sciurus yucatanensis</i>	Ardilla yucateca	X	X	4	1	12.9030	10.5263
12	<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	Zorra gris	X	X	2	1	6.4520	10.5263
13	<i>Nasua narica</i>	Tejón, coati, pizote	X	X	6	13	19.3550	68.4211
Total			13	4	31	17	100	100

Nota: Pueden presentarse diferencias en decimales por el uso de diferentes programas computacionales.

En cuanto al Índice de Shannon para el grupo de mamíferos en la UAC se registra un valor de 3.502, siendo mayor que el registrado para el ACUSTF, el cual presenta un valor de 1.400. Así mismo la UAC registra una equidad de 0.946, mientras que en el ACUSTF es de 0.700. Finalmente, el Índice de Sorensen nos indica que la comunidad de mamíferos entre la UAC y del ACUSTF, presentan una similitud del 47.05%, compartiendo un total de 4 especies (Tabla 6. 11). Todas las especies registradas en el ACUSTF fueron registradas en la UAC.

Tabla 6. 11. Comparativa de diversidad, equidad y similitud para los mamíferos de la UAC respecto del ACUSTF.

	Índice de Shannon	Diversidad máxima H max	Equidad de Pielou	Índice de Sorensen
UAC	3.502	3.7	0.946	47.05%
ACUSTF	1.400	2.000	0.700	

Nota: Pueden presentarse diferencias en decimales por el uso de diferentes programas computacionales.

Con base en la información presentada se puede determinar que, para el grupo de los mamíferos, la UAC es más diversa que el ACUSTF, presentando la UAC una diversidad considerada como alta y el ACUSTF como baja. Con relación a la equidad se puede observar que en general, para ambas áreas de análisis, todas las especies son igualmente abundantes.

En cuanto al Índice de Sorensen, el análisis nos indica que entre ambas áreas de análisis existe una baja similitud, y esto es atribuido a que existen 9 especies de fauna silvestre que solamente fueron registradas para la UAC. Cabe señalar que el 100% de las especies registradas en el ACUSTF, también pueden ser encontradas en la UAC.

6.2.1.2.3. Reptiles

De acuerdo con la riqueza de especies, se registraron un total de 17 especies y 52 individuos, para la UAC y 3 especies con 6 individuos para el ACUSTF. Conforme a la abundancia relativa, se tiene que para la UAC la especie con más alto valor es *Ctenosaura similis* y, para el ACUSTF es *Basiliscus vittatus* (Tabla 6. 12). Las especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 corresponden con: *Ctenosaura similis*, *Leptophis mexicanus* y *Rhinoclemmys areolata* con la categoría de amenazadas y, *Kinosternon scorpioides* con la categoría de sujeta a protección especial, todas presentes en la UAC.

Tabla 6. 12. Comparativa de las especies de reptiles presentes en la UAC y el ACUSTF, registros y abundancia relativa.

Número	Nombre científico	Nombre común	Presencia/ausencia		Registros		Abundancia relativa	
			UAC	ACUSTF	UAC	ACUSTF	UAC	ACUSTF
1	<i>Rhinoclemmys areolata</i>	Tortuga mojina	X	-----	2	0	3.8460	0.0000
2	<i>Kinosternon scorpioides</i>	Pochitoque	X	-----	2	0	3.8460	0.0000
3	<i>Hemidactylus frenatus</i>	Cuija, besucona	X	-----	6	0	11.5380	0.0000
4	<i>Basiliscus vittatus</i>	Tolok	X	X	4	4	7.6920	66.6667
5	<i>Ctenosaura similis</i>	Iguana rallada, garrobo	X	-----	9	0	17.3080	0.0000
6	<i>Sceloporus chrysostictus</i>	Roño	X	-----	3	0	5.7690	0.0000
7	<i>Anolis sagrei</i>	Chipoyo	X	-----	2	0	3.8460	0.0000
8	<i>Anolis sericeus</i>	Chipoyo	X	-----	6	0	11.5380	0.0000
9	<i>Plestiodon sumichrasti</i>	Eslizón listado del sureste	X	-----	2	0	3.8460	0.0000
10	<i>Holcosus undulatus</i>	Ameiva arcoíris	X	-----	3	0	5.7690	0.0000
11	<i>Coniophanes schmidtii</i>	Culebra rayada yucateca	X	-----	1	0	1.9230	0.0000
12	<i>Leptophis mexicanus</i>	Ranera oliva	X	-----	5	0	9.6150	0.0000
13	<i>Oxybelis fulgidus</i>	Bejuquillo verde	X	X	1	1	1.9230	16.6667
14	<i>Masticophis mentovarius</i>	Culebra corredora	X	-----	1	0	1.9230	0.0000

Número	Nombre científico	Nombre común	Presencia/ausencia		Registros		Abundancia relativa	
			UAC	ACUSTF	UAC	ACUSTF	UAC	ACUSTF
15	<i>Mastigodryas melanolomus</i>	Culebra lagartijera común	X	-----	1	0	1.9230	0.0000
16	<i>Boa imperator</i>	Oxcan, boa	X	X	2	1	3.8460	16.6667
17	<i>Bothrops asper</i>	Nauyaca real	X	-----	2	0	3.8460	0.0000
Total			17	3	52	6	100	100

Nota: Pueden presentarse diferencias en decimales por el uso de diferentes programas computacionales.

En cuanto al Índice de Shannon para el grupo de reptiles en la UAC se registra un valor de 3.765, siendo mayor que el registrado para el ACUSTF, el cual presenta un valor de 1.252. Así mismo la UAC registra una equidad de 0.921, mientras que en el ACUSTF es de 0.789. Finalmente, el Índice de Sorensen nos indica que la comunidad de reptiles entre la UAC y del ACUSTF, presentan una similitud del 30.00%, compartiendo un total de 3 especies (Tabla 6. 13). Todas las especies registradas en el ACUSTF se encuentran presentes en la UAC.

Tabla 6. 13. Comparativa de diversidad, equidad y similitud para los reptiles de la UAC respecto del ACUSTF.

	Índice de Shannon	Diversidad máxima H max	Equidad de Pielou	Índice de Sorensen
UAC	3.765	4.087	0.921	30.00%
ACUSTF	1.252	1.585	0.789	

Nota: Pueden presentarse diferencias en decimales por el uso de diferentes programas computacionales.

Con base en la información presentada se puede determinar que, para el grupo de los reptiles, la UAC es más diversa que el ACUSTF, presentando la UAC una diversidad considerada como alta y el ACUSTF como baja. Con relación a la equidad se puede observar que, para la UAC, ésta se registra con un valor más alto que para el ACUSTF, 0.921 contra 0.789, lo cual indica que la UAC presenta una mayor equidad en la abundancia de especies.

En cuanto al Índice de Sorensen, el análisis nos indica que entre ambas áreas de análisis existe una baja similitud, y esto es atribuido a que existen 14 especies de fauna silvestre que solamente fueron registradas para la UAC. Cabe señalar que el 100% de las especies registradas en el ACUSTF, también pueden ser encontradas en la UAC.

6.2.1.2.4. Anfibios

De acuerdo con la riqueza de especies, se registraron un total de 6 especies y 16 individuos, para la UAC y 2 especies con 3 individuos para la ACUSTF. Conforme a la abundancia relativa, se tiene que la especie con más alto valor para la UAC es *Leptodactylus melanonotus* y, para el ACUSTF es *Smilisca baudinii* (Tabla 6. 14). Cabe señalar que ninguna especie se encuentra enlistada en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Tabla 6. 14. Comparativa de las especies de anfibios presentes en la UAC y el ACUSTF, registros y abundancia relativa.

Número	Nombre científico	Nombre común	Presencia/ausencia		Registros		Abundancia relativa	
			UAC	ACUSTF	UAC	ACUSTF	UAC	ACUSTF
1	<i>Smilisca baudinii</i>	Rana arborícola	X	X	3	2	18.7500	66.6667
2	<i>Trachycephalus venulosa</i>	Rana lechosa	X	-----	1	0	6.2500	0.0000
3	<i>Scinax staufferi</i>	Rana arborícola trompuda	X	-----	2	0	12.5000	0.0000
4	<i>Leptodactylus melanonotus</i>	Ranita de hojarasca	X	-----	7	0	43.7500	0.0000
5	<i>Rhinella marina</i>	Sapo marino	X	-----	1	0	6.2500	0.0000
6	<i>Incillius valliceps</i>	Sapo costero	X	-----	2	0	12.5000	0.0000
7	<i>Chanus marinus</i>	Sapo/much	-----	X	0	1	0.0000	33.3333
Total			6	2	16	3	100	100

Nota: Pueden presentarse diferencias en decimales por el uso de diferentes programas computacionales.

En cuanto al Índice de Shannon para el grupo de reptiles en la UAC se registra un valor de 2.225, siendo mayor que el registrado para el ACUSTF, el cual presenta un valor de 0.918. Así mismo la UAC registra una equidad de 0.861, mientras que en el ACUSTF es de 0.918. Finalmente, el Índice de Sorensen nos indica que la comunidad de anfibios entre la UAC y del ACUSTF, presentan una similitud del 25%, compartiendo un total de 1 especie (Tabla 6. 15). La especie registrada en el ACUSTF que no fue registrada en la UAC corresponden a *Chanus marinus*.

Tabla 6. 15. Comparativa de diversidad, equidad y similitud para los anfibios de la UAC respecto del ACUSTF.

	Índice de Shannon	Diversidad máxima H max	Equidad de Pielou	Índice de Sorensen
UAC	2.225	2.585	0.861	25.00%
ACUSTF	0.918	1.000	0.918	

Nota: Pueden presentarse diferencias en decimales por el uso de diferentes programas computacionales.

Con base en la información presentada se puede determinar que, para el grupo de los anfibios, la UAC es más diversa que el ACUSTF, presentando ambas una diversidad considerada como baja. Con relación a la equidad se puede observar que en general, para ambas áreas de análisis, todas las especies son igualmente abundantes.

En cuanto al Índice de Sorensen, el análisis nos indica que entre ambas áreas de análisis existe una baja similitud, y esto es atribuido a que existen 5 especies de fauna silvestre que solamente fueron registradas para la UAC. Es de considerarse que la distribución de la especie que únicamente se registra en el ACUSTF, presentan una distribución amplia, de acuerdo a la literatura consultada (Tabla 6. 16), por lo que no se pondrá en riesgo ni se comprometerá la diversidad local o de la UAC para el grupo de los anfibios. Aunado a lo anterior se debe considerar que el Proyecto contempla la conservación de 25% de su superficie, por lo que la especie afectada por el cambio de uso de suelo podrá desplazarse a esta área en donde encontrará refugio permanente o temporal, no obstante lo anterior, el Proyecto también considera entre sus medidas de prevención y mitigación de impactos, la implementación del Subprograma de Conservación de Especies, en el que se establecen diversas acciones para garantizar la protección de la fauna silvestre que habita en el área definida para el cambio de uso de suelo, con especial énfasis en las especies consideradas como de lento desplazamiento.

Tabla 6. 16. Distribución de la especie de anfibio existente en el ACUSTF que no fue registrada en la UAC.
Fuente: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad.

Nombre común	Nombre científico	Distribución	Enlace
Sapo/much	<i>Chanus marinus</i>	Campeche, Coahuila, Colima, Chiapas, Chihuahua, Durango, Guerrero, Hidalgo, Jalisco, Michoacán, Morelos, Nuevo León, Oaxaca, Querétaro de Arteaga, Quintana Roo, San Luis Potosí, Sinaloa, Sonora, Tabasco, Tamaulipas, Tlaxcala, Veracruz, Yucatán, Zacatecas	https://enciclovida.mx/especies/37560-rhinella-horribilis

6.2.1.2.5. Medidas a Aplicar para la Fauna

Debido a que para la construcción del Proyecto es necesario llevar a cabo la eliminación total de la vegetación presente en la superficie del área sujeta a cambio de uso de suelo forestal, se verán afectados los sitios de alimentación y/o de paso de algunas de las especies de fauna silvestre, por lo que a fin de salvaguardar los recursos faunísticos de la zona, en el Subprograma de Conservación de Especies (ver Capítulo 7), se detallan las acciones, técnicas y tiempos a realizar sobre este factor ambiental, entre los que destacan:

1. Minimizar los impactos ambientales sobre la fauna silvestre amenazada y de lento desplazamiento a través del rescate y reubicación para su protección.
2. Efectuar recorridos previos antes de cualquier actividad, para la identificación y ubicación y señalamiento de posibles nidos y madrigueras con actividad.
3. Rescatar la mayor cantidad posible de individuos de las especies protegidas y de lento desplazamiento, que habiten en el área a intervenir por el Proyecto.
4. Trasladar (o relocalizar) los individuos capturados a ambientes similares que no serán sometidos a modificaciones en el mediano o largo plazo.
5. Ahuyentamiento de individuos de especies de aves y mamíferos medianos a grandes.
6. Realizar la manipulación de las especies faunísticas rescatadas, mediante la implementación de técnicas específicas para cada grupo.
7. Efectuar la reubicación de los individuos, en sitios previamente seleccionados de acuerdo con los criterios técnicos y biológicos que permitan proporcionar las condiciones idóneas para su subsistencia.
8. Colocar letreros en distintos frentes de trabajo, así como en las principales áreas de acceso a la zona del Proyecto alusivo a la presencia de fauna y su protección.

Aunado a la implementación y ejecución del programa previamente mencionado se llevarán a cabo las medidas de mitigación siguientes:

1. Las actividades de desmonte se llevarán a cabo en zonas de menor a mayor densidad de vegetación con el fin de permitir el desplazamiento de fauna.
2. Evitar la afectación de zonas que no sean destinadas para realizar alguna actividad indicada en el Proyecto, realizar trabajos únicamente en las áreas autorizadas para cambio de uso de suelo forestal.
3. Se prohibirán las actividades de aprovechamiento de especies y/o cualquier otra actividad que perjudique de manera directa a la fauna silvestre de la zona.

4. Se establecerá un límite de velocidad máxima para evitar la mortalidad de la fauna terrestre por atropellamiento.
5. Quedará estrictamente prohibido todo acto de crueldad en contra de la fauna silvestre, en los términos de la Ley General de Vida Silvestre.
6. Se concientizará y/o capacitará a los trabajadores sobre la importancia del cuidado de la fauna silvestre.

La implementación de estas medidas tiene como objetivo minimizar al máximo la posible afectación a la fauna silvestre que se pudiera originar por la implementación del Proyecto, así como fomentar la permanencia de las especies presentes mediante acciones de mejoramiento del hábitat de la zona, igualmente se pretende involucrar y capacitar a un grupo de trabajadores a fin de que conozcan la forma de detectar las diferentes especies de animales presentes y cuál debe ser su comportamiento ante tal eventualidad, con el fin de que el personal sepa actuar en caso de encuentros fortuitos de ejemplares que se desplacen a las zonas de trabajo.

6.2.1.3. Conclusión

Con base en los resultados obtenidos de los análisis realizados a la información técnica presentada, respecto a la riqueza de especies, abundancia relativa e índices de diversidad, equitatividad y similitud de los grupos faunísticos registrados en el área definida para el cambio de uso de suelo (ACUSTF) respecto de la unidad de análisis de la cuenca (UAC), se observa que la UAC registra una mayor riqueza que el ACUSTF, así como que la mayoría de las especies que se verán afectadas por esta actividad, se encuentran altamente representadas dentro de la UAC determinada para el Proyecto, presentando para todos los grupos valores superiores de diversidad y para algunos grupos valores superiores de abundancia.

Así mismo, es importante señalar que el cambio de uso de suelo solo se realizará en un 75% (7.98 ha) de la superficie total del Proyecto (10.64 ha), considerando una superficie de conservación de 25% (2.66 ha), más los corredores biológicos establecidos desde la conformación del macroproyecto Ciudad Mayakoba, por lo que las especies podrán desplazarse a esta área en donde encontrarán refugio permanente o temporal.

Con relación a las especies registradas únicamente en el ACUSTF, que no se encuentran en la UAC, se aplicarán las medidas de mitigación necesarias, al momento de la ejecución del Proyecto, para garantizar que estas especies, así como las consideradas por la NOM-059-SEMARNAT-2010, las de lento desplazamiento y en general todas las especies, no se pongan en riesgo y sean protegidas, lo cual se hará a través de la implementación del Subprograma de Conservación de Especies, entre otras medidas ya señaladas en este apartado.

Por todo lo anterior, se considera y establece que las actividades de cambio de uso de suelo en terrenos forestales, así como la ejecución del proyecto NO pondrán en riesgo a las especies de fauna que se distribuyen en la zona del proyecto y mucho menos a nivel cuenca.

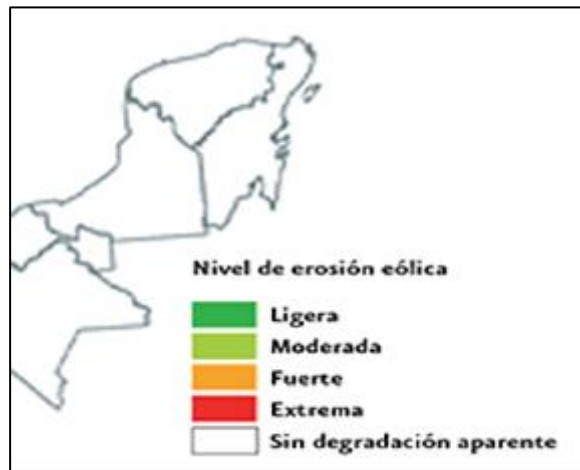
Por lo tanto y con base en los distintos razonamientos expresados con anterioridad, se considera que se da cumplimiento y se encuentra acreditado el primer supuesto establecido en el artículo 93 de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, **en cuanto a que, con lo especificado queda demostrado técnicamente que con el desarrollo del Proyecto y la ejecución del cambio de uso de suelo en terrenos forestales en cuestión no afectará la permanencia y continuidad de las poblaciones de las especies de fauna silvestre existentes, y por lo tanto no se compromete la biodiversidad.**

6.2.2. No Se Provocará la Erosión del Suelo

El proceso más importante de degradación del suelo en México es la erosión hídrica, cuya superficie de afectación asciende a 37% (72'465,144 ha del territorio). Los efectos más dramáticos se presentan con la formación de cárcavas, lo que deriva en zonas improductivas para cualquier actividad económica. De la misma manera, la erosión también afecta las capas superficiales de las tierras, donde si bien es posible seguir desarrollando actividades agropecuarias y forestales, se presenta una baja considerable en la producción y en estas áreas donde es posible revertir el fenómeno mediante un uso sustentable del recurso⁸.

De acuerdo con el Informe de la Situación del Medio Ambiente en México. Compendio de Estadísticas Ambientales (2008) de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT)⁹, se reconoce que prácticamente toda la península de Yucatán está incluida dentro de una zona definida como nula en términos de erosión hídrica potencial ya que esta alcanza un valor menor a las 5 ton/ha/año. Además de que la erosión eólica potencial alcanza el mismo valor solamente que este corresponde únicamente con la zona norte del estado Quintana Roo. De manera adicional, en el mismo informe se registra la erosión hídrica y eólica generada en esta misma región en el 2002, por lo que se cataloga a la Península como una zona sin degradación aparente (Figura 6. 5 y Figura 6. 6). Lo anterior desde luego está relacionado con sus principales rasgos fisiográficos: la presencia de una topografía sensiblemente plana y la ausencia de escurrimientos fluviales.

Figura 6. 5. Niveles de erosión eólica en la Península de Yucatán (SEMARNAT, 2008).



⁸ https://paot.org.mx/centro/ine-semarnat/informe02/estadisticas_2000/compendio_2000/03dim_ambiental/03_03_Suelos/data_suelos/RecuadroIII.3.3.2.htm.

⁹ http://app1.semarnat.gob.mx/dgeia/informe_2008/03_suelos/cap3_2.html.

Figura 6. 6. Niveles de erosión hídrica en la Península de Yucatán (SEMARNAT, 2008).



Grado de erosión del suelo. Al respecto, se ha definido a la erosión como el desprendimiento y arrastre físico de las partículas o materiales del suelo por los agentes del intemperismo, principalmente el agua y el viento. En este sentido, se debe reconocer que este proceso es una de las principales causas de desertificación y en México constituye uno de los problemas más severos de los recursos naturales. En lo que respecta a las condiciones naturales del sitio, no presenta problemas de erosión, ya que no hay pendientes pronunciadas, ni escurrimientos provocados por cárcavas o grietas. De igual manera en el Proyecto se encuentra vegetación de selva mediana subperennifolia con vegetación secundaria en proceso de recuperación que protege la capa de suelo presente y contribuye a su formación.

De acuerdo al plan maestro presentado en este DTU-BR, se tiene que la superficie sujeta a cambio de uso de suelo del Proyecto es de 7.98 ha. Lo cual integra un polígono de forma irregular y que presenta únicamente micro-elevaciones que le dan la apariencia de una superficie ondulada a sensiblemente plana. Además de acuerdo con el INE-SEMARNAT (2007) a esta región se le define como llanuras planas que se caracterizan por alcanzar una pendiente entre el 0-2.5%.

Como bien lo indican los resultados estimados para el Proyecto (área sujeta a CUSTF), los valores de erosión presentarán distintas tasas durante las diferentes etapas del Proyecto en lo que corresponde a la condición actual y después del desmonte, ya que existe la vegetación como un obstáculo para que el agua o el viento ejerzan una fuerza erosiva importante.

Esta condición natural es clara y coherente, debido que, en el Proyecto, la vegetación secundaria derivada de selva mediana subperennifolia actualmente ofrece condiciones de resistividad a la pérdida de suelo; siendo esta una de las principales funciones de la vegetación de la selva. No obstante, para facilitar la toma de decisiones se ha realizado la estimación de los valores de erosión, para lo cual se han desarrollado numerosos modelos, dentro de los cuales destaca la Ecuación Universal de Pérdida de Suelos (USLE) (Wischmeier y Smith, 1978), la cual es utilizada ampliamente para cuantificar la magnitud del problema y evaluar o predecir la efectividad de las medidas de conservación. Este modelo predice las pérdidas de suelo para cualquier combinación específica de suelo, relieve, clima cobertura y prácticas de manejo.

En el presente apartado se presenta la metodología y los resultados obtenidos del estudio de erosión realizado para el proyecto. El estudio en extenso puede ser consultado en el Anexo 6.1.

Metodología

Como se ha referido, para la estimación de la pérdida de suelo se utilizó el modelo predictivo de la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo (EUPS) simplificada de acuerdo con Martínez-Ménez (2005), misma que se expresa como:

$$E = R K L S C P$$

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

Aplicando la ecuación anterior se pudo estimar los diferentes escenarios de erosión bajo diferentes condiciones. De esta forma, se estimó la erosión bajo las condiciones actuales (sin CUSTF y sin proyecto), así como la erosión con proyecto (con CUSTF, proyecto y medidas antierosivas), tal como se puede observar en los siguientes apartados.

Resultados

Para utilizar este modelo, se han propuesto diferentes metodologías para estimar cada una de las variables; sin embargo, la aplicación de algunas de ellas en el campo es difícil de realizar por no contar con la información mínima necesaria. Para evitar estos problemas, en este apartado se presenta una metodología simplificada y adecuada para utilizarse en México (Martínez-Ménez, 2005) (Anexo 6.1).

Erosividad (R). La estimación de R se puede realizar conociendo la energía cinética de la lluvia y la velocidad de caída de las gotas de lluvia, utilizando la ecuación siguiente:

$$E_c = \frac{mv^2}{2}$$

Dónde:

m= Masa de lluvia
 v= Velocidad de caída de las gotas de lluvia.

Considerando lo complejo de hacer esta estimación se propuso que un mejor estimador de la agresividad de la lluvia sería $\sum EI_{30}$ o sea el valor de erosividad de la lluvia (R). Para estimar R se obtiene el valor de energía cinética por evento, se estima por evento como $E_c = 0.119 + 0.0873 \log_{10} I$ donde hay que conocer la intensidad de la lluvia y obtener el Valor de E_c y multiplicarlo por la intensidad máxima de la lluvia en 30 minutos. La suma de estos valores de EI_{30} en un año da el valor de R.

Este procedimiento es complicado cuando no se cuenta con datos de intensidad de la lluvia; por esta razón, se buscó correlacionar los datos de precipitación anual con los valores de R estimados en el país utilizando la información de intensidad de la lluvia disponible (Cortés y Figueroa, 1991).

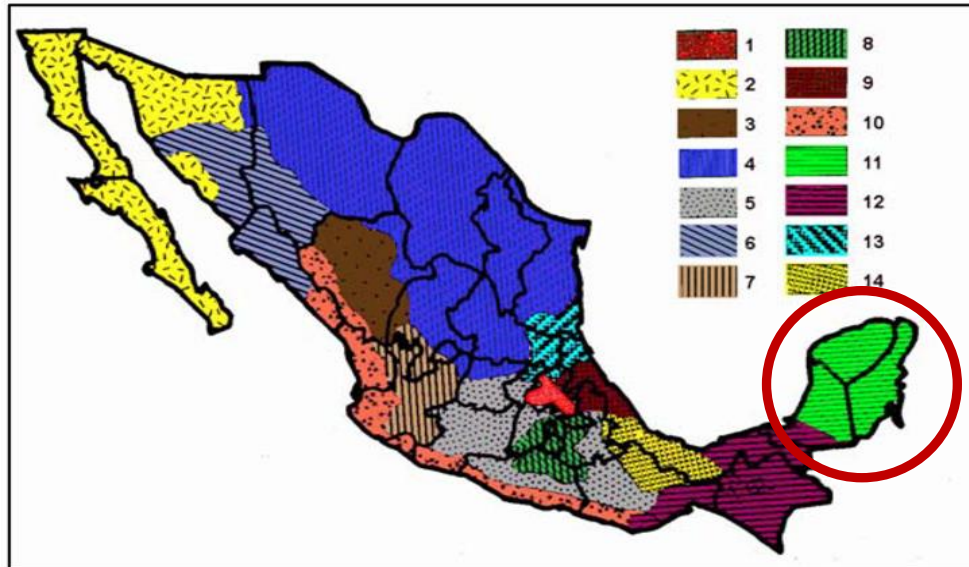
De acuerdo con este procedimiento se elaboraron modelos de regresión donde a partir de datos de precipitación media anual (P) se puede estimar el valor de R de la EUPS. Estos modelos de regresión son aplicados para 14 diferentes regiones del país (Martínez-Méñez, 2005), mismas que se muestran en la Tabla 6. 17.

Tabla 6. 17. Ecuaciones para estimar la Erosividad de la lluvia (R) en la República Mexicana.

Región	Ecuación	R ²
I	$R = 1.2078P + 0.002276P^2$	0.92
II	$R = 3.4555P + 0.006470P^2$	0.93
III	$R = 3.6752P - 0.001720P^2$	0.94
IV	$R = 2.8559P + 0.002983P^2$	0.92
V	$R = 3.4880P - 0.00088P^2$	0.94
VI	$R = 6.6847P + 0.001680P^2$	0.90
VII	$R = -0.0334P + 0.006661P^2$	0.98
VIII	$R = 1.9967P + 0.003270P^2$	0.98
IX	$R = 7.0458P - 0.002096P^2$	0.97
X	$R = 6.8938P + 0.000442P^2$	0.95
XI	$R = 3.7745P + 0.004540P^2$	0.98
XII	$R = 2.4619P + 0.006067P^2$	0.96
XIII	$R = 10.7427P - 0.00108P^2$	0.97
XIV	$R = 1.5005P + 0.002640P^2$	0.95

Adicionalmente, en la Figura 6. 7 se muestra la distribución de cada una de las regiones referidas en la tabla citada, resaltando la 11, misma que es correspondiente con la península de Yucatán y, por tanto, con la zona donde se ubicara el Proyecto.

Figura 6. 7. Mapa de regiones diferentes valores de Erosividad de la lluvia en la República Mexicana. Fuente: Fuente: www.sagarpa.gob.mx/sdr/apoyos/publicaciones/dctos_excel/01estim-erosion.xls.



Para estimar R en el ámbito regional, se puede utilizar la precipitación media anual y con un modelo lineal muy simple estimarlo. Para estimar el valor de erosividad de la lluvia para la región (Región 11. Península de Yucatán) en donde se encuentra el Proyecto se puede aplicar la siguiente ecuación:

$$R = 3.7745p + 0.004540p^2$$

Dónde:

R = Erosividad de la lluvia Mj/ha mm/hr

p = Precipitación media anual de la región o área de estudio

De manera particular, en el área de estudio la precipitación media anual histórica para la zona es de 1331.2 mm, como lo registra la estación meteorológica de Playa del Carmen (CONAGUA, 2010). Por lo que con base a la ecuación lineal y el volumen de precipitación media anual antes presentado se obtiene el valor de R que sería:

$$R = 3.7745 (1331.2) + 0.004540 (1331.2)^2$$

Por lo tanto:

$$R = 13,069.92 \text{ Mj/ha mm/hr}$$

Erosionabilidad (K). La susceptibilidad de los suelos a erosionarse depende del tamaño de las partículas del suelo, del contenido de materia orgánica, de la estructura del suelo en especial del tamaño de los agregados y de la permeabilidad.

Para su estimación se utilizan fórmulas complicadas; para condiciones de campo se recomienda el uso de los valores de Morgan (1985), donde se relacionan las subunidades de suelo y el tipo de textura (Tabla 6. 18).

Tabla 6. 18. Valores de erosionabilidad de los suelos (K) estimado en función de la textura y el contenido de materia orgánica (Morgan, 1985). Fuente: <http://www.sagarpa.gob.mx/desarrolloRural/Publicaciones/Lists/CursoTaller%20Desarrollo%20de%20capacidades%20orientadas%20a/Attachments/6/04estim-eros-sue.pdf>

Textura	% de materia orgánica		
	0.0-0.5	0.5-2.0	2.0-4.0
Arcillo arenosa	0.014	0.013	0.012
Arcillo limosa	0.025	0.023	0.019
Arena	0.005	0.003	0.002
Arena fina	0.016	0.014	0.010
Arena fina migajosa	0.024	0.020	0.016
Arena migajosa	0.012	0.010	0.008
Arena muy fina	0.042	0.036	0.028
Arena muy fina migajosa	0.044	0.038	0.030
Limo	0.060	0.052	0.042
Migajón	0.038	0.034	0.029
Migajón arcillo arenosa	0.027	0.025	0.021
Migajón arcillo limosa	0.037	0.032	0.026
Migajón arcillosa	0.028	0.025	0.021
Migajón arenosa	0.027	0.024	0.019
Migajón arenosa fina	0.035	0.030	0.024
Migajón arenosa muy fina	0.047	0.041	0.033
Migajón limoso	0.048	0.042	0.033
Arcilla	0.013-0.029		

Lo anterior fue confirmado, obteniendo el valor del factor de Erosionabilidad (K) en función de la unidad del suelo y su textura superficial. Para el caso del Proyecto el tipo de suelo es el Leptosol (Rendzina-Litosol); por lo que teniendo en cuenta lo anterior y tomando como base la siguiente tabla de valores de K, se obtuvo un valor de $K = 0.020$ para el tipo de suelo presente dentro del Proyecto.

Tabla 6. 19. Valores de erosionabilidad de los suelos (K) estimado en función de las unidades y subunidades de suelo y su textura (Morgan 1985).

Unidades y subunidades de suelo de acuerdo a la clasificación de la FAO		Textura		
Símbolo	Nombre	Gruesa	Media	Fina
A	Acrisol	0.026	0.040	0.013
Af	Acrisol férrico	0.013	0.020	0.007
Ag	Acrisol gléyico	0.026	0.030	0.013
Ah	Acrisol húmico	0.013	0.020	0.007
Ao	Acrisol órtico	0.026	0.040	0.013
Ap	Acrisol plíntico	0.053	0.079	0.026
B	Cambisol	0.026	0.040	0.013
B (c, d, e, k)	Cambisol (crómico, dístrico, éutrico, cálcico)	0.026	0.040	0.013
Bf	Cambisol férrico	0.013	0.020	0.007
Bg	Cambisol gléyico	0.026	0.040	0.013
Bh	Cambisol húmico	0.013	0.020	0.007
Bk	Cambisol cálcico	0.026	0.040	0.013
B (v, x)	Cambisol (vértico, xérico)	0.053	0.079	0.026
C (h, k, l)	Chernozem (háplico, cálcico, lúvico)	0.013	0.020	0.007
D (d, g, e)	Podzoluvisol (dístrico, gléyico, éutrico)	0.053	0.079	0.026
E	Rendzina	0.013	0.020	0.007
F (a, h, p, o)	Ferrasol (átrico, húmico, plíntico, ótrico)	0.013	0.020	0.007
G	Gleysol	0.026	0.040	0.013
Gc	Gleysol calcárico	0.013	0.020	0.007
G (d, e)	Gleysol (dístrico éutrico)	0.026	0.040	0.013

Unidades y subunidades de suelo de acuerdo a la clasificación de la FAO		Textura		
Símbolo	Nombre	Gruesa	Media	Fina
G (h, m)	Gleysol (húmico, mólico)	0.013	0.020	0.007
G (p, x)	Gleysol (plíntico, gélico)	0.053	0.079	0.026
Gv	Gleysol vértico	0.053	0.079	0.026
H (c, g, h, l)	Feozem (calcárico, gléyico, háptico, lúvico)	0.013	0.020	0.007
I	Litosol	0.013	0.020	0.007
J	Fluvisol	0.026	0.040	0.013
Jc	Fluvisol calcárico	0.013	0.020	0.007

Considerando los valores anteriores, en la siguiente Tabla 6. 20 se presentan los valores de K para los predios involucrados en el Proyecto.

Tabla 6. 20. Valores de K en función de las unidades y subunidades de suelo y su textura.

Predio	Tipo de suelo	Valor del factor
Lote 003 (Lote 32)	Leptosol Rendzinico-Lítico	0.02
Lote 008 (Lote 13)	Leptosol Rendzinico-Lítico	0.02

De manera adicional, los valores anteriores también fueron confirmados usando la fórmula de la ecuación del nomograma de Wischmeier citado por Mannaerts (1999).

$$K=(1/7.594)*[(2.1*10^{-4}*(12-OM)*M1.14+3.25(s-2)+2.5(p-3)]/100$$

Dónde:

K = Factor de erodabilidad del suelo (t./ha.MJ*ha/mm*hr)

OM = Materia orgánica (%)

S = Código de la estructura del suelo

P = Código de permeabilidad

M = Producto de las fracciones del tamaño de las partículas primarias (% limo + % arena muy fina) * (100 - % arcilla)

Los datos requeridos para la aplicación de la ecuación incluyen las características físicas del suelo que corresponden con los valores de la Tabla 6. 21.

Tabla 6. 21. Características físicas del suelo presente en el Proyecto. Fuente: Duch-Gary, 1988¹⁰.

Tipo de suelo	Profundidad (cm)	Estructura	Arena (%)	Arcilla (%)	Limo (%)	Clase textural	Permeabilidad	Materia orgánica (%)
Leptosol Rendzinico-Lítico	0-10	Media o Granular gruesa	61	14	25	Migajón Arenoso	Moderadamente rápida	10

Además de los códigos de la clase de estructura y permeabilidad que se muestran en la Tabla 6. 22.

¹⁰ Duch-Gary J. (1988). La conformación territorial del estado de Yucatán. Universidad Autónoma de Chapingo. México. 427 p.

Tabla 6. 22. Códigos por clase de estructura del suelo.

Código	Clase de estructura	Tamaño (mm)
1	Granular muy fina y grumosa muy fina	<1
2	Granular fina y grumosa fina	1-2
3	Granular media, grumosa media y granular gruesa	2-10
4	Laminar, prismática, columnar, masiva, bloques y granular muy gruesa	>10

Así como los valores de permeabilidad del suelo que se muestran en la Tabla 6. 23.

Tabla 6. 23. Códigos por permeabilidad del suelo. Fuente: Wischmeier y Smith, 1978.

Código	Clasificación	Conductividad hidráulica (cm/hr)
1	Muy rápido	>12.5
2	Moderadamente rápida	6.0-12.5
3	Moderada	2.0-6.0
4	Moderadamente lenta	0.5-2.0
5	Lenta	0.125-0.5
6	Muy lenta	<0.125

De acuerdo a los datos presentados y aplicando la ecuación lineal para calcular el Factor K, de nueva cuenta se obtuvo un valor de Erodabilidad del suelo:

$$K = 0.02 \text{ t./haMJ*ha/mm*hr}$$

Longitud y Grado de pendiente (LS). Este factor considera la longitud y el grado de pendiente del terreno. La pendiente media del terreno se obtiene dividiendo la diferencia de elevación del punto más alto del terreno al más bajo entre la longitud del mismo, tal como se puede observar a continuación:

$$S = \frac{H_f - H_i}{L} \times 100$$

Dónde:

S = Pendiente media del terreno (%).

H_f = Altura más alta del terreno (m).

H_i = Altura más baja del terreno (m)

L = Longitud del terreno (m).

Las curvas de nivel de los predios involucrados en el Proyecto indican que las alturas con mayor elevación (H_a), con menor elevación (H_b) y longitud del terreno son las siguientes:

Tabla 6. 24. Mayor elevación, menor elevación y longitud del terreno del Proyecto.

Parámetros	Predio	
	Lote 003 (Lote 32)	Lote 008 (Lote 13)
Ha (m)	7.20	6.20
Hb (m)	5.60	4.80
Longitud (m)	1020	1330

Como se puede observar el nivel de la parte alta para el Lote 003 (Lote 32) es de 7.20 m y la elevación en la parte baja es de 5.60 m; por lo que la diferencia en elevaciones es de 1.60 m. Para el Lote 008 (Lote 13) el nivel de la parte alta es de 6.20 m y la elevación en la parte baja es de 4.80 m; por lo que la diferencia en elevaciones es de 1.40 m. Por otro lado, la longitud del terreno en el Lote 003 (Lote 32) es de 1020 m y para el Lote 008 (Lote 13) es de 1330 m. Con todo lo anterior y aplicando la ecuación lineal anterior, entonces la pendiente media para cada predio se presenta en la siguiente Tabla 6. 25.

Tabla 6. 25. Estimación de la pendiente media (S) por predio.

Lote 003 (Lote 32)	Lote 008 (Lote 13)
$S = 7.20 - 5.60 / 1020 = 0.002$	$S = 6.20 - 4.80 / 1330 = 0.001$
Por lo tanto	Por lo tanto
S = 0.2%	S = 0.1%

Para calcular el factor LS (el factor de grado y longitud de la pendiente), se puede utilizar la siguiente formula:

$$LS = (\lambda)m (0.0138 + 0.00965 S + 0.00138 S^2)$$

Dónde:

LS = Factor de grado y longitud de la pendiente.

λ = Longitud de la pendiente

S = Pendiente media del terreno

m = Parámetro cuyo valor es 0.2

Considerando los valores de longitud de la pendiente de los predios que integran el Proyecto, la pendiente media de los terrenos y de la constante de inclinación m de 0.2, el valor del factor LS para cada predio se presenta en la siguiente Tabla 6. 26.

Tabla 6. 26. Cálculo del factor LS de los predios que integran el Proyecto.

Variable	Predio	
	Lote 003 (Lote 32)	Lote 008 (Lote 13)
$\lambda=$	1,020	1,330
S=	0.2%	0.1%
m=	0.2	0.2
LS=	0.0552	0.0582

Nota: La fórmula anterior para el cálculo del factor topográfico LS fue propuesta en el modelo predictivo de la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo (EUPS) simplificada de Martínez-Ménez (2005) y se basa en modelos predictivos pioneros para estimar la pérdida de suelo como el de Wischmeier y Smith (1978).

Para visualizar la validez y la aplicabilidad de la formula anterior para el cálculo del factor topográfico LS, a continuación, se presenta el resultado obtenido aplicando también las fórmulas y ecuaciones de Wischmeier y Smith (1978).

FACTOR TOPOGRÁFICO LS DE WISCHMEIER Y SMITH (1978)

$$LS = \left(\frac{X}{22.13} \right)^m (0.065 + 0.045s + 0.0065s^2)$$

Dónde:

LS= Factor topográfico del terreno estudiado

X= Longitud de la ladera (en metros)

m= Constante que depende de la inclinación de la pendiente

s= Inclinación del terreno en porcentaje

Tabla 6. 27. Variables registradas en los predios que integran el Proyecto, para el cálculo del factor LS.

Variable	Predio	
	LOTE 003 (Lote 32)	LOTE 008 (Lote 13)
Longitud de la ladera, X (m)=	1,020	1,330
Porcentaje de inclinación de la ladera=	0.2%	0.1%
Constante de inclinación de la pendiente, m=	0.2	0.2

Sustituyendo los datos de campo en la ecuación lineal de Wischmeier y Smith (1978) anteriormente presentada se obtiene el siguiente resultado:

Tabla 6. 28. Cálculo del factor LS mediante la ecuación de Wischmeier y Smith (1978).

Variable	Predio	
	LOTE 003 (Lote 32)	LOTE 008 (Lote 13)
Factor de longitud (L)=	2.1514	2.2687
Factor de pendiente (S)=	0.0651	0.0650
LS=	0.1	0.1

Con lo anterior, queda patente la aplicabilidad y validez de la fórmula de LS utilizada por el método predictivo de EUPS) simplificada de Martínez-Ménez (2005).

6.2.2.1. Cálculo de los Escenarios de Pérdida de Suelo

Una vez calculado los diferentes factores requeridos para utilizar las ecuaciones lineales (Ec. 4.1 y 4.2) se procedió a calcular los diferentes escenarios de erosión, erosión actual, erosión potencial y erosión con medidas para cada predio que integra el Proyecto (Lote 003 y Lote 008) y, posteriormente se procedió a obtener el valor promedio de la erosión para el escenario correspondiente tal como se presenta en los siguientes apartados.

- **Estimación de la erosión potencial actual (sin proyecto y con cubierta forestal)**

Considerando que R es igual a 13,069.92, que K es igual a 0.02, que LS es igual a 0.1, que C es igual a 0.01 (referente a la presencia de vegetación nativa y suelo natural con nivel de productividad moderada) y P es igual a 1.00 (no existe en la zona obras y prácticas de protección del suelo y del agua) como fueron determinados previamente. Por lo que, para estimar la erosión anual actual (erosión natural) es necesario determinar la protección del suelo que le ofrece la cubierta vegetal y la resistencia que oponen las prácticas mecánicas (que en nuestro caso no existe actualmente, ya que no requiere de cierto modo al no tener pendientes muy inclinadas en la región) para reducir la erosión, de tal forma que si usamos la ecuación (4.1) podemos obtener la erosión actual para cada predio que integra el Proyecto, así como su valor promedio tal y como se presenta en la Tabla 6. 29.

Tabla 6. 29. Erosión potencial actual por predio que integra el Proyecto.

Factores	Predios		Promedio	Unidades
	Lote 003 (Lote 32)	Lote 008 (Lote 13)		
R=	13,069.92	13,069.92		Mj/ha mm/hr
K=	0.02	0.02		(t./ha.MJ*ha/mm*hr)
LS=	0.0552	0.0582		ADIMENSIONAL
C=	0.01	0.01		ADIMENSIONAL
P=	1.00	1.00		ADIMENSIONAL
Ea=	0.1443	0.1521	0.1482	t./ha.año
Pérdida de lámina	0.0144	0.0152	0.0148	mm

Con base en lo anterior, se puede indicar que la pérdida de suelo actual (Ea) promedio en condiciones de campo natural a lo largo de un año, es de 0.1482 t/ha año, es decir, anualmente de manera natural se pierde una lámina de suelo de 0.0148 mm (considerando que 1 mm de suelo es igual a 10 t/ha de suelo).

Esta condición natural es clara y coherente debido que, en el predio bajo estudio, la vegetación secundaria con fase arbórea derivada de selva mediana subperennifolia actualmente ofrece condiciones de resistividad a la pérdida de suelo; siendo esta una de las principales funciones de la vegetación de la selva.

- **Estimación de la erosión esperada (con proyecto, sin vegetación y sin medidas antierosivas)**

Considerando que R es igual a 13,069.92, que K es igual a 0.02 y que LS es igual a 0.1 como fueron determinados previamente, la erosión potencial se estima sustituyendo estos valores en la ecuación (4.2). Los valores esperados con el cambio de uso de suelo en el Proyecto y sin medidas antierosivas se muestran en la Tabla 6. 30.

Tabla 6. 30. Erosión potencial por el cambio de uso de suelo y sin medidas antierosivas por predio que integra el Proyecto.

Factores	Predios		Promedio	Unidades
	Lote 003 (Lote 32)	Lote 008 (Lote 13)		
R=	13,069.92	13,069.92		Mj/ha mm/hr
K=	0.02	0.02		(t./ha.MJ*ha/mm*hr)
LS=	0.0552	0.0582		ADIMENSIONAL
Ep=	14.4337	15.2150	14.8244	t./ha.año
Pérdida de lámina	1.4434	1.5215	1.4824	mm

La erosión potencial indica que de llevarse a cabo el cambio de uso de suelo (no existir cobertura vegetal) derivado de la implementación del Proyecto (suelo desnudo) y no se tengan prácticas de conservación del suelo y del agua, se perderían 14.8244 t/ha por año de suelo, lo que significa que anualmente se pierda una lámina de suelo de 1.4824 mm (considerando que 1 mm de suelo es igual a 10 t/ha de suelo).

- **Estimación de la erosión esperada (con proyecto y medidas antierosivas)**

Al llevarse a cabo el cambio de uso de suelo y establecer un uso diferente al forestal, es importante plantear la aplicación de medidas antierosivas o medidas para la protección y conservación del suelo y el agua en el área del Proyecto. Lo anterior con la finalidad de contribuir a la protección del suelo y la captura del agua en la región.

Por lo anterior el Proyecto plantea medidas antierosivas consistentes en el establecimiento de un factor de protección de la vegetación (C) y factor de prácticas mecánicas (P), tal y como se explica a continuación.

Factor de protección de la vegetación (C). El factor de protección (C) se estima dividiendo las pérdidas de suelo de un lote o parcela con un cultivo de interés y las pérdidas de suelo de un lote desnudo. Los valores de C son menores que la unidad y en promedio indican que a medida que aumenta la cobertura del suelo el valor de C se reduce y puede alcanzar valores similares a 0. Por ejemplo, cuando existe una selva con una cobertura vegetal alta.

Los valores de (C) que se reportan para diferentes partes del mundo y para México se presentan en la siguiente Tabla 6. 30

Tabla 6. 31. Valores de C que se pueden utilizar para estimar pérdidas de suelo.

Cultivo	Nivel de Productividad.		
	Alto	Moderado	Bajo
Maiz	0.54	0.62	0.80
Maiz labranza cero	0.05	0.10	0.15
Maiz rastrojo	0.10	0.15	0.20
Algodón	0.30	0.42	0.49
Pastizal	0.004	0.01	0.10
Alfalfa	0.020	0.050	0.10
Trébol	0.025	0.050	0.10
Sorgo grano	0.43	0.55	0.70
Sorgo grano rastrojo	0.11	0.18	0.25
Soya	0.48		
Soya después de maiz con rastrojo	0.18		
Trigo	0.15	0.38	0.53
Trigo rastrojo	0.10	0.18	0.25
Bosque natural	0.001	0.01	0.10
Sabana en buenas condiciones	0.01	0.54	
Sabana sobrepastoreada	0.1	0.22	
Maiz - sorgo, Mijo	0.4 a 0.9		
Arroz	0.1 a 0.2		
Algodón, tabaco	0.5 a 0.7		
Cacahuete	0.4 a 0.8		
Palma, cacao, café	0.1 a 0.3		
Piña	0.1 a 0.3		

Para estimar la erosión del suelo considerando que en el terreno y en las áreas destinadas para tal fin, existirá después del establecimiento del Proyecto una vegetación secundaria (producto de la sucesión de la vegetación de selva mediana subperennifolia), por la reforestación con plantas nativas que se llevaría a cabo en las colindancias del área de afectación) como la que actualmente se encuentra presente; pero con un nivel de productividad baja (C= 0.10).

Asimismo, en los suelos totalmente desprovistos de vegetación y desnudos presentes dentro de las áreas de conservación del Proyecto serán elegidos como sitios para la reubicación de suelo orgánico recuperado de las áreas de cambio de uso de suelo, en donde se llevará a cabo de igual modo la labranza de conservación (los residuos triturados de la vegetación del área sometida a cambio de uso de suelo serán dispuestos sobre el suelo desnudo en las áreas elegidas para la reforestación) para de último aplicarse actividades de reforestación con plantas nativas de la región con el objetivo de coadyuvar la protección del suelo y formación de la misma en la región.

Con todo lo anteriormente propuesto es de indicarse el siguiente valor de C:

C = 0.10 Bosque natural con nivel de productividad baja

Factor de prácticas mecánicas (P). Como última alternativa para reducir la erosión de los suelos se tiene el uso de las prácticas de conservación de suelos para alcanzar pérdidas de suelo que estén por debajo de los niveles máximas permisibles en el país.

El factor P se estima comparando las pérdidas de suelo de un lote con prácticas de conservación y un lote desnudo y el valor que se obtiene varía de 0 a 1. Si el valor de P es cercano a 0, entonces hay una gran eficiencia en la obra o práctica seleccionada y si el valor es cercano a 1, entonces la eficiencia de la obra es muy baja para reducir la erosión. Los valores de P que se utilizan para diferentes prácticas y obras como el surcado al contorno, surcos con desnivel, surcos perpendiculares a la pendiente, fajas al contorno, terrazas de formación sucesiva construidas en terrenos de diferentes pendientes y las terrazas de banco, tal como se puede observar en la Tabla 6. 32.

Tabla 6. 32. Factor de P utilizado para diferentes prácticas y obras de conservación del suelo y agua.

Práctica	Valor de P
Surcado al contorno	0.75-0.90
Surcos rectos	0.80-0.95
Franjas al contorno*	0.60-0.80
Terrazas (2-7 % de pendiente)	0.50
Terrazas (7-13 % de pendiente)	0.60
Terrazas (mayor de 13 %)	0.80
Terrazas de Banco	0.10
Terrazas de Banco en contrapendiente	0.05

Es importante notar que la eficiencia que se logra con el uso de las prácticas mecánicas es menor que la que se alcanza con el uso de la vegetación y el manejo del cultivo; sin embargo, cuando se combinan el uso de la vegetación y la práctica mecánica (en caso de aplicar para la región) existe un efecto combinado. Para determinar el efecto de las prácticas de manejo y de las obras de conservación del suelo, es necesario seleccionar las prácticas de manejo de la vegetación y, como última instancia se realizarían las obras y prácticas de conservación del suelo y agua.

También es importante mencionar que las obras señaladas en la tabla de arriba no aplican en la región por una serie de particularidades entre las más importantes: la ausencia de pendientes pronunciadas y la ausencia de corrientes de agua superficial; por lo que, con base a lo anterior es de indicarse que no se realizaran ninguna de las obras arriba señaladas. Por lo que el valor de P sería la siguiente:

P = 1.00 Ninguna obra de protección y conservación del suelo y del agua

Sustituyendo los valores de C y P en la ecuación lineal (Ec. 4.1, el mismo utilizado para la ecuación actual, pero con valor de C diferente) de erosión del suelo permite tener los valores de erosión que se presentan en la Tabla 6. 33.

Tabla 6. 33. Erosión potencial por el cambio de uso de suelo y medidas antierosivas por predio que integra el Proyecto.

Factores	Predios		Promedio	Unidades
	Lote 003 (Lote 32)	Lote 008 (Lote 13)		
R=	13,069.92	13,069.92		Mj/ha mm/hr
K=	0.02	0.02		(t./ha.MJ*ha/mm*hr)
LS=	0.0552	0.0582		ADIMENSIONAL
C=	0.10	0.10		ADIMENSIONAL
P=	1.00	1.00		ADIMENSIONAL
Em=	1.4434	1.5215	1.4824	t./ha.año
Pérdida de lámina	0.1443	0.1521	0.1482	mm

Como se puede observar, en caso **de llevarse a cabo el cambio de uso de suelo; pero con la aplicación de medidas antierosivas (aplicables en la región) para la protección y conservación del suelo y el agua se tendría un valor promedio en la pérdida de suelo anual de 1.4824 t/ha*año** en el área del Proyecto.

Lo anterior significa que anualmente se perdería una lámina de suelo de 0.1482 mm, si consideramos que 1 mm de suelo es igual a 10 ton/ha de suelo. No obstante, la erosión que se llegará a presentar como producto del cambio de uso de suelo no será superior a la erosión máxima permisible en México, que es de 10 ton/ha año. Por lo tanto, en ningún momento estará provocando la degradación del suelo de la región por motivo del cambio de uso de suelo pretendida por el Proyecto.

A manera de resumen, en la siguiente Tabla 6. 34, se presentan los escenarios de erosión del suelo para el Proyecto.

Tabla 6. 34. Escenarios de la tasa de erosión promedio en el área de estudio por hectárea y área de CUSTF.

Escenarios	Pérdida de suelo (t/ha*año)	Pérdida de suelo (t/ 7.980514 ha*año)
Situación actual (sin proyecto)	0.1482	1.1831
Situación con proyecto y sin prácticas antierosivas	14.8244	118.3060
Situación con proyecto y prácticas antierosivas	1.4824	11.8306

Como se puede observar en el área de CUSTF de darse una erosión de suelo sería en una tasa de 11.8306 t/año que representa el 10% de la pérdida potencial del suelo en la región.

Para tener una idea de la erosión a mitigar producto del cambio de uso de suelo pretendido se procedió a calcular la diferencia neta entre la pérdida potencial y pérdida actual ($118.3060 - 1.1831 = 117.1229$ t/7.980514 ha*año). El volumen de pérdida de suelo a mitigar producto del cambio de uso de suelo sería de 117.1229 toneladas por año, tal y como se presenta en la Tabla 6. 35.

Tabla 6. 35. Pérdida neta del suelo por motivo del cambio de uso de suelo y volumen a mitigar.

Escenario	Pérdida de suelo (t/ha*año)	Pérdida de suelo (t/7.980514 ha*año)	
Diferencia neta de pérdida de suelo	14.6761	117.1229	A MITIGAR

Con base en lo anterior, se puede indicar que 117.1229 toneladas por año será el volumen a MITIGAR para que el Proyecto sea sostenible y viable ambientalmente.

No obstante, el Proyecto tiene planteado buenas prácticas ambientales (adicionales a las prácticas antierosivas) como el mantenimiento de áreas de conservación con suelo natural y vegetación nativa (aunque dentro de estas se encuentran algunas áreas con suelo desnudo), recuperación del suelo en áreas de cambio de uso de suelo (7.98 ha) y su posterior reubicación en áreas reforestación (mitigación). Este material edafológico será utilizado para las actividades de reforestación que se realizarán en el área de estudio.

Es decir, no obstante a que el Proyecto no provocará la pérdida del suelo y de no tener el valor máximo permitido de suelo (10 ton.ha.año) para algunas regiones del país (principalmente en áreas montañosas y con pendientes pronunciadas; ya que en el área de estudio se tendrá una pérdida máxima de 1.4824 ton.ha.año. Aun así, el proyecto contribuirá a la continuidad de la prestación del servicio ambiental de protección y conservación del suelo y agua de la región mediante el mantenimiento de áreas de conservación (en algunas áreas con suelo desnudo del área de conservación y corredor biológico) en donde se reubicarán el suelo recuperado del área de cambio de uso de suelo, en zonas que lo ameriten y en donde posteriormente se realizarán actividades de reforestación con plantas nativas.

La aplicación de las diferentes medidas de mitigación y antierosivas (mantenimiento de áreas de conservación con suelo y vegetación nativa, la recuperación del suelo en áreas de cambio de uso de suelo y su posterior reubicación en áreas de reforestación) PREVENDRÁN y MITIGARÁN la pérdida de 168.78 ton/año de suelo (Leptosol Rendzico-Lítico) en el predio bajo estudio, tal como se puede observar en la siguiente Tabla 6. 36.

Tabla 6. 36. Prevención de la pérdida potencial anual del suelo en el área del Proyecto.

Medidas de mitigación adicionales	Prevención de la pérdida potencial anual del suelo			
	t/ha*año	t/7.980514 ha*año	t/3.404954 ha*año	t/11.385468 ha*año
Recuperación del suelo en áreas de cambio de uso de suelo en terrenos forestales y reubicación en áreas de reforestación (mitigación)	14.8244	118.31		
Mantenimiento de áreas de conservación (mitigación)	14.8244		50.48	168.78

6.2.2.2. Conclusión

De acuerdo a lo antes planteado se puede indicar que la erosión natural actual en el área del proyecto (sin cambio de uso de suelo y Proyecto) es de 0.1482 ton.ha.año, la erosión potencial (con cambio de uso de suelo y sin medidas antierosivas) presenta un valor de erosión promedio de 14.8244 ton.ha.año y por último, la erosión esperada (con cambio de uso de suelo, Proyecto y medidas antierosivas para protección del suelo y del agua) presentó un valor de pérdida de suelo de tan solo 1.4824 ton.ha.año que está muy por debajo del valor máximo permitido de pérdida de suelo en el país. Asimismo, la pérdida neta del suelo del área de cambio de uso de suelo con un volumen de 117.1229 toneladas*año ($118.3060 - 1.1831 = 117.1229$ t/7.980514 ha*año) queda finalmente mitigada mediante la aplicación de las diferentes medidas antierosivas y de protección del suelo y del agua. Esta mitigación en la pérdida de suelo permite el seguimiento en la protección y conservación del suelo en un volumen de 168.78 toneladas por año y, por ende, hace del Proyecto uno sostenible y viable desde el punto de vista ambiental.

Por otra parte, se debe referir que la erosión del suelo es el proceso de desgaste de la superficie terrestre como consecuencia del impacto de acciones geológicas (como las corrientes de agua o de deshielos), climáticas (como las lluvias o los vientos intensos) o por la actividad del ser humano (como la agricultura, la deforestación, expansión de las ciudades, entre otros).

La erosión del suelo es un fenómeno discontinuo y lento que consiste en la movilización de desprendimientos de la superficie y que, a largo plazo, genera cambios en el aspecto del terreno. Existen casos en que la erosión ocurre de manera acelerada por causa de las catástrofes naturales o el accionar humano desmedido, lo que provoca la degradación del suelo con pérdida de la materia orgánica y de los minerales.

En este caso, se debe referir que debido a las condiciones de tipo de suelo: textura, pendiente del terreno, climática estacional, además del tipo de vegetación dominante que prevalece en la zona de interés, la pérdida de suelo por el proceso de erosión hídrica es mínima. Es por ello que el valor cuantitativo estimado actual para el inmueble donde se pretende efectuar el cambio de uso de suelo es correspondiente con 0.1482 ton/año/ha. Asimismo, la erosión esperada (con cambio de uso de suelo, Proyecto y medidas antierosivas para protección del suelo y del agua) presentó un valor de pérdida de suelo de tan solo 1.4824 ton.ha.año que está muy por debajo del valor máximo permitido de pérdida de suelo en el país ya que se presentan valores menores a las 10 ton/ha/año.

Con relación al desplante del proyecto, los procesos de erosión han sido minimizados, ya que se requiere de una superficie de desmonte de tan solo 7.98 ha. Por lo que se puede alcanzar un valor de erosión hídrica de tipo ligera y del orden las 117.122 ton/año. De esta manera, se debe reconocer que en el Proyecto se manifiestan condiciones estrictamente particulares y naturales en donde la cobertura vegetal densa de arbustos y árboles semidispersos con presencia de una abundancia de especies caducifolias, lo que evita los procesos de erosión hídrica; por lo que se debe considerar:

- a) Que actualmente en la zona no existen procesos de degradación de los suelos, ya que son correspondientes con una zona con una topografía ondulada a sensiblemente plana y carente de los más mínimos accidentes orográficos, lo que incluye pendientes entre 0 y 2.5%. Solamente se manifiestan flujos laminares.

- b) Asimismo, y de acuerdo con el INEGI (2005), a lo largo del Corredor Cancún-Tulum, la permeabilidad de las rocas es alta, debido a su composición y naturaleza calcárea, cuya característica más importante es su alta vulnerabilidad a la disolución, manifestándose cavernas, oquedades y presentado fracturamiento moderado en su estructura. En esta zona el acuífero es libre y se tiene una precipitación de 1,332.1 mm anuales, lo que significa que dentro del inmueble de interés se debe de captar un volumen de 26,139.7 m³ anuales, de los cuales un 72.2% del total agua de lluvia que se precipita se pierde debido a evapotranspiración y gran parte se infiltra y es retenida por las rocas que se encuentran arriba de la superficie freática.
- c) De esta forma, en la zona se carece de ríos y todo tipo de escurrimientos, por lo que los excesos de agua de lluvia fluyen de manera laminar y se percolan libremente a través de las fisuras y oquedades existentes en la roca calcárea, sin llegar a causar procesos de erosión ni transporte de suelos o material terrígeno (27.8% del total de precipitación recarga el acuífero). De esta forma, el flujo hidrológico más importante para la zona se presenta mediante ríos subterráneos y el propio manto freático, por lo que en algunas situaciones estas aguas se disponen directamente en el mar o en manglares y lagunas costeras por medio de ojos de agua.
- d) Además, la erosión del suelo se previene debido a que el Proyecto se cubre de densa vegetación de selva mediana subperennifolia con vegetación secundaria arbórea de hasta 8 y 10 m de altura; y donde además se manifiestan 3 estratos (herbáceo, arbustivo y arbóreo), este último de tipo semicerrado y en donde se alcanzan densidades mayores a los 350 árboles/Ha. Así como numerosos individuos de especies arbustivas, herbáceas y trepadoras.
- e) Que existe una dominancia de especies caducifolias (15 de las 36 especies del elenco de especies arbóreas). Además, se ha reportado un aporte de materia orgánica del orden de las 3.1 ton/ha/año (Sánchez, 2000). Situación que contribuye a la estabilidad de los suelos del interior de la zona continental, al integrar densas capas de hojarasca y que de hecho esta última puede ser causa de la generación de incendios forestales.
- f) Es claro que bajo estas condiciones no se manifiesta ningún proceso de arrastre y pérdida de suelos, dada la presencia de densa cobertura vegetal, que se define estructuralmente en tres estratos: herbáceo, arbustivo y arbóreo.
- g) Una vez que sean desmontadas las 7.98 ha que requiere el Proyecto, la erosión se podría incrementar a 117.122 ton/año, lo que sigue considerándose como de tipo ligero, sino es que despreciable. No obstante, prontamente todos los espacios serán cubiertos y sellados por los elementos que propone el diseño arquitectónico del Proyecto, evitando con ello la posibilidad de generación de avenidas. Además, el Proyecto considera la creación de áreas verdes ajardinada y espacios cubiertos por concreto hidráulico que garantiza su permeabilidad.
- h) Por otra parte, se llevarán a cabo labores de reforestación, para evitar de manera definitiva este tipo de procesos. Así como el mantenimiento de áreas de conservación con suelo natural y vegetación nativa con una superficie de 2.66 ha, además de las ya consideradas por el macroproyecto Ciudad Mayoba. De igual manera, se realizará la recuperación del suelo en áreas de cambio de uso de suelo (7.98 ha) y se llevará a cabo su posterior reubicación en áreas reforestación (mitigación) identificadas por el Proyecto.

De esta manera se confirma, que el proceso de cambio de uso del suelo no provocara la erosión de éste para el área del Proyecto, como se señala en el artículo 93 de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, ya que se promueven medidas de mitigación (para mayor detalle ver Capítulo 7), para garantizar que no se vea afectado de manera dolosa.

6.2.3. No Se Provocará el Deterioro de la Calidad del Agua o la Disminución en su Captación

De acuerdo a los estudios hidrológicos del estado (INEGI, 2002) y la Comisión Nacional del Agua, la zona correspondiente a la Región Hidrológica 32, Cuenca 32A (subcuenca d), se caracteriza por tener precipitaciones promedio del orden de los 1300 mm anuales, así como por la inexistencia de corrientes superficiales debido a la naturaleza calcárea del terreno que presenta una mejor permeabilidad y el relieve del mismo que es sensiblemente plano (0-2.5%), considerándola como poco significativa.

Al no poderse desarrollar las corrientes superficiales, la porción del agua de precipitación que resta a la evapotranspiración (que es absorbida por las plantas y suelos) satura el terreno, colma el bajo relieve y se infiltra en el subsuelo, dando origen a las aguas subterráneas.

El área del Proyecto se localiza en una región cárstica de calizas o dolomitas que tienen drenaje subterráneo debido a la disolución de la roca. Las condiciones geológicas con la precipitación actúan en conjunto con la disolución de la roca caliza causado por el agua a través de la red de drenaje subterráneo y que ha creado de esta manera un paisaje cárstico típico de ríos subterráneos.

Estos procesos determinan que en la región no existan ríos superficiales y que todo el drenaje sea subterráneo, dirigiéndose desde los sitios de recarga (desde el centro de la región peninsular) hacia la descarga litoral de manera prácticamente radial.

De esta manera el drenaje subterráneo constituye una red que funciona de manera directamente proporcional a la magnitud de la precipitación que ocurre en las diversas temporadas climáticas, por otra parte, la hidrología superficial del Proyecto a simple vista no se aprecia debido a que el agua de lluvia que cae en la temporada se infiltra al subsuelo favoreciendo el establecimiento de la vegetación natural.

De acuerdo al Programa Municipal de Desarrollo Urbano de Solidaridad 2010-2050, se considera que el municipio ubicado dentro de la Cuenca 32A cuenta con una superficie de 2'128,054.31 m² (212,805.45 ha), así mismo y de acuerdo con la caracterización municipal se distribuyen distintos tipos de vegetación.

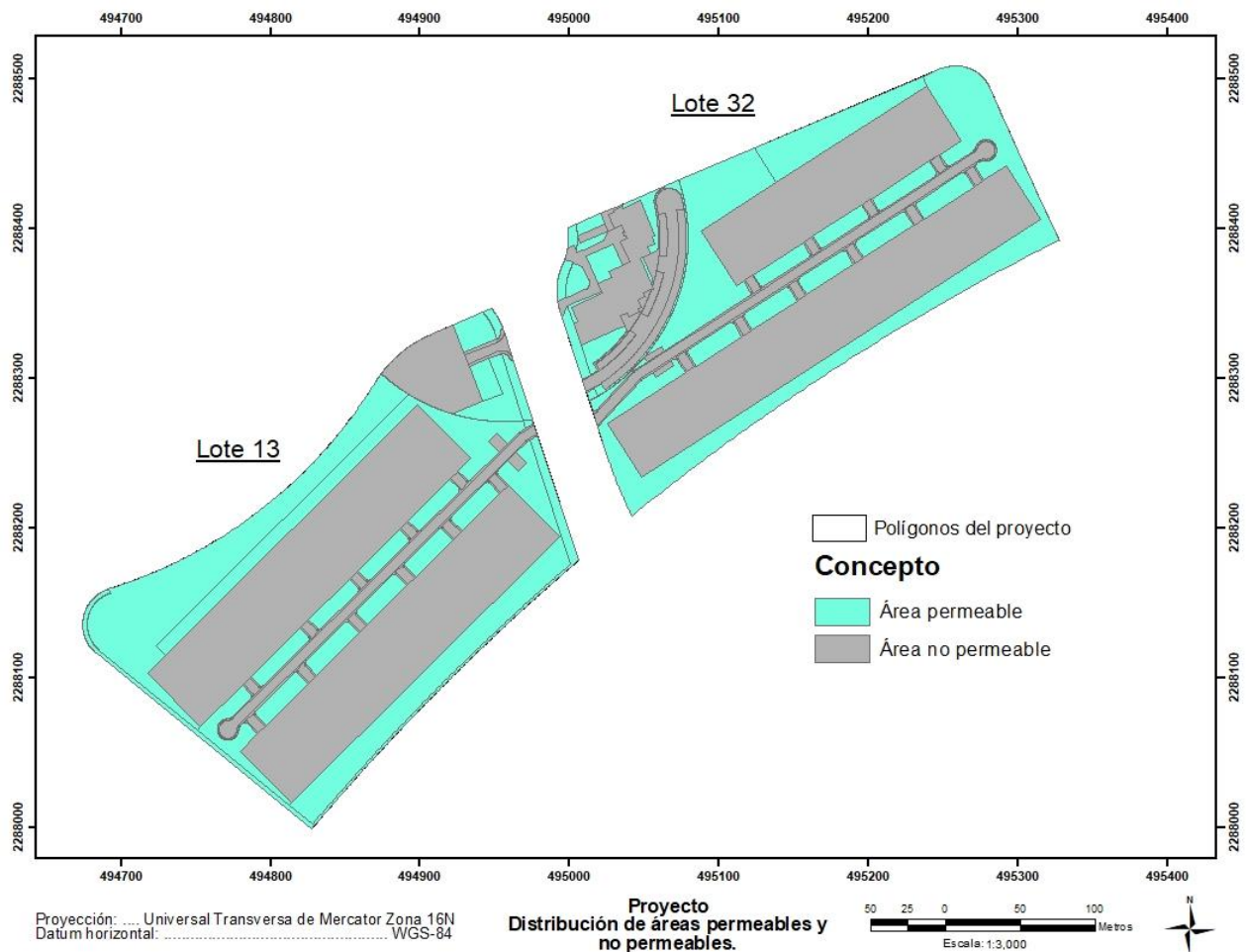
De acuerdo con los datos señalados y tomando en consideración únicamente los ecosistemas de selva mediana subperennifolia y la vegetación secundaria derivada de la misma, se registra que para el municipio estos ambientes alcanzan cobertura en una superficie combinada de 203,464.44 ha. Asimismo, estas zonas se encuentran cubiertas de vegetación natural, lo que facilita que el agua de lluvia se percole libremente, contribuyendo a la formación y recuperación del acuífero.

En este sentido, el proyecto afectará 7.98 Ha, lo que representa tan solo un 0.003% de la superficie total cubierta por vegetación selvática que favorece la captación y percolación del agua de lluvia en el municipio. Asimismo, el Proyecto mantendrá una cobertura vegetal natural o de conservación del orden de los 2.66 ha (25%) que quedará en pie formando parte del mismo, a esta cobertura natural se suma la que conforman los corredores biológicos establecidos desde el Plan Maestro del macroproyecto autorizado Ciudad Mayakoba.

Adicionalmente, no toda la superficie que se solicita como cambio de uso de suelo será aprovechada ya que el proyecto contará con áreas permeables (41.28% de la superficie) tal y como se muestra en la siguiente Figura 6. 8.

Cabe señalar que, como parte de las condicionantes establecidas para la autorización del macroproyecto Ciudad Mayakoba, del que forma parte el Proyecto que aquí nos ocupa, se estipuló la conservación de 189.002 hectáreas de selva; este requisito fue cubierto mediante la certificación con destino para la conservación del lote denominado Esperanza Limones con 200 ha, certificado que fue expedido por el Registro Público de la Propiedad y del Comercio en el estado de Quintana Roo (ver Capítulo 3, apartado 3.2).

Figura 6. 8. Distribución en el Proyecto de las áreas permeables y no permeables.



No obstante, lo anterior, se considera pertinente llevar a cabo una valoración de los precoces de infiltración, por lo que en el presente apartado se presentan los resultados obtenidos del estudio de infiltración realizado para el proyecto. El estudio en extenso puede ser consultado en el Anexo 6.2.

Metodología

Para la estimación del volumen de infiltración del agua en el área de estudio se utilizó la siguiente ecuación lineal:

$$\text{Infiltración} = (P - ETR) At - Ve$$

Dónde:

P= Precipitación ($m^3/m^2/año$)

ETR= Evapotranspiración ($m^3/m^2/año$)

Ve= Volumen de escurrimiento ($m^3/año$)

At= Área de la parcela de estudio (m^2)

VARIABLES PARA EL CÁLCULO DE INFILTRACIÓN

Precipitación

La precipitación es cualquier forma de humedad que llega a la superficie terrestre, ya sea lluvia, nieve, granizo, niebla, rocío, etc. (Bateman, 2007). Para obtener los datos climatológicos de precipitación y temperatura del Proyecto se requirió consultar la base de datos de la estación meteorológica 00023163 Playa del Carmen con un periodo de observaciones de 1951-2010, que es la más cercana al área de estudio.

Evapotranspiración (ETR)

Se denomina evapotranspiración al conjunto de pérdidas físicas (evaporación) y biológicas (transpiración de las plantas) del suelo en vapor de agua. Se expresa en mm por unidad de tiempo. Depende de factores de orden climático (radiación, humedad del aire, viento), relativos a las plantas (cubierta vegetal) y edáficos (tipo de suelo, estado de humedad del suelo); por lo que, es conveniente distinguir entre evapotranspiración efectiva (cantidad de agua realmente trasferida a la atmósfera) y evapotranspiración potencial (cantidad máxima, teórica, de agua que puede evaporarse desde un suelo completamente cubierto de vegetación y constantemente abastecido de agua). En relación con las precipitaciones recogidas, la evotranspiración potencial (ETP) se usa como un indicador de humedad o aridez climática¹¹.

Para el cálculo de la EVAPOTRANSPIRACIÓN (ETR) se utilizó el método de Thornthwaite. Los cálculos de Thornthwaite (1948) están basados en la determinación de la evapotranspiración en función de la temperatura media, con una corrección en función de la duración astronómica del día y el número de días del mes. El método es muy empleado en hidrología y en la estimación del balance hídrico para climatología e hidrología de cuencas (Almorox-Alonso, 2007).

Este método calcula el uso consuntivo mensual como una función de las temperaturas medias mensuales mediante las siguientes fórmulas:

¹¹ http://www.ign.es/espmapi/mapas_clima_bach/pdf/Clima_Mapas_08texto_corregido.pdf

Método de Thornthwaite

$$ETP = 16 \left[10 \left(\frac{T}{I} \right) \right]^\alpha$$

Dónde:

ETP= Evapotranspiración potencial (mm)

T= Temperatura media (°C)

I= Índice de calor

$\alpha = 0.000000675 I^3 - 0.0000771 I^2 + 0.01792 I + 0.49239$

El índice de calor se calcula a través de la siguiente ecuación:

$$I = \sum_{j=1}^{12} i_j$$

Dónde:

$i = (T/5)^{1.514}$

Volumen de Escurrimiento

El valor del VOLUMEN DE ESCURRIMIENTO (V_e) se calculó mediante la utilización de la siguiente formula:

$$V_e = (P) (At)(C_e)$$

Dónde:

V_e = Volumen medio anual de escurrimiento (m^3)

P= Precipitación anual (m^3)

C_e = Coeficiente de escurrimiento anual

At= Área total para el drenaje del suelo o parcela de estudio (m^2)

Una vez con los datos de los parámetros necesarios para el cálculo de la infiltración en el área de estudio se procedió a aplicar la ecuación lineal presentada al inicio, cuyos resultados más importantes se presenta a continuación.

Resultados

De acuerdo con el algoritmo para estimar la evapotranspiración se deben obtener las temperaturas medias mensuales que se obtuvieron los registros de temperatura capturados por la estación meteorológica de Playa del Carmen, a partir de las cuales se habrá de calcular el índice de calor, cuyo resultado se puede observarse en la siguiente Tabla 6. 37.

Tabla 6. 37. Temperatura media mensual y cálculo del índice de calor (I) para el Proyecto.

Mes	Temperatura media	Índice de calor
ENERO	22.8	9.9466
FEBRERO	23.4	10.3455
MARZO	24.3	10.9539
ABRIL	26.1	12.2054
MAYO	27.3	13.0650
JUNIO	27.9	13.5022
JULIO	28.0	13.5755
AGOSTO	28.0	13.5755
SEPTIEMBRE	27.9	13.5022
OCTUBRE	26.3	12.3473
NOVIEMBRE	24.4	11.0222
DICIEMBRE	23.4	10.3455
Anual	25.8	144.3868

Los valores de la constante α , se derivan del algoritmo:

$$\alpha = 0.000000675 I_3 - 0.0000771 I_2 + 0.01792 I_1 + 0.49239$$

Así:

$$\alpha = 0.000000675 (2.0318255) - 0.0000771 (1.6073463) + 0.01792 (144.3868) + 0.49239$$

Por lo tanto:

$$\alpha = 3.5042809$$

Una vez obtenidas y aplicadas las variables anteriores se pueden obtener el valor de ETR, por lo que en la siguiente Tabla 6. 38, se presentan las estimaciones de la evotranspiración.

Tabla 6. 38. Estimación de la evapotranspiración.

Meses	Temperatura media mensual	Índice de calor mensual	α	ETR sin corregir
Enero	22.8	9.95	3.5	25.64
Febrero	23.4	10.35	3.5	28.08
Marzo	24.3	10.95	3.5	32.03
Abril	26.1	12.21	3.5	41.13
Mayo	27.3	13.07	3.5	48.14
Junio	27.9	13.50	3.5	51.95
Julio	28.0	13.58	3.5	52.60
Agosto	28.0	13.58	3.5	52.60
Septiembre	27.9	13.50	3.5	51.95
Octubre	26.3	12.35	3.5	42.25
Noviembre	24.4	11.02	3.5	32.49
Diciembre	23.4	10.35	3.5	28.07
Anual	25.8	144.39	3.5	486.91

Por lo tanto:

$$\text{ETR} = 486.91 \text{ mm} = 0.48 \text{ m}^3$$

El resultado del cálculo del VOLUMEN DE ESCURRIMIENTO (V_e) indica lo siguiente:

Los valores del Coeficiente de escurrimiento utilizados para el presente estudio fueron de $C_e = 0.30$ para las áreas actualmente forestales con cobertura de vegetación secundaria derivada de selva mediana subperennifolia y suelo Leptosol Rendzinico-Lítico con textura media y plana; mientras, que para las cubiertas superficiales que se tendrán en el área de CUSTF (áreas selladas con pavimento y concreto) tendrán un valor de $C_e = 0.65$, tal como se presenta en la siguiente Tabla 6. 39.

Tabla 6. 39. Coeficientes de escurrimiento (C_e) de diferentes materiales en el área de captación.

Uso del suelo y pendiente del terreno	Textura del suelo		
	Gruesa	Media	Fina
Bosque			
Plano (0-5% pendiente)	0.10	0.30	0.40
Ondulado (6-10% pendiente)	0.25	0.35	0.50
Escarpado (11-30% pendiente)	0.30	0.50	0.60
Pastizales			
Plano (0-5% pendiente)	0.10	0.30	0.40
Ondulado (6-10% pendiente)	0.16	0.36	0.55
Escarpado (11-30% pendiente)	0.22	0.42	0.60
Terrenos cultivados			
Plano (0-5% pendiente)	0.30	0.50	0.60
Ondulado (6-10% pendiente)	0.40	0.60	0.70
Escarpado (11-30% pendiente)	0.52	0.72	0.82
Cubiertas superficiales			
Concreto	0.6-0.8		
Pavimento	0.5-0.6		
Geomembrana de PVC	0.85-0.90		
Azotea			
Azulejos, teja	0.8-0.9		
Hojas de metal acanaladas	0.7-0.9		
Orgánicos (hojas con barro)	<0.2		
Captación en tierra			
Suelo con pendientes menores al 10%	0.0-0.3		
Superficies naturales rocosas	0.2-0.5		

Como se puede notar, para este caso, se utilizaron dos Coeficientes de escurrimiento (C_e): cuando el suelo se encuentra cubierto por vegetación forestal de selva mediana subperennifolia, pendiente plano de 0.1% y suelo con textura media (0.30). Cuando se recubre dicha superficie con pavimento y concreto por las obras tales, como de caminos y obras civiles del proyecto pretendido (0.65).

De todos los datos anteriormente presentados se obtuvieron las siguientes variables importantes para el cálculo del V_e :

$$P = 1,331.2 \text{ mm} \text{ (1.3312 m}^3\text{)}$$

$$C_e = 0.30 \text{ (Áreas forestales con suelo de textura media y plana)}$$

$$C_e = 0.65 \text{ (Suelo sellado con Pavimento y Concreto)}$$

$$A_t = 79,805.14 \text{ m}^2$$

Las variables anteriores sirvieron para el cálculo del volumen de escurrimiento (V_e) en el área de CUSTF aplicando la siguiente formula:

$$V_e = (P) (At)(C_e)$$

De todos los datos anteriormente presentados se obtuvieron las siguientes variables importantes para el cálculo del V_e :

- Áreas naturales

$$V_e = (1.3312) (79,805.14) (0.30)$$

$$\mathbf{V_e = 31,870.98}$$

- Suelo sellado con pavimento y concreto

$$V_e = (1.3312) (79,805.14) (0.65)$$

$$\mathbf{V_e = 69,053.59}$$

Los resultados de la aplicación de la formula anterior se encuentran en la siguiente Tabla 6. 40.

Tabla 6. 40. Volumen medio anual de escurrimiento (m^3) en área de CUSTF antes del Proyecto y después del establecimiento del Proyecto.

Condición	Volumen medio anual de escurrimiento (m^3)
ÁREA PRETENDIDA PARA EL CUSTF (FORESTAL ANTES DEL PROYECTO)	31,870.98
ÁREA SOMETIDA A CUSTF (OBRAS DE PAVIMENTO Y CONCRETO DESPUÉS DEL PROYECTO)	69,053.79

De acuerdo con lo anterior, se plantean los escenarios que se presentarían en las infiltraciones en el área pretendida para el CUSTF bajo el escenario sin el Proyecto y con el Proyecto sin tomar en cuenta las medidas de protección y conservación del agua, tal como se puede en la siguiente Tabla 6. 41.

Tabla 6. 41. Escenarios de la Infiltración actual en el área de CUSTF pretendida (sin Proyecto) y con el Proyecto (con CUSTF y establecimiento de obras de pavimento y concreto).

Parámetros			Infiltración ($m^3/año$)		
			Sin Proyecto	Con Proyecto	Diferencia neta
P	1.3312	$m^3/m^2/año$	31,870.98	69,053.79	37,182.81
ETR	0.48	$m^3/m^2/año$			
At	79,805.14	m^2			
V_e (Área forestal)	31,870.98	m^3			
V_e (Suelo sellado con pavimento y concreto)	69,053.79	m^3			

La diferencia neta entre el volumen de infiltración con cobertura vegetal forestal (sin Proyecto) y con suelo sellado con pavimento y concreto (con Proyecto y sin medidas de protección y conservación del agua) es de 37,182.81 m³/año. Este último volumen representaría la pérdida neta de agua que se estaría dejando de percibir por motivo del CUSTF y sellamiento del suelo con obras de pavimento y concreto. Asimismo, este sería el volumen que SE TIENE QUE MITIGAR con la finalidad de hacer del proyecto sustentable y viable ambientalmente. No obstante, lo anterior, se deberán tomar en consideración lo siguiente:

De acuerdo con el DOF (2013), la zona de interés queda incluida dentro del denominado “acuífero Península de Yucatán, clave 3105”, mismo que “se localiza en la porción sureste de los Estados Unidos Mexicanos, abarca una superficie de 124,409 kilómetros cuadrados, comprendiendo totalmente al estado de Yucatán y casi la totalidad de los estados de Campeche y Quintana Roo, con excepción de la porción sur-centro de la Península, que corresponde a los acuíferos Cerros y Valles del estado de Quintana Roo y Xpujil, del estado de Campeche”.

Figura 6. 9. El acuífero Península de Yucatán comprende los 3 estados que conforman la región peninsular.



Los registros de la disponibilidad media anual de aguas subterráneas para este acuífero se muestran en la Tabla 6. 42.

Tabla 6. 42. Disponibilidad media anual de aguas subterránea en el acuífero Península de Yucatán. Cifras en millones de metros cúbicos anuales

VE	ACUFERO	R	DNCOM	VCAS	VEXTET	DAS	DEFICIT
3105	Península de Yucatán	21,813.4	14,542.2	2,265.595234	1,313.3	5,005.604766	0.000000

Los valores indican que este acuífero tiene una recarga total del acuífero es de 21,830.4 millones de metros cúbicos anuales, integrada por 1,462.29 millones de metros cúbicos anuales de entradas por flujo subterráneo y 20,350.85 millones de metros cúbicos anuales por recarga vertical proveniente del agua de lluvia. La salida subterránea hacia el mar se estimó en 19,121.2 millones de metros cúbicos anuales, la descarga hacia el Río Hondo se estima en 1,395.9 millones de metros cúbicos anuales y la extracción de agua subterránea es de 1,313.3 millones de metros cúbicos anuales. El cambio de almacenamiento del acuífero es nulo.

Además, estas cifras indican “que existe volumen disponible para otorgar nuevas concesiones o incrementar el volumen de las ya existentes”. Por otra parte, hacia la zona de interés, este acuífero presenta un flujo subterráneo hacia el este, es decir, desde la zona centro de la Península hacia el mar Caribe.

En atención a este concepto, se espera poder llevar a cabo el CUSTF en una superficie de 7.98 ha, dentro de la zona urbana de Playa del Carmen. Lo que en primera instancia parecería indicar que se pudiera afectar la capacidad de captación de agua en la zona donde se ubica el Proyecto. No obstante, se considera que estos efectos no serán del todo significativos, además de que el impacto será en un área puntual con respecto a la región, misma que se encuentra influenciada desde hace muchos años por el desarrollo urbano y turístico.

Además, toda esta zona se ubica aguas abajo de la subcuenca hidrológica y en un espacio donde no se lleva a cabo la extracción de agua, por lo que aquellos volúmenes que se puedan captar en el sitio (106,236.60 m³/anuales), serán dispuestos a través de la evapotranspiración (72%) y lo que se logre infiltrar (28%), se habrá de mezclar con el resto de las aguas subterráneas que desciende desde las partes altas de la cuenca (desde la zona centro de la península de Yucatán) y continuar un curso al este, para perderse en los humedales costeros y en las aguas del mar Caribe; ambos ubicados a tan solo unos 4 km al este. Por lo que se deben de tomar en consideración los siguientes factores:

- a) Aguas arriba de la zona de interés y a una distancia mayor a los 30 km, se lleva a cabo mayormente el uso de suelo propio para el desarrollo de la vida natural, es por ello que las condiciones para la infiltración del agua de lluvia en el ámbito regional, prácticamente no han sido modificadas previamente a la planeación del Proyecto.
- b) Aguas abajo de la zona de interés se lleva a cabo un intenso uso de suelo con fines urbanos y turístico, por lo que se ha edificado varios conceptos habitacionales, hoteleros y deportivos. En este caso, se considera que las condiciones para la infiltración del agua de lluvia, han sido modificadas únicamente en sitios puntuales y previos al desarrollo del Proyecto. No obstante, en estas áreas se llevan a cabo actividades donde se permite la infiltración del agua. Asimismo, se cuenta con techumbres y vialidades de acceso, donde se canaliza el agua de lluvia hacia las áreas naturales, por lo que nunca se han favorecido condiciones de sequía y menos aquellas referidas a procesos de desertificación.
- c) Además, y como se ha referido, la zona del Proyecto se ubica a una distancia muy próxima del mar Caribe, por lo que todas las aguas que finalmente no se aprovechan habrán de drenar libremente y de manera subterránea hasta disponerse y perderse de manera definitiva en las aguas del mar. Al respecto, se debe mencionar de manera adicional que, por la cercanía con el mar, el agua subterránea (en especial la que se ubica al oriente de la carretera federal 307) tiene una fuerte manifestación salina (debido a la intrusión salina) y no es apta para consumo humano, sin que antes sea sometida a algún tipo de tratamiento.
- d) En este mismo sentido, el Proyecto afectará únicamente 7.98 ha de terreno natural, lo que representa tan solo un 0.003% de la superficie total que favorece la captación y percolación del agua de lluvia en el municipio de Solidaridad. En este sentido, se debe citar que considerado únicamente el área cubierta de Selva Mediana subperennifolia y la de Vegetación secundaria en sus diferentes variantes en el municipio de Solidaridad (Tabla 6. 43), se alcanza una cobertura combinada de 203,464.44 ha (PDU de Playa del Carmen 2010-2050).

Tabla 6. 43. Tipos de vegetación en el municipio de Solidaridad. Fuente: Programa Municipal de Desarrollo Urbano de Solidaridad 2010-2050.

Uso de suelo y vegetación	Área en m ²	Hectáreas	% municipal
1) Selva Mediana subperennifolia	1,245,868,591.44	124,586.86	58.54
2) Vegetación secundaria derivada de Selva mediana subperennifolia	498,629,901.97	49,862.99	23.43
3) Vegetación secundaria derivada de Selva mediana subperennifolia con agricultura nómada (hubches)	290,145,945.79	29,014.59	13.63
4) Sin vegetación aparente	48,442,198.38	4,844.22	2.28
5) Sabana	19,481,953.83	1,948.20	0.92
6) Manglar	15,542,158.96	1,554.22	0.73
7) Selva Baja Subcaducifolia	6,683,821.75	668.38	0.31
8) Vegetación halófila	2,243,711.69	224.37	0.11
9) Cuerpo de agua	1,016,226.51	101.62	0.05
Total	2,128,054,510.31	212,805.45	100

- e) De acuerdo con estos valores, en las zonas selváticas ubicadas aguas arriba del Proyecto se realiza la captación de un volumen anual de 2,710.3 millones de metros cúbicos de agua de lluvia. Además, y por concepto del CUSTF en una superficie de 7.98 ha, se espera que se dé la modificación de un espacio donde se recibe un aporte de tan solo 0.10 Mm³/anuales, éste refiere tan solo una reducción en el volumen que se capta la zona cubierta de vegetación de selva y sus variantes del 0.003%.
- f) Por otra parte, el volumen de 0.10 Mm³/anuales que corresponde con la captación dentro del área de CUSTF que se solicita, de ninguna manera se habrá de perder, porque el Proyecto contempla la captación de aguas pluviales mediante la construcción de pozos de absorción en las vialidades y conducirlos al subsuelo, los que considerarán lo establecido en la Norma Oficial Mexicana NOM-015-CONAGUA-2007. (DOF del 18 de agosto de 2009), la NOM-003-CNA-1996 (DOF del 3 de febrero de 1997) y la NOM-004-CNA-1996 (DOF del 3 de febrero y 8 de agosto de 1997). Además de la captación de lluvia que se hará en las áreas verdes y de conservación consideradas por el Proyecto.
- g) De manera adicional y con el objeto de ser más precisos sobre la captación de agua en la zona y de acuerdo a la información proporcionada por el INEGI (2002) y la estación meteorológica más cercana al Proyecto (Playa del Carmen), se reconoce que en la zona se presenta precipitaciones del orden de los 1,331.2 mm anuales, lo que representa para el predio de 11.94 ha del Proyecto un volumen de orden de 158,959.352 m³/anuales. Asimismo, se debe considerar que en la zona se manifiesta una topografía de tipo ondulado a sensiblemente plana, por lo que no existen corrientes superficiales de agua a través de los cuales estos flujos se pudieran perder mediante grandes avenidas sobre todo en la temporada lluviosa del año. Además, y debido a la naturaleza calcárea del terreno se presenta una alta permeabilidad.
- h) Al no poderse desarrollar las corrientes superficiales, la porción del agua que se precipitación en la zona es absorbida y evapotranspirada por las plantas y los suelos, mientras que el resto satura el terreno, colma el bajo relieve y se infiltra en el subsuelo, dando origen a las aguas subterráneas. Por lo anterior, se consideró oportuno efectuar el cálculo de la infiltración del agua para la zona de interés.

- i) Finalmente, y como se ha referido, el Proyecto evitará la contaminación del manto freático mediante el manejo adecuado de los residuos sólidos y líquidos, por lo que todos los desechos serán enviados al sitio que la autoridad competente destine para ello (ver Capítulo 7). Asimismo, en la etapa de operación y mantenimiento el Proyecto se conectará al sistema de drenaje sanitario que se inserta al interior del macroproyecto Ciudad Mayakoba.

6.2.3.1. Conclusiones

Haciendo un énfasis en relación a la disminución en la captación del agua, se considera que por el desarrollo del Proyecto no se verá afectado negativamente este tipo de servicio. Por lo que mediante el adecuado seguimiento de estas acciones se podrá garantizar la continuidad de los procesos de infiltración del agua lluvia al subsuelo.

Determinar la cantidad de agua que se dejaría de captar por la remoción de la vegetación forestal y establecer las medidas correspondientes en las áreas aledañas y dentro del SAR, para demostrar que se recupera el agua que dejaría de captarse como consecuencia del CUSTF, lo anterior considerando que el retiro de vegetación incrementa los niveles de escurrimiento superficial y reduce el volumen de captación de agua (infiltración), resultando necesario establecer acciones para mitigar los efectos de reducción de la captación del agua a través de medidas de mitigación

En primer término, se debe referir que el Proyecto no promoverá la pérdida en la captación de agua de lluvia, ya que bajo ninguna circunstancia se promoverá la construcción de barreras que impidan cambios en los patrones generales de la precipitación que corresponde con un clima cálido subhúmedo con régimen de lluvias de verano y con eventual presencia de fenómenos hidrometeorológicos que tiene su origen desde las aguas del mar Caribe y el océano Atlántico en la mayoría de los casos luego de cruzar y afectación de los 3 estados de la Península de Yucatán salen al golfo de México e impactan el territorio de los Estados Unidos de Norteamérica. De esta manera, se considera que dentro de las 11.94 ha que corresponde con la superficie de los predios que integran el Proyecto se mantiene la captación de un volumen de agua de lluvia del orden de los 158,959.35 m³/anuales.

Por otra parte, para el desarrollo del Proyecto se requiere de una superficie 7.98 ha, donde se habrá de desplantar edificaciones, vialidades, andadores, etc. Es por ello los patrones de infiltración serán ligeramente modificados. En este caso, dentro de la superficie mencionada se refiere un volumen de precipitaciones de 106,236.59. m³/anuales. Estos valores indican la aparente reducción en un 66% en los valores de infiltración del agua de lluvia que se precipita en la zona.

En este sentido, es de importancia señalar que en la región no existen ningún tipo de escurrimiento superficiales que pudieran llegar a generar grandes avenidas en la temporada lluviosa. Por lo anterior, en la región el agua de lluvia fluye de manera laminar hacia los terrenos bajos y, desde luego cuando se registran excesos de precipitación se llegan a generar algunas inundaciones en la temporada lluviosa. No obstante, el Atlas de Riesgo del Municipio de Solidaridad (SEDATU-PPR, 2016) cita que por la "falta de sistema fluvial, inexistencia de cuencas de captación hídrica y relieve plano, se estima que para el municipio de Solidaridad las inundaciones se presentan por falla en el sistema de drenaje y sobre todo por intrusiones marinas durante las tormentas tropicales o sistemas ciclónicos que generan fuertes vientos y mareas de tormenta que llevan al nivel del mar elevarse a tal grado que el oleaje lleva el agua hasta las vialidades más cercanas a la zona litoral".

Es claro que dentro de la zona urbana los incrementos en los volúmenes de escurrimiento no son considerados como fenómenos que requieran de alguna atención especial. Lo anterior, queda más claro cuando se considera que el volumen de agua de 106,236.59. m³/anuales que se logra captar dentro del área de CUSTF, se traduce a un volumen de escorrentía de tan solo 3.3 lt/s. Además de que el mismo se debe considerar a luz de que en la región prevalece un régimen de lluvias de verano con una temporada de secas entre los meses de noviembre-abril.

En este sentido, para evitar al máximo los riesgos de inundación (en la temporada lluviosa del año) y que pudieran recaer en detrimento del desarrollo del Proyecto que se propone, se habrán de promover medidas de mitigación para promover el manejo adecuado del agua de lluvia como son:

- a) Prohibir la construcción de nuevas viviendas en áreas de fuertes pendientes (13 %).
- b) Promover la creación de áreas verdes.
- c) Conducir el agua de lluvia a través de canalizaciones desde las techumbres de las edificaciones hasta las áreas verdes que contempla el proyecto.
- d) Promover la construcción de pozos de absorción para la captación de agua pluvial, considerando lo establecido en la Norma Oficial Mexicana NOM-015-CONAGUA-2007 (DOF del 18 de agosto de 2009), la NOM-003-CNA-1996 (DOF del 3 de febrero de 1997) y la NOM-004-CNA-1996 (DOF del 3 de febrero y 8 de agosto de 1997).
- e) Se llevará a cabo la reforestación y ornamentación de terraplenes, andadores y otras zonas desnudas, empleando mayormente especies nativas, principalmente de las que provengan de las labores de rescate florístico.

Con el análisis de los datos anteriores se puede concluir que no se provocará el deterioro de la calidad del agua, ni la disminución en su captación de acuerdo a lo establecido en el artículo 93 de la Ley General de Desarrollo Forestal sustentable.

6.2.4. La Disminución en la Capacidad de Almacenamiento de Carbono en las Áreas Afectadas por la Remoción de la Vegetación se Mitiga

En nuestro país las principales fuentes de emisiones de gases de efecto invernadero son el sector de energía, por el uso de combustible fósiles (Gay y Martínez, 1995), el cambio en el uso del suelo y los procesos de la industria del cemento. El panel intergubernamental sobre el cambio climático IPCC (1995), estimó que las emisiones de México contribuyen con el 14.5% de las emisiones totales de carbono que se dan en nuestro planeta cada año. Autores como Schneider (1989), Lashof y Ahuja (1994) y Dixon et al., (1994) afirman que el dióxido de carbono (CO₂) es uno de los gases de efecto invernadero más importante.

Por esta situación, la captura de carbono juega un papel fundamental en el proceso de mitigación del cambio climático global, pero la captura sólo es posible con la ayuda de la vegetación arbórea ya que los bosques y selvas capturan y almacenan carbono como resultado de los procesos fotosintéticos, de respiración y de degradación de materia seca. El saldo es una captura neta positiva cuyo monto depende del manejo que se le dé a la cobertura vegetal, así como de la edad, distribución de tamaños, estructura y composición arbórea de ésta.

La captura de carbono es considerada como un servicio ambiental que 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 CO₂ 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 está 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 de carbono 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.

En este caso, para estimar la captura de carbono se han empleado los criterios propuestos por Dávalos-Sotelo et al. (2008¹²), quienes presentaron un procedimiento que se considera adecuado y económico para estimar la biomasa forestal, en donde la medición se efectúa de manera directa a partir de los datos de densidad de la madera y volumen de la vegetación leñosa. Los valores de peso seco de la biomasa se pueden obtener a partir de los datos de densidad aparente de la madera de especímenes colectados con taladro Pressler o con métodos no destructivos (por ejemplo, con madera de ramas). Se debe calcular el volumen de cada árbol individual en el campo y de ahí se puede estimar el peso total de la biomasa y la cantidad de carbono capturada.

Por otra parte, los autores presentan una ecuación a través de la cual se puede estimar la cantidad de carbono capturado para un árbol de forma individual:

$$CC = 0.7 * AB * HF * DA * FEB * fC$$

¹² <http://www2.ine.gob.mx/publicaciones/libros/542/cap16.pdf>

Donde:

CC = Carbono capturado (T).

AB = Área basal (m²).

HF = Altura del fuste limpio (m).

DA = Densidad de la madera (T/m³).

FEB = Factor de expansión de biomasa.

fC = fracción de carbono en la biomasa.

En este sentido, la propuesta de estos autores indica que “si no se sabe el valor de la densidad de la madera, se puede tener un valor aproximado utilizando el valor de 0.5. Asimismo, se puede aplicar un valor determinado para FEB = 2.1 y el valor de fC recomendado de 0.5. De acuerdo con lo antes expuesto, los índices de captura de carbono varían de acuerdo al tipo de árbol, suelos, topografía y prácticas de manejo. La acumulación de carbono llega eventualmente a un punto de saturación, a partir del cual la captura de carbono resulta imposible. Además, se considera que el punto de saturación de cada individuo se presenta cuando los árboles alcanzan su madurez y desarrollo completo.

Con base en los valores del algoritmo propuesto, en la Tabla 6. 44 se muestran la capacidad de almacenamiento de carbono de la vegetación de selva mediana subperennifolia ubicada hacia la cuenca hidrológica forestal y en el Proyecto. En este caso, las estimaciones fueron elaboradas con base en los muestreos realizados en la selva mediana subperennifolia que son referidos en el Capítulo 4, apartado 4.3.2.1.

Tabla 6. 44. Estimación de la captura de carbono realizada por las especies pertenecientes a la selva mediana subperennifolia con vegetación secundaria arbórea.

Familia	Nombre común	Nombre científico	Aporte (ton/ha)	
			Cuenca	Proyecto
Fabaceae	Katzin	<i>Acacia riparia</i>	0.01	0.00
Fabaceae	Sakpich	<i>Acacia glomerosa</i>	0.05	0.00
Anacardiaceae	Jobillo	<i>Astronium graveolens</i>	0.11	0.00
Sapindaceae	Palo sol	<i>Blomia cupanioides</i>	0.01	0.08
Burseraceae	Chacá	<i>Bursera simaruba</i>	1.89	3.87
Fabaceae	Kitanche	<i>Caesalpinia gaumeri</i>	0.05	0.34
Fabaceae	Chacte-viga	<i>Caesalpinia violacea</i>	0.00	0.12
Myrtaceae	Chacni	<i>Calyptanthes pallens</i>	0.02	0.05
Apocynaceae	Akitz	<i>Cascabela gaumeri</i>	0.13	0.00
Polygonaceae	Bolchiche (uvilla)	<i>Coccoloba diversifolia</i>	0.08	0.05
Polygonaceae	Boichic (bop)	<i>Coccoloba spicata</i>	0.62	0.51
Boraginaceae	Ciricote	<i>Cordia dodecandra</i>	0.05	0.07
Boraginaceae	Bojom	<i>Cordia gerascanthus</i>	0.06	0.56
Araliaceae	Sac-chaca	<i>Dendropanax arboreus</i>	0.00	0.02
Ebenaceae	Silil	<i>Diospyros cuneata</i>	0.20	0.10
Fabaceae	Ruda	<i>Ruta chalapensis</i>	0.17	0.00
Primulaceae	Naranja che	<i>Jacquinia albiflora</i>	0.02	0.00
Myrtaceae	Sakloob	<i>Eugenia axillaris</i>	0.02	0.00
Sapindaceae	Guayancox	<i>Exothea diphylla</i>	0.06	0.10
Moraceae	Alamo	<i>Ficus cotinifolia</i>	1.51	1.34
Moraceae	Higo	<i>Ficus maxima</i>	0.23	0.11
Moraceae	Higuillo	<i>Ficus padifolia</i>	0.00	0.02
Fabaceae	Cocoite blanco	<i>Gliricidia sepium</i>	0.11	0.49
Rubiaceae	Tastab	<i>Guettarda combsii</i>	0.06	0.00
Euphorbiaceae	Yaiti	<i>Gymnanthes lucida</i>	0.00	0.03
Polygonaceae	Dzidzilche	<i>Gymnopodium floribundum</i>	0.01	0.03
Fabaceae	Kanazin (canasin)	<i>Lonchocarpus rugosus</i>	0.80	0.42

Familia	Nombre común	Nombre científico	Aporte (ton/ha)	
			Cuenca	Proyecto
Fabaceae	Shuul blanco	<i>Lonchocarpus xuul</i>	1.23	1.49
Fabaceae	Tzalam	<i>Lysiloma latisiliquum</i>	2.93	4.21
Malpighiaceae	Sipche	<i>Bunchosia swartziana</i>	0.01	0.02
Sapotaceae	Chicozapote	<i>Manilkara zapota</i>	0.30	0.29
Fabaceae	Subinche	<i>Acacia dolycostachya</i>	0.12	0.19
Sapindaceae	Guaya	<i>Melicoccus oliviformis</i>	0.04	0.08
Anacardiaceae	Chechen negro	<i>Metopium brownei</i>	2.63	2.06
Nyctaginaceae	Tadzi	<i>Neea psychotrioides</i>	0.29	0.60
Metteniusaceae	Uvasche	<i>Ottoshulzia pallida</i>	0.00	0.01
Fabaceae	Jabín	<i>Piscidia piscipula</i>	1.02	1.08
Fabaceae	Granadillo	<i>Platymiscium yucatanum</i>	0.17	0.04
Apocynaceae	Flor de mayo	<i>Plumeria obtusa</i>	0.00	0.01
Sapotaceae	Kaniste	<i>Pouteria campechiana</i>	0.12	0.03
Arecaceae	Guano blanco	<i>Sabal japa</i>	0.16	0.00
Euphorbiaceae	Chechem blanco	<i>Sebastiana adenophora</i>	0.04	0.00
Celastraceae	Roble	<i>Ehretia tinifolia</i>	0.04	0.00
Sapotaceae	Zapote faisán	<i>Sideroxylon salicifolium</i>	0.08	0.02
Fabaceae	Katalox	<i>Swartzia cubensis</i>	0.14	0.00
Sapindaceae	Canchunup	<i>Thouinia paucidentata</i>	0.07	0.59
Lamiaceae	Ya'axnik	<i>Vitex gaumeri</i>	0.89	0.64
Fabaceae	Tamay	<i>Zuelania guidonia</i>	0.11	0.03
Total			16.64	19.70

Como puede observarse en la Tabla 6. 44, en las zonas forestales de la cuenca hidrológica forestal, se distribuye una selva mediana subperennifolia/vegetación secundaria arbórea la cual se distribuyen 48 especies contadas a partir de los 10 cm en DAP y se contribuye con una captura total de carbono del orden de las 16.64 ton/ha. Para este tipo de vegetación la especies que más contribuyen son tzalam (*Lysiloma latisiliquum*) con 2.93 ton/ha, chechen negro (*Metopium brownei*) con 2.63 ton/ha, chaca (*Bursera simaruba*) con 1.89 ton/ha y alamo (*Ficus cotinifolia*) con 1.51 ton/ha.

Estos mismos valores fueron estimados para la selva mediana con vegetación secundaria arbórea del Proyecto, por lo que en este caso los valores encontrados se muestran de manera comparativa en la Tabla 6. 44 y se refieren prácticamente al mismo elenco de especies que están presentes en la cuenca hidrológica forestal, solamente que en este caso se distribuyen tan solo 36 especies contadas a partir de los 10 cm en DAP y se contribuye con una captura total de carbono del orden de las 19.70 ton/ha. Para este tipo de vegetación la especies que más contribuyen son: son tzalam (*Lysiloma latisiliquum*) con 4.21 ton/ha, chaca (*Bursera simaruba*) con 3.87 ton/ha chechen negro (*Metopium brownei*) con 2.06 ton/ha y el shuul blanco (*Lonchocarpus xuul*) con 1.49 ton/ha.

Los resultados obtenidos indican que, dentro del Proyecto, así como en la cuenca hidrológico forestal se lleva a cabo una contribución modesta en la captura de carbono. Desde luego que esto tiene que ver con la naturaleza secundaria de la vegetación y donde se manifiesta un bosque ralo, puesto que para la cuenca cerca de 67% de las especies se ubican por debajo de la categoría de los 15 cm en DAP, y únicamente 15 del elenco de 643 individuos muestreados alcanza valores por arriba de los 30 cm en DAP. En el caso del Proyecto, cerca del 54% de las especies se ubican por debajo de la categoría de 15 cm en DAP, y únicamente 9 del elenco de 371 individuos muestreados alcanzan valores por arriba de los 30 cm de DAP. De manera adicional, a través de la selva mediana en su conjunto se distribuyen prácticamente las mismas especies, las cuales están contribuyendo a la captura del carbono, aunque para el Proyecto lo hacen en una ligera-mayor intensidad.

De acuerdo a lo anterior, se puede decir que el cambio de uso del suelo de 7.98 ha que se solicita a través del presente DTU-BR, llevaría a remover una biomasa forestal que actualmente contribuye en moderada medida a la captura de carbono; por lo que no se considera que se afecte de manera dolosa este servicio ambiental. Aunado a lo anterior, el Proyecto contempla la permanencia de áreas verdes que ocuparán 2.66 ha de la superficie destinada al Proyecto, más los corredores biológicos establecidos desde la conformación del macroproyecto Ciudad Mayakoba, que también forman parte del Proyecto; lo que ayudará a mitigar el impacto ocasionado.

Cabe señalar que, como parte de las condicionantes establecidas para la autorización del macroproyecto Ciudad Mayakoba, del que forma parte el Proyecto que aquí nos ocupa, se estipuló la conservación de 189.002 hectáreas de selva; este requisito fue cubierto mediante la certificación con destino para la conservación del lote denominado Esperanza Limones con 200 ha, certificado que fue expedido por el Registro Público de la Propiedad y del Comercio en el estado de Quintana Roo (ver Capítulo 3, apartado 3.2).

Por otra parte, se debe mencionar que el Proyecto se encuentra ubicado dentro de la reserva de crecimiento de la ciudad de Playa del Carmen. Por lo que el desarrollo del mismo, se encuentra sustentado por los instrumentos de planeación como son el Programa de Ordenamiento Ecológico Local del municipio de Solidaridad, mismo que considera como usos de suelo aquellos que queden establecidos en el Programa de Desarrollo Urbano vigente. Asimismo, el Programa Parcial de Desarrollo Urbano El Jesusito, considera apto el uso del suelo confines habitacionales y comerciales con un coeficiente de ocupación de suelo del 50% y un coeficiente de modificación de suelo del 75%. Por lo que las actividades de desmonte han sido previstas con la debida antelación.

De manera adicional, se deber citar que la vegetación que sea derribada bajo ninguna circunstancia deberá ser quemada, ya que por este concepto se devolvería a la atmosfera el carbono capturado. En este caso, se deberá llevar el ciclo natural, es decir, se deberá triturar para que el carbono se fije en el suelo y pueda ser absorbido por las plantas e integrar de manera natural nueva biomasa forestal. Es por ello que las áreas verdes y de conservación del Proyecto, siempre que lo requieran, serán reforestadas, lo que tendrá un efecto positivo para la captura de carbono.

Como se puede observar si bien el presente Proyecto afectará de manera puntual la captación de CO₂, finalmente 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 y que en realidad habrán de quedar referidas a las mismas emisiones de contaminantes que ya existen actualmente en los alrededores de la mancha urbana de Playa de Carmen y que consisten en los gases y humos del parque vehicular que circula a lo largo de vialidades y carreteras. Finalmente, el Proyecto, entre otras, implementará las siguientes medidas de mitigación:**

- El desplante del Proyecto se deberá realizar dentro de las 7.98 ha propuestas para el CUSTF y que han sido definidas de acuerdo a los planos arquitectónicos. Con la permanencia de 2.66 ha de área natural, se promoverá la captura de las emisiones de carbono.

- El desmonte se realizará en una sola acción, pero de manera paulatina, conforme el avance de las obras, para evitar la exposición prolongada de las superficies, y aminorar la dispersión de partículas de polvo por el viento y el agua.
- Estará prohibida la quema de basura y material orgánico resultante de la limpieza o desmonte del terreno. Así como el uso de leña en la preparación de los alimentos de los trabajadores. Por lo que el material producto del desmonte deberá ser triturado y composteado. Asimismo, en cuanto al consumo de alimento estos no deberán de ser preparados en el lugar, para ello se hará uso del comedor correspondiente dentro del área de trabajo. Además, en caso de utilizarse alguna fuente de gas se colocará un extractor de humos, y este deberá contar con un filtro para partículas suspendidas o grasas.
- Los equipos, maquinaria y camiones en los que se trasladarán los materiales producto de desmonte, despalle, transporte de personal, etc., deberán estar en buenas condiciones mecánicas y de afinación, con la finalidad de que la emisión de humo, polvo y partículas suspendidas sea mínima.
- De ser posible se dará preferencia a uso de vehículos que utilicen gas LP o natural como combustible debido a su menor concentración de CO₂. El gas LP es mayoritariamente metano, que es menos nocivo para la atmósfera que el combustible normal.
- Se deberá solicitar a los operadores de los vehículos de carga que cierren sus escapes, que no efectúen acelerones o calentamiento innecesarios de motores y solamente mantengan en funcionamiento el vehículo cuando se encuentran en tránsito dentro del Proyecto e instalaciones.
- Se deberá aplicar el Subprograma de Conservación de Especies que considera el rescate de flora nativa. Con esta medida se habrá de resguardar el germoplasma que contribuye en la captura de las emisiones de carbono.
- Se deberá establecer un vivero temporal donde se garantice la recuperación de las especies e individuos que sean rescatados y se alcance una sobrevivencia del 80%.
- Se deberá aplicar el Subprograma de Conservación de Hábitat y Subprograma de Conservación de Especies que consideran la reforestación de aquellos espacios que así lo requieran, empleando todas los individuos y especies que hayan sido rescatadas de las áreas de aprovechamiento del Proyecto.

De acuerdo a lo anterior, se concluye que, si bien este servicio no será eliminado solo disminuido por consecuencia del cambio de uso de suelo, **la disminución en la capacidad de almacenamiento de carbono en las áreas afectadas por la remoción de la vegetación será mitigado, conforme a lo establecido en el artículo 93 de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.**

6.3. Justificación Económica

6.3.1. Que el Uso Alternativo del Suelo que se Proponga sea más Productivo

Como primera consideración para el desarrollo de este apartado, se debe reconocer que el Proyecto se localiza en un área urbana, regulada por instrumentos de ordenamiento del territorio (Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Solidaridad y Programa Parcial de Desarrollo Urbano el Jesusito) que contemplan el desarrollo de esta zona como parte de la expansión urbana. De acuerdo a lo anterior el Proyecto propuesto es compatible con esta visión de desarrollo, siendo ratificado mediante la vocación de uso de suelo que los instrumentos previamente señalados han establecido para el Proyecto (ver Capítulo 3).

Bajo este contexto la Promovente, estima una inversión para el desarrollo del Proyecto de \$1,398,379,433.16 pesos mexicanos. Cabe señalar que la inversión traerá beneficios para diferentes sectores productos del municipio y región, derivados del requerimiento de insumos y servicios, así mismo la inversión contribuirá a la creación de empleos tanto temporales como permanentes.

Por otro lado, de acuerdo a la información presentada en el Capítulo 2, apartado 2.6.3, la estimación del valor económico total de los recursos biológicos de la superficie de cambio de uso de suelo fue estimada en **\$1,750,356.46 MXN (un millón setecientos cincuenta mil trescientos cincuenta y seis pesos 46/100 M.N.)** (Tabla 6. 45).

Tabla 6. 45. Estimación económica total de los recursos biológicos forestales del área sujeta a cambio de uso de suelo.

Concepto	Monto estimado MXN
Recursos forestales maderables	\$346,761.00
Recursos forestales no maderables	\$513,950.00
Recursos faunísticos	\$33,011.68
Servicios ambientales	\$856,633.78
Total	\$1,750,356.46

Actualmente el predio no presenta un uso económico actual, sin embargo, mediante la valoración económica de los recursos que presta la fracción de terreno se puede concluir que el valor económico del mismo es de \$1,750,356.46 MXN (un millón setecientos cincuenta mil trescientos cincuenta y seis pesos 46/100 M.N.).

En caso de que se quisiera aprovechar los recursos biológicos forestales (recursos forestales maderables, recursos forestales no maderables y recursos biológicos), la derrama económica derivada de estos sería de \$893,722.68 pesos mexicanos. Cabe indicar que esta percepción económica se generaría únicamente durante el primer año (línea cero de aprovechamiento), por lo que, para contar nuevamente con el ingreso derivado del aprovechamiento de estos recursos, se tendría que esperar un periodo de tiempo aproximado de al menos 20 años.

En caso de que se conservará el terreno forestal para el mantenimiento de los servicios ambientales, sin considerar el aprovechamiento de los recursos biológicos forestales, y percibir una remuneración por este concepto, de acuerdo a las Reglas de Operación del Programa Apoyos para el Desarrollo Forestal Sustentable, derivado de su componente SA.1. Pago por Servicios Ambientales, modalidad SA.1.1 Servicios Ambientales, siendo el único tipo de apoyo realizado por alguna dependencia de gobierno para servicios ambientales, se obtendría el ingreso de \$8,778.00 pesos mexicanos por año, considerando que es posible que este monto sea modificado con relación al cambio de administración a nivel federal para cada sexenio, sin embargo, no se considera que esta variación sea sustancial. Ahora bien, si consideramos la percepción por este concepto en un periodo de hasta 15 años, se obtendría una remuneración de \$131,670.00 pesos mexicanos, **lo que equivale a 0.009% de la inversión total estimada del Proyecto.**

Considerando otro escenario, suponiendo que el valor actual del uso de suelo forestal es de \$1,750,356.46 pesos mexicanos, al realizar una proyección de este valor en el tiempo, contemplando que el ecosistema mantendría su composición y estructura y por ende sus recursos se conservarían (es decir que no aumentan ni disminuyen); aunque este escenario es el más alentador de los posibles, ya que representa una condición en la que los recursos biológicos forestales y los servicios ambientales no demeritan su calidad y cantidad.

Así, desde una perspectiva económica, si los recursos se conservan sin incrementar ni disminuir, su valor monetario se verá afectado, debido al aumento continuo, sustancial y general del nivel de precios de la economía del país. Por lo que de acuerdo con la consulta realizada en el portal de índices de precios al consumidor¹³ la Tasa Promedio Mensual de la Inflación del período de diciembre de 2021 a marzo de 2022 es del 0.80 %, lo que representa una tasa anual del 9.6% (0.80% mensual por 12 meses).

Por lo que, aplicando la tasa de inflación al valor actual del uso de suelo forestal, estimado anteriormente en \$1,750,356.46 pesos mexicanos en el presente año, se tendría que para el año 2023 el valor del uso de suelo forestal sería de \$1,764,359.31 (resultado de multiplicar el valor del uso de suelo forestal de \$1,750,356.46 pesos mexicanos por 0.80% y dividirlo entre 100 para determinar el valor que éste incrementaría por la inflación y sumarlo al valor actual de \$1,750,356.46 pesos mexicanos); y así, para conocer el valor del uso de suelo forestal para el 2024 se partiría del nuevo valor y se multiplicaría nuevamente por 0.80% y se dividiría entre 100, y así sucesivamente hasta el último año de evaluación.

En la Tabla 6. 46 se presenta la proyección del valor económico del uso actual del suelo forestal en un periodo de 30 años, a partir de su valor actual y, como se ha dicho, con una Tasa Promedio Anual de la Inflación de 9.6%).

¹³ <http://www.inegi.org.mx/sistemas/indiceprecios/CalculadoraInflacion.aspx>.

Tabla 6. 46. Proyección del valor económico del uso de suelo forestal en el largo plazo.

Año		Valor del uso forestal MXN
1	2023	1,764,359.31
2	2024	1,778,474.19
3	2025	1,792,701.98
4	2026	1,807,043.60
5	2027	1,821,499.94
6	2028	1,836,071.94
7	2029	1,850,760.52
8	2030	1,865,566.60
9	2031	1,880,491.14
10	2032	1,895,535.07
11	2033	1,910,699.35
12	2034	1,925,984.94
13	2035	1,941,392.82
14	2036	1,956,923.96
15	2037	1,972,579.35
16	2038	1,988,359.99
17	2039	2,004,266.87
18	2040	2,020,301.00
19	2041	2,036,463.41
20	2042	2,052,755.12
21	2043	2,069,177.16
22	2044	2,085,730.58
23	2045	2,102,416.42
24	2046	2,119,235.75
25	2047	2,136,189.64
26	2048	2,153,279.16
27	2049	2,170,505.39
28	2050	2,187,869.43
29	2051	2,205,372.39
30	2052	2,223,015.37

Es decir, que, si se mantuvieran los recursos biológicos forestales y los servicios ambientales dentro del área del cambio de uso de suelo, cuyo valor actual es de **\$1,750,356.46 pesos mexicanos**, dada una tasa de inflación del 9.06% anual, para el 2052 el valor de los recursos biológicos forestales y los servicios ambientales sería de **\$2,223,015.37 pesos mexicanos**.

La información vertida en los subtemas anteriores nos sirve para concluir lo siguiente:

- Que el valor actual del uso del suelo forestal es de **\$1,750,356.46 pesos mexicanos** y que, si se conservaran, dada una tasa de inflación del 9.06% anual, para el 2052 el valor de los recursos biológicos forestales y los servicios ambientales sería de **\$2,223,015.37 pesos mexicanos**.
- Que el valor máximo que podrán alcanzar los recursos biológicos forestales y los servicios ambientales en 30 años es de **\$2,223,015.37 pesos mexicanos**, **lo que representa apenas el 0.16% del monto de inversión del Proyecto**, en un periodo de evaluación de 30 años.

Aunado a lo anterior, proyectos de este tipo traen consigo beneficios asociados, como son las inversiones necesarias para su realización, lo que implica la contratación de empresas que ejecutarán las obras, la compra de insumos, así como los pagos de permisos y derechos. La inversión contribuirá con la creación de empleos temporales y permanentes que beneficiarán a familias locales, crearán la necesidad de proveedores, impulsando con ello el comercio local y significará ingresos en materia de impuestos y permisos al municipio de Solidaridad, gobierno estatal y federal.

Con base en las consideraciones arriba expresadas, se tiene que la derrama económica por la venta de los recursos forestales y servicios que presenta el Proyecto, no tiene el valor potencial que permita rebasar la relación beneficio-uso que ocasionaría la derrama económica al realizar el Proyecto. **Por lo tanto, se deja ver claramente que el uso propuesto para el Proyecto resulta más productivo, a largo plazo, que el del uso de los recursos forestales.**

Finalmente, la inversión proyectada, no sólo incluye el punto de vista económico, sino también involucra los recursos financieros requeridos para que el Proyecto se desarrolle bajo los principios de protección al ambiente y se asegure el seguimiento y la evaluación para que la apropiación del territorio se realice con pleno respeto a la normativa vigente.

6.4. Justificación Social

La evaluación del grado de desarrollo socioeconómico considera entre otros aspectos, el índice de marginación. Por su parte, el potencial (ventajas comparativas que permiten el desarrollo), se valora a partir de índices sobre la situación geográfica, la densidad de población, el grado de preparación para participar de manera calificada en actividades productivas y la concentración sectorial de las actividades secundarias y terciarias.

En lo que concierne al desarrollo habitacional-comercial que se pretende construir, es importante mencionar que su impacto se refleja más a nivel social que a nivel turístico. Su objetivo es ofrecer espacios idóneos para la construcción de viviendas particulares, en beneficio de la gente que reside en las localidades cercanas al desarrollo, y que carecen de una oportunidad para adquirir una vivienda digna. Se trata pues, de un desarrollo de interés de la sociedad, con alto impacto para las familias que llegan a vivir al municipio de Solidaridad y que buscan de bienestar y una oportunidad de desarrollo óptimo para su crecimiento.

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. El centro de población de Playa del Carmen es la cabecera municipal, que en sus inicios comenzó como un pequeño pueblo y asentamiento de pescadores que creció de manera exponencial, convirtiéndose en uno de los centros turísticos más grandes de México.

De acuerdo a los censos de población, el crecimiento poblacional de Playa del Carmen ha evolucionado de la siguiente manera: en 1996 con 10,000 habitantes, en 2003 con 49,000, actualmente la ciudad cuenta con 304,942 habitantes.

Conforme a la información de los censos de población realizados por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía, la población de Playa del Carmen, mantiene un incremento constante, lo que implica que se requiere implementar estrategias de urbanización de la ciudad para satisfacer las demandas de la población sin alterar el equilibrio ambiental de los ecosistemas colindantes a la mancha urbana.

En resumen, con la implementación del Proyecto se obtienen los siguientes beneficios ambientales, económicos y sociales.

En lo ambiental, la adecuada concentración de viviendas permite una disminución de superficies de desmonte de áreas forestales; este desarrollo promueve el desahogo en la presión que ejerce la población al sobredensificar áreas de ciertas zonas de la ciudad; la correcta distribución de la población equilibra la emisión de residuos líquidos y sólidos y permite al municipio implementar las medidas adecuadas de distribución de servicios como agua, colecta de basura etc.; además de que no se afectarán áreas destinadas a protección o conservación de la flora o fauna silvestre.

En lo económico, la magnitud y temporalidad en el desarrollo del Proyecto, permite activar la economía de muchas familias que se dedican a actividades de construcción o que ofrecen servicios como la venta de alimentos y propiciarán un flujo económico en la región, que, desde luego, impactará en la economía del estado y directamente en la economía social local.

Es de reconocerse que el mayor impacto positivo del Proyecto está en el sector social ya que el municipio tiene como principal actividad económica el turismo, por lo que se continúa registrando un acelerado crecimiento demográfico; como resultado del impulso a este sector, que ocasiona una creciente demanda de vivienda y servicios.

La condición de uso del suelo urbano destinado a este Proyecto constituye un elemento técnico de importancia; toda vez que su uso como zona de manejo y aprovechamiento forestal no se contempla en los instrumentos de planeación urbanos, lo que asegura que no existirán conflictos entre los usos del suelo propuestos, por lo que se considera que el cambio de uso del suelo de los terrenos destinados para la construcción de viviendas y locales comerciales que considera el Proyecto, tiene justificación técnica sustentada.

Por lo tanto, se puede concluir que el cambio de uso de suelo del Proyecto no rebasa los límites y/o parámetros establecidos en el Programa Parcial de Desarrollo Urbano El Jesusito y el Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Solidaridad.

Con la aplicación de las medidas preventivas y de mitigación, así como las que se propongan como compensación, este Proyecto demuestra que es compatible con el ambiente al mitigar los impactos ambientales mediante prácticas y obras para proteger el suelo, agua y vegetación, lo que nos permite anticipar un Proyecto viable en el ámbito de este ordenamiento.

Ante esta perspectiva el Proyecto, se apega a los instrumentos de planeación del desarrollo urbano por lo que se debe realizar el cambio de uso de suelo para así continuar impulsando el desarrollo regional. De esta manera, el Proyecto habrá de contribuir a la mejora de los estándares de vida de la población local, cuyo crecimiento está generado por el desarrollo turístico.

Con el desarrollo del Proyecto se pretende la atención a las necesidades de la población urbana siempre creciente, permitiendo la dotación de infraestructura suficiente y atractiva. Además de que ésta será acorde con el crecimiento de la población de la zona. La inversión contribuirá con la creación de empleos temporales y permanentes que beneficiará a gran cantidad de obreros de la industria de la construcción de la zona. Se impulsará al comercio organizado y significará ingresos en materia de impuestos y permisos al municipio de Solidaridad, al gobierno estatal y federal ya que activará múltiples cadenas del sector económico.



CORAZÓN CIUDAD MAYAKOBA

CAPÍTULO 7. ESTRATEGIAS PARA LA PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD B REGIONAL



Contenido

CAPÍTULO 7. ESTRATEGIAS DE MITIGACIÓN Y PREVENCIÓN PARA EL PROYECTO.....	2
7.1. Introducción	2
7.2. Estructura del Sistema de Manejo y Gestión Ambiental.....	3
7.3. Acciones a Realizar a través del Sistema de Manejo y Gestión Ambiental y su Relación con los Impactos Identificados	6
7.4. Programas del Sistema de Manejo y Gestión Ambiental.....	12
7.4.1. Programa de Supervisión y Vigilancia Ambiental	12
7.4.2. Programa de Manejo Integral de Residuos	13
7.4.2.1. Subprograma de Manejo Integral de Residuos Sólidos.....	14
7.4.2.2. Subprograma de Manejo Integral de Residuos Líquidos.....	18
7.4.2.3. Subprograma de Manejo Integral de Residuos Peligrosos y de Manejo Especial ...	19
7.4.3. Programa de Conservación y Manejo de Ecosistemas y Especies.....	22
7.4.3.1. Subprograma de Conservación de Hábitat	23
7.4.3.2. Subprograma de Conservación de Especies	27
7.4.3.3. Subprograma de Educación Ambiental.....	33
7.4.4. Programa de Prevención y Atención a Contingencias Ambientales.....	35
7.5. Evaluación de la Efectividad de las Acciones del Sistema de Manejo y Gestión Ambiental .	37
7.6. Resumen de las Acciones que Conforman el Sistema de Manejo y Gestión Ambiental.....	37
7.7. Información Necesaria para la Fijación de Montos para Fianzas	72
7.8. Estimación del Costo de las Actividades de Restauración con Motivo del Cambio de Uso del Suelo	72
7.8.1. Preparación del Sitio	73
7.8.2. Producción de Plantas	73
7.8.3. Mantenimiento del Área Restaurada	73
7.8.4. Monitoreo	74
7.8.5. Asistencia Técnica	74
7.8.6. Análisis de la Estructura y Funcionalidad del Ecosistema	75
7.9. Conclusiones	78

CAPÍTULO 7. ESTRATEGIAS DE MITIGACIÓN Y PREVENCIÓN PARA EL PROYECTO

7.1. Introducción

El artículo 30 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) establece que:

*“Para obtener la autorización a que se refiere el artículo 28 de esta Ley, los interesados deberán presentar a la Secretaría 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**”.*

En este sentido, y en cumplimiento con el artículo antes mencionado, en el Capítulo 5 de este DTU-BR se identificaron, evaluaron y describieron los posibles efectos en los ecosistemas (impactos ambientales) que potencialmente podría ocasionar el Proyecto en su zona de influencia. Con base en este análisis se determinó la necesidad de definir medidas y estrategias integrales de manejo que permitan la prevención, mitigación o compensación de los impactos ambientales que pudieran generarse.

Se trabajó conjuntamente con el Promovente del Proyecto a partir de un planteamiento ecosistémico y con una visión metodológica integral que dio como resultado el **Sistema de Manejo y Gestión Ambiental del proyecto Corazón Ciudad Mayakoba**, el cual se propone y somete a la consideración de la autoridad y que se describe en este capítulo, como un compromiso formal en la búsqueda de una implementación y desarrollo sustentable del Proyecto.

El Sistema de Manejo y Gestión Ambiental del Proyecto (SMGA), es un instrumento operativo formado por un conjunto de reglas o principios que se encuentran racionalmente enlazados para cumplir los siguientes objetivos:

- Implementar las obras propuestas y llevar a efecto las operaciones y actividades relacionadas en un marco de conservación y uso sostenible de los ecosistemas, los bienes y los servicios ambientales involucrados, con la finalidad de que el proyecto sea responsable y sustentable.
- Contar con un instrumento práctico e integral para llevar a efecto en tiempo y forma las medidas de manejo de impactos ambientales comprometidas por el Proyecto en la presente manifestación de impacto ambiental regional.
- Integrar en este instrumento mecanismos específicos y acciones programadas que permitan dar atención y estricto cumplimiento a lo establecido tanto en las leyes, reglamentos y normas aplicables, como en los términos y condicionantes ambientales que la SEMARNAT imponga al mismo en el caso de que sea autorizado.
- Posibilitar dentro de un marco operativo específico, la verificación del estricto cumplimiento de la legislación y la normatividad ambiental federal y estatal aplicable al Proyecto.

7.2. Estructura del Sistema de Manejo y Gestión Ambiental

El SMGA funciona a partir de programas, definidos como series ordenadas de operaciones o actividades, dirigidos al cumplimiento de uno o varios objetivos generales. Cada programa a su vez engloba series más pequeñas de acciones dirigidas hacia un objetivo particular denominadas subprogramas.

Cabe resaltar que el proyecto Corazón Ciudad Mayakoba, forma parte del macroproyecto autorizado en materia de impacto ambiental y forestal Ciudad Mayakoba (antes “El Ximbal”). Como parte de la autorización de impacto ambiental, Ciudad Mayakoba, cuenta con un SMGA que abarca a todos los proyectos que se realicen dentro del mismo, este se exhibe en la Tabla 7. 1.

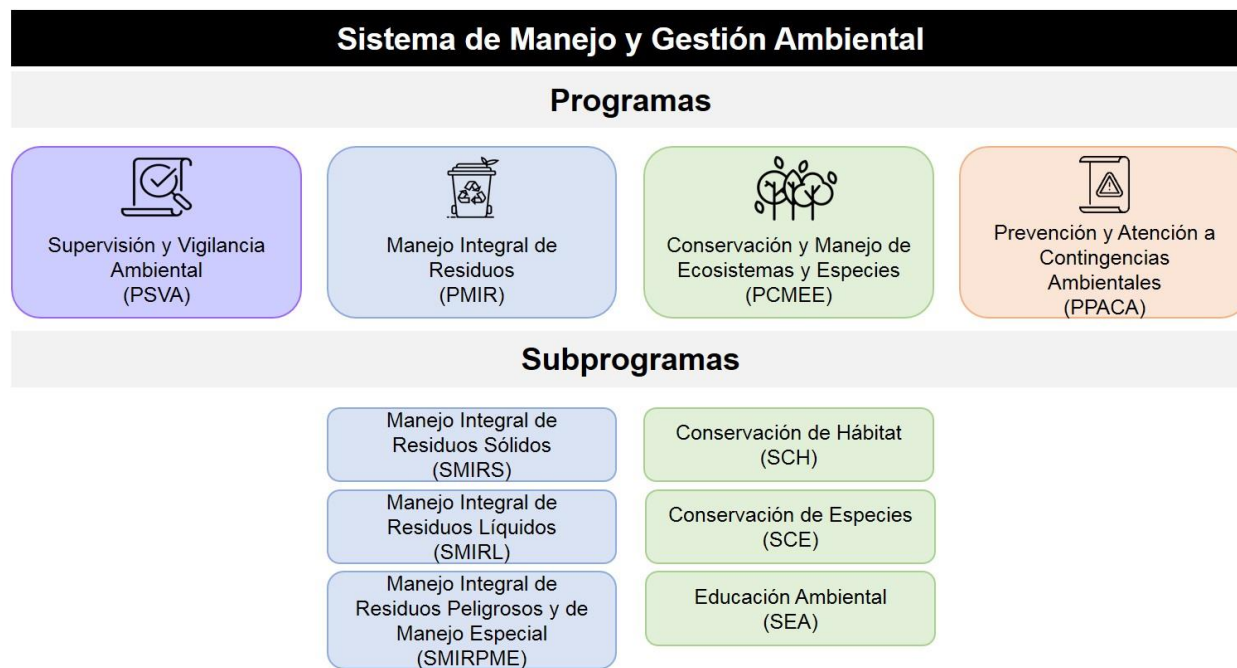
Tabla 7. 1. SMGA del macroproyecto autorizado Ciudad Mayakoba (antes “El Ximbal”).

Programa	Clave	Subprograma	Clave
Supervisión Ambiental	PSA	Planificación y Gestión Ambiental	PSA-PGA
		Supervisión Ambiental	PSA-SA
Manejo Integral de Vegetación	PMIV	Áreas de Conservación	PMIV-AC
		Áreas Verdes	PMIV-AV
		Vivero y Rescate	PMIV-VR
		Reforestación	PMIV-R
Manejo Integral de Fauna	PMIF	Manejo y Rescate de Fauna	PMIF-MR
		Control de Fauna Nociva	PMIF-FN
Manejo Integral de Residuos	PMIR	Residuos Líquidos y Sanitarios	PMIR-L
		Residuos Sólidos	PMIR-S
		Residuos Peligrosos	PMIR-P
Difusión Ambiental	PDA	Educación y Capacitación Ambiental	PDA-C
		Imagen Ambiental y Señalamientos	PDA-IS
Monitoreo Ambiental	PMA	Monitoreo Calidad de Agua Subterránea	PMA-CAS
		Monitoreo de Vegetación	PMA-V
		Monitoreo de Fauna	PMA-F
Seguridad y Atención a Contingencias	PSACA	Salud y Seguridad	PSACA-SS
		Prevención y Manejo de Contingencias	PSACA-PMC
Programa de Responsabilidad Social y Cultural	PRSC	Desarrollo Social	PRSC-DS
		Desarrollo Cultural	PRSC-DC

El SMGA del Proyecto que aquí nos ocupa, se alinea con el SMGA de Ciudad Mayakoba para atender de manera integral a los impactos ambientales que pudiera generar por el cambio de uso de suelo, así como su construcción y operación, en congruencia con el resto de los proyectos dentro de Ciudad Mayakoba, a través de la implementación ordenada y conjunta de diversas medidas y acciones.

El diseño del SMGA comprende 4 programas y 5 subprogramas (Figura 7. 1), que engloban las diferentes medidas a aplicar en cada etapa del Proyecto, las cuales se interrelacionan para formar una red de acciones en pro de la sustentabilidad.

Figura 7. 1. Diseño del SMGA del proyecto Corazón Ciudad Mayakoba.



El eje rector principal del SMGA es la legislación ambiental desde todos los niveles de gobierno. Cada programa está diseñado de tal forma que cumpla con lo dispuesto en los ordenamientos ecológicos correspondientes, así como en lo establecido en las leyes, reglamentos y normas a las que deba sujetarse el Proyecto (Tabla 7. 2 y Tabla 7. 3).

Tabla 7. 2. Cumplimiento de leyes y reglamentos a través de los programas del SMGA del Proyecto. PSVA: Programa de Supervisión y Vigilancia, PMIR: Programa Integral de Residuos, PCMEE: Programa de Conservación y Manejo de Ecosistemas y Especies, PMA: Programa de Monitoreo Ambiental, PPACA: Programa de Prevención y Atención a Contingencias Ambientales.

Instrumento legal	Tema	PCMEE	PPACA	PMIR	PMA	PVSA
Leyes, Reglamentos y Ordenamientos						
Ley General de Vida Silvestre y su Reglamento	Especies protegidas, conservación de la biodiversidad	x		x	x	x
Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y su Reglamento	Manejo y disposición de residuos			x		x
Ley General del Cambio Climático	Protección de ecosistemas	x			x	x
Ley para la Prevención y Gestión Integral de Residuos de Quintana Roo	Manejo y disposición de residuos			x		x
Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y su Reglamento	Protección de servicios ambientales, ecosistemas y especies en riesgo.	x		x	x	x
Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio	Recuperación de especies en riesgo; conocimiento, análisis y monitoreo de los ecosistemas	x			x	x
Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe	Protección de ecosistemas; protección de especies en riesgo	x			x	x
Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Solidaridad	Protección de ecosistemas; protección de especies en riesgo	x			x	x

Tabla 7. 3. Normas Oficiales Mexicana aplicables al Proyecto, y su relación con los diferentes Programas del SMGA del Proyecto. PSVA: Programa de Supervisión y Vigilancia, PMIR: Programa Integral de Residuos, PCMEE: Programa de Conservación y Manejo de Ecosistemas y Especies, PMA: Programa de Monitoreo Ambiental, PPACA: Programa de Prevención y Atención a Contingencias Ambientales.

Norma Oficial Mexicana	PCMEE	PPACA	PMIR	PMA	PVSA
NOM-002-SEMARNAT-1996, Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado urbano o municipal.			x		
NOM-041-SEMARNAT-2015, Que establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible.	x				x
NOM-044-SEMARNAT-2006. Que establece los límites máximos permisibles de emisión de hidrocarburos totales, hidrocarburos no metano, monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno, partículas y opacidad de humo provenientes del escape de motores nuevos que usan diésel como combustible y que se utilizarán para la propulsión de vehículos automotores nuevos con peso bruto vehicular mayor de 3,857 kilogramos, así como para unidades nuevas con peso bruto vehicular mayor a 3,857 kilogramos equipadas con este tipo de motores.	x				x
NOM-045-SEMARNAT-2017, Protección ambiental. Vehículos en circulación que usan diésel como combustible. Límites máximos permisibles de opacidad, procedimiento de prueba y características técnicas del equipo de medición.	x				x
NOM-050-SEMARNAT-2018, Que establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gas licuado de petróleo, gas natural u otros combustibles alternos.	x				x
NOM-052-SEMARNAT-2005, Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos.			x		
NOM-054-SEMARNAT-1993, Que establece el procedimiento para determinar la incompatibilidad entre dos o más residuos considerados como peligrosos.			x		
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.	x			x	x
NOM-061-SEMARNAT-2011, Que establece los criterios para clasificar los residuos de manejo especial y determinar cuáles están sujetos a plan de manejo; el listado de los mismos, el procedimiento para la inclusión a dicho listado; así como los elementos y procedimientos para la formulación de planes de manejo			x		
NOM-076-SEMARNAT-2012, Que establece los niveles máximos permisibles de emisión de hidrocarburos no quemados, monóxido de carbono y óxidos de carbono y óxidos de nitrógeno provenientes del escape, así como de hidrocarburos evaporativos provenientes del sistema de combustible, que usan gasolina, gas licuado de petróleo, gas natural y otros combustibles alternos y que se utilizarán para la propulsión de vehículos automotores con peso bruto vehicular mayor de 3,857 kilogramos nuevos en planta.	x				x
NOM-077-SEMARNAT-1995, Que establece el procedimiento de medición para la verificación de los niveles de emisión de la opacidad del humo proveniente del escape de los vehículos automotores en circulación que usan diésel como combustible.	x				x
NOM-080-SEMARNAT-1994, Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido proveniente del escape de los vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación, y su método de medición.	x				x

Norma Oficial Mexicana	PCMEE	PPACA	PMIR	PMA	PVSA
NOM-081-SEMARNAT-1994, Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición.	x				
NOM-085-SEMARNAT-2011, Contaminación atmosférica-Niveles máximos permisibles de emisión de los equipos de combustión de calentamiento indirecto y su medición.	x				
NOM 012-SSA1-1993, Requisitos sanitarios que deben cumplir los sistemas de abastecimiento de agua para uso y consumo humano públicos y privados.			x	x	x
NOM-138-SEMARNAT-SSA1-2012, Límites máximos permisibles de hidrocarburos en suelos y las especificaciones para su caracterización y remediación.		x	x		x
NOM-001-STPS-2008, Edificios, locales, instalaciones y áreas en los centros de trabajo-Condiciónes de seguridad e higiene.		x			
NOM-002-STPS-2010, Condiciones de seguridad Prevención, protección y combate de incendios en los centros de trabajo.		x			
NOM-017-STPS-2008, Relativa al equipo de protección personal para los trabajadores en los centros de trabajo.		x			
NOM-025-STPS-2008, Condiciones de iluminación en los centros de trabajo.		x			
NOM-003-SEGOB-2002, Señales y Avisos para Protección Civil. Colores, formas y símbolos a utilizar.		x			

7.3. Acciones a Realizar a través del Sistema de Manejo y Gestión Ambiental y su Relación con los Impactos Identificados

Las acciones propuestas pretenden prevenir, mitigar o compensar los impactos identificados como negativos en el Capítulo 5, así como cualquier otro que pudiera ocurrir durante el desarrollo del Proyecto. Para identificar el tipo de acción de que se trate se han empleado los siguientes criterios de clasificación:

De prevención (P): Acción que pretenden evitar efectos previsibles de deterioro ambiental.

De mitigación (M): Acción que pretende atenuar los impactos ambientales.

De compensación (C): acción que pretende igualar en sentido positivo los efectos negativos producidos al ambiente por el desarrollo del Proyecto.

Asimismo, las acciones se clasificaron de acuerdo con su incidencia sobre los impactos identificados de la siguiente manera:

Directa (D): acción que pretende prevenir o mitigar un impacto identificado en el lugar y el momento en que se podría producir; por ejemplo, contención de sedimentos.

Indirecta (I): acción que pretende prevenir o mitigar impactos, identificados o no, en un lugar y/o momento distinto al lugar y/o momento en que son generados, o compensar un impacto en un lugar diferente al afectado; por ejemplo, capacitar a los empleados para que sepan actuar adecuadamente en caso de una contingencia ambiental.

En la Matriz 7. 1 se observan los impactos negativos esperados por el desarrollo de las obras y actividades proyectadas y las acciones correspondientes del SMGA.

Matriz 7. 1. Matriz de medidas que conforman el SMGA del Proyecto e impactos negativos sobre los factores que incide. Se excluyen las medidas correspondientes al Programa de Supervisión Ambiental. p: prevención, m: mitigación, c: compensación. PMIR: Programa Integral de Residuos, SMIRS: Subprograma de Manejo Integral de Residuos Sólidos, SMIRL: Subprograma de Manejo Integral de Residuos Líquidos, SMIRPME: Subprograma de Manejo Integral de Residuos Peligrosos y de Manejo Especial, PCME: Programa de Conservación y Manejo de Ecosistemas y Especies, SCH: Subprograma de Conservación de Hábitat, SCE: Subprograma de Conservación de Especies, SEA: Subprograma de Educación Ambiental, PPACA: Programa de Prevención y Atención a Contingencias Ambientales. *SMS/VSA: Selva mediana subperennifolia / vegetación secundaria arbórea.

Programa	Subprograma	Factor	Agua	Aire	Suelo	Flora	Fauna	Paisaje	Hidrología	SMS/VSA				Total de impactos atendidos por medida				
		Medida	Alteración de la calidad del agua por generación de residuos sólidos, líquidos y peligrosos	Alteración de la calidad del aire por generación de material particulado y/o emisiones gaseosas	Alteración de la calidad del aire por generación de ruido	Alteración de la calidad del suelo por generación de residuos sólidos, líquidos y peligrosos	Modificación de las características del suelo derivadas de la compactación	Pérdida de suelo	Modificación de la estructura de la comunidad	Modificación de la estructura de la comunidad	Fragmentación del paisaje	Modificación visual del paisaje	Alteración de patrones de escorrentía		Alteración de la hidrología subterránea	Pérdida de cobertura	Prevención	Mitigación
SMIRS	Pláticas para el manejo adecuado de residuos		p	p		p									3	0	0	3
	Colocar señalizaciones que indiquen los procedimientos y áreas adecuados para la separación y disposición de los residuos generados		p	p		p									3	0	0	3
	Colocar contenedores apropiados para cada tipo de residuo sólido, en diversas áreas del Proyecto cercanas a los frentes de trabajo		p	p		p									3	0	0	3
	Separación de residuos sólidos de acuerdo con su tipo en contenedores específicos durante las tres etapas de desarrollo del Proyecto		p	p		p									3	0	0	3
	Reutilización de los residuos de origen vegetal		p	p		p		m							3	1	0	4
	Disposición temporal de los residuos sólidos generados en contenedores adecuados según su tipo		p	p		p									3	0	0	3
	Acopio de residuos inorgánicos reciclables y no reciclables en instalaciones apropiadas		p	p		p									3	0	0	3
	Transporte y disposición final de residuos sólidos por empresas acreditadas		p	p		p									3	0	0	3
SMIRL	Colocación de sanitarios portátiles en áreas accesibles		p			p								2	0	0	2	

Programa	Subprograma	Factor	Agua	Aire	Suelo	Flora	Fauna	Paisaje	Hidrología	SMS/VSA				Total de impactos atendidos por medida				
		Medida	Alteración de la calidad del agua por generación de residuos sólidos, líquidos y peligrosos	Alteración de la calidad del aire por generación de material particulado y/o emisiones gaseosas	Alteración de la calidad del aire por generación de ruido	Alteración de la calidad del suelo por generación de residuos sólidos, líquidos y peligrosos	Modificación de las características del suelo derivadas de la conminación	Pérdida de suelo	Modificación de la estructura de la comunidad	Modificación de la estructura de la comunidad	Fragmentación del paisaje	Modificación visual del paisaje	Alteración de patrones de escorrentía		Alteración de la hidrología subterránea	Pérdida de cobertura	Prevención	Mitigación
		y cercanas a los frentes de trabajo a razón de 1 por cada 10 trabajadores																
		Colocación de lavabos y contenedores de líquidos en áreas cercanas a los sanitarios portátiles, con sistemas de captación de aguas jabonosas	p			p									2	0	0	2
		Contratación de una empresa certificada para el mantenimiento, limpieza y disposición de los residuos de los sanitarios portátiles	p			p									2	0	0	2
		Colocación de contenedores especiales para el acopio de residuos líquidos no peligrosos generados por los trabajadores, en áreas cercanas a los frentes de trabajo	p			p									2	0	0	2
	SMIRPME	Establecimiento de lineamientos claros para la disposición temporal de los residuos peligrosos y de manejo especial	p	p		p		p	p						5	0	0	5
		Registro en bitácora y confinamiento temporal de los residuos peligrosos y de manejo especial según su tipo en un almacén con las características requeridas por las autoridades competentes	p	p		p		p	p						5	0	0	5
PCMEE	SCE	Rescate y reubicación de individuos de flora y fauna					m	m						0	2	0	2	
		Mantenimiento en el vivero de la flora rescatada						m						0	1	0	1	
		Propagación de semillas de las especies que no podrán ser trasplantadas encontrados en las áreas de aprovechamiento del Proyecto						m		m			m	0	3	0	3	
		Reforestación de las áreas que lo requieren en zonas de conservación y áreas verdes del Proyecto						m		m		m	m	0	4	0	4	
		Uso restringido de agroquímicos para las labores de	p			p		p							3	0	0	3

Programa	Subprograma	Factor	Agua	Aire	Suelo	Flora	Fauna	Paisaje	Hidrología	SMS/VSA				Total de impactos atendidos por medida				
		Medida	Alteración de la calidad del agua por generación de residuos sólidos, líquidos y peligrosos	Alteración de la calidad del aire por generación de material particulado y/o emisiones gaseosas	Alteración de la calidad del aire por generación de ruido	Alteración de la calidad del suelo por generación de residuos sólidos, líquidos y peligrosos	Modificación de las características del suelo derivadas de la construcción	Pérdida de suelo	Modificación de la estructura de la comunidad	Modificación de la estructura de la comunidad	Fragmentación del paisaje	Modificación visual del paisaje	Alteración de patrones de escorrentía		Alteración de la hidrología subterránea	Pérdida de cobertura	Prevención	Mitigación
		mantenimiento de los ejemplares en el vivero del Proyecto																
		Control de especies exóticas invasoras					m	m							0	3	0	3
		Control de especies ferales						m							0	1	0	1
		Colocación de señalamientos	p			p	p		p				p		8	0	0	8
		Colocación de pasos de fauna						m	m						0	2	0	2
		Desplazamiento del equipo, maquinaria y vehículos restringido a las áreas autorizadas para el cambio de uso de suelo				p	p		p	p			p		7	0	0	7
		Control de la iluminación						m	m						0	2	0	2
	SCH	Mantener humedecido y cubierto con lonas todo el material en forma de polvo que se utilice, produzca o transporte		p					p						2	0	0	2
		Riego periódico en zonas de generación de polvos		p						p					2	0	0	2
		Uso de maquinaria y equipo en óptimas condiciones	p	p	p	p									4	0	0	4
		No mantener vehículos, maquinaria o equipo encendido innecesariamente		p	p										2	0	0	2
		Mantenimiento periódico de la maquinaria y vehículos		p	p										2	0	0	2
		Actividades de mantenimiento de equipo, maquinaria y vehículos restringidas a lugares adecuados fuera del área del Proyecto	p	p		p									3	0	0	3
		Realizar trabajos preventivos consistentes en la limpieza, desazolve, retiro de escombros u obstrucciones en las vías de comunicación del proyecto a fin de reducir riesgos de inundación y contaminación.	p			p						p			3	0	0	3
		Quedará estrictamente prohibida la quema de cualquier tipo de residuo	p	p		p		p				p		p	7	0	0	7

Programa	Subprograma	Factor	Agua	Aire	Suelo	Flora	Fauna	Paisaje	Hidrología	SMS/VSA				Total de impactos atendidos por medida				
		Medida	Alteración de la calidad del agua por generación de residuos sólidos, líquidos y peligrosos	Alteración de la calidad del aire por generación de material particulado y/o emisiones gaseosas	Alteración de la calidad del aire por generación de ruido	Alteración de la calidad del suelo por generación de residuos sólidos, líquidos y peligrosos	Modificación de las características del suelo derivadas de la compactación	Pérdida de suelo	Modificación de la estructura de la comunidad	Modificación de la estructura de la comunidad	Fragmentación del paisaje	Modificación visual del paisaje	Alteración de patrones de escorrentía		Alteración de la hidrología subterránea	Pérdida de cobertura	Prevención	Mitigación
		Delimitación física de las áreas de conservación del Proyecto				p	p	p	p	p	p			p	7	0	0	7
		Delimitación física de las áreas provisionales y de ubicación de materiales y equipo de apoyo				p	p	p	p	p	p			p	7	0	0	7
		Colocación de pasos de agua en vialidades y áreas donde se requieran para mantener la continuidad del flujo hidrológico								m	m				0	2	0	2
		Se dejarán en pie los individuos arbóreos de más de 20 cm de DAP que se encuentren en las áreas del Proyecto destinadas a jardines y áreas verdes						m		m				m	0	3	0	3
		Uso preferencial de especies nativas y propias de los ecosistemas reportados en la caracterización florística, para el diseño de las áreas verdes del Proyecto						m		m				m	0	3	0	3
		Uso exclusivo de individuos que procedan de las labores de rescate de vegetación del predio o de viveros debidamente certificados por las autoridades ambientales correspondientes, para llevar a cabo las labores de reforestación y ajardinado del Proyecto, de tal forma que quede verificada su legal procedencia						m		m				m	0	3	0	3
		Uso restringido de agroquímicos para las labores de mantenimiento de las áreas verdes del Proyecto, a los autorizados por la CICOPLAFEST y solo en caso necesario	p			p		p							3	0	0	3
		Recuperación de tierra vegetal						m							0	1	0	1
		Drenaje pluvial separado del drenaje sanitario								m	m				0	2	0	2
		Limpieza de la zona de trabajo posterior a la realización de las actividades	p	p		p				p					4	0	0	4

Programa	Subprograma	Factor	Agua	Aire	Suelo	Flora	Fauna	Paisaje	Hidrología	SMS/VSA				Total de impactos atendidos por medida					
		Medida	Alteración de la calidad del agua por generación de residuos sólidos, líquidos y peligrosos	Alteración de la calidad del aire por generación de material particulado y/o emisiones gaseosas	Alteración de la calidad del aire por generación de ruido	Alteración de la calidad del suelo por generación de residuos sólidos, líquidos y peligrosos	Modificación de las características del suelo derivadas de la compactación	Pérdida de suelo	Modificación de la estructura de la comunidad	Modificación de la estructura de la comunidad	Fragmentación del paisaje	Modificación visual del paisaje	Alteración de patrones de escorrentía		Alteración de la hidrología subterránea	Pérdida de cobertura	Prevención	Mitigación	Compensación
	SEA	Elaboración y difusión de un reglamento ambiental interno	p	p	p	p			p	p					6	0	0	6	
		Divulgación de las medidas de conservación de los ecosistemas y especies a empleados y usuarios del Proyecto							p	p		p			3	0	0	3	
		Señalización alusiva a la presencia de fauna y su protección colocada en distintos frentes de trabajo y posteriormente en el Proyecto terminado								p						1	0	0	1
		Promoción de la aplicación de buenas prácticas ambientales entre los usuarios	p	p	p	p			p	p			p			7	0	0	7
PPACA		Contar con material adecuado y suficiente para el manejo de contingencias	p	p		p		p	p	p			p		7	0	0	7	
		Contar con personal capacitado en el manejo de contingencias	p	p		p		p	p	p			p		7	0	0	7	
		Verificación periódica del mantenimiento de las instalaciones riesgosas dentro del Proyecto	p	p		p		p	p	p			p		7	0	0	7	
		Protocolo de acción en caso de derrame de combustible	p			p		p	p	p			p		6	0	0	6	
		Definición del procedimiento a seguir para el manejo de especies peligrosas en las instalaciones del Proyecto							p	p						2	0	0	2
Medidas		Prevención	28	23	5	28	4	8	18	15	5	7	0	6	5				
		Mitigación	0	0	0	0	0	2	9	5	3	4	2	3	5				
		Total de medidas aplicadas por impacto	28	23	5	28	4	10	27	20	8	11	2	9	10				

7.4. Programas del Sistema de Manejo y Gestión Ambiental

A continuación, se presentan los programas que conforman el SMGA para el Proyecto, y se describen sus objetivos y las medidas que los componen, así como su indicador de éxito. Estas medidas serán aplicadas durante todas las etapas de desarrollo.

7.4.1. Programa de Supervisión y Vigilancia Ambiental

La verificación del cumplimiento de todas las medidas propuestas en el SMGA se realizará a través del Programa de Supervisión y Vigilancia Ambiental, el cual funcionará como un mecanismo de regulación, verificación y supervisión del resto de los programas y subprogramas del SMGA, que permitirá garantizar su funcionamiento y mejorar su efectividad.

La supervisión y vigilancia ambiental estará presente durante todas las etapas del Proyecto a través de inspecciones al sitio, realizadas por el responsable designado, para identificar impactos no previstos y en su caso, emitir las recomendaciones y establecer los lineamientos para remediarlas de manera inmediata.

Sus objetivos serán los siguientes:

- Vigilar el cumplimiento estricto de las obligaciones ambientales del Proyecto en todas sus etapas de desarrollo;
- Supervisar las medidas de prevención y mitigación de los impactos ambientales identificados en las etapas de preparación, construcción y operación y mantenimiento;
- Ejecutar el Sistema de Manejo y Gestión Ambiental del Proyecto.

Sus acciones concretas serán las siguientes:

- a. Cumplimiento de obligaciones ambientales. Consistirá en la verificación directa del cumplimiento estricto de las obligaciones ambientales del Proyecto, incluyendo:
 - Las medidas de prevención y mitigación que se contemplan en el presente DTU-BR.
 - La legislación y normatividad ambiental federal estatal y municipal aplicable al Proyecto.
 - Las disposiciones que pudiesen surgir de la autorización del presente DTU-BR.
- b. Supervisión del proceso de preparación, construcción y operación y mantenimiento. Consistirá en el establecimiento de acuerdos específicos con el responsable de acuerdo a cada etapa del Proyecto, para garantizar el cumplimiento de las obligaciones. Se dará seguimiento para que las determinaciones contempladas en los procesos de planeación y gestión sigan las rutas previstas. Se deberá poner especial atención a la identificación de cambios que requieran autorización oficial previa y/o la implementación de medidas ambientales adicionales, asegurando la menor afectación ambiental.

- c. Generación de reportes de cumplimiento. Consistirá en la presentación por escrito de los resultados de la supervisión del Proyecto durante cada una de sus etapas. Se deberán incluir evaluaciones cuantitativas de desempeño del Proyecto basadas en el número de acciones efectivas llevadas a cabo en tiempo y forma, número de sanciones recibidas por la ejecución del Proyecto, número de certificaciones en materia ambiental obtenidas por el Proyecto. Los reportes de cumplimiento deberán estar sustentados en la información vertida en las bitácoras de los programas del SMGA, así como en la bitácora de supervisión, las cuales, deberán estar disponibles para su revisión por las autoridades competentes cuando lo requieran.

Dichas acciones las llevarán a cabo supervisores ambientales calificados, quienes deberán realizar visitas regulares de inspección al sitio del Proyecto y anotar en una bitácora de supervisión formal todas las observaciones realizadas. La información asentada en la bitácora será la base para los reportes periódicos de cumplimiento del Proyecto.

Como apoyo para facilitar la supervisión ambiental, el Proyecto contará con un reglamento para trabajadores, contratistas, prestadores de servicios y demás personal requerido durante las etapas de preparación y construcción.

Tabla 7. 4. Acciones que serán aplicadas como parte del Programa de Supervisión y Vigilancia Ambiental.

Programa de Supervisión y Vigilancia Ambiental						
Medidas	Etapas de implementación			Tipo de medida		
	Preparación	Construcción	Operación y mantenimiento	Prevención	Mitigación	Compensación
1. Cumplimiento de obligaciones ambientales	X	X	X	X	X	
2. Supervisión ambiental del proceso de preparación, construcción y operación y mantenimiento	X	X	X	X	X	
3. Generación de reportes de cumplimiento	X	X	X	X	X	
Indicadores de éxito:						
<ul style="list-style-type: none"> Registro de bitácoras del cumplimiento de obligaciones ambientales y la supervisión ambiental. Informes de cumplimiento ambiental ingresados a la autoridad en tiempo y forma. 						

7.4.2. Programa de Manejo Integral de Residuos

En el Capítulo 5 de este DTU-BR se identificaron la contaminación del suelo y agua como impactos negativos que podrían ser generados por el Proyecto debido al mal manejo de los residuos sólidos, líquidos, peligrosos y de manejo especial. De ahí que para disminuir lo más posible ese riesgo el SMGA incluye el Programa de Manejo Integral de Residuos.

Sus objetivos son:

- Reducir al máximo los riesgos de contaminación al suelo, agua y aire que pudieran ocurrir durante cualquier etapa de desarrollo del Proyecto;
- Implementar medidas que aseguren que el Proyecto se apegue a la legislación aplicable en materia de residuos.

Para lograr los objetivos planteados el programa se ha dividido en tres subprogramas que atienden a cada tipo de residuo según la clasificación manejada en la legislación vigente.

7.4.2.1. Subprograma de Manejo Integral de Residuos Sólidos

Las medidas que se implementarán como parte de este subprograma, así como los factores e impactos sobre los que incide y los indicadores de éxito de las medidas propuestas se presentan en la Tabla 7. 5.

Tabla 7. 5. Medidas que serán aplicadas como parte del Subprograma de Manejo Integral de Residuos Sólidos.

Subprograma de Manejo Integral de Residuos Sólidos						
Medidas	Etapas de implementación			Tipo de medida		
	Preparación	Construcción	Operación y mantenimiento	Prevención	Mitigación	Compensación
1. Pláticas para el manejo adecuado de residuos	X	X	X	X		
2. Colocar señalizaciones que indiquen los procedimientos y áreas adecuados para la separación y disposición de los residuos generados	X	X	X	X		
3. Colocar contenedores apropiados para cada tipo de residuo sólido, en diversas áreas del proyecto cercanas a los frentes de trabajo	X	X	X	X		
4. Separación de residuos sólidos de acuerdo con su tipo en contenedores específicos durante las tres etapas de desarrollo del Proyecto	X	X	X	X		
5. Reutilización de los residuos de origen vegetal	X	X	X	X	X	
6. Disposición temporal de los residuos sólidos generados en contenedores adecuados según su tipo	X	X	X	X		
7. Acopio de residuos inorgánicos reciclables y no reciclables en instalaciones apropiadas	X	X	X	X		
8. Transporte y disposición final de residuos sólidos por empresas acreditadas	X	X	X	X		
Factores e impactos sobre los que incide	Agua	Alteración de la calidad del agua por generación de residuos sólidos, líquidos y peligrosos				
	Aire	Alteración de la calidad del aire por generación de material particulado y/o emisiones gaseosas				
	Suelo	Alteración de la calidad del suelo por generación de residuos sólidos, líquidos y peligrosos				
Indicadores de éxito						
<ul style="list-style-type: none"> • Número de contenedores rotulados x 100 / número total de contenedores. • Número de contenedores con incorrecta separación de residuos x 100 / número total de contenedores. • Presencia o ausencia de residuos fuera de los contenedores en las áreas de trabajo. • Presencia o ausencia de fauna en el almacén de residuos. • Presencia o ausencia de residuos dispersos o en bolsas alrededor o dentro del almacén. • Presencia o ausencia de lixiviados dentro o fuera del almacén. • Volumen de residuos orgánicos reutilizados. • Evidencias de pláticas para el manejo adecuado de residuos. • Registro de bitácoras. 						

Atención de impactos acumulativos y/o residuales: Alteración de la calidad (factor agua, suelo y aire) y pérdida de suelo (factor suelo).

Todos los residuos generados por el Proyecto serán identificados, clasificados y acopiados de acuerdo a su tipo (RSU, RME, RP¹). La identificación se hará con apego a la normatividad aplicable vigente.

Durante las etapas de preparación y construcción del Proyecto, los residuos sólidos generados se deberán acopiar de manera separada en contenedores según lo especificado en la Tabla 7. 6. Durante la etapa de operación se promoverá entre los usuarios del Proyecto la separación de residuos sólidos de acuerdo con la clasificación de la Tabla 7. 6 y se les incentivará para que participen en campañas de reciclaje o que los envíen a sitios de reciclaje autorizados.

Tabla 7. 6. Clasificación y manejo de residuos sólidos de acuerdo a su tipo.

Categoría	Residuos	Contenedores	Manejo
Residuos orgánicos aptos para composta.	Residuos del desmonte y labores de jardinería (ramas, hojas, troncos) Residuos de alimentos de origen vegetal (frutas y verduras)	Contenedores plásticos o metálicos, con tapa, de tamaño variable de acuerdo al volumen de residuos generado por área, o costales de yute o de rafia	Traslado al área de compostaje para su integración a la formación de abono
Residuos orgánicos no aptos para composta.	Residuos orgánicos de origen animal (huesos, lácteos, cascarones de huevo, carnes y derivados) Residuos de origen vegetal contaminados con residuos peligrosos	Contenedores plásticos o metálicos con tapa hermética de tamaño variable de acuerdo al volumen generado por área	Traslado al almacén de residuos para su recolección por el camión recolector
Residuos inorgánicos reciclables.	Cartón y papel limpios, botellas de vidrio, plásticos reciclables limpios. aluminio, tetrapak	Contenedores plásticos o metálicos de tamaño variable de acuerdo al volumen generado por área	Traslado al almacén de residuos reciclables para su recolección por compañías especializadas autorizadas por SEMA para su recolección y transporte a centros de acopio y/o reciclaje autorizados por SEMA
Residuos inorgánicos no reciclables.	Plásticos no reciclables. Otros materiales no aptos para su reciclaje como desechos sanitarios, PVC, metales y escombros, vidrios de ventanas, entre otros	Contenedores plásticos o metálicos de tamaño variable de acuerdo al volumen generado por área	Traslado al almacén de residuos para su recolección por el camión recolector

¹ Residuos sólidos urbanos (RSU): los generados en las casas habitación, que resultan de la eliminación de los materiales que utilizan en sus actividades domésticas, de los productos que consumen y de sus envases, embalajes o empaques, así como los que provienen de cualquier otra actividad dentro de establecimientos o en la vía pública y que tienen características domiciliarias.

Residuos de manejo especial (RME): aquellos generados en los procesos productivos que no reúnen las características para ser considerados como peligrosos o como residuos sólidos urbanos, o que son producidos por grandes generadores de residuos sólidos urbanos.

Residuos peligrosos (RP): aquellos que posean alguna de las características de corrosividad, reactividad, explosividad, toxicidad, inflamabilidad o que contengan agentes infecciosos que les confieren peligrosidad, así como envases, recipientes, embalajes y suelos que hayan sido contaminados cuando se transfieran a otro sitio.

Antes de ingresar los residuos al almacén deberán registrarse en la bitácora con los siguientes datos:

Fecha de ingreso al almacén	Tipo de residuos	Peso	Empresa recolectora	Destino final	Fecha de recolección

La ubicación, distribución y número de contenedores dependerá del avance de la obra; sin embargo, se deberá garantizar que todos los frentes de trabajo cuenten con al menos 1 contenedor para cada tipo de residuo que se genere y que dichos contenedores se ubiquen en áreas de mayor incidencia de los trabajadores.

Durante todas las etapas del proyecto se colocarán señalamientos que sirvan de referencia en cuanto a los procedimientos de separación de los residuos en las áreas donde se ubiquen los contenedores, de esta manera se hará más eficiente su manejo (Figura 7. 2). La anterior medida se reforzará con la realización de platicas dirigidas a los trabajadores para comunicar el manejo adecuado de los residuos que se generen.

Figura 7. 2. Ejemplos de señalamientos que se colocarán en las áreas de contenedores y almacenes de residuos para fomentar su separación adecuada.





Los residuos inorgánicos reciclables deberán manejarse de acuerdo a lo establecido en la siguiente Tabla 7. 7.

Tabla 7. 7. Manejo y disposición temporal de residuos sólidos inorgánicos reciclables por parte del Proyecto.

Tipo de residuo	Manejo y acopio temporal
Papel y cartón	Deberá compactarse y mantenerse limpio y seco.
PET y PEAD	Deberán acopiarse limpios y secos en el almacén de residuos sólidos reciclables para su entrega a una empresa acreditada para su manejo y traslado a centros de acopio o reciclaje.
Vidrio	Deberán acopiarse limpios, secos y en buen estado (no rotos) en el almacén de residuos sólidos reciclables para su entrega a una empresa acreditada para su manejo y traslado a centros de acopio o reciclaje.
Aluminio	Deberán acopiarse limpios, secos y compactados en el almacén de residuos sólidos reciclables para su entrega a una empresa acreditada para su manejo y traslado a centros de acopio o reciclaje.
Tetrapak	Deberán acopiarse limpios, secos y compactados en el almacén de residuos sólidos reciclables para su entrega a una empresa acreditada para su manejo y traslado a centros de acopio o reciclaje.
Neumáticos	Deberán acopiarse en un área protegida de la lluvia para evitar que acumulen agua y entregarse a una empresa acreditada para su manejo y traslado a centros de acopio y transformación para reutilización del material.
Escombros	Deberá acopiarse sin residuos de plástico, envolturas de comida, cables, varillas, entre otros en un área designada para ello en donde será recolectado para su disposición final por una empresa debidamente acreditada para ser llevado a donde indique la autoridad competente.

Para disminuir el impacto ambiental de las obras y actividades consideradas en el Proyecto, siempre que sea posible ambiental, técnica y económicamente, se reutilizarán los materiales que se encuentren en buenas condiciones. La reutilización de dichos residuos deberá efectuarse sin que medie un proceso de transformación. En caso de que esto no sea posible los materiales reciclables tales como vidrio, papel y cartón, aluminio y plásticos se acopiarán de forma separada para poder canalizarse a empresas recicladoras debidamente autorizadas.

Durante las etapas de preparación y construcción, los residuos de origen vegetal que se generen y que podrán proceder de las labores de desmonte y despalme durante la etapa de preparación, de los residuos de los alimentos (no procesados) durante la construcción, o de las áreas verdes comunes durante la de operación, serán trasladados al vivero contemplado para el Proyecto para la generación de composta. La composta generada se usará en las labores de reforestación y mejoramiento de las áreas verdes que lo requieran de Ciudad Mayakoba. Se invitará a los residentes a preparar composta casera a partir de los residuos orgánicos generados para el mejoramiento de sus áreas verdes.

Durante todas las etapas del Proyecto, los residuos inorgánicos y orgánicos reciclables se deberán acopiar en almacenes temporales de dimensiones y características apropiadas, hechos con block y piso de concreto firme, que deberán estar techado para evitar la acumulación de agua de lluvia. Cada almacén deberá encontrarse debidamente rotulado para indicar el tipo de residuo que contienen.

7.4.2.2. Subprograma de Manejo Integral de Residuos Líquidos

Las medidas que se implementarán como parte de este subprograma, así como los factores e impactos sobre los que incide y los indicadores de éxito de las medidas propuestas se presentan en la Tabla 7. 8.

Tabla 7. 8. Medidas que serán aplicadas como parte del Subprograma de Manejo Integral de Residuos Líquidos.

Subprograma de Manejo Integral de Residuos Líquidos						
Medidas	Etapas de implementación			Tipo de medida		
	Preparación	Construcción	Operación y mantenimiento	Prevención	Mitigación	Compensación
9. Colocación de sanitarios portátiles en áreas accesibles y cercanas a los frentes de trabajo a razón de 1 por cada 10 trabajadores	X			X		
10. Colocación de lavabos y contenedores de líquidos en áreas cercanas a los sanitarios portátiles, con sistemas de captación de aguas jabonosas	X			X		
11. Contratación de una empresa certificada para el mantenimiento, limpieza y disposición de los residuos de los sanitarios portátiles	X			X		
12. Colocación de contenedores especiales para el acopio de residuos líquidos no peligrosos generados por los trabajadores, en áreas cercanas a los frentes de trabajo	X	X	X	X		
Factores e impactos sobre los que incide	Agua	Alteración de la calidad del agua por generación de residuos sólidos, líquidos y peligrosos				
	Suelo	Alteración de la calidad del suelo por generación de residuos sólidos, líquidos y peligrosos				
Indicadores de éxito						
<ul style="list-style-type: none"> • Numero de sanitarios instalados acorde con el número de trabajadores por etapa del Proyecto. • Contrato con empresa autorizada para la renta, mantenimiento y limpieza de los sanitarios. • Registro de bitácoras. 						

Atención de impactos acumulativos y/o residuales: Alteración de la calidad (factor agua y suelo).

Se colocará un sanitario portátil por cada 10 trabajadores. El espacio mínimo por cabina de evacuación será de 1.2 m² con una altura de 2.3 m. Deberán contar con puertas de ventilación superior e inferior y encontrarse equipados con lo mínimo necesario (papel higiénico, descarga automática de agua y conexión a tanque contenedor). Se ubicarán a no más de 50 m de cada frente de obra, del campamento de obreros y del comedor. Su número se deberá adecuar en función de la cantidad de trabajadores que corresponda a cada etapa de trabajo.

Los sanitarios portátiles deberán ser atendidos en cuanto a su mantenimiento y limpieza por una empresa especializada y acreditada para ello por las autoridades competentes. Dicha empresa deberá hacerse cargo de retirar los residuos generados por el uso de los sanitarios y manejarlos adecuadamente.

Se instalarán lavabos en áreas cercanas a los sanitarios portátiles que deberán contar con sistema de captación de aguas jabonosas (aguas grises), las cuales deberán ser retiradas del Proyecto por empresas debidamente autorizadas para su transporte y disposición final.

Se deberán colocar contenedores plásticos o metálicos sin fugas y con tapa, de tamaño suficiente para contener residuos líquidos no peligrosos generados por los trabajadores del proyecto durante las etapas de preparación y construcción, tales como residuos de comida o agua. Dichos contenedores deberán vaciarse periódicamente y el contenido ser llevado a un lugar adecuado para su tratamiento por una empresa especializada y acreditada para ello por las autoridades competentes.

Se llevará una bitácora con la siguiente información:

Actividad	Fecha	Cantidad	Empresa	Número de permiso	Destino final de los residuos

7.4.2.3. Subprograma de Manejo Integral de Residuos Peligrosos y de Manejo Especial

Las medidas que se implementarán como parte de este subprograma, así como los factores e impactos sobre los que incide y los indicadores de éxito de las medidas propuestas se presentan en la Tabla 7. 9.

Tabla 7. 9. Medidas que serán aplicadas como parte del Subprograma de Manejo Integral de Residuos Peligrosos y de Manejo Especial.

Subprograma de Manejo Integral de Residuos Peligrosos y de Manejo Especial						
Medidas	Etapas de implementación			Tipo de medida		
	Preparación	Construcción	Operación y mantenimiento	Prevención	Mitigación	Compensación
13. Establecimiento de lineamientos claros para la disposición temporal de los residuos peligrosos y de manejo especial	X	X	X	X		
14. Registro en bitácora y confinamiento temporal de los residuos peligrosos y de manejo especial según su tipo en un almacén con las características requeridas por las autoridades competentes	X	X	X	X		
Factores e impactos sobre los que incide	Agua	Alteración de la calidad del agua por generación de residuos sólidos, líquidos y peligrosos				
	Aire	Alteración de la calidad del aire por generación de material particulado y/o emisiones gaseosas				
	Suelo	Alteración de la calidad del suelo por generación de residuos sólidos, líquidos y peligrosos				
	Flora	Pérdida de individuos				
	Fauna	Pérdida de individuos				
Indicadores de éxito						
<ul style="list-style-type: none"> • Manifiesto del manejo de residuos peligrosos y/o de manejo especial. • Registro de bitácoras. 						

Atención de impactos acumulativos y/o residuales: Alteración de la calidad (factor agua, aire y suelo) y pérdida de individuos (factor flora y fauna).

El proyecto generará durante las etapas de preparación y construcción, diversos residuos considerados peligrosos, tales como envases o textiles con pinturas o solventes, baterías, equipo eléctrico, combustibles, entre otros. Para evitar el riesgo de contaminación al ambiente durante las etapas de preparación y construcción se destinará un área específica para la construcción de un almacén de residuos peligrosos (Figura 7. 3), que cubra las especificaciones establecidas en la ley, entre ellas las que se enlistan a continuación:

- Encontrarse alejado de las áreas de producción, servicios, oficinas y almacenamiento de materias primas o productos terminados.
- Encontrarse cerca de las áreas de generación de ese tipo de residuos.
- Ubicarse en un área que reduzca los riesgos por posibles emisiones, fugas, incendios, explosiones e inundaciones.
- Construirse con block de concreto con techo de vigueta y bovedilla, sobre una base de cemento firme con canaletas y muros de contención de derrames.
- Contar con señalamientos y letreros alusivos a la peligrosidad y los riesgos de los materiales almacenados.

Figura 7. 3. Modelo de almacén temporal para residuos peligrosos generados durante las etapas de preparación y construcción.

Los residuos deben almacenarse de acuerdo a la legislación ambiental correspondiente.

Los contenedores de residuos deben permanecer tapados y bajo techo para protegerlos de la intemperie y evitar desbordamientos por la lluvia.



Los contenedores deben ser sólidos, resistentes y adecuados al residuo, sin defectos, golpes y roturas que ponen en peligro su estanqueidad.





Bandeja de contención para garantizar la contención del residuo líquido en caso de fuga

Prohibido almacenar más de seis meses

Escurrir los filtros de aceite sobre los contenedores de aceite usado, antes de echarlos al contenedor

Evitar la rotura de lámparas dentro del contenedor. Utilizar su propia caja.


Los residuos peligrosos generados durante las etapas de preparación y construcción del proyecto deberán manejarse de diferente manera según sus características particulares, en apego a lo establecido en la Tabla 7. 10.

Tabla 7. 10. Lineamientos para el manejo de los diferentes tipos de residuos peligrosos.

Tipo de Residuo	Manejo	Disposición final
Thiner	Los envases de los residuos peligrosos deberán almacenarse en contenedores plásticos dentro de un gabinete de concreto cerrado y separado de las áreas vulnerables dentro de las embarcaciones o en el área de maniobras.	Serán depositados en bolsas separadas y entregadas a una compañía externa autorizada para su manejo y disposición final.
Pinturas y esmaltes		
Estopas impregnadas con residuos		
Aceite industrial	El aceite industrial utilizado se depositará en un recipiente metálico o plástico de alta densidad de tamaño adecuado para el área o embarcación en la que será colocado.	Será entregado a una compañía externa con autorización para su manejo y disposición final.
Pilas alcalinas	Se colocarán en contenedores especiales para tal efecto en las embarcaciones y en el área de maniobras.	Se entregarán a una empresa autorizada en su manejo y disposición final

Todos los residuos peligrosos que se ingresen al almacén temporal del proyecto deberán encontrarse perfectamente embalados y etiquetados. Su ingreso deberá quedar registrado en el momento en la bitácora del almacén de residuos peligrosos de acuerdo al siguiente formato.

Figura 7. 4. Formato para el registro de residuos peligrosos.



SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES

SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES
 SUBSECRETARÍA DE GESTIÓN PARA LA PROTECCIÓN AMBIENTAL
 DIRECCIÓN GENERAL DE GESTIÓN INTEGRAL DE MATERIALES Y ACTIVIDADES RIESGOSAS

BITÁCORAS DE RESIDUOS PELIGROSOS Y SITIOS CONTAMINADOS.
 Modalidad A. Bitácora de grandes y pequeños generadores de residuos peligrosos.
 SEMARNAT-07-027-A

GENERACIÓN											ALMACENAMIENTO TEMPORAL		MANEJO				
Nombre del residuo peligroso Art. 71 fracción I inciso (a)	Cantidad generada Ton.	Características de peligrosidad del residuo - Código de peligrosidad de los residuos (CPR)										Fecha de ingreso	Fecha de salida	Fase de manejo siguiente a la salida del almacén	Prestador de servicio		
		Co	Rd	Ed	Ta	Tea	Th	Tto	Io	Ba	Ma				Nombre, denominación o razón social	Número de autorización	
Totales		Nombre del responsable técnico de la bitácora															

Los residuos peligrosos y de manejo especial generados que serán acopiados temporalmente, serán recolectados y trasladados al lugar de disposición final por una empresa autorizada por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT).

7.4.3. Programa de Conservación y Manejo de Ecosistemas y Especies

El desarrollo del Proyecto implicará riesgos de afectación a los ecosistemas, así como a las especies que en el habitan, para disminuir estos riesgos se implementará el Programa de Conservación y Manejo de Ecosistemas y Especies, el cual tiene los siguientes objetivos:

- Mitigar los impactos generados por el desarrollo del Proyecto sobre los ecosistemas que se encuentran en el SAR correspondiente.
- Garantizar la conservación de los ecosistemas que se encuentran en el SAR a través del mantenimiento de los procesos ecológicos propios de cada uno de ellos.
- Garantizar que el Proyecto no afectará a las poblaciones de especies en riesgo dentro del SAR.

- Mitigar el impacto de la pérdida de flora y fauna marina provocados por el desarrollo del Proyecto.

Para lograr dichos objetivos el programa se ha dividido en tres subprogramas cuyos alcances y acciones particulares se describen a continuación.

7.4.3.1. Subprograma de Conservación de Hábitat

Las medidas que se implementarán como parte de este subprograma, así como los factores e impactos sobre los que incide y los indicadores de éxito de las medidas propuestas se presentan en la Tabla 7. 11.

Tabla 7. 11. Medidas que serán aplicadas como parte del Subprograma de Conservación de Hábitat.

Subprograma de Conservación de Hábitat						
Medidas	Etapas de implementación			Tipo de medida		
	Preparación	Construcción	Operación y mantenimiento	Prevención	Mitigación	Compensación
15. Mantener humedecido y cubierto con lonas todo el material en forma de polvo que se utilice, produzca o transporte	X	X		X		
16. Riego periódico en zonas de generación de polvos	X	X		X		
17. Uso de maquinaria y equipo en óptimas condiciones	X	X		X		
18. No mantener vehículos, maquinaria o equipo encendido innecesariamente	X	X		X		
19. Mantenimiento periódico de la maquinaria y vehículos	X	X		X		
20. Actividades de mantenimiento de equipo, maquinaria y vehículos restringidas a lugares adecuados fuera del área del Proyecto	X	X		X		
21. Realizar trabajos preventivos consistentes en la limpieza, desazolve, retiro de escombros u obstrucciones en las vías de comunicación del proyecto a fin de reducir riesgos de inundación y contaminación	X	X	X	X		
22. Quedará estrictamente prohibida la quema de cualquier tipo de residuo	X	X	X	X		
23. Delimitación física de las áreas de conservación del Proyecto	X	X		X		
24. Delimitación física de las áreas provisionales y de ubicación de materiales y equipo de apoyo	X	X	X	X		
25. Colocación de pasos de agua en vialidades y áreas donde se requieran para mantener la continuidad del flujo hidrológico		X			X	
26. Se dejarán en pie los individuos arbóreos de más de 20 cm de DAP que se encuentren en las áreas del Proyecto destinadas a jardines y áreas verdes	X	X	X		X	
27. Uso preferencial de especies nativas y propias de los ecosistemas reportados en la caracterización florística, para el diseño de las áreas verdes del Proyecto	X	X	X		X	

Subprograma de Conservación de Hábitat						
Medidas	Etapas de implementación			Tipo de medida		
	Preparación	Construcción	Operación y mantenimiento	Prevención	Mitigación	Compensación
28. Uso exclusivo de individuos que procedan de las labores de rescate de vegetación del predio o de viveros debidamente certificados por las autoridades ambientales correspondientes, para llevar a cabo las labores de reforestación y ajardinado del Proyecto, de tal forma que quede verificada su legal procedencia	X	X	X		X	
29. Uso restringido de agroquímicos para las labores de mantenimiento de las áreas verdes del Proyecto, a los autorizados por la CICOPLAFFEST y solo en caso necesario	X	X	X	X		
30. Recuperación de tierra vegetal	X				X	
31. Drenaje pluvial separado del drenaje sanitario		X			X	
32. Limpieza de la zona de trabajo posterior a la realización de las actividades	X	X	X	X		
Factores e impactos sobre los que incide	Agua	Alteración de la calidad del agua por generación de residuos sólidos, líquidos y peligrosos				
	Aire	Alteración de la calidad del aire por generación de material particulado y/o emisiones gaseosas				
		Alteración de la calidad del aire por generación de ruido				
	Suelo	Alteración de la calidad del suelo por generación de residuos sólidos, líquidos y peligrosos				
		Modificación de las características del suelo derivadas de la compactación				
		Pérdida de suelo				
	Flora	Pérdida de individuos				
	Fauna	Pérdida de individuos				
	Paisaje	Fragmentación del paisaje				
		Modificación visual del paisaje				
Hidrología	Alteración de la hidrología subterránea					
	Alteración de patrones de escorrentía					
SMS/VSA	Pérdida de cobertura					
Indicadores de éxito						
<ul style="list-style-type: none"> Registro documental de la temporalidad de mantenimiento realizado a la maquinaria. Registro fotográfico de la delimitación de las áreas de conservación. Registro fotográfico de las actividades de limpieza posterior a los trabajos. Lista de especies utilizadas en las reforestaciones. Registro de bitácoras. Reporte de cumplimiento de términos y condicionantes. 						

SMS/VSA = Selva mediana subperennifolia / vegetación secundaria arbórea

Atención de impactos acumulativos y/o residuales: Alteración de la calidad (factor agua, aire y suelo), pérdida de suelo (factor suelo), pérdida de individuos (factor flora y fauna), fragmentación y modificación visual (factor paisaje), alteración de patrones de escorrentía y alteración de la hidrología subterránea (factor hidrología) y pérdida de cobertura (factor SMS/VSA).

Se realizará la delimitación física en campo de las áreas de conservación del Proyecto antes de comenzar las labores de desmonte y despalme, y se mantendrá permanentemente. Las barreras físicas que delimitarán las áreas podrán ser mallas plásticas, cintas plásticas o láminas de triplay, con pasos de fauna, o cualquier otro material que proteja a las áreas de conservación de los polvos generados y de posibles invasiones involuntarias del área de obra (Figura 7. 5).

Figura 7. 5. Ejemplos de barreras físicas para delimitar las áreas de conservación.



Como parte de la información contenida en los reportes de cumplimiento de términos y condicionantes del Proyecto, en caso de resultar aprobado, se encontrará un registro cartográfico georreferenciado de los límites de las áreas de conservación y de los tipos de vegetación que en ellas se desarrollan, el cual se actualizará cada año. Esta información servirá para evidenciar el apego del Proyecto a lo establecido en éste DTU-BR, así como para tomar decisiones en materia de conservación y manejo de ecosistemas.

Antes de comenzar la etapa de preparación del proyecto, se marcarán todos los árboles de más de 20 cm de DAP que se encuentren en las áreas destinadas a áreas verdes dentro del Proyecto, con cinta y pintura visible. Estos árboles se protegerán con cercos de madera para evitar que sean dañados durante las etapas de preparación y construcción. Se levantará un inventario de los árboles marcados al inicio de la etapa de preparación que incluirá su estado de salud general, el cual se registrará periódicamente durante las etapas de preparación y construcción y se presentará en los informes de supervisión ambiental correspondientes.

Las especies que se usarán para el diseño de las áreas verdes del Proyecto son aquellas que se hayan rescatado y estén resguardadas en el vivero temporal, es decir especies nativas y propias del sitio. Asimismo, podrán utilizarse especies cultivadas en la región en combinación con las especies nativas, tomando en cuenta lo establecido por el criterio CU-04 del Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Solidaridad, Quintana Roo², ya que se deberá emplear una proporción 4:1 (especies ornamentales por especies nativas). Las especies ornamentales se usarán únicamente en las áreas verdes del Proyecto y éstas no deberán

² 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.

encontrarse en la lista de especies exóticas invasoras de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO).

Para evitar incentivar el tráfico ilegal de especies y la afectación que causa a las poblaciones de especies nativas y a los ecosistemas, se llevará un estricto control de la procedencia de los ejemplares usados en las labores de reforestación del Proyecto. Todos los ejemplares que no provengan del rescate de vegetación del proyecto deberán adquirirse en viveros debidamente autorizados.

El desmonte se realizará en una sola acción y de manera paulatina, conforme el avance de las obras, para evitar la exposición prolongada de las superficies, y aminorar la dispersión de partículas de polvo por el viento y el agua. Así mismo esto también permitirá que la fauna silvestre emigre a las áreas vecinas sin peligro de ser dañadas.

El mantenimiento de las áreas verdes podría requerir en ciertos casos de la aplicación de agroquímicos para controlar plagas o enfermedades, así como para mejorar el desarrollo de los ejemplares. Los agroquímicos que podrán utilizarse en dichos casos serán únicamente los autorizados por la CICOPAFEST y en estricto apego a lo indicado por el fabricante en cuanto a la dosis, modo de aplicación y frecuencia de uso.

Para garantizar que no se afecte la continuidad del flujo hidrológico, el Proyecto considera la construcción de pasos de agua en vialidades y áreas en donde se identifique que es requerido.

Para la captación de aguas pluviales se contempla la construcción de pozos de absorción en la vialidad, lo que facilitarán la infiltración del agua de lluvia para la recarga del acuífero. Los pozos contarán con un sistema de trampas de sedimentos y grasas para evitar la contaminación del manto freático. Es importante mencionar que el sistema de drenaje pluvial se encontrará separado del drenaje sanitario.

Como medida preventiva y para reducir el riesgo de contaminación por un posible derrame de hidrocarburos en el sitio; cualquier servicio, reparación o mantenimiento del equipo, maquinaria y vehículos, se realizará en un lugar adecuado fuera del área del Proyecto.

Para el desarrollo del Proyecto se utilizarán vehículos, maquinaria y equipo con el sistema de escape y silenciadores en óptimas condiciones para su operación, así como adecuada afinación de los motores de combustión interna. Así mismos los vehículos, maquinaria y equipo que no se encuentre en uso se mantendrán apagados. De esta forma se reducirán las emisiones a la atmósfera y la generación de ruido.

Durante las etapas de preparación y construcción del proyecto se requerirá de diversos materiales, entre ellos gravas, arenas y otros polvos que pueden dispersarse fácilmente por el viento. Para evitar lo anterior, todo material con polvos utilizado o generado por el desarrollo del Proyecto deberá transportarse y acopiarse húmedo y cubierto.

Al término de la jornada laboral en las áreas de trabajo se llevarán a cabo labores de limpieza general, para asegurarse de retirar cualquier elemento contaminante que pudiera ser identificado. Todos los residuos sólidos urbanos serán removidos y ubicados en los contenedores previamente señalizados.

7.4.3.2. Subprograma de Conservación de Especies

Las medidas que se implementarán como parte de este subprograma, así como los factores e impactos sobre los que incide y los indicadores de éxito de las medidas propuestas se presentan en la Tabla 7. 12.

Tabla 7. 12. Medidas que serán aplicadas como parte del Subprograma de Conservación de Especies.

Subprograma de Conservación de Especies						
Medidas	Etapas de implementación			Tipo de medida		
	Preparación	Construcción	Operación y mantenimiento	Prevención	Mitigación	Compensación
33. Rescate y reubicación de individuos de flora y fauna	X				X	
34. Mantenimiento en el vivero de la flora rescatada	X	X	X		X	
35. Propagación de semillas de las especies que no podrán ser trasplantadas encontrados en las áreas de aprovechamiento del Proyecto	X	X	X		X	
36. Reforestación de las áreas que lo requieren en zonas de conservación y áreas verdes del Proyecto	X	X	X		X	
37. Uso restringido de agroquímicos para las labores de mantenimiento de los ejemplares en el vivero del Proyecto	X	X	X	X		
38. Control de especies exóticas invasoras	X	X	X	X		
39. Control de especies ferales	X	X	X		X	
40. Colocación de señalamientos	X	X	X	X		
41. Colocación de pasos de fauna		X			X	
42. Desplazamiento del equipo, maquinaria y vehículos restringido a las áreas autorizadas para el cambio de uso de suelo	X	X		X		
43. Control de la iluminación	X	X	X		X	
Factores e impactos sobre los que incide	Agua	Alteración de la calidad del agua por generación de residuos sólidos, líquidos y peligrosos				
	Suelo	Alteración de la calidad del suelo por generación de residuos sólidos, líquidos y peligrosos				
		Modificación de las características del suelo derivadas de la compactación				
		Pérdida de suelo				
	Flora	Pérdida de individuos				
	Fauna	Pérdida de individuos				
	Paisaje	Fragmentación del paisaje				
Modificación visual del paisaje						
Hidrología	Alteración de la hidrología subterránea					
SMS/VSA	Pérdida de cobertura					
Indicadores de éxito						
<ul style="list-style-type: none"> • Número de ejemplares rescatados. • Presencia/ ausencia de señalización en las áreas y obras que lo requieran. • Registro fotográfico del vivero temporal. • Programa calendarizado para la propagación de semillas. • Registro de bitácoras. • Reporte de cumplimiento de términos y condicionantes. 						

Atención de impactos acumulativos y/o residuales: Alteración de la calidad (factor agua y suelo), modificación de las características y pérdida de suelo (factor suelo), pérdida de individuos (factor flora y fauna), fragmentación y modificación visual (factor paisaje), alteración de la hidrología subterránea (factor hidrología) y pérdida de cobertura (factor SMS/VSA).

Una vez señaladas las áreas de aprovechamiento del Proyecto, tanto permanentes como temporales, se procederá al marcaje de los individuos susceptibles de trasplante por medio de cintas plásticas y pintura en aerosol. Una vez hecho esto se procederá al trasplante de dichos ejemplares por medio de la técnica más apropiada de acuerdo con su especie, porte y tamaño. Cada ejemplar rescatado será identificado, registrado en una bitácora e incorporado en una base de datos. En los casos que se determine conveniente los ejemplares rescatados podrán trasplantarse inmediatamente a áreas de conservación o serán llevados al vivero temporal para su mantenimiento hasta el momento de su trasplante a su lugar definitivo. La descripción detallada de las técnicas de rescate de plantas se presenta a continuación:

1. Selección de especies a rescatar con base en criterios de la caracterización (riqueza específica, altura, formas de vida e importancia) así como de la viabilidad de los ejemplares (considerando factor clave una altura de la primera ramificación $\geq 1.5\text{m}$ de la o si presenta un tronco leñoso).
 - Se priorizarán especies del estrato herbáceo y arbustivo.
 - Se priorizarán especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT.
 - Se priorizarán especie de relevancia ecológica en la región.
2. Las labores de rescate las realizará personal capacitado en el manejo de plantas, de manera manual (plaza, picos, baretas y machetes) y con extremo cuidado.
3. Las brigadas de rescate contarán con un supervisor (agronomo o biólogo), que verificará el adecuado manejo de los individuos rescatados.
4. El rescate se realizará de manera diferenciada por plántulas, por semillas, por palmas y especies arbustivas, plantas de porte arbóreo y por estacas. También si se trata de epífitas, suculentas o bulbosas.
5. Los individuos susceptibles de ser rescatados serán llevados al vivero, donde se les dará un manejo adecuado.

El listado de las especies y el número de ejemplares por especie a rescatar se exhiben en la siguiente tabla (Tabla 7. 13). Dicho listado se basa en los resultados de la caracterización florística del predio del Proyecto, así como en las características de tamaño, tipo de crecimiento y valor ecológico de cada especie. Aun así, no se descarta la posibilidad de que alguna de las especies no cumpla con la disponibilidad en cuanto al número estimado de plantas propuestas para rescate, ya que estos números se basan de un muestreo y una estimación del número de individuos a partir de este, en este caso se buscará compensar aumentando la cantidad de plantas de alguna otra especie considerada para el rescate.

Todos los ejemplares de la especie palma nacax (*Coccothrinax readii*) y palma chit (*Thrinax radiata*), las cuales se encuentran en la NOM-059-SEMARNAT-2010 bajo la categoría de amenazada que se ubiquen en el área sujeta a cambio de uso de suelo, serán rescatados (Tabla 7. 13).

Tabla 7. 13. Número aproximado de ejemplares por especie arbustiva a rescatar y reubicar de las áreas sujetas a cambio de uso de suelo o en caso de ser autorizado el Proyecto.

Nombre común	Nombre científico	Forma de colecta			Número de individuos por hectárea	Propuesta total 7.98 ha
		Semilla	Planta /ha	Vareta /ha		
Palma chit	<i>Thrinax radiata</i>	X	X		5	40
Palma nakas	<i>Coccothrinax readii</i>	X	X		5	40
Total					10	80

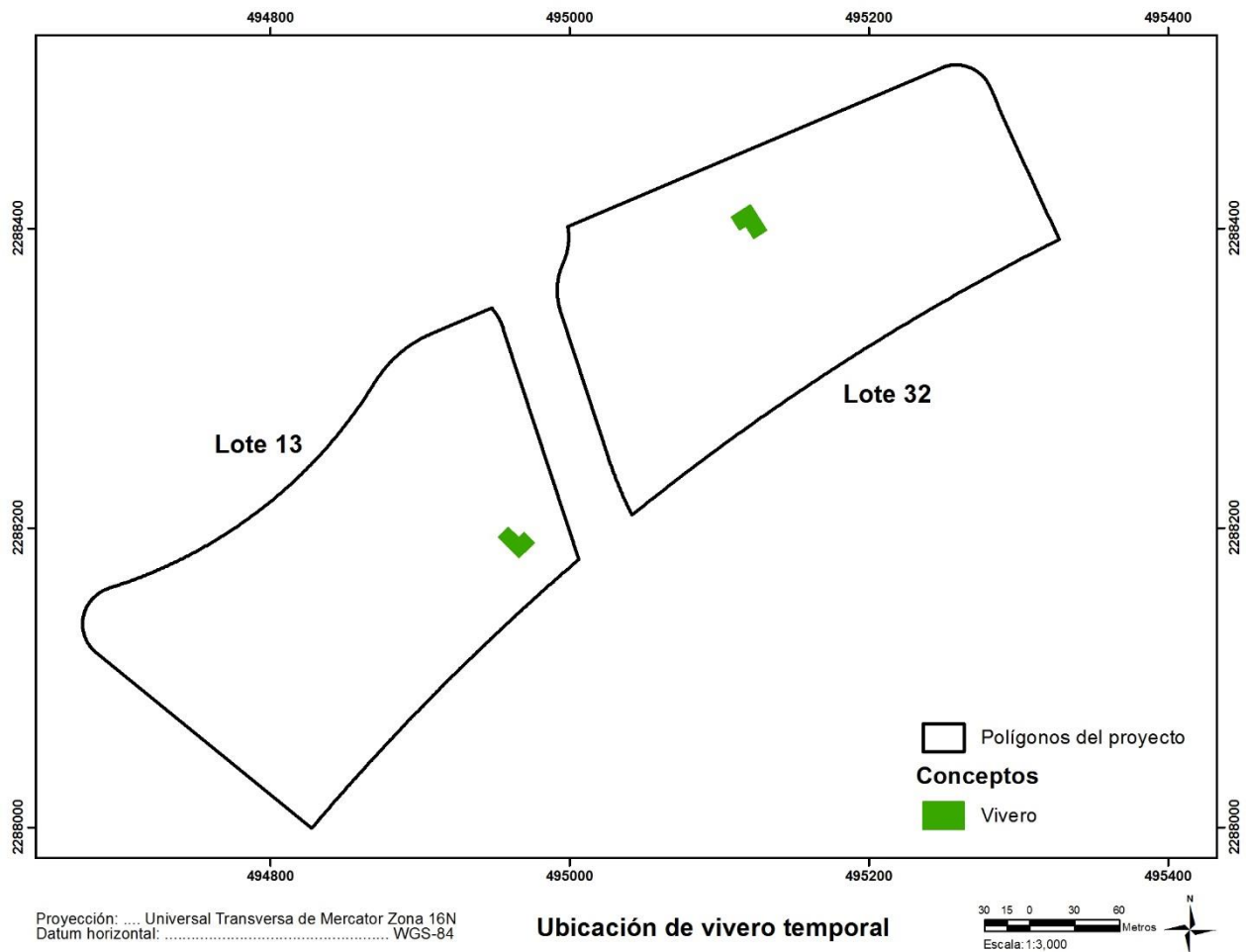
Por otro lado, también se plantea rescatar individuos de especies (Tabla 7. 14) que no están en la NOM-059-SEMARNAT-2010, y que por sus atributos paisajísticos pueden ser aprovechadas en las áreas verdes. Estas serán rescatadas y llevadas al vivero temporal para su restablecimiento y posterior trasplante. Es importante mencionar que de estas especies se presenta un listado general y una propuesta aproximada, por lo que los resultados obtenidos serán presentados en los avances correspondientes de cada informe de actividades.

Tabla 7. 14. Número aproximado de ejemplares por especies nativas a rescatar y reubicar de las áreas sujetas a cambio de uso de suelo o en caso de ser autorizado el Proyecto.

Nombre común	Nombre científico	Forma de colecta			Número de individuos por hectárea	Propuesta total 7.98 ha
		Semilla	Estaca	Planta		
Chacá	<i>Bursera simaruba</i>		X	X	20	160
Cocoite blanco	<i>Gliricidia sepium</i>			X	5	40
Pata de vaca	<i>Bauhinia divaricata</i>			X	5	40
Pamolche	<i>Jatropha gaumeri</i>			X	5	40
Tulipan	<i>Malvabiscus arboreus</i>			X	10	80
Flor de mayo	<i>Plumeria rubra</i>			X	5	40
Chilar	<i>Rivina humilis</i>			X	5	40
Dzidzilche	<i>Gymnopodium floribundum</i>			X	5	40
Xnantus	<i>Ichnanthus lanceolatus</i>			X	5	40
Total					65	520

Para ello se pretende el establecimiento de un vivero temporal en áreas destinadas para el aprovechamiento del propio Proyecto, por lo que no se requerirá la afectación de áreas diferentes a las solicitadas en el presente trámite. Cabe señalar que la ubicación del vivero temporal no será fija, éste se irá moviendo de acuerdo al avance de la obra y a las áreas de aprovechamiento disponibles (Figura 7. 6). Dicho vivero contará con los requerimientos necesarios para operar adecuadamente y garantizar la supervivencia de los ejemplares rescatados; proporcionará los cuidados necesarios a las plantas rescatadas, hasta que sean susceptibles de utilizarse en las áreas de reforestación y/o verdes del Proyecto. En caso de ser necesario se colocará una cubierta para proteger a los ejemplares del sol y lluvia en exceso.

Figura 7. 6. Ubicación inicial con la que contara el vivero temporal.



Los ejemplares que por su especie o tamaño no puedan ser trasplantados, serán propagados mediante la dispersión de semillas en las áreas de conservación, verdes y zona de influencia del Proyecto, para ello se establecerá un programa calendarizado, para la planificación de esta actividad, de esta manera se conservará la diversidad genética original del sitio.

El mantenimiento de los ejemplares contenidos en el vivero podría requerir en ciertos casos de la aplicación de agroquímicos para controlar plagas o enfermedades, así como para mejorar su desarrollo o garantizar su supervivencia. Los agroquímicos que podrán utilizarse en dichos casos serán únicamente los autorizados por la CICOPLAFEST y en estricto apego a lo indicado por el fabricante en cuanto a la dosis, modo de aplicación y frecuencia de uso.

Durante el primer año se realizará el rescate de tierra vegetal que servirá para el llenado de bolsas en el vivero donde serán colocadas las plantas rescatadas del área de desmonte para recibir el mantenimiento hasta su reubicación final, también se podrá utilizar para el relleno de camellones a fin de contribuir al enriquecimiento del suelo. La colecta de tierra vegetal se llevará a cabo, preferentemente dentro del período de estiaje (sequía) en el período de meses donde llueve menos del 10% de la precipitación anual según datos del sistema ambiental.

Las labores intensivas para la atención y el mantenimiento de las plantas trasplantadas se continuarán por lo menos durante los siguientes 3 años. Las actividades de seguimiento y evaluación del programa se continuarán por lo menos durante los siguientes 4 años, mientras que la campaña de señalización y protección de las áreas reforestadas se continuará de manera permanente.

Previo al inicio de la etapa de preparación del terreno y simultáneamente durante la campaña de rescate de vegetación, se implementará una campaña de rescate de individuos de especies de fauna poco móviles o vulnerables, incluyendo nidos de aves. Cada ejemplar rescatado, será identificado, registrado en una bitácora e incorporado en una base de datos, para posteriormente ser trasladado hacia áreas de conservación. La descripción detallada de las técnicas de rescate de fauna nativa que se implementarán se presenta a continuación.

- Implementar acciones que minimicen la miopía por captura (control del ambiente o estímulos de captura, limitar tiempo de captura, evitar capturar animales viejos o enfermos, evitar la captura de hembras lactantes o preñadas y limitar el número de personas que realizan la captura.
- Implementar acciones de disuasión con bocinas o sirenas de aire.
- Las actividades de rescate las realizará personal capacitado en el manejo de fauna, de manera manual (con bolsas, trampas, cebos, guantes, lazos y ganchos herpetológicos) y con extremo cuidado.
- Realizar rescates diferenciados para anfibios, reptiles y mamíferos, empleado el equipo y técnicas más adecuados.
- Trasladar a los ejemplares a sitios destinados para su reubicación y en caso de ser necesario a sitios de asistencia temporal (si están heridos).

Durante las etapas de preparación y construcción es probable que se registren individuos de fauna heridos o vulnerables, en cuyo caso serán trasladados a un sitio de confinamiento y asistencia temporal que se ubicará de preferencia en un área adyacente al vivero y será manejado por un especialista en medicina veterinaria o manejo de fauna silvestre. Dicho sitio deberá contar con las condiciones de higiene mínimas necesarias para evitar la propagación de enfermedades o el desarrollo de infecciones en los individuos confinados. De igual forma requerirá de energía eléctrica y agua potable para permitir el adecuado manejo de los ejemplares durante el tiempo que dure su confinamiento. Una vez que los ejemplares se encuentren recuperados serán reintegrados a las áreas de conservación del Proyecto. Todo ejemplar que ingrese al área de confinamiento y asistencia temporal será registrado en bitácora anotando su especie, medidas (tamaño, peso, etc.), condición de salud, lugar donde fue encontrado y fecha de ingreso. Previo a su liberación también se registrarán en bitácora sus medidas, así como el lugar y fecha de su liberación.

En complemento, en el Anexo 7.1 se presenta la propuesta de Programa de Rescate y Reubicación de Especies de Flora y Fauna conforme a la Fracción IX del artículo 141 del Reglamento, que contiene a las acciones específicas relacionadas con el cambio de uso de suelo en terrenos forestales.

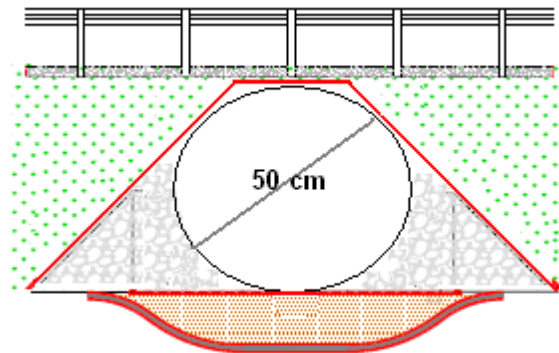
Durante las tres etapas del Proyecto se colocarán señalamientos de diversos tipos que indiquen la ubicación de las áreas de conservación, así como las actividades prohibidas que pudieran afectarlas directa o indirectamente, e informen sobre los tipos de especies que se encuentran en ellas para promover que sean respetados. Los señalamientos irán dirigidos a los obreros durante las etapas de preparación y construcción y hacia los usuarios del Proyecto durante la de operación (Figura 7. 7).

Figura 7. 7. Ejemplos de señalamientos que podrán ser utilizados en las diversas áreas del Proyecto para promover la conservación de los ecosistemas y especies.



Para disminuir el riesgo de atropellamiento de fauna nativa y mitigar el impacto de la fragmentación del paisaje, se instalarán pasos de fauna en las vialidades principales. Dichos pasos de fauna podrán ser aéreos o subterráneos y su diseño y medidas serán adecuados para permitir el tránsito de las especies encontradas en el Proyecto. En ciertos casos estos pasos también funcionarán como pasos de agua. El número de pasos de fauna que se construyan deberá garantizar que se conectan todas las áreas de conservación (Figura 7. 8).

Figura 7. 8. Ejemplo de diseño de paso de fauna bajo la vialidad.



Durante todas las etapas del Proyecto, las actividades de desplazamiento de equipo, maquinaria y vehículos se restringirán a los límites de las áreas de aprovechamiento, por lo que no se permitirá el tránsito de ningún tipo de vehículo por las áreas de conservación. De esta manera no se afectará a hábitats y especies.

Durante las etapas de preparación y operación del Proyecto se erradicarán las especies encontradas dentro del predio clasificadas según la CONABIO como exóticas invasoras. De esta forma se recuperará paulatinamente la estructura y composición original de la vegetación en las áreas de conservación. El método empleado podrá variar según la especie de que se trate, sin embargo, se usará como metodología estándar el procedimiento establecido por Amigos de Sian Ka'an A.C. para el control de *Casuarina equisetifolia* (Guillermo, et al., 1996).

La fauna feral, en especial perros y gatos, resulta sumamente dañina para los ecosistemas en general y para las especies nativas en riesgo en particular. Por ello, se implementará una campaña permanente de captura de fauna feral para su traslado a la perrera municipal en conjunto con las autoridades competentes.

En caso de requerir de la implementación de métodos para el control de plagas en los frentes de obra o en las instalaciones en operación, se elegirán únicamente procedimientos de bajo impacto ambiental que garanticen la no afectación a especies nativas. Sin embargo, si se aplica adecuadamente el Programa de Manejo de Residuos (PMIR) propuesto en el presente SMGA, es poco probable que se presenten problemas de plagas como ratas, moscas o cucarachas.

Para mitigar el impacto sobre la fauna nativa debido a la fragmentación del hábitat, el Proyecto considera el control de la contaminación lumínica. Para ello se usarán focos amarillos o rojos en las áreas exteriores que eviten atraer a insectos nocturnos. Asimismo, se usarán lámparas con pantallas que dirijan la luz hacia abajo y no la proyecten hacia el cielo. Por otra parte, se evitará la colocación de anuncios espectaculares luminosos o letreros con luces brillantes y se dará estricto cumplimiento de los horarios de trabajo de 8 de la mañana has las 16:00 hrs.

7.4.3.3. Subprograma de Educación Ambiental

Las medidas que se implementarán como parte de este subprograma, así como los factores e impactos sobre los que incide y los indicadores de éxito de las medidas propuestas se presentan en la Tabla 7. 15.

Tabla 7. 15. Medidas que serán aplicadas como parte del Subprograma de Educación Ambiental.

Subprograma de Educación Ambiental						
Medidas	Etapas de implementación			Tipo de medida		
	Preparación	Construcción	Operación y mantenimiento	Prevención	Mitigación	Compensación
44. Elaboración y difusión de un reglamento ambiental interno	X			X		
45. Divulgación de las medidas de conservación de los ecosistemas y especies a empleados y usuarios del Proyecto	X	X	X	X		
46. Señalización alusiva a la presencia de fauna y su protección colocada en distintos frentes de trabajo y posteriormente en el Proyecto terminado	X	X	X	X		
47. Promoción de la aplicación de buenas prácticas ambientales entre los usuarios	X	X	X	X		
Factores e impactos sobre los que incide	Agua	Alteración de la calidad del agua por generación de residuos sólidos, líquidos y peligrosos				
	Aire	Alteración de la calidad del aire por generación de material particulado y/o emisiones gaseosas				
		Alteración de la calidad del aire por generación de ruido				
	Suelo	Alteración de la calidad del suelo por generación de residuos sólidos, líquidos y peligrosos				
	Flora	Pérdida de individuos				
	Fauna	Pérdida de individuos				
	Paisaje	Modificación visual del paisaje				
Hidrología	Alteración de la hidrología subterránea					
Indicadores de éxito						
<ul style="list-style-type: none"> Programa calendarizado de acciones de divulgación de usuarios y capacitación de empleados. Registro fotográfico y mediante minuta con firma de asistencia, de las pláticas de capacitación de empleados de obligaciones ambientales, cuidado de flora y fauna y sanciones en caso de incurrir en afectaciones al medio ambiente. Material con el reglamento ambiental elaborado. Registro fotográfico del reglamento ambiental en áreas visibles a los trabajadores. 						

Atención de impactos acumulativos y/o residuales: Alteración de la calidad (factor agua, aire y suelo), pérdida de individuos (factor flora y fauna), modificación visual (factor paisaje) y alteración de la hidrología subterránea (factor hidrología).

Para prevenir el daño a los ecosistemas presentes en el Proyecto y en su área de influencia debido al desconocimiento de las medidas adecuadas para su conservación, se implementarán estrategias de divulgación ambiental dirigidas a usuarios del Proyecto, que informen sobre los temas críticos en cuanto a conservación y manejo de ecosistemas en la zona, tales como especies en riesgo, buenas prácticas ambientales, áreas naturales protegidas, entre otras.

Durante cada etapa del Proyecto se diseñará y aplicará un reglamento ambiental adecuado a los tipos de actividades, materiales manejados y principales riesgos al ambiente, que prevenga la comisión de acciones en detrimento del bienestar del ecosistema.

Con el fin de reforzar el cumplimiento del reglamento ambiental interno se realizarán pláticas con los trabajadores para difundir las obligaciones ambientales contraídas por la Promovente, para el desarrollo del Proyecto, así como para fomentar y fortalecer el cuidado de la flora y fauna del lugar, además de lo anterior se comunicarán las sanciones a las que serán acreedores en caso de incurrir en afectaciones al ambiente.

Para disminuir el riesgo de daños a la fauna y a la flora por accidentes diversos, se colocarán señalamientos en los límites con las áreas de conservación, así como en vialidades y frentes de trabajo. Estos señalamientos indicarán las actividades no permitidas dentro del predio que pudieran dañar a la fauna o a la flora, así como las especies que se encuentran en la región y su importancia.

7.4.4. Programa de Prevención y Atención a Contingencias Ambientales

Las medidas que se implementarán como parte de este programa, así como los factores e impactos sobre los que incide y los indicadores de éxito de las medidas propuestas se presentan en la Tabla 7. 16.

Tabla 7. 16. Medidas que serán aplicadas como parte del Programa de Prevención y Atención a Contingencias Ambientales.

Programa de Prevención y Atención a Contingencias Ambientales						
Medidas	Etapas de implementación			Tipo de medida		
	Preparación	Construcción	Operación y mantenimiento	Prevención	Mitigación	Compensación
48. Contar con material adecuado y suficiente para el manejo de contingencias	X	X	X	X		
49. Contar con personal capacitado en el manejo de contingencias	X	X	X	X		
50. Verificación periódica del mantenimiento de las instalaciones riesgosas dentro del Proyecto	X	X	X	X		
51. Protocolo de acción en caso de derrame de combustible	X	X	X	X		
52. Definición del procedimiento a seguir para el manejo de especies peligrosas en las instalaciones del Proyecto	X	X	X	X		
Factores e impactos sobre los que incide	Agua	Alteración de la calidad del agua por generación de residuos sólidos, líquidos y peligrosos				
	Aire	Alteración de la calidad del aire por generación de material particulado y/o emisiones gaseosas				
	Suelo	Alteración de la calidad del suelo por generación de residuos sólidos, líquidos y peligrosos				
		Pérdida de suelo				
	Flora	Pérdida de individuos				
	Fauna	Pérdida de individuos				
Hidrología	Alteración de la hidrología subterránea					
Indicadores de éxito						
<ul style="list-style-type: none"> • Documento con el protocolo de acciones en caso de derrame de combustibles. • Certificado de personal capacitado en manejo de contingencias ambientales y accidentes. • Programa calendarizado de verificación y mantenimiento de las instalaciones riesgosas. • Documento con el protocolo para el manejo de especies peligrosas. 						

Atención de impactos acumulativos y/o residuales: Alteración de la calidad (factor agua, aire y suelo), pérdida de suelo (factor suelo), pérdida de individuos (factor flora y fauna) y alteración de la hidrología subterránea (factor hidrología).

Se designará un área dentro del predio, cercano a los frentes de trabajo en las áreas de mayor riesgo, para resguardar el material y equipo adecuado y suficiente para la atención de contingencias ambientales tales como absorbentes (salchichas, colchonetas o polvos absorbentes para uso en caso de derrames; palas, extintores y equipo de protección para su uso en caso de incendios); etc. (Figura 7. 9).

Figura 7. 9. Ejemplo de absorbentes (equipo adecuado para contingencias).



Durante todas las etapas de desarrollo del Proyecto se deberá contar con personal capacitado en el manejo de contingencias ambientales y accidentes, tales como incendios forestales, incendios dentro de las instalaciones, derrames de sustancias peligrosas, etc. Asimismo, se deberá contar con personal capacitado en primeros auxilios.

Se verificará de manera periódica el mantenimiento y la supervisión de las instalaciones eléctricas, de gas LP, de agua, los almacenes de residuos peligrosos y de los sitios donde se manejen sustancias inflamables para detectar fallas y prevenir accidentes.

Se creará un comité de atención a contingencias ambientales en coordinación con las autoridades competentes una vez iniciado el Proyecto y que deberá funcionar de manera permanente durante el resto de las etapas de desarrollo del mismo. Deberá realizar reuniones en caso de contingencias. Se deberá enfocar en desarrollar acciones para prevenir y mitigar cualquier evento que ponga en riesgo la integridad humana o de los recursos naturales de la zona.

Se colocarán señales en los sitios de riesgo que indiquen las precauciones que se deberán tomar por parte del personal y usuarios del Proyecto para evitar accidentes y contingencias, incluyendo los procedimientos para actuar en caso de incendio o huracán, así como las salidas de emergencia.

En caso de una contingencia por derrame de hidrocarburos, se realizará su completa remoción de la zona de afectación, posteriormente serán almacenados y dispuestos en el sitio correspondiente.

En el área donde se ubica el predio del Proyecto existen especies de fauna que representan un riesgo para el hombre debido a que son venenosas o sumamente agresivas. En caso de que algún ejemplar de estas especies llegara a encontrarse dentro de las instalaciones del Proyecto en operación o en algún frente de obra durante la etapa de construcción, se procederá a su captura por personal capacitado y trasladado al área de conservación más alejada de las instalaciones. Durante la etapa de operación, se avisará a las autoridades correspondientes y se solicitará su apoyo para el adecuado manejo del espécimen.

7.5. Evaluación de la Efectividad de las Acciones del Sistema de Manejo y Gestión Ambiental

El SMGA del Proyecto debe evaluar periódicamente la efectividad y pertinencia de las acciones que constituyen cada uno de sus programas y adaptarlas, en caso necesario, a los contextos ambientales, legales, económicos o sociales del entorno.

- a. Ajustes de Proyecto y procedimientos:** Cuando se detecten acciones del SMGA que antagonicen con otras o las obstaculicen, o que no sean eficaces ni oportunas, se procederá a evaluar si pueden ajustarse para mejorar su desempeño, sustituirse por otras más adecuadas o eliminarse. La detección de dichas acciones se llevará a cabo a través de la supervisión y vigilancia ambiental. Esto implicará el trabajo conjunto y permanente con el personal encargado del diseño del Proyecto, desde la concepción de las ideas básicas para el desarrollo del mismo, hasta su operación. Por medio de la supervisión y vigilancia ambiental se creará un mecanismo de solicitud de cambios a las instancias pertinentes, que permita integrar los ajustes necesarios para lograr el menor impacto ambiental del Proyecto.
- b. Sistema de base de datos:** Consistirá en un sistema central que registrará la organización, clasificación y administración de toda la información generada para cada uno de los programas contenidos en el SMGA. Con esta información se podrá coordinar eficientemente el resto de las acciones del SMGA en las diferentes etapas del Proyecto, así como generar un banco de datos disponible para diversos fines en pro del desarrollo sustentable.
- c. Implementación de convenios de colaboración:** Se definirán e implementarán convenios de colaboración entre el Proyecto e instancias académicas, organismos no gubernamentales y autoridades ambientales de todos los niveles de gobierno, para generar proyectos conjuntos de manejo y desarrollo sostenible.

7.6. Resumen de las Acciones que Conforman el Sistema de Manejo y Gestión Ambiental

El SMGA está conformado por cuatro programas y cinco subprogramas que en conjunto engloban 52 acciones que inciden directa o indirectamente sobre uno o varios de los impactos ambientales identificados en el Capítulo 5 de este DTU-BR, los cuales podrán ser generados por el desarrollo del Proyecto. La etapa que implementará el mayor número de medidas corresponde a la preparación (49 medidas), la etapa de construcción y operación y mantenimiento implementarán 46 y 35 medidas, respectivamente.

A continuación, se presenta la Tabla 7. 17 que resume las medidas contenidas en cada uno de los programas del SMGA y sus subprogramas correspondientes, con excepción del Programa de Supervisión y Vigilancia Ambiental, el cual tiene por objeto verificar la aplicación adecuada de todas y cada una de las acciones contenidas en el resto de los programas.

Tabla 7. 17. Resumen de las acciones contenidas en el SMGA. P: Preparación. C: Construcción. OyM: Operación y mantenimiento. PMIR: Programa Integral de Residuos, SMIRS: Subprograma de Manejo Integral de Residuos Sólidos, SMIRL: Subprograma de Manejo Integral de Residuos Líquidos, SMIRPME: Subprograma de Manejo Integral de Residuos Peligrosos y de Manejo Especial, PCMEE: Programa de Conservación y Manejo de Ecosistemas y Especies, SCH: Subprograma de Conservación de Hábitat, SCE: Subprograma de Conservación de Especies, SEA: Subprograma de Educación Ambiental, PPACA: Programa de Prevención y Atención a Contingencias Ambientales.

Programa	Subprograma	Medida	Etapa		
			P	C	OyM
	SMIRS	Pláticas para el manejo adecuado de residuos	X	X	X
		Colocar señalizaciones que indiquen los procedimientos y áreas adecuados para la separación y disposición de los residuos generados	X	X	X
		Colocar contenedores apropiados para cada tipo de residuo sólido, en diversas áreas del Proyecto cercanas a los frentes de trabajo	X	X	X
		Separación de residuos sólidos de acuerdo con su tipo en contenedores específicos durante las tres etapas de desarrollo del Proyecto	X	X	X
		Reutilización de los residuos de origen vegetal	X	X	X
		Disposición temporal de los residuos sólidos generados en contenedores adecuados según su tipo	X	X	X
		Acopio de residuos inorgánicos reciclables y no reciclables en instalaciones apropiadas	X	X	X
		Transporte y disposición final de residuos sólidos por empresas acreditadas	X	X	X
	SMIRL	Colocación de sanitarios portátiles en áreas accesibles y cercanas a los frentes de trabajo a razón de 1 por cada 10 trabajadores	X		
		Colocación de lavabos y contenedores de líquidos en áreas cercanas a los sanitarios portátiles, con sistemas de captación de aguas jabonosas	X		
		Contratación de una empresa certificada para el mantenimiento, limpieza y disposición de los residuos de los sanitarios portátiles	X		
		Colocación de contenedores especiales para el acopio de residuos líquidos no peligrosos generados por los trabajadores, en áreas cercanas a los frentes de trabajo	X	X	X
	SMIRPME	Establecimiento de lineamientos claros para la disposición temporal de los residuos peligrosos y de manejo especial	X	X	X
		Registro en bitácora y confinamiento temporal de los residuos peligrosos y de manejo especial según su tipo en un almacén con las características requeridas por las autoridades competentes	X	X	X
	PCMEE	SCE	Rescate y reubicación de individuos de flora y fauna	X	
Mantenimiento en el vivero de la flora rescatada rescatadas			X	X	X
Propagación de semillas de las especies que no podrán ser trasplantadas encontrados en las áreas de aprovechamiento del Proyecto			X	X	X
Reforestación de las áreas que lo requieren en zonas de conservación y áreas verdes del Proyecto			X	X	X
Uso restringido de agroquímicos para las labores de mantenimiento de los ejemplares en el vivero del Proyecto			X	X	X
Control de especies exóticas invasoras			X	X	X
Control de especies ferales			X	X	X
Colocación de señalamientos			X	X	X
Colocación de pasos de fauna				X	
Desplazamiento del equipo, maquinaria y vehículos restringido a las áreas autorizadas para el cambio de uso de suelo	X	X			

Programa	Subprograma	Medida	Etapa		
			P	C	OyM
	SCH	Control de la iluminación	X	X	X
		Mantener humedecido y cubierto con lonas todo el material en forma de polvo que se utilice, produzca o transporte	X	X	
		Riego periódico en zonas de generación de polvos	X	X	
		Uso de maquinaria y equipo en óptimas condiciones	X	X	
		No mantener vehículos, maquinaria o equipo encendido innecesariamente	X	X	
		Mantenimiento periódico de la maquinaria y vehículos	X	X	
		Actividades de mantenimiento de equipo, maquinaria y vehículos restringidas a lugares adecuados fuera del área del Proyecto	X	X	
		Realizar trabajos preventivos consistentes en la limpieza, desazolve, retiro de escombros u obstrucciones en las vías de comunicación del proyecto a fin de reducir riesgos de inundación y contaminación.	X	X	X
		Quedará estrictamente prohibida la quema de cualquier tipo de residuo	X	X	X
		Delimitación física de las áreas de conservación del Proyecto	X	X	
		Delimitación física de las áreas provisionales y de ubicación de materiales y equipo de apoyo	X	X	X
		Colocación de pasos de agua en vialidades y áreas donde se requieran para mantener la continuidad del flujo hidrológico		X	
		Se dejarán en pie los individuos arbóreos de más de 20 cm de DAP que se encuentren en las áreas del Proyecto destinadas a jardines y áreas verdes	X	X	X
		Uso preferencial de especies nativas y propias de los ecosistemas reportados en la caracterización florística, para el diseño de las áreas verdes del Proyecto	X	X	X
		Uso exclusivo de individuos que procedan de las labores de rescate de vegetación del predio o de viveros debidamente certificados por las autoridades ambientales correspondientes, para llevar a cabo las labores de reforestación y ajardinado del Proyecto, de tal forma que quede verificada su legal procedencia	X	X	X
		Uso restringido de agroquímicos para las labores de mantenimiento de las áreas verdes del Proyecto, a los autorizados por la CICOPAFEST y solo en caso necesario	X	X	X
		Recuperación de tierra vegetal	X		
		Drenaje pluvial separado del drenaje sanitario		X	
		Limpieza de la zona de trabajo posterior a la realización de las actividades	X	X	X
		SEA	Elaboración y difusión de un reglamento ambiental interno	X	
	Divulgación de las medidas de conservación de los ecosistemas y especies a empleados y usuarios del Proyecto		X	X	X
	Señalización alusiva a la presencia de fauna y su protección colocada en distintos frentes de trabajo y posteriormente en el Proyecto terminado		X	X	X
	Promoción de la aplicación de buenas prácticas ambientales entre los usuarios		X	X	X
PPACA	Contar con material adecuado y suficiente para el manejo de contingencias	X	X	X	
	Contar con personal capacitado en el manejo de contingencias	X	X	X	
	Verificación periódica del mantenimiento de las instalaciones riesgosas dentro del Proyecto	X	X	X	
	Protocolo de acción en caso de derrame de combustible	X	X	X	
	Definición del procedimiento a seguir para el manejo de especies peligrosas en las instalaciones del Proyecto	X	X	X	

En la siguiente Tabla 7. 18 se presenta una síntesis de las medidas de mitigación considerando la etapa del Proyecto en la que será generada, la actividad generadora de impacto, el impacto generado y el factor en el que incide. Cabe señalar que no fue considerada la integración de los impactos valorados como positivos en la tabla.

Tabla 7. 18. Medidas de mitigación por etapa del Proyecto en la que será generada, la actividad generadora de impacto, el impacto generado y el factor en el que incide. (-) = Impacto negativo

Etapa del Proyecto Actividad generadora de los impactos		Preparación Trazo, delimitación y marcaje		
Factor	Impacto	Medidas de mitigación		
Aire	(-) Alteración de la calidad del aire por generación de ruido	<p>Subprograma de Educación Ambiental Elaboración y difusión de un reglamento ambiental interno</p>		
Suelo	(-) Alteración de la calidad del suelo por generación de residuos sólidos, líquidos y peligrosos	<p>Subprograma de Manejo Integral de Residuos Sólidos Pláticas para el manejo adecuado de residuos Colocar señalizaciones que indiquen los procedimientos y áreas adecuados para la separación y disposición de los residuos generados Colocar contenedores apropiados para cada tipo de residuo sólido, en diversas áreas del Proyecto cercanas a los frentes de trabajo Separación de residuos sólidos de acuerdo con su tipo en contenedores específicos durante las tres etapas de desarrollo del Proyecto Reutilización de los residuos de origen vegetal Disposición temporal de los residuos sólidos generados en contenedores adecuados según su tipo Acopio de residuos inorgánicos reciclables y no reciclables en instalaciones apropiadas Transporte y disposición final de residuos sólidos por empresas acreditadas</p>		
		<p>Subprograma de Manejo Integral de Residuos Líquidos Colocación de sanitarios portátiles en áreas accesibles y cercanas a los frentes de trabajo a razón de 1 por cada 10 trabajadores Colocación de lavabos y contenedores de líquidos en áreas cercanas a los sanitarios portátiles, con sistemas de captación de aguas jabonosas Contratación de una empresa certificada para el mantenimiento, limpieza y disposición de los residuos de los sanitarios portátiles Colocación de contenedores especiales para el acopio de residuos líquidos no peligrosos generados por los trabajadores, en áreas cercanas a los frentes de trabajo</p>		
		<p>Subprograma de Conservación de Especies Colocación de señalamientos</p>		
		<p>Subprograma de Conservación de Hábitat Delimitación física de las áreas de conservación del Proyecto Delimitación física de las áreas provisionales y de ubicación de materiales y equipo de apoyo Limpieza de la zona de trabajo posterior a la realización de las actividades</p>		
		<p>Subprograma de Educación Ambiental Elaboración y difusión de un reglamento ambiental interno</p>		
		<p>Subprograma de Conservación de Especies Colocación de señalamientos</p>		
		<p>Subprograma de Conservación de Hábitat Delimitación física de las áreas de conservación del Proyecto</p>		
		Fauna	(-) Modificación de la estructura de la comunidad	<p>Subprograma de Conservación de Especies Colocación de señalamientos</p>
				<p>Subprograma de Conservación de Hábitat Delimitación física de las áreas de conservación del Proyecto</p>

	Delimitación física de las áreas provisionales y de ubicación de materiales y equipo de apoyo
	Subprograma de Educación Ambiental
	Elaboración y difusión de un reglamento ambiental interno
	Divulgación de las medidas de conservación de los ecosistemas y especies a empleados y usuarios del Proyecto
	Señalización alusiva a la presencia de fauna y su protección colocada en distintos frentes de trabajo y posteriormente en el Proyecto terminado

Actividad generadora de los impactos		Desmante y despalme
Factor	Impacto	Medidas de mitigación
Aire	(-) Alteración de la calidad del aire por generación de ruido	Subprograma de Conservación de Hábitat
		Uso de maquinaria y equipo en óptimas condiciones
		No mantener vehículos, maquinaria o equipo encendido innecesariamente
		Mantenimiento periódico de la maquinaria y vehículos
		Subprograma de Educación Ambiental
		Elaboración y difusión de un reglamento ambiental interno
		Subprograma de Manejo Integral de Residuos Sólidos
		Pláticas para el manejo adecuado de residuos
		Colocar señalizaciones que indiquen los procedimientos y áreas adecuados para la separación y disposición de los residuos generados
		Colocar contenedores apropiados para cada tipo de residuo sólido, en diversas áreas del Proyecto cercanas a los frentes de trabajo
	(-) Alteración de la calidad del aire por generación de material particulado y/o emisiones gaseosas	Separación de residuos sólidos de acuerdo con su tipo en contenedores específicos durante las tres etapas de desarrollo del Proyecto
		Reutilización de los residuos de origen vegetal
		Disposición temporal de los residuos sólidos generados en contenedores adecuados según su tipo
		Acopio de residuos inorgánicos reciclables y no reciclables en instalaciones apropiadas
		Transporte y disposición final de residuos sólidos por empresas acreditadas
		Subprograma de Manejo Integral de Residuos Peligrosos y de Manejo Especial
		Establecimiento de lineamientos claros para la disposición temporal de los residuos peligrosos y de manejo especial
		Registro en bitácora y confinamiento temporal de los residuos peligrosos y de manejo especial según su tipo en un almacén con las características requeridas por las autoridades competentes
		Subprograma de Conservación de Hábitat
		Riego periódico en zonas de generación de polvos
Uso de maquinaria y equipo en óptimas condiciones		
No mantener vehículos, maquinaria o equipo encendido innecesariamente		
Mantenimiento periódico de la maquinaria y vehículos		
Actividades de mantenimiento de equipo, maquinaria y vehículos restringidas a lugares		

		<p>adecuados fuera del área del Proyecto</p> <p>Quedará estrictamente prohibida la quema de cualquier tipo de residuo</p> <p>Limpieza de la zona de trabajo posterior a la realización de las actividades</p> <p>Subprograma de Educación Ambiental</p> <p>Elaboración y difusión de un reglamento ambiental interno</p> <p>Programa de Prevención y Atención a contingencias Ambientales</p> <p>Verificación periódica del mantenimiento de las instalaciones riesgosas dentro del Proyecto</p>
Suelo	(-) Alteración de la calidad del suelo por generación de residuos sólidos, líquidos y peligrosos	<p>Subprograma de Manejo Integral de Residuos Sólidos</p> <p>Pláticas para el manejo adecuado de residuos</p> <p>Colocar señalizaciones que indiquen los procedimientos y áreas adecuados para la separación y disposición de los residuos generados</p> <p>Colocar contenedores apropiados para cada tipo de residuo sólido, en diversas áreas del Proyecto cercanas a los frentes de trabajo</p> <p>Separación de residuos sólidos de acuerdo con su tipo en contenedores específicos durante las tres etapas de desarrollo del Proyecto</p> <p>Reutilización de los residuos de origen vegetal</p> <p>Disposición temporal de los residuos sólidos generados en contenedores adecuados según su tipo</p> <p>Acopio de residuos inorgánicos reciclables y no reciclables en instalaciones apropiadas</p> <p>Transporte y disposición final de residuos sólidos por empresas acreditadas</p> <p>Subprograma de Manejo Integral de Residuos Líquidos</p> <p>Colocación de sanitarios portátiles en áreas accesibles y cercanas a los frentes de trabajo a razón de 1 por cada 10 trabajadores</p> <p>Colocación de lavabos y contenedores de líquidos en áreas cercanas a los sanitarios portátiles, con sistemas de captación de aguas jabonosas</p> <p>Contratación de una empresa certificada para el mantenimiento, limpieza y disposición de los residuos de los sanitarios portátiles</p> <p>Colocación de contenedores especiales para el acopio de residuos líquidos no peligrosos generados por los trabajadores, en áreas cercanas a los frentes de trabajo</p> <p>Subprograma de Manejo Integral de Residuos Peligrosos y de Manejo Especial</p> <p>Establecimiento de lineamientos claros para la disposición temporal de los residuos peligrosos y de manejo especial</p> <p>Registro en bitácora y confinamiento temporal de los residuos peligrosos y de manejo especial según su tipo en un almacén con las características requeridas por las autoridades competentes</p> <p>Subprograma de Conservación de Especies</p> <p>Uso restringido de agroquímicos para las labores de mantenimiento de los ejemplares en el vivero del Proyecto</p> <p>Colocación de señalamientos</p> <p>Subprograma de Conservación de Hábitat</p> <p>Uso de maquinaria y equipo en óptimas condiciones</p> <p>Actividades de mantenimiento de equipo, maquinaria y vehículos restringidas a lugares adecuados fuera del área del Proyecto</p> <p>Realizar trabajos preventivos consistentes en la limpieza, desazolve, retiro de escombros u</p>

		<p>obstrucciones en las vías de comunicación del proyecto a fin de reducir riesgos de inundación y contaminación.</p> <p>Quedará estrictamente prohibida la quema de cualquier tipo de residuo</p> <p>Limpieza de la zona de trabajo posterior a la realización de las actividades</p> <p>Subprograma de Educación Ambiental</p> <p>Elaboración y difusión de un reglamento ambiental interno</p> <p>Programa de Prevención y Atención a contingencias Ambientales</p> <p>Contar con material adecuado y suficiente para el manejo de contingencias</p> <p>Contar con personal capacitado en el manejo de contingencias</p> <p>Verificación periódica del mantenimiento de las instalaciones riesgosas dentro del Proyecto</p> <p>Protocolo de acción en caso de derrame de combustible</p>
	(-) Modificación de las características del suelo derivadas de la compactación	<p>Subprograma de Conservación de Especies</p> <p>Colocación de señalamientos</p> <p>Desplazamiento del equipo, maquinaria y vehículos restringido a las áreas autorizadas para el cambio de uso de suelo</p> <p>Subprograma de Conservación de Hábitat</p> <p>Delimitación física de las áreas de conservación del Proyecto</p> <p>Delimitación física de las áreas provisionales y de ubicación de materiales y equipo de apoyo</p>
	(-) Pérdida de suelo	<p>Subprograma de Manejo Integral de Residuos Sólidos</p> <p>Reutilización de los residuos de origen vegetal</p> <p>Subprograma de Conservación de Especies</p> <p>Desplazamiento del equipo, maquinaria y vehículos restringido a las áreas autorizadas para el cambio de uso de suelo</p> <p>Subprograma de Conservación de Hábitat</p> <p>Quedará estrictamente prohibida la quema de cualquier tipo de residuo</p> <p>Delimitación física de las áreas de conservación del Proyecto</p> <p>Delimitación física de las áreas provisionales y de ubicación de materiales y equipo de apoyo</p> <p>Recuperación de tierra vegetal</p> <p>Programa de Prevención y Atención a contingencias Ambientales</p> <p>Contar con material adecuado y suficiente para el manejo de contingencias</p> <p>Contar con personal capacitado en el manejo de contingencias</p> <p>Verificación periódica del mantenimiento de las instalaciones riesgosas dentro del Proyecto</p> <p>Protocolo de acción en caso de derrame de combustible</p>
Flora	(-) Modificación de la estructura de la comunidad	<p>Subprograma de Manejo Integral de Residuos Peligrosos y de Manejo Especial</p> <p>Establecimiento de lineamientos claros para la disposición temporal de los residuos peligrosos y de manejo especial</p> <p>Registro en bitácora y confinamiento temporal de los residuos peligrosos y de manejo especial según su tipo en un almacén con las características requeridas por las autoridades competentes</p> <p>Subprograma de Conservación de Especies</p> <p>Rescate y reubicación de individuos de flora y fauna</p> <p>Mantenimiento en el vivero de la flora rescatada rescatadas</p>

		<p>Propagación de semillas de las especies que no podrán ser trasplantadas encontrados en las áreas de aprovechamiento del Proyecto</p> <p>Reforestación de las áreas que lo requieren en zonas de conservación y áreas verdes del Proyecto</p> <p>Uso restringido de agroquímicos para las labores de mantenimiento de los ejemplares en el vivero del Proyecto</p> <p>Colocación de señalamientos</p> <p>Desplazamiento del equipo, maquinaria y vehículos restringido a las áreas autorizadas para el cambio de uso de suelo</p> <p>Subprograma de Conservación de Hábitat</p> <p>Riego periódico en zonas de generación de polvos</p> <p>Delimitación física de las áreas de conservación del Proyecto</p> <p>Delimitación física de las áreas provisionales y de ubicación de materiales y equipo de apoyo</p> <p>Se dejarán en pie los individuos arbóreos de más de 20 cm de DAP que se encuentren en las áreas del Proyecto destinadas a jardines y áreas verdes</p> <p>Subprograma de Educación Ambiental</p> <p>Elaboración y difusión de un reglamento ambiental interno</p> <p>Divulgación de las medidas de conservación de los ecosistemas y especies a empleados y usuarios del Proyecto</p> <p>Programa de Prevención y Atención a contingencias Ambientales</p> <p>Contar con material adecuado y suficiente para el manejo de contingencias</p> <p>Contar con personal capacitado en el manejo de contingencias</p> <p>Verificación periódica del mantenimiento de las instalaciones riesgosas dentro del Proyecto</p> <p>Protocolo de acción en caso de derrame de combustible</p>
Fauna	(-) Modificación de la estructura de la comunidad	<p>Subprograma de Manejo Integral de Residuos Peligrosos y de Manejo Especial</p> <p>Establecimiento de lineamientos claros para la disposición temporal de los residuos peligrosos y de manejo especial</p> <p>Registro en bitácora y confinamiento temporal de los residuos peligrosos y de manejo especial según su tipo en un almacén con las características requeridas por las autoridades competentes</p> <p>Subprograma de Conservación de Especies</p> <p>Rescate y reubicación de individuos de flora y fauna</p> <p>Colocación de señalamientos</p> <p>Control de especies exóticas invasoras</p> <p>Control de especies ferales</p> <p>Desplazamiento del equipo, maquinaria y vehículos restringido a las áreas autorizadas para el cambio de uso de suelo</p> <p>Subprograma de Conservación de Hábitat</p> <p>Delimitación física de las áreas de conservación del Proyecto</p> <p>Delimitación física de las áreas provisionales y de ubicación de materiales y equipo de apoyo</p> <p>Subprograma de Educación Ambiental</p> <p>Elaboración y difusión de un reglamento ambiental interno</p>

		<p>Divulgación de las medidas de conservación de los ecosistemas y especies a empleados y usuarios del Proyecto</p> <p>Señalización alusiva a la presencia de fauna y su protección colocada en distintos frentes de trabajo y posteriormente en el Proyecto terminado</p> <p>Programa de Prevención y Atención a contingencias Ambientales</p> <p>Contar con material adecuado y suficiente para el manejo de contingencias</p> <p>Contar con personal capacitado en el manejo de contingencias</p> <p>Verificación periódica del mantenimiento de las instalaciones riesgosas dentro del Proyecto</p> <p>Protocolo de acción en caso de derrame de combustible</p>
Paisaje	(-) Fragmentación del paisaje	<p>Subprograma de Conservación de Especies</p> <p>Propagación de semillas de las especies que no podrán ser trasplantadas encontrados en las áreas de aprovechamiento del Proyecto</p> <p>Reforestación de las áreas que lo requieren en zonas de conservación y áreas verdes del Proyecto</p> <p>Colocación de señalamientos</p> <p>Desplazamiento del equipo, maquinaria y vehículos restringido a las áreas autorizadas para el cambio de uso de suelo</p> <p>Subprograma de Conservación de Hábitat</p> <p>Quedará estrictamente prohibida la quema de cualquier tipo de residuo</p> <p>Delimitación física de las áreas de conservación del Proyecto</p> <p>Delimitación física de las áreas provisionales y de ubicación de materiales y equipo de apoyo</p>
	(-) Modificación visual del paisaje	<p>Subprograma de Conservación de Especies</p> <p>Control de especies exóticas invasoras</p> <p>Colocación de señalamientos</p> <p>Desplazamiento del equipo, maquinaria y vehículos restringido a las áreas autorizadas para el cambio de uso de suelo</p> <p>Subprograma de Conservación de Hábitat</p> <p>Quedará estrictamente prohibida la quema de cualquier tipo de residuo</p> <p>Delimitación física de las áreas de conservación del Proyecto</p> <p>Delimitación física de las áreas provisionales y de ubicación de materiales y equipo de apoyo</p> <p>Se dejarán en pie los individuos arbóreos de más de 20 cm de DAP que se encuentren en las áreas del Proyecto destinadas a jardines y áreas verdes</p> <p>Uso preferencial de especies nativas y propias de los ecosistemas reportados en la caracterización florística, para el diseño de las áreas verdes del Proyecto</p> <p>Uso exclusivo de individuos que procedan de las labores de rescate de vegetación del predio o de viveros debidamente certificados por las autoridades ambientales correspondientes, para llevar a cabo las labores de reforestación y ajardinado del Proyecto, de tal forma que quede verificada su legal procedencia</p> <p>Limpieza de la zona de trabajo posterior a la realización de las actividades</p> <p>Subprograma de Educación Ambiental</p> <p>Divulgación de las medidas de conservación de los ecosistemas y especies a empleados y usuarios del Proyecto</p>

Hidrología	(-) Alteración de la hidrología subterránea	Subprograma de Conservación de Especies
		Reforestación de las áreas que lo requieren en zonas de conservación y áreas verdes del Proyecto
		Programa de Prevención y Atención a contingencias Ambientales
		Contar con material adecuado y suficiente para el manejo de contingencias
		Contar con personal capacitado en el manejo de contingencias
		Verificación periódica del mantenimiento de las instalaciones riesgosas dentro del Proyecto
SMS/VSA	(-) Pérdida de cobertura	Protocolo de acción en caso de derrame de combustible
		Subprograma de Conservación de Especies
		Propagación de semillas de las especies que no podrán ser trasplantadas encontrados en las áreas de aprovechamiento del Proyecto
		Reforestación de las áreas que lo requieren en zonas de conservación y áreas verdes del Proyecto
		Colocación de señalamientos
		Desplazamiento del equipo, maquinaria y vehículos restringido a las áreas autorizadas para el cambio de uso de suelo
		Subprograma de Conservación de Hábitat
		Quedará estrictamente prohibida la quema de cualquier tipo de residuo
		Uso preferencial de especies nativas y propias de los ecosistemas reportados en la caracterización florística, para el diseño de las áreas verdes del Proyecto
		Uso exclusivo de individuos que procedan de las labores de rescate de vegetación del predio o de viveros debidamente certificados por las autoridades ambientales correspondientes, para llevar a cabo las labores de reforestación y ajardinado del Proyecto, de tal forma que quede verificada su legal procedencia
		Delimitación física de las áreas de conservación del Proyecto
		Delimitación física de las áreas provisionales y de ubicación de materiales y equipo de apoyo
Se dejarán en pie los individuos arbóreos de más de 20 cm de DAP que se encuentren en las áreas del Proyecto destinadas a jardines y áreas verdes		

Actividad generadora de los impactos		Instalación de obras provisionales
Factor	Impacto	Medidas de mitigación
Agua	(-) Alteración de la calidad del agua por generación de residuos sólidos, líquidos y peligrosos	Subprograma de Manejo Integral de Residuos Sólidos
		Pláticas para el manejo adecuado de residuos
		Colocar señalizaciones que indiquen los procedimientos y áreas adecuados para la separación y disposición de los residuos generados
		Colocar contenedores apropiados para cada tipo de residuo sólido, en diversas áreas del Proyecto cercanas a los frentes de trabajo
		Separación de residuos sólidos de acuerdo con su tipo en contenedores específicos durante las tres etapas de desarrollo del Proyecto
		Reutilización de los residuos de origen vegetal
		Disposición temporal de los residuos sólidos generados en contenedores adecuados según

		<p>su tipo</p> <p>Acopio de residuos inorgánicos reciclables y no reciclables en instalaciones apropiadas</p> <p>Transporte y disposición final de residuos sólidos por empresas acreditadas</p> <p>Subprograma de Manejo Integral de Residuos Líquidos</p> <p>Colocación de sanitarios portátiles en áreas accesibles y cercanas a los frentes de trabajo a razón de 1 por cada 10 trabajadores</p> <p>Colocación de lavabos y contenedores de líquidos en áreas cercanas a los sanitarios portátiles, con sistemas de captación de aguas jabonosas</p> <p>Contratación de una empresa certificada para el mantenimiento, limpieza y disposición de los residuos de los sanitarios portátiles</p> <p>Colocación de contenedores especiales para el acopio de residuos líquidos no peligrosos generados por los trabajadores, en áreas cercanas a los frentes de trabajo</p> <p>Subprograma de Manejo Integral de Residuos Peligrosos y de Manejo Especial</p> <p>Establecimiento de lineamientos claros para la disposición temporal de los residuos peligrosos y de manejo especial</p> <p>Registro en bitácora y confinamiento temporal de los residuos peligrosos y de manejo especial según su tipo en un almacén con las características requeridas por las autoridades competentes</p> <p>Subprograma de Conservación de Especies</p> <p>Colocación de señalamientos</p> <p>Subprograma de Conservación de Hábitat</p> <p>Uso de maquinaria y equipo en óptimas condiciones</p> <p>Actividades de mantenimiento de equipo, maquinaria y vehículos restringidas a lugares adecuados fuera del área del Proyecto</p> <p>Quedará estrictamente prohibida la quema de cualquier tipo de residuo</p> <p>Limpieza de la zona de trabajo posterior a la realización de las actividades</p> <p>Subprograma de Educación Ambiental</p> <p>Elaboración y difusión de un reglamento ambiental interno</p> <p>Programa de Prevención y Atención a contingencias Ambientales</p> <p>Contar con material adecuado y suficiente para el manejo de contingencias</p> <p>Contar con personal capacitado en el manejo de contingencias</p> <p>Verificación periódica del mantenimiento de las instalaciones riesgosas dentro del Proyecto</p> <p>Protocolo de acción en caso de derrame de combustible</p>
Aire	(-) Alteración de la calidad del aire por generación de ruido	<p>Subprograma de Conservación de Hábitat</p> <p>Uso de maquinaria y equipo en óptimas condiciones</p> <p>No mantener vehículos, maquinaria o equipo encendido innecesariamente</p> <p>Mantenimiento en el vivero de la flora rescatada rescatadas</p> <p>Subprograma de Educación Ambiental</p> <p>Elaboración y difusión de un reglamento ambiental interno</p>
	(-) Alteración de la calidad del aire por generación de material particulado y/o emisiones gaseosas	<p>Subprograma de Manejo Integral de Residuos Sólidos</p> <p>Pláticas para el manejo adecuado de residuos</p> <p>Colocar señalizaciones que indiquen los procedimientos y áreas adecuados para la separación y disposición de los residuos generados</p> <p>Colocar contenedores apropiados para cada tipo de residuo sólido, en diversas áreas del</p>

		<p>Proyecto cercanas a los frentes de trabajo</p> <p>Separación de residuos sólidos de acuerdo con su tipo en contenedores específicos durante las tres etapas de desarrollo del Proyecto</p> <p>Reutilización de los residuos de origen vegetal</p> <p>Disposición temporal de los residuos sólidos generados en contenedores adecuados según su tipo</p> <p>Acopio de residuos inorgánicos reciclables y no reciclables en instalaciones apropiadas</p> <p>Transporte y disposición final de residuos sólidos por empresas acreditadas</p> <p>Subprograma de Manejo Integral de Residuos Peligrosos y de Manejo Especial</p> <p>Establecimiento de lineamientos claros para la disposición temporal de los residuos peligrosos y de manejo especial</p> <p>Registro en bitácora y confinamiento temporal de los residuos peligrosos y de manejo especial según su tipo en un almacén con las características requeridas por las autoridades competentes</p> <p>Subprograma de Conservación de Hábitat</p> <p>Riego periódico en zonas de generación de polvos</p> <p>Uso de maquinaria y equipo en óptimas condiciones</p> <p>Mantenimiento periódico de la maquinaria y vehículos</p> <p>Actividades de mantenimiento de equipo, maquinaria y vehículos restringidas a lugares adecuados fuera del área del Proyecto</p> <p>Quedará estrictamente prohibida la quema de cualquier tipo de residuo</p> <p>Limpieza de la zona de trabajo posterior a la realización de las actividades</p> <p>Subprograma de Educación Ambiental</p> <p>Elaboración y difusión de un reglamento ambiental interno</p> <p>Programa de Prevención y Atención a contingencias Ambientales</p> <p>Verificación periódica del mantenimiento de las instalaciones riesgosas dentro del Proyecto</p>
Suelo	(-) Alteración de la calidad del suelo por generación de residuos sólidos, líquidos y peligrosos	<p>Subprograma de Manejo Integral de Residuos Sólidos</p> <p>Pláticas para el manejo adecuado de residuos</p> <p>Colocar señalizaciones que indiquen los procedimientos y áreas adecuados para la separación y disposición de los residuos generados</p> <p>Colocar contenedores apropiados para cada tipo de residuo sólido, en diversas áreas del Proyecto cercanas a los frentes de trabajo</p> <p>Separación de residuos sólidos de acuerdo con su tipo en contenedores específicos durante las tres etapas de desarrollo del Proyecto</p> <p>Reutilización de los residuos de origen vegetal</p> <p>Disposición temporal de los residuos sólidos generados en contenedores adecuados según su tipo</p> <p>Acopio de residuos inorgánicos reciclables y no reciclables en instalaciones apropiadas</p> <p>Transporte y disposición final de residuos sólidos por empresas acreditadas</p> <p>Subprograma de Manejo Integral de Residuos Líquidos</p> <p>Colocación de sanitarios portátiles en áreas accesibles y cercanas a los frentes de trabajo a razón de 1 por cada 10 trabajadores</p> <p>Colocación de lavabos y contenedores de líquidos en áreas cercanas a los sanitarios portátiles, con sistemas de captación de aguas jabonosas</p>

		<p>Contratación de una empresa certificada para el mantenimiento, limpieza y disposición de los residuos de los sanitarios portátiles</p> <p>Colocación de contenedores especiales para el acopio de residuos líquidos no peligrosos generados por los trabajadores, en áreas cercanas a los frentes de trabajo</p> <p>Subprograma de Manejo Integral de Residuos Peligrosos y de Manejo Especial</p> <p>Establecimiento de lineamientos claros para la disposición temporal de los residuos peligrosos y de manejo especial</p> <p>Registro en bitácora y confinamiento temporal de los residuos peligrosos y de manejo especial según su tipo en un almacén con las características requeridas por las autoridades competentes</p> <p>Subprograma de Conservación de Especies</p> <p>Uso restringido de agroquímicos para las labores de mantenimiento de los ejemplares en el vivero del Proyecto</p> <p>Colocación de señalamientos</p> <p>Subprograma de Conservación de Hábitat</p> <p>Uso de maquinaria y equipo en óptimas condiciones</p> <p>Actividades de mantenimiento de equipo, maquinaria y vehículos restringidas a lugares adecuados fuera del área del Proyecto</p> <p>Realizar trabajos preventivos consistentes en la limpieza, desazolve, retiro de escombros u obstrucciones en las vías de comunicación del proyecto a fin de reducir riesgos de inundación y contaminación.</p> <p>Quedará estrictamente prohibida la quema de cualquier tipo de residuo</p> <p>Limpieza de la zona de trabajo posterior a la realización de las actividades</p> <p>Subprograma de Educación Ambiental</p> <p>Elaboración y difusión de un reglamento ambiental interno</p> <p>Programa de Prevención y Atención a contingencias Ambientales</p> <p>Contar con material adecuado y suficiente para el manejo de contingencias</p> <p>Contar con personal capacitado en el manejo de contingencias</p> <p>Verificación periódica del mantenimiento de las instalaciones riesgosas dentro del Proyecto</p> <p>Protocolo de acción en caso de derrame de combustible</p>
Paisaje	(-) Fragmentación del paisaje	<p>Subprograma de Conservación de Especies</p> <p>Propagación de semillas de las especies que no podrán ser trasplantadas encontrados en las áreas de aprovechamiento del Proyecto</p> <p>Reforestación de las áreas que lo requieren en zonas de conservación y áreas verdes del Proyecto</p> <p>Colocación de señalamientos</p> <p>Desplazamiento del equipo, maquinaria y vehículos restringido a las áreas autorizadas para el cambio de uso de suelo</p> <p>Subprograma de Conservación de Hábitat</p> <p>Quedará estrictamente prohibida la quema de cualquier tipo de residuo</p> <p>Delimitación física de las áreas de conservación del Proyecto</p> <p>Delimitación física de las áreas provisionales y de ubicación de materiales y equipo de apoyo</p>
	(-) Modificación visual del paisaje	<p>Subprograma de Conservación de Especies</p>

		Colocación de señalamientos
		Desplazamiento del equipo, maquinaria y vehículos restringido a las áreas autorizadas para el cambio de uso de suelo
		Subprograma de Conservación de Hábitat
		Quedará estrictamente prohibida la quema de cualquier tipo de residuo
		Delimitación física de las áreas de conservación del Proyecto
		Delimitación física de las áreas provisionales y de ubicación de materiales y equipo de apoyo
		Se dejarán en pie los individuos arbóreos de más de 20 cm de DAP que se encuentren en las áreas del Proyecto destinadas a jardines y áreas verdes
		Limpieza de la zona de trabajo posterior a la realización de las actividades
		Subprograma de Educación Ambiental
		Divulgación de las medidas de conservación de los ecosistemas y especies a empleados y usuarios del Proyecto

Etapa		Construcción
Actividad generadora de los impactos		Operación de obras provisionales
Factor	Impacto	Medidas de mitigación
Agua	(-) Alteración de la calidad del agua por generación de residuos sólidos, líquidos y peligrosos	Subprograma de Manejo Integral de Residuos Sólidos
		Pláticas para el manejo adecuado de residuos
		Colocar señalizaciones que indiquen los procedimientos y áreas adecuados para la separación y disposición de los residuos generados
		Colocar contenedores apropiados para cada tipo de residuo sólido, en diversas áreas del Proyecto cercanas a los frentes de trabajo
		Separación de residuos sólidos de acuerdo con su tipo en contenedores específicos durante las tres etapas de desarrollo del Proyecto
		Reutilización de los residuos de origen vegetal
		Disposición temporal de los residuos sólidos generados en contenedores adecuados según su tipo
		Acopio de residuos inorgánicos reciclables y no reciclables en instalaciones apropiadas
		Transporte y disposición final de residuos sólidos por empresas acreditadas
		Subprograma de Manejo Integral de Residuos Líquidos
		Colocación de sanitarios portátiles en áreas accesibles y cercanas a los frentes de trabajo a razón de 1 por cada 10 trabajadores
		Colocación de lavabos y contenedores de líquidos en áreas cercanas a los sanitarios portátiles, con sistemas de captación de aguas jabonosas
		Contratación de una empresa certificada para el mantenimiento, limpieza y disposición de los residuos de los sanitarios portátiles
		Colocación de contenedores especiales para el acopio de residuos líquidos no peligrosos generados por los trabajadores, en áreas cercanas a los frentes de trabajo
		Subprograma de Manejo Integral de Residuos Peligrosos y de Manejo Especial
Establecimiento de lineamientos claros para la disposición temporal de los residuos		

		<p>peligrosos y de manejo especial</p> <p>Registro en bitácora y confinamiento temporal de los residuos peligrosos y de manejo especial según su tipo en un almacén con las características requeridas por las autoridades competentes</p> <p>Subprograma de Conservación de Especies</p> <p>Colocación de señalamientos</p> <p>Subprograma de Conservación de Hábitat</p> <p>Uso de maquinaria y equipo en óptimas condiciones</p> <p>Actividades de mantenimiento de equipo, maquinaria y vehículos restringidas a lugares adecuados fuera del área del Proyecto</p> <p>Quedará estrictamente prohibida la quema de cualquier tipo de residuo</p> <p>Limpieza de la zona de trabajo posterior a la realización de las actividades</p> <p>Subprograma de Educación Ambiental</p> <p>Elaboración y difusión de un reglamento ambiental interno</p> <p>Programa de Prevención y Atención a contingencias Ambientales</p> <p>Contar con material adecuado y suficiente para el manejo de contingencias</p> <p>Contar con personal capacitado en el manejo de contingencias</p> <p>Verificación periódica del mantenimiento de las instalaciones riesgosas dentro del Proyecto</p> <p>Protocolo de acción en caso de derrame de combustible</p>
Aire	(-) Alteración de la calidad del aire por generación de ruido	<p>Subprograma de Conservación de Hábitat</p> <p>Uso de maquinaria y equipo en óptimas condiciones</p> <p>No mantener vehículos, maquinaria o equipo encendido innecesariamente</p> <p>Mantenimiento periódico de la maquinaria y vehículos</p> <p>Subprograma de Educación Ambiental</p> <p>Elaboración y difusión de un reglamento ambiental interno</p>
		<p>Subprograma de Manejo Integral de Residuos Sólidos</p> <p>Pláticas para el manejo adecuado de residuos</p> <p>Colocar señalizaciones que indiquen los procedimientos y áreas adecuados para la separación y disposición de los residuos generados</p> <p>Colocar contenedores apropiados para cada tipo de residuo sólido, en diversas áreas del Proyecto cercanas a los frentes de trabajo</p> <p>Separación de residuos sólidos de acuerdo con su tipo en contenedores específicos durante las tres etapas de desarrollo del Proyecto</p> <p>Reutilización de los residuos de origen vegetal</p> <p>Disposición temporal de los residuos sólidos generados en contenedores adecuados según su tipo</p> <p>Acopio de residuos inorgánicos reciclables y no reciclables en instalaciones apropiadas</p> <p>Transporte y disposición final de residuos sólidos por empresas acreditadas</p> <p>Subprograma de Manejo Integral de Residuos Peligrosos y de Manejo Especial</p> <p>Establecimiento de lineamientos claros para la disposición temporal de los residuos peligrosos y de manejo especial</p> <p>Registro en bitácora y confinamiento temporal de los residuos peligrosos y de manejo especial según su tipo en un almacén con las características requeridas por las autoridades competentes</p>
	(-) Alteración de la calidad del aire por generación de material particulado y/o emisiones gaseosas	

		<p>Subprograma de Conservación de Hábitat</p> <p>Riego periódico en zonas de generación de polvos</p> <p>Uso de maquinaria y equipo en óptimas condiciones</p> <p>Mantenimiento periódico de la maquinaria y vehículos</p> <p>Actividades de mantenimiento de equipo, maquinaria y vehículos restringidas a lugares adecuados fuera del área del Proyecto</p> <p>Quedará estrictamente prohibida la quema de cualquier tipo de residuo</p> <p>Limpieza de la zona de trabajo posterior a la realización de las actividades</p> <p>Subprograma de Educación Ambiental</p> <p>Elaboración y difusión de un reglamento ambiental interno</p> <p>Programa de Prevención y Atención a contingencias Ambientales</p> <p>Verificación periódica del mantenimiento de las instalaciones riesgosas dentro del Proyecto</p>
Suelo	(-) Alteración de la calidad del suelo por generación de residuos sólidos, líquidos y peligrosos	<p>Subprograma de Manejo Integral de Residuos Sólidos</p> <p>Pláticas para el manejo adecuado de residuos</p> <p>Colocar señalizaciones que indiquen los procedimientos y áreas adecuados para la separación y disposición de los residuos generados</p> <p>Colocar contenedores apropiados para cada tipo de residuo sólido, en diversas áreas del Proyecto cercanas a los frentes de trabajo</p> <p>Separación de residuos sólidos de acuerdo con su tipo en contenedores específicos durante las tres etapas de desarrollo del Proyecto</p> <p>Reutilización de los residuos de origen vegetal</p> <p>Disposición temporal de los residuos sólidos generados en contenedores adecuados según su tipo</p> <p>Acopio de residuos inorgánicos reciclables y no reciclables en instalaciones apropiadas</p> <p>Transporte y disposición final de residuos sólidos por empresas acreditadas</p> <p>Subprograma de Manejo Integral de Residuos Líquidos</p> <p>Colocación de sanitarios portátiles en áreas accesibles y cercanas a los frentes de trabajo a razón de 1 por cada 10 trabajadores</p> <p>Colocación de lavabos y contenedores de líquidos en áreas cercanas a los sanitarios portátiles, con sistemas de captación de aguas jabonosas</p> <p>Contratación de una empresa certificada para el mantenimiento, limpieza y disposición de los residuos de los sanitarios portátiles</p> <p>Colocación de contenedores especiales para el acopio de residuos líquidos no peligrosos generados por los trabajadores, en áreas cercanas a los frentes de trabajo</p> <p>Subprograma de Manejo Integral de Residuos Peligrosos y de Manejo Especial</p> <p>Establecimiento de lineamientos claros para la disposición temporal de los residuos peligrosos y de manejo especial</p> <p>Registro en bitácora y confinamiento temporal de los residuos peligrosos y de manejo especial según su tipo en un almacén con las características requeridas por las autoridades competentes</p> <p>Subprograma de Conservación de Especies</p> <p>Uso restringido de agroquímicos para las labores de mantenimiento de los ejemplares en el vivero del Proyecto</p> <p>Colocación de señalamientos</p>

		<p>Subprograma de Conservación de Hábitat</p> <p>Uso de maquinaria y equipo en óptimas condiciones</p> <p>Actividades de mantenimiento de equipo, maquinaria y vehículos restringidas a lugares adecuados fuera del área del Proyecto</p> <p>Realizar trabajos preventivos consistentes en la limpieza, desazolve, retiro de escombros u obstrucciones en las vías de comunicación del proyecto a fin de reducir riesgos de inundación y contaminación.</p> <p>Quedará estrictamente prohibida la quema de cualquier tipo de residuo</p> <p>Limpieza de la zona de trabajo posterior a la realización de las actividades</p> <p>Subprograma de Educación Ambiental</p> <p>Elaboración y difusión de un reglamento ambiental interno</p> <p>Programa de Prevención y Atención a contingencias Ambientales</p> <p>Contar con material adecuado y suficiente para el manejo de contingencias</p> <p>Contar con personal capacitado en el manejo de contingencias</p> <p>Verificación periódica del mantenimiento de las instalaciones riesgosas dentro del Proyecto</p> <p>Protocolo de acción en caso de derrame de combustible</p>
	(-) Modificación de las características del suelo derivadas de la compactación	<p>Subprograma de Conservación de Especies</p> <p>Colocación de señalamientos</p> <p>Desplazamiento del equipo, maquinaria y vehículos restringido a las áreas autorizadas para el cambio de uso de suelo</p> <p>Subprograma de Conservación de Hábitat</p> <p>Delimitación física de las áreas de conservación del Proyecto</p> <p>Delimitación física de las áreas provisionales y de ubicación de materiales y equipo de apoyo</p>
Flora	(-) Modificación de la estructura de la comunidad	<p>Subprograma de Manejo Integral de Residuos Peligrosos y de Manejo Especial</p> <p>Establecimiento de lineamientos claros para la disposición temporal de los residuos peligrosos y de manejo especial</p> <p>Registro en bitácora y confinamiento temporal de los residuos peligrosos y de manejo especial según su tipo en un almacén con las características requeridas por las autoridades competentes</p> <p>Subprograma de Conservación de Especies</p> <p>Uso restringido de agroquímicos para las labores de mantenimiento de los ejemplares en el vivero del Proyecto</p> <p>Colocación de señalamientos</p> <p>Desplazamiento del equipo, maquinaria y vehículos restringido a las áreas autorizadas para el cambio de uso de suelo</p> <p>Control de la iluminación</p> <p>Subprograma de Conservación de Hábitat</p> <p>Riego periódico en zonas de generación de polvos</p> <p>Delimitación física de las áreas de conservación del Proyecto</p> <p>Delimitación física de las áreas provisionales y de ubicación de materiales y equipo de apoyo</p> <p>Subprograma de Educación Ambiental</p> <p>Elaboración y difusión de un reglamento ambiental interno</p>

		Divulgación de las medidas de conservación de los ecosistemas y especies a empleados y usuarios del Proyecto
		Programa de Prevención y Atención a contingencias Ambientales
		Contar con material adecuado y suficiente para el manejo de contingencias
		Contar con personal capacitado en el manejo de contingencias
		Verificación periódica del mantenimiento de las instalaciones riesgosas dentro del Proyecto
		Protocolo de acción en caso de derrame de combustible
Fauna	(-) Modificación de la estructura de la comunidad	Subprograma de Manejo Integral de Residuos Peligrosos y de Manejo Especial
		Establecimiento de lineamientos claros para la disposición temporal de los residuos peligrosos y de manejo especial
		Registro en bitácora y confinamiento temporal de los residuos peligrosos y de manejo especial según su tipo en un almacén con las características requeridas por las autoridades competentes
		Subprograma de Conservación de Especies
		Control de especies exóticas invasoras
		Control de especies ferales
		Colocación de señalamientos
		Desplazamiento del equipo, maquinaria y vehículos restringido a las áreas autorizadas para el cambio de uso de suelo
		Control de la iluminación
		Subprograma de Conservación de Hábitat
		Delimitación física de las áreas de conservación del Proyecto
		Delimitación física de las áreas provisionales y de ubicación de materiales y equipo de apoyo
		Subprograma de Educación Ambiental
		Elaboración y difusión de un reglamento ambiental interno
		Divulgación de las medidas de conservación de los ecosistemas y especies a empleados y usuarios del Proyecto
		Señalización alusiva a la presencia de fauna y su protección colocada en distintos frentes de trabajo y posteriormente en el Proyecto terminado
		Programa de Prevención y Atención a contingencias Ambientales
		Contar con material adecuado y suficiente para el manejo de contingencias
		Contar con personal capacitado en el manejo de contingencias
		Verificación periódica del mantenimiento de las instalaciones riesgosas dentro del Proyecto
Protocolo de acción en caso de derrame de combustible		

Actividad generadora de los impactos		Relleno, nivelación y excavación
Factor	Impacto	Medidas de mitigación
Agua	(-) Alteración de la calidad del agua por generación de residuos sólidos, líquidos y peligrosos	Subprograma de Manejo Integral de Residuos Sólidos
		Pláticas para el manejo adecuado de residuos
		Colocar señalizaciones que indiquen los procedimientos y áreas adecuados para la separación y disposición de los residuos generados
		Colocar contenedores apropiados para cada tipo de residuo sólido, en diversas áreas del Proyecto cercanas a los frentes de trabajo
		Separación de residuos sólidos de acuerdo con su tipo en contenedores específicos durante las tres etapas de desarrollo del Proyecto
		Reutilización de los residuos de origen vegetal
		Disposición temporal de los residuos sólidos generados en contenedores adecuados según su tipo
		Acopio de residuos inorgánicos reciclables y no reciclables en instalaciones apropiadas
		Transporte y disposición final de residuos sólidos por empresas acreditadas
		Subprograma de Manejo Integral de Residuos Líquidos
		Colocación de sanitarios portátiles en áreas accesibles y cercanas a los frentes de trabajo a razón de 1 por cada 10 trabajadores
		Colocación de lavabos y contenedores de líquidos en áreas cercanas a los sanitarios portátiles, con sistemas de captación de aguas jabonosas
		Contratación de una empresa certificada para el mantenimiento, limpieza y disposición de los residuos de los sanitarios portátiles
		Colocación de contenedores especiales para el acopio de residuos líquidos no peligrosos generados por los trabajadores, en áreas cercanas a los frentes de trabajo
		Subprograma de Manejo Integral de Residuos Peligrosos y de Manejo Especial
		Establecimiento de lineamientos claros para la disposición temporal de los residuos peligrosos y de manejo especial
		Registro en bitácora y confinamiento temporal de los residuos peligrosos y de manejo especial según su tipo en un almacén con las características requeridas por las autoridades competentes
		Subprograma de Conservación de Especies
		Colocación de señalamientos
		Subprograma de Conservación de Hábitat
		Uso de maquinaria y equipo en óptimas condiciones
		Actividades de mantenimiento de equipo, maquinaria y vehículos restringidas a lugares adecuados fuera del área del Proyecto
		Quedará estrictamente prohibida la quema de cualquier tipo de residuo
		Limpieza de la zona de trabajo posterior a la realización de las actividades
		Subprograma de Educación Ambiental
		Elaboración y difusión de un reglamento ambiental interno
		Programa de Prevención y Atención a contingencias Ambientales
Contar con material adecuado y suficiente para el manejo de contingencias		
Contar con personal capacitado en el manejo de contingencias		
Verificación periódica del mantenimiento de las instalaciones riesgosas dentro del Proyecto		

		Protocolo de acción en caso de derrame de combustible	
Aire	(-) Alteración de la calidad del aire por generación de ruido	Subprograma de Conservación de Hábitat	
		Uso de maquinaria y equipo en óptimas condiciones	
		No mantener vehículos, maquinaria o equipo encendido innecesariamente	
		Mantenimiento periódico de la maquinaria y vehículos	
		Subprograma de Educación Ambiental	
		Elaboración y difusión de un reglamento ambiental interno	
		(-) Alteración de la calidad del aire por generación de material particulado y/o emisiones gaseosas	Subprograma de Manejo Integral de Residuos Sólidos
			Pláticas para el manejo adecuado de residuos
			Colocar señalizaciones que indiquen los procedimientos y áreas adecuados para la separación y disposición de los residuos generados
			Colocar contenedores apropiados para cada tipo de residuo sólido, en diversas áreas del Proyecto cercanas a los frentes de trabajo
	Separación de residuos sólidos de acuerdo con su tipo en contenedores específicos durante las tres etapas de desarrollo del Proyecto		
	Reutilización de los residuos de origen vegetal		
	Disposición temporal de los residuos sólidos generados en contenedores adecuados según su tipo		
	Acopio de residuos inorgánicos reciclables y no reciclables en instalaciones apropiadas		
	Transporte y disposición final de residuos sólidos por empresas acreditadas		
	Subprograma de Manejo Integral de Residuos Peligrosos y de Manejo Especial		
	Establecimiento de lineamientos claros para la disposición temporal de los residuos peligrosos y de manejo especial		
	Registro en bitácora y confinamiento temporal de los residuos peligrosos y de manejo especial según su tipo en un almacén con las características requeridas por las autoridades competentes		
	Subprograma de Conservación de Hábitat		
	Riego periódico en zonas de generación de polvos		
Uso de maquinaria y equipo en óptimas condiciones			
Mantenimiento periódico de la maquinaria y vehículos			
Actividades de mantenimiento de equipo, maquinaria y vehículos restringidas a lugares adecuados fuera del área del Proyecto			
Quedará estrictamente prohibida la quema de cualquier tipo de residuo			
Limpieza de la zona de trabajo posterior a la realización de las actividades			
Subprograma de Educación Ambiental			
Elaboración y difusión de un reglamento ambiental interno			
Programa de Prevención y Atención a contingencias Ambientales			
Verificación periódica del mantenimiento de las instalaciones riesgosas dentro del Proyecto			
Suelo	(-) Alteración de la calidad del suelo por generación de residuos sólidos, líquidos y peligrosos	Subprograma de Manejo Integral de Residuos Sólidos	
		Pláticas para el manejo adecuado de residuos	
		Colocar señalizaciones que indiquen los procedimientos y áreas adecuados para la separación y disposición de los residuos generados	
		Colocar contenedores apropiados para cada tipo de residuo sólido, en diversas áreas del Proyecto cercanas a los frentes de trabajo	

	Separación de residuos sólidos de acuerdo con su tipo en contenedores específicos durante las tres etapas de desarrollo del Proyecto
	Reutilización de los residuos de origen vegetal
	Disposición temporal de los residuos sólidos generados en contenedores adecuados según su tipo
	Acopio de residuos inorgánicos reciclables y no reciclables en instalaciones apropiadas
	Transporte y disposición final de residuos sólidos por empresas acreditadas
	Subprograma de Manejo Integral de Residuos Líquidos
	Colocación de sanitarios portátiles en áreas accesibles y cercanas a los frentes de trabajo a razón de 1 por cada 10 trabajadores
	Colocación de lavabos y contenedores de líquidos en áreas cercanas a los sanitarios portátiles, con sistemas de captación de aguas jabonosas
	Contratación de una empresa certificada para el mantenimiento, limpieza y disposición de los residuos de los sanitarios portátiles
	Colocación de contenedores especiales para el acopio de residuos líquidos no peligrosos generados por los trabajadores, en áreas cercanas a los frentes de trabajo
	Subprograma de Manejo Integral de Residuos Peligrosos y de Manejo Especial
	Establecimiento de lineamientos claros para la disposición temporal de los residuos peligrosos y de manejo especial
	Registro en bitácora y confinamiento temporal de los residuos peligrosos y de manejo especial según su tipo en un almacén con las características requeridas por las autoridades competentes
	Subprograma de Conservación de Especies
	Uso restringido de agroquímicos para las labores de mantenimiento de los ejemplares en el vivero del Proyecto
	Colocación de señalamientos
	Subprograma de Conservación de Hábitat
	Uso de maquinaria y equipo en óptimas condiciones
	Actividades de mantenimiento de equipo, maquinaria y vehículos restringidas a lugares adecuados fuera del área del Proyecto
	Realizar trabajos preventivos consistentes en la limpieza, desazolve, retiro de escombros u obstrucciones en las vías de comunicación del proyecto a fin de reducir riesgos de inundación y contaminación.
	Quedará estrictamente prohibida la quema de cualquier tipo de residuo
	Limpieza de la zona de trabajo posterior a la realización de las actividades
	Subprograma de Educación Ambiental
	Elaboración y difusión de un reglamento ambiental interno
	Programa de Prevención y Atención a contingencias Ambientales
	Contar con material adecuado y suficiente para el manejo de contingencias
	Contar con personal capacitado en el manejo de contingencias
	Verificación periódica del mantenimiento de las instalaciones riesgosas dentro del Proyecto
	Protocolo de acción en caso de derrame de combustible
	Subprograma de Conservación de Especies
	Colocación de señalamientos
	(-) Modificación de las características del suelo derivadas de la compactación

		Desplazamiento del equipo, maquinaria y vehículos restringido a las áreas autorizadas para el cambio de uso de suelo
		Subprograma de Conservación de Hábitat
		Delimitación física de las áreas de conservación del Proyecto
		Delimitación física de las áreas provisionales y de ubicación de materiales y equipo de apoyo
Flora	(-) Modificación de la estructura de la comunidad	Subprograma de Manejo Integral de Residuos Peligrosos y de Manejo Especial
		Establecimiento de lineamientos claros para la disposición temporal de los residuos peligrosos y de manejo especial
		Registro en bitácora y confinamiento temporal de los residuos peligrosos y de manejo especial según su tipo en un almacén con las características requeridas por las autoridades competentes
		Subprograma de Conservación de Especies
		Uso restringido de agroquímicos para las labores de mantenimiento de los ejemplares en el vivero del Proyecto
		Colocación de señalamientos
		Desplazamiento del equipo, maquinaria y vehículos restringido a las áreas autorizadas para el cambio de uso de suelo
		Control de la iluminación
		Subprograma de Conservación de Hábitat
		Riego periódico en zonas de generación de polvos
		Delimitación física de las áreas de conservación del Proyecto
		Delimitación física de las áreas provisionales y de ubicación de materiales y equipo de apoyo
		Subprograma de Educación Ambiental
		Elaboración y difusión de un reglamento ambiental interno
		Divulgación de las medidas de conservación de los ecosistemas y especies a empleados y usuarios del Proyecto
		Programa de Prevención y Atención a contingencias Ambientales
		Contar con material adecuado y suficiente para el manejo de contingencias
		Contar con personal capacitado en el manejo de contingencias
		Verificación periódica del mantenimiento de las instalaciones riesgosas dentro del Proyecto
Protocolo de acción en caso de derrame de combustible		
Fauna	(-) Modificación de la estructura de la comunidad	Subprograma de Manejo Integral de Residuos Peligrosos y de Manejo Especial
		Establecimiento de lineamientos claros para la disposición temporal de los residuos peligrosos y de manejo especial
		Registro en bitácora y confinamiento temporal de los residuos peligrosos y de manejo especial según su tipo en un almacén con las características requeridas por las autoridades competentes
		Subprograma de Conservación de Especies
		Control de especies exóticas invasoras
		Control de especies ferales
Colocación de señalamientos		
		Desplazamiento del equipo, maquinaria y vehículos restringido a las áreas autorizadas para

		el cambio de uso de suelo
		Control de la iluminación
		Subprograma de Conservación de Hábitat
		Delimitación física de las áreas de conservación del Proyecto
		Delimitación física de las áreas provisionales y de ubicación de materiales y equipo de apoyo
		Subprograma de Educación Ambiental
		Elaboración y difusión de un reglamento ambiental interno
		Divulgación de las medidas de conservación de los ecosistemas y especies a empleados y usuarios del Proyecto
		Señalización alusiva a la presencia de fauna y su protección colocada en distintos frentes de trabajo y posteriormente en el Proyecto terminado
		Programa de Prevención y Atención a contingencias Ambientales
		Contar con material adecuado y suficiente para el manejo de contingencias
		Contar con personal capacitado en el manejo de contingencias
		Verificación periódica del mantenimiento de las instalaciones riesgosas dentro del Proyecto
		Protocolo de acción en caso de derrame de combustible
Hidrología	(-) Alteración de los patrones de escorrentía	Sin medidas de mitigación

Actividad generadora de los impactos		Construcción de vialidades y edificaciones
Factor	Impacto	Medidas de mitigación
Agua	(-) Alteración de la calidad del agua por generación de residuos sólidos, líquidos y peligrosos	Subprograma de Manejo Integral de Residuos Sólidos
		Pláticas para el manejo adecuado de residuos
		Colocar señalizaciones que indiquen los procedimientos y áreas adecuados para la separación y disposición de los residuos generados
		Colocar contenedores apropiados para cada tipo de residuo sólido, en diversas áreas del Proyecto cercanas a los frentes de trabajo
		Separación de residuos sólidos de acuerdo con su tipo en contenedores específicos durante las tres etapas de desarrollo del Proyecto
		Reutilización de los residuos de origen vegetal
		Disposición temporal de los residuos sólidos generados en contenedores adecuados según su tipo
		Acopio de residuos inorgánicos reciclables y no reciclables en instalaciones apropiadas
		Transporte y disposición final de residuos sólidos por empresas acreditadas
		Subprograma de Manejo Integral de Residuos Líquidos
		Colocación de sanitarios portátiles en áreas accesibles y cercanas a los frentes de trabajo a razón de 1 por cada 10 trabajadores
		Colocación de lavabos y contenedores de líquidos en áreas cercanas a los sanitarios portátiles, con sistemas de captación de aguas jabonosas
		Contratación de una empresa certificada para el mantenimiento, limpieza y disposición de los residuos de los sanitarios portátiles
		Colocación de contenedores especiales para el acopio de residuos líquidos no peligrosos

		generados por los trabajadores, en áreas cercanas a los frentes de trabajo
		Subprograma de Manejo Integral de Residuos Peligrosos y de Manejo Especial
		Establecimiento de lineamientos claros para la disposición temporal de los residuos peligrosos y de manejo especial
		Registro en bitácora y confinamiento temporal de los residuos peligrosos y de manejo especial según su tipo en un almacén con las características requeridas por las autoridades competentes
		Subprograma de Conservación de Especies
		Uso restringido de agroquímicos para las labores de mantenimiento de los ejemplares en el vivero del Proyecto
		Colocación de señalamientos
		Subprograma de Conservación de Hábitat
		Uso de maquinaria y equipo en óptimas condiciones
		Actividades de mantenimiento de equipo, maquinaria y vehículos restringidas a lugares adecuados fuera del área del Proyecto
		Quedará estrictamente prohibida la quema de cualquier tipo de residuo
		Limpieza de la zona de trabajo posterior a la realización de las actividades
		Subprograma de Educación Ambiental
		Elaboración y difusión de un reglamento ambiental interno
		Programa de Prevención y Atención a contingencias Ambientales
		Contar con material adecuado y suficiente para el manejo de contingencias
		Contar con personal capacitado en el manejo de contingencias
		Verificación periódica del mantenimiento de las instalaciones riesgosas dentro del Proyecto
		Protocolo de acción en caso de derrame de combustible
		Subprograma de Conservación de Hábitat
		Uso de maquinaria y equipo en óptimas condiciones
		No mantener vehículos, maquinaria o equipo encendido innecesariamente
		Mantenimiento periódico de la maquinaria y vehículos
		Subprograma de Educación Ambiental
		Elaboración y difusión de un reglamento ambiental interno
		Subprograma de Manejo Integral de Residuos Sólidos
		Pláticas para el manejo adecuado de residuos
		Colocar señalizaciones que indiquen los procedimientos y áreas adecuados para la separación y disposición de los residuos generados
		Colocar contenedores apropiados para cada tipo de residuo sólido, en diversas áreas del Proyecto cercanas a los frentes de trabajo
		Separación de residuos sólidos de acuerdo con su tipo en contenedores específicos durante las tres etapas de desarrollo del Proyecto
		Reutilización de los residuos de origen vegetal
		Disposición temporal de los residuos sólidos generados en contenedores adecuados según su tipo
		Acopio de residuos inorgánicos reciclables y no reciclables en instalaciones apropiadas
		Transporte y disposición final de residuos sólidos por empresas acreditadas
		Subprograma de Manejo Integral de Residuos Peligrosos y de Manejo Especial
Aire	(-) Alteración de la calidad del aire por generación de ruido	
Aire	(-) Alteración de la calidad del aire por generación de material particulado y/o emisiones gaseosas	

		<p>Establecimiento de lineamientos claros para la disposición temporal de los residuos peligrosos y de manejo especial</p> <p>Registro en bitácora y confinamiento temporal de los residuos peligrosos y de manejo especial según su tipo en un almacén con las características requeridas por las autoridades competentes</p> <p>Subprograma de Conservación de Hábitat</p> <p>Mantener humedecido y cubierto con lonas todo el material en forma de polvo que se utilice, produzca o transporte</p> <p>Riego periódico en zonas de generación de polvos</p> <p>Uso de maquinaria y equipo en óptimas condiciones</p> <p>Mantenimiento periódico de la maquinaria y vehículos</p> <p>Actividades de mantenimiento de equipo, maquinaria y vehículos restringidas a lugares adecuados fuera del área del Proyecto</p> <p>Quedará estrictamente prohibida la quema de cualquier tipo de residuo</p> <p>Limpieza de la zona de trabajo posterior a la realización de las actividades</p> <p>Subprograma de Educación Ambiental</p> <p>Elaboración y difusión de un reglamento ambiental interno</p> <p>Programa de Prevención y Atención a contingencias Ambientales</p> <p>Contar con material adecuado y suficiente para el manejo de contingencias</p> <p>Contar con personal capacitado en el manejo de contingencias</p> <p>Verificación periódica del mantenimiento de las instalaciones riesgosas dentro del Proyecto</p>
Suelo	(-) Alteración de la calidad del suelo por generación de residuos sólidos, líquidos y peligrosos	<p>Subprograma de Manejo Integral de Residuos Sólidos</p> <p>Pláticas para el manejo adecuado de residuos</p> <p>Colocar señalizaciones que indiquen los procedimientos y áreas adecuados para la separación y disposición de los residuos generados</p> <p>Colocar contenedores apropiados para cada tipo de residuo sólido, en diversas áreas del Proyecto cercanas a los frentes de trabajo</p> <p>Separación de residuos sólidos de acuerdo con su tipo en contenedores específicos durante las tres etapas de desarrollo del Proyecto</p> <p>Reutilización de los residuos de origen vegetal</p> <p>Disposición temporal de los residuos sólidos generados en contenedores adecuados según su tipo</p> <p>Acopio de residuos inorgánicos reciclables y no reciclables en instalaciones apropiadas</p> <p>Transporte y disposición final de residuos sólidos por empresas acreditadas</p> <p>Subprograma de Manejo Integral de Residuos Líquidos</p> <p>Colocación de sanitarios portátiles en áreas accesibles y cercanas a los frentes de trabajo a razón de 1 por cada 10 trabajadores</p> <p>Colocación de lavabos y contenedores de líquidos en áreas cercanas a los sanitarios portátiles, con sistemas de captación de aguas jabonosas</p> <p>Contratación de una empresa certificada para el mantenimiento, limpieza y disposición de los residuos de los sanitarios portátiles</p> <p>Colocación de contenedores especiales para el acopio de residuos líquidos no peligrosos generados por los trabajadores, en áreas cercanas a los frentes de trabajo</p> <p>Subprograma de Manejo Integral de Residuos Peligrosos y de Manejo Especial</p>

		<p>Establecimiento de lineamientos claros para la disposición temporal de los residuos peligrosos y de manejo especial</p> <p>Registro en bitácora y confinamiento temporal de los residuos peligrosos y de manejo especial según su tipo en un almacén con las características requeridas por las autoridades competentes</p> <p>Subprograma de Conservación de Especies</p> <p>Uso restringido de agroquímicos para las labores de mantenimiento de los ejemplares en el vivero del Proyecto</p> <p>Colocación de señalamientos</p> <p>Subprograma de Conservación de Hábitat</p> <p>Uso de maquinaria y equipo en óptimas condiciones</p> <p>Actividades de mantenimiento de equipo, maquinaria y vehículos restringidas a lugares adecuados fuera del área del Proyecto</p> <p>Realizar trabajos preventivos consistentes en la limpieza, desazolve, retiro de escombros u obstrucciones en las vías de comunicación del proyecto a fin de reducir riesgos de inundación y contaminación.</p> <p>Quedará estrictamente prohibida la quema de cualquier tipo de residuo</p> <p>Limpieza de la zona de trabajo posterior a la realización de las actividades</p> <p>Subprograma de Educación Ambiental</p> <p>Elaboración y difusión de un reglamento ambiental interno</p> <p>Programa de Prevención y Atención a contingencias Ambientales</p> <p>Contar con material adecuado y suficiente para el manejo de contingencias</p> <p>Contar con personal capacitado en el manejo de contingencias</p> <p>Verificación periódica del mantenimiento de las instalaciones riesgosas dentro del Proyecto</p> <p>Protocolo de acción en caso de derrame de combustible</p>
Fauna	(-) Modificación de la estructura de la comunidad	<p>Subprograma de Manejo Integral de Residuos Peligrosos y de Manejo Especial</p> <p>Establecimiento de lineamientos claros para la disposición temporal de los residuos peligrosos y de manejo especial</p> <p>Registro en bitácora y confinamiento temporal de los residuos peligrosos y de manejo especial según su tipo en un almacén con las características requeridas por las autoridades competentes</p> <p>Subprograma de Conservación de Especies</p> <p>Control de especies exóticas invasoras</p> <p>Control de especies ferales</p> <p>Colocación de señalamientos</p> <p>Desplazamiento del equipo, maquinaria y vehículos restringido a las áreas autorizadas para el cambio de uso de suelo</p> <p>Control de la iluminación</p> <p>Subprograma de Conservación de Hábitat</p> <p>Delimitación física de las áreas de conservación del Proyecto</p> <p>Delimitación física de las áreas provisionales y de ubicación de materiales y equipo de apoyo</p> <p>Subprograma de Educación Ambiental</p> <p>Elaboración y difusión de un reglamento ambiental interno</p>

		Divulgación de las medidas de conservación de los ecosistemas y especies a empleados y usuarios del Proyecto
		Señalización alusiva a la presencia de fauna y su protección colocada en distintos frentes de trabajo y posteriormente en el Proyecto terminado
		Programa de Prevención y Atención a contingencias Ambientales
		Contar con material adecuado y suficiente para el manejo de contingencias
		Contar con personal capacitado en el manejo de contingencias
		Verificación periódica del mantenimiento de las instalaciones riesgosas dentro del Proyecto
		Protocolo de acción en caso de derrame de combustible
Paisaje	(-) Fragmentación del paisaje	Subprograma de Conservación de Especies
		Propagación de semillas de las especies que no podrán ser trasplantadas encontrados en las áreas de aprovechamiento del Proyecto
		Reforestación de las áreas que lo requieren en zonas de conservación y áreas verdes del Proyecto
		Colocación de señalamientos
		Colocación de pasos de fauna
		Desplazamiento del equipo, maquinaria y vehículos restringido a las áreas autorizadas para el cambio de uso de suelo
		Subprograma de Conservación de Hábitat
	(-) Modificación visual del paisaje	Quedará estrictamente prohibida la quema de cualquier tipo de residuo
		Delimitación física de las áreas de conservación del Proyecto
		Delimitación física de las áreas provisionales y de ubicación de materiales y equipo de apoyo
		Subprograma de Conservación de Especies
		Colocación de señalamientos
		Desplazamiento del equipo, maquinaria y vehículos restringido a las áreas autorizadas para el cambio de uso de suelo
		Subprograma de Conservación de Hábitat
Quedará estrictamente prohibida la quema de cualquier tipo de residuo		
Delimitación física de las áreas de conservación del Proyecto		
Delimitación física de las áreas provisionales y de ubicación de materiales y equipo de apoyo		
Limpieza de la zona de trabajo posterior a la realización de las actividades		
Subprograma de Educación Ambiental		
Divulgación de las medidas de conservación de los ecosistemas y especies a empleados y usuarios del Proyecto		
Hidrología	(-) Alteración de los patrones de escorrentía	Subprograma de Conservación de Hábitat
		Colocación de pasos de agua en vialidades y áreas donde se requieran para mantener la continuidad del flujo hidrológico
		Drenaje pluvial separado del drenaje sanitario
	(-) Alteración de la hidrología subterránea	Subprograma de Conservación de Especies
		Reforestación de las áreas que lo requieren en zonas de conservación y áreas verdes del Proyecto
		Subprograma de Conservación de Hábitat

	Colocación de pasos de agua en vialidades y áreas donde se requieran para mantener la continuidad del flujo hidrológico
	Drenaje pluvial separado del drenaje sanitario
	Programa de Prevención y Atención a contingencias Ambientales
	Contar con material adecuado y suficiente para el manejo de contingencias
	Contar con personal capacitado en el manejo de contingencias
	Verificación periódica del mantenimiento de las instalaciones riesgosas dentro del Proyecto
	Protocolo de acción en caso de derrame de combustible

Actividad generadora de los impactos		Instalación de servicios
Factor	Impacto	Medidas de mitigación
Agua	(-) Alteración de la calidad del agua por generación de residuos sólidos, líquidos y peligrosos	Subprograma de Manejo Integral de Residuos Sólidos
		Pláticas para el manejo adecuado de residuos
		Colocar señalizaciones que indiquen los procedimientos y áreas adecuados para la separación y disposición de los residuos generados
		Colocar contenedores apropiados para cada tipo de residuo sólido, en diversas áreas del Proyecto cercanas a los frentes de trabajo
		Separación de residuos sólidos de acuerdo con su tipo en contenedores específicos durante las tres etapas de desarrollo del Proyecto
		Reutilización de los residuos de origen vegetal
		Disposición temporal de los residuos sólidos generados en contenedores adecuados según su tipo
		Acopio de residuos inorgánicos reciclables y no reciclables en instalaciones apropiadas
		Transporte y disposición final de residuos sólidos por empresas acreditadas
		Subprograma de Manejo Integral de Residuos Líquidos
		Colocación de sanitarios portátiles en áreas accesibles y cercanas a los frentes de trabajo a razón de 1 por cada 10 trabajadores
		Colocación de lavabos y contenedores de líquidos en áreas cercanas a los sanitarios portátiles, con sistemas de captación de aguas jabonosas
		Contratación de una empresa certificada para el mantenimiento, limpieza y disposición de los residuos de los sanitarios portátiles
		Colocación de contenedores especiales para el acopio de residuos líquidos no peligrosos generados por los trabajadores, en áreas cercanas a los frentes de trabajo
		Subprograma de Manejo Integral de Residuos Peligrosos y de Manejo Especial
		Establecimiento de lineamientos claros para la disposición temporal de los residuos peligrosos y de manejo especial
		Registro en bitácora y confinamiento temporal de los residuos peligrosos y de manejo especial según su tipo en un almacén con las características requeridas por las autoridades competentes
		Subprograma de Conservación de Especies
		Uso restringido de agroquímicos para las labores de mantenimiento de los ejemplares en el vivero del Proyecto

		Colocación de señalamientos
		Subprograma de Conservación de Hábitat
		Uso de maquinaria y equipo en óptimas condiciones
		Actividades de mantenimiento de equipo, maquinaria y vehículos restringidas a lugares adecuados fuera del área del Proyecto
		Quedará estrictamente prohibida la quema de cualquier tipo de residuo
		Limpieza de la zona de trabajo posterior a la realización de las actividades
		Subprograma de Educación Ambiental
		Elaboración y difusión de un reglamento ambiental interno
		Programa de Prevención y Atención a contingencias Ambientales
		Contar con material adecuado y suficiente para el manejo de contingencias
		Contar con personal capacitado en el manejo de contingencias
		Verificación periódica del mantenimiento de las instalaciones riesgosas dentro del Proyecto
		Protocolo de acción en caso de derrame de combustible
Aire	(-) Alteración de la calidad del aire por generación de ruido	Subprograma de Conservación de Hábitat
	(-) Alteración de la calidad del aire por generación de material particulado y/o emisiones gaseosas	Uso de maquinaria y equipo en óptimas condiciones
		No mantener vehículos, maquinaria o equipo encendido innecesariamente
		Mantenimiento periódico de la maquinaria y vehículos
		Subprograma de Educación Ambiental
		Elaboración y difusión de un reglamento ambiental interno
		Subprograma de Manejo Integral de Residuos Sólidos
		Pláticas para el manejo adecuado de residuos
		Colocar señalizaciones que indiquen los procedimientos y áreas adecuados para la separación y disposición de los residuos generados
		Colocar contenedores apropiados para cada tipo de residuo sólido, en diversas áreas del Proyecto cercanas a los frentes de trabajo
		Separación de residuos sólidos de acuerdo con su tipo en contenedores específicos durante las tres etapas de desarrollo del Proyecto
		Reutilización de los residuos de origen vegetal
		Disposición temporal de los residuos sólidos generados en contenedores adecuados según su tipo
		Acopio de residuos inorgánicos reciclables y no reciclables en instalaciones apropiadas
		Transporte y disposición final de residuos sólidos por empresas acreditadas
		Subprograma de Manejo Integral de Residuos Peligrosos y de Manejo Especial
		Establecimiento de lineamientos claros para la disposición temporal de los residuos peligrosos y de manejo especial
		Registro en bitácora y confinamiento temporal de los residuos peligrosos y de manejo especial según su tipo en un almacén con las características requeridas por las autoridades competentes
		Subprograma de Conservación de Hábitat
		Mantener humedecido y cubierto con lonas todo el material en forma de polvo que se utilice, produzca o transporte
		Riego periódico en zonas de generación de polvos
		Uso de maquinaria y equipo en óptimas condiciones

		<p>Mantenimiento periódico de la maquinaria y vehículos</p> <p>Actividades de mantenimiento de equipo, maquinaria y vehículos restringidas a lugares adecuados fuera del área del Proyecto</p> <p>Quedará estrictamente prohibida la quema de cualquier tipo de residuo</p> <p>Limpieza de la zona de trabajo posterior a la realización de las actividades</p> <p>Subprograma de Educación Ambiental</p> <p>Elaboración y difusión de un reglamento ambiental interno</p> <p>Programa de Prevención y Atención a contingencias Ambientales</p> <p>Contar con material adecuado y suficiente para el manejo de contingencias</p> <p>Contar con personal capacitado en el manejo de contingencias</p> <p>Verificación periódica del mantenimiento de las instalaciones riesgosas dentro del Proyecto</p>
Suelo	(-) Alteración de la calidad del suelo por generación de residuos sólidos, líquidos y peligrosos	<p>Subprograma de Manejo Integral de Residuos Sólidos</p> <p>Pláticas para el manejo adecuado de residuos</p> <p>Colocar señalizaciones que indiquen los procedimientos y áreas adecuados para la separación y disposición de los residuos generados</p> <p>Colocar contenedores apropiados para cada tipo de residuo sólido, en diversas áreas del Proyecto cercanas a los frentes de trabajo</p> <p>Separación de residuos sólidos de acuerdo con su tipo en contenedores específicos durante las tres etapas de desarrollo del Proyecto</p> <p>Reutilización de los residuos de origen vegetal</p> <p>Disposición temporal de los residuos sólidos generados en contenedores adecuados según su tipo</p> <p>Acopio de residuos inorgánicos reciclables y no reciclables en instalaciones apropiadas</p> <p>Transporte y disposición final de residuos sólidos por empresas acreditadas</p> <p>Subprograma de Manejo Integral de Residuos Líquidos</p> <p>Colocación de sanitarios portátiles en áreas accesibles y cercanas a los frentes de trabajo a razón de 1 por cada 10 trabajadores</p> <p>Colocación de lavabos y contenedores de líquidos en áreas cercanas a los sanitarios portátiles, con sistemas de captación de aguas jabonosas</p> <p>Contratación de una empresa certificada para el mantenimiento, limpieza y disposición de los residuos de los sanitarios portátiles</p> <p>Colocación de contenedores especiales para el acopio de residuos líquidos no peligrosos generados por los trabajadores, en áreas cercanas a los frentes de trabajo</p> <p>Subprograma de Manejo Integral de Residuos Peligrosos y de Manejo Especial</p> <p>Establecimiento de lineamientos claros para la disposición temporal de los residuos peligrosos y de manejo especial</p> <p>Registro en bitácora y confinamiento temporal de los residuos peligrosos y de manejo especial según su tipo en un almacén con las características requeridas por las autoridades competentes</p> <p>Subprograma de Conservación de Especies</p> <p>Uso restringido de agroquímicos para las labores de mantenimiento de los ejemplares en el vivero del Proyecto</p> <p>Colocación de señalamientos</p> <p>Subprograma de Conservación de Hábitat</p>

	<p>Uso de maquinaria y equipo en óptimas condiciones</p> <p>Actividades de mantenimiento de equipo, maquinaria y vehículos restringidas a lugares adecuados fuera del área del Proyecto</p> <p>Realizar trabajos preventivos consistentes en la limpieza, desazolve, retiro de escombros u obstrucciones en las vías de comunicación del proyecto a fin de reducir riesgos de inundación y contaminación.</p> <p>Quedará estrictamente prohibida la quema de cualquier tipo de residuo</p> <p>Limpieza de la zona de trabajo posterior a la realización de las actividades</p> <p>Subprograma de Educación Ambiental</p> <p>Elaboración y difusión de un reglamento ambiental interno</p> <p>Programa de Prevención y Atención a contingencias Ambientales</p> <p>Contar con material adecuado y suficiente para el manejo de contingencias</p> <p>Contar con personal capacitado en el manejo de contingencias</p> <p>Verificación periódica del mantenimiento de las instalaciones riesgosas dentro del Proyecto</p> <p>Protocolo de acción en caso de derrame de combustible</p>
--	---

Etapa		Operación y mantenimiento
Actividad generadora de los impactos		Ocupación de vivienda
Factor	Impacto	Medidas de mitigación
Agua	(-) Alteración de la calidad del agua por generación de residuos sólidos, líquidos y peligrosos	Subprograma de Manejo Integral de Residuos Sólidos
		Colocar señalizaciones que indiquen los procedimientos y áreas adecuados para la separación y disposición de los residuos generados
		Separación de residuos sólidos de acuerdo con su tipo en contenedores específicos durante las tres etapas de desarrollo del Proyecto
		Reutilización de los residuos de origen vegetal
		Disposición temporal de los residuos sólidos generados en contenedores adecuados según su tipo
		Acopio de residuos inorgánicos reciclables y no reciclables en instalaciones apropiadas
		Transporte y disposición final de residuos sólidos por empresas acreditadas
		Subprograma de Manejo Integral de Residuos Peligrosos y de Manejo Especial
		Establecimiento de lineamientos claros para la disposición temporal de los residuos peligrosos y de manejo especial
		Subprograma de Conservación de Hábitat
		Quedará estrictamente prohibida la quema de cualquier tipo de residuo
		Uso restringido de agroquímicos para las labores de mantenimiento de las áreas verdes del Proyecto, a los autorizados por la CICOPLAFFEST y solo en caso necesario
		Subprograma de Educación Ambiental
		Promoción de la aplicación de buenas prácticas ambientales entre los usuarios
Aire	(-) Alteración de la calidad del aire por generación de ruido	Subprograma de Educación Ambiental
		Promoción de la aplicación de buenas prácticas ambientales entre los usuarios
	(-) Alteración de la calidad del aire por generación de material particulado y/o	Subprograma de Manejo Integral de Residuos Sólidos
Colocar señalizaciones que indiquen los procedimientos y áreas adecuados para la		

	emisiones gaseosas	<p>separación y disposición de los residuos generados</p> <p>Colocar contenedores apropiados para cada tipo de residuo sólido, en diversas áreas del Proyecto cercanas a los frentes de trabajo</p> <p>Separación de residuos sólidos de acuerdo con su tipo en contenedores específicos durante las tres etapas de desarrollo del Proyecto</p> <p>Reutilización de los residuos de origen vegetal</p> <p>Disposición temporal de los residuos sólidos generados en contenedores adecuados según su tipo</p> <p>Acopio de residuos inorgánicos reciclables y no reciclables en instalaciones apropiadas</p> <p>Transporte y disposición final de residuos sólidos por empresas acreditadas</p> <p>Subprograma de Manejo Integral de Residuos Peligrosos y de Manejo Especial</p> <p>Establecimiento de lineamientos claros para la disposición temporal de los residuos peligrosos y de manejo especial</p> <p>Subprograma de Conservación de Hábitat</p> <p>Quedará estrictamente prohibida la quema de cualquier tipo de residuo</p> <p>Subprograma de Educación Ambiental</p> <p>Promoción de la aplicación de buenas prácticas ambientales entre los usuarios</p>
Suelo	(-) Alteración de la calidad del suelo por generación de residuos sólidos, líquidos y peligrosos	<p>Subprograma de Manejo Integral de Residuos Sólidos</p> <p>Colocar señalizaciones que indiquen los procedimientos y áreas adecuados para la separación y disposición de los residuos generados</p> <p>Colocar contenedores apropiados para cada tipo de residuo sólido, en diversas áreas del Proyecto cercanas a los frentes de trabajo</p> <p>Separación de residuos sólidos de acuerdo con su tipo en contenedores específicos durante las tres etapas de desarrollo del Proyecto</p> <p>Reutilización de los residuos de origen vegetal</p> <p>Disposición temporal de los residuos sólidos generados en contenedores adecuados según su tipo</p> <p>Acopio de residuos inorgánicos reciclables y no reciclables en instalaciones apropiadas</p> <p>Transporte y disposición final de residuos sólidos por empresas acreditadas</p> <p>Subprograma de Manejo Integral de Residuos Peligrosos y de Manejo Especial</p> <p>Establecimiento de lineamientos claros para la disposición temporal de los residuos peligrosos y de manejo especial</p> <p>Subprograma de Conservación de Hábitat</p> <p>Realizar trabajos preventivos consistentes en la limpieza, desazolve, retiro de escombros u obstrucciones en las vías de comunicación del proyecto a fin de reducir riesgos de inundación y contaminación.</p> <p>Quedará estrictamente prohibida la quema de cualquier tipo de residuo</p> <p>Uso restringido de agroquímicos para las labores de mantenimiento de las áreas verdes del Proyecto, a los autorizados por la CICOPLAFEST y solo en caso necesario</p> <p>Subprograma de Educación Ambiental</p> <p>Promoción de la aplicación de buenas prácticas ambientales entre los usuarios</p>
Flora	(-) Modificación de la estructura de la comunidad	<p>Subprograma de Manejo Integral de Residuos Peligrosos y de Manejo Especial</p> <p>Establecimiento de lineamientos claros para la disposición temporal de los residuos peligrosos y de manejo especial</p>

		<p>Subprograma de Conservación de Especies</p> <p>Propagación de semillas de las especies que no podrán ser trasplantadas encontrados en las áreas de aprovechamiento del Proyecto</p> <p>Reforestación de las áreas que lo requieren en zonas de conservación y áreas verdes del Proyecto</p> <p>Control de especies exóticas invasora</p> <p>Control de la iluminación</p> <p>Subprograma de Conservación de Hábitat</p> <p>Uso preferencial de especies nativas y propias de los ecosistemas reportados en la caracterización florística, para el diseño de las áreas verdes del Proyecto</p> <p>Uso exclusivo de individuos que procedan de las labores de rescate de vegetación del predio o de viveros debidamente certificados por las autoridades ambientales correspondientes, para llevar a cabo las labores de reforestación y ajardinado del Proyecto, de tal forma que quede verificada su legal procedencia</p> <p>Uso restringido de agroquímicos para las labores de mantenimiento de las áreas verdes del Proyecto, a los autorizados por la CICOPAFEST y solo en caso necesario</p> <p>Subprograma de Educación Ambiental</p> <p>Divulgación de las medidas de conservación de los ecosistemas y especies a empleados y usuarios del Proyecto</p> <p>Promoción de la aplicación de buenas prácticas ambientales entre los usuarios</p>
Fauna	(-) Modificación de la estructura de la comunidad	<p>Subprograma de Manejo Integral de Residuos Peligrosos y de Manejo Especial</p> <p>Establecimiento de lineamientos claros para la disposición temporal de los residuos peligrosos y de manejo especial</p> <p>Subprograma de Conservación de Especies</p> <p>Control de especies exóticas invasoras</p> <p>Control de especies ferales</p> <p>Control de la iluminación</p> <p>Subprograma de Educación Ambiental</p> <p>Divulgación de las medidas de conservación de los ecosistemas y especies a empleados y usuarios del Proyecto</p> <p>Promoción de la aplicación de buenas prácticas ambientales entre los usuarios</p>
Hidrología	(-) Alteración de la hidrología subterránea	<p>Subprograma de Conservación de Especies</p> <p>Reforestación de las áreas que lo requieren en zonas de conservación y áreas verdes del Proyecto</p> <p>Subprograma de Conservación de Hábitat</p> <p>Realizar trabajos preventivos consistentes en la limpieza, desazolve, retiro de escombros u obstrucciones en las vías de comunicación del proyecto a fin de reducir riesgos de inundación y contaminación.</p> <p>Subprograma de Educación Ambiental</p> <p>Promoción de la aplicación de buenas prácticas ambientales entre los usuarios</p>

Actividad generadora de los impactos		Actividades comerciales
Factor	Impacto	Medidas de mitigación
Agua	(-) Alteración de la calidad del agua por generación de residuos sólidos, líquidos y peligrosos	Subprograma de Manejo Integral de Residuos Sólidos
		Colocar señalizaciones que indiquen los procedimientos y áreas adecuados para la separación y disposición de los residuos generados
		Separación de residuos sólidos de acuerdo con su tipo en contenedores específicos durante las tres etapas de desarrollo del Proyecto
		Reutilización de los residuos de origen vegetal
		Disposición temporal de los residuos sólidos generados en contenedores adecuados según su tipo
		Acopio de residuos inorgánicos reciclables y no reciclables en instalaciones apropiadas
		Transporte y disposición final de residuos sólidos por empresas acreditadas
		Subprograma de Manejo Integral de Residuos Peligrosos y de Manejo Especial
		Establecimiento de lineamientos claros para la disposición temporal de los residuos peligrosos y de manejo especial
		Subprograma de Conservación de Hábitat
		Quedará estrictamente prohibida la quema de cualquier tipo de residuo
		Uso restringido de agroquímicos para las labores de mantenimiento de las áreas verdes del Proyecto, a los autorizados por la CICOPLAFEST y solo en caso necesario
		Subprograma de Educación Ambiental
		Promoción de la aplicación de buenas prácticas ambientales entre los usuarios
Aire	(-) Alteración de la calidad del aire por generación de ruido	Subprograma de Educación Ambiental
		Promoción de la aplicación de buenas prácticas ambientales entre los usuarios
	(-) Alteración de la calidad del aire por generación de material particulado y/o emisiones gaseosas	Subprograma de Manejo Integral de Residuos Sólidos
		Colocar señalizaciones que indiquen los procedimientos y áreas adecuados para la separación y disposición de los residuos generados
		Colocar contenedores apropiados para cada tipo de residuo sólido, en diversas áreas del Proyecto cercanas a los frentes de trabajo
		Separación de residuos sólidos de acuerdo con su tipo en contenedores específicos durante las tres etapas de desarrollo del Proyecto
		Reutilización de los residuos de origen vegetal
		Disposición temporal de los residuos sólidos generados en contenedores adecuados según su tipo
		Acopio de residuos inorgánicos reciclables y no reciclables en instalaciones apropiadas
		Transporte y disposición final de residuos sólidos por empresas acreditadas
		Subprograma de Manejo Integral de Residuos Peligrosos y de Manejo Especial
		Establecimiento de lineamientos claros para la disposición temporal de los residuos peligrosos y de manejo especial
		Subprograma de Conservación de Hábitat
		Quedará estrictamente prohibida la quema de cualquier tipo de residuo
Subprograma de Educación Ambiental		
Promoción de la aplicación de buenas prácticas ambientales entre los usuarios		
Suelo	(-) Alteración de la calidad del suelo por	Subprograma de Manejo Integral de Residuos Sólidos

generación de residuos sólidos, líquidos y peligrosos	Colocar señalizaciones que indiquen los procedimientos y áreas adecuados para la separación y disposición de los residuos generados
	Colocar contenedores apropiados para cada tipo de residuo sólido, en diversas áreas del Proyecto cercanas a los frentes de trabajo
	Separación de residuos sólidos de acuerdo con su tipo en contenedores específicos durante las tres etapas de desarrollo del Proyecto
	Reutilización de los residuos de origen vegetal
	Disposición temporal de los residuos sólidos generados en contenedores adecuados según su tipo
	Acopio de residuos inorgánicos reciclables y no reciclables en instalaciones apropiadas
	Transporte y disposición final de residuos sólidos por empresas acreditadas
	Subprograma de Manejo Integral de Residuos Peligrosos y de Manejo Especial
	Establecimiento de lineamientos claros para la disposición temporal de los residuos peligrosos y de manejo especial
	Subprograma de Conservación de Hábitat
	Realizar trabajos preventivos consistentes en la limpieza, desazolve, retiro de escombros u obstrucciones en las vías de comunicación del proyecto a fin de reducir riesgos de inundación y contaminación.
	Quedará estrictamente prohibida la quema de cualquier tipo de residuo
	Uso restringido de agroquímicos para las labores de mantenimiento de las áreas verdes del Proyecto, a los autorizados por la CICOPLAFEST y solo en caso necesario
	Subprograma de Educación Ambiental
Promoción de la aplicación de buenas prácticas ambientales entre los usuarios	

7.7. Información Necesaria para la Fijación de Montos para Fianzas

Con respecto a la fijación montos para fianzas, a través del presente DTU-BR, se hace el compromiso que de resultar autorizado el Proyecto, se realizar el correspondiente Estudio Técnico Económico que permita determinar los costos de la aplicación de las medidas de mitigación aquí expuestas; a fin de garantizar su cumplimiento y aplicación.

7.8. Estimación del Costo de las Actividades de Restauración con Motivo del Cambio de Uso del Suelo

De acuerdo con la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, el término restauración forestal se refiere “al conjunto de actividades tendientes a la rehabilitación de un ecosistema forestal, para recuperar parcial o totalmente las funciones originales”. La presente estimación del costo de las actividades por la restauración forestal es en apego al Artículo 7, Fracción LVI de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.

Se considera únicamente el sitio donde habrá remoción de vegetación y despalme de suelo para dar paso al desarrollo del Proyecto, dicha superficie abarca 7.98 ha, y tal como se ha manifestado a lo largo de este documento, el resto de la superficie corresponde a vegetación de selva mediana subperennifolia con vegetación secundaria arbórea que solo requerirá acciones de protección.

Las actividades necesarias para la restauración han sido clasificadas considerando que la superficie del sitio del Proyecto para la cual se solicita el cambio de uso de suelo corresponde a vegetación forestal en su condición de selva por lo que dicha actividad requiere de acciones dirigidas a restablecer las condiciones y características naturales que dicha superficie actualmente presenta. A continuación, se enlistan estas actividades:

- Preparación del sitio.
- Producción de plantas.
- Reforestación.
- Mantenimiento del área restaurada.
- Monitoreo.
- Asistencia Técnica.

El análisis de costos que a continuación se presenta se ha realizado lo más cercano posible a las condiciones actuales tanto de servicios como de productos necesarios para llevar a cabo las actividades de restauración propuestas. Para ello se ha cotizado costos con empresas involucradas en el ramo y ubicadas en estado de Quintana Roo, principalmente en la zona norte (como son constructoras, ferreteras, jardineras y prestadores de servicios turístico).

Además, se tiene en cuenta que la restauración ambiental del sitio se considerará exitosa si se logra que la reforestación realizada tenga una sobrevivencia del 80% y que la altura de la planta sea de 1.50 m, lo cual se estima podrá ocurrir en un periodo de 2-3 años. Los datos que se presentan en este apartado obedecen a un escenario de 10 a 15 años como mínimo, por lo que la presente estimación económica se presenta para 10 años.

Es importante mencionar que la estimación económica de las actividades de restauración con motivo del cambio de uso de suelo del Proyecto, en una superficie de 7.98 ha representa solamente una estimación de los costos necesarios para devolver al terreno a su condición actual por un período de establecimiento de 3 años y un periodo de seguimiento de 10 años.

7.8.1. Preparación del Sitio

Esta es la primera actividad para realizar la restauración del sitio, cuyo periodo de duración, materiales, costos e incluso la necesidad de llevarse a cabo depende en gran medida de las condiciones en las que se encuentre el terreno. Por lo que para tener un parámetro aceptable en esta estimación partiremos de las acciones mínimas necesarias para tener una restauración exitosa

Cualquier actividad relacionada con la preparación del terreno implica mano de obra el cual varía en función de la superficie y el trabajo a realizar. Para el Proyecto se parte del supuesto de la realización de actividades de remoción de malezas, y mejoramiento de la capa orgánica del suelo, como preparación del sitio por lo que se estima el orden de unos 30 jornales por hectárea, tomando en cuenta como jornal un periodo de trabajo de 8 horas con un costo de 250.00 pesos, así mismo se tiene que el monto de dicha actividad por una superficie de 7.98 hectáreas será de (239.4 jornales x 250 pesos) **\$59,850.00 pesos**.

7.8.2. Producción de Plantas

Una vez preparado el terreno se llevará a cabo la reforestación de la superficie afectada (7.98 ha) con una densidad promedio de 1,089 plantas por hectárea. Tomando en cuenta que la densidad promedio por hectárea reportada para el predio en este estudio es de 3,029 para el estrato arbóreo-arbustivo, es decir especies con diámetros a partir de 5 cm, y considerando que la superficie total corresponde a 7.98 ha, se estima que se requerirá un total de 8,690 plantas.

Por otra parte, se toma como referencia que la producción de cada planta en vivero hasta alcanzar un mínimo de 30 cm de altura (que se estima suficiente para el trasplante), se calcula en \$30.00 pesos por planta por lo que adquirir 8,690 plantas tendrán un costo de **\$260,700.00 pesos**.

De acuerdo con especialistas en la materia (jardinería y plantaciones de árboles en desarrollos turísticos y urbanos), en la Riviera Maya y principalmente en la ciudad de Playa del Carmen el costo promedio por apertura de cepa es de \$15 pesos cada una y por la plantación es igualmente de \$15 pesos cada una es decir un total de \$30 pesos por ambas actividades. Considerando el total de plantas a reforestar (8,690) el total estimado por la apertura de cepas y plantación es de **\$260,700.00 pesos**.

7.8.3. Mantenimiento del Área Restaurada

En la etapa inicial de la de la plantación y durante los primeros meses será necesario el riego de auxilio y el control de la maleza con el objeto de los ejemplares plantados tengan mayor probabilidad de sobrevivencia esto se aplicará de la siguiente forma:

- **Riego de auxilio.** Durante los tres primeros meses se realizará 4 riegos de auxilio por mes con un costo de \$4000 pesos por ha, por lo que el riego total en los tres meses de las 7.98 ha tendrá un costo de **\$95,760.00**. Es importante mencionar que el riego de auxilio es solamente para lograr el prendimiento de la plantación ya que esta se mantendrá con las lluvias de la temporada.
- **Control de malezas.** El control de la maleza o chapeo se realizará con mayor frecuencia en el primer año teniendo 3 chapeos durante el primer año y 2 durante el segundo año en total serán 5 chapeos con un costo de \$1,800.00 pesos por ha es decir **\$71,820.00 pesos** por los 5 chapeos.
- **Reposición de plantas.** Durante este tiempo se realizará la reposición de las plantas. Actividad que ya se encuentra considerada dentro de porcentaje de sobre vivencia y costo.

7.8.4. Monitoreo

Finalmente se requiere monitorear el desarrollo de los ejemplares plantados con el propósito de conocer los porcentajes de sobrevivencia de los mismos. Esta actividad se realizará durante los primeros cinco años dicha actividad se realizará en campo cada seis meses teniendo un costo de \$30,000 pesos cada uno. En total en los 5 años se realizarán 10 visitas de monitoreo con un costo total de **\$300, 000.00 pesos**.

7.8.5. Asistencia Técnica

Todas estas actividades que se mencionan para la restauración del área deberán ser supervisadas por personal técnico forestal con registro el cual tendrá que realizar las siguientes acciones:

- Seleccionar las especies que serán reintroducidas al área afectada de acuerdo al inventario forestal del predio.
- Asesorar y supervisar en caso que las plantas sean producidas en viveros en el predio
- Supervisar el trazo y marcado del área de reforestación
- Supervisar la apertura de cepas y la reforestación
- Monitorear el proceso de adaptación de la plantación
- Elaborar los informes técnicos correspondientes

El costo que implica contratar los servicios técnicos forestales es de aproximadamente \$30,000 pesos mensuales durante un periodo mínimo de cinco años, por lo que el monto tal por dichos servicios será de **\$1,800.00.00 pesos**.

En la siguiente Tabla 7. 19 se presenta un resumen de los costos de las actividades de restauración del predio bajo el supuesto que se pretenda regresar a las condiciones actuales la superficie de 7.98 ha del proyecto tras el cambio de uso de suelo.

Tabla 7. 19. Resumen de costos estimados para las actividades de restauración con motivo del cambio de uso de suelo.

No.	Actividad	Costo en pesos mexicanos
1	Preparación del sitio	59,850.00
2	Producción de plantas	260,700.00
3	Plantación	260,700.00
4	Riego de auxilio	95,760.00
5	Control de malezas	71,820.00
6	Monitoreo	300,000.00
7	Asistencia técnica	1,800,000.00
Total		2,848,830.00

7.8.6. Análisis de la Estructura y Funcionalidad del Ecosistema

La vegetación que se desarrolla en el sistema ambiental regional y de la que forma parte la vegetación que se desarrolla en el predio, mantiene su funcionalidad en el adecuado equilibrio entre los componentes bióticos y abióticos.

La presencia de la cubierta vegetal, entre otras funciones, mantiene relación estrecha con las características de permeabilidad y estructura del suelo. Lo anterior, a su vez, establece las condiciones de soporte de la vegetación que como productora primaria se convierte en el origen de las distintas cadenas tróficas compuestas por insectos, aves, reptiles, mamíferos y descomponedores.

Para ello, hay que tener presente que la sucesión vegetal es un proceso ordenado de desarrollo de una comunidad razonablemente racional y predecible, resultando de la modificación del medio ambiente por la comunidad y/o disturbios naturales o inducidos el medio ambiente físico (suelo, clima), determina el patrón, la tasa de cambio y, a menudo, impone los límites hasta donde este desarrollo puede avanzar.

Por otro lado, según Berger (1993)³ la regeneración puede ocurrir naturalmente sin la intervención del hombre, este es un proceso extremadamente lento, por lo cual, en ocasiones es necesario recurrir a las técnicas de restauración ecológica para acelerar la sucesión y por lo tanto la recuperación del ecosistema. La restauración debe contemplar la combinación de múltiples conocimientos científicos sobre ecofisiología de las especies vegetales, las características del suelo, la dinámica de los nutrientes en el mismo, la historia natural de la localidad, el uso de suelo tradicional, el impacto de la transformación del sistema en las comunidades humanas que lo aprovechan y la importancia económica y social potencial de las especies nativas, entre otros. Esto, a fin de generar como resultado un sistema altamente diverso y similar, en cuanto a composición y estructura, al original.

³ Berger, J. 1993. Ecological Restoration and Non Indigenous Plant Species: A Review. Restoration Ecology. June: 74-82.

El proceso de planificación de la restauración comienza eliminando o neutralizando los factores que impiden la recuperación del sistema, por lo que es de vital importancia definir la problemática del sitio para posteriormente definir la meta y objetivos que se quieren conseguir. Además, es de suma importancia que los procesos de planificación se basen en el conocimiento, estructura, funcionamiento y dinámica de los ecosistemas a restaurar y en las relaciones establecidas entre éstos y los sistemas humanos (Montes, 2002)⁴.

La estructura y funcionalidad del ecosistema para el caso que se hubiese determinado la restauración de las 10.66 ha, el paso inicial habría de ser la restitución del suelo, ya que este es el elemento que determinará en última instancia la distribución y abundancia de la vegetación en la superficie que pudiera sujetarse a la restauración a efecto de cubrir, de inicio y parcialmente, la infiltración de agua al subsuelo.

Dadas las condiciones locales en las que la vegetación cubre amplias extensiones, se está en posibilidad de favorecer la sucesión secundaria, así como la inducción de especies arbóreas de rápida regeneración.

En este momento puede plantearse un escenario en el corto plazo, uno a dos años, en el cual el terreno permite el drenaje natural del agua pluvial y se restablecen, de manera natural o parcialmente asistida, el suelo se ha cubierto con plantas herbáceas. Una vez comenzado el proceso de sucesión secundaria, se opta por acelerarlo para llevarlo a una comunidad más compleja y rica en especies. Lo anterior es posible favoreciendo en esta etapa la siembra de especies no-pioneras. En los espacios donde se determine una sucesión detenida se recurrirá a la inducción de una mezcla de especies locales en virtud de preservar las especies.

Se favorece la reintroducción de otras especies y, por tanto, se formula un escenario intermedio, de dos a seis años. Este determinará la regeneración de condiciones favorables de luz y humedad, situación que habrá de favorecer la instalación natural del sotobosque y permitirá la inducción de otras especies arbustivas.

El ambiente así restaurado admite un esquema de manejo dirigido a la recuperación de una estructura y funcionalidad semejantes al ensamble original. Alcanzar la comunidad clímax, en este momento, deriva en una cuestión de tiempo en el cual los árboles compiten entre sí por los recursos del suelo, las aves trasladan al sitio semillas obtenidas en otros lugares, el suelo recupera sus propiedades fisicoquímicas. Paulatinamente, se incrementa el horizonte húmico que a su vez soporta una mayor carga biológica.

Este escenario intermedio planteado, puede adquirir en poco tiempo un amplio dosel (Gómez-Pompa y Vázquez-Yanes, 1981)⁵ el cual atrae aves y murciélagos que al visitarlo aumentan la riqueza de especies por el proceso llamado lluvia de semillas (Martínez-Garza y González-Montagut, 2002)⁶ y, más tarde, aumentan la riqueza de la comunidad establecida. Finalmente, la biomasa de la vegetación original puede recuperarse después de algunas décadas (Finegan, 1996).

⁴ Montes S. Frederiksen. 2002. Manual de métodos Básicos de Muestreo y Análisis de Ecología Vegetal, Santa Cruz de la Sierra Bolivia. 82 p.

⁵ Gómez-Pompa, A.; Vázquez-Yanes, C. 1981. Successional studies of a rainforest in México. In: West, D.C.; Shugart, H.H.; Botking, D.B., eds. Forest succession, concepts, and applications. New York: Springer- Verlag: 246-266.

⁶ Martínez-Garza, C. and R. González-Montagut. 2002. Seed rain of fleshy-fruited species in tropical pastures in Los Tuxtlas, Mexico. *Journal of Tropical Ecology*, 18: 457-462.

Así es como se establece el tercer escenario, de seis a quince años basado en los procesos naturales de sucesión secundaria en hábitats neotropicales que han sido estudiados. La fase de madurez u óptima, es aquella donde las especies sobresalientes dominan los estratos superiores (donde participan especies heliófitas, esciófitas y hemisciófitas).

Al momento de la restauración deben ser tomadas en cuenta las características específicas del sitio y al momento de iniciarlo ya que en caso de que los procesos de sucesión secundaria hayan comenzado de manera natural se recomienda acelerar el proceso que llevará a un sitio complejo y rico en especies mediante la siembra de especies locales. La presencia de herbívoros y granívoros también es importante para la adecuada selección de las especies de refuerzo (Martínez-Garza et al., 2003, Martínez-Garza et al., 2004b)⁷.

En esta fase ya no se realizan actividades de fomento encaminadas al establecimiento de nuevas especies; porque la vegetación ya ha alcanzado niveles de autosuficiencia, los árboles ya cuentan con alturas superiores a los 3 metros, con fustes bien definidos; a partir de los 15 años se pueden encontrar árboles con diámetros normales de 15 cm, para especies de rápido crecimiento la cobertura de copa ya es superior al 90%, y las condiciones de protección de la vegetación hacia la fauna silvestre es tal que ya se inicia el proceso de colonización de especies de mamíferos gracias a la creación de nuevos hábitats.

A partir de los 15 años de edad ya se puede considerar una selva juvenil con dominancia del estrato superior de especies heliófitas y en esa edad ya se puede notar la presencia de un grupo importante de especies esciófitas que inician la colonización del estrato de piso; esta incorporación de nuevas especies tolerantes a la sombra, es el resultado del establecimiento de nuevos nichos de fauna silvestre que se encargan de dispersar semillas traídas desde zonas cercanas cubiertas con vegetación de selva. A partir de esta etapa, la continuidad de la sucesión ecológica de la selva que fue promovida en el predio, ya se puede señalar que las condiciones de diversidad, estructura, funcionalidad y generación de servicios ambientales, tendrán las mismas características de la vegetación que actualmente se desarrolla en el predio. Los riesgos constantes en relación a la suspensión del proceso de restauración de esta selva, están relacionados a la presencia de fenómenos meteorológicos, como es el caso de huracanes.

⁷ Martínez-Garza C. and H.F. Howe. 2003. Restoring tropical diversity: beating the time taxon species loss. *Journal of Applied Ecology* 40: 423 -429.

Martínez-Garza, C., S. Saha, V. Torres, J. S. Brown and H. F. Howe. 2004. Planting densities and bird and rodent absence affect size distributions of four dicots in synthetic tallgrass communities. *Oecologia*, 139: 433-439.

7.9. Conclusiones

En este capítulo se ha mostrado como el Proyecto a través de su Sistema de Manejo y Gestión Ambiental establece medidas preventivas, de mitigación y las demás necesarias para evitar y reducir al mínimo los efectos negativos sobre el ambiente que pudiera ocasionar su desarrollo, pues atiende a los impactos identificados para el Proyecto en el Capítulo 5 de este DTU-BR y se apega a lo establecido en los instrumentos jurídicos aplicables.

De este modo es posible afirmar que el Proyecto cumple con lo establecido en las Guías para la Elaboración de un Documento Técnico Unificado modalidad B, así como en lo establecido en el Artículo 30 de la LGEEPA sobre el contenido de una manifestación de impacto ambiental. Aunado a la observancia de dicho artículo, el diseño y futura implementación del SMGA, en caso de resultar autorizado el Proyecto, representa un compromiso de garantía para la atención y mitigación adecuada de los impactos ambientales esperados con la construcción y operación del Proyecto, otorgándole la viabilidad ambiental necesaria en cada una de las etapas de su implementación.

Con las medidas propuestas en el presente Capítulo 7, queda de manifiesto que el Proyecto se apega a la legislación ambiental en materia de evaluación de impacto ambiental y legislación forestal vigente, además de que demuestra que es ambiental y legalmente viable.



CORAZÓN CIUDAD MAYAKOBA

CAPÍTULO 8. PRONÓSTICOS AMBIENTALES

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD B REGIONAL

Contenido

CAPÍTULO 8. PRONÓSTICOS AMBIENTALES.....	2
8.1. Introducción	2
8.2. Antecedentes Legales	3
8.3. Análisis Retrospectivo.....	3
8.4. Pronósticos del Escenario del Proyecto.....	5
8.4.1. Descripción y Análisis del Escenario sin Proyecto.....	5
8.4.2. Descripción y Análisis del Escenario con Proyecto.....	6
8.4.3. Descripción y Análisis del Escenario Considerando las Medidas de Mitigación.....	8
8.5. Pronóstico Ambiental	9
8.6. Programa de Supervisión y Vigilancia Ambiental	10
8.6.1. Programa de Monitoreo Ambiental	12
8.7. Conclusiones	12

CAPÍTULO 8. PRONÓSTICOS AMBIENTALES

8.1. Introducción

La fracción VII Artículo 13 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, señala que se debe analizar el efecto que tendrá la implementación del Proyecto en el Sistema Ambiental (SAR), considerando los impactos ambientales que se pudieran generar (Capítulo 5), así como el efecto que tendrán las medidas de mitigación y compensación propuestas (Capítulo 7).

Con base en lo anterior, en este capítulo se presenta un pronóstico ambiental de lo que resultará la implementación del Proyecto en el Sistema Ambiental Regional (SAR) (definido en el Capítulo 4) en el que se vea reflejado el efecto de las obras y actividades a desarrollar y como las medidas de mitigación y compensación actuarán sobre los impactos ambientales identificados en el Capítulo 5. A lo largo de este capítulo se presenta:

- a) Un análisis retrospectivo del escenario ambiental del sitio.
- b) Descripción del escenario ambiental actual del sitio sin Proyecto, que retoma el diagnóstico ambiental presentado en el Capítulo 4.
- c) Descripción del proyecto con los impactos ambientales que éste generará.
- d) Pronóstico del escenario ambiental con la implementación del Proyecto.
- e) Programa de vigilancia ambiental que retoma lo establecido en el Capítulo 7 del presente Documento Técnico Unificado modalidad B Regional (DTU-BR).

Como se menciona y desarrolla a lo largo del presente DTU-BR, la empresa promovente consideró para la implementación del Proyecto, un delicado proceso de planificación ambiental que direccionó el diseño del Proyecto hacia un esquema de viabilidad ambiental, sustentado con el trabajo y recomendaciones de especialistas. De este modo es posible afirmar que la propuesta del Proyecto es ecológicamente viable pues es congruente con:

- La conservación y uso sostenible de los ecosistemas y recursos naturales del terreno y la región.
- El cumplimiento de todos los instrumentos legales y normativos aplicables.
- La generación de un proyecto ambiental, legal y arquitectónicamente sustentable.
- La integración del Proyecto al paisaje y el medio ambiente,
- La generación de beneficios sociales y económicos para la población local y de la región,
- El impulso de la economía regional y nacional a partir de la oferta de vivienda y espacios comerciales para la captación de divisas y generación de empleos.

Es importante mencionar que si bien los análisis que se presentan en este capítulo se fundamentan en las herramientas e instrumentos jurídicos, de planeación y ordenamiento del territorio que aplican a la zona; así como también en los diversos estudios realizados y plasmados en el presente DTU-BR, cabe señalar que, estos escenarios son cambiantes a lo largo del tiempo, por lo que podría esperarse ciertas modificaciones de los pronósticos presentados, es decir, dada la volatilidad de las políticas públicas y de los instrumentos de ordenación y planeación de desarrollo, cualquier expectativa fundamentada en la factibilidad de desarrollo sustentable puede ser modificada conforme los intereses de las poblaciones o administraciones.

De manera general y con base en los análisis realizados, es posible afirmar que la implementación del Proyecto en el marco del SAR, no compromete la existencia, estructura y función de los ecosistemas y recursos naturales involucrados, debido que se ubica fuera de ecosistemas críticos y ha sido diseñado mediante el análisis de procesos ambientales relacionados con los procesos constructivos y de diseño; aunado a lo anterior, se ha propuesto un Sistema de Manejo y Gestión Ambiental (SMGA) que permite dar el seguimiento adecuado.

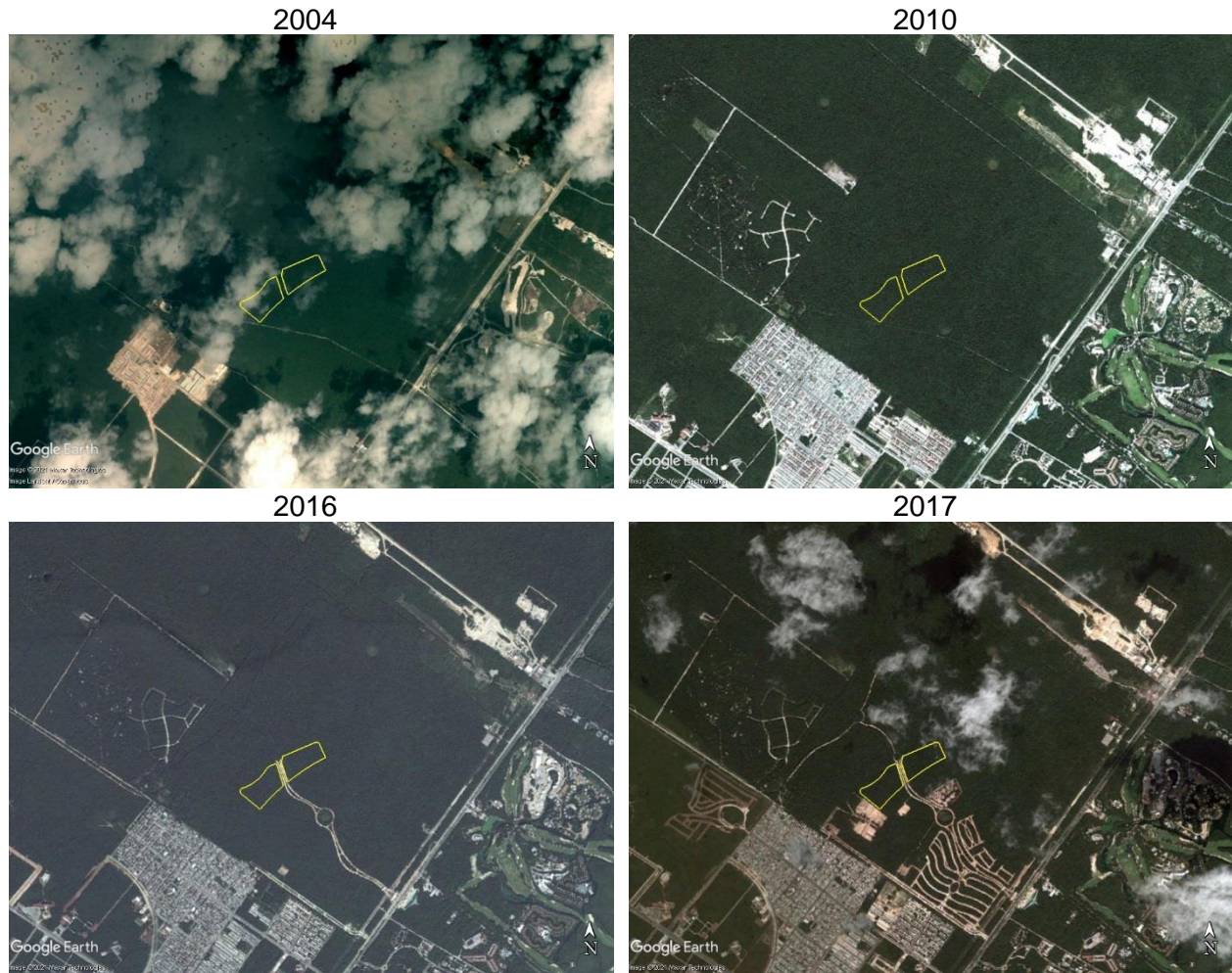
8.2. Antecedentes Legales

El proyecto Corazón Ciudad Mayakoba, se encuentra inserto dentro del plan maestro del macroproyecto Ciudad Mayakoba (antes conocido como “El Ximbal”) autorizado en materia de impacto ambiental mediante oficios No. SGPA/DGIRA/DG/04219 de fecha 19 de junio del 2013 y sus posteriores modificaciones en materia de impacto ambiental, siendo la más reciente la autorizada mediante el oficio resolutivo SGPA/DGIRA/DG/02437 de fecha 19 de junio de 2021. En el Capítulo 3 de este DTU-BR, se describe a detalle la vinculación con distintos instrumentos jurídicos de interés y aplicables al proyecto, por lo anterior, se concluye que el Proyecto se apegará en su totalidad a toda norma y ley aplicable; respetando los criterios obligatorios del plan maestro y considerando las recomendaciones que se plantean en los diferentes documentos de orden jurídico.

8.3. Análisis Retrospectivo

Se realizó un análisis retrospectivo del área del Proyecto, del SAR y área circundante, utilizando para ello imágenes de satélite obtenidas de Google Earth de los años 2004, 2010, 2016 y 2022 (Figura 8. 1).

Figura 8. 1. Comparativa de las condiciones naturales de los lotes que componen el Proyecto, SAR y área circundante, fotografías satelitales de los años 2004, 2010, 2016 y 2017. Fuente Google Earth.



De 2004 (foto más antigua con nitidez que aloja la fuente de información) a la fecha se registró que, en el área del Proyecto, el SAR y área circundante, existen cambios en sus componentes naturales, que son catalogados de la siguiente manera: 1) Zonas modificadas, 2) zonas con infraestructura y, 3) zonas con vegetación natural.

Las zonas modificadas corresponden principalmente a áreas donde la cobertura del terreno es diferente al natural, pero no se observa infraestructura, la causa es atribuible al desmonte de la vegetación para su uso con otro fin.

Las zonas con infraestructura corresponden a áreas donde la cobertura del terreno es diferente al natural, la causa es atribuible a desmontes realizados para la construcción de caminos, edificaciones y aprovechamiento de materiales pétreos.

Las zonas con vegetación natural son aquellas en las que se observa una comunidad vegetal, que en algunos casos presenta procesos de sucesión ecológico, con vegetación secundaria o que corresponde a vegetación inducida.

Es importante señalar que, como principales factores de influencia en la conformación de las condiciones actuales de la zona donde se ubica el Proyecto, el SAR y su área circundante se encuentran:

- Procesos antropogénicos. Derivados de la tendencia histórica de crecimiento que ha registrado esta región para con el desarrollo urbano y turístico. Cabe recordar que la zona del Proyecto y el SAR, es percibida y clasificada por el Programa de Ordenamiento Ecológico Local de Solidaridad, como de desarrollo y crecimiento, con una vocación de uso de suelo urbana, asociada a la ciudad de Playa del Carmen y por ello ha sido denominada como Reserva Urbana Norte-Sur de Playa del Carmen.
- Fenómenos hidrometeorológicos. Por su geolocalización el Proyecto, SAR y área circundante, los hace altamente vulnerables a huracanes y tormentas. De acuerdo a los resultados obtenidos en la caracterización ambiental de la vegetación realizada para el Proyecto en diciembre de 2021, se observó que ésta ha sido objeto de modificaciones de carácter natural debido a los fenómenos atmosféricos de tipo extraordinario que se han manifestado en la región, por mencionar a algunos se encuentran Beulah (1967), Gilberto (1988), Wilma (2005), entre otros.

8.4. Pronósticos del Escenario del Proyecto

8.4.1. Descripción y Análisis del Escenario sin Proyecto

De acuerdo con el diagnóstico ambiental realizado al SAR, durante el cual se identificaron procesos y agentes de cambio, el escenario de éste sin el Proyecto presenta una tendencia de modificación de los recursos naturales, el principal motivo de alteración sin duda alguna es originada por las actividades antropogénicas, ya sean productivas o de servicios, esto queda en evidencia de acuerdo a lo observado en el análisis retrospectivo presentado en el apartado previo, en el que se puede observar con claridad que en la actualidad el cambio de uso de suelo ha sido el principal agente perturbador, tanto del SAR como de su área circundante.

La anterior tendencia está ligada al rápido crecimiento urbano y turístico que registra la región en donde se ubica tanto el Proyecto como el SAR. Considerando las proyecciones de desarrollo de los diferentes programas que regulan el uso del suelo en el Proyecto, SAR o área circundante, se tiene que se espera una transformación del medio en aras del desarrollo de infraestructura urbana-habitacional, turística, comercial, equipamiento, industrial, etc., del 69.99% para el Programa de Desarrollo Urbano de Solidaridad, del 46.27% para el Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población Playa del Carmen y del 67% para el Programa Parcial de Desarrollo Urbano El Jesusito (PPDU-J).

Desde el punto de vista de desarrollo urbano es difícil no considerar el posible desarrollo del Proyecto, reconociendo que en el área que lo rodea se registra un proceso de desarrollo de naturaleza urbana-turística en crecimiento continuo, en el que el cambio de uso de suelo se ha realizado ya desde hace varios años, tan así que la unidad de gestión ambiental (UGA 14) del Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Solidaridad (POEL Solidaridad) en donde se encuentra ubicado el Proyecto, determina una política ambiental de aprovechamiento sustentable y una vocación de uso de suelo urbana; así mismo el PPPDU-J ha establecido para el Proyecto un uso de suelo congruente con el POEL Solidaridad.

Considerando este marco de referencia, el escenario sin Proyecto correspondería a un sitio de vegetación de selva mediana subperennifolia / vegetación secundaria arbórea en proceso de sucesión ecológica, en donde se conservarían las 7.98 ha consideradas para el cambio de uso de suelo, pero que, al estar inmerso en una zona urbana, con tendencia al desarrollo constante, se encontraría aislado de otras áreas de vegetación, por lo que si bien se mantendrían los servicios ambientales que la vegetación aporta, como son la captura de carbono, captura de agua e infiltración de ésta al subsuelo, difícilmente podría cumplir funciones tales como proporcionar un hábitat, para sitio de crianza, reproducción o alimentación para un gran número de fauna silvestre, por lo que la fauna silvestre de importancia sería escasa o estaría ausente.

Aunado a lo anterior, se perderían los beneficios socioeconómicos, derivados de su desarrollo, tales como generación de empleos y derrama económica.

8.4.2. Descripción y Análisis del Escenario con Proyecto

De acuerdo con el PPDU-J vigente y el *Acuerdo mediante el cual se aprueba autoriza la conformación del Polígono de Actuación Residencial...*, publicado el 21 de febrero de 2021 en el Periódico Oficial del estado de Quintana Roo, el Proyecto cuenta con un uso de suelo Mixto Comercial (MC-1), determinado para el desarrollo de vivienda y comercio. La densidad considerada para el Proyecto es de 1002 viviendas, con un coeficiente de ocupación del suelo (COS) que no debe ser mayor del 50% para la edificación de viviendas; un coeficiente de utilización del suelo (CUS) que no debe ser superior a 1.8; un coeficiente de modificación de uso del suelo (CMS) que no deberá de ser mayor al 75% del terreno; y una altura máxima de 10 niveles o 40 m.

Si el Proyecto llegara a desarrollarse sin las medidas de mitigación necesarias no se consideraría para su diseño los estudios técnicos que dieran soporte a su implementación, por lo que se esperaría la afectación de manera local y posiblemente en algunos casos regional, del agua, aire, suelo, flora, fauna, paisaje e hidrología.

La construcción de las obras, de no considerarse los estudios de caracterización ambiental, incrementaría la posibilidad de dañar ecosistemas considerados como sensibles o vitales para el desarrollo de los procesos ecológicos.

En el caso de que las actividades no se realicen conforme al programa de trabajo, se aumentará el plazo o duración de los efectos negativos, prolongándose e inclusive aumentando la magnitud de los impactos.

El desarrollo del Proyecto afectaría a la comunidad florística y faunística, ya que no se implementarían acciones de rescate de manera previa al inicio de las obras, y se correría el riesgo de dañar individuos de especies protegidas y en riesgo, lo que podría ocasionar la disminución de su abundancia.

La construcción de las obras y la realización de las actividades se realizarían sin tomar las medidas de precaución necesarias para evitar la dispersión de polvos en el medio, lo que podría afectar a la vegetación circundante, deteriorando el hábitat utilizado por diversas especies.

Durante todas las etapas del Proyecto se generarían residuos que sin un manejo adecuado pueden contaminar el aire, agua y suelo, que a su vez podrían ocasionar afectación al acuífero subterráneo por la generación de lixiviados, provocando incluso la muerte de individuos de especies, así mismo podrían favorecer el desarrollo de fauna nociva que representa un riesgo para la salud pública.

El no considerar un reglamento interno para el personal contratado, que indique las prácticas ambientales permitidas y no permitidas durante la realización de las actividades, podría generar contaminación en el aire, suelo y agua, causando afectación a la fauna terrestre.

El uso de maquinaria en malas condiciones o el mantenerlos trabajando de manera innecesaria, incrementaría los niveles de contaminación a la atmósfera y de ruido excesivo, ocasionando la afectación directa a la fauna y salud humana.

De no realizarse las obras de mantenimiento en lugares adecuados se incrementaría el riesgo de contaminación ante un derrame de hidrocarburos en suelo y agua.

En caso de derrame accidental de sustancias peligrosas, al no contar con material adecuado, personal capacitado y un protocolo de acción, serían dispersados, generando posible contaminación y muerte de organismos.

El no realizar trabajos de limpieza general posterior a la finalización de las actividades podría generar un riesgo humano, además podría causar afectación de ecosistemas y especies.

El evitar la colocación de señalización que sirvan de referencia para identificar las áreas de conservación, así como las actividades prohibidas pudiera causar afectación directa e indirecta sobre la vegetación y la fauna de estas áreas.

De no tener un control sobre las especies utilizadas para los jardines del Proyecto se podrían introducir especies exóticas que son más susceptibles a enfermedades y plagas de la zona, disminuyendo sus posibilidades de supervivencia y aumentando la necesidad de aplicar agroquímicos como plaguicidas y fertilizantes o, por otro lado, que sean portadoras de enfermedades que puedan resultar mortales para las especies nativas. Además, podrían introducirse especies exóticas invasoras u oportunistas que desplacen a las especies nativas de la zona, disminuyendo su riqueza y biodiversidad.

Con base en lo anterior, en caso de no efectuarse las medidas de prevención y mitigación, no se espera un escenario deseable, incluso para los propios fines de la Promovente, ya que representaría pérdidas de recursos, tanto para el ambiente como para la Promovente, daría una mala imagen al desarrollo habitacional bajando la demanda de adquisición de los bienes raíces, así como un incremento en la contaminación del área de estudio. Sin embargo, este escenario se debe de tomar en consideración para evitar la generación de situaciones anómalas por la ejecución del Proyecto.

8.4.3. Descripción y Análisis del Escenario Considerando las Medidas de Mitigación

Si se implementa el Proyecto con las medidas de mitigación necesarias, los impactos ambientales significativos serían controlados y minimizados. Bajo esta lógica, si se respetan los parámetros de desarrollo urbano establecidos en los instrumentos de política pública aplicables y se respeta e implementa el Sistema de Manejo y Gestión Ambiental del Proyecto (SMGA), mismo que considera un Programa de Supervisión y Vigilancia Ambiental para la verificación del cumplimiento de todas las medidas propuestas (ver Capítulo 7), se podrá prevenir, mitigar o compensar, según sea el caso, los impactos negativos identificados en el Capítulo 5. Lo anterior, contribuirá a la conservación de los componentes y el mantenimiento de sus funciones SAR.

A continuación, se ejemplifican algunas de las medidas contempladas durante el desarrollo del Proyecto y se identifican los beneficios potenciales de su aplicación:

- Si bien, el desarrollo del Proyecto implica la remoción de la vegetación natural en 7.98 ha de selva mediana subperennifolia con vegetación secundaria arbórea, también contempla conservar la vegetación natural original en 2.66 ha. Adicionalmente se implementarán 1.73 ha de áreas verdes ajardinadas en donde se incluirá suelo vegetal (sustrato natural de la zona) y cobertura vegetal nativa del ecosistema, recuperados ambos de las actividades de rescate.
- El mantenimiento y conservación de las áreas verdes y de conservación existentes en el área del Proyecto, permitirán compensar, los impactos generados por el Proyecto, dado que se tiene pensado el mejoramiento considerable de éstas mediante labores de reforestación y propagación de semillas.
- El Proyecto está propuesto para ser realizado por etapas y fases, por lo tanto, los impactos que vayan siendo generados irán también siendo mitigados gradualmente, de manera que la magnitud de estos y su carácter acumulativo se vería reducido; situación que contribuye a incrementar la resiliencia del ecosistema.
- Al realizar el desmonte gradual de la vegetación, se evitará la erosión del suelo y sus efectos perjudiciales. Además, esta acción permitirá realizar una recuperación de la cobertura de suelo, que podrá ser aprovechada dentro de las áreas verdes del Proyecto, cumpliendo con los lineamientos de diseño de este.
- La delimitación de superficies de conservación, acorde con la normatividad oficial aplicable (parámetros de ordenamiento territorial y urbano), y desde etapas tempranas del Proyecto, propiciará que se mantengan en condiciones naturales.
- El rescate y reubicación de ejemplares de flora y fauna, garantizará la no afectación de especies identificadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y mitigará el impacto potencial sobre estos y otros organismos, permitiéndose su reintroducción al medio natural.
- La implementación de sanitarios móviles durante la etapa de preparación y construcción del Proyecto, evitará riesgos potenciales a la salud humana, así como la contaminación de diversos factores ambientales del SAR.

- Mantener un control de los residuos generados mediante la implementación de un Programa de Manejo Integral durante todas las etapas del Proyecto, resultará benéfico, ya que impedirá la contaminación ambiental y la generación de basurales ilegales.
- Al contar con un programa de contingencia que contemple posibles escenarios de riesgo ambiental, así como criterios de actuación, se contribuirá a la atención oportuna, evitando posibles impactos negativos al ambiente.
- Finalmente, existe un impulso importante en el fomento y desarrollo de una cultura y concientización ambiental por parte de la Promovente, que directamente tendría un impacto sobre los trabajadores y usuarios del Proyecto, contribuyendo al conocimiento, respeto y por ende a la conservación de los recursos naturales.

8.5. Pronóstico Ambiental

En la actualidad en el SAR y área circundante, se reconoce la ocupación urbana-turística principalmente asociada al crecimiento exponencial que ha registrado la ciudad de Playa del Carmen. Estas áreas urbanizadas corresponden a fraccionamientos habitacionales y desarrollos hoteleros diversos, así como al establecimiento de centros comerciales, vialidades, etc. De igual manera se aprecia que la vegetación del SAR y área circundante se encuentra en un alto grado de fragmentación, lo cual ha sido originado por los cambios de uso de suelo para diversos fines.

El Proyecto está relacionado con una zona destinada por los instrumentos de política ambiental como de aprovechamiento urbano. Y se espera que, a su alrededor, al contar con el mismo potencial de aprovechamiento, por el uso de suelo establecido, las áreas con cobertura natural sean transformadas, lo que establecerá un nuevo escenario ambiental donde el fraccionamiento del ecosistema será inevitable.

Derivado del análisis anterior se determinó que el Proyecto, si bien afectará las condiciones ambientales locales y del SAR, esta afectación no se considera significativa, ya que el Proyecto se encuentra inmerso en las proyecciones de desarrollo para la zona urbana de Playa del Carmen, y en donde se observa que la flora y fauna ya han sido afectadas y no se encuentran en condiciones naturales debido al crecimiento de la ciudad. Adicionalmente, el sitio donde se pretende desarrollar el Proyecto contará con los servicios de drenaje, abastecimiento de agua potable, suministro eléctrico, vías de comunicación, etc., necesarios para su desarrollo garantizados por el municipio.

Aunado a lo anterior, el desarrollo del Proyecto considera la aplicación de medidas de prevención, mitigación y compensación, propuestas en todas sus etapas, para el control de los impactos que prevé generar. De acuerdo a lo anterior se puede afirmar que, en el marco del SAR, el Proyecto por su ubicación, magnitud y alcance de los posibles efectos de la construcción y operación, no representa ningún riesgo significativo en materia ambiental.

Como conclusión es de señalar que a lo largo de las afectaciones que se prevé realizar en el predio con el desarrollo del Proyecto, si bien algunos elementos se verán afectados y algunos servicios ambientales se verán disminuidos (más no eliminados), se anticipa que la implementación del Proyecto no pondrá en riesgo la integridad funcional del SAR y área circundante, considerando además que la aplicación de las medidas previstas por el Proyecto reducirán en gran parte las afectaciones que pudieran suscitarse.

Además de lo anterior, el SAR y área circundante ya registra afectaciones y un paisaje deteriorado derivado de otros elementos urbanos de similares características, por lo que no representa un cambio drástico en la calidad visual del medio. Por otra parte, es importante destacar que el Proyecto tendrá un impacto significativo en el factor socioeconómico, al contribuir en la generación de empleos y la derrama económica del lugar.

8.6. Programa de Supervisión y Vigilancia Ambiental

El proyecto Corazón Ciudad Mayakoba forma parte del macroproyecto autorizado en materia de impacto ambiental Ciudad Mayakoba (antes “El Ximbal”), el cual, desde su concepción, al igual que el proyecto que nos ocupa, pasó por un delicado proceso de planificación ambiental, sin embargo, tal y como se desarrolló en el Capítulo 5 del macroproyecto y ahora para el proyecto Corazón Ciudad Mayakoba, es inevitable la generación de impactos ambientales derivado de sus desarrollos. Con la finalidad de mitigarlos, desde la concepción del macroproyecto, se estableció un Sistema de Manejo y Gestión Ambiental (SMGA) (Tabla 8. 1), conformado por 8 programas y 20 subprogramas para la atención de los impactos ambientales identificados y evaluados, y mediante la implementación ordenada y conjunta de diversas medidas.

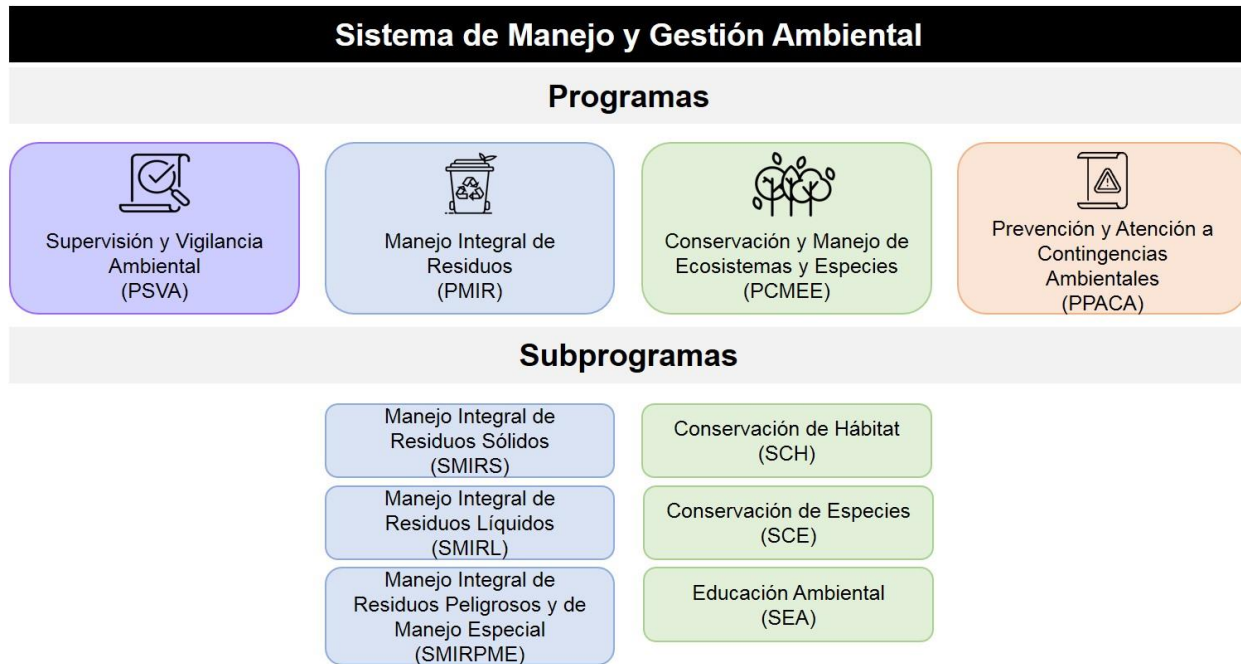
Tabla 8. 1. SMGA del macroproyecto autorizado Ciudad Mayakoba (antes “El Ximbal”).

Programa	Clave	Subprograma	Clave
Supervisión Ambiental	PSA	Planificación y Gestión Ambiental	PSA-PGA
		Supervisión Ambiental	PSA-SA
Manejo Integral de Vegetación	PMIV	Áreas de Conservación	PMIV-AC
		Áreas Verdes	PMIV-AV
		Vivero y Rescate	PMIV-VR
		Reforestación	PMIV-R
Manejo Integral de Fauna	PMIF	Manejo y Rescate de Fauna	PMIF-MR
		Control de Fauna Nociva	PMIF-FN
Manejo Integral de Residuos	PMIR	Residuos Líquidos y Sanitarios	PMIR-L
		Residuos Sólidos	PMIR-S
		Residuos Peligrosos	PMIR-P
Difusión Ambiental	PDA	Educación y Capacitación Ambiental	PDA-C
		Imagen Ambiental y Señalamientos	PDA-IS
Monitoreo Ambiental	PMA	Monitoreo Calidad de Agua Subterránea	PMA-CAS
		Monitoreo de Vegetación	PMA-V
		Monitoreo de Fauna	PMA-F
Seguridad y Atención a Contingencias	PSACA	Salud y Seguridad	PSACA-SS
		Prevención y Manejo de Contingencias	PSACA-PMC
Programa de Responsabilidad Social y Cultural	PRSC	Desarrollo Social	PRSC-DS
		Desarrollo Cultural	PRSC-DC

Para el proyecto Corazón Ciudad Mayakoba, se diseñó un SMGA que implementará gran parte de las medidas presentadas en el SMGA del macroproyecto Ciudad Mayakoba, de acuerdo al alcance del Proyecto, considerando para ello el tipo de obras y actividades que pretende realizar.

El SMGA del proyecto Corazón Ciudad Mayakoba retoma 4 programas y 5 subprogramas del SMGA del macroproyecto Ciudad Mayakoba, mismos que atienden a los impactos ambientales identificados y evaluados de manera particular para el Proyecto (Figura 8. 2).

Figura 8. 2. Diseño del SMGA del proyecto Corazón Ciudad Mayakoba.



Uno de los componentes fundamentales del SMGA es el Programa de Supervisión y Vigilancia Ambiental (PSVA) (ver Capítulo 7), que para efectos del presente DTU-BR es totalmente equivalente al Programa de Vigilancia Ambiental requerido por la H. Autoridad Ambiental. Tal y como se desarrolla en el Capítulo 7, el PSVA, tiene como misión central, orientar, integrar y coordinar el cumplimiento estricto de todas y cada una de las obligaciones ambientales del Proyecto en todas las etapas de su implementación en caso de ser autorizado, como son:

- a. Las medidas de mitigación que se comprometen en el presente DTU-BR (ver Capítulo 7).
- b. La legislación y normatividad ambiental federal y estatal aplicable al Proyecto (ver Capítulo 3).
- c. Los términos y condicionantes que deriven de la posible autorización ambiental del Proyecto.

Adicionalmente el PSVA contemplará un programa de mejora continua, el cual se encargará del mejoramiento continuo de la calidad ambiental de acuerdo a los avances del Proyecto mediante la búsqueda de buenas prácticas, ecotecnologías, ajustes del Proyecto y procedimientos, entre otros. Además, permite que las medidas del SMGA se adapten a las condiciones cambiantes tanto del Proyecto como del medio en el que se inserta, ya sea en términos naturales, jurídicos o socioeconómicos. Por lo anterior, cada una de las medidas propuestas atraviesa por cuatro fases: primero la gestión, en donde se define; después la implementación, cuando se pone en práctica; posteriormente la supervisión, cuando se verifica su cumplimiento y por último la evaluación, donde se determina si es necesario modificarla para hacerla más efectiva.

Para dar cumplimiento a las obligaciones ambientales de dicho programa y la ejecución del SMGA, el Promovente contará con la participación de un grupo técnico de supervisión, manejo y vigilancia ambiental y de un grupo de apoyo para los trabajos de campo cuyo número será definido según las necesidades y avance de implementación de las diferentes etapas de desarrollo del Proyecto.

8.6.1. Programa de Monitoreo Ambiental

Como parte del SMGA del macroproyecto autorizado Ciudad Mayakoba, y bajo la responsabilidad de un grupo de supervisión ambiental, de manera periódica se ha realizado y sigue implementándose el Programa de Monitoreo Ambiental (PMA), que considera la evaluación de los recursos y ecosistemas críticos, a través de indicadores de calidad ambiental, que permiten analizar la efectividad de las medidas de mitigación planteadas por el macroproyecto e identificar de manera oportuna impactos ambientales no previstos, para de esta manera evaluar y definir la mejor corrección al impacto identificado. Los objetivos globales del PMA, así como de las medidas pueden ser verificados a detalle en el apartado Capítulo 6 de la manifestación de impacto ambiental regional presentada para evaluación del macroproyecto Ciudad Mayakoba.

8.7. Conclusiones

Considerando todo lo desarrollado y plasmado en el presente DTU-BR y el proceso de diseño y planificación ambiental elaborado para el Proyecto, así como también el compromiso de la empresa promotora para implementar el SMGA planteado, de ser aprobado el proyecto por la H. Autoridad Ambiental (SEMARNAT), es posible concluir que el Proyecto es viable desde los puntos de vista ecológico, técnico, legal-normativo, social y económico toda vez que:

- Desde la planificación del Proyecto se identificaron impactos ambientales que fueron reducidos en esta etapa. El desarrollo de las diferentes etapas del proyecto (preparación, construcción, operación y mantenimiento) implica la generación de impactos ambientales negativos poco significativos en el área de influencia directa e indirecta del Proyecto y pocos efectos acumulativos y sinérgicos con las actividades y proyectos vecinos (impactos evaluados en el Capítulo 5), por lo que, desde el punto de vista ambiental es viable.
- El Proyecto considera importantes beneficios sociales y económicos a nivel local y regional durante su construcción y operación y mantenimiento, en términos de generación de empleos directos e indirectos y derrama de beneficios económicos para el municipio de Solidaridad y el estado de Quintana Roo, en el corto y mediano plazo. De esta manera se establece el firme compromiso del Proyecto para con el desarrollo social y económico de la zona.
- Con el desarrollo y ejecución del Proyecto, se espera una infraestructura urbana totalmente integrada a la estructura y función de los ecosistemas que se verán directamente afectados como es el caso de la selva mediana subperennifolia con vegetación secundaria arbórea.

- El Proyecto espera que con las medidas de mitigación establecidas se contribuya a reducir a nivel regional, la afectación derivada de los impactos residuales, acumulativos y sinérgicos que serán generados por: a) Los proyectos y actividades actualmente construidas y operando, b) la construcción y operación del Proyecto y c) la construcción y operación del resto de proyectos que de acuerdo al POEL Solidaridad y el PPDU-J podrán ser construidos y operar en las áreas designadas como aprovechables. Las estrategias de manejo ambiental planteadas por el Proyecto son: a) cumplir con el aprovechamiento máximo permisible permitido por el PPDU-J, b) fragmentar lo menos posible el tipo de vegetación presente en el Proyecto y asegurar el mantenimiento de su integridad e interconexión con la comunidad vegetal circundante, así como su continuidad y contigüidad ecológica y, c) generar áreas de conservación que funcionalmente sirvan como corredores biológicos para la fauna asociada.
- El diseño y los procesos constructivos y operativos planteados para el Proyecto, dan estricto cumplimiento a la normatividad y legislación aplicable.
- El Proyecto, no incide ambientalmente sobre alguna área natural protegida y no compromete la estructura y el funcionamiento de los ecosistemas registrado en él o de los registrado en el SAR.
- El Proyecto compromete la implementación de un SMGA, como el instrumento de manejo y gestión de la empresa promotora, para garantizar el cumplimiento estricto de los programas y subprogramas ambientales de manejo que se plantean en el Capítulo 7 y la normatividad aplicable (Capítulo 3). De igual forma se espera un escenario en el SAR en el que el Proyecto, represente una inversión con responsabilidad social y ambiental que genere beneficios reales para la población del municipio y el estado.
- Es factible aseverar que el Proyecto se ajusta a lo establecido en el artículo 35 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente respecto a que el presente DTU-BR y en particular la identificación y evaluación de impactos presentada, evidenció que los posibles efectos de las actividades del Proyecto no pondrán en riesgo la estructura y función de los ecosistemas descritos en el SAR.

El enfoque del Proyecto reside en mantener la integridad de los ecosistemas registrados en el SAR, es decir la composición de hábitats que existen, la diversidad de especies y consecuentemente su capacidad de funcionar como un sistema integrado, reduciendo y evitando impactos que eliminen hábitats y/o especies o que desarticulen su estructura, preservando las condiciones que permitan la movilidad y la viabilidad de las especies.



CORAZÓN CIUDAD MAYAKOBA

CAPÍTULO 9. INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LOS RESULTADOS DEL DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

Contenido

CAPÍTULO 9. INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LOS RESULTADOS DEL DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO.....	2
9.1. Introducción.....	2
9.2. Cartografía.....	2
9.2.1. Planos Georreferenciados.....	2
9.2.2. Planos Arquitectónicos.....	2
9.2.3. Imágenes Satelitales.....	2
9.3. Estimación del Volumen por Especie de Materias Primas Forestales.....	3
9.4. Estimación de las Emisiones de CO ₂	8
9.5. Caracterización Ambiental de la Vegetación.....	9
9.6. Caracterización Ambiental de la Fauna Terrestre.....	13
9.6.1. Análisis de los Datos.....	16
9.7. Paisaje.....	17
9.8. Evaluación de los Impactos Ambientales.....	20
9.8.1. Evaluación de Impactos.....	22
9.8.2. Jerarquización de Impactos.....	24
9.8.3. Determinación de la Significancia.....	25
9.9. Estimación de la Erosión Potencial del Suelo.....	25
9.10. Estimación de la Infiltración del Agua.....	26
9.11. Anexos Documentales.....	26
9.12. Anexos Cartográficos.....	27
9.13. Bibliografía.....	28

CAPÍTULO 9. INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LOS RESULTADOS DEL DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

9.1. Introducción

En cumplimiento con lo establecido en la fracción VIII Artículo 13 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental, que señala que se deben identificar los instrumentos metodológicos y elementos técnicos que sustentan la información presentada en el Documento Técnico Unificado modalidad B Regional (DTU-BR), en este capítulo se presenta una descripción sintética de las estrategias metodológicas y técnicas especializadas empleadas, las cuales sustentan los resultados, interpretación, evaluación y conclusiones del desarrollo del Proyecto.

9.2. Cartografía

9.2.1. Planos Georreferenciados

Para la elaboración de los diversos planos presentados en los capítulos que integran este DTU-BR, se utilizó el programa ARCGIS; cuyas coordenadas se encuentran proyectadas en unidades UTM (Universal Transversal de Mercator), que a su vez se encuentran referidas al Datum WGS 84, dentro de la Zona 16Q, norte, que corresponde a la República Mexicana.

La información utilizada en la elaboración de la cartografía procedió de diferentes fuentes bibliográficas, entre las que se encuentran el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, etc. Los planos que acompañan a cada capítulo pueden consultarse de forma simplificada en el anexo cartográfico que acompaña a este manifiesto.

9.2.2. Planos Arquitectónicos

Los planos arquitectónicos que ilustran la composición estructural del Proyecto, presentados en el Capítulo 2 de este DTU-BR, fueron realizados con el programa AutoCAD.

9.2.3. Imágenes Satelitales

Las imágenes satelitales presentadas en los diversos capítulos de este DTU-BR fueron obtenidas de la plataforma Google Earth, con coordenadas proyectadas en unidades UTM (Universal Transversal de Mercator), que a su vez se encuentran referidas al Datum WGS 84, dentro de la Zona 16Q, norte, que corresponde a la República Mexicana.

9.3. Estimación del Volumen por Especie de Materias Primas Forestales

Para el cálculo de los volúmenes por especies de materias primas forestales empleó el programa selva, que fue diseñado por el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) Regional Sureste para procesamiento de datos de Inventarios Forestales de la península de Yucatán con una confiabilidad del 95%.

El programa selva versión 2001 además de los archivos para manejar el programa, contiene fórmulas de regresión que requiere cada especie para obtener sus parámetros dasométricos, cuenta también con los archivos abiertos que contiene las claves para las especies tipo de suelo y forma de los árboles, en estos archivos se define también el número de fórmulas que corresponde a cada especie lo que puede ser modificado de acuerdo a la necesidad del usuario.

Las fórmulas de regresión empleadas para los cálculos son las definidas por el inventario nacional para las especies y grupos de especies propias de los estados de Campeche, Yucatán y Quintana Roo.

Por otra parte, a fin de dar cumplimiento se presenta las fórmulas solicitadas.

Área basal

De acuerdo a la Fracción IV del Artículo 2 del Reglamento de la Ley general de Desarrollo Forestal Sustentable, el área basal, es la suma de las secciones transversales de los árboles en una superficie determinada, medida a partir del diámetro del tronco a una altura de 1.30 metros sobre el suelo, expresada en metros cuadrados por hectárea.

De acuerdo al Manual Técnico Forestal, Información Básica, Métodos y Procedimientos (Acuerdo México-Alemania, 1999, página 42), el área basal (AB) es la superficie que ocupa un árbol en una altura de 1.30 metros. La suma de las áreas basales de todos los individuos en una hectárea (área basal por hectárea) es un índice de densidad del bosque.

$$r = \text{radio}; d_{ap} = \text{diámetro a altura de pecho (1.30 m);}$$

$$A.B. = r^2 \times \pi = \frac{d_{ap}^2}{4} \times 3.1416 = d_{ap}^2 \times 0.7854$$

Volumen total árbol indicando el coeficiente mórfico y factor empleado

De acuerdo al numeral 3.18 de la NOM-152.SEMARNAT-2006, el volumen total árbol (VTA) se refiere al volumen de madera y corteza del árbol, incluyendo fuste, puntas y ramas.

Por otra parte, para calcular las existencias volumétricas obtenidas en el muestreo de campo, se utilizó el programa de cómputo selva 2001¹, diseñado para selvas tropicales de la península de Yucatán, por personal técnico del INIFAP y que procesa los parámetros silvícolas de diámetro normal y alturas totales y de fuste limpio, procesándolos mediante fórmulas de regresión para las principales especies.

¹ Patiño, V. F., Torres, L. J.L., Piña, Ch, F., Gómez, D. A. y Escalante, R. P. J., 2001. Selva 2001, Programa de cómputo, para procesar la información de inventarios forestales de especies tropicales.

Cada uno de los grupos de ecuaciones cubre a determinadas especies, las que se consideraron en función de sus características tecnológicas y de crecimiento; estas ecuaciones y agrupamientos de especies fueron realizadas por los profesionales forestales que realizaron los inventarios forestales en los estados del sur del país.

Tabla 9. 1. Ecuaciones de regresión para los grupos tecnológicos. Fuente: Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (SARH), Campeche, 1985²; Tabasco, 1985³; Yucatán, 1985⁴.

GRUPO	MODELO MATEMÁTICO VT = (C ₀ +C ₁ Log (D))+ C ₂ Log (HT)
I	C ₀ = -9.64583328; C ₁ = 1.79389367; C ₂ = 1.03915044
II	C ₀ = -10.6001321; C ₁ = 1.98160359; C ₂ = 1.03695598
III	C ₀ = -9.53415154; C ₁ = 1.85980581; C ₂ = 0.96989346
IV	C ₀ = -9.84923104; C ₁ = 1.91175328; C ₂ = 1.04455238
V	C ₀ = -9.988284891; C ₁ = 1.92178549; C ₂ = 1.04714889
VI	C ₀ = -10.09141259; C ₁ = 1.93246219; C ₂ = 1.06194865
VII	C ₀ = -9.98357915; C ₁ = 1.95005045; C ₂ = 1.05153755
VIII	C ₀ = -8.81312542; C ₁ = 1.56449274; C ₂ = 1.08361129
IX	C ₀ = -9.60981068; C ₁ = 1.82854720; C ₂ = 1.01082458
X	C ₀ = -9.56438150; C ₁ = 1.82330413; C ₂ = 1.01741981
XI	C ₀ = -9.52774573; C ₁ = 1.76329569; C ₂ = 1.0816879
XII	C ₀ = -9.83322527; C ₁ = 1.92412457; C ₂ = 1.00970142
XIII	C ₀ = -9.41737421; C ₁ = 1.76385327; C ₂ = 1.04067809
Ceiba	C ₀ = -10.22563374; C ₁ = 1.92362277; C ₂ = 1.14061993
Balché	C ₀ = -9.82447804; C ₁ = 1.93162616; C ₂ = 1.01919725
Bojón	C ₀ = -9.20446857; C ₁ = 1.70136976; C ₂ = 1.07521396
Calophyllum	C ₀ = -9.080750322; C ₁ = 1.87831474; C ₂ = 1.07425292
Dialium	C ₀ = -9.98279857; C ₁ = 1.97250941; C ₂ = 1.03206162

Donde: Vol = Exp ((C₀ + C₁ Log (D) + C₂ Log (HT)); Vol = volumen; VT = volumen total; C₀, C₁, y C₂ son los coeficientes de regresión; D = diámetro normal; HT = altura total y Log = Logaritmo natural.

Mediante el programa de cómputo, se obtuvo el cálculo de las existencias reales por especie a nivel de árbol individual y se calcularon en función a la superficie muestreada los valores por hectárea. El programa calcula también la varianza y el error estándar de las observaciones levantadas con una confiabilidad del 95%.

En México, el Inventario Nacional Forestal obtuvo las ecuaciones de regresión para algunas especies, con las que es posible obtener el volumen total árbol para individuos de algunas especies, estas ecuaciones de regresión se utilizaron para estimar los volúmenes de las especies que se muestran en la Tabla 9. 2, mediante el programa selva, utilizado en Campeche y Quintana Roo (Patiño et al, 2001).

Tabla 9. 2. Ecuaciones de regresión para algunas de las especies de los grupos tecnológicos.

Especie	Ecuación
Cedro (<i>Cedrela odorata</i>)	VT = EXP (-9.64583328 + 1.79389367 log (D) + 1.03915044 log (HT)) (R ² = 0.98403294)
Caoba (<i>Swietenia macrophylla</i>)	VT = EXP (-10.06001321 + 1.98160359 log (D) + 1.03695598 log (HT)) R ² =
Ramón (<i>Brosimum alicastrum</i>)	VT = EXP (-9.53415154 + 1.85980581 Log (D) + 0.96989346 Log (HT)) R ² =
Chicozapote	VT = EXP (-9.84923104 + 1.91175328 Log (D) + 1.04555238 Log (HT))

² SARH, 1985. Inventario Forestal del Estado de Campeche, SARH. Publicación Especial No.56, México, D.F. 91 pp.

³ SARH, 1985. Inventario Forestal del Estado de Tabasco, SARH. Publicación Especial No.54, México, D.F. 86 pp.

⁴ SARH, 1985. Inventario Forestal del Estado de Yucatán, SARH. Publicación Especial No.55, México, D.F. 95 pp.

Especie	Ecuación
(<i>Manilkara zapota</i>)	R2 =
Chaca (<i>Bursera simaruba</i>)	VT = EXP (-9.88284891 + 1.92178549 Log (D) + 1.04714889 Log (HT)) R2 =
Jobo (<i>Spondioas mombin</i>)	VT = EXP (-10.09141259 + 1.93246219 Log (D) + 1.06194865 Log (HT)) R2 =
Tamay, Trementino (<i>Zuelania guidonia</i>)	VT = EXP (-9.98357915 + 1.9500045 Log (D) + 1.05153755 Log (HT)) R2 =
Chechem negro (<i>Metopium brownie</i>)	VT = EXP (-8.81312542 + 1.56449274 Log (D) + 1.08361129 Log (HT)) R2 =
Kinsah, Uinic (<i>Hipomane mancinella</i>)	VT = EXP (-9.60981068 + 1.82854720 Log (D) + 1.01082458 Log (HT)) R2 =
Tzalam (<i>Lysiloma latisiliquum</i>)	VT = EXP (-9.56438150 + 1.82330416 Log (D) + 1.01741981 Log (HT)) R2 =
Amapola (<i>Pseudobombax ellipticum</i>)	VT = EXP (-9.52774573 + 1.76329569 Log (D) + 1.08168791 Log (HT)) R2 =
Kanchunup (<i>Thouinia paucidentata</i>)	VT = EXP (-9.83322527 + 1.92412457 Log (D) + 1.00970142 Log (HT)) R2 =
Papelillo (<i>Alseis yucatanensis</i>)	VT = EXP (-9.41737421 + 1.76385327 Log (D) + 1.04057089 Log (HT)) R2 =
Ceiba (<i>Ceiba pentandra</i>)	VT = EXP (-10.22563374 + 1.92362277 Log (D) + 1.14061993 Log (HT)) R2 =
Balche (<i>Lonchocarpus castilloi</i>)	VT = EXP (-9.82447804 + 1.931626 Log (D) + 1.01313725 Log (HT)) R2 =
Bojón (<i>Cordia alliodora</i>)	VT = EXP (-9.20446857 + 1.070136976 Log (D) + 1.07521396 Log (HT)) R2 =

Metodología para el cálculo de volúmenes maderables

La metodología utilizada para la estimación de volúmenes que resultarán del cambio de uso de suelo por el derribo de la vegetación en una superficie total de 7.98 ha para la ejecución del Proyecto, se realizó mediante el muestreo sistemático, siguiendo las brechas establecidas, con el levantamiento de información en 12 sitios circulares concéntricos de 500 m² cada uno, sobre la vegetación existente.

Para el muestreo se tomó como base la metodología aplicada por Reuter, M., C. Schulz y C. Marrufo en el Manual Técnico Forestal, Información Básica, Métodos y Procedimientos (Acuerdo México – Alemania, 1999), basado en sitios circulares (parcelas de 500 m²). Esta integración de sitios se realizó en forma sistemática y consecutiva, con la finalidad de tener información de los diferentes tipos de vegetación existentes, su situación actual, así como su georreferenciación. Esta información se proporciona en las fichas de datos de campo procesadas que se presentan como el Anexo 4.3 de este documento.

Durante el levantamiento de datos en los sitios seleccionados se obtuvo información fisonómica, estructural, botánica, diámetros a la altura del pecho (DAP), que posteriormente fueron utilizados para el cálculo del volumen a derribarse.

Para la obtención de los resultados se realizaron las siguientes actividades:

Visita al área de estudio

Esta se realizó usando los accesos al Proyecto, utilizando los planos topográficos correspondientes al trazo y medidas, así como documentación legal e información necesaria para la realización de las actividades de campo y gabinete.

Ubicación de accesos y rodalización del área

Con el apoyo de la cartografía topográfica escala 1:50,00 y el plano topográfico correspondiente se ubicaron y marcaron los accesos al Proyecto. La rodalización y caracterización en general se realizó de forma directa con el apoyo de la cartografía, disponible, (imagen satelital de Google Earth) además de los recorridos de verificación y toma de datos de campo.

Intensidad de muestreo

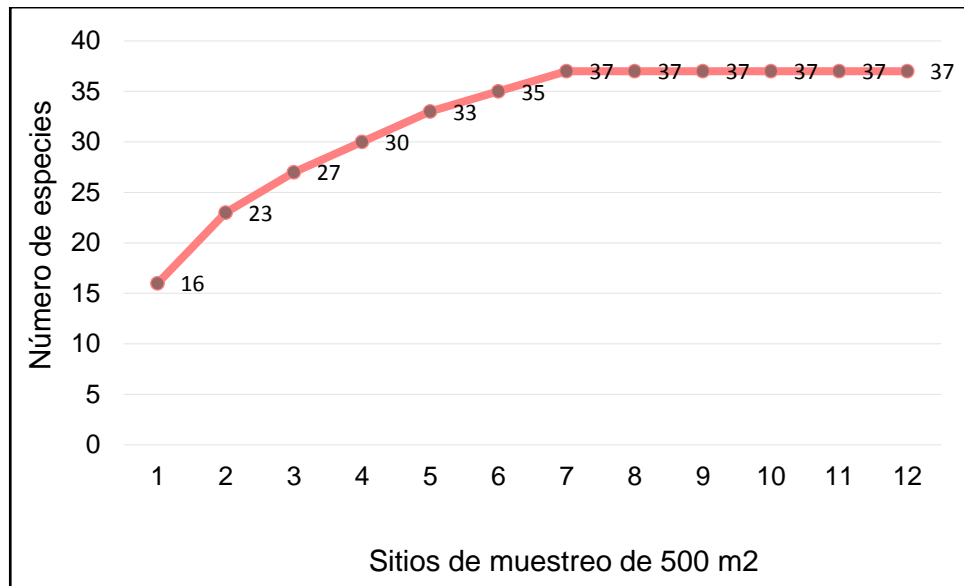
Como se ha mencionado el predio cuenta con una superficie total de 11.94 ha, de las cuales se afectará 7.98 ha de selva mediana subperennifolia / vegetación secundaria arbórea, por lo que, considerando la ubicación del Proyecto, acceso al mismo y la superficie a afectar, la intensidad de muestreo se estimó en lo siguiente:

- Se levantaron datos en una superficie de 6,000 m² (0.6 ha) que representa una intensidad de muestreo del 7.51% con relación a la superficie total que se afectará (7.98 ha) del Proyecto.

Significancia del muestreo

Ante la carencia de estudios específicos realizados en la zona que señalen el tamaño del área de muestreo que habrá de permitir el mejor entendimiento de la estructura de la selva mediana subperennifolia con vegetación secundaria arbórea, se realizó el análisis del área mínima necesaria. De esta manera, en la siguiente Figura 9. 1, se muestra la relación obtenida, en donde se representa la superficie muestreada en total de 12 sitios circulares de 500 m² cada uno, con relación al número de especies arbóreas encontradas, observándose el patrón típico en donde se alcanza un máximo de acumulación de especies y al alcanzar la asíntota la curva se mantiene más o menos constante, lo cual indica que se ha encontrado el mayor número de especies que ahí se distribuyen (Anexo 4.2).

Figura 9. 1. Curva de especie área para la vegetación secundaria derivada de la selva mediana subperennifolia.
Fuente: Elaboración propia.



De acuerdo con lo anterior, es evidente que para el estrato arbóreo de la selva mediana subperennifolia con vegetación secundaria arbórea que se distribuye en el Proyecto, se requiere una superficie mínima de muestreo del orden de los 3,500 m² (7 sitios). De acuerdo con los datos anteriores, se considera que los resultados obtenidos a través del presente estudio son válidos y representativos, ya que se ha alcanzado una superficie de muestreo de 6,000 m² (12 sitios).

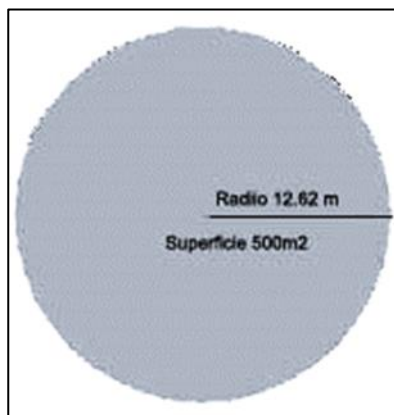
Tamaño del sitio y levantamiento de datos

La toma de datos de campo se realizó del 01 al 03 de diciembre de 2021 periodo correspondiente a la época de lluvias asociada a los frentes fríos en la región y en donde la vegetación en general presenta follaje abundante por lo que no es difícil de identificar las especies. De acuerdo a las características de la asociación vegetal presente en el Proyecto, se levantaron 12 sitios circulares de 500 m² cada uno distribuidos en 2 líneas de muestreo. Esto dividido de la siguiente manera:

Los sitios circulares tienen un radio de 12.62 m, por lo que en total el tamaño de cada sitio muestreado para la selva en general fue de 500 m², en estos se levantó información de cada una de las especies presentes a partir de 5 cm. de diámetro y en sentido del orden en que giran las manecillas del reloj, para ello se ubicó al centro del sitio una baliza con una cinta de color en donde se indica el número correlativo del sitio

En cuanto a los parámetros que se utilizaron en el levantamiento de los datos del arbolado en cada sitio se mencionan lo siguiente: número de sitio, número de árbol, especie, diámetro, altura, sanidad y forma.

Figura 9. 2. Tamaño de cada sitio de muestreo, para el levantamiento de datos.



Georreferenciación de las líneas y sitios de muestreo

Para cada línea y sitio en particular se establecieron sus coordenadas geográficas por medio de un GPS GARMIN V.5, con marco de referencia cartográfico WGS 84 (equivalente a ITRF92 oficial para México) y la zona 16-Q.

El GPS, sistema de posicionamiento global asistido por satélites civiles permite la ubicación precisa de puntos en el planeta.

Procesamiento de datos

El procesamiento de la información se realizó a través del programa selva versión 2001 editado por el INIFAP, este programa fue diseñado para procesar información dasométrica de inventarios forestales, el cual emplea fórmulas de regresión para los cálculos de los DAP las cuales son las definidas por el Inventario Nacional Forestal para las especies y grupos de especies propias de los estados de Campeche, Yucatán y Quintana Roo.

Los volúmenes promedios, de área basal y volumen total son obtenidos a través del cálculo del programa estadístico Excel versión 2010, además de que estos resultados se presentan por medio de tablas, los cuales se generaron a partir de un conjunto de opciones de variables relacionadas con el número de árboles, área basal, especies, volumen total entre otros.

9.4. Estimación de las Emisiones de CO₂

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

$$E_{CO_2} = VC \times PC \times FE_{CO_2}$$

$$E_{CH_4} = VC \times PC \times FE_{CH_4}$$

$$E_{N_2O} = VC \times PC \times FE_{N_2O}$$

Dónde:

E_{CO_2}	Emisiones de dióxido de carbono en toneladas [t]
E_{CH_4}	Emisiones de metano en kilogramos [kg]
E_{N_2O}	Emisiones de óxido nitroso en kilogramos [kg]
VC	Consumo de combustible al año en litros [L] o metros cúbicos [m ³]
PC	Poder calorífico de cada combustible [MJ/L o MJ/m ³]
FE	Factor de emisión de cada gas [t/MJ o Kg/MJ]

El factor de emisión de cada gas se tomó de los valores establecidos en el Artículo Sexto, Fracción 2, del Acuerdo (DOF, 2015), sus valores se enlistan en la Tabla 9. 3.

Tabla 9. 3. Factores para el cálculo de emisiones directas e indirectas de GEI.

Combustible	CO ₂ (t/MJ)	CH ₄ (t/MJ)	N ₂ O (t/MJ)
Diesel	7.41 E-05	4.15 E-06	2.86 E-06
Gasolina y naftas	6.93 E-05	5.00 E-05	2.00 E-6

Dicho Acuerdo también señala que para la estimación de la emisión indirecta por consumo de electricidad se aplicará la siguiente fórmula:

$$E_{CO_2e} = W_{Elect} \times FE_{Elect}$$

Donde:

E_{CO_2e}	Emisiones de dióxido de carbono equivalente proveniente del consumo de energía eléctrica [t CO ₂ e]
W_{Elect}	Consumo de energía eléctrica [MWh]
FE_{Elect}	Factor de emisión por consumo de energía eléctrica [t CO ₂ /MWh]

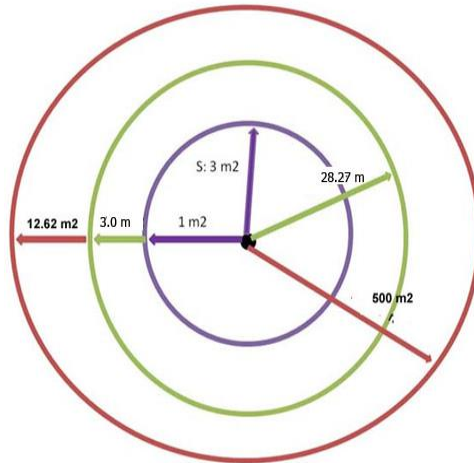
El FE_{Elect} que se deberá usar es el que publique año con año la SEMARNAT, que, de acuerdo con su último reporte de 2020, el factor de emisión eléctrico corresponde a **0.494 tCO₂e / MWh**.

9.5. Caracterización Ambiental de la Vegetación

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 mediana subperennifolia con vegetación secundaria arbórea registrada en la unidad de análisis (cuenca) y Proyecto. Para la unidad de análisis se levantaron 20 sitios circulares de 500 m² cada uno distribuidos en 9 líneas de muestreo. Para el Proyecto se levantaron 12 sitios circulares de 500 m² cada uno distribuidos en 2 líneas de muestreo. El levantamiento de información se llevó a cabo del 01 al 03 de diciembre del 2021.

Se utilizó un muestreo sistemático aplicando la técnica de muestreo por sitios circulares concéntricos con diferentes superficies (todos dentro de un mismo círculo) el cual suman una superficie total de 500 m^2 , es decir para el arbolado de 10 cm en adelante se utilizó el círculo con un radio de 12.62 m a partir del centro dando una total de 500 m^2 , para el arbolado entre 5 y 9.9 cm de diámetro se utilizó un círculo con un radio de 3 m a partir del centro teniendo una superficie de muestreo de 28.27 m^2 y para la regeneración que va desde nivel de suelo hasta los 4.9 cm de diámetro se utilizó un círculo de 1 m a partir del centro teniendo una superficie de muestreo de 3 m^2 (Figura 9. 3).

Figura 9. 3. Diseño de muestreo.



En cada sitio se tomaron los parámetros siguientes:

- Sitio de 500 m^2 : Todos aquellos árboles por especie con diámetro a la altura del pecho (DAP) de 10 cm en adelante.
- Sitio de 28.27 m^2 : Todos aquellos arbustos por especie con diámetro entre 5 y 9.9 cm.
- Sitio de 3 m^2 : Se contabilizaron los individuos por especie con diámetros de 1 hasta 4.9 cm.
- Se anotó el nombre común de las especies presentes en el levantamiento de datos.
- El proceso de la información se realizó a través del programa Selva versión 2001 editado por el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias (INIFAP, sureste).

Una vez obtenida la información de campo, ésta fue procesada, clasificando el arbolado de acuerdo a su forma biológica o forma de vida, con el objetivo de obtener el listado florístico por estratos, situando así a cada individuo en el listado general según corresponda y de acuerdo a la siguiente clasificación: Estrato arbóreo, estrato arbustivo y estrato herbáceo.

Posteriormente con base en la distribución de cada individuo por sitio de muestreo, se elaboró la tabla correspondiente para obtener la frecuencia por sitio, ésta a su vez, sirvió para la obtención del Índice de Valor de Importancia (IVI).

Curva de Especie Área para la Vegetación de Selva Mediana Subperennifolia

Ante la carencia de estudios específicos realizados en la zona que señalen el tamaño del área de muestreo que habrá de permitir el mejor entendimiento de la estructura de la selva mediana subperennifolia con vegetación secundaria arbórea, se realizó el análisis del área mínima necesaria. De esta manera, en la siguiente Figura 9. 4 y Figura 9. 5, se muestra la relación obtenida, en donde se representa la superficie muestreada en total de 20 sitios circulares de 500 m² (cada uno) para la unidad de análisis y 12 sitios circulares de 500 m² (cada uno) para el Proyecto, con relación al número de especies arbóreas encontradas, observándose el patrón típico en donde se alcanza un máximo de acumulación de especies y al alcanzar la asíntota la curva se mantiene más o menos constante, lo cual indica que se ha encontrado el mayor número de especies que ahí se distribuyen (Anexo 4.1 y Anexo 4.2).

Figura 9. 4. Curva de especies área para la vegetación de selva mediana subperennifolia / vegetación secundaria arbórea en la unidad de análisis. Fuente: Elaboración propia.

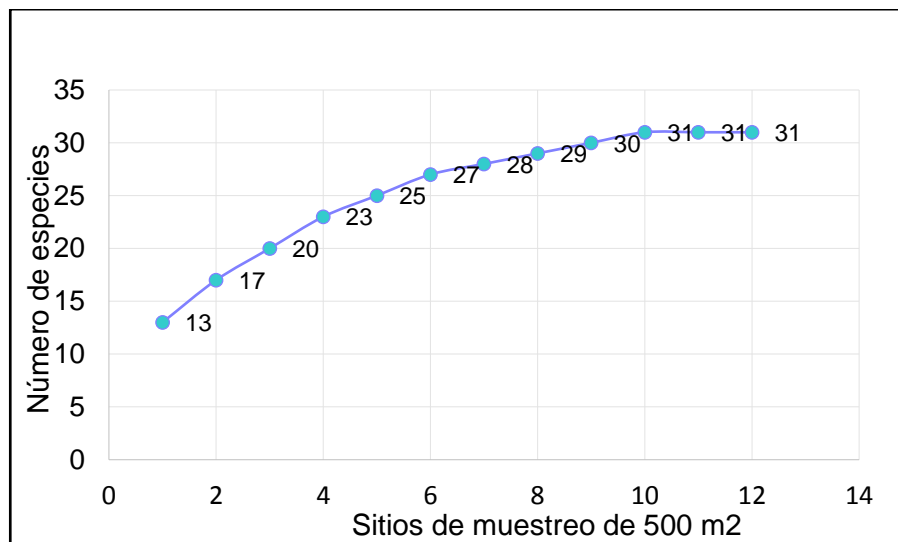
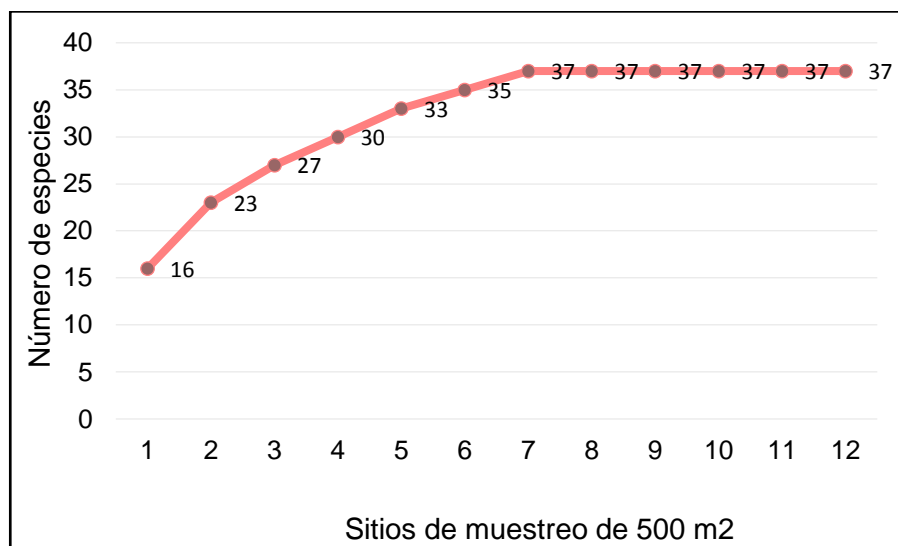


Figura 9. 5. Curva de especies área para la vegetación de selva mediana subperennifolia / vegetación secundaria arbórea en el Proyecto. Fuente: Elaboración propia.



De acuerdo con lo anterior, es evidente que para el estrato arbóreo de la selva mediana subperennifolia con vegetación secundaria arbórea que se distribuye en la unidad de análisis, se requiere una superficie mínima de muestreo del orden de los 5,000 m² (10 sitios) y en el Proyecto se requiere una superficie mínima de muestreo del orden de los 3,500 m² (7 sitios). De acuerdo con los datos anteriores, se considera que los resultados obtenidos a través del presente estudio son válidos y representativos, ya que se ha alcanzado una superficie de muestreo de 10,000 m² (20 sitios) para la unidad de análisis y una superficie de muestreo de 6,000 m² (12 sitios) para el Proyecto.

Para el análisis de datos de la comunidad vegetal se utilizaron los siguientes índices.

- **Diversidad**

Se estimó el índice de Shannon-Wiener con los datos directos recabados, para ello se utilizó la siguiente fórmula:

$$H' = - \sum_{i=1}^s P_i * \log_2 * P_i$$

Dónde:

H' = índice de diversidad

s = número de especies presentes

P_i = proporción de especies

\log_2 = la fórmula utiliza el logaritmo base 2

n_i = número de individuos de la especie i

N = Número total de individuos

- **Equitatividad**

La equitatividad se calculó con la siguiente formula:

$$J' = \frac{H'}{H'_{max}} \quad H'_{max} = \ln S$$

Dónde:

H' = índice de diversidad de Shannon

S = número de especies presente en la comunidad

- **Valor de importancia**

La expresión utilizada para calcular el índice de Valor de Importancia fue la siguiente:

$$IVI = (cobertura\ relativa + densidad\ relativa + frecuencia\ relativa)$$

Donde:

IVI = Índice de Valor de Importancia

Densidad relativa = número de individuos por especie / total de individuos de la especie * 100
 Frecuencia relativa = número de veces que se encontró una especie en el muestreo / total de veces que se encontraron las especies en el muestreo * 100
 Cobertura relativa = área de cada especie / área total de especies * 100

Para la correcta identificación de las especies de flora, se utilizaron los siguientes listados: <http://www.tropicos.org/Home.aspx>, <http://www.theplantlist.org/>.

Para la identificación de las especies consideradas en algún estatus de protección y endémicas, se utilizó 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*, así como *MODIFICACIÓN del Anexo Normativo III, Lista de especies en riesgo de 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, publicada el 30 de diciembre de 2010*.

9.6. Caracterización Ambiental de la Fauna Terrestre

Unidad de análisis

Para la caracterización ambiental de la fauna en la unidad de análisis (SAR), con el fin de contar con datos más robusto, y de diferentes temporalidades, se optó por utilizar la información que ha sido generada, a través del monitoreo de la fauna vertebrada, establecido para el proyecto Ciudad Mayakoba, para los dos periodos presentados previamente, que corresponden con los años 2018 – 2019 y 2020 – 2021.

- **Aves**

Las aves se muestrearon durante 5 días, en los meses de marzo y agosto de 2018 – 2019 y 2020 – 2021, siguiendo brechas ya establecidas y en la cual se tomaron puntos de muestreo y a través de conteos por contacto visual en distancia limitada (Ralph, J & M Scott, 1981). La identificación de las especies se llevó a cabo mediante el uso de binoculares y guías de campo de aves de la región (Aves Comunes de la Península de Yucatán 2008). De antemano, se reconoce que durante las primeras horas de la mañana es cuando se registran la mayor cantidad de aves y que en las horas del mediodía estos organismos bajan notoriamente su actividad y la reinician al atardecer una vez que las condiciones ambientales son menos extremas.

- **Anfibios y reptiles**

Para el registro de anfibios y reptiles de la zona, se empleó el método de búsqueda generalizada que consiste en recorrer la zona de estudio en un tiempo determinado revisando acumulaciones de hojarasca, troncos, piedras, así como los arbustos de denso follaje del área, teniendo como ayuda el uso de guías de campo de anfibios y reptiles de la región (Anfibios y Reptiles de Sian Ka'an 2008). Los muestreos se efectuaron sobre el mismo transecto o brecha ya establecida y en la cual se tomaron puntos de muestreo durante 5 días en los meses de marzo a agosto de 2018 – 2019 y 2020 – 2021, realizándose en dos diferentes horarios, 7:00 a 9:00 am y 7:00 a 9:00 pm, con el fin de registrar especies diurnas y nocturnas. Los registros se realizaron mediante inspecciones visuales, búsqueda directa y la utilización de ganchos herpetológicos. Para el caso de anfibios se incluyó el registro auditivo, ya que estos tienen un canto característico.

- **Mamíferos**

Para el caso de los mamíferos, se realizaron recorridos y monitoreos puntuales durante 5 días, a lo largo del transecto señalado en el punto de aves y anfibios y reptiles, durante los meses de marzo y agosto de 2018 – 2019 y 2020 - 2021 y se registraron las observaciones directas, las cuales incluyeron: animales vistos, escuchados u oídos, así como observaciones indirectas como: huellas, excretas, rascaderos, comederos, etc., (Gates, 1983). Adicionalmente se instaló una serie de trampas de las denominadas Sherman (6 en total) y Tomahawk (2 en total) con la intención de capturar roedores y mamíferos de talla chica y mediana, además de recopilar una amplia información de la fauna existente a través de la entrevista con los trabajadores del Proyecto. También se emplearon binoculares, cámara fotográfica y guías de campo ilustradas (guía completa de 2008). Mediante el monitoreo establecido se pudo conocer la preferencia de hábitat para las especies (Anexo 4.1). En el caso de las huellas, estas fueron medidas y comparadas con un manual de identificación (huellas y otros rastros de los mamíferos grandes y medianos de México 2000).

Se contó con GPS Garmin 60 empleando el Datum WGS-84 para documentar la posición geográfica de los diferentes transectos.

Cámara trampa

Se instalaron cámaras trampa o cámara de sensor al movimiento con un mecanismo para obtener una fotografía natural de los posibles individuos que se pudiesen registrar, este método es nuevo e innovador ya que al colocarlas en un lugar específico se deja por 12 horas activadas, que posteriormente se recarga para volver a dejarlas en función. Estas cámaras son de gran ayuda debido a que algunas especies son de difícil observación debido a que huyen a la presencia de personas. Estas trampas se colocan generalmente por la tarde o noche y se levantan al amanecer. Esto llevará a tener un registro con más exactitud de las especies encontradas y poder determinar si es necesaria su captura.

Para la identificación de las especies consideradas en algún estatus de protección y endémicas, se utilizó 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*, así como *MODIFICACIÓN del Anexo Normativo III, Lista de especies en riesgo de 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, publicada el 30 de diciembre de 2010*.

Proyecto

Tomando en consideración la ubicación geográfica del Proyecto, el índice de ruido por la cercanía de los desarrollos colindantes y la vialidad de acceso, se considera que en general la presencia de especies de fauna (aves, reptiles, mamíferos y anfibios) podría ser baja. Para conocer el tipo de hábitat y el estado de conservación del mismo, así como las especies consideradas bajo algún estatus contemplado en la NOM-059-SEMARNAT-2010, se realizaron, tanto en la unidad de análisis, como en el Proyecto, los estudios correspondientes.

- **Aves**

Para las aves, en la unidad de análisis y Proyecto, se llevaron a cabo muestreos in situ, durante tres días (periodo comprendido del 01 al 03 de diciembre de 2021), siguiendo el método de transecto sobre tres brechas de aproximadamente 200 metros, el levantamiento de datos se realizó a través de conteos por contacto visual en distancia limitada (Ralph, J & M Scott, 1981). La identificación de las especies se llevó a cabo mediante el uso de binoculares y guías de campo de aves de la región (Aves Comunes de la Península de Yucatán, 2008). De antemano, se reconoce que durante las primeras horas de la mañana es cuando se registran la mayor cantidad de aves y que en las horas del mediodía estos organismos bajan notoriamente su actividad y la reinician al atardecer una vez que las condiciones ambientales son menos extremas.

- **Anfibios y reptiles**

Para el registro de anfibios y reptiles, se empleó el método de búsqueda generalizada que consiste en recorrer la zona de estudio en un tiempo determinado revisando acumulaciones de hojarasca, troncos, piedras, así como los arbustos de denso follaje, utilizando para la identificación el uso de guías de campo (Anfibios y Reptiles de Sian Ka'an, 2008). Los muestreos se efectuaron durante tres días, en la misma fecha y sobre los mismos transectos utilizados para la identificación de aves, realizándose en dos diferentes horarios, 7:00 a 9:00 a.m. y, 7:00 a 9:00 p.m., con el fin de registrar especies diurnas y nocturnas. Los registros se realizaron mediante inspecciones visuales, búsqueda directa y la utilización de ganchos herpetológicos. Para el caso de anfibios se incluyó el registro auditivo, ya que estos tienen un canto característico.

- **Mamíferos**

Para el caso de los mamíferos, se realizaron recorridos y monitoreos puntuales durante tres días y en la misma fecha, a lo largo de los transectos señalados en el punto de aves y anfibios y reptiles, y se registraron las observaciones directas, las cuales incluyeron: animales vistos, escuchados u oídos, así como observaciones indirectas como: huellas, excretas, rascaderos, comederos, etc., (Gates, 1983). Adicionalmente se instaló una serie de trampas de las denominadas Sherman (6 en total) y Tomahawk (2 en total) con la intención de capturar roedores y mamíferos de talla chica y mediana, además de recopilar una amplia información de la fauna existente a través de la entrevista con los trabajadores del Proyecto. También se emplearon binoculares, cámara fotográfica y guías de campo ilustradas. En el caso de las huellas, estas fueron medidas y comparadas con un manual de identificación (Huellas y Otros Rastros de los Mamíferos Grandes y Medianos de México, 2000).

Se contó con GPS Garmin 60 empleando el Datum WGS-84 para documentar la posición geográfica de los diferentes transectos.

Cámara trampa

Se instaló una trampa o cámara de sensor al movimiento con un mecanismo para obtener una fotografía natural de los posibles individuos que se pudiesen registrar, este método es nuevo e innovador ya que al colocarlas en un lugar específico se deja por 12 horas activadas, que posteriormente se recarga para volver a dejarlas en función. Estas cámaras son de gran ayuda debido a que algunas especies son de difícil observación debido a que huyen a la presencia de personas. Estas trampas se colocan generalmente por la tarde o noche y se levantan al amanecer. Esto llevará a tener un registro con más exactitud de las especies encontradas y poder determinar si es necesaria su captura.

Para la identificación de las especies consideradas en algún estatus de protección y endémicas, se utilizó 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*, así como *MODIFICACIÓN del Anexo Normativo III, Lista de especies en riesgo de 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, publicada el 30 de diciembre de 2010.*

9.6.1. Análisis de los Datos

Para el análisis de datos de la comunidad vegetal se utilizaron los siguientes índices.

- **Diversidad**

Se estimó el índice de Shannon-Wiener con los datos directos recabados, para ello se utilizó la siguiente fórmula:

$$H' = - \sum_{i=1}^s P_i * \log_2 * P_i$$

Dónde:

H' = índice de diversidad

s = número de especies presentes

P_i = proporción de especies

\log_2 = la fórmula utiliza el logaritmo base 2

n_i = número de individuos de la especie i

N = Número total de individuos

- **Equitatividad**

La equitatividad se calculó con la siguiente formula:

$$J' = \frac{H'}{H'_{max}} \qquad H'_{max} = \ln S$$

Dónde:

H' = índice de diversidad de Shannon

S = número de especies presente en la comunidad

9.7. Paisaje

Calidad visual

La calidad visual del paisaje fue determinada mediante el método propuesto por Bureau of Land Management (BML) de U.S.A. (1980), basado en el análisis de las categorías estéticas del terreno, este método lleva aplicándose largo tiempo en la planificación territorial. En la determinación de la fragilidad visual y la capacidad de absorción visual del paisaje, se utilizó una adaptación de los métodos propuestos por Escribano et al. (1987) y la técnica basada en la metodología de Yeomans (1986), respectivamente. Para el análisis de los tres componentes se optó por realizar una evaluación conjunta del área del Proyecto, por considerar que las variables evaluadas poseen valores similares si está se dividiera en varias unidades de estudio, siendo posible encontrar un resultado global que represente a toda el área.

Los criterios de valoración de la calidad escénica aplicados por BML se presentan en la Tabla 9. 4 y la clasificación de áreas de acuerdo a su calidad visual según la suma total de puntos obtenida de la valoración de los criterios se presenta en la Tabla 9. 5.

Tabla 9. 4. Criterios de valoración para la calidad escénica del paisaje.

Componente	Criterios de Valoración y Puntuación		
Morfología	Relieve muy montañoso, marcado y prominente (acantilados, agujas, grandes formaciones rocosas); o bien relieve de gran variedad superficial o muy erosionado, o sistemas de dunas, o bien presencia de algún rasgo muy singular y dominantes	Formas erosivas interesantes o relieve variado en tamaño y forma. Presencia de formas y detalles interesantes, pero no dominantes o excepcionales	Colinas suaves, fondos de valle planos, pocos o ningún detalle singular
Puntuación	5	3	1
Vegetación	Gran variedad de tipos de vegetación, con formas, texturas y distribución interesantes	Alguna variedad en la vegetación, pero solo uno o dos tipos	Poca o ninguna variedad o contraste en la vegetación
Puntuación	5	3	1
Color	Combinaciones de color intensas y variadas o contrastes agradables entre suelo, vegetación, roca y agua	Alguna variedad e intensidad en los colores y contrastes, pero no actúa como elemento dominante	Muy poca variación de color o contraste, colores apagados
Puntuación	5	3	1
Cuerpos de agua	Factor dominante en el paisaje, limpia y clara, aguas blancas (rápidos y cascadas) o láminas de agua en reposo	Agua en movimiento o reposo, pero no dominante en el paisaje	Ausente o inapreciable
Puntuación	5	3	0
Fondo escénico	El paisaje circundante potencia mucho la calidad visual	El paisaje circundante incrementa moderadamente la calidad visual en el conjunto	El paisaje adyacente no ejerce influencia en la calidad del conjunto
Puntuación	5	3	0
Singularidad o rareza	Único o poco corriente o muy raro en la región, posibilidad de contemplar fauna y vegetación excepcional	Característico, aunque similar a otros en la región	Bastante común en la región
Puntuación	6	2	1

Componente	Criterios de Valoración y Puntuación		
Actuaciones humanas	Libre de actuaciones estéticamente no deseadas o con modificaciones que inciden favorablemente en la calidad visual	La calidad escénica está afectada por modificaciones poco armoniosas, aunque no en su totalidad, o las actuaciones no añaden calidad visual	Modificaciones intensas y extensas que reducen o anulan la calidad escénica
Puntuación	2	0	0

Tabla 9. 5. Clasificación de áreas de acuerdo a su calidad visual.

Clase	Descripción	Puntaje
Clase A	Áreas de calidad alta, áreas con rasgos singulares y sobresalientes.	19 a 33
Clase B	Áreas de calidad media, áreas cuyos rasgos poseen variedad en la forma, color y línea, pero que resultan comunes en la región estudiada y no son excepcionales.	12 a 18
Clase C	Áreas de calidad baja, áreas con muy poca variedad en la forma, color, línea y textura.	0 a 11

Los criterios de valoración de la fragilidad visual aplicados por Escribano se presentan en la Tabla 9. 6 y los intervalos de valores de calificación y la connotación para la fragilidad visual se presentan en la Tabla 9. 7.

Tabla 9. 6. Criterios para la evaluación de la fragilidad visual del paisaje.

Factores	Elementos	Fragilidad		
		Alta	Media	Baja
Biofísico	Pendientes	Pendientes de más de 30%, terrenos con un dominio del plano vertical de visualización.	Pendientes entre 15 y 30%, y terrenos con modelado suave u ondulado.	Pendientes entre 0 y 15%, plano horizontal de dominancia.
	Puntuación	5	3	1
	Densidad vegetación	Grandes espacios sin vegetación. Agrupaciones aisladas. Dominancia estrata herbácea.	Cubierta vegetal discontinua. Dominancia de estrata arbustiva.	Grandes masas boscosas. 100% de cobertura.
	Puntuación	5	3	1
	Contraste vegetación	Vegetación monoespecífica, escasez vegetacional, contrastes poco evidentes.	Mediana diversidad de especies, con contrastes evidentes, pero no sobresalientes.	Alta diversidad de especies, fuertes e interesantes contrastes.
	Puntuación	5	3	1
Visualización	Alturas de la vegetación	Vegetación arbustiva o herbácea, no sobrepasa los 2 m de altura o Sin vegetación.	No hay gran altura de las masas (< 10 m), ni gran diversidad de estratos.	Gran diversidad de estratos. Alturas sobre los 10 m.
	Puntuación	5	3	1
	Tamaño de la cuenca visual	Visión de carácter cercana o próxima (0 a 500 m). Dominio de los primeros planos.	Visión media (500 a 2000 m), dominio de los planos medios de visualización.	Visión de carácter lejano o a zonas distantes (>2000 m)
	Puntuación	5	3	1
	Forma de la cuenca visual	Cuencas alargadas, generalmente unidireccionales en el flujo visual o muy restringida.	Cuencas irregulares, mezcla de ambas categorías.	Cuencas regulares extensas, generalmente redondeadas.
	Puntuación	5	3	1

Factores	Elementos	Fragilidad		
		Alta	Media	Baja
	Compacidad	Vistas panorámicas abiertas. El paisaje no presenta huecos, ni elementos que obstruyan los rayos visuales.	El paisaje presenta zonas de menor incidencia visual, pero en un porcentaje moderado.	Vistas cerradas u obstaculizadas. Presencia constante de zonas de sombra o menor incidencia visual.
	Puntuación	5	3	1
Singularidad	Unicidad del paisaje	Paisaje singular, notable, con riqueza de elementos únicos y distintivos.	Paisaje interesante pero habitual, sin presencia de elementos singulares.	Paisaje común, sin riqueza visual o muy alterado.
	Puntuación	5	3	1
Accesibilidad	Visual	Percepción visual alta, visible a distancia y sin mayor restricción.	Visibilidad media, ocasional, combinación de ambos niveles.	Baja accesibilidad visual vistas escasas o breves.
	Puntuación	5	3	1
	Física	Localizado a corta distancia de carretera, caminos locales, poblados o zona habitadas.	Localizado en zona con caminos secundarios, poco transitados.	Localizado en predio privado con acceso restringido, zonas sin caminos públicos.
	Puntuación	5	3	1

Tabla 9. 7. Clasificación de la fragilidad visual.

Clasificación	Connotación visual del área	Puntaje
Fragilidad visual alta	Área sensible frente a intervenciones, con nula o mínima capacidad para absorber impactos	34 - 45
Fragilidad visual media	Área medianamente sensible frente a intervenciones. Capacidad media de absorción de impactos	21 - 33
Fragilidad visual baja	Área capaz de absorber impactos visuales, dada su composición u organización. La incorporación de nuevos elementos no alteraría significativamente las características del área	9 - 20

Capacidad de absorción visual

La valoración de la capacidad de absorción visual del paisaje se realiza a través de factores de los medios físico y biótico, los que se cualifican y combinan en la siguiente expresión:

$$CAV = P * (E + R + D + C + V)$$

Donde:

P = Pendiente.

E = Erosionabilidad capacidad de regeneración de la vegetación.

R = Potencial estético.

D = Diversidad de la vegetación.

C = Contraste de color de suelo roca.

V = Actuación humana.

La escala de referencia para la evaluación se muestra en la Tabla 9. 8 y los puntajes asignados a cada condición para la valoración de la capacidad de absorción visual se presentan en la Tabla 9. 9.

Tabla 9. 8. Factores del paisaje determinantes de su capacidad de absorción visual.

Factor	Condiciones	Puntajes	
		Nominal	Numérico
Pendiente (P)	Inclinado (pendiente >55%)	Bajo	1
	Inclinación suave (25–55% de pendiente)	Moderado	2
	Poco inclinado (0-25% de pendiente)	Alto	3
Diversidad de vegetación (D)	Eriales, prados y matorrales	Bajo	1
	Coníferas, repoblaciones	Moderado	2
	Diversificada (mezcla de claros y bosques)	Alto	3
Estabilidad del suelo y erosionabilidad (E)	Restricción alta derivada de riesgos alto de erosión e inestabilidad, pobre regeneración potencial	Bajo	1
	Restricción moderada debido a ciertos riesgos de erosión e inestabilidad y regeneración potencial	Moderado	2
	Poca restricción por riesgos bajos de erosión e inestabilidad y buena regeneración potencial	Alto	3
Potencial estético (R)	Potencial bajo	Bajo	1
	Potencial moderado	Moderado	2
	Potencial alto	Alto	3
Actuación humana (V)	Fuerte presencia antrópica	Alto	3
	Presencia moderada	Moderado	2
	Casi imperceptible	Bajo	1
Contrastes de color (C)	Elementos de bajo contraste	Bajo	1
	Contraste visual moderado	Moderado	2
	Contraste visual alto	Alto	3

Tabla 9. 9. Escala de referencia para la determinación de la capacidad de absorción visual.

Nominal	Numérico
Bajo	<15
Moderado	15-30
Alto	> 30

9.8. Evaluación de los Impactos Ambientales

El análisis para la identificación de los impactos ambientales se realizó bajo un enfoque interdisciplinario, que consideró tres niveles de complejidad ecológica: Elementos, procesos y ecosistemas, y que fueron la base de las siguientes técnicas convencionales de evaluación de impacto ambiental:

- 1) Análisis por medio de los sistemas de información geográfica.
- 2) Elaboración de listas de chequeo.
- 3) Desarrollo de matrices de interacción
- 4) El juicio de expertos

Las metodologías de cada una de las técnicas presentadas anteriormente, son descritas a detalle a continuación.

- Análisis por medio de los sistemas de información geográfica

La cartografía temática levantada para el Proyecto, el SAR y el CHF del mismo, permitió evaluar la situación ambiental actual del mismo, considerando la unidad natural de la cual forma parte.

Para la caracterización del Predio, SAR y CHF se utilizó:

- Fotografía satelital obtenida del programa Google Earth.
- Obtención del Modelo Digital de Elevación del Terreno.
- Interpretación geomorfológica de la topografía del terreno.
- Estudio de caracterización de vegetación del predio.
- Estudio de caracterización de fauna del predio.
- Análisis de los instrumentos normativos aplicables.
- Análisis e incorporación de diversas fuentes cartográficas y bibliográficas.
- Diagnóstico ambiental del predio.

Una vez determinadas las condiciones del Proyecto, SAR y CHF, fue posible llevar a cabo la identificación de posibles impactos ambientales que serían originados, así como su nivel de incidencia de acuerdo a la escala espacial.

- Listas de chequeo

Las listas de chequeo se elaboraron a partir de los factores naturales del entorno susceptibles de ser modificados, así como de las acciones en cada etapa del Proyecto que pudieran generar impactos en dichos factores. Los impactos se dividieron de acuerdo con el nivel y el factor sobre el que inciden.

Una vez identificados los factores del medio susceptibles de recibir impactos se procedió a elaborar una lista de chequeo en donde se relacionó por etapa cada actividad del Proyecto con los impactos que produciría y los factores ambientales que afectaría. A cada impacto se le clasificó como negativo, si sus efectos provocaban un detrimento en los atributos de cada factor considerado; o positivo si mejoraban la condición de estos.

Es importante resaltar que la elaboración de la siguiente lista de chequeo se fundamentó no solo en la percepción de las interacciones de los componentes del entorno y el Proyecto, sino también en un detallado análisis de la cartografía temática disponible, el juicio de expertos y la experiencia en identificación de impactos producidos por desarrollos similares.

- Matrices de interacción

La matriz de identificación de impactos ambientales consiste en una tabla que confronta cada actividad prevista por el Proyecto con el factor sobre el que incide y el impacto que provoca en él. Los impactos fueron identificados previamente en la lista de chequeo. Posteriormente, se procede a calificar los impactos como negativos (n) o positivos (p), según Gómez-Orea (2002), el signo de un impacto mide la gravedad de éste cuando es negativo y el “grado de bondad” cuando es positivo; en uno u otro caso, el valor se refiere a la cantidad, calidad, grado y forma en que un factor ambiental es alterado y al significado ambiental de dicha alteración.

Como en el caso de la lista de chequeo, esta matriz se fundamentó en el juicio de los expertos que participaron en la investigación ambiental del Proyecto, en el análisis de la información cuantitativa generada con los sistemas de información geográfica y en los datos arrojados por los estudios científicos desarrollados específicamente para los temas de vegetación y fauna.

Su objetivo fue identificar las interacciones que producen impactos positivos (p) y negativos (n), mediante la ponderación de:

- El componente ambiental más afectado por el Proyecto.
- La etapa que más efectos ambientales positivos o negativos provoca.
- Las actividades que generan la mayor recurrencia de cada impacto ambiental identificado.

Con la información obtenida de esta manera fue posible determinar las medidas de mitigación y compensación que se integraron a los programas que conforman el Sistema de Manejo y Gestión Ambiental propuesto para el Proyecto y descrito en el Capítulo 7, así como establecer medidas precautorias para la no afectación de elementos, procesos o ecosistemas sensibles.

9.8.1. Evaluación de Impactos

Para calcular la significancia o relevancia de un impacto se consideraron dos variables: la incidencia y la magnitud.

La magnitud se define como la cantidad y calidad del factor modificado en términos relativos al marco de referencia adoptado⁵ (Gómez-Orea 2002) y se calculó para el presente DTU-BR a partir de las superficies por tipo de vegetación o ecosistema que serán alteradas y del estado de conservación de cada factor que será afectado de acuerdo a lo manifestado en los estudios científicos particulares realizados para el SAR delimitado.

La incidencia se refiere a la severidad, grado y forma de la alteración, definidos por su intensidad y por la siguiente serie de atributos de tipo cualitativo: *consecuencia, acumulación, sinergia, momento, reversibilidad, periodicidad, permanencia, recuperabilidad y frecuencias* (Gómez-Orea 2002). Para calcular la incidencia se le asignó a cada uno de dichos atributos un valor entre 1 y 3 según las definiciones que se muestran en la Tabla 9. 10.

⁵ Marco de referencia: espacio geográfico en relación con el cual se estima el valor de un impacto, que para el caso de este DTU-BR, se refiere al SAR definido.

Tabla 9. 10. Descripción de la escala de los atributos para evaluar impactos ambientales. Fuente: **GPPA** elaboración propia modificada de Gómez-Orea (2003).

Atributos	Escala		
	1	2	3
Consecuencia (C)	Indirecto: el impacto ocurre de manera indirecta.	No aplica	Directo: el impacto ocurre de manera directa.
Acumulación (A)	Simple: cuando el efecto en el ambiente no resulta de la suma de los efectos de acciones particulares ocasionados por la interacción con otros que se efectuaron en el pasado o que están ocurriendo en el presente.	No aplica	Acumulativo: cuando el efecto en el ambiente resulta de la suma de los efectos de acciones particulares ocasionados por la interacción con otros que se efectuaron en el pasado o que están ocurriendo en el presente.
Sinergia (S)	No Sinérgico: cuando el efecto conjunto de la presencia simultánea de varias acciones no supone una incidencia ambiental mayor que la suma de las incidencias individuales contempladas aisladamente.	No aplica	Sinérgico: cuando el efecto conjunto de la presencia simultánea de varias acciones supone una incidencia ambiental mayor que la suma de las incidencias individuales contempladas aisladamente.
Momento o Tiempo (T)	Corto: cuando la actividad dura menos de 1 mes.	Mediano: la acción dura más de 1 mes y menos de 1 año.	Largo: la actividad dura más de 1 año.
Reversibilidad del impacto (Rv)	A corto plazo: la tensión puede ser revertida por las actuales condiciones del sistema en un período de tiempo relativamente corto, menos de un año.	A mediano plazo: el impacto puede ser revertido por las condiciones naturales del sistema, pero el efecto permanece de 1 a 3 años.	A largo plazo: el impacto podrá ser revertido naturalmente en un periodo mayor a tres años, o no sea reversible.
Periodicidad (Pi)	Aparición irregular: cuando el efecto ocurre de manera ocasional.	No aplica	Periódico: cuando el efecto se produce de manera reiterativa.
Permanencia (Pm)	Temporal: el efecto se produce durante un periodo definido de tiempo.	No aplica	Permanente: el efecto se mantiene al paso del tiempo.
Recuperabilidad (Rc)	Recuperable: que el componente afectado puede volver a contar con sus características.	No aplica	Irrecuperable: que el componente afectado no puede volver a contar con sus características (efecto residual).
Frecuencia (F)	Poco frecuente: el impacto se presenta en menos de un tercio de las actividades del proyecto.	Medianamente frecuente: el impacto se presenta entre un tercio y dos tercios de las actividades del proyecto.	Muy frecuente: el impacto se presenta en más de dos tercios de las actividades del proyecto.

Con base en el juicio de expertos, la lista de chequeo y la matriz de identificación de impactos ambientales, se generó una matriz de evaluación de impactos ambientales en donde se califica cada impacto, de acuerdo con el factor ambiental y sus propiedades afectadas.

Con los resultados de dicho análisis se pudo calcular el índice de incidencia para cada impacto, mediante la aplicación del modelo propuesto por Gómez-Orea (2002)⁶ y cuyos pasos se describen a continuación:

⁶ Domingo Gómez Orea (2002), página 330.

1. Se atribuyó un código numérico a cada carácter del atributo, acotado entre un valor máximo para la más desfavorable y uno mínimo para la más favorable.
2. El índice de incidencia de cada impacto se evaluó a partir del siguiente algoritmo simple, que consiste en la sumatoria de los valores asignados a los atributos de cada impacto y sus rangos de valor o escala (Expresión V.1):

$$I = C + A + S + T + Rv + Pi + Pm + Rc + F \quad \text{Expresión V.1}^7$$

3. Se estandarizó cada valor de cada impacto entre 0 y 1 mediante la Expresión V.2.

$$\text{Incidencia} = I - I_{\min} / I_{\max} - I_{\min} \quad \text{Expresión V.2}$$

Siendo:

I = el valor de incidencia obtenido por un impacto.

I_{\max} = el valor de la expresión en el caso de que los atributos se manifestaran con el mayor valor, que para el caso de esta evaluación será 24, por ser 8 atributos con un valor máximo cada uno de 3.

I_{\min} = el valor de la expresión en caso de que los atributos se manifiesten con el menor valor, que para el caso de esta evaluación será 9, por ser 9 atributos con un valor mínimo cada uno de 1.

Esta matriz permitió evaluar los impactos ambientales generados en términos de su importancia, conocer los componentes ambientales más afectados por el proyecto e identificar y evaluar los impactos acumulativos y residuales, asociados directamente con los atributos de *acumulación* y *recuperabilidad*.

9.8.2. Jerarquización de Impactos

La matriz de jerarquización de impactos ambientales es solamente una variante de la de evaluación de impactos ambientales, pero tiene el objetivo de ordenar los impactos de mayor a menor para una mejor visualización de la jerarquía de los mismos, asignándoles un código de color para facilitar su valoración.

Debido a que al estandarizar los valores obtenidos para el índice de incidencia el máximo valor posible es 1, los impactos se agruparon en 3 rangos de 0.33 que se muestran en la Tabla 9. 11, y a cada uno de los cuales se le asignó un código de color. La descripción de cada rango y su interpretación se ajustan a las especificidades del SAR en cuanto a la integridad de sus componentes, así como a la definición de impacto ambiental relevante citada en el Reglamento de la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental.

⁷ Modificado de Gómez-Orea, Domingo. Evaluación de Impacto Ambiental. Mundi-Prensa 2002. Pag. 330

Tabla 9. 11. Rango de significancia de los impactos ambientales evaluados de acuerdo con su Índice de Incidencia.

Rango	Interpretación	Índice de Incidencia
Significativo (S)	Se pueden generar alteraciones que sin medidas afecten el funcionamiento o estructura de los ecosistemas dentro del SAR.	0.68 o mayor
No significativo (NS)	Se compromete la integridad de elementos o procesos sin poner en riesgo la estructura y función de los ecosistemas de los que forman parte.	0.34 a 0.67
Despreciables (D)	Alteraciones de muy bajo impacto a elementos o procesos que no comprometen la integridad de los mismos.	0.33 o menor

Los impactos ambientales que por su índice de incidencia resultaron despreciables no fueron considerados para la determinación de su magnitud y significancia. Sin embargo, esto no los excluyó del análisis para el establecimiento de las medidas de prevención, mitigación o compensación que se describe en el Capítulo 7 del presente DTU-BR. Lo anterior se fundamenta en el hecho de que no todos los impactos identificados deben analizarse con la misma intensidad, sino que conviene centrarse en los impactos clave (Gómez-Orea 2002).⁸

9.8.3. Determinación de la Significancia

La significancia de los impactos evaluados se determinó de acuerdo con la definición de “impacto significativo” establecida en el Reglamento de la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental, que en su fracción IX del Artículo 3 dice a la letra:

IX. Impacto ambiental significativo o relevante: Aquel que resulta de la acción del hombre o de la naturaleza, que provoca alteraciones en los ecosistemas y sus recursos naturales o en la salud, obstaculizando la existencia y desarrollo del hombre y de los demás seres vivos, así como la continuidad de los procesos naturales;

Esta definición y su consecuente razonamiento, indica que no todos los impactos deben atenderse con la misma intensidad, sino que conviene centrarse en los impactos clave, es decir, aquellos que potencialmente pueden generar desequilibrios ecológicos o ecosistémicos o que puedan sobrepasar límites establecidos en normas jurídicas específicas, sin menosprecio de las acciones que se puedan desarrollar para mitigar los impactos despreciables. Por ello se describieron y analizaron los criterios en base, a la definición arriba señalada, para este caso se consideraron los siguientes criterios: criterio jurídico, criterio ecosistémico (integridad funcional), criterio de calidad ambiental (percepción del valor ambiental) y criterio de capacidad de carga.

9.9. Estimación de la Erosión Potencial del Suelo

Como se ha referido, para la estimación de la pérdida de suelo se utilizó el modelo predictivo de la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo (EUPS) simplificada de acuerdo con Martínez-Ménez (2005), misma que se expresa como:

$$E = R K L S C P$$

⁸ Gómez-Orea, Domingo. Evaluación de Impacto Ambiental. Mundi Prensa 2002. Pág. 324.

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

Aplicando la ecuación anterior se pudo estimar los diferentes escenarios de erosión bajo diferentes condiciones. De esta forma, se estimó la erosión bajo las condiciones actuales (sin CUSTF y sin proyecto), así como la erosión con proyecto (con CUSTF, proyecto y medidas antierosivas), tal como se puede observar en los siguientes apartados.

9.10. Estimación de la Infiltración del Agua

Para la estimación del volumen de infiltración del agua en el área de estudio se utilizó la siguiente ecuación lineal:

$$\text{Infiltración} = (P - ETR) At - Ve$$

Dónde:

P= Precipitación (m³/m²/año)

ETR= Evapotranspiración (m³/m²/año)

Ve= Volumen de escurrimiento (m³/año)

At= Área de la parcela de estudio (m²)

9.11. Anexos Documentales

Anexo	Concepto
Anexo 1.1	Escritura Pública
Anexo 1.2	Escritura Pública
Anexo 1.3	Constancia de situación fiscal
Anexo 1.4	Representante legal
Anexo 1.5	Escritura Pública
Anexo 1.6	Registro federal de contribuyentes de la empresa responsable de la elaboración del estudio de impacto ambiental
Anexo 1.7	Cédula profesional del responsable técnico de la elaboración del estudio
Anexo 1.8	Constancia de situación fiscal de la empresa responsable de la elaboración del estudio forestal
Anexo 1.9	Número de inscripción en registro forestal nacional
Anexo 1.10	Cédula profesional del responsable técnico de la elaboración del estudio forestal
Anexo 2.1	Factibilidad Aguakan
Anexo 2.2	Factibilidad Aguakan
Anexo 2.3	Coordenadas UTM del área de cambio de uso de suelo en terrenos forestales (documentación presentada en archivos Excel)
Anexo 3.1	Oficio número SGPA/DGIRA/DG/04219
Anexo 3.2	Oficio número SGPA/DGIRA/DG/03246
Anexo 3.3	Oficio número SGPA/DGIRA/DG/09500
Anexo 3.4	Oficio número SGPA/DGIRA/DG/04903

Anexo 3.5	Oficio número SGPA/DGIRA/DG/02437
Anexo 3.6	Periódico Oficial del Estado de Quintana Roo, publicación emitida el 22 de junio de 2020
Anexo 3.7	Periódico Oficial del Estado de Quintana Roo, publicación emitida el 21 de febrero de 2021
Anexo 4.1	Datos cuenca (documentación presentada en archivos Excel)
Anexo 4.2	Datos Proyecto (documentación presentada en archivos Excel)
Anexo 6.1	Estudio de erosión de suelos
Anexo 6.2	Estudio de infiltración
Anexo 7.1	Propuesta de Programa de Rescate y Reubicación de Especies de Flora y Fauna
Anexo 9.1	Coordenadas UTM del Proyecto (documentación presentada en archivos Excel)

9.12. Anexos Cartográficos

Figura	Plano
Figura 1.1	Ubicación regional del Proyecto
Figura 1.2	Superficie del Lote 003 y Lote 008
Figura 1.3	Distribución de los usos de suelo asignados por el PPDU-J a los predios Lote 003 y Lote 008
Figura 1.4	Distribución de los usos de suelo asignados por el Plan Maestro Ciudad Mayakoba a los predios Lote 003 y Lote 008
Figura 1.5	Coordenadas Lote 13
Figura 1.6	Coordenadas Lote 32
Figura 2.3	Lotes que conforma el Proyecto en Plan Maestro autorizado de Ciudad Mayakoba
Figura 2.4	Distribución de las obras propuestas para el Proyecto
Figura 2.6	Representación gráfica local del Proyecto
Figura 2.8	Vía de acceso al Proyecto
Figura 2.9	Distribución de las superficies de aprovechamiento y conservación del Proyecto.
Figura 2.10	Distribución de las superficies de aprovechamiento del Proyecto respecto de la vegetación registrada
Figura 2.11	Distribución en el Proyecto de obras techadas y no techadas
Figura 2.12	Distribución en el Proyecto de las áreas permeables y no permeables
Figura 2.13	Área sujeta a CUSTF
Figura 2.14	Distribución de las torres en los Lotes 13 y 32, que conforman la Fase A
Figura 2.16	Distribución de las torres en los Lotes 13 y 32, que conforman la Fase B.
Figura 2.19	Ubicación del estacionamiento no techado en el Lote 32
Figura 2.21	Ubicación de las casetas en el Lote 13 y 32
Figura 2.23	Distribución de las áreas verdes en el Proyecto
Figura 2.24	Distribución de las áreas de conservación en el Proyecto
Figura 2.25	Ubicación de los pozos de absorción Lote 13
Figura 2.26	Ubicación de los pozos de absorción Lote 32
Figura 2.27	Ubicación de las obras provisionales en el Lote 13
Figura 2.28	Ubicación de las obras provisionales en el Lote 32
Figura 3.3	Ubicación del Proyecto dentro del Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio
Figura 3.4	Ubicación del Proyecto respecto del Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe
Figura 3.6	UGA del Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Solidaridad aplicable al Proyecto
Figura 3.9	Ubicación del Proyecto dentro del Programa Parcial de Desarrollo Urbano El Jesusito
Figura 3.11	Ubicación geográfica de las áreas naturales protegidas federales cercanas al Proyecto
Figura 3.12	Ubicación geográfica de las áreas naturales protegidas estatales y municipales cercanas al Proyecto
Figura 3.13	Ubicación del Proyecto respecto a la Región Hidrológica Prioritaria 105 Corredor Cancún - Tulum

Figura	Plano
Figura 3.14	Ubicación del Proyecto respecto de las Regiones Terrestres Prioritarias
Figura 3.15	Ubicación del Proyecto respecto a la Región Marina Prioritaria 63 Punta Maroma – Punta Nizuc
Figura 3.16	Ubicación del Proyecto respecto de las Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves
Figura 3.17	Ubicación del Proyecto respecto a los Sitios Prioritarios de Manglar más cercanos
Figura 3.18	Ubicación del Proyecto respecto a los Sitios Prioritarios Marinos más cercanos
Figura 3.19	Ubicación del Proyecto respecto a los Sitios Prioritarios Terrestres más cercanos
Figura 3.20	Ubicación del Proyecto respecto de los sitios Ramsar
Figura 4.2	Localización del Proyecto respecto de la Cuenca Hidrológica Forestal
Figura 4.4	Provincias y subprovincias fisiográficas a nivel regional
Figura 4.5	Unidades naturales del SAR del proyecto autorizado Ciudad Mayakoba
Figura 4.7	Uso de suelo y vegetación donde se ubica el Proyecto
Figura 4.13	Sistema Ambiental Regional del Proyecto
Figura 4.14	Localización del SAR respecto de la CHF
Figura 4.15	Distribución de los tipos de climáticos a nivel regional
Figura 4.17	Distribución de los tipos de suelo a nivel regional
Figura 4.25	Geología a nivel regional
Figura 4.26	Plano de fallas y fracturamiento
Figura 4.30	Distribución de los sitios de muestreo de flora dentro de la unidad de análisis
Figura 4.34	Distribución de los sitios de muestreo de flora dentro del Proyecto
Figura 4.36	Distribución de los sitios de monitoreo de la fauna correspondientes al proyecto Ciudad Mayakoba
Figura 4.38	Distribución de los sitios de muestreo de fauna dentro del Proyecto
Figura 7.6	Ubicación inicial con la que contara el vivero temporal

9.13. Bibliografía

Acuerdo por el que se expide la parte marina del Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe y se da a conocer la parte regional del propio Programa [POEMyRGMyc] Diario Oficial de la Federación, 24 de noviembre de 2012.

Acuerdo por el que se expide el Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio [POEGT]. Diario Oficial de la Federación, 07 de septiembre de 2012.

Alba, E. y Reyes, M. 2018. Valoración económica de los recursos biológicos del país. En La diversidad biológica de México. Estudio de país. (211-236). México: CONABIO (Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad).

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.

Arriaga, L., J.M. Espinoza, C. Aguilar, E. Martínez, L. Gómez y E. Loa (coordinadores). 2000. Regiones terrestres prioritarias de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad. México.

Batlloori, E. y Febles J. 2002. El agua subterránea en el desarrollo regional de la península de Yucatán. Centro de Investigaciones Avanzadas del Instituto Politécnico Nacional. Avance y perspectiva, volumen 21. 67–77 pp.

- Berger, J. 1993. Ecological Restoration and Non Indigenous Plant Species: A Review. *Restoration Ecology*. June: 74-82.
- Castro, M. (2013). Registro de la Riqueza Herbácea y Arbustiva en el Bosque de Abies religiosa de la Zona de Amortiguamiento del Parque Nacional Izta-Popo y el Parque Nacional Zoquiapan. Facultad de Estudios Superiores Zaragoza. Laboratorio de Contaminación Atmosférica. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. 24 de agosto de 2016. Los Sitios Ramsar de México. Obtenido de: <https://www.gob.mx/conanp/acciones-y-programas/sitios-ramsar>.
- Comisión Nacional del Agua. 2012. Programa Hídrico Regional Visión 2030. Región Hidrológica – Administrativa XXII Península de Yucatán. México, D.F. 135 pág.
- Comisión Nacional del Agua. 2015. Actualización de la disponibilidad media anual de agua en el acuífero Península de Yucatán (3105), Estado de Yucatán. 23 pág.
- Comisión Nacional del Agua. 2018. Información Climatológica por Estado. Base de Datos Climatológica. México. Recuperado de: <http://smn.cna.gob.mx/es/informacion-climatologica-ver-estado?estado=qroo>.
- CONABIO-CONANP-TNC-PRONATURA. 2007. Sitios marinos prioritarios para la conservación de la biodiversidad. Recuperado de: http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:qxnWn9ksy3sJ:www.conabio.gob.mx/gap/index.php/Procesos_oceanogr%25C3%25A1ficos+&cd=1&hl=es-419&ct=clnk&gl=mx&client=firefox-b-d.
- Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos [CPEUM]. Artículos 1, 4, 27 y 133. 05 de febrero de 1917. Diario Oficial de la Federación. Última reforma DOF 29 de enero de 2016.
- Convenio Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. Artículos 3 y 4. 1992. Naciones Unidas.
- Convenio sobre la Diversidad Biológica. Artículo 14. 1992. Naciones Unidas.
- Charvet, G. 2009. Exploration, modelling and management of groundwater resources in Northern Quintana Roo, Mexico. Technical University of Denmark, Department of Environmental Engineering. 123 pp.
- Dajoz, R. 2001. Entomología forestal: los insectos y el bosque. Papel y diversidad de los insectos en el medio forestal. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España.
- Decreto del Ejecutivo del Estado, mediante el cual se establece el Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Solidaridad, Quintana Roo, México [POEL Solidaridad]. Periódico Oficial del Estado de Quintana Roo, 25 de mayo de 2009.
- Diario Oficial de la Federación. 31 de julio de 2014. ACUERDO mediante el cual se expiden los costos de referencia para reforestación o restauración y su mantenimiento para compensación ambiental por cambio de uso de suelo en terrenos forestales y la metodología para su estimación.

- Diario Oficial de la Federación. 2018. Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. Obtenido de http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/148_050618.pdf.
- Doering, D.O. and Butler, J.H. 1974. Hydrogeologic constraints on Yucatan's development, *Science* 186 (4,164), 591-595.
- Duch-Gary J. (1988). La conformación territorial del estado de Yucatán. Universidad Autónoma de Chapingo. México. 427 p.
- Echavarren, J. 2007. Aspectos Socioeconómicos de la Evaluación de Impacto Ambiental. Centro de Estudios Andaluces. *Revista Internacional de Sociología*. Vol. LXV, N° 47. Pp 99 -16.
- Espinoza, N., Gatica, J. y Smyle, J. 1999. El pago por servicios ambientales y el desarrollo sostenible en el medio rural. San José, C.R.: Unidad Regional de Asistencia Técnica (RUTA).
- FAO – Unesco. 1976. Mapa mundial de suelos 1:5 000 000. Place de Fontenoy, París. 120 pág.
- Fernández-Eguiarte, A., Zavala-Hidalgo, J., Romero-Centeno, R., 2018. Atlas Climático Digital de México. Universidad Nacional Autónoma de México. Centro de ciencias de la Atmósfera. Obtenido de: <http://uniatmos.atmosfera.unam.mx/>.
- Gaines, L., Harrod, J., Eehmkuhl, F. 1999. Monitoring biodiversity: quantification and interpretation. Gen. Tech. Rep. PNW-GTR-443. Portland, OR: USDA, FS, Pacific Northwest Research Station.
- García, E. – Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), (1998). 'Climas' (clasificación de Köppen, modificado por García). Escala 1:1000000. México.
- Gómez-Orea, D. 2002. Evaluación de Impacto Ambiental. Un instrumento preventivo para la gestión ambiental. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España.
- Gómez-Orea, D. y Gómez Villarino, M. 2013. Evaluación de Impacto Ambiental. Ediciones Mundi-Prensa. España.
- Gómez-Pompa, A.; Vázquez-Yanes, C. 1981. Successional studies of a rainforest in México. In: West, D.C.; Shugart, H.H.; Botking, D.B., eds. Forest succession, concepts, and applications. New York: Springer- Verlag: 246-266.
- GRUDEMI. (2017-2020). Enciclopedia Económica. Obtenido de: <https://enciclopediaeconomica.com/sectores-economicos/>.
- Herrera, P. S. F. Crecimiento Económico y Turístico para un Desarrollo Regional en la Riviera Maya, Caso de Estudio Playa del Carmen. Recuperado de: http://www.saree.com.mx/lab/sites/default/files/cap3TM/CAPITULO3_V2_HERRERAPdocx.pdf
- H. Ayuntamiento de Solidaridad. 2016 – 2018. Plan Municipal de Desarrollo. 2016-2018.

- H. Ayuntamiento de Solidaridad. 2016. Atlas de Peligros y/o Riesgos del Municipio de Solidaridad. Obtenido de: <file:///C:/Users/Yazmin/Downloads/YAZMIN%20DESCARGAS/Documentos%20Consulta/>
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. 1990. Geología de la República Mexicana. Aguascalientes, Ags., México. 87 pág.
- Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática. 2002. Estudio Hidrológico del Estado de Quintana Roo. Aguascalientes, Ags, México. 49 pág.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. 2008. Características edafológicas, fisiográficas, climáticas e hidrográficas de México. Recuperado de: http://www.inegi.org.mx/inegi/spc/doc/INTERNET/1-GEOGRAFIADAMEXICO/MANUAL_CARAC_EDA_FIS_VS_ENERO_29_2008.pdf.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. 2009. Portuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos. Solidaridad, Quintana Roo. Clave geoestadística 23008. Recuperado de: http://www3.inegi.org.mx/contenidos/app/mexicocifras/datos_geograficos/23/23008.pdf.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. 2014. Censos Económicos. 76 pág.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. 2015. Panorama sociodemográfico de Quintana Roo. México. 39 pág.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. 2015. Principales resultados de la Encuesta Intercensal. 103 pág.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. 2016. Anuario estadístico y geográfico de Quintana Roo. México. 410 pág.
- IUSS Working Group WRB, 2015. Base referencial mundial del recurso suelo 2014, actualización 2015. Sistema internacional de clasificación de suelos para la nomenclatura de suelos y la creación de leyendas de mapas de suelos. Informes sobre recursos mundiales de suelos 106. FAO, Roma. 218 pág.
- Izko, X. y Burneo, D. 2003, Herramientas para la valoración y manejo forestal sostenible de los bosques sudamericanos. UICN-Sur.
- Jurisprudencia I.4o.A. J/2 (10a.), sostenida por el Cuarto Tribunal Colegiado en materia Administrativa del Primer Circuito, visible en la página 1627 del Libro XXV, Tomo 3 del mes de octubre de 2013; publicado en el Semanario Judicial de la Federación, Décima Época, cuyo rubro es “Derecho a un medio ambiente adecuado para el desarrollo y bienestar. Aspectos en que se desarrolla”.
- Kauffer, E. y Villanueva, C. 2011. Retos de la Gestión de una Cuenca Construida: La Península de Yucatán en México. Aqua-LAC – Vol. 3 – N° 2. Pp 81 – 91.
- Ley de Aguas Nacionales [LAN]. 01 de diciembre de 1992. Diario Oficial de la Federación. Última reforma DOF 06 de enero de 2020.

- Ley Federal de Responsabilidad Ambiental [LFRA]. 7 de junio de 2013. Diario Oficial de la Federación.
- Ley General de Cambio Climático [LGCC]. 06 de junio de 2012. Diario Oficial de la Federación. Última reforma DOF 13 de julio de 2018.
- Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable. Diario Oficial de la Federación, México, 05 de junio de 2018. Última reforma publicada DOF 11 de abril de 2022.
- Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. Diario Oficial de la Federación, México, 28 de enero de 1988. Última reforma publicada DOF 05 de junio de 2018.
- Ley del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente del Estado de Quintana Roo [LEEPA]. 29 de junio de 2001. Última reforma PO 16 de agosto de 2018.
- Ley General de Vida Silvestre [LGVS]. 03 de julio de 2000. Diario Oficial de la Federación. Última reforma DOF 19 de enero de 2018.
- Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos [LGPGIR]. 08 de octubre de 2003. Diario Oficial de la Federación. Última reforma DOF 19 de enero de 2018.
- Ley Federal sobre Metrología y Normalización [LFMN]. 01 de julio de 1992. Diario Oficial de la Federación. Última reforma DOF 30 de abril de 2009.
- López-Torres, J. y Tamarit-Urias. (2005). Crecimiento e incremento en diámetro de *Lysiloma latisiliquum* (L) Beth en bosque secundarios en Escárcega, Campeche, México. Revista Chapingo. Recuperado de: https://www.researchgate.net/publication/286334546_Crecimiento_e_incremento_en_dia metro_de_Lysiloma_latisiliquum_L_Benth_en_bosques_secundarios_en_Escarcega_Ca mpeche_Mexico_Revista_Chapingo.
- Magurran, A. 1988. Ecological diversity and its measurement. Princeton University Press. New Jersey.
- Martínez-Garza, C. and R. González-Montagut. 2002. Seed rain of fleshy-fruited species in tropical pastures in Los Tuxtlas, Mexico. *Journal of Tropical Ecology*, 18: 457-462.
- Martínez-Garza C. and H.F. Howe. 2003. Restoring tropical diversity: beating the time taxon species loss. *Journal of Applied Ecology* 40: 423 -429.
- Martínez-Garza, C., S. Saha, V. Torres, J. S. Brown and H. F. Howe. 2004. Planting densities and bird and rodent absence affect size distributions of four dicots in synthetic tallgrass communities. *Oecologia*, 139: 433-439.
- MODIFICACIÓN del Anexo Normativo II, Lista de especies en riesgo de 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, publicada el 30 de diciembre de 2010.
- Molina, P. 2005. Plan de Negocios para el emprendimiento de una empresa constructora de vivienda. Caso: Urbanización La Pradera (Tesis de MBA). Tarija, Bolivia: Universidad Católica Boliviana.

- Moterroso R.A. et al. 2014. Vulnerabilidad y adaptaciones a los efectos del cambio climático en México. Centro de Ciencias de la Atmósfera. Programa de Investigación en Cambio Climático. Universidad Nacional Autónoma de México. <http://atlasclimatico.unam.mx/VulnerabilidadalCC/PDFs/QuintanaRoo.pdf>.
- Montes S. Frederiksen. 2002. Manual de métodos Básicos de Muestreo y Análisis de Ecología Vegetal, Santa Cruz de la Sierra Bolivia. 82 p.
- Muñoz, P.C. 1994. The Economic Value of Mexican Biodiversity. O'Toole R. y K. Hess Jr., Incentives for Protecting Northamerican Biodiversity, vol. 1, núm. 3. Oregon.
- Naeem, S., Chair, F., Chapin, III., Costanza, F., Ehrlich, P., Golley, F., Hooper, D., Lawton, J., O'Neill, Robert., Mooney, H., Sala, O., Symstad, A. y Tilman, D. 1999. Biodiversity and Ecosystem Fuctioning: Maintaining Natural Life Support Processes. Issues in Ecology. Number 4.
- NORMA Oficial Mexicana NOM-001-STPS-2008, Edificios, locales, instalaciones y áreas en los centros de trabajo-Condiciones de seguridad. 24 de noviembre de 2008. Diario Oficial de la Federación.
- NORMA Oficial Mexicana NOM-002-STPS-2010, Condiciones de seguridad-Prevención y protección contra incendios en los centros de trabajo. 09 de diciembre de 2010. Diario Oficial de la Federación.
- NORMA Oficial Mexicana NOM-003-SEGOB-2011, Señales y avisos para protección civil. - Colores, formas y símbolos a utilizar. 23 de diciembre de 2011. Diario Oficial de la Federación.
- NORMA Oficial Mexicana NOM-017-STPS-2008, Equipo de protección personal-Selección, uso y manejo en los centros de trabajo. 09 de diciembre de 2008. Diario Oficial de la Federación.
- NORMA Oficial Mexicana NOM-052-SEMARNAT-2005. Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos. 23 de junio de 2006. Diario Oficial de la Federación.
- NORMA Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo. Diario Oficial de la Federación, México, jueves 30 de diciembre de 2010.
- NORMA Oficial Mexicana NOM-076-SEMARNAT-2012. Que establece los niveles máximos permisibles de emisión de hidrocarburos no quemados, monóxido de carbono y óxidos de nitrógeno provenientes del escape, así como de hidrocarburos evaporativos provenientes del sistema de combustible, que usan gasolina, gas licuado de petróleo, gas natural y otros combustibles alternos y que se utilizarán para la propulsión de vehículos automotores con peso bruto vehicular mayor de 3,857 kilogramos nuevos en planta. 27 de noviembre de 2012. Diario Oficial de la Federación.

- NORMA Oficial Mexicana NOM-077-SEMARNAT-1995. Que establece el procedimiento de medición para la verificación de los niveles de emisión de la opacidad del humo proveniente del escape de los vehículos automotores en circulación que usan diésel como combustible. 13 de noviembre de 1995. Diario Oficial de la Federación.
- NORMA Oficial Mexicana NOM-080-SEMARNAT-1994. Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido proveniente del escape de los vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación y su método de medición. 13 de enero de 1995. Diario Oficial de la Federación.
- 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. 13 de enero de 1994. Diario Oficial de la Federación.
- NORMA Oficial Mexicana NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012. Límites máximos permisibles de hidrocarburos en suelos y lineamientos para el muestreo en la caracterización y especificaciones para la remediación. 10 de septiembre de 2013. Diario Oficial de la Federación.
- NORMA Oficial Mexicana NOM-162-SEMARNAT-2012, Que establece las especificaciones para la protección, recuperación y manejo de las poblaciones de las tortugas marinas en su hábitat de anidación. 01 de febrero de 2013. Diario Oficial de la Federación.
- Patiño, V. F., Torres, L. J.L., Piña, Ch, F., Gómez, D. A. y Escalante, R. P. J., 2001. Selva 2001, Programa de cómputo, para procesar la información de inventarios forestales de especies tropicales.
- Periódico Oficial del Estado de Quintana Roo. 22 de junio de 2020. Acuerdo mediante el cual se aprueba autorizar la Conformación del Polígono de Actuación Privado para la Relocalización de usos y destinos del suelo e intercambio de potencialidad de edificación dentro del desarrollo denominado “CIUDAD MAYAKOBA”, respecto a los lotes ubicados en Carretera Federal 307 Chetumal- Puerto Juárez, Km 298, predio conocido como “EL JESUSITO” de la Ciudad de Playa del Carmen, Municipio de Solidaridad, Quintana Roo.
- Periódico Oficial de la Federación. 21 de febrero de 2021. Acuerdo mediante el cual se aprueba autoriza la conformación del Polígono de Actuación Residencial, de actuación privada para la Relocalización de usos y destinos del suelo e intercambio de potencialidad de edificación dentro del desarrollo denominado complejo “CIUDAD MAYAKOBA”, respecto a los lotes 003 y 008, ubicados en la Carretera Federal 307 Chetumal-Puerto Juárez, km 298, en la Ciudad de Playa del Carmen, Municipio de Solidaridad, Quintana Roo; mismos que no contravienen, ni alteran las condiciones naturales de crecimiento, si no por el contrario privilegia la continuidad del desarrollo ordenado y planificado del Municipio de Solidaridad, Quintana Roo.
- Pielou, C. 1975. Ecological diversity. John Wiley, New York.
- Plan Estatal de Desarrollo 2016 – 2022 [PED]. 25 de enero de 2017. Periódico Oficial del Estado de Quintana Roo.
- Plan Nacional de Desarrollo 2019 – 2024 [PND]. Diario Oficial de la Federación, México, 12 de julio de 2019.

- Pozo, C., Armijo Canto, N. y Calmé, S. (editoras). 2011. Riqueza Biológica de Quintana Roo. Un análisis para su conservación, Tomo 1. El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR).
- Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población Playa del Carmen, Municipio Solidaridad 2010 – 2050 [PDUPC]. Periódico Oficial del Estado de Quintana Roo, 20 de diciembre de 2010.
- Programa Municipal de Desarrollo Urbano de Solidaridad 2010 – 2050 [PMDUS]. Periódico Oficial del Estado de Quintana Roo, 20 de diciembre de 2010.
- Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2013 – 2018 [PROMARNAT]. Diario Oficial de la Federación, México, 12 de diciembre de 2013.
- Programa Sectorial de Turismo 2020 – 2024 [PROSECTUR]. Diario Oficial de la Federación, México, 03 de julio de 2020.
- RAMSAR. s. f. Acerca de la Convención sobre los Humedales. Obtenido de: <https://www.ramsar.org/es/node/5696>.
- Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable. Diario Oficial de la Federación, México, 09 de diciembre de 2020.
- Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental. Diario Oficial de la Federación, México, 30 de mayo de 2000. Última reforma publicada DOF 31 de octubre de 2014.
- Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos. 30 de noviembre de 2006. Diario Oficial de la Federación. Última reforma DOF 31 de octubre de 2014.
- Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (SARH). 1985. Inventario Forestal del Estado de Campeche, SARH. Publicación Especial No.56, México, D.F. 91 pp.
- Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (SARH). 1985. Inventario Forestal del Estado de Tabasco, SARH. Publicación Especial No.54, México, D.F. 86 pp.
- Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (SARH). 1985. Inventario Forestal del Estado de Yucatán, SARH. Publicación Especial No.55, México, D.F. 95 pp.
- Secretaría de la Convención de Ramsar. 2016. Manual de la Convención de RAMSAR. Introducción a la Convención sobre los Humedales.
- Secretaría de Gobierno. Coordinación Estatal de Protección Civil; Departamento de Meteorología. <https://qroo.gob.mx/segob/coeproc/ciclones-tropicales-con-influencia-en-el-territorio-estatal>.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 08 de febrero de 2008. Guía Manifestación de Impacto Ambiental Regional. Obtenido de: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/121011/Guia_MIA-Regional.pdf.

- Secretaría de Turismo. 2018. Compendio Estadístico del Turismo en México. Obtenido de: file:///C:/Users/yazmin/Downloads/YAZMIN%20DESCARGAS/Documentos%20Consulta/COMPENDIO_TURISMO_MEX_2017.pdf.
- Serrano-Altamirano, V.; Ruiz-Corral, A.; Rodríguez-Ávila, J. H.; Medina-García, G. y Cano-García, M.A. 2007. Estadísticas climatológicas básicas de la Península de Yucatán (Período 1961-2003). INIFAP. SAGARPA: Libro Técnico No. 1. Oaxaca, México. 190 pág.
- Vázquez Navarrete, C.J., E.E. Mata, D.J. Palma, G. Márquez, A. López. 2011. Valoración Económica de los Bienes y Servicios Ambientales en Zonas con Influencia Petrolera en Tabasco, Secretaría de Recursos Naturales y Protección Ambiental. Villahermosa, Tabasco, México. 100 p.
- Vidal R. 2005. Las Regiones Climáticas de México 1.2.2. Instituto de Geografía. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D. F. 212 pág.
- Villareal H., M. Álvarez, S. Córdoba, F. Escobar, G. Fagua, F. Gast, H. Mendoza, M. Ospina y A.M. Umaña. Segunda edición. 2006. Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad. Programa de Inventarios de Biodiversidad. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, Colombia.