

# MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD PARTICULAR

## DEPARTAMENTOS YUM BALAM



HOLBOX, QUINTANA ROO, DICIEMBRE 2018

# ÍNDICE

<b>PRESENTACIÓN .....</b>	<b>I-1</b>
<b>I DATOS GENERALES DEL PROYECTO Y DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL .....</b>	<b>I-1</b>
I.1 DATOS GENERALES DEL PROYECTO .....	I-1
I.1.1 <i>Nombre del proyecto .....</i>	<i>I-1</i>
I.1.2 <i>Ubicación del proyecto .....</i>	<i>I-1</i>
I.1.3 <i>Duración del proyecto.....</i>	<i>I-2</i>
I.2 DATOS GENERALES DEL PROMOVENTE .....	I-2
I.2.1 <i>Nombre o Razón Social .....</i>	<i>I-2</i>
I.2.2 <i>Registro Federal de Contribuyentes.....</i>	<i>I-3</i>
I.2.3 <i>Datos del Representante Legal .....</i>	<i>I-3</i>
I.2.4 <i>Dirección del Promovente para oír y recibir notificaciones en la Ciudad de Cancún .....</i>	<i>I-3</i>
I.3 RESPONSABLES DE LA ELABORACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL....	I-3
I.3.1 <i>Nombre del responsable técnico.....</i>	<i>I-3</i>
I.3.2 <i>Registro Federal de Contribuyentes o CURP .....</i>	<i>I-3</i>
I.3.3 <i>Dirección del responsable técnico del documento .....</i>	<i>I-3</i>
I.3.4 <i>Geomática .....</i>	<i>I-3</i>
<b>II DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO .....</b>	<b>II-4</b>
II.1.1 <i>Antecedentes administrativos .....</i>	<i>II-4</i>
II.1.2 <i>Ubicación física .....</i>	<i>II-8</i>
II.1.3 <i>Inversión requerida .....</i>	<i>II-9</i>
II.2 CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL PROYECTO .....	II-9
II.2.1 <i>Naturaleza del proyecto .....</i>	<i>II-13</i>
II.2.2 <i>Descripción de la obra .....</i>	<i>II-19</i>
II.2.2.1 <i>Situación del suelo y subsuelo en la zona de interés .....</i>	<i>II-19</i>
II.2.2.2 <i>Obras que componen el proyecto.....</i>	<i>II-23</i>
II.2.3 <i>Gestión del agua.....</i>	<i>II-36</i>
II.2.3.1 <i>Usuarios y usos del agua del proyecto .....</i>	<i>II-37</i>
II.2.3.2 <i>Manejo del agua.....</i>	<i>II-42</i>
II.2.3.3 <i>Planta de Tratamiento de Aguas Residuales .....</i>	<i>II-48</i>
II.2.4 <i>Programa de trabajo .....</i>	<i>II-56</i>
II.2.4.1 <i>Etapas de construcción .....</i>	<i>II-57</i>
II.2.5 <i>Representación gráfica regional.....</i>	<i>II-59</i>
II.2.6 <i>Representación gráfica local.....</i>	<i>II-61</i>
II.3 MÉTODO CONSTRUCTIVO .....	II-64
II.3.1 <i>Preparación del sitio y construcción .....</i>	<i>II-64</i>
II.3.2 <i>Desmantelamiento y abandono de las instalaciones .....</i>	<i>II-67</i>
II.3.2.1 <i>Residuos .....</i>	<i>II-67</i>
II.3.3 <i>Emisiones y descargas .....</i>	<i>II-68</i>
II.3.4 <i>Áreas permeables y áreas verdes .....</i>	<i>II-68</i>
II.3.5 <i>Servicios requeridos .....</i>	<i>II-69</i>
II.3.6 <i>Otros .....</i>	<i>II-69</i>

<b>III</b>	<b>VINCULACIÓN CON LOS INSTRUMENTOS DE PLANEACIÓN Y ORDENAMIENTOS JURÍDICOS</b>	
	<b>APLICABLES.....</b>	<b>III-70</b>
<i>III.1.1</i>	<i>Consideraciones preliminares.....</i>	<i>III-70</i>
<i>III.1.2</i>	<i>Ordenamientos jurídicos federales.....</i>	<i>III-73</i>
<i>III.1.2.1</i>	<i>Constitución política de los Estados Unidos Mexicanos.....</i>	<i>III-74</i>
<i>III.1.2.2</i>	<i>Tratados internacionales vinculantes.....</i>	<i>III-80</i>
<i>III.1.2.3</i>	<i>Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LEGEEPA).....</i>	<i>III-88</i>
<i>III.1.2.4</i>	<i>Reglamento de Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LEGEEPA) en materia de Evaluación del Impacto Ambiental (REIA).....</i>	<i>III-91</i>
<i>III.1.2.5</i>	<i>Reglamento de Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LEGEEPA) en materia de Áreas Naturales Protegidas (RANP).....</i>	<i>III-94</i>
<i>III.1.2.6</i>	<i>Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS).....</i>	<i>III-102</i>
<i>III.1.2.7</i>	<i>Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS).....</i>	<i>III-104</i>
<i>III.1.2.8</i>	<i>Ley General de Vida Silvestre.....</i>	<i>III-105</i>
<i>III.1.2.9</i>	<i>Ley de Aguas Nacionales.....</i>	<i>III-110</i>
<i>III.1.2.10</i>	<i>Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales.....</i>	<i>III-115</i>
<i>III.1.3</i>	<i>Normas Oficiales Mexicanas.....</i>	<i>III-124</i>
<i>III.1.3.1</i>	<i>NOM-022-SEMARNAT-2003. Que establece las especificaciones para la preservación, conservación, aprovechamiento sustentable y restauración de los humedales costeros en zonas de manglar y sus modificaciones.....</i>	<i>III-124</i>
<i>III.1.3.2</i>	<i>Otras Normas Oficiales Mexicanas aplicables.....</i>	<i>III-161</i>
<i>III.1.4</i>	<i>Programa de Manejo del Área Natural Protegida con Categoría de Área de Protección de Flora y Fauna Yum Balam.....</i>	<i>III-164</i>
<i>III.1.5</i>	<i>Programas de ordenamiento ecológico del territorio (POET).....</i>	<i>III-233</i>
<i>III.1.5.1</i>	<i>Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT).....</i>	<i>III-233</i>
<i>III.1.5.2</i>	<i>Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe.....</i>	<i>III-241</i>
<i>III.1.6</i>	<i>Regionalización de la Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad (CONABIO).....</i>	<i>III-263</i>
<i>III.1.6.1</i>	<i>Regiones Terrestres Prioritarias (RTPP).....</i>	<i>III-264</i>
<i>III.1.6.2</i>	<i>Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHPP).....</i>	<i>III-265</i>
<i>III.1.6.3</i>	<i>Regiones Marinas Prioritarias (RMPP).....</i>	<i>III-266</i>
<i>III.1.6.4</i>	<i>Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAA).....</i>	<i>III-267</i>
<i>III.1.7</i>	<i>Planes o programas de desarrollo urbano (PDDU).....</i>	<i>III-268</i>
<i>III.1.8</i>	<i>Instrumentos de planeación.....</i>	<i>III-268</i>
<i>III.1.8.1</i>	<i>PLAN ESTATAL DE DESARROLLO 2016-2022.....</i>	<i>III-268</i>
<i>III.2</i>	<i>CONCLUSIONES.....</i>	<i>III-274</i>
<b>IV</b>	<b>DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO.....</b>	<b>IV-275</b>
<i>IV.1.1</i>	<i>Generalidades.....</i>	<i>IV-283</i>
<i>IV.1.2</i>	<i>El Sistema Ambiental Delimitado (SAD).....</i>	<i>IV-285</i>
<i>IV.1.3</i>	<i>Delimitación del área de estudio donde pretende establecerse el proyecto.....</i>	<i>IV-286</i>
<i>IV.2</i>	<i>CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL DELIMITADO (SAD).....</i>	<i>IV-289</i>
<i>IV.2.1</i>	<i>Descripción y caracterización de las Unidades de Paisaje.....</i>	<i>IV-292</i>
<i>IV.2.1.1</i>	<i>Unidad de Paisaje Manglar (297.98 Ha).....</i>	<i>IV-292</i>
<i>IV.2.1.2</i>	<i>Unidad de Paisaje Área Urbanizada (114.11 Ha).....</i>	<i>IV-297</i>
<i>IV.2.1.3</i>	<i>Unidad de Paisaje Laguna Yalahau (Conil) (49.50 Ha).....</i>	<i>IV-300</i>
<i>IV.2.1.4</i>	<i>Unidad de Paisaje Vegetación secundaria de selva baja caducifolia (41.21 Ha).....</i>	<i>IV-302</i>

IV.2.1.5	Unidad de Paisaje Aguas interiores (37.82 Ha) .....	IV-345
IV.2.1.6	Unidad de Paisaje Aguas del Golfo (35.57 Ha) .....	IV-346
IV.2.1.7	Unidad de Paisaje vegetación de Dunas Costeras (34.25 Ha) .....	IV-348
IV.2.1.8	Unidad de Paisaje Franja costera arenosa (34.25 Ha) .....	IV-368
<b>IV.2.2</b>	<b><i>Fauna en el Sistema Ambiental Delimitado</i></b> .....	<b>IV-371</b>
IV.2.2.1	Lista potencial de especies de fauna silvestre en el SAR .....	IV-373
IV.2.2.2	Metodología de trabajo por grupo zoológico.....	IV-391
IV.2.2.3	Ubicación de los sitios de muestreo.....	IV-395
IV.2.2.4	Resultados obtenidos para la fauna silvestre en el SAD .....	IV-396
<b>IV.2.3</b>	<b><i>Caracterización y análisis retrospectivo de la calidad ambiental del SAR</i></b> .....	<b>IV-407</b>
IV.2.3.1	Análisis retrospectivo de la calidad ambiental de la región .....	IV-408
IV.2.3.2	Análisis retrospectivo de la calidad ambiental del Sistema Ambiental Delimitado.....	IV-414
<b>IV.2.4</b>	<b><i>Características del ámbito predial como sitio de intervención.</i></b> .....	<b>IV-419</b>
<b>IV.2.5</b>	<b><i>Análisis geohidrológico.</i></b> .....	<b>IV-423</b>
IV.2.5.1	Medio abiótico .....	IV-427
IV.2.5.2	Medio socioeconómico .....	IV-430
IV.2.5.3	Agricultura.....	IV-438
IV.2.5.4	Ganadería y Apicultura.....	IV-438
IV.2.5.5	Actividades forestales .....	IV-439
IV.2.5.6	Pesca .....	IV-439
IV.2.5.7	Turismo .....	IV-439
IV.2.5.8	Educación .....	IV-439
IV.2.5.9	Salud.....	IV-439
IV.2.5.10	Equipamiento .....	IV-440
<b>IV.2.6</b>	<b><i>Obtención del valor funcional del subsistema presente en el predio.</i></b> .....	<b>IV-441</b>

**V IDENTIFICACIÓN, CARACTERIZACIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL DELIMITADO ..... V-444**

<b>V.1</b>	<b>PRESENTACIÓN</b> .....	<b>V-444</b>
<b>V.1.1</b>	<b><i>Valoración ponderada del impacto ambiental utilizando superficies equivalentes</i></b> .....	<b>V-445</b>
V.1.1.1	Asignación del estado de conservación y naturalidad. ....	V-454
V.1.1.2	Valoración del impacto ambiental por superficies equivalentes a nivel del Sistema Ambiental Delimitado.	V-459
V.1.1.3	Valoración del impacto ambiental por superficies equivalentes a nivel del Área de Influencia. ....	V-462
<b>V.1.2</b>	<b><i>Evaluación del impacto ambiental por método matricial</i></b> .....	<b>V-465</b>
V.1.2.1	Impactos ambientales identificados.....	V-500
V.1.2.2	Descripción y evaluación de los impactos ambientales identificados.....	V-511
<b>V.1.3</b>	<b><i>Evaluación del efecto de las medidas de mitigación sobre los impactos ambientales. Obtención de los impactos ambientales residuales.</i></b> .....	<b>V-519</b>
V.1.3.1	Valoración de las medidas del Programa de Manejo Ambiental.....	V-520
<b>V.1.4</b>	<b><i>Herramienta dinámica para la evaluación de impactos ambientales modificada de Castilla-Gómez y Herrera-Herber.</i></b> .....	<b>V-531</b>
V.1.4.1	Presentación de un modelo numérico para el análisis de los impactos ambientales acumulativos y residuales en el Sistema Ambiental Delimitado.....	V-531
V.1.4.2	Evaluación del proyecto empleando la parametrización propuesta por Castilla Gómez y Herrera-Herber	V-534
V.1.4.3	Identificación de los elementos que conforman el Sistema Ambiental y que son susceptibles de recibir impactos ambientales.....	V-535
V.1.4.4	Preparación del sitio.....	V-536



V.1.4.5	Etapa de construcción .....	V-536
V.1.4.6	Etapa de operación .....	V-537
V.1.4.7	Valoración de los impactos ambientales identificados por el desarrollo del proyecto .....	V-538
V.1.4.8	Etapa de preparación del sitio.....	V-540
V.1.4.9	Etapa de construcción .....	V-543
V.1.4.10	Etapa de operación .....	V-549
V.1.1	<i>Representación temporal de forma gráfica de los impactos ambientales.</i> .....	V-557
V.1.4.11	Magnitud de los impactos ambientales y comparativo de los escenarios de impacto ambiental en las distintas etapas del proyecto.....	V-557
V.2	<b>IMPACTOS AMBIENTALES ACUMULATIVOS</b> .....	V-568
V.2.1	<i>Valoración del escenario T<sub>0</sub></i> .....	V-569
V.2.2	<i>Valoración del escenario T<sub>1</sub></i> .....	V-570
V.2.3	<i>Valoración del escenario T<sub>2</sub></i> .....	V-571
V.3	<b>COMPARATIVO DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES ACUMULATIVOS EN EL SAD EN ESCENARIO SIN PROYECTO VS CON LA CONSTRUCCIÓN DEL PROYECTO.</b> .....	V-572
V.4	<b>SERVICIOS AMBIENTALES QUE PUDIERAN PONERSE EN RIESGO</b> .....	V-572
V.4.1	<i>Evaluación general de los servicios ecosistémicos en el Sistema Ambiental Delimitado</i> .....	V-576
V.4.2	<i>Determinación de la calidad de los servicios ambientales del subsistema presente en el Sistema Ambiental</i> .....	V-580
V.5	<b>EROSIÓN DE LOS SUELOS</b> .....	V-582
V.5.1	<i>Desarrollo de los Servicios Ambientales.</i> .....	V-582
V.5.1.1	Provisión del agua en calidad y cantidad. ....	V-582
V.5.1.2	Amortiguamiento ante fenómenos naturales y modulación climática. ....	V-588
V.5.1.3	La protección de la biodiversidad, de los ecosistemas y formas de vida. ....	V-588
V.5.1.4	La protección y recuperación de los suelos.....	V-591
V.5.1.1	Paisaje y recreación.....	V-591
V.5.1.2	Erosión hídrica.....	V-595
V.5.2	<i>No se disminuirá la captación de agua</i> .....	V-600
V.5.2.1	Captación actual.....	V-601
V.5.2.2	Captación con proyecto .....	V-601
V.5.2.3	Medidas de compensación.....	V-601
V.5.3	<i>No se compromete la diversidad</i> .....	V-603
V.5.3.1	Flora .....	V-603
V.5.3.2	Fauna.....	V-615

**VI ESTRATEGIAS PARA LA PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL DELIMITADO..... VI-629**

VI.1	DESCRIPCIÓN DE LA ESTRATEGIA O SISTEMA DE MEDIDAS DE MITIGACIÓN.....	VI-629
VI.1.1	<i>Marco conceptual</i> .....	VI-629
VI.1.2	<i>Criterios para la adopción de medidas</i> .....	VI-630
VI.1.3	<i>Medida de compensación en beneficio del humedal. Especificación 4.43. NOM-022-SEMARNAT-2003</i> .....	VI-633
VI.1.4	<i>Objetivos</i> .....	VI-636
VI.1.5	<i>Criterios generales para la gestión del impacto ambiental</i> .....	VI-638
VI.2	<b>PROGRAMA DE MANEJO AMBIENTAL</b> .....	VI-640
VI.2.1.1	Subprograma de Supervisión ambiental. ....	VI-641
VI.2.1.2	Informes de Supervisión ambiental. ....	VI-642
VI.2.1.3	Subprograma de gestión de residuos y protección de suelos .....	VI-643

VI.2.1.4	Residuos sólidos urbanos (RSU) .....	VI-644
VI.2.1.5	Residuos de manejo especial (RME).....	VI-645
VI.2.1.6	Residuos peligrosos (RP) .....	VI-646
VI.2.1.7	Protección de suelos .....	VI-650
VI.2.1.8	Aplicación programática.....	VI-651
VI.2.1.9	Subprograma de Manejo, protección y Reubicación de Flora Silvestre .....	VI-653
VI.2.1.10	Subprograma de reforestación en predio .....	VI-655
VI.2.1.11	Subprograma de rescate y protección de fauna .....	VI-659
VI.2.1.12	Subprograma monitoreo de la formación y forestación de isletas de manglar .....	VI-663
<b>VII PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y, EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS .....</b>		<b>VII-668</b>
VII.1	ESCENARIO AMBIENTAL. CONDICIÓN CON Y SIN PROYECTO.....	VII-668
VII.2	DIAGNÓSTICO AMBIENTAL.....	VII-671
VII.2.1	<i>Fragilidad ecológica. Concepto</i> .....	VII-671
VII.2.2	<i>Fragilidad Ecológica en el Sistema Ambiental Delimitado (SAR)</i> .....	VII-672
VII.2.3	<i>Contexto histórico de la transformación del Sistema Ambiental Delimitado (SAR)</i> .....	VII-673
VII.2.4	<i>Evaluación de la fragilidad ecológica</i> .....	VII-675
VII.2.5	<i>Atributos del modelo empleado</i> .....	VII-679
VII.2.6	<i>Desarrollo del modelo y resultados</i> .....	VII-680
VII.2.7	<i>Discusión y conclusiones.</i> .....	VII-680
VII.2.8	<i>Conclusiones.</i> .....	VII-682
VII.3	CONCLUSIONES.....	VII-684
<b>VIII IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN SEÑALADA .....</b>		<b>VIII-688</b>
VIII.1	PRESENTACIÓN DE LA INFORMACIÓN .....	VIII-688
VIII.2	BIBLIOGRAFÍA.....	VIII-691

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla I-1	Coordenadas extremas del predio .....	I-2
Tabla II-1	Coordenadas del predio .....	II-9
Tabla II.2	Resumen de áreas y obras del proyecto a suelo .....	II-14
Tabla II.3	Límites máximos permisibles de contaminantes en aguas residuales tratadas establecidos por la Norma Oficial Mexicana NOM-003-SEMARNAT-1997. Promedio mensual. ....	II-43
Tabla II.4	Límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales. ....	II-44
Tabla II.5	Límites de contaminantes en las descargas de aguas residuales .....	II-45
Tabla II.6	Términos de referencia para la adquisición de la planta de tratamiento de aguas residuales .....	II-46
Tabla II.7	Programa general de trabajo.....	II-58
Tabla III-1	Vinculación del proyecto con la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos. ....	III-75
Tabla III-2	Identificación de los valores, bienes y servicios deseables del humedal de acuerdo con la Convención Ramsar.....	III-84

Tabla III-3 Identificación de los elementos funcionales y estructurales que son esenciales para el autosostenimiento del sistema de acuerdo con la Convención Ramsar. ....	III-87
Tabla III-4 Vinculación con la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y cumplimiento	III-102
Tabla III-5 Normas Oficiales Aplicables al proyecto por fase, (P) Preparación de sitio, (C) Construcción, (O) operación. ....	III-161
Tabla III-6 Estrategias ecológicas aplicables. UAB 62.....	III-240
Tabla III-7 Acciones Generales .....	III-243
Tabla III-8 Alineación del proyecto con el Plan Estatal de Desarrollo.....	III-272
Tabla IV-1 Cobertura de las Unidades de Paisaje en el Sistema Ambiental Delimitado.....	IV-291
Tabla IV-2 Especies que se encuentran en los manglares de Isla chica de Holbox.....	IV-293
Tabla IV-3 Coordenadas de los sitios de muestreo de selva baja caducifolia en el SAD.....	IV-307
Tabla IV-4 Índices de completitud para Chao1 y Chao2 .....	IV-314
Tabla IV-5 Índice de completitud para Jack 1 y 2.....	IV-315
Tabla IV-6 Índice de completitud para Bootstrap .....	IV-316
Tabla IV-7 Índices de completitud para Chao1 y Chao2 .....	IV-317
Tabla IV-8 Índices de completitud para Jack1 y Jack2.....	IV-318
Tabla IV-9 Índice de completitud para los valores de Bootstrap .....	IV-319
Tabla IV-10 Índice de completitud para Chao1 y Chao2.....	IV-320
Tabla IV-11 Índice de completitud para Jack 1 y 2.....	IV-321
Tabla IV-12 Índice de completitud para Bootstrap .....	IV-322
Tabla IV-13 Promedio de resultados para el estrato herbáceo .....	IV-323
Tabla IV-14 Promedio de resultados para el estrato arbustivo .....	IV-323
Tabla IV-15 Promedio de resultados para el estrato arbóreo.....	IV-323
Tabla IV-16 Familias y especies botánicas reportadas dentro del SAR.....	IV-324
Tabla IV-17 Abundancia para el estrato herbáceo.....	IV-325
Tabla IV-18 Abundancia para el estrato arbustivo.....	IV-327
Tabla IV-19 Abundancia para el estrato arbóreo en el SAR.....	IV-328
Tabla IV-20 Índices de diversidad para el estrato herbáceo .....	IV-330
Tabla IV-21 Resumen de índices de diversidad para el estrato herbáceo .....	IV-330
Tabla IV-22 Índices de diversidad para el estrato arbustivo .....	IV-331
Tabla IV-23 Resumen de índices de diversidad para el estrato arbustivo .....	IV-331
Tabla IV-24 Coordenadas de los sitios de muestreo de selva en el SA .....	IV-332
Tabla IV-25 Familias botánicas reportadas dentro del SA .....	IV-334
Tabla IV-26 Abundancia para el estrato herbáceo.....	IV-335
Tabla IV-27 Abundancia para el estrato arbustivo.....	IV-336
Tabla IV-28 Abundancia para el estrato arbóreo .....	IV-337
Tabla IV-29 Índices de diversidad para el estrato herbáceo .....	IV-339
Tabla IV-30 Resumen de índices de diversidad para el estrato herbáceo .....	IV-339
Tabla IV-31 Índices de diversidad para el estrato arbustivo .....	IV-340
Tabla IV-32 Resumen de índices de diversidad para el estrato arbustivo .....	IV-340
Tabla IV-33 Índices de diversidad para el estrato arbóreo .....	IV-341
Tabla IV-34 Resumen de índices de diversidad para el estrato arbóreo .....	IV-341

Tabla IV-35 Índices de diversidad para el estrato arbóreo .....	IV-342
Tabla IV-36 Resumen de índices de diversidad para el estrato arbóreo .....	IV-343
Tabla IV-37 Coordenadas de los sitios de muestreo de selva en el SAR .....	IV-349
Tabla IV-38 Índices de completitud para Chao1 y Chao2 .....	IV-351
Tabla IV-39 Índice de completitud para Jack 1 y 2 .....	IV-352
Tabla IV-40 Índice de completitud para Bootstrap .....	IV-353
Tabla IV-41 Índices de completitud para Chao1 y Chao2 .....	IV-354
Tabla IV-42 Índices de completitud para Jack1 y Jack2.....	IV-355
Tabla IV-43 Índice de completitud para los valores de Bootstrap .....	IV-355
Tabla IV-44 Índice de completitud para Chao1 y Chao2 .....	IV-357
Tabla IV-45 Índice de completitud para Jack 1 y 2 .....	IV-358
Tabla IV-46 Índice de completitud para Bootstrap .....	IV-358
Tabla IV-47 Promedio de resultados para el estrato herbáceo .....	IV-359
Tabla IV-48 Promedio de resultados para el estrato arbustivo .....	IV-359
Tabla IV-49 Promedio de resultados para el estrato arbóreo.....	IV-360
Tabla IV-50 Familias botánicas reportadas dentro del SA .....	IV-360
Tabla IV-51 Abundancia para el estrato herbáceo.....	IV-361
Tabla IV-52 Abundancia para el estrato arbustivo.....	IV-362
Tabla IV-53 Abundancia para el estrato arbustivo.....	IV-364
Tabla IV-54 Índices de diversidad para el estrato herbáceo .....	IV-365
Tabla IV-55 Resumen de índices de diversidad para el estrato herbáceo .....	IV-365
Tabla IV-56 Índices de diversidad para el estrato arbustivo .....	IV-366
Tabla IV-57 Resumen de índices de diversidad para el estrato arbustivo .....	IV-366
Tabla IV-58 Índices de diversidad para el estrato arbóreo .....	IV-367
Tabla IV-59 Resumen de índices de diversidad para el estrato arbóreo .....	IV-367
Tabla IV-60 Listado potencial de especies de anfibios.....	IV-374
Tabla IV-61 Listado potencial de especies de reptiles .....	IV-374
Tabla IV-62 Listado potencial de especies de aves .....	IV-377
Tabla IV-63 Listado potencial de especies de mamíferos .....	IV-390
Tabla IV-64 Fuentes bibliográficas empleadas.....	IV-392
Tabla IV-65 Especies de anfibios registrados .....	IV-396
Tabla IV-66 Análisis de diversidad de anfibios .....	IV-396
Tabla IV-67 Valores de completitud obtenidos para los anfibios .....	IV-397
Tabla IV-68 Especies de reptiles registrados.....	IV-397
Tabla IV-69 Análisis de diversidad de reptiles.....	IV-398
Tabla IV-70 Valores de completitud obtenidos para los reptiles.....	IV-398
Tabla IV-71 Especies de aves registradas .....	IV-399
Tabla IV-72 Análisis de diversidad de aves.....	IV-402
Tabla IV-73 Valores de completitud obtenidos para las aves .....	IV-402
Tabla IV-74 Especies de mamíferos registrados.....	IV-403
Tabla IV-75 Análisis de diversidad de mamíferos .....	IV-403
Tabla IV-76 Valores de completitud obtenidos para los mamíferos.....	IV-403



Tabla IV-77 Especies de anfibios registrados .....	IV-404
Tabla IV-78 Análisis de diversidad de anfibios .....	IV-405
Tabla IV-79 Especies de reptiles registradas en el predio.....	IV-405
Tabla IV-80 Análisis de diversidad de reptiles.....	IV-405
Tabla IV-81 Especies de mamíferos registrados.....	IV-406
Tabla IV-82 Análisis de diversidad de mamíferos .....	IV-406
Tabla IV-83 Especies de aves registradas.....	IV-407
Tabla IV-84 Análisis de diversidad de aves.....	IV-407
Tabla IV-85 Ponderación de los tipos de vegetación o uso de suelo para el cálculo del índice de antropización (IACV).....	IV-441
Tabla IV-86 Definición de los grados de antropización de la cobertura vegetal.....	IV-442
Tabla IV-87 Valores derivados de la aplicación del coeficiente de antropización y obtención del valor funcional de la UP Selva Baja Caducifolia. ....	IV-443
Tabla V-1 Identificación de factores ambientales en el SAD susceptibles de recibir impactos por las acciones del proyecto. ....	V-471
Tabla V-2 Identificación de las acciones del proyecto que pueden generar impactos ambientales. V-473	
Tabla V-3 Listado de 43 interacciones potencialmente causales de impactos ambientales e identificación de aquellas perceptibles en el Sistema Ambiental*.....	V-476
Tabla V-4 Agrupación de las interacciones identificadas como perceptibles a nivel del SA e identificación, enunciación y caracterización de los impactos ambientales. ....	V-501
Tabla V-5 Descripción de los atributos para valorar la importancia del impacto mediante una matriz de impactos.....	V-506
Tabla V-6 Valoración de la importancia del impacto. ....	V-508
Tabla V-7 Matriz de evaluación de las medidas correctoras de impacto ambiental .....	V-527
Tabla V-8 Matriz de valoración de la importancia de los impactos ambientales adversos después de la aplicación de las medidas correctoras. ....	V-529
Tabla V-9 Clasificación de los sistemas ambientales que brinda la “Vegetación de selva baja caducifolia” .....	V-578
Tabla V-10 Índice de la calidad de los servicios ecosistémicos que ofrece la vegetación de selva baja caducifolia identificada en el Sistema Ambiental. ....	V-580
Tabla V-11 Valores del Índice de la Calidad de los Servicios Ambientales para el Subsistema. ..	V-581
Tabla V-12 Valores de K para diferentes tipos de suelo y diferentes coberturas arboladas (el señalado con negrita corresponde al que aplica para el proyecto). ....	V-583
Tabla V-13 Precio por metro cúbico de agua dependiendo la zona de disponibilidad.....	V-584
Tabla V-14 Indicadores relevantes en cuanto al papel que juegan las superficies vegetadas dentro del SAD y como se verán modificadas con el proyecto propuesto. ....	V-586
Tabla V-15 Erosión actual dentro del AP.....	V-596
Tabla V-16 Erosión estimada con proyecto.....	V-596
Tabla V-17 Erosión inicial en las áreas de reubicación y revegetación .....	V-597
Tabla V-18 Erosión final en las áreas de reubicación y revegetación .....	V-598
Tabla V-19 Erosión inicial en las áreas de con infraestructura .....	V-599

Tabla V-20 Erosión final en las áreas con infraestructura.....	V-599
Tabla V-21 Compensación estimada de erosión una vez aplicadas las medidas de mitigación ..	V-600
Tabla V-22 Balance hídrico actual en la superficie de proyecto .....	V-601
Tabla V-23 Balance hídrico una vez que se remueva la vegetación.....	V-601
Tabla V-24 V-25 Balance hídrico inicial de la superficie por reforestar .....	V-602
Tabla V-26 V-27 Balance hídrico a partir del año 1 en la superficie por mitigar. ....	V-602
Tabla V-28 Comparativa de las abundancias y valor de importancia en el SAD y el AP .....	V-604
Tabla V-29 Parámetros poblacionales del SAD y del AP. ....	V-605
Tabla V-30 Valores de grados de libertad y su confiabilidad. ....	V-607
Tabla V-31 Valores de varianza obtenidos para el estrato herbáceo. ....	V-608
Tabla V-32 Valores de T obtenidos para el estrato herbáceo.....	V-608
Tabla V-33 Comparativa de las abundancias y valor de importancia en el SAD y el AP .....	V-609
Tabla V-34 Parámetros poblacionales del SAD y del AP. ....	V-610
Tabla V-35 Valores de varianza obtenidos para el estrato arbustivo. ....	V-611
Tabla V-36 Valores de T obtenidos para el estrato arbóreo. ....	V-611
Tabla V-37 Comparativa de las abundancias y valor de importancia en el SAD y el AP .....	V-612
Tabla V-38 Parámetros poblacionales del SAD y del AP. ....	V-613
Tabla V-39 Valores de varianza obtenidos para el estrato arbóreo.....	V-614
Tabla V-40 Valores de T obtenidos para el estrato arbóreo. ....	V-614
Tabla V-41 Comparativo de las abundancias dentro del SAD y el AP .....	V-616
Tabla V-42 Comparativo de las abundancias dentro del SAD y el AP .....	V-617
Tabla V-43 Comparativo de las abundancias dentro del SAD y el AP. ....	V-618
Tabla V-44 Comparativo de las abundancias dentro del SAD y el AP .....	V-622
Tabla V-45 Valores de varianza obtenidos para anfibios .....	V-622
Tabla V-46 Valores de T obtenidos para anfibios.....	V-623
Tabla V-47 Valores de varianza obtenidos para reptiles.....	V-623
Tabla V-48 Valores de T obtenidos para reptiles .....	V-624
Tabla V-49 Valores de varianza obtenidos para mamíferos .....	V-624
Tabla V-50 Valores de T obtenidos para mamíferos.....	V-624
Tabla V-51 Valores de varianza obtenidos para aves.....	V-625
Tabla V-52 Valores de T obtenidos para aves .....	V-627
Tabla VI-1 Impactos ambientales adversos y medidas de control.....	VI-631
Tabla VI-2 Indicadores de Seguimiento - Supervisión Ambiental. ....	VI-642
Tabla VI-3 Residuos No Peligrosos .....	VI-648
Tabla VI-4 Indicadores de Seguimiento - Manejo de Residuos Peligrosos. ....	VI-649
Tabla VI-5 Indicadores de Seguimiento - Conservación y Restauración de suelos .....	VI-652
Tabla VI-6 Indicadores de seguimiento. Flora silvestre .....	VI-654
Tabla VI-7 Indicadores de seguimiento. Monitoreo de la flora protegida <i>in situ</i> . ....	VI-654
Tabla VI-8 Indicadores de seguimiento de la reforestación.....	VI-658
Tabla VI-9 Indicadores de Seguimiento - Rescate y reubicación de fauna .....	VI-662
Tabla VI-10 Indicadores ambientales para el monitoreo de manglar.....	VI-667
Tabla VII-1 Unidades de Paisaje en el Sistema Ambiental Delimitado.....	VII-672

## ÍNDICE DE IMÁGENES

Imagen I-1 Predio donde se pretende desplantar el proyecto. ....	I-2
Imagen II-1 Ubicación del proyecto en el contexto nacional y municipal .....	II-10
Imagen II-2 Ubicación del proyecto en el contexto de Isla Holbox.....	II-11
Imagen II-3 Ubicación del predio .....	II-12
Imagen II-4 Representación tridimensional del conjunto de departamentos.....	II-13
Imagen II-5 Variaciones del nivel freático del proyecto.....	II-20
Imagen II-6 Variaciones del nivel freático del proyecto.....	II-20
Imagen II-7 Ejemplo de la zapata inferior que sustenta la obra. Se hace evidente la mínima superficie de contacto con el suelo. ....	II-21
Imagen II-8 Fases de ejecución del micropilote .....	II-22
Imagen II-9 Distribución de los pilotes necesarios para el desarrollo del proyecto con una ocupación de 30 m <sup>2</sup> . ....	II-23
Imagen II-10 Render que muestra los elementos arquitectónicos que componen el proyecto ...	II-24
Imagen II-11 Render que muestra el bloque de departamentos en vista frontal .....	II-25
Imagen II-12 Render que muestra una perspectiva de un departamento tipo C .....	II-28
Imagen II-13 Superficie sin obra forestada primordialmente con vegetación nativa.....	II-29
Imagen II-14 Ejemplos de integración ambiental a través de jardinería con especies nativas representativas de Selva Baja Caducifolia.....	II-29
Imagen II-15 Render que muestra un segmento de tablero/andador.....	II-31
Imagen II-16 Plano con la ubicación de la alberca y planta de tratamiento .....	II-32
Imagen II-17 Render que muestra el área de la fogata y asador .....	II-33
Imagen II-18 Plano con la ubicación de las plantas de emergencias y almacén.....	II-34
Imagen II-19 Plano con la ubicación del cuarto de maquinas.....	II-34
Imagen II-20 Ubicación de los ductos de servicio .....	II-35
Imagen II-21 Plano de la ubicación del depósito de basura en el proyecto .....	II-36
Imagen II-22 Diagrama de flujo para el tratamiento de aguas residuales .....	II-49
Imagen II-23 Biofiltro con clarificador integrado .....	II-52
Imagen II-24 Límites máximos permisibles de contaminantes .....	II-53
Imagen II-25 Diseño del pozo de rechazo de aguas tratadas.....	II-54
Imagen II-26 Tipo y dimensiones del brocal.....	II-55
Imagen II-27 Contexto geográfico local del proyecto .....	II-60
Imagen II-29 Región Terrestre Prioritaria (RTP) 146 Dzilam-Ría Lagartos-Yum Balam .....	II-61
Imagen II-30 Modelo Digital de Superficie. Expone características del espacio en el área del proyecto. ....	II-62
Imagen II-31 El MDS expone elementos relevantes que contextualizan al predio sobre el área urbanizada que ocupa y espacios naturales sin intervenciones que definen Unidades de paisaje. .	II-62

Imagen II-32 Mosaico conformado por las Unidades de Paisaje discriminadas en el área próxima al predio del proyecto.....	II-63
Imagen III-1 En la zona de pretendía ubicación del proyecto la Comisión Federal de Electricidad realiza labores de tendido eléctrico, es un área que se urbaniza.....	III-106
Imagen III-2 Fases del comportamiento del agua en el subsuelo de Holbox.....	III-108
Imagen III-3 De acuerdo con el modelo obtenido, las escorrentías superficiales, si bien son efímeras dada la alta permeabilidad del suelo, se encuentran disminuidas en la retícula urbana.....	III-109
Imagen III-4 Holbox es una unidad fisiográfica inundable y de transición entre aguas continentales, marinas que soporta diversas comunidades vegetales. ....	III-125
Imagen III-5 El modelo digital de elevación exhibe, para la Isla Chica de Holbox, una topografía plana que admite una profusa red de escorrentías que son rápidamente trasladadas al freático somero excepto en superficies cuyo sellamiento por compactación hace este proceso más lento. Esto define al sitio como una unidad hidrológica la cual, también, contiene comunidades vegetales de manglar. ....	III-126
Imagen III-6 Los modelos digitales de elevación y la fotogrametría digital permiten una visión clara del territorio en el que se pretende la obra.....	III-132
Imagen III-7 La definición de flujos de drenaje arroja cauces menores asociados a la topografía del terreno mismos que son rápidamente trasladados al freático.....	III-133
Imagen III-8 El proyecto se plantea soportado por pilotes por lo que el contacto de éste con el suelo resulta mínimo. ....	III-134
Imagen III-9 La imagen muestra la Isla Chica de Holbox, su ocupación y fragmentación por diversas obras humanas.....	III-136
Imagen III-10 El proyecto se pretende en un espacio transformado que se urbaniza. ....	III-138
Imagen III-11 El círculo indica la ubicación de un bajo topográfico próximo al proyecto en dónde se revisó la composición de la hojarasca y se estimó la productividad. ....	III-142
Imagen III-12 <i>Alternanthera ramosissima</i> es la especie más abundante en el predio, con un Índice de valor de Importancia (IVI) de 95.83.....	III-145
Imagen III-13 Se observan los caminos que seccionan y delimitan el área en la que se encuentra el proyecto la cual corresponde a una traza urbana. ....	III-147
Imagen III-14 Mapa oficial del <i>Resumen del Programa de Manejo del Área Natural Protegida con Categoría de Área de Protección de Flora y Fauna Yum Balam</i> . ....	III-177
Imagen III-15 Filtro de gravas y arenas tipo. Permite la retención de partículas pequeñas presentes en el agua previo a su conducción al tanque de acopio. ....	III-210
Imagen III-14 POEGT. Unidades Biofísicas Ambientales .....	III-237
Imagen III-15 Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio. ....	III-238
Imagen IV-1- Unidad Ambiental Biofísica (UAP) 62 Karst de Yucatán y Quintana Roo .....	IV-276
Imagen IV-2 Ecorregión Terrestre Manglares Mesoamericanos Golfo-Caribe (porción México).....	IV-277
Imagen IV-3 Región 6) Centro y Golfo.....	IV-278
Imagen IV-4 Área de Protección de Flora y Fauna Yum Balam .....	IV-279
Imagen IV-5 Región Terrestre Prioritaria (RTP) 146 Dzilam-Ría Lagartos-Yum Balam.....	IV-280
Imagen IV-6 Mapa síntesis regional 1. ....	IV-281



Imagen IV-7 Mapa síntesis regional 2 .....	IV-281
Imagen IV-8 Mapa síntesis 3 .....	IV-282
Imagen IV-9 Mapa síntesis 3.1 .....	IV-283
Imagen IV-10 Sistema Ambiental Delimitado (SAD). .....	IV-287
Imagen IV-11 Unidades de Paisaje discriminadas en el Sistema Ambiental Delimitado. ....	IV-290
Imagen IV-12 Curvas de frecuencia acumulada del DAP de los individuos del manglar. ....	IV-295
Imagen IV-13 Distribución, por clases de DAP de 3 cm de los individuos del manglar. ....	IV-296
Imagen IV-14 Especies animales características de manglar. ....	IV-297
Imagen IV-15 Al interior de las propiedades, en los patios, se registra flora local. ....	IV-298
Imagen IV-16 Especies características de las zonas urbanas dentro de SA. ....	IV-300
Imagen IV-17 La laguna Yalahau es un amplio cuerpo de agua que separa Holbox del continente. IV-302	
Imagen IV-18 Condiciones de la selva baja caducifolia dentro del SAR. ....	IV-304
Imagen IV-19 Representación gráfica del diseño de los sitios de muestreo, incluidos los subsitios y elementos a considerar en cada uno. ....	IV-305
Imagen IV-20 Actividades realizadas en el levantamiento de datos en campo. ....	IV-306
Imagen IV-21 Ubicación de los sitios de muestreo para selva baja caducifolia dentro del SA. ...	IV-308
Imagen IV-22 Gráfica de valores de Chao1 y Chao2. ....	IV-314
Imagen IV-23 Gráfica de valores de Jack 1 y 2. ....	IV-315
Imagen IV-24 Gráfica de valores de Bootstrap .....	IV-316
Imagen IV-25 Gráfica de valores de Chao 1 y Chao 2 .....	IV-317
Imagen IV-26 Gráfica de valores de Jack 1 y 2 .....	IV-318
Imagen IV-27 Gráfica de valores de Bootstrap .....	IV-319
Imagen IV-28 Gráfica de valores de Chao1 y Chao2 .....	IV-320
Imagen IV-29 Gráfica de los valores de Jack 1 y 2.....	IV-321
Imagen IV-30 Gráfica de valores de Bootstrap .....	IV-322
Imagen IV-31 Índice de Valor de Importancia del estrato herbáceo .....	IV-326
Imagen IV-32 Índice de Valor de Importancia del estrato arbustivo .....	IV-327
Imagen IV-33 Índice de Valor de Importancia del estrato arbóreo .....	IV-329
Imagen IV-34 Ubicación de los sitios de muestreo para selva baja caducifolia dentro del predio. .IV-333	
Imagen IV-35 Índice de Valor de Importancia del estrato herbáceo .....	IV-335
Imagen IV-36 Índice de Valor de Importancia del estrato arbustivo .....	IV-336
Imagen IV-37 Índice de Valor de Importancia del estrato arbóreo .....	IV-338
Imagen IV-38 Fauna avistada en la Unidad de paisaje selva baja caducifolia .....	IV-344
Imagen IV-39 Fauna avistada en la Unidad de Paisaje selva baja caducifolia.....	IV-345
Imagen IV-40 La Unidad de Paisaje aguas interiores corresponde a superficies cubiertas por aguas lénticas donde la columna de agua varía entre los 10 y los 40 cm de profundidad. ....	IV-346
Imagen IV-41 El Golfo de México es una Unidad de Paisaje que ofrece vistas marinas de gran belleza escénica que son altamente valoradas por el turismo. ....	IV-348
Imagen IV-42 Ubicación de los sitios de muestreo de vegetación de dunas costeras dentro del SAR. ....	IV-349

Imagen IV-43 Gráfica de valores de Chao1 y Chao2 .....	IV-350
Imagen IV-44 Gráfica de valores de Jack 1 y 2 .....	IV-351
Imagen IV-45 Gráfica de valores de Bootstrap .....	IV-352
Imagen IV-46 Gráfica de valores de Chao 1 y Chao 2 .....	IV-353
Imagen IV-47 Gráfica de valores de Jack 1 y 2 .....	IV-354
Imagen IV-48 Gráfica de valores de Bootstrap .....	IV-355
Imagen IV-49 Gráfica de valores de Chao1 y Chao2 .....	IV-356
Imagen IV-50 Gráfica de los valores de Jack 1 y 2.....	IV-357
Imagen IV-51 Gráfica de valores de Bootstrap .....	IV-358
Imagen IV-52 Índice de Valor de Importancia del estrato herbáceo .....	IV-362
Imagen IV-53 Índice de Valor de Importancia del estrato arbustivo .....	IV-363
Imagen IV-54 Índice de Valor de Importancia del estrato arbóreo .....	IV-364
Imagen IV-55 La amplia franja costera arenosa de Holbox se corresponde, como recurso, a los proyectos turísticos de la isla. ....	IV-369
Imagen IV-56 <i>Ipomoea pes-caprae</i> se distribuye en parches dispersos y efímeros que progresan o desaparecen en función de las condiciones a las que se sujeta el sustrato. ....	IV-370
Imagen IV-57 Especies propias de la UP franja costera arenosa. ....	IV-371
Imagen IV-58 Implementación de diversas técnicas de muestreo para el registro de fauna silvestre dentro del SAR.....	IV-394
Imagen IV-59 Ubicación de las unidades de muestreo.....	IV-395
Imagen IV-60 En esta zona se observan caminos perpendiculares a la línea de costa que fragmentan el humedal, así como salineras que han modificado el entorno y cuya explotación representa ingresos a las comunidades y empresas locales. ....	IV-409
Imagen IV-61 Las Coloradas y San Felipe son comunidades costeras con singularidades que favorecen la presencia turística nacional e internacional.....	IV-410
Imagen IV-62 El Cuyo es una comunidad predominantemente pesquera que paulatinamente se transforma hacia el turismo.....	IV-410
Imagen IV-63 La Región Terrestre Prioritaria 146, Dzilam-Ría Lagartos-Yum Balam, corresponde en su totalidad a una franja que contiene ecosistemas costeros.....	IV-411
Imagen IV-64 En la RTP se presentan acciones desreguladas predominando la cacería de subsistencia y el cambio de uso de suelo de forestal a agropecuario.....	IV-412
Imagen IV-65 Afectaciones al humedal en Chiquilá, se observa un cambio adverso importante que inicia en 2011. ....	IV-414
Imagen IV-66 Mecánica de suelos de la localidad que muestra las condiciones del subsuelo. .	IV-424
Imagen IV-67 ,Mapa regional de consenso de flujos de aguas subterráneas.....	IV-426
Imagen IV-68 Esquema litológico y salida del agua del acuífero del municipio de Lázaro Cárdenas, Quintana Roo según Back W. y Hanshaw BB (1980).....	IV-427
Imagen IV-69 Clima de acuerdo con la carta vectorial publicada por el INEGI.....	IV-428
Imagen IV-70 Geología de acuerdo con el INEGI. ....	IV-429
Imagen V-1 Sistema Ambiental Delimitado y área del proyecto .....	V-447
Imagen V-2 Distribución y superficie de las obras que implican consumo del suelo. ....	V-448
Imagen V-3 Distribución y superficie de las obras que no implican consumo del suelo. ....	V-449

Imagen V-4 Superficie de conservación de suelo nativo. ....	V-449
Imagen V-5 Superficie que será conservada con vegetación de selva baja caducifolia bajo un programa de enriquecimiento. Se usarán especies propias del ensamble y ornamentales no invasivas. ....	V-450
Imagen V-6 Área de Influencia del proyecto (AI). Corresponde a la UP Área Urbanizada. ....	V-453
Imagen V-7 Sistema Ambiental Delimitado en un escenario catastrófico.....	V-539
Imagen IV-71 Metodología para la determinación de los servicios ambientales. ....	V-576
Imagen IV-72 al centro se muestra el proyecto con elevación exagerada. Dentro de los círculos se muestran los observadores.....	V-594
Imagen V-73 intervisibilidad del proyecto, con altitud exagerada, desde cuatro puntos de observación. En verde líneas visibles. ....	V-595
Imagen VI-1 Ubicaciones con potencial para la formación de isletas de manglar. El proyecto participará en la formación y forestación de 0.25 ha (2,500 m <sup>2</sup> ) en sitios aptos para su desarrollo. ....	VI-634
Imagen VI-2 Chinampa para manglar. Reforestación humedales de Veracruz. (Foro Israel López). VI-637	
Imagen VI-3 Ventajas principales del monitoreo de vegetación mediante VANT.....	VI-665
Imagen VI-4 Resumen de la estrategia de monitoreo de manglar .....	VI-666
Imagen IV-74 Inventario, por Unidades de Paisaje, del Sistema Ambiental Delimitado. ....	VII-673
Imagen IV-75 El casco original del poblado de Holbox, por su ubicación y dimensión conforma un eje antrópico transformador que fragmenta la isla.....	VII-683

## PRESENTACIÓN

---

La empresa CERN INMOBILIARIA S.A DE C.V. somete al Procedimiento de Evaluación esta Manifestación de Impacto Ambiental en modalidad particular, con el objeto de obtener, de acuerdo con la normatividad vigente, la autorización requerida para el desarrollo y operación del proyecto inmobiliario *Departamentos Yum Balam*.

Lo anterior a efecto de contar con la resolución administrativa que permita una intervención regulada en el solar urbano marcado con el número cero, cero, tres (003), Manzana ciento veintidós (122), Zona dos (02) entre las calles Mantarraya y Cornuda en Isla Holbox, Municipio de Lázaro Cárdenas, Quintana Roo. No se omite mencionar que la vegetación del predio en el cual se pretende el proyecto fue removida tiempo antes de la operación de compra venta. No obstante, se sujetó a un procedimiento administrativo iniciado por la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente el cual derivó en la apertura del expediente administrativo PFFA/29.3/2C.27.5/0173-18 y la resolución No. 0252/2018 emitida el día veintiséis días del mes de noviembre del año dos mil dieciocho.

## I DATOS GENERALES DEL PROYECTO Y DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

---

### I.1 DATOS GENERALES DEL PROYECTO

#### I.1.1 Nombre del proyecto

DEPARTAMENTOS YUM BALAM

#### I.1.2 Ubicación del proyecto

Este proyecto inmobiliario se pretende en el solar urbano ubicado sobre en la calle Caguama, marcado con el número cero, cero, tres (003), Manzana ciento veintidós (122), Zona dos (02) entre las calles Mantarraya y Cornuda en Isla Holbox, Municipio de Lázaro Cárdenas, Quintana Roo cuya superficie es, *ad corpus*, de 1,067.63 m<sup>2</sup> la cual, después de la medición topográfica resultó ser de 1,068.06 m<sup>2</sup>. Este documento se realizó utilizando la superficie topográfica por considerarla más precisa sin dejar de observar que la diferencia registrada entre ambas mediciones es de 0.43 m<sup>2</sup> lo cual es irrelevante en el marco contextual de este ejercicio técnico jurídico de evaluación del impacto ambiental. El cuadro de coordenadas UTM, Región 16, Datum WGS 84 es el siguiente:



Tabla I-1 Coordenadas extremas del predio

Vértice	X	Y
1	459086.16	2379051.59
2	459099.04	2379066.87
3	459136.11	2379030.06
4	459125.02	2379012.91



Imagen I-1 Predio donde se pretende desplantar el proyecto.

### I.1.3 Duración del proyecto

Se estima que la vida útil del proyecto será de 50 años.

Se solicita a la autoridad evaluadora que otorgue un plazo de 24 meses para la realización de la preparación de sitio y construcción.

## I.2 DATOS GENERALES DEL PROMOVENTE

### I.2.1 Nombre o Razón Social

CERN INMOBILIARIA S.A DE C.V. y/o Felipe de Jesús Sada Corcuera

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

CIN1710067L9

### **I.2.3 Datos del Representante Legal**

Felipe de Jesús Sada Corcuera. Administrador Único

“ELIMINADO. INFORMACION CONFIDENCIAL.DATOS PERSONALES. Art. 3 fracción II, Art.18 y Art. 21 de la LFTAIPG”

### **I.2.4 Dirección del Promovente para oír y recibir notificaciones en la Ciudad de Cancún**

“ELIMINADO. INFORMACION CONFIDENCIAL.DATOS PERSONALES. Art. 3 fracción II, Art.18 y Art. 21 de la LFTAIPG”

## **I.3 RESPONSABLES DE LA ELABORACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL**

### **I.3.1 Nombre del responsable técnico**

“ELIMINADO. INFORMACION CONFIDENCIAL.DATOS PERSONALES. Art. 3 fracción II, Art.18 y Art. 21 de la LFTAIPG”

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

“ELIMINADO. INFORMACION CONFIDENCIAL.DATOS PERSONALES. Art. 3 fracción II, Art.18 y Art. 21 de la LFTAIPG”

### **I.3.3 Dirección del responsable técnico del documento.**

### **I.3.4 Geomática**

“ELIMINADO. INFORMACION CONFIDENCIAL.DATOS PERSONALES. Art. 3 fracción II, Art.18 y Art. 21 de la LFTAIPG”

## II DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

---

### II.1.1 Antecedentes administrativos

1.- En fecha cinco de noviembre del año dos mil dieciocho se emitió la orden de inspección número PFPA/29.2/2C.27.5/0173-18 por la Delegación de la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente en el estado de Quintana Roo, dirigida a mi representada que es la propietaria del solar urbano marcado con el número cero cero tres (003), Manzana ciento veintidós (122), Zona dos (02) entre las calles Mantarraya y Cornuda en Isla Holbox, Municipio de Lázaro Cárdenas, Quintana Roo encuadrado por las siguiente coordenadas geográficas:

X1=459,086, Y1=2,379,051; X2=459099, Y2=2,379,066;  
X3=459136, Y3=:2,379,030; X4=459,125, Y4=2,379012,

Referenciadas en coordenadas UTM, Datum WGS 84, Región 16, localizado dentro del Área Natural protegida con carácter de Área de Protección de Flora y Fauna, en la región conocida, como Yum Balam, en la Isla de Holbox, Municipio de Lázaro Cárdenas, Estado de Quintana Roo.

2.- En fecha ocho de noviembre del año dos mil dieciocho, inspectores adscritos a esa Delegación de la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente en el Estado de Quintana Roo, levantaron el acta de inspección número PFPA/29.2/2C.27.5/0173-18, en la cual se circunstanciaron hechos y omisiones probablemente constitutivas de infracción a la legislación ambiental aplicable en materia de impacto ambiental y cambio de uso de suelo forestal.

3.- En fecha dieciséis de noviembre del año dos mil dieciocho, se emitió en autos del expediente administrativo en el que se actúa el acuerdo de emplazamiento número 0610/2018, por medio del cual se instauró procedimiento administrativo a mi representada, otorgándose un término de quince días hábiles, para la presentación de pruebas y exposición de los argumentos que se estimaren convenientes siendo lo anterior propiamente notificado en fecha veintidós de noviembre del año dos mil dieciocho.

4.- Mediante escrito ingresado el día veintidós de noviembre del año dos mil dieciocho, ante esa Delegación de la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente en el Estado de Quintana Roo, presenté, en carácter de Apoderado Legal de la empresa CERN INMOBILIARIA, S.A. DE C.V., la voluntad de mi representada a allanarse al procedimiento

administrativo, renunciando a la presentación de otros probatorios, a los plazos y a los alegatos.

5. El día veintiséis de noviembre del año dos mil dieciocho se emitió la Resolución No. 0252/2018 la cual me fue notificada el día 28 de noviembre de dos mil dieciocho. La Resolución administrativa estableció una sanción por \$100,750 00 (SON CIEN MIL SETECIENTOS CINCUENTA PESOS 00/ 100 M.N.) ordenando las siguientes medidas correctivas:

**UNO.-** *Deberá abstenerse de continuar con cualquier actividad u obra distinta o adicional a las circunstanciadas en el acta de inspección número PFPA/29.2/2C.27.5/0173-18 de fecha ocho de noviembre del año dos mil dieciocho, que llevo a cabo en el predio ubicado en solar urbano 003, manzana 122, zona 2 entre calles mantarraya y cornuda, en las coordenadas UTM 16 Q, X1=459,086, Y1=2,379,051; X2=459099, Y2=2,379,066; X3=459136, Y3=:2,379,030; X4=459,125, Y4=2,379012, , con referencia al DATUM WGS 84, región 16 México, localizado dentro del área natural protegida con carácter de Área de Protección de Flora y Fauna, en la región conocida como Yum Balam, en la Isla de Holbox, municipio ,de Lázaro Cárdenas, en el Estado de Quintana Roo, sin que previamente cuente con la autorización o exención en materia de impacto ambiental correspondiente para la remoción parcial de vegetación forestal de un ecosistema costero en una superficie de 1.054.5000 m2 (mil cincuenta y cuatro punto cinco mil metros cuadrados), emitida por Autoridad Federal Normativa Competente. Plazo de cumplimiento: Inmediato, a partir de la notificación de la presente resolución.*

**DOS.-** *Deberá restaurar el sitio a como se encontraba en su estado original antes de llevar a cabo el cambio uso de suelo en una superficie total de 1.054.5000 m2 (mil cincuenta y cuatro punto cinco mil metros cuadrados), del predio ubicado en solar urbano 003, manzana 122, zona 2 entre calles Mantarraya y Cornuda, en las coordenadas UTM 16 Q X1=459,086, Y1=2,379,051; X2=459099, Y2=2,379,066; X3=459136, Y3=:2,379,030; X4=459,125, Y4=2,379012 DATUM WGS 84, región 16 México, localizado dentro del área natural protegida con 'carácter de área de protección de flora y fauna, en la región conocida como Yum Balam, en la Isla de Holbox, municipio de lázaro cárdenas, en el Estado de Quintana Roo, el cual forma parte integral de un ecosistema de costero con presencia de las especies de mangle botoncillo (Conocarpus erectus) y palma chit (Thrinax Radiata). las cuales se encuentran listadas en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, sobre protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo, publicada en el Diario Oficial de la federación el día 30 de Diciembre del 2010, bajo la categoría de Amenazadas,*



*circunstanciadas en el acta de inspección número PFPA/29.2/2C.27.5/0173-18 de fecha ocho de noviembre del año dos mil dieciocho, de la que se advierte que no se contaba con la autorización o exención correspondiente en materia de impacto ambiental emitida por la Autoridad Federal Normativa Competente, para la realización de la remoción parcial de vegetación forestal. Plazo de cumplimiento: Noventa días hábiles contados a partir del día hábil siguiente a aquel en que surta efectos la notificación de la presente resolución.*

**TRES.-** *En el caso de tener interés en la continuidad y permanencia de la remoción parcial de vegetación forestal sin contar con la autorización o exención en materia de impacto ambiental, que llevo a cabo en el predio ubicado en solar urbano 003, manzana 122, zona 2 entre calles Mantarraya y Cornuda, en las coordenadas UTM 16 Q, X1=459,086, Y1=2,379,051; X2=459099, Y2=2,379,066; X3=459136, Y3=:2,379,030; X4=459,125, Y4=2,379012, con referencia al DATUM WGS 84, región 16 México, localizado dentro del área natural protegida con carácter de área de protección de flora y fauna, en la región conocida como Yum Balam, en la Isla de. Holbox, municipio de Lázaro Cárdenas, en el Estado de Quintana Roo, las cuales se encuentran circunstanciadas y descritas en el acta de inspección número PFPA/29.2/2C.27.5/0173-18 de fecha ocho de noviembre del año dos mil dieciocho, y por ende para la permanencia de las mismas, deberá sujetarlas al procedimiento de evaluación del impacto ambiental, a fin de obtener la debida autorización o exención en materia de impacto ambiental, expedida por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, en términos de lo previsto en los artículos 28 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente; y 5 del Reglamento de dicha Ley en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental.*

*En ese orden de ideas, y para posibilitar la obtención de la autorización o exención en materia de Impacto Ambiental, se le otorga, un término de 10 días hábiles de conformidad con el artículo 32 la Ley Federal de Procedimiento Administrativo contados a partir de que surta efectos la notificación de la presente resolución, a efecto de someterse al procedimiento de evaluación de impacto ambiental, o en su caso del aviso o notificación correspondiente respecto a la operación de las actividades citadas, atendiendo lo previsto en el artículo 57 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Evaluación del Impacto Ambiental, mismo que deberá dar aviso por escrito a esta Delegación de la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente en el Estado de Quintana Roo, en el término concedido a afecto de manifestar su pretensión.*

*Lo anterior a efecto, de que, en su caso, le sea otorgada la autorización o exención respectiva, para lo cual se le concede un plazo de 70 días posteriores a la presentación*

*de dicha manifestación, o aviso correspondiente con la salvedad de que si la emisión de la resolución de evaluación del impacto ambiental u oficio respectivo se retardará, o se acordará alguna ampliación de plazo durante tal procedimiento, deberá acreditarlo ante esta autoridad.*

*Asimismo, tendrá la obligación de que al momento de presentar su manifestación de impacto ambiental, o aviso correspondiente en el capítulo de descripción del proyecto, deberá indicar a detalle todas las obras o actividades realizadas con anterioridad a la inspección respectiva y que hubiesen sido sancionadas en la presente resolución administrativa, así como también deberá señalar las medidas de restauración impuestas como medidas correctivas por esta autoridad en la presente resolución, para que así se establezca el ámbito situacional del ecosistema, en virtud de la ejecución de dichas medidas.*

*La medida número DOS quedará suspendida y, en su caso, no será ejecutada, en cuanto la inspeccionada obtenga su autorización o exención de impacto ambiental señalada.*

*En caso de no obtenerse la autorización o exención de impacto ambiental, se procederá inmediatamente a la ejecución y cumplimiento de la medida de restauración señalada con el número DOS del presente apartado, en los términos establecidos en el mismo.*

En este contexto administrativo, mi representada realizó lo siguiente:

**PRIMERO.** – El día veintiocho de noviembre de dos mil dieciocho, mi representada realizó el pago de \$100,750 00 (SON CIEN MIL SETECIENTOS CINCUENTA PESOS 00/ 100 M.N.) correspondientes a la sanción administrativa impuesta en la Resolución No. 0252/2018, notificándolo a esa Delegación de la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente en el estado de Quintana Roo el mismo día y acreditando el pago mediante la copia del recibo bancario de Pago de Contribuciones, Productos y Aprovechamientos Federales emitido por Banregio a favor de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, tal como se establece en el Paso 16 señalado en el Resuelve Octavo de la Resolución 0252/2018.

**SEGUNDO.** - Mi representada se abstuvo de realizar cualquier actividad u obra distinta o adicional a las circunstanciadas en el acta de inspección número PFPA/29.2/2C.27.5/0173-18 de fecha ocho de noviembre del año dos mil dieciocho, en el predio ubicado en solar urbano 003, manzana 122, zona 2 entre calles Mantarraya y Cornuda, en las coordenadas UTM 16 Q, X1=459,086, Y1=2,379,051; X2=459099, Y2=2,379,066; X3=459136, Y3=:2,379,030; X4=459,125, Y4=2,379012, con referencia al DATUM WGS 84, región 16 México, localizado dentro del área natural protegida con carácter de Área de Protección de Flora y Fauna, en la región conocida como Yum Balam, en la Isla de Holbox, municipio ,de

Lázaro Cárdenas, en el Estado de Quintana Roo, hasta contar, previamente, con la autorización o exención en materia de impacto ambiental.

**TERCERO.** – Manifiesto expresamente que no es del interés de mi representada restaurar el sitio a como se encontraba en su estado original antes de que se llevara a cabo el cambio uso de suelo en una superficie total de 1,054.5000 m<sup>2</sup> (mil cincuenta y cuatro punto cinco mil metros cuadrados), del predio ubicado en solar urbano 003, manzana 122, zona 2 entre calles Mantarraya y Cornuda, en las coordenadas UTM 16 Q X1=459,086, Y1=2,379,051; X2=459099, Y2=2,379,066; X3=459136, Y3=:2,379,030; X4=459,125, Y4=2,379012 DATUM WGS 84, región 16 México en virtud de que esta propiedad fue adquirida, en la condición en la que se encuentra y de la cual derivó el expediente EXP. ADMVO. NÚM: PFFA/29.3/2C.27.5/0173-18 y en la Resolución No. 0252/2018, para la realización de un proyecto inmobiliario.

**CUARTO.** – Mi representada manifiesta clara y expresamente su interés legítimo para la realización de obras y actividades que implican la remoción parcial de vegetación en el predio ubicado en solar urbano 003, manzana 122, zona 2 entre calles Mantarraya y Cornuda, en las coordenadas UTM 16 Q, X1=459,086, Y1=2,379,051; X2=459099, Y2=2,379,066; X3=459136, Y3=:2,379,030; X4=459,125, Y4=2,379012, con referencia al DATUM WGS 84, región 16 México, localizado dentro del área natural protegida con carácter de área de protección de flora y fauna, en la región conocida como Yum Balam, en la Isla de. Holbox, municipio de Lázaro Cárdenas, en el Estado de Quintana Roo.

Para lo anterior se sujeta al proyecto pretendido al procedimiento de evaluación del impacto ambiental, a fin de obtener la debida autorización en materia de impacto ambiental, expedida por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, en términos de lo previsto en los artículos 28 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente; y 5 del Reglamento de dicha Ley en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental destacándose que el acta de inspección (Anexo X) indica, en la hoja 16 de 21, que *También se puede observar que el predio se encuentra desprovisto parcialmente de la vegetación arbórea original quedando únicamente ejemplares de vegetación arbustiva y herbácea* mencionando, en la hoja 17 de 21 que *Asimismo es importante manifestar que durante la diligencia no se observaron construcciones u obras, trabajos o actividades de construcción.*

### **II.1.2 Ubicación física**

El proyecto que se promueve, se pretende en el lote marcado con el número 003, Manzana 122, 02 ubicado físicamente sobre la calle Caguama entre las calles Mantarraya y Cornuda en la isla chica de Isla Holbox.

El cuadro de coordenadas UTM, Región 16, Datum WGS 84 es el siguiente:

Tabla II-1 Coordenadas del predio

Vértice	X	Y
1	459086.16	2379051.59
2	459099.04	2379066.87
3	459136.11	2379030.06
4	459125.02	2379012.91

### II.1.3 Inversión requerida

Para el desarrollo de este proyecto se estima una inversión de \$20,000,000.00 MXP (veinte millones de pesos mexicanos).

Las medidas de mitigación proyectadas para el proyecto, así como su costo estimado se describen a continuación:

Medida	Duración estimada	Costo estimado
Preparación del sitio (Incluye marcaje de plantas potencialmente rescatables, delimitación de áreas y buenas prácticas ambientales)	1 mes	\$100,000.00 M.N.
Aplicación de un programa de rescate y reubicación de flora silvestre	1 mes	\$350,000.00 M.N.
Aplicación de un programa de rescate y exclusión de fauna silvestre	1 mes	\$50,000.00 M.N.
Supervisión ambiental durante la etapa de construcción (obra limpia)	14 meses	\$280,000.00 M.N.
Formación de isletas para reforestación con mangle en la laguna Yalahau	6 meses	\$80,000.00 M.N.
<b>Total del costo de las medidas de mitigación propuestas</b>		<b>\$880,000.00 M.N.</b>

## II.2 CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL PROYECTO

El proyecto consiste en la construcción y operación de un conjunto de departamentos que pretende desarrollarse en terrenos de propiedad privada, cuyo objetivo final es ofrecer un complemento y opción al vacacionista propietario en un ámbito de seguridad, servicio y calidad que habrán de determinar una experiencia recreativa y de descanso en la isla de Holbox.

De manera general, las etapas que conforman el proyecto son tres.

- 1) Preparación del sitio
- 2) Construcción
- 3) Operación y mantenimiento

Cada una de estas etapas conlleva afectaciones reales y potenciales al ambiente, de magnitud y extensión diferenciada sobre los elementos que conforman el Sistema Ambiental delimitado.

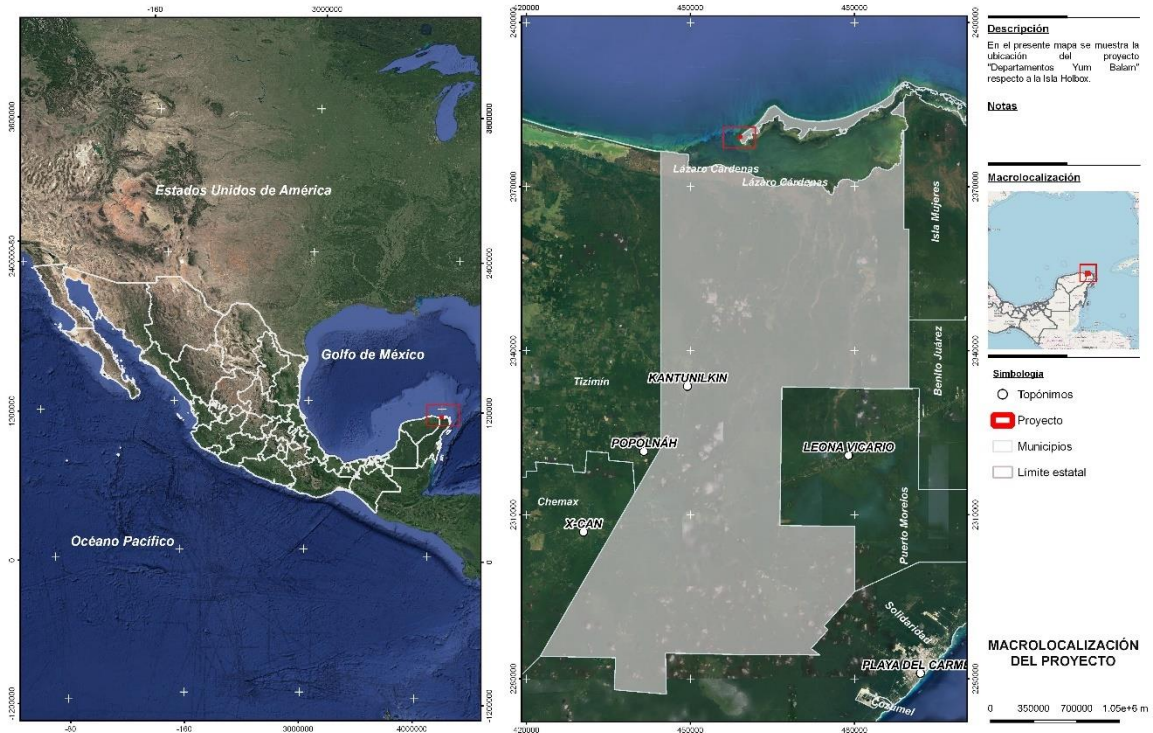


Imagen II-1 Ubicación del proyecto en el contexto nacional y municipal

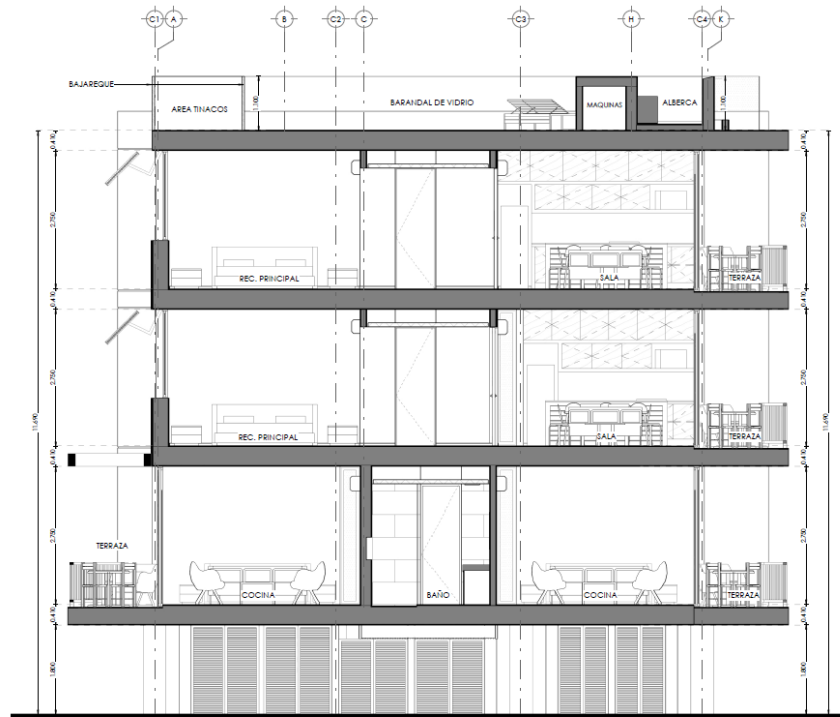


Imagen II-2 Ubicación del proyecto en el contexto de Isla Holbox

La propuesta, a nivel constructivo, implica un COS del 41% y la edificación cuenta con una superficie cubierta (CUS) del 115% equivalente a 1,228.92 m<sup>2</sup> estando repartidos en 4 torres de 3 niveles cada una haciendo un total de 16 departamentos. Los departamentos se encuentran distribuidos de la siguiente forma: 2 en primer nivel por torre y 1 departamento por nivel por torre para los niveles 2 y 3. La altura de la edificación es de 12 m.



MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL PARTICULAR  
Departamentos Yum Balam



YUM BALAM - CORTE LONGITUDINAL



Imagen II-3 Ubicación del predio

El proyecto fue creado considerando los impactos ambientales que pudieran generarse tanto en su etapa de construcción como en su etapa de operación, es por esta razón que las torres se encuentran sustentadas sobre pilotes que permiten el libre flujo hidrológico superficial y subsuperficial implicando, también, una mínima superficie de contacto con lo que se minimiza la transformación del suelo.

En Materia de Impacto Ambiental, el proyecto contempla las siguientes medidas preventivas:

- Construcción de una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) que tratará las aguas servidas que se generen en los departamentos
- Buenas prácticas ambientales durante la construcción y mantenimiento de las instalaciones
- Una construcción soportada por pilotes que minimiza la transformación y afectación del suelo manteniendo la permeabilidad del predio.

La mayor parte de las estructuras que componen el proyecto se sustentarán sobre pilotes de manera que se mantendrá el suelo nativo y a su vez permitirán el libre flujo hidrológico e infiltración de aguas pluviales al freático somero.

### II.2.1 Naturaleza del proyecto



Imagen II-4 Representación tridimensional del conjunto de departamentos



El conjunto está compuesto de los siguientes elementos principales (superficies en metros cuadrados):

- Bloques de departamentos (425.10)
- Baños (18.15)
- Sin obra/conservación de suelo nativo (654.64)
- Área de tableros/andadores de madera y áreas en claros de los edificios. No sellan el suelo (221.15)
- Alberca y PTAR (50.52)
- Área de asador y cisterna (39.91)
- Planta de emergencia y almacén (20.33)
- Cuarto de máquinas (13.93)
- Ductos de servicio (14.65)
- Depósito de basura (4.78)
- Pilotes (30.00)

El bloque de departamentos se sostiene a 240 cm del suelo mediante pilotes de concreto excepto las obras que requieren de un desplante directo sobre el terreno, de esto se presenta una lista y representación gráfica en la tabla II.2.



Tabla II.2 Resumen de áreas y obras del proyecto a suelo

A manera de resumen se presenta la siguiente tabla; misma que muestra la superficie requerida y un desglose de las áreas de ocupación.

Área predial total = 1,068.06 m <sup>2</sup>	
Tipo de vegetación	Vegetación Secundaria de Selva Baja Caducifolia
Superficie requerida para el proyecto	1,068.06 m <sup>2</sup>
Vegetación que requiere ser retirada	Vegetación Secundaria de Selva Baja Caducifolia
Vegetación que se integrará al desarrollo del proyecto.	Se integrarán individuos propios de la Selva Baja Caducifolia, tales como el Xtup-suk ( <i>Cyperus planifolius</i> ), Sak-chukum ( <i>Croton punctatus</i> ) y la manzanita ( <i>Lantana involucrata</i> ) la cactácea <i>Acanthocereus tetragonus</i> y ( <i>Pitayita Selenicereus testudo</i> ) reformarán un estrato arbustivo mientras que el arbóreo se formará usando palma chit ( <i>Thrinax radiata</i> ), las ceibas ( <i>Ceiba acuminata</i> y <i>Ceiba pentandra</i> ), chaká ( <i>Bursera simaruba</i> ) Uvero ( <i>Coccoloba uvifera</i> ), Tsiw che' ( <i>Pithecellobium keyense</i> ), Se considera la introducción de especies botánicas locales que sean preferidas por polinizadores tales como Tzitzilché ( <i>Gymnopodium floribundum</i> ), y ornamentales locales como la flor de mayo ( <i>Plumeria obtusa</i> ), la palma de coco ( <i>Cocos nucifera</i> ) y la flor de tajonal ( <i>Viguiera dentata</i> ).
Áreas de ocupación	
Superficie de conservación de suelo nativo en áreas abiertas	654.64 m <sup>2</sup>



Desplante sobre el terreno (superficie de contacto o huella del conjunto)

192.27 m<sup>2</sup>

Obra	Superficie (m <sup>2</sup> )
Alberca y PTAR	50.52
Área de asador y Cisterna	39.91
Baños	18.15
Plantas de emergencia y almacén	20.33
Cuarto de maquinas	13.93
Ductos de servicio	14.65
Depósito de basura	4.78
Pilotes	30.00





Losas elevadas sobre el terreno (ocupación del espacio sin contacto con el suelo o primera planta)

660.90 m<sup>2</sup>

Obra	Superficie (m2)
Bloques de departamentos	425.10
Área de tableros/andadores	221.15
Ductos de servicio	14.65



Desplante piloteado, segunda planta	660.90 m <sup>2</sup>
Desplante piloteado, tercer planta	439.75 m <sup>2</sup>
Área sujeta a restauración con vegetación de selva baja caducifolia	327.10 m <sup>2</sup>

El proyecto se clasifica, en términos de la actividad económica a la que pertenece, a la agrupación denominada *Edificación residencial (2361)*<sup>1</sup>, concerniendo a una unidad económica dedicada principalmente a la edificación residencial y a la supervisión de la construcción de las edificaciones. Incluye la supervisión de la construcción y al diseño en combinación con la edificación residencial tales como casas, condominios, departamentos. Incluye a la construcción de viviendas por cuenta propia y en terrenos propios para luego ser vendidas.

Por su naturaleza, el proyecto considera, para su ejecución, tres etapas: preparación del sitio, construcción y operación. No se plantea el abandono.

<sup>1</sup> Clasificación para Actividades Económicas, Instituto Nacional de Estadística y Geografía.  
[www3.inegi.org.mx/rnm/index.php/catalog/205/download/5998](http://www3.inegi.org.mx/rnm/index.php/catalog/205/download/5998)



## **II.2.2 Descripción de la obra**

Como se abordará en extenso en este documento, el proyecto fue diseñado considerando las interacciones hídricas y el intercambio físico y biótico que existe en el área; mismo que se ubica en el área de acahuales y relictos de Selva Baja Caducifolia de la Isla.

Para ello, una de las principales medidas de mitigación del proyecto, es la de pilotear el mayor número posible de estructuras de manera que el agua subterránea fluya libremente y que la pluvial se infiltre.

### **II.2.2.1 Situación del suelo y subsuelo en la zona de interés**

Para la definición de la estructura de cimentación que soportará la infraestructura inmobiliaria, se consideró el suelo y subsuelo en la zona, así como sus implicaciones y procesos, ya que en ésta no existen corrientes superficiales, debido a que la alta permeabilidad de provoca una rápida penetración del agua hacia el nivel freático aunado esto a su situación insular.

La constitución de la matriz de suelo en la zona de desarrollo del proyecto está conformada por un espesor de arenas de hasta 5 metros de profundidad y la presencia del nivel freático entre 40 y 90 cm de profundidad, coincidiendo con el terreno y su profundidad solo cambiando con el relieve. La profundidad del nivel freático varía y es influenciado directamente por la presencia de precipitaciones y mareas ya que, a esta profundidad, el agua fluye conforme varía la marea y la resistencia que ejerce la misma al subir o bajar favorece el desplazamiento del agua radialmente hacia el mar y la laguna Yalahau. Después de aproximadamente 5 metros de profundidad, se encuentra un manto de material de roca arenisca consolidada que, en el interior de su matriz, presenta formaciones de roca masiva caliza.

La marea, de acuerdo a la carta de mareas para la estación más cercana, Cancún, Quintana Roo, indica una pleamar máxima registrada 0,4 m y la altura mínima -0,1 m con lo que la variación esperada puede llegar a los 0.5 metros.

De esta forma, el comportamiento que se observa en el flujo del agua por debajo del predio es una red de equipotenciales con flujo preferentemente norte sur o sur norte regido por la intensidad de las mareas que domina la tendencia de flujo.

Este comportamiento se puede explicar a través de la siguiente serie de láminas

Condición "0"

Nivel freático coincide con el nivel medio del mar

Agua subterránea en nivel estable. Solo carga o descarga el remanente de la carga piezométrica



Condición "aporte"

Nivel freático con influencia de marea creciente

Agua subterránea asciende en el acuífero hasta llegar al nivel máximo de marea con valores Piezométricos negativos favoreciendo ascenso del agua en el acuífero

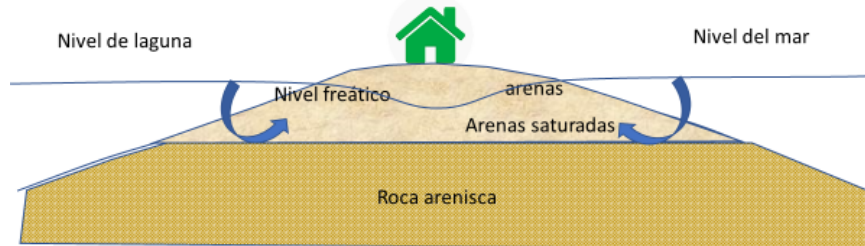


Imagen II-5 Variaciones del nivel freático del proyecto

Condición "descarga"

Nivel freático con influencia de marea decreciente

Agua subterránea desciende en el acuífero hasta llegar al nivel mínimo de marea con valores Piezométricos positivos que permiten la descarga al mar y laguna del agua del acuífero



Imagen II-6 Variaciones del nivel freático del proyecto

Con base en el comportamiento del agua presentado anteriormente, el proyecto debió de diseñarse de tal manera que el sustento o desplante no altere la dinámica del acuífero influenciado por las mareas y no provoque fenómenos como la intrusión salina.

### Propuesta de piloteado de la obra

El proyecto propuesto se sustenta sobre micropilotes hincados a 15 m de profundidad promedio donde se encuentra roca arenisca.

Las estructuras tipo usadas para soportar este tipo de edificaciones son como a continuación se indican:

TIPO DE PILOTE	CAPACIDAD PORTANTE	LONGITUD USUAL
	P (t)	H (m)
Madera	15 a 30	12 a 15
Acero sección H	50 a 90	18 a 30
Acero sección tubular	60 a 100	30 a 40
Prefabricados de concreto armado	40 a 80	15 a 25
Vaciados in situ	30 a 90	20 a 30
Mixtos o combinados	100 a 500	30 a 45
De bulbo	300 a 800	40 a 50

Para el caso se seleccionaron micropilotes vaciados *in situ* con trabajo por fricción y apoyados en punta en la roca arenisca.

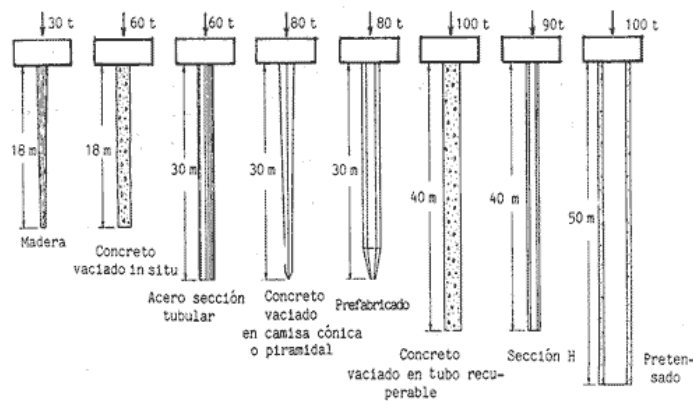


Imagen II-7 Ejemplo de la zapata inferior que sustenta la obra. Se hace evidente la mínima superficie de contacto con el suelo.



La construcción de los micropilotes se realiza en seis etapas diferentes.

- 1) Perforación.- Desarrollada empleando un barreno móvil a la profundidad deseada.
- 2) Retirado del vallaje de perforación.- Forma parte de la perforación y a través de esta etapa se retira el material de apoyo requerido para la perforación.
- 3) Introducción de la armadura tubular.- El concreto requiere de una armadura tubular o camisa que permita dar la forma adecuada y deseada al pilote que se colará.
- 4) Inyección de mortero a presión.- En esta etapa se agrega el material que será colado dentro de la camisa o armadura tubular presentada anteriormente. Es importante agregar el material a presión para evitar la generación de grumos o bolsas de aire.
- 5) Retirada de la entubación y relleno de la perforación.- Se retira la camisa tubular y se rellena cualquier oquedad ocasionada por la retirada de la armadura o camisa tubular.
- 6) Micropilote terminado.- Se retira la maquinaria y se limpia el terreno.

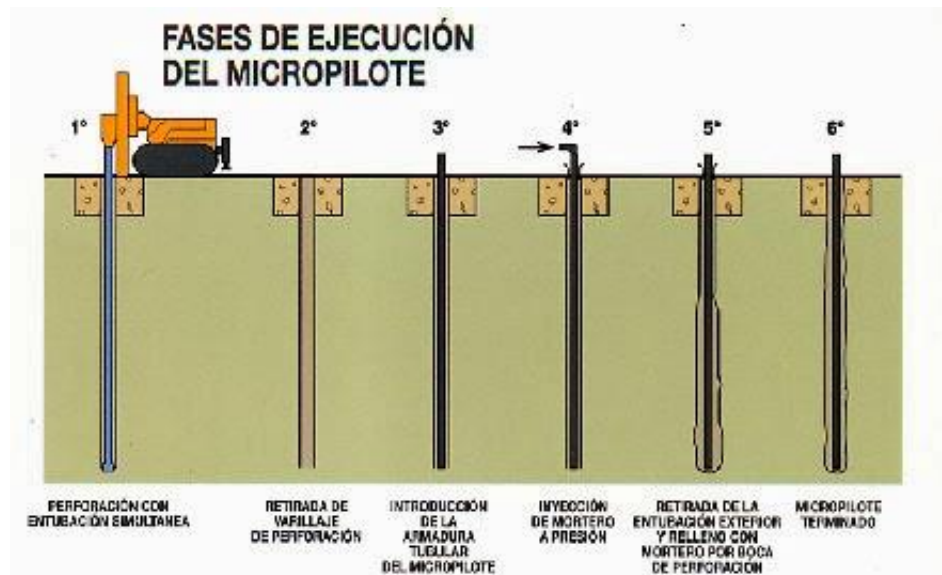


Imagen II-8 Fases de ejecución del micropilote

La instalación de micropilotes tiene la doble ventaja de:

- No modificar la dinámica de infiltración del agua pluvial debido a que no se impermeabiliza el suelo permitiendo que el agua de lluvia se infiltre alrededor de la pieza la que permite el paso por debajo al no existir superficie impermeable que lo impida.
- No modificar la dinámica del agua subterránea al no constituirse un tablestacado o estructura perpendicular al flujo del agua; es decir que nada obligará al agua a

cambiar de curso quedando así el espacio abierto para que fluya de acuerdo a la dinámica propia en cualquier dirección y sin obstáculos.

Hay que recordar que el flujo principal es sobre la roca arenisca en el manto de arena en la parte saturada y es por la influencia de mareas y precipitación con lo cual, al no existir barreras físicas, el agua de lluvia podrá infiltrarse libremente y una vez en el acuífero, al llegar al nivel freático, correr en cualquier sentido que le demande la carga dinámica en el acuífero, sea dominada por pleamar o bajamar o sea hacia tierra adentro, hacia el mar o la laguna.



Imagen II-9 Distribución de los pilotes necesarios para el desarrollo del proyecto con una ocupación de 30 m<sup>2</sup>.

### II.2.2.2 Obras que componen el proyecto

Para efectos de su descripción, el plan maestro se puede agrupar bajo los siguientes conceptos:

- Bloques de departamentos
- Baños
- Área de tableros/andadores y áreas de descanso y juego bajo los claros de los edificios.
- Alberca y PTAR

- Área de asador y cisterna
- Planta de emergencia y almacén
- Cuarto de maquinas
- Ductos de servicio
- Depósito de basura
- Áreas verdes

### Bloques de departamentos



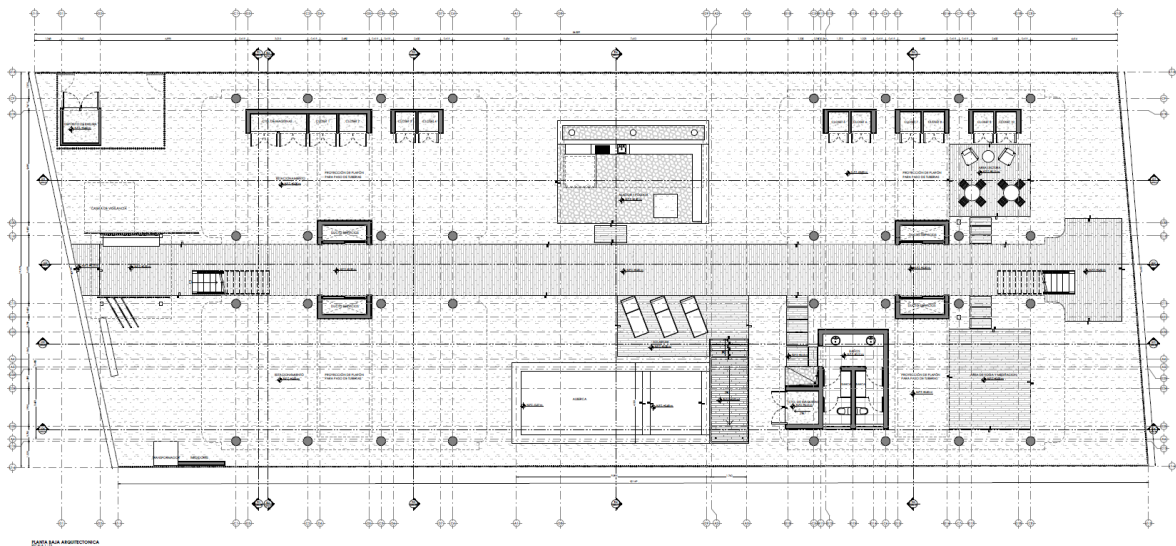
Imagen II-10 Render que muestra los elementos arquitectónicos que componen el proyecto





Imagen II-11 Render que muestra el bloque de departamentos en vista frontal

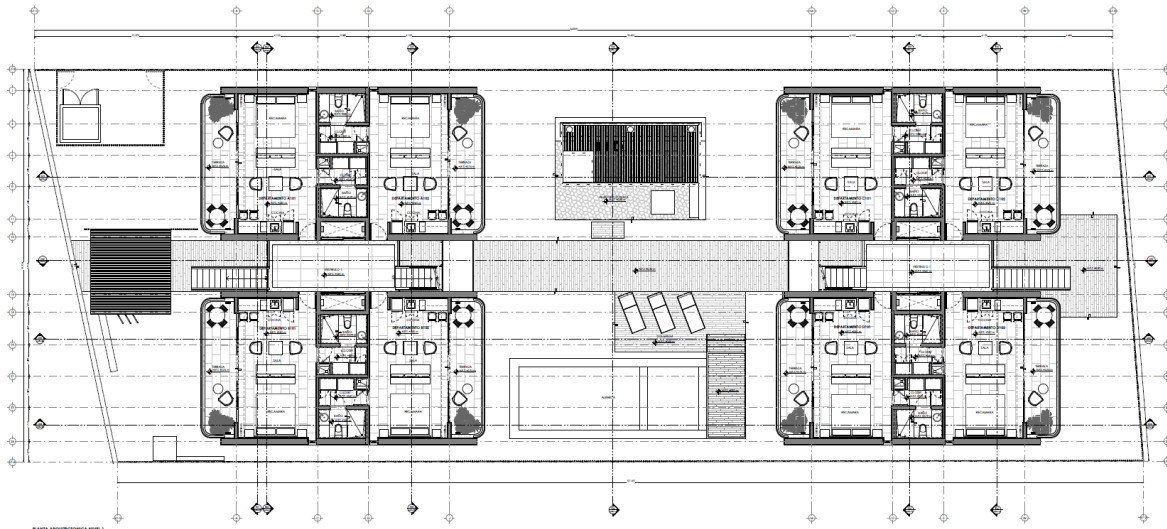
**Planta baja:** Se reparte entre el cuarto de máquinas, la alberca, el área de tableros, área de asador, baños, planta de emergencia y almacén área del depósito temporal de basura y áreas verdes.



**Primer nivel:** en el primer nivel se encuentran cuatro departamentos por torre. Cuentan, cada uno de ellos, con un baño completo, una cocina-comedor y una habitación. Están diseñados para alojar un máximo de 2 personas.

Tipo A: cuatro unidades con una superficie total de 54.40 m<sup>2</sup> (Cuatro unidades)

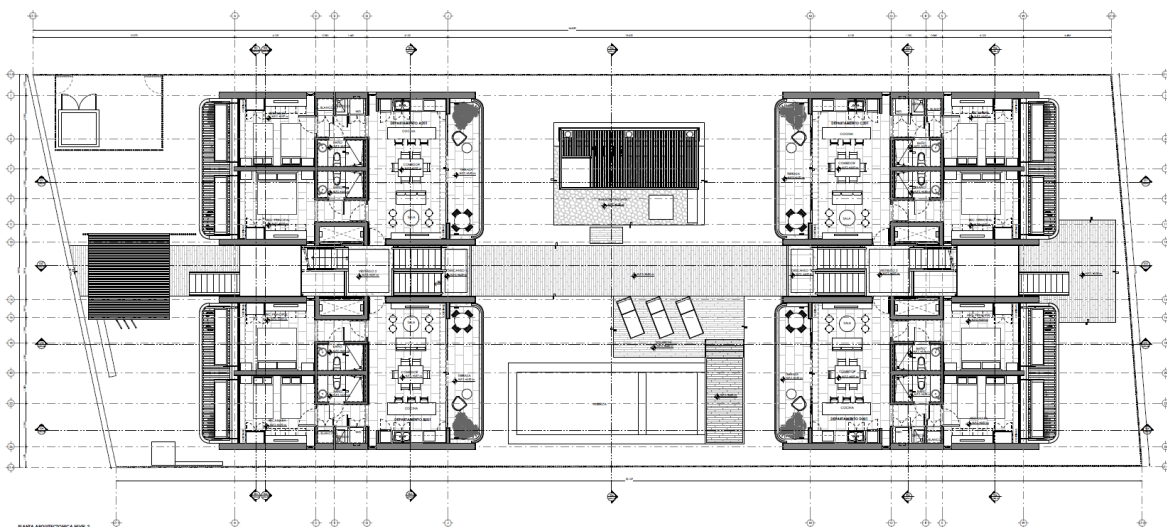
Tipo B: cuatro unidades con una superficie total de 55.00 m<sup>2</sup> (Cuatro unidades)



El primer nivel aloja ocho departamentos con 8 habitaciones.

**Segundo nivel:** Para el segundo nivel, se tienen 2 departamentos por torre. Cuentan, cada uno de ellos con dos baños completos, una cocina, sala comedor y dos habitaciones. Están diseñados para alojar un máximo de 4 personas.

Tipo C: cuatro unidades con una superficie total de 97.35 m<sup>2</sup> (Cuatro unidades)

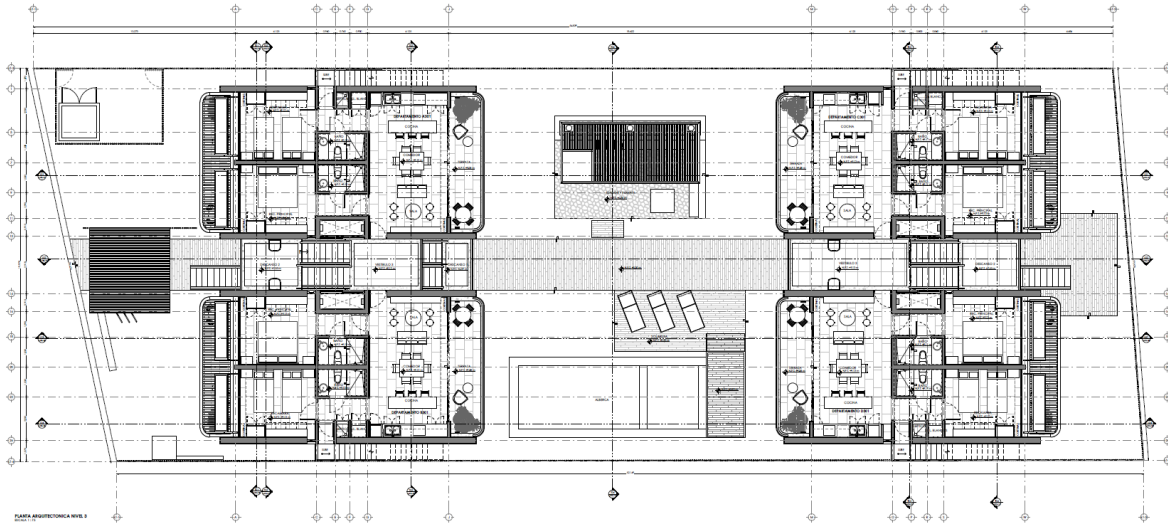


El segundo nivel aloja cuatro departamentos con 8 habitaciones.

**Tercer nivel:** Para el tercer nivel, se tienen 2 departamentos por torre. Cuentan, cada uno de ellos con piscina descubierta, dos baños completos, una cocina, sala comedor y dos habitaciones. Están diseñados para alojar un máximo de 4 personas

Tipo D Norte: dos unidades con una superficie total de 169.55 m<sup>2</sup> (Dos unidades)

Tipo D Sur: dos unidades con una superficie total de 171.50 m<sup>2</sup> (Dos unidades)



El tercer nivel aloja cuatro departamentos con 8 habitaciones.

**Cuarto nivel, azotea:** La azotea tiene un área de bar cubierto con pérgolas y un espacio de relajación con alberca. Dicho espacio se presenta en ambas torres y sólo tienen acceso los departamentos superiores.





Imagen II-12 Render que muestra una perspectiva de un departamento tipo C

### Áreas verdes

Para las áreas abiertas, se plantea una jardinería conformada primordialmente con vegetación propia de la selva baja caducifolia local en una superficie de 327.10 m<sup>2</sup>. Se mantendrá parte de la vegetación existente siendo también forestada con plantas producto del rescate de manera que se tendrá representatividad botánica del ensamble original y otras que, si bien se encuentran en el SAD no están actualmente representadas en el polígono predial. Las especies seleccionadas para conformar este espacio de son: el Xtup-suk (*Cyperus planifolius*), Sak-chukum (*Croton punctatus*) y la manzanita (*Lantana involucrata*) la cactácea *Acanthocereus tetragonus* y (*Pitayita Selenicereus testudo*) las que reformarán un estrato arbustivo mientras que el arbóreo se formará usando palma chit (*Thrinax radiata*), ceibas (*Ceiba acuminata* y *Ceiba pentandra*), chaká (*Bursera simaruba*) Uvero (*Coccoloba uvifera*), Tsiw che' (*Pithecellobium keyense*), Se considera la introducción de especies botánicas locales que sean preferidas por polinizadores tales como Tzitzilché (*Gymnopodium floribundum*), y ornamentales locales como la flor de mayo (*Plumeria obtusa*) y la palma de coco (*Cocos nucifera*) y la flor de tajonal (*Viguiera dentata*).



Imagen II-13 Superficie sin obra forestada primordialmente con vegetación nativa.

A continuación, se presentan ejemplos de áreas jardinadas que integra especies propias de selva baja lo cual permite conservar las características originales de la vegetación e, incluso, mejorar el ensamble existente en términos de diversidad.



Imagen II-14 Ejemplos de integración ambiental a través de jardinería con especies nativas representativas de Selva Baja Caducifolia



### Área de tableros. Andadores

Los andadores, formados por tableros, son la instalación considerada y necesaria para desplazarse, a pie y a nivel de suelo, entre y desde los componentes del proyecto. Estará conformada por un sendero de hecho de madera dura tropical durable tal como zapote (*Manilkara zapota*).

Los tableros permiten la infiltración de agua pluvial admitiendo el tránsito a pie sobre el terreno sin una alteración del suelo al evitar su compactación en una superficie de 221.15 m<sup>2</sup>.

### Escaleras

En el caso de las escaleras para acceder a los departamentos, estarán armadas de tablón de madera de yaxnic (*Vitex gaumeri*) con barniz marino para los escalones con una alfarda de madera también de yaxnic para encajar y sostener los escalones, además del barandal que está hecho de barrote de 3" x 1" de madera de pucté (*Terminalia buceras*) y pasamanos de 2" x 2" de la misma madera con cuerda de fibra de 1" de diámetro.

Para acceder a los departamentos se utilizará una plataforma la cual es una estructura hecha de madera con barrote de 2" x 4" de madera de pucté siendo estas las vigas principales y ángulos metálicos de 4"x4"x1/4" para unión de estructura metálica y fijación a muros y/o losa.

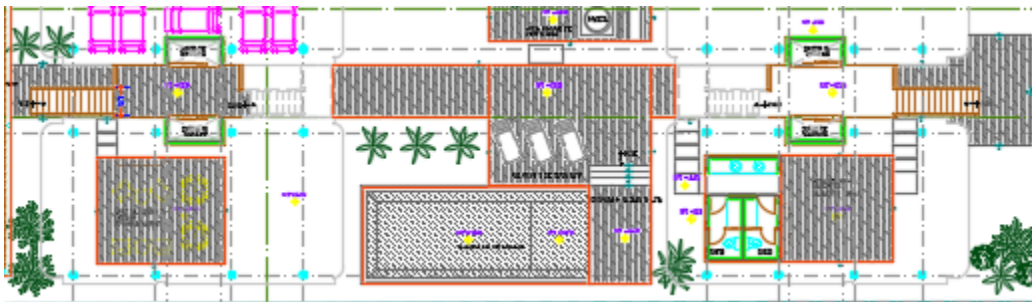




Imagen II-15 Render que muestra un segmento de tablero/andador.

### Alberca

La alberca, realizada en mampostería convencional, tiene una superficie de 50.52 m<sup>2</sup> y sobre el terreno; esta condición impide la infiltración del líquido precipitado hacia el acuífero y que, de igual manera, evita la erosión de los suelos al sellarlo.

La planta de tratamiento de aguas residuales se instalará parcialmente bajo la alberca y cuarto de máquinas.



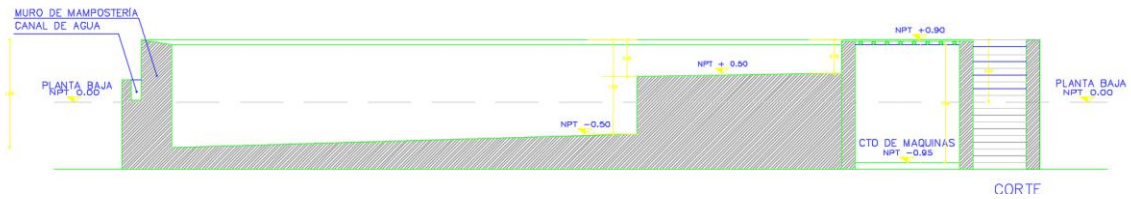


Imagen II-16 Plano con la ubicación de la alberca y planta de tratamiento

### Área de asador y cisterna

El área de asador es una obra de 39.91 m<sup>2</sup> que se desplanta sobre una losa que sella el suelo por lo que, a la vez que impide la infiltración, evita la erosión. Debajo de este componente se instalará una cisterna prefabricada con capacidad de 25,000 litros la cual está destinada a acopiar aguas pluviales que se empleará para diversas actividades de mantenimiento en el complejo.





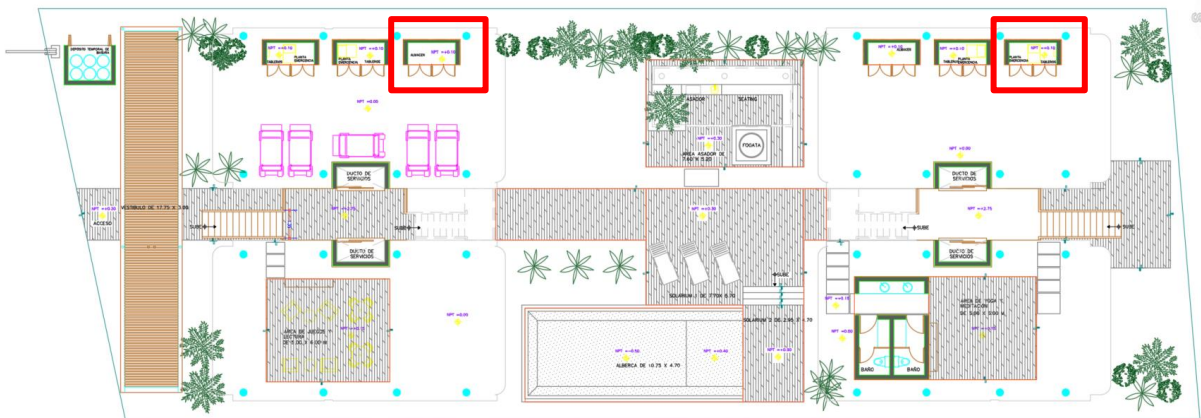


Imagen II-17 Render que muestra el área de la fogata y asador

### Planta de emergencia y almacén

La instalación de una planta de emergencia a Diesel permitirá abastecer de electricidad a al conjunto en caso de que el suministro de corriente de la isla falle.

El almacén es un lugar especialmente estructurado y planificado para custodiar, proteger y controlar los bienes necesarios para el funcionamiento del proyecto. Utilizan, en conjunto, 20.33 m<sup>2</sup>.



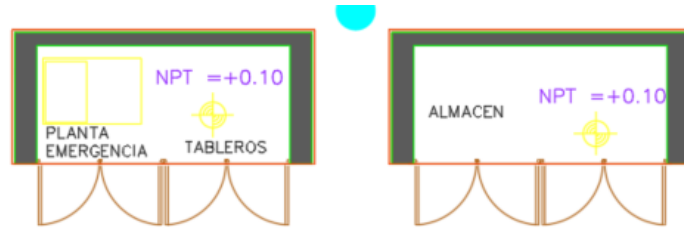


Imagen II-18 Plano con la ubicación de las plantas de emergencias y almacén.

### Cuarto de maquinas

Corresponde a un espacio cerrado pero ventilado en el cual se instalará el equipo, medidores e instrumentos para el mantenimiento por filtración del agua de la alberca y de la planta de tratamiento de aguas residuales. Requiere de 13.93 m<sup>2</sup>.

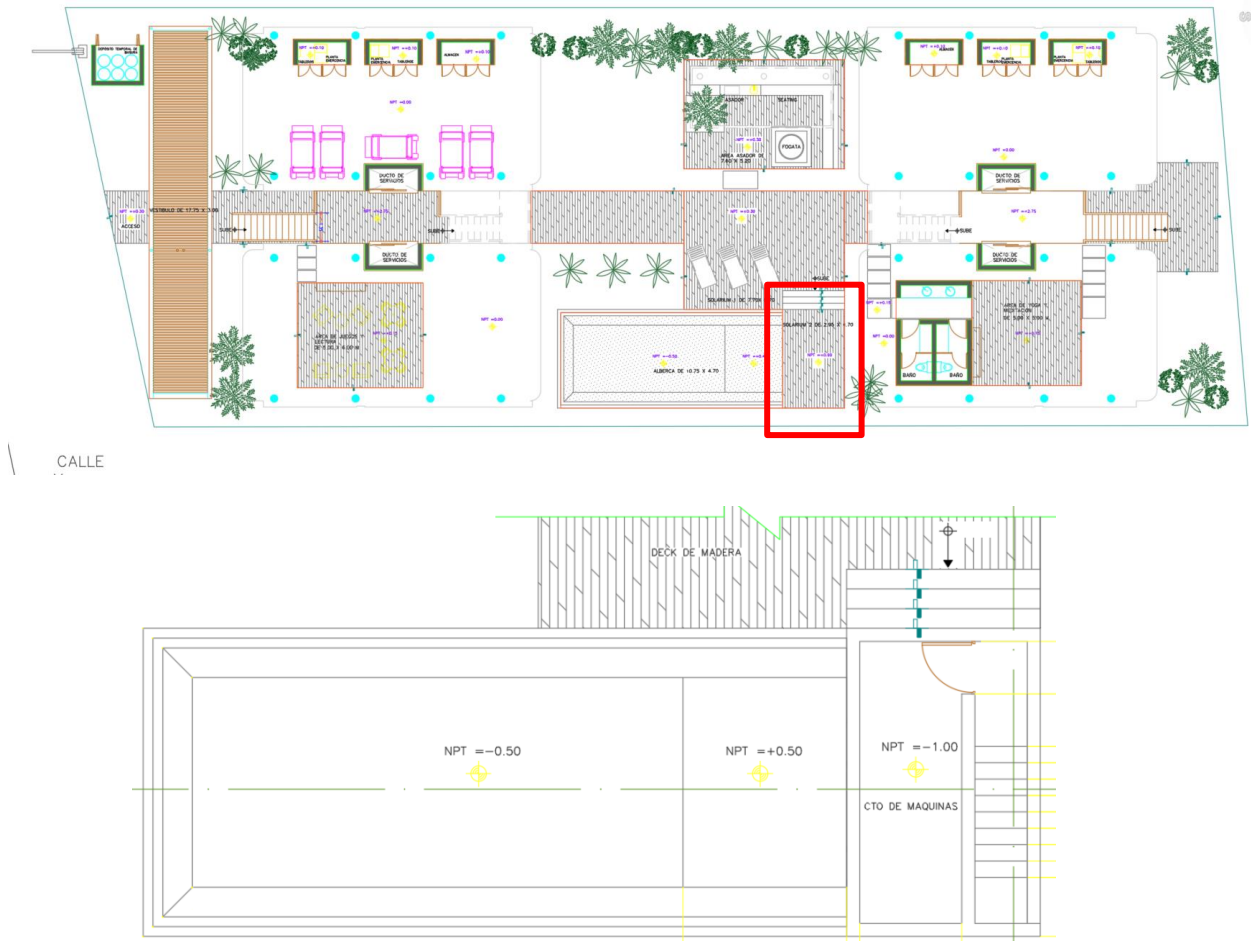


Imagen II-19 Plano con la ubicación del cuarto de maquinas

## Ductos de servicio

Los ductos son elementos fundamentales en una edificación. Estos nichos tienen el objeto de contener y ocultar las instalaciones eléctricas, hidrosanitarias, telefónicas, gas, entre otras.



Imagen II-20 Ubicación de los ductos de servicio

## Depósito de residuos sólidos urbanos

Se ha destinado un área conformada por una estructura de mampostería para almacenar temporalmente los residuos sólidos urbanos a efecto de que no se dispersen y puedan ser recolectados por el sistema de limpia municipal. Confinar los residuos en un espacio cerrado resulta necesario para evitar que la fauna silvestre, como los mapaches, los consuman o diseminen. Esta instalación utiliza 4.78 m<sup>2</sup>.



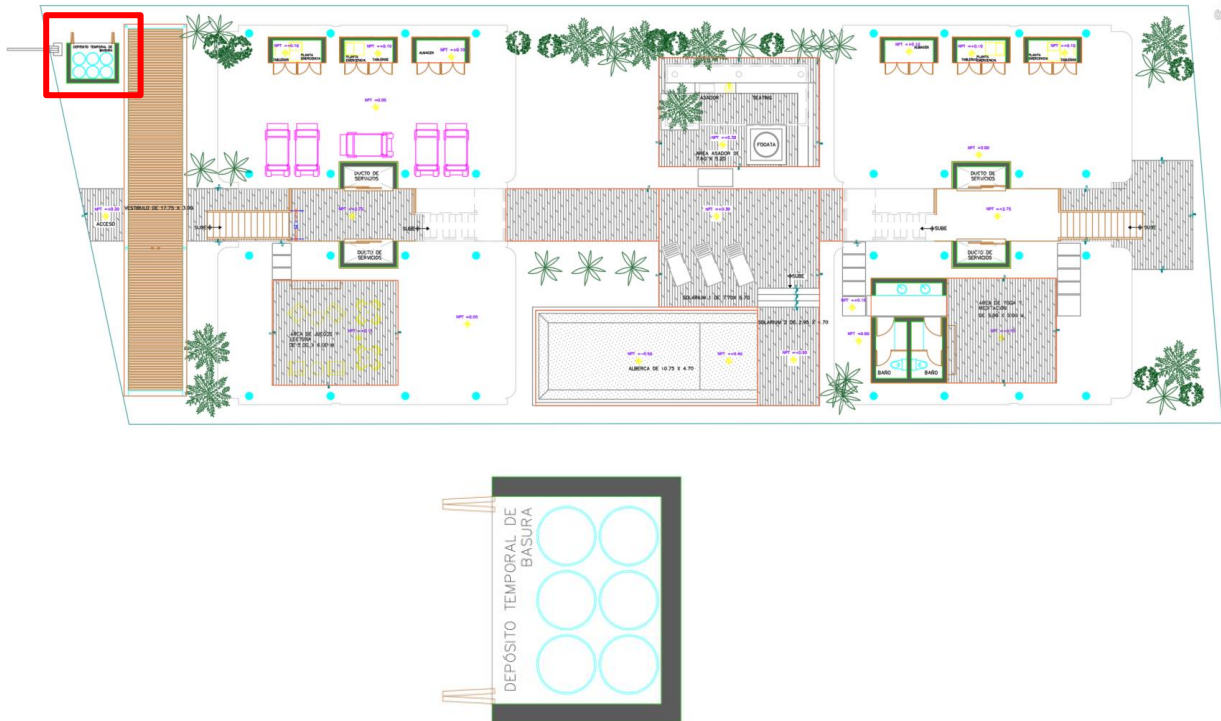


Imagen II-21 Plano de la ubicación del depósito de basura en el proyecto

### II.2.3 Gestión del agua

Para el desarrollo de un proyecto de este tipo, un elemento fundamental es la adecuada y rigurosa gestión del agua y considerar su tratamiento y disposición en cantidad y calidad normada.

En lo referente a la dotación de agua para el proyecto, esta será cubierta por la Comisión de Agua Potable y Alcantarillado del gobierno del estado de Quintana Roo (CAPA-QR) la cual actualmente proporciona el servicio en las inmediaciones de la propiedad y amplía su potencial de distribución a la isla sustituyendo la línea actual de 6 pulgadas de diámetro a otra nueva de 10”.

Sin embargo, en la zona no existe aún una red de drenaje sanitario y la planta de tratamiento de la isla se encuentra rebasada por lo que se sujeta a mejoras técnicas y se amplía su capacidad tratante. En atención a esta situación la promotora opta por instalar y operar un sistema de saneamiento propio que operará con las debidas precauciones y medidas de seguridad para evitar la contaminación en el predio, acuífero y zonas aledañas.

### II.2.3.1 Usuarios y usos del agua del proyecto

El establecimiento del complejo habitacional implica la necesidad de contar con agua para atender sus distintos centros de consumo los cuales se segmentan de la siguiente forma:

- Departamentos (W.C./lavabos/tarjas/regaderas)
- Áreas de servicios (W.C. comunes, azotea, escaleras, tableros/andadores, área asador, cuarto de máquinas, planta de emergencia y almacén)
- Esparcimiento y descanso (albercas, asoleaderos)

La tabla de consumo y generación de agua residual se calculó en la consideración de que el edificio tiene capacidad de ocupación de 16 departamentos con un promedio de dos huéspedes por departamento, es decir 48 personas totales máximo.

Se realizó una estimación del gasto de agua de acuerdo con las especificaciones de la regla 73 del Programa de manejo del Área Natural Protegida mismo que indica que:

*II. El diseño del sistema hidráulico de la edificación debe lograr una reducción en el consumo de agua de al menos 20%, con respecto al consumo de una edificación equivalente, calculado según el Apéndice Informativo 8 Norma Mexicana NMX-AA-164-SCFI-2013 Edificación Sustentable. Criterios y Requerimientos Ambientales Mínimos;*

Apéndice Informativo 8 de la Norma Mexicana NMX-AA-164-SCFI-2013 *Edificación Sustentable. Criterios y Requerimientos Ambientales Mínimos* plantea el siguiente procedimiento para la determinación del consumo de agua:

*Paso 1: Calcular la cantidad de ocupación permanente y temporal de la edificación.*

Se estima que la ocupación se presentará de la siguiente manera por temporada:

Ocupación de la infraestructura por temporada	
Temporada alta (diciembre-enero); Semana Santa (abril-mayo); vacaciones de verano (julio-agosto)	48 personas (100%)
Temporada baja (septiembre-noviembre)	24 personas (50%)

\* La norma no ofrece instrucciones de procedimiento a realizar con esta información

*Paso 2: Considerar 50 % de la ocupación para el género femenino y 50 % para el masculino. A excepción de alguna edificación en donde por razones de su uso específico habitara solamente para un tipo de género (p.e. monasterio).*



Se considera la indicación de la norma. Se parte del supuesto en el que en temporada alta se tienen 24 hombres y 24 mujeres; en temporada baja 12 mujeres y 12 hombres.

\* La norma no ofrece instrucciones de procedimiento a realizar con esta información

*Paso 3: Calcular el caso base de consumo de agua para la edificación siguiendo los siguientes parámetros.*

Para el caso base, por ser viviendas multifamiliares se elige el tipo de consumo doméstico de acuerdo con las tablas siguientes:

<b>Consumos domésticos per cápita</b>			
CLIMA*	CONSUMO POR CLASE SOCIOECONÓMICA (l/Hab/día)		
	RESIDENCIAL	MEDIA	POPULAR
Cálido	400	230	185
Semicálido	300	205	130
Templado	250	195	100

<b>*Clasificación de climas por su temperatura</b>	
Temperatura media anual (°C)	Tipo de clima
Mayor que 22	Cálido
De 18 a 22	Semicálido
De 12 a 17.9	Templado
De 5 a 11.9	Semifrío
Menor que 5	Frío

La temperatura media anual en Holbox, de acuerdo con los datos de la estación 23009 “Isla de Holbox, Isla Mujeres” es de 26.4 °C, es decir mayor que 22.

Lo anterior define un consumo residencial, estimado con este método, de 400 l/Hab/día.

El conjunto cuenta con 24 habitaciones lo que determina un consumo para el caso base de 9,600 l/día en temporada alta y 4,800 l/día en temporada baja.

*Paso 4: Calcular el caso propuesto de consumo de agua para la edificación de acuerdo con los equipos instalados.*

Se instalarán los siguientes equipos ahorradores:

- Regaderas empleadas en el aseo corporal con cumplimiento de la NOM-008-CONAGUA-1998 de media presión con un gasto igual o menor a 5 litros por minuto.

Las regaderas no reguladas por la NOM-008-CONAGUA-1998 pueden alcanzar un gasto superior a los 20 litros por minuto. En el mercado nacional no se admiten ya que la norma de referencia es aplicable a todos los tipos de regaderas existentes en el mercado de fabricación nacional y de importación.

De lo anterior se tiene que:

<b>Gasto de agua en las regaderas</b>		
Regadera convencional no normada	Regadera ahorradora normada	Reducción de gasto (%)
20 l/minuto	5 l/minuto	25

Las regaderas propuestas implican una reducción del 25%

- Inodoros con cumplimiento de la NOM-009-CONAGUA-2001

Los inodoros no regulados por la NOM-009-CONAGUA-2001 pueden alcanzar un gasto superior a los 10 litros por descarga. La industria nacional fabricante de inodoros logró eficientar el uso del agua hasta alcanzar los 6 litros por descarga. La norma de referencia aplica a los inodoros de fabricación nacional y a los de importación por lo que en el mercado se encuentran únicamente aquellos bajo la especificación normativa de referencia la cual indica que, con la reducción del gasto en inodoros a 6 litros por descarga, se logró eficientar el uso del agua.

Actualmente en el mercado predominan W.C. que opera con de 6 litros, otros están dotados con dispositivos ahorradores que permite elegir una descarga de 6 litros para sólidos y una de 3.8 litros para líquidos con lo que se logra un ahorro significativo y los más modernos funcionan también con descarga dual de 4 y 2 litros.

De lo anterior se tiene que:

<b>Gasto de agua en los inodoros</b>		
W.C convencional normado	W.C. ahorrador normado*	Reducción de gasto (%)
6 l/descarga	3.8 l/descarga sólidos	36.6
6 l/descarga	2 l/descarga líquidos	66.6

\* WC Helvex Olimpia 3.8 l doble descarga.

En el mercado nacional no se admiten W.C. cuya descarga rebase los 6 litros ya que la norma de referencia es aplicable a todos los tipos de inodoros, sean de fabricación nacional y o importación.

No se emplearán fluxómetros ya que, para el proyecto, se eligieron sistemas de mueble completo.

- Válvulas de admisión y descarga para inodoros con cumplimiento de la NOM-010-CONAGUA-2000

Todos los inodoros que existen en el mercado nacional se sujetan a las especificaciones normativas de la NOM-010-CONAGUA-2000 mismas que fueron ajustadas a la reducción del gasto en inodoros a 6 litros por descarga.

Los inodoros y sus válvulas de admisión y de descarga presentan un funcionamiento variable. Aunque se han realizado esfuerzos para mejorar su eficiencia conjunta, el problema de fugas ocasionado por las válvulas persiste. La norma se orienta a la minimización de fallos en la admisión y descarga, particularmente en lo referente a los elementos de operación y/o sello que se instalan en los tanques de inodoros.

Al instalar los sanitarios nuevos se tendrán las válvulas nuevas por lo que no se esperan fugas.

Otros sistemas economizadores de agua.

#### Grifería

Se usarán grifos monomando con regulador de caudal que son aquellos que permiten limitar internamente el paso de agua o bien con apertura en frío los que cuando se tiene la maneta en posición central, el grifo aporta solamente agua fría. Para obtener agua caliente es necesario desplazar la maneta hacia la izquierda. Así, se eliminan gran parte de las demandas inútiles de agua caliente.

#### Aireadores

Las canillas de los lavabos estarán dotadas de aireadores que son dispositivos que se enroscan en la salida de agua y rompen el chorro mezclándolo con aire. Así se consigue un aumento del volumen del chorro y de la superficie de contacto con el agua lográndose un ahorro del 30% respecto a los grifos tradicionales.

Si bien la estimación anterior se realizó de acuerdo con los lineamientos derivados de la regla 73 del Programa de manejo del Área Natural Protegida, que es de obediencia obligatoria, se señala que para definir los ahorros se procedió a revisar y ampliar el espectro de gasto diario incluyendo usos tales como el aseo de áreas, reposición de agua a las albercas y mermas. A continuación, se presenta el cálculo realizado para el funcionamiento de la planta de tratamiento de aguas residuales en la consideración del uso de mecanismos ahorradores.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL PARTICULAR  
Departamentos Yum Balam

COMPONENTES DE SISTEMA									
Concepto	Cantidad	Dimensión	Unidad de medida	Usuarios / instalación	total		Indice de consumo/ha	Unidad	volumen demandado (l/d)
Departamentos 1er Nivel	8.00	437.60	persona	2.00	16.00	estancia	400.00	l/p/d	800.00
Departamentos 2do Nivel	4.00	389.40	persona	4.00	16.00	estancia	400.00	l/p/d	1,600.00
Departamentos 3er Nivel	4.00	682.10	persona	4.00	16.00	estancia	400.00	l/p/d	1,600.00
Azotea	2.00	232.00	m2	2.00	464.00	superficie	2.00	l/m2/d	928.00
Escaleras	2.00	31.50	m2	2.00	63.00	superficie	2.00	l/m2/d	126.00
Tableros/anadores	1.00	204.00	m2	1.00	204.00	superficie	2.00	l/m2/d	408.00
Alberca (1.25 prof)	1.00	50.52	m2	1.00	50.52	superficie	5.00	%/D	5.00
Baños comunes alberca	2.00	18.50	persona	32.00	37.00	estancia	25.00	l/p/d	800.00
Alberca azotea (0.95 prof)	4.00	5.85	m2	4.00	23.40	superficie	5.00	%/D	20.00
Área de asador	1.00	34.00	m2	1.00	34.00	superficie	15.00	l/m2/d	510.00
Planta de emergencia y almacén	1.00	4.00	m2	1.00	4.00	superficie	2.00	l/m2/d	8.00
Cuarto de máquinas	1.00	13.93	m2	1.00	13.93	superficie	2.00	l/m2/d	27.86
Depósito de residuos sólidos urbanos	1.00	3.00	m2	1.00	3.00	superficie	2.00	l/m2/d	6.00
yoga	1.00	50.27	m2	1.00	50.27	superficie	2.00	l/m2/d	100.54
<b>TOTAL</b>									<b>6,939.40</b>

Para la evaluación del uso del agua en las habitaciones se tomó en cuenta la utilización de 400 litros por persona por día en departamento con lo cual el volumen de agua demandado para las 24 recamaras donde en, ocupación plena, se podrá llegar a los 4,000 litros por día, es decir 4 metros cúbicos día de agua de la red de abastecimiento público lo que es un volumen bajo.

El cuarto de máquinas que tiene una superficie de 13.93 metros cuadrados, demandará agua para su limpieza 4 litros por metro cuadrado con lo cual será esperable una demanda de 27.86 litros por día de agua.

En el área de piscina se contará con servicio de baños, uno de damas y otro de caballeros los cuales podrán dar atención a 32 personas con un índice de 25 litros por usuario por día con lo que el volumen demandado en dichos baños podrá llegar a los 800 litros por día.

Las piscinas requieren de retrolavado de filtros y compensación de pérdidas por evaporación y derrames, considerando que esto puede establecerse en un rango del 5% del volumen de las albercas por día con lo que se requiere una reposición diaria de aproximadamente 40 litros/día.

En suma, el volumen máximo demandado a ocupación plena para el abastecimiento de los departamentos es de 6,939.40 litros por día de agua de primer uso sin considerar el riego de áreas verdes que será surtido por agua residual tratada en el sistema propio del desarrollo o por agua pluvial acopiada. Se indica que, al utilizar especies locales se minimiza el uso de agua y de agroquímicos.

En cuanto al agua residual, se considera un 15% de pérdidas que se pueden generar en diversas circunstancias, como son pequeñas fugas, consumos en centros de utilización del agua, como son la evaporación o derrames al suelo, limpieza etc. En este orden de ideas, el volumen de agua residual a tratar podrá ser de hasta 5,898.49 |litros por día, valor que se



utilizó para fines de diseño del sistema de tratamiento para capacidad máxima en un periodo de 24 horas.

### **II.2.3.2 Manejo del agua.**

El agua, una vez utilizada en las diferentes actividades deriva en un volumen de agua cuyas propiedades originales cambian por la presencia de diversas sustancias orgánicas y de proceso lo cual se traduce en un volumen de aguas residuales que son el resultado de las actividades cotidianas de los departamentos.

El agua residual<sup>2</sup> será conducida a un sistema de tratamiento en el cual se acondicionará el efluente de aguas crudas hasta alcanzar los límites permisibles más estrictos que permiten, incluso, su reuso en servicios al público, es decir que las personas pueden exponerse directamente. Puede utilizarse en fuentes de ornato, lavado de vehículos y, como es este caso, riego de áreas verdes.

Es la Norma Oficial Mexicana NOM-003-SEMARNAT-1997 la que precisamente *establece los límites máximos permisibles de contaminantes para las aguas residuales tratadas que se reusen en servicios al público* por lo que ésta fue la normativa para la elección de la planta de tratamiento de aguas residuales. El objetivo y campo de aplicación de esta NOM es establecer los límites máximos permisibles de contaminantes para las aguas residuales tratadas que se reusen en servicios al público, con el objeto de proteger el medio ambiente y la salud de la población, y es de observancia obligatoria para las entidades públicas responsables de su tratamiento y reuso. En el caso de que el servicio al público se realice por terceros, éstos serán responsables del cumplimiento de la presente Norma, desde la producción del agua tratada hasta su reuso o entrega, incluyendo la conducción o transporte de la misma.

Esta regulación establece los siguientes límites permisibles de contaminantes en aguas residuales tratadas:

---

<sup>2</sup> Aguas de composición variada provenientes de las descargas de usos municipales, industriales, comerciales, de servicios, agrícolas, pecuarios, domésticos, incluyendo fraccionamientos y en general de cualquier otro uso, así como la mezcla de ellas.

Tabla II.3 Límites máximos permisibles de contaminantes en aguas residuales tratadas establecidos por la Norma Oficial Mexicana NOM-003-SEMARNAT-1997. Promedio mensual.

Tipo de reuso	Coliformes fecales NMP/100 ml	Huevos de helminto (h/l)	Grasas y aceites mg/l	DBO <sub>5</sub> mg/l	SST mg/l
Servicios al público con contacto directo	240	≥1	15	20	20
Servicios al público con contacto indirecto u ocasional	1,000	≤5	15	30	30

La materia flotante debe estar ausente en el agua residual tratada, de acuerdo al método de prueba establecido en la Norma Mexicana NMX-AA-006, referida en el punto 2 de esta Norma Oficial Mexicana.

El agua residual tratada reusada en servicios al público, no deberá contener concentraciones de metales pesados y cianuros mayores a los límites máximos permisibles establecidos en la columna que corresponde a embalses naturales y artificiales con uso en riego agrícola de la Tabla 3 de la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEMARNAT-1996, referida en el punto 2 de esta Norma.

Por otra parte, en el entendido de que no todas las aguas tratadas podrán ser reutilizadas en riego, se plantea la inyección de los excedentes a pozo profundo para lo cual resulta obligatorio realizar un tratamiento de aguas servidas que garantice la calidad del agua del cuerpo receptor.

La Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEMARNAT-1996 establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales.

Su objetivo y campo de aplicación es establecer los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales, con el objeto de proteger su calidad y posibilitar sus usos, y es de observancia obligatoria para los responsables de dichas descargas.

Con respecto a los límites máximos permisibles para el caso que aquí nos ocupa se presentan los parámetros y cuerpos receptores de las Tablas 2, 3 y 4 de la NOM-001-SEMARNAT-1996. Se indican bajo un sombreado aquellos que son más rigurosos.

Tabla II.4 Límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales.

Parámetros (miligramos por litro, excepto cuando se especifique otra medición)	SUELO				EMBALSES NATURALES Y ARTIFICIALES	
	Uso en riego agrícola (A)		Humedales naturales (B)		Uso público urbano (C)	
	P.M.	P.D.	P.M.	P.D.	P.M.	P.D.
Temperatura °C (1)	N.A.	N.A.	40	40	40	40
Grasas y Aceites (2)	15	25	15	25	15	25
Materia Flotante (3)	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
Sólidos Sedimentables (ml/l)	1	2	1	2	1	2
Sólidos Suspendidos Totales	150	200	75	125	40	60
Demanda Bioquímica de Oxígeno <sub>5</sub>	150	200	75	150	30	60
Nitrógeno Total	40	60	N.A.	N.A.	15	25
Fósforo Total	20	30	N.A.	N.A.	5	10
Arsénico (potencial hidrógeno (pH) 5 a 10 unidades)	0.2	0.4	0.1	0.2	0.1	0.2.
Cadmio (potencial hidrógeno (pH) 5 a 10 unidades)	0.2	0.4	0.1	0.2	0.1	0.2
Cianuros (potencial hidrógeno (pH) 5 a 10 unidades)	1.0	3.0	1.0	2.0	1.0	2.0
Cobre (potencial hidrógeno (pH) 5 a 10 unidades)	4.0	6.0	4.0	6.0	4.0	6.0
Cromo (potencial hidrógeno (pH) 5 a 10 unidades)	1	1.5	0.5	1.0	0.5	1.0
Mercurio (potencial hidrógeno (pH) 5 a 10 unidades)	0.01	0.02	0.005	0.01	0.005	0.01
Níquel (potencial hidrógeno (pH) 5 a 10 unidades)	2	4	2	4	2	4
Plomo (potencial hidrógeno (pH) 5 a 10 unidades)	0.5	1	0.2	0.4	0.2	0.4
Zinc (potencial hidrógeno (pH) 5 a 10 unidades)	10	20	10	20	10	20
Contaminación por patógenos (coliformes fecales) NMP/100ml	2,000	1,000	2,000	1,000	2,000	1,000
Contaminación por parásitos (huevos de helminto) n huevos/litro	1	1	1	1	1	1

(1) Instantáneo; (2) Muestra Simple Promedio Ponderado; (3) Ausente según el Método de Prueba definido en la NMX-AA-006; (\*) Medidos de manera total; P.D. = Promedio Diario; P.M. = Promedio Mensual; N.A. = No es aplicable; (A), (B) y (C): Tipo de Cuerpo Receptor según la Ley Federal de Derechos.

Los límites de contaminantes en las descargas de aguas residuales (promedio mensual P.M.) más rigurosos derivados de la conjunción de los límites de la NOM-003-SEMARNAT-1997 y la NOM-001-SEMARNAT-1996 son los siguientes:

Tabla II.5 Límites de contaminantes en las descargas de aguas residuales

Parámetros (miligramos por litro, excepto cuando se especifique otra medición)	NOM-001- SEMARNAT-1996	NOM-003- SEMARNAT-1997
	SUELO, EMBALSES NATURALES Y ARTIFICIALES	SERVICIOS AL PÚBLICO CON CONTACTO DIRECTO
	Uso en riego agrícola (A) Humedales naturales (B) Uso público urbano (C)	Uso en fuentes de ornato, lavado de vehículos y riego de jardines.
	P.M.	P.M.
Temperatura °C (1)	40	NE
Grasas y Aceites (2)	15	15
Materia Flotante (3)	Ausente	Ausente
Sólidos Sedimentables (ml/l)	1	NE ≤1 **
Sólidos Suspendidos Totales	40	20
Demanda Bioquímica de Oxígeno <sub>5</sub>	30	20
Nitrógeno Total	15	NE ≤15**
Fósforo Total	5	NE ≤5**
Arsénico (potencial hidrógeno (pH) 5 a 10 unidades)	0.1	0.1
Cadmio (potencial hidrógeno (pH) 5 a 10 unidades)	0.1	0.1
Cianuros (potencial hidrógeno (pH) 5 a 10 unidades)	1.0	1.0
Cobre (potencial hidrógeno (pH) 5 a 10 unidades)	4.0	4.0
Cromo (potencial hidrógeno (pH) 5 a 10 unidades)	0.5	0.5
Mercurio (potencial hidrógeno (pH) 5 a 10 unidades)	0.005	0.005
Níquel (potencial hidrógeno (pH) 5 a 10 unidades)	2	2

Parámetros (miligramos por litro, excepto cuando se especifique otra medición)	NOM-001- SEMARNAT-1996	NOM-003- SEMARNAT-1997
	SUELO, EMBALSES NATURALES Y ARTIFICIALES	SERVICIOS AL PÚBLICO CON CONTACTO DIRECTO
	Uso en riego agrícola (A) Humedales naturales (B) Uso público urbano (C)	Uso en fuentes de ornato, lavado de vehículos y riego de jardines.
	P.M.	P.M.
Plomo (potencial hidrógeno (pH) 5 a 10 unidades)	0.2	0.2
Zinc (potencial hidrógeno (pH) 5 a 10 unidades)	10	10
Contaminación por patógenos (coliformes fecales) NMP/100 ml	2,000	240
Contaminación por parásitos (huevos de helminto) n huevos/litro	1	≥1

(1) Instantáneo; (2) Muestra Simple Promedio Ponderado; (3) Ausente según el Método de Prueba definido en la NMX-AA-006; (\*) Medidos de manera total; P.D. = Promedio Diario; P.M. = Promedio Mensual; N.A. = No es aplicable; (A), (B) y (C): Tipo de Cuerpo Receptor según la Ley Federal de Derechos. \*\* remite a la NOM-001-SEMARNAT-1996.

Lo anterior dictó los términos de referencia para la adquisición de la planta de tratamiento de aguas residuales cuyo contrato se supedita a la consecución de lo siguiente:

Tabla II.6 Términos de referencia para la adquisición de la planta de tratamiento de aguas residuales

Parámetros (miligramos por litro, excepto cuando se especifique otra medición)	Límites máximos de descarga exigidos
Promedio Mensual	P.M.
Temperatura °C (1)	≤40
Grasas y Aceites (2)	15
Materia Flotante (3)	Ausente
Sólidos Sedimentables (ml/l)	NE ≤1 **
Sólidos Suspendidos Totales	20
Demanda Bioquímica de Oxígeno <sub>5</sub>	20
Nitrógeno Total	NE ≤15**



Parámetros (miligramos por litro, excepto cuando se especifique otra medición)	Límites máximos de descarga exigidos
<b>Promedio Mensual</b>	P.M.
Fósforo Total	NE $\leq 5^{**}$
Arsénico (potencial hidrógeno (pH) 5 a 10 unidades)	0.1
Cadmio (potencial hidrógeno (pH) 5 a 10 unidades)	0.1
Cianuros (potencial hidrógeno (pH) 5 a 10 unidades)	1.0
Cobre (potencial hidrógeno (pH) 5 a 10 unidades)	4.0
Cromo (potencial hidrógeno (pH) 5 a 10 unidades)	0.5
Mercurio (potencial hidrógeno (pH) 5 a 10 unidades)	0.005
Níquel (potencial hidrógeno (pH) 5 a 10 unidades)	2
Plomo (potencial hidrógeno (pH) 5 a 10 unidades)	0.2
Zinc (potencial hidrógeno (pH) 5 a 10 unidades)	10
Contaminación por patógenos (coliformes fecales) NMP/100 ml	240
Contaminación por parásitos (huevos de helminto) n huevos/litro	$\leq 1$

En este contexto, el proyecto prevé el diseño, construcción y operación de un sistema de tratamiento de aguas residuales capaz de depurar agua cuyo efluente resulta apto para reuso en riego de áreas verdes cumpliendo con las Normas Oficiales Mexicanas NOM-001-SEMARNAT-1996 para cuerpos receptores "A" "B" y "C" y, de acuerdo con la NOM-003-SEMARNAT-1997 aplicable a riego en áreas públicas con contacto directo, es decir con una temperatura de operación menor o igual a 40 °C, grasas y aceites a un máximo de 15 mg/, ausente de materia flotante, Sólidos Sedimentables igual o menores a 1 mg/l, Sólidos Suspendidos Totales menor o igual a 20 mg/l, DBO<sub>5</sub> menor o igual a los 20 mg/l y por debajo de otros valores máximos normativos. No se espera, por el tipo de giro, la presencia de metales pesados. Independientemente de lo anterior, todos los parámetros se ajustarán a los límites permisibles en el permiso de descarga que eventualmente pudiera otorgar la autoridad competente (CONAGUA).

### II.2.3.3 Planta de Tratamiento de Aguas Residuales

#### Alternativa 1

Para el tratamiento de las aguas residuales de este proyecto se considera el uso de una planta depuradora GPSMX MC150 diseñada bajo pedido por *Global Project Solution* de México ([www.gpsmx.mx.com](http://www.gpsmx.mx.com)) o similar siempre y cuando cumpla con las especificaciones de proyecto planteadas.

Para el caso actualmente elegido (GPSMX MC150), el sistema de tratamiento consiste en un tanque de concreto armado en el cual se integra un sistema de flujos que permite un tratamiento biológico anóxico-aerobio con la tecnología USB (*Upflow Sludge Blanket Filtration*) la cual permite incorporar en un solo tanque todos los procesos necesarios para el tratamiento de las aguas residuales. El resultado es un reactor biológico con dimensiones reducidas en comparación con sistemas de tratamiento convencionales.

El reactor integrado USB es una modificación del tratamiento de aguas residuales convencional en donde el proceso de sedimentación en una unidad separada se omite; en su lugar se separan los sólidos en suspensión del agua tratada por medio de filtración ascendente a través del manto de lodos.

El tren de tratamiento queda conformado por las siguientes operaciones unitarias:

1. Pretratamiento
2. Desnitrificación
3. Nitrificación
4. Separador USB
5. Tanque de retención de lodos
6. Tratamiento terciario

El diagrama de flujo del proceso es el siguiente:

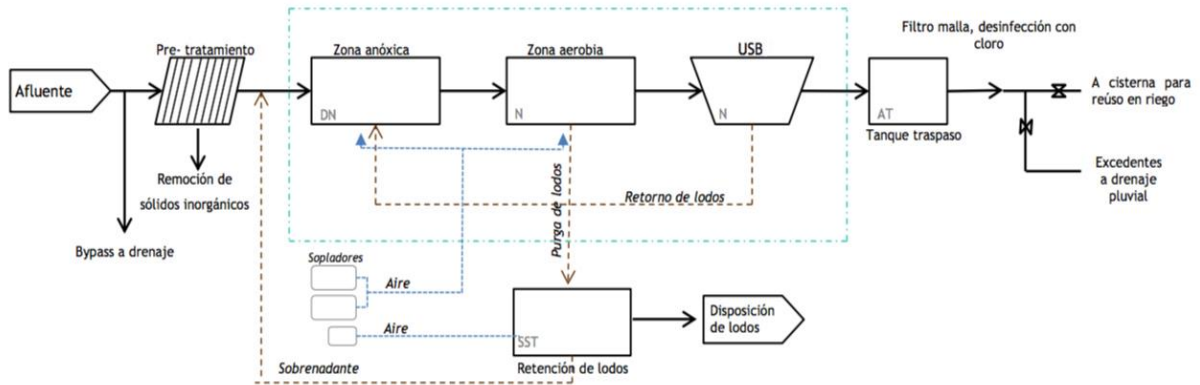


Imagen II-22 Diagrama de flujo para el tratamiento de aguas residuales

### Operaciones unitarias.

#### 1) Cribado

El cribado es fundamental, se emplea para remover los sólidos no biodegradables como plásticos, trapos, colillas, semillas entre otros, que deben ser eliminados para que no interfieran en el tratamiento biológico, además de evitar daños a tuberías y equipos.

Consiste en la instalación de una o más canastillas de polipropileno, colocadas en la entrada de aguas residuales. El sistema de limpieza de estos filtros iniciales se realiza de forma manual elevándola mediante un malacate a través de los rieles. Los sólidos removidos serán dispuestos de acuerdo a su tipo.

#### 2) Ingreso del agua servida a la zona anóxica

Este paso tiene por objeto remover nutrientes como el nitrógeno, llevando a cabo la desnitrificación, es decir que en ausencia de oxígeno los nitratos son reducidos por bacterias heterótrofas a nitrógeno molecular. El proceso anóxico permite obtener una mayor calidad de tratamiento, particularmente en las aguas grises.

Mediante agitación a través de burbujeo grueso, el agua se mantiene en constante movimiento, para evitar que se estanque y se produzcan malos olores.

#### 3) Zona aerobia (lodos activados)

En esta sección los microorganismos aerobios en suspensión llevan a cabo la degradación de la materia orgánica en presencia de oxígeno disuelto el cual se inyecta mediante un soplador de aire a través de difusores productores de burbujas finas.

#### 4) Separador USB (*Upflow Sludge Blanket Filtration*)

La separación del agua tratada del lodo activado se hace mediante la tecnología USB la cual se basa en un separador en forma de cono al cual el agua entra por la parte inferior y, a medida que ésta sube, disminuye la velocidad ascendente ocasionando que los lodos o flóculos se vuelvan estacionarios y, por lo tanto, formarán un medio de filtrado del tipo lecho de lodos. El sistema funciona a altas concentraciones de lodos, por lo general de 4,000 a 6,000 mg/l, de tal forma que si la edad del lodo es mayor se tiene una mayor eficiencia biológica.

#### 5) Tanque de retención de lodos. Manejo de lodos.

Contar con un sistema de tratamiento USB y lodos activados modalidad aireación extendida tiene la ventaja adicional que los lodos producidos están casi totalmente digeridos por lo que la generación de éstos es menor que un proceso convencional.

Mediante una bomba sumergible, controlada de forma manual o semiautomática, el lodo en exceso se bombea al tanque aireado de retención de lodos (digestor de lodos). El tanque se encuentra aireado para evitar que se produzcan malos olores, reducir el volumen y llevar el proceso hasta la fase endógena, de esta forma los lodos producidos se obtienen de acuerdo a las especificaciones de la NOM-004-SEMARNAT-2002.

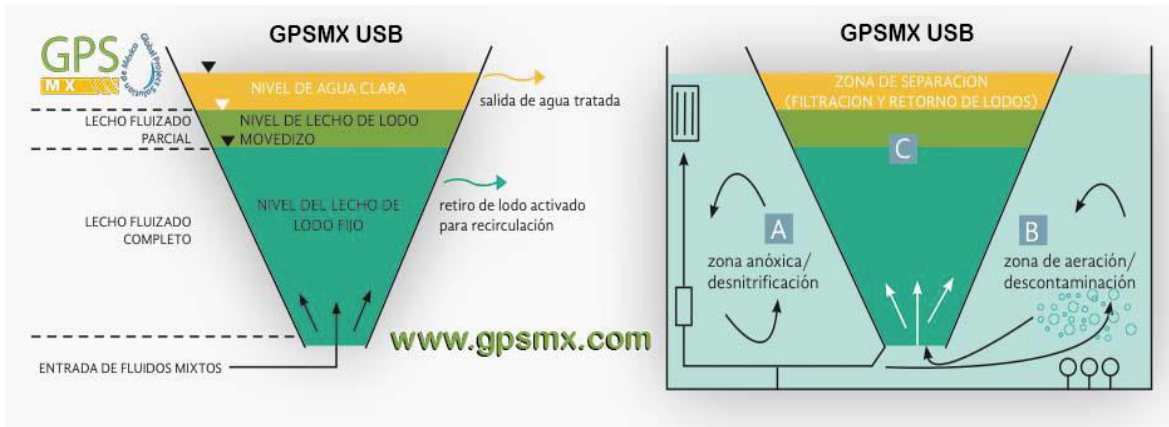
Al detenerse la aireación se permite la sedimentación y el agua sobrenadante se envía de regreso al proceso biológico. Así se incrementa una concentración de los sólidos al 4%, lo que permite el bombeo y su colecta por medio de un servicio vector.

#### **Tratamiento terciario**

El tren de tratamiento terciario implica un sistema filtración de malla y desinfección. El agua cae por gravedad al tanque de traspaso a través de una canastilla que removerá sólidos suspendidos pasando por un dosificador con pastillas de clorantes a base de hipoclorito de calcio. Una vez terminado este proceso el agua tratada puede utilizarse para el riego de jardines.

#### **Resumen del proveedor**

El agua residual pasa por el pre-tratamiento para posteriormente entrar a la zona anóxica (A), donde se mezcla con el lodo activado que se recircula a partir del fondo del separador USB, por gravedad el agua fluye hacia la zona aerobia (B), el agua entra al separador USB por la parte inferior, una vez formado el lecho de lodos, el agua se filtra a través de él, ya que los flóculos se vuelven cada vez más grandes y pesados, descienden a la parte inferior del separador para posteriormente ser regresados a la zona anóxica. Una vez que el agua tratada es filtrada se recolecta mediante una tubería de salida.



### Especificaciones generales, materiales y sustancias

El pretratamiento mecánico y la estructura interna USB están hechos de polipropileno. Todos los equipos se instalan dentro de tanques de concreto.

#### a) Lodos activados para el arranque

Para el arranque de la planta de tratamiento se requiere adicionar “lodos activados” de otra planta ya estabilizada, ya que esto disminuye el tiempo de estabilización. Estos lodos se adicionan por única vez al inicio, si se siguen correctamente las instrucciones de operación y mantenimiento no es necesario volver a agregar. Como alternativa el arranque se realiza por medio de una mezcla de bacteria liofilizada y un activador bacteriano.

#### b) Hipoclorito de calcio

Se requiere la adición de pastillas de hipoclorito de calcio al 65% de concentración, la cantidad a dosificar se obtiene a partir de la siguiente formula:

$$Dosis\ de\ cloro = \frac{Q(Litros/día) \times Cl}{Concentración}$$

### Alternativa 2

Otra alternativa considerada y que ofrece, también de acuerdo con el proveedor, el cumplimiento de las especificaciones del proyecto es la construcción e instalación de un biofiltro con clarificador integrado. El sistema se diseña para obtener agua clara en cumplimiento con las normas oficiales mexicanas apta y para el riego de áreas verdes o disposición al cuerpo receptor.



## BIOFILTRO CON CLARIFICADOR INTEGRADO

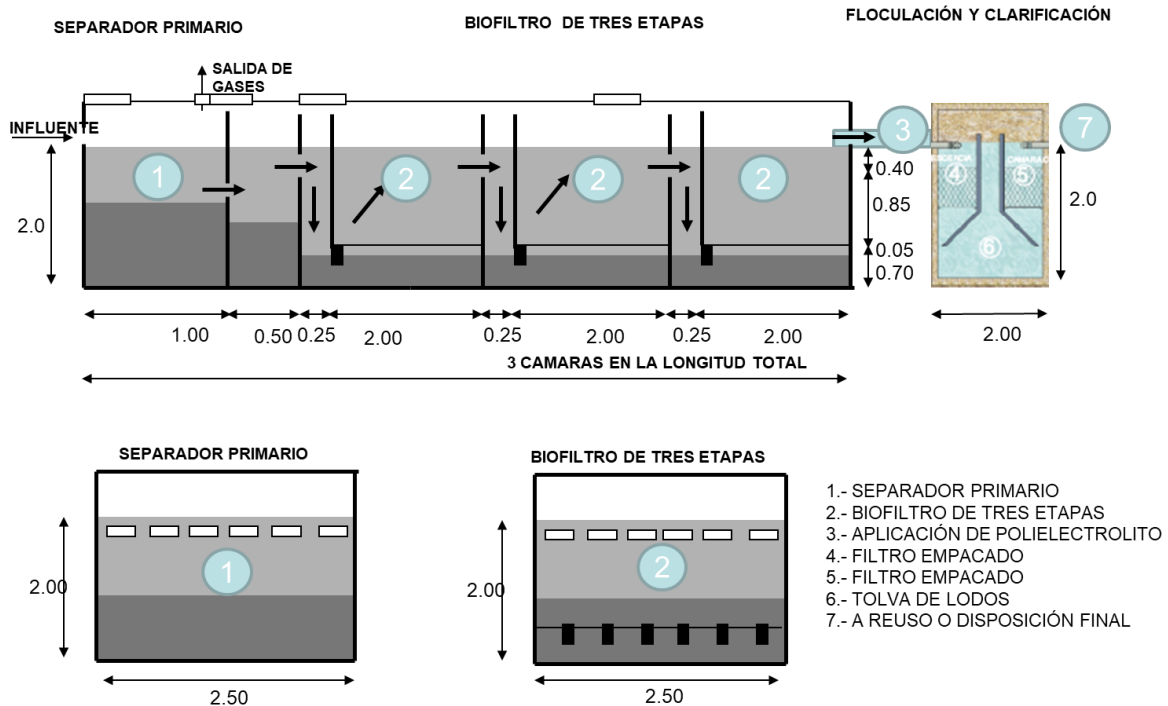


Imagen II-23 Biofiltro con clarificador integrado

En este sistema el agua cruda es recibida en el tanque primario que tiene la función de separar sólidos gruesos, natas, grasas y aceites mediante trampas y rejillas.

Una vez que por efecto de la gravedad y diferencia de densidades el agua es pre acondicionada en el tanque primario, se somete a digestión en el biofiltro de tres etapas en tal virtud de que los microorganismos se encargan de consumir la materia orgánica en un medio de crecimiento biológico transformando la materia orgánica y estabilizándola.

Hasta este punto, el agua residual se puede considerar tratada para cumplimiento de la NOM 001 SEMARNAT 1996. Sin embargo, se estima apropiado mejorar su calidad para lo cual se aplicará sulfato de aluminio en pastillas para aglutinar los sólidos remanentes generando un flóculo más pesado que el agua que derivará en una buena sedimentación en el clarificador secundario.

Con la finalidad de contar con medidas sanitarias y prevenir un posible contacto primario, a la salida del sistema se contará con un sistema de desinfección mediante hipoclorito de calcio en pastillas, grado alimenticio garantizando una concentración de 2 miligramos por litro en el efluente para descartar la presencia de bacterias u organismos patógenos en el agua residual tratada.

El sistema de disposición se realizará mediante dren subsuperficial con lo cual se propiciará humedad en el suelo para el crecimiento y desarrollo de las plantas sin el uso de aerosoles en riego permitiendo mayor eficiencia en la distribución y uso del agua tratada.

### Calidad del efluente

Ambos fabricantes indican que los sistemas de tratamiento de aguas residuales cumplen con las especificaciones indicadas, en particular las de la NOM-003-SEMARNAT-1997, La cual establece los límites máximos permisibles de contaminantes para las aguas residuales tratadas que se reúsen en servicios al público con contacto directo indicando lo siguiente:

Imagen II-24 Límites máximos permisibles de contaminantes

Límites máximos permisibles de contaminantes		
Parámetro	Unidad	Valor
DBO <sub>5</sub>	mg/l	20
SST	mg/l	20
Grasas y aceites	mg/l	15
Coliformes fecales	NMP/100 ml	240
Huevos de helminto	Huevos/l	≤1

En las dos alternativas se consideró una carga de 32 personas que es la ocupación máxima de los departamentos a razón de 350 litros por persona por día y una tasa de aplicación en humedal artificial de 4 metros cuadrados por persona por día por lo que la superficie requerida para la disposición del agua tratada será de un máximo de 128 metros cuadrados y un pozo de absorción al final del sistema para posibles excedentes en época de lluvias.

### Pozo de inyección de excedentes tratados

Este pozo de rechazo se perforará a una profundidad de 100 m para evitar cualquier contacto o contaminación del manto de agua dulce y salobre con la cámara de absorción entre los 60 m y 100 m. La construcción considera el vertimiento por gravedad, es decir únicamente aquellos que no se utilicen para riego.

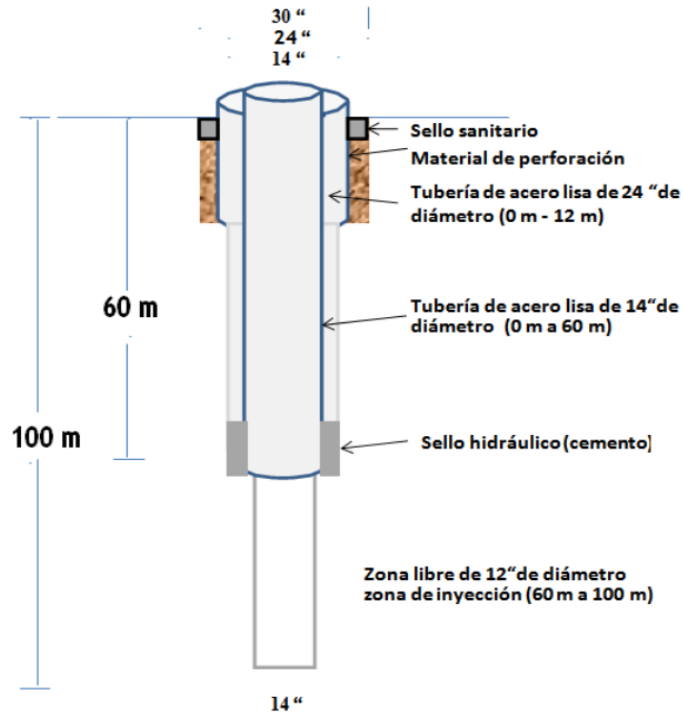


Imagen II-25 Diseño del pozo de rechazo de aguas tratadas

El procedimiento de perforación parte de las especificaciones de la NOM-003-CNA-1996 de fecha 3 de febrero de 1997 que indica que:

1. Previo a la perforación la herramienta y tubería de perforación se deben desinfectar con aplicando proporcionalmente al volumen de agua contenido en el pozo el desinfectante removiendo antes grasas, aceites y sólidos. Garantizar que el cloro activo sea de 200 mg/L como mínimo.
2. Los fluidos de perforación como el agua y la bentonita estarán libres de sustancias que degraden las características químicas del agua subterránea.
3. El agua debe estar libre de patógenos y poseer un pH entre 6 y 10, lo antes para que no inhiban las propiedades del fluido y no degraden el agua del subsuelo.
4. Una vez concluidos los trabajos de construcción del pozo, se deben de retirar los residuos de lodo y materiales sobrantes.
5. Una vez abierto se efectuará un monitoreo de calidad de agua para determinar el pH, conductividad eléctrica, sulfatos, nitratos, cloruros, dureza total, calcio, sodio, potasio, sólidos disueltos totales y bacterias coliformes fecales. Este procedimiento deberá de realizarse cada tres años o de acuerdo con las especificaciones de la concesión.

6. Para evitar la contaminación del agua, el pozo contará con protección sanitaria, esto es, el espacio anular entre las paredes de la formación y el ademe, así como la terminal superior del pozo, son las áreas que presentan mayor riesgo de contaminación, por lo que aplicará proporcionalmente al volumen de agua contenido en el pozo el desinfectante necesario para que el cloro activo sea de 200 mg/l como mínimo, para evitar cualquier riesgo de contaminación. En continuación a la colocación del sello en el espacio anular que queda entre el ademe y la perforación; se construirá un contra ademe para evitar la infiltración de agua superficial que pudiera estar contaminada.

El brocal sobresaldrá 0.50 M del terreno natural de acuerdo a la figura siguiente:

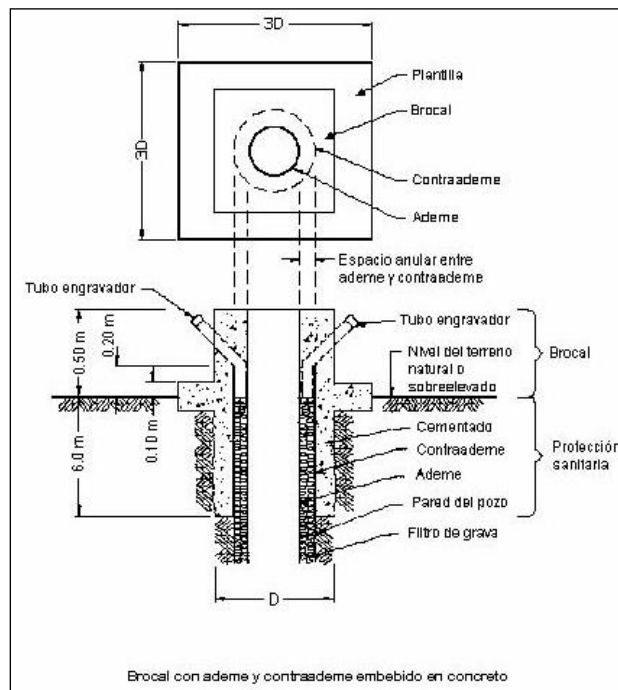


Imagen II-26 Tipo y dimensiones del brocal.

En cuanto a la forma exterior, éste será la de un prisma cuadrangular cuyos lados tendrán una longitud igual al diámetro total superficial de la perforación, con una altura de 0.50 m a partir del nivel del terreno natural o sobre elevado. En el momento de la construcción del brocal, se colocarán dos tubos para la instalación del filtro granular.

La plantilla y la parte superficial de la cimentación del contra ademe, deben formar, estructuralmente, un solo cuerpo. La superficie de la plantilla alrededor del pozo se construirá con una pendiente del 2% de tal modo que el agua, u otro fluido, que escurra se aleje y no invada el pozo. La forma exterior de la losa será cuadrada, teniendo una longitud mínima por lado de 3 (tres) veces el diámetro total de la perforación. El espesor total de la

losa será de 0.15 m, de los cuales los 0.05 m inferiores estarán por debajo del nivel del terreno natural o sobre elevado, previo desplante y apisonamiento de este último.

La propuesta de construcción y operación del pozo se establece en un umbral de impacto ambiental regulado ya que será la Comisión Nacional del Agua, en aplicación de las Normas Oficiales Mexicanas NOM-003-CONAGUA-1996 para la construcción del pozo, NOM-003-SEMARNAT-1996 para la calidad del efluente y NOM-001-SEMARNAT-1996 para el vertimiento, la instancia que determinará en la concesión, los límites y condiciones del aprovechamiento garantizando con su valoración el aprovechamiento sustentable del acuífero y dictando, de acuerdo a los procedimientos que regulan este bien nacional, los pagos por el servicio.

El pozo se ajustará a las especificaciones normativas y su realización se basa en la Norma Oficial Mexicana específica para el caso.

#### **II.2.4 Programa de trabajo**

La primera labor consistirá en hacer la delimitación topográfica para marcar las áreas de intervención y de manera simultánea se hará un recorrido en el terreno para identificar y marcar plantas que puedan ser rescatadas. Se definirá un espacio para la instalación y acondicionamiento de un vivero temporal cuyas dimensiones serán concordantes con el número de individuos sujetos a rescate.

Previo al inicio de cualquier intervención se realizarán los recorridos necesarios para asegurar que no se dañen animales de lento desplazamiento, en caso de que documente la presencia de fauna ésta será capturada y reubicada.

Esta etapa incluye las siguientes actividades:

- Capacitación a empleados
- Instalación de letrinas portátiles
- Delimitación topográfica
- Marcado de las plantas a rescatar
- Rescate de flora silvestre
- Selección del sitio e instalación de vivero
- Rescate y reubicación de fauna



#### **II.2.4.1 Etapa de construcción**

La transformación del espacio necesario para alojar las instalaciones, se realizará en un lapso de dos (2) meses. Esta acción implica el desmonte y despilme selectivos únicamente sobre las áreas que serán intervenidas.

Una vez realizado lo anterior se iniciará el hincado de pilotes y todas las estructuras a nivel. Al concluirse la obra negra, se procederá a situar las instalaciones eléctricas, gas e hidrosanitarias incluyendo la planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR) que este proyecto considera para entonces proceder con la fase de acabados que implica labores de detalles eléctricos, hidrosanitarios, carpintería, pintura, vidrios, aluminios y albañilería menor. Finalmente reubicarán las plantas rescatadas en las áreas verdes del proyecto; esta fase considera 12 meses. Durante todo el proceso se tendrán en funcionamiento letrinas móviles, 1 por cada 10 trabajadores, que serán atendidas bajo contrato con un tercero que deberá de exhibir y comprobar que tiene la capacidad técnica y jurídica para realizar su labor. También, desde el inicio del proceso, se llevará a cabo el mantenimiento de las plantas rescatadas que se tengan en el vivero temporal y un severo control de residuos de obra, que corresponde a aquellos de manejo especial; atención primordial a los residuos peligrosos compuestos por grasas, aceites, solventes y restos de pintura y a los residuos sólidos urbanos conformados por los restos de alimentos y sus empaques.

Para el caso, se han programado actividades adicionales a efecto de fortalecer la gestión ambiental del proyecto durante las etapas de preparación de sitio y construcción como la capacitación a los trabajadores de manera que se promueva y se consolide una conducta de orden en la obra y atención a los residuos.

Esta etapa incluye las siguientes actividades, algunas de ellas retomadas de la primera etapa:

- Formación del vivero y rescate de flora
- Rescate y reubicación de fauna (Iniciado en la etapa anterior y continúa durante la etapa de construcción)
- Mantenimiento de plantas rescatadas en vivero
- Desmonte
- Despilme
- Manejo de residuos
- Construcción
- Operación

Tabla II.7 Programa general de trabajo

CONCEPTOS	MESES																							
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Capacitación a empleados																								
Instalación de letrinas portátiles																								
Delimitación topográfica																								
Marcado de las plantas a rescatar																								
Selección del sitio e instalación de vivero																								
Rescate de vegetación																								
Rescate y reubicación de fauna																								
Mantenimiento de plantas rescatadas en vivero																								
Reubicación de plantas																								
Mantenimiento de plantas en áreas verdes																								
Desbroce manual																								
Despalme manual																								
Manejo de residuos																								
Construcción																								
Aplicación de medidas correctoras de impacto																								
Formación de isletas de manglar																								
Operación																								

No obstante, la programación anterior, se solicita a la autoridad evaluadora que otorgue un plazo de 30 meses para la ejecución de las obras ante la posibilidad de que se presente algún contratiempo económico o administrativo.

### II.2.5 Representación gráfica regional

De acuerdo con la CONANP, 2018<sup>3</sup>. “La Península de Yucatán es una plataforma de materiales calcáreos arcillosos producto del depósito de sedimentos marinos. La mayor parte está constituida por rocas del Terciario; sin embargo, sus márgenes son más recientes (rocas cuaternarias del Pleistoceno y el Holoceno) (Weidie, 1985). La historia geológica de la península ha estado marcada por grandes cambios. Se sabe que en el periodo Jurásico Inferior, la península estuvo conectada con el sur de México, Centroamérica y las Antillas Mayores. Desde entonces ha sufrido movimientos de emersión y sumersión (Tamayo 1981). Se sostiene que el último levantamiento de la península comenzó en el Terciario Medio; sin embargo, parece haber permanecido estable desde el Pleistoceno Superior hasta la actualidad (Weidie 1985). La zona litoral de la península se caracteriza por la ocurrencia de numerosas lagunas costeras que se encuentran separadas del mar por un cordón litoral arenoso. En general, este cordón es una angosta franja de no más de 3 Km. en sus partes más anchas y está constituido por dunas arenosas de naturaleza calcárea y de origen marino (Duch 1988).

Las arenas que lo conforman iniciaron su deposición en el Holoceno, formándose sobre los sustratos del Pleistoceno (Ward 1985). Las fallas geológicas que existen en el Área de Protección de Flora y Fauna Yum Balam se orientan paralelamente al litoral del Mar Caribe, que ha tenido hundimientos, formando lagos alargados. Aplicaciones recientes de sensores remotos por parte de Southworth en 1985, indican la extensión del sistema de fracturas Holbox, de cerca de 100 Km. Desde la costa norte hacia el sur. Esta zona se observa compuesta por zanjas inundadas o depresiones lineales”.

---

<sup>3</sup> fecha de consulta 08/04/2018.

[http://ramsar.conanp.gob.mx/docs/sitios/FIR\\_RAMSAR/Quintana\\_Roo/APFF\\_Yum\\_Balam/%C3%81rea%20de%20Protecci%C3%B3n%20de%20Flora%20y%20Fauna%20Yum%20Balam.pdf](http://ramsar.conanp.gob.mx/docs/sitios/FIR_RAMSAR/Quintana_Roo/APFF_Yum_Balam/%C3%81rea%20de%20Protecci%C3%B3n%20de%20Flora%20y%20Fauna%20Yum%20Balam.pdf)



Imagen II-27 Contexto geográfico local del proyecto

Por su parte, Holbox es una isla de barrera localizada en el extremo norte del estado de Quintana Roo, perteneciente al municipio de Lázaro Cárdenas, 10 kilómetros frente a la costa noreste de la península de Yucatán. Tiene una extensión de 40 kilómetros de largo y 2 kilómetros de ancho, y unos 34 kilómetros de playa hacia el norte. Se encuentra separada intermitentemente a la península por una barra de arena, con varios canales que la unen al mar y a la Laguna Yalahau. Está formada por una serie de antiguas líneas de playa, acrecentándose a partir de la estabilización del mar en su actual nivel, condicionado al aporte de sedimentos de arena, las fluctuaciones del nivel del mar y a las condiciones energéticas de la costa que han producido un grado de erosión y pérdida de porciones de playa mientras que se presenta acreción en el extremo oeste.

Para los fines de la contextualización, ha de considerarse que en la región no se presentan elevaciones mayores por lo que no existen cuencas, subcuencas y microcuencas hidrológico-forestales ni cauces fluviales por lo que el ámbito espacial de análisis, se definió a través de una síntesis cartográfica de la cual se tiene que el contexto del proyecto es la Región Terrestre Prioritaria (RTP) 146, *Dzilam-Ría Lagartos-Yum Balam*.



Imagen II-28 Región Terrestre Prioritaria (RTP) 146 Dzilam-Ría Lagartos-Yum Balam

### II.2.6 Representación gráfica local

El lote donde se pretende desarrollar el proyecto tiene una superficie total de 0.106 ha, misma que representa el 0.017 % de la superficie total del Sistema Ambiental Delimitado (SAD) que cuenta con 617.29 Ha que abarca la totalidad de la isla chica de Holbox y superficies del Golfo de México y laguna Yalahau.

En patrones regulares y rectangulares se aprecian los elementos generados por el ser humano mientras que, en formas irregulares y orgánicas, se presentan los componentes naturales. Este carácter permite identificar que el sitio determinado para el proyecto se encuentra dentro del área urbanizada de la Isla.



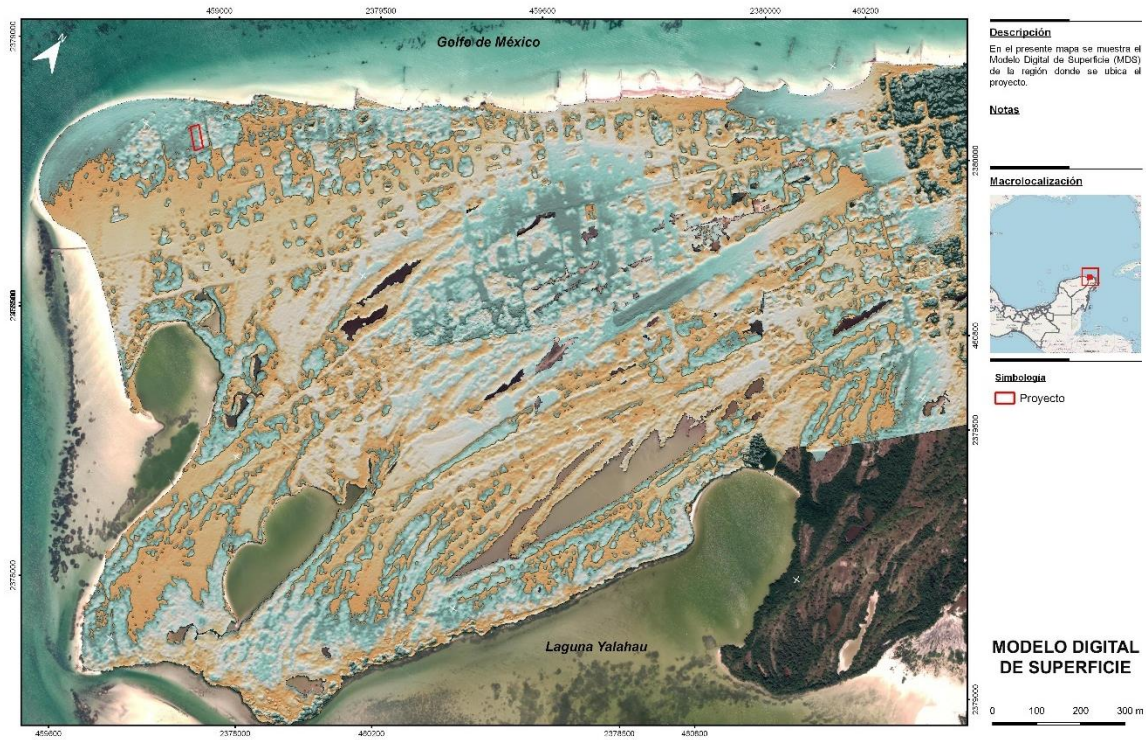


Imagen II-29 Modelo Digital de Superficie. Expone características del espacio en el área del proyecto.

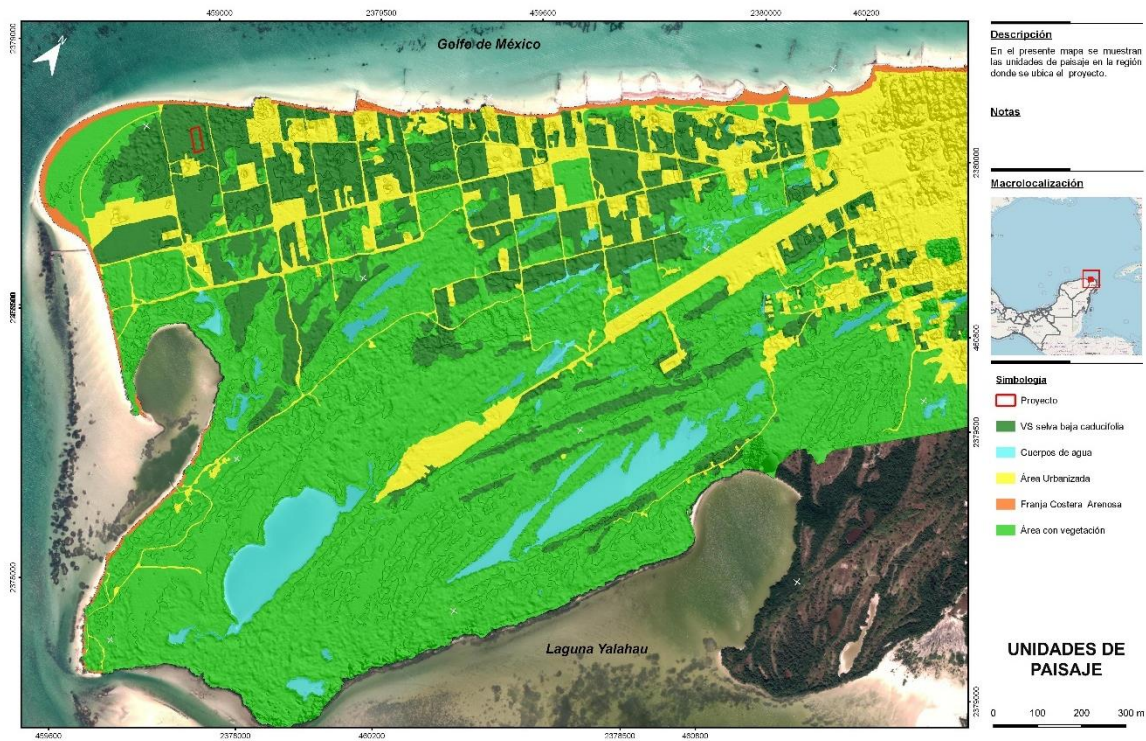


Imagen II-30 El MDS expone elementos relevantes que contextualizan al predio sobre el área urbanizada que ocupa y espacios naturales sin intervenciones que definen Unidades de paisaje.



En la siguiente imagen se discriminan las Unidades de Paisaje que se presentan en el área de influencia del proyecto:

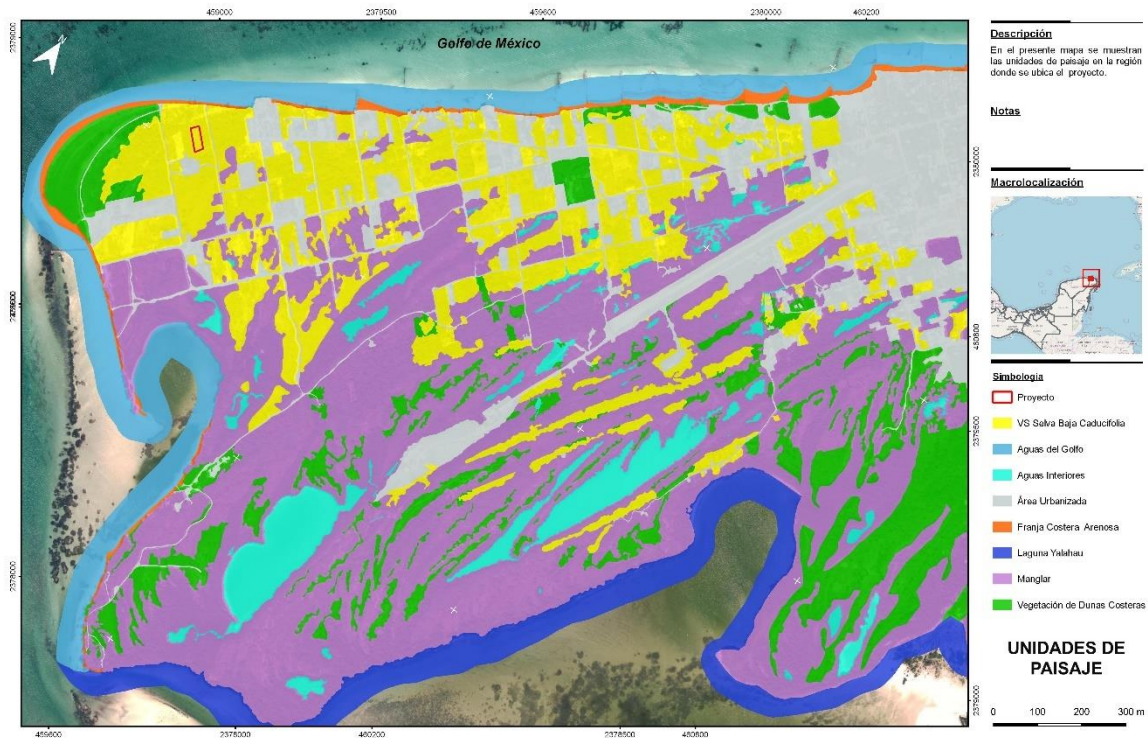


Imagen II-31 Mosaico conformado por las Unidades de Paisaje discriminadas en el área próxima al predio del proyecto

La descripción de las Unidades de Paisaje que componen el Sistema Ambiental Delimitado y área e influencia del proyecto se presentan de manera detallada en el capítulo IV del presente documento.

Es importante considerar que como parte del análisis regional y local se consideraron los siguientes puntos fundamentales para el diseño:

- El proyecto se pretende desarrollar en un territorio insular mismo que no se encuentra conectado al patrón hidrológico continental y que presenta una dinámica hídrica particular.
- El diseño del complejo de departamentos deberá de realizarse elevado sobre el suelo para no afectar la dinámica hidrológica.
- Existen humedales y manglares de importancia en la zona, mismos que deberán de respetarse y atenderse con las medidas de compensación propuestas por la promotente.

## II.3 MÉTODO CONSTRUCTIVO

### II.3.1 Preparación del sitio y construcción

La preparación del sitio, necesario para dar paso al proyecto, consistirá en la delimitación de los espacios de intervención, el marcado de arbolado y rescate de flora y fauna. Se continuará con el trazo de los espacios proyectados sobre el suelo, se definirán y se protegerán las áreas de conservación para proceder, después de ello, proceder al desmonte y despalme selectivos. Esto último implica que se seleccionan las plantas que pueden ser removidas para ser después reintroducidas e integradas al proyecto, así como individuos que podrán mantenerse en pie. Se descarta totalmente el uso de mezclas asfálticas u otro cubrimiento masivo que selle el suelo.

Una vez terminado lo anterior, se hará el hincado de pilotes; no se nivela ni compacta el suelo más que en las superficies de obras a nivel de piso.

Las acciones principales son las siguientes:

- Se delimitarán las áreas de desmonte y despalme, así como aquellas de no intervención de manera que sean claramente diferenciables. Se protegen con malla las plantas que puedan integrarse al proyecto.
- Se operará, durante todo el proceso, bajo los criterios de los programas de protección ambiental.
- En toda la propiedad se realizará el rescate de fauna de lento desplazamiento. Los animales colectados serán ubicados en áreas fuera de la retícula urbana.
- La instalación de un vivero temporal permitirá acopiar y dar mantenimiento a los ejemplares rescatados los que posteriormente se reintegrarán al conjunto.
- No se utilizará maquinaria pesada como tractores y retroexcavadoras. La obra pudiera requerir el uso de máquinas ligeras de tipo *Bobcat* o tractores pequeños tipo D3 o D4. Las actuaciones serán puntuales y exclusivamente ocurrirán en los sitios de intervención que eventualmente sean autorizados. De ser necesario únicamente se aceptarán máquinas y equipo a gasolina o diésel en óptimas condiciones.
- Los restos vegetales serán triturados *in situ* y serán utilizados para formar composta. No se esperan sobrantes.
- Las superficies de intervención corresponderán exclusivamente a aquéllas sobre las que el proyecto considera el establecimiento de las instalaciones que eventualmente sean autorizadas.
- No es necesaria la realización de cortes ni movimiento de tierras por lo que el carácter topográfico y desniveles naturales del terreno se mantienen.

- Las áreas intervenidas mantendrán la pendiente natural actual por lo que habrá continuidad de los escurrimientos e infiltraciones del agua pluvial de manera semejante a la actualmente existente.
- No se perforarán pozos de absorción.
- En las zonas arboladas y jardinadas el terreno absorberá y desaguará de manera natural hacia el acuífero somero.
- Las excavaciones para zanjas de servicios u otras se realizarán a mano o utilizando herramienta manual.

Durante la fase de construcción será necesario contar con instalaciones temporales, que serán las siguientes:

**Caseta y área de mantenimiento:** Se habilitará, en la superficie que corresponde al asador, una caseta de vigilancia y una pequeña bodega temporal de obra para resguardo de los materiales y equipos. La obra por su dimensión y concepto no requiere de talleres especializados como son fierros, mosaicos, vidrio ni tubería.

Todas las instalaciones provisionales serán construidas con materiales recuperables que se desmontarán al momento que se tenga la obra negra que podrá suplirlas y se erigirán en áreas de intervención, es decir que no se ampliará la cobertura del proyecto por la existencia de estos componentes.

**Instalaciones sanitarias:** Se instalarán sanitarios temporales portátiles, uno por cada 10 trabajadores. Una vez operen los sanitarios del proyecto las instalaciones temporales serán retiradas. El mantenimiento será pactado, vía contrato, con una empresa especializada que asegure la correcta disposición de los residuos sanitarios.

**Bancos de material:** Las piedras y sascaab para las obras que lo requieran serán comprados en locales comerciales especializados o en bancos de material autorizados. No se obtendrán insumos pétreos ni arenas de bancos irregulares ni de la franja costera.

**Sitios para la disposición de residuos:** Se destinará un sitio específico para el almacenamiento temporal de los residuos sólidos que se generen durante las etapas de preparación de sitio y edificación de las instalaciones del proyecto. Se distribuirán contenedores en el área de obra para recolectar los residuos producidos cotidianamente por el personal. Para mantener el sitio limpio se implementarán brigadas de aseo para mantener el área libre de desperdicios de obra y de restos derivados de empaques y comida de los trabajadores.

**Comedores:** Se establecerá un sitio específico para comer el cual se ubicará junto a la bodega de obra, es decir en el área del asador con el objeto de evitar la dispersión de restos

de comida y empaques. Para ello se utilizarán elementos pre-construidos de fácil montaje y desmontaje. Este tipo de comedores de obra generalmente están montados con láminas y madera sobre un firme de cemento pobre que es removible. Operación y mantenimiento

Durante la etapa de operación y mantenimiento del proyecto no se esperan ni se consideran actividades distintas a las propias de un complejo de departamentos, es decir relativa a actividades de descanso y esparcimiento.

No se prevén actividades distintas a las planteadas por lo que los residuos generados serán de tipo doméstico. Las aguas servidas provendrán, únicamente, de duchas, sanitarios y departamentos. El proyecto no conlleva actividades riesgosas.

Durante esta fase imperarán criterios precautorios que permitan mantener las diferentes áreas e instalaciones orientadas a los servicios evitando afectaciones al sistema ambiental. Estas acciones derivan de la atención a los siguientes aspectos indicativos más no limitativos:

- En las áreas construidas, las aguas pluviales serán enviadas, por planos inclinados, a espacios que permitan su traslado natural al subsuelo y al sistema de captación.
- Favorecer zonas forestadas con vegetación nativa, es decir que se privilegiarán las especies vegetales cuya área de distribución biológica sea la región.
- Minimizar el sellamiento del suelo de manera que el agua pluvial sea trasladada al subsuelo.
- Se verificará rutinariamente, día a día, el funcionamiento de la planta de tratamiento de aguas residuales. Las descargas habrán de cumplir con los límites que imponen las Normas Oficiales Mexicanas y serán fiscalizadas por la autoridad correspondiente.
- Se supervisará, de manera constante, la eficacia de la operación de trampas de grasas, sólidos y arenas que se colocarán en los registros de cocinas, baños y la propia PTAR.
- Se implementará un programa de manejo de áreas verdes a efecto de eliminar el uso de agroquímicos, asegurar la permanencia de la vegetación que fue integrada al proyecto y eliminar especies vegetales invasoras.
- Se implementará un programa de monitoreo ambiental para valorar el estado del agua freática.
- Se implementará un programa integral de manejo ambiental el cual permitirá establecer un seguimiento y control de los residuos que se generen durante la operación y mantenimiento.



- Se reducirá la demanda de energía eléctrica proporcionada por la CFE al utilizar sistemas de energía alternativa basados en módulos solares.
- Reducción gasto de agua en concordancia con las reglas del Programa de manejo

### **II.3.2 Desmantelamiento y abandono de las instalaciones**

El proyecto no considera esta fase dada las características permanentes del proyecto. En principio, el espacio no debe de ser abandonado en los próximos 50 años. Llegado ese momento y de ser necesario modificar la propuesta, los cambios se supeditarán a la normatividad aplicable para el caso específico.

#### **II.3.2.1 Residuos**

Durante la ejecución de la preparación de sitio y durante la edificación se prevé, dada la naturaleza de la actuación, la generación de los siguientes residuos:

**Sólidos.** Se generarán residuos vegetales al realizar el desmonte selectivo. Estos restos serán triturados y procesados para producir composta la cual se utilizará en la formación de los jardines del proyecto formados con vegetación nativa característica de selva baja.

También se prevé la generación de residuos que se definen por los sobrantes de la construcción, tales como restos de madera, piedra, tubos y cables entre otros. Estos restos corresponden a residuos de manejo especial por lo que serán gestionados como tales de acuerdo con lo indicado por la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, NOM-161-SEMARNAT-2011.

Para el caso de los efluentes de la planta de tratamiento de aguas residuales, la gestión se basará en la NOM-003-SEMARNAT-1997, la disposición en la NOM-001-SEMARNAT-1996 y, en cuanto a los lodos se dará cumplimiento a las especificaciones de la NOM-004-SEMARNAT-2002.

Por otra parte, se sabe que se generarán residuos por la presencia de los trabajadores en el área del proyecto los cuales serán sólidos de tipo doméstico consistentes en empaques, recipientes y restos de platos desechables y alimentos que constituyen restos considerados residuos sólidos urbanos. Para evitar su dispersión y promover su acopio en la obra se distribuirán contenedores de tal forma que los trabajadores no tengan que desplazarse largas distancias para hacer un apropiado depósito.

Durante la preparación del sitio, si bien no se realizarán movimientos de tierras, si ocurrirá un transporte de materiales sólidos particulados por acción eólica al reducirse temporalmente la cubierta vegetal. Los efectos de estas partículas suspendidas se centran principalmente en las molestias que pudieran causar a los vecinos del predio al implicar una

ligera disminución de la calidad del aire. Cabe hacer mención que, dada la ubicación de los terrenos objeto de la actuación no habrá afectaciones a propiedades colindantes.

**Peligrosos.** Durante esta etapa se podrían generar estopas, cartones, papeles, trapos impregnados con grasas, aceites, lubricantes, restos de pinturas, barnices y solventes. Estos desechos tendrán un tratamiento particularmente riguroso siendo almacenados temporalmente en un área de características "punto limpio" el cual estará techado, cerrado y ventilado, con piso impermeable dotado de canaletas de escurrimiento y murete de contención. Los residuos se acopiarán en contenedores diferenciados lo que permitirá un manejo óptimo al momento de ser recolectados por una empresa autorizada.

### **II.3.3 Emisiones y descargas**

Las emisiones a la atmósfera, como ruido y gases generados por el equipo utilizado serán temporales, no rebasarán los límites máximos establecidos en normas, y ocurrirán en horas laborables. La regulación del ruido es de carácter municipal por lo que será esta instancia la responsable de las verificaciones pertinentes.

En cuanto a los polvos fugitivos estos serán minimizados cubriendo el material fino con lonas y regando las áreas de trabajo.

Las actividades más ruidosas se realizarán en horas de labor, es decir de 9 a 17 horas. No se realizará trabajo nocturno.

**Líquidos.** Se generarán aguas residuales durante la etapa de construcción del sitio. Para minimizar el impacto ambiental que éstas pudieran causar se instalarán letrinas portátiles que serán de carácter temporal y serán retiradas al finalizar la obra. Los fluidos y desechos serán gestionados a través de un prestador de servicios autorizado.

### **II.3.4 Áreas permeables y áreas verdes**

La propuesta arquitectónica y de ocupación del espacio partió de lograr la mínima transformación del suelo, reducción de su sellamiento y conservación de la vegetación. Esto derivó en una superficie de contacto total de 192.27 m<sup>2</sup>, es decir el 18.00% de la propiedad, situación que permite mantener 654.64 m<sup>2</sup>, el 61.29%, de suelo nativo. A esta superficie, es apropiado agregar aquella que se mantiene debajo de los tableros ya que estos no sellan el suelo. De lo anterior se tiene que la superficie total de suelo permeable es de 875.79 m<sup>2</sup> o el 82.00% de la propiedad. Por otra parte, de esta superficie, 327.10 m<sup>2</sup> que es el 30.63% es la que admite la reforestación, por no estar cubierta por las losas.

### **II.3.5 Servicios requeridos**

Durante la construcción del proyecto se utilizará energía eléctrica que será proporcionada por la Comisión Federal de Electricidad (CFE) y agua cruda, no potable, que será abastecida a la obra mediante pipas.

Durante la operación el servicio eléctrico será otorgado por la CFE mientras que la dotación de agua potable será cubierta por la Comisión de Agua Potable y Alcantarillado del gobierno del estado de Quintana Roo (CAPA-QR) instancia que actualmente realiza la perforación de pozos de extracción de agua potable adicionales a los que ya existen y sustituye la línea de distribución de agua de la actual que es de 6 pulgadas de diámetro a otra nueva de 10" lo que permitirá mejorar el abasto para el puerto Chiquilá e isla Holbox.

Si bien actualmente CAPA-QR también lleva a cabo la reconstrucción del sistema de drenaje sanitario y ampliación de la planta de tratamiento de aguas residuales, el proyecto de departamentos que aquí se analiza no hará uso de este servicio ya que tratará, reusará y dispondrá de sus propias aguas residuales en concordancia con las normas oficiales mexicanas que regulan las descargas y las concesiones que, en su momento, otorgue la Comisión Nacional del Agua en el ámbito de su respectiva competencia.

### **II.3.6 Otros**

El predio donde se pretende llevar a cabo el proyecto se encuentra ubicado en el Centro de Población de Holbox en una retícula aprobada por la CONANP que se considera como zona de crecimiento urbano, si bien no se cuenta con algunos servicios en el predio, sí está previsto el suministro de los básicos y equipamiento que normalmente provee la Comisión Federal de Electricidad, el gobierno del estado con relación al agua potable y la recolección de residuos sólidos urbanos que proporciona el municipio.

El proyecto, como se ha demostrado en este capítulo, ha sido cuidadosamente diseñado y concebido para lograr la máxima integración ambiental ocupando, al construirse, un desplante sobre el suelo de 192.27 m<sup>2</sup> (18.00%), un andador y espacios bajo los claros realizado con tableros de madera de 221.15 m<sup>2</sup> (20.71%) manteniendo, libre de afectación 654.64 m<sup>2</sup> que, junto con la superficie cubierta por tableros que no sellan el suelo (221.15 m<sup>2</sup>) por lo que se alcanzan 875.79 m<sup>2</sup> o el 82.00% de superficie permeable permitiendo la reforestación en 327.10 (30.63%) de la superficie predial. De esta manera se logra un espacio mínimamente transformado que se traduce, también, como un reducido impacto ambiental adverso.

### III VINCULACIÓN CON LOS INSTRUMENTOS DE PLANEACIÓN Y ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES

---

#### III.1.1 Consideraciones preliminares

De acuerdo con la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, su Reglamento en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental y las guías publicadas por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales para la integración de la Manifestación de Impacto Ambiental se tiene que las valoraciones del impacto ambiental pueden desarrollarse en dos modalidades: la particular y la regional.

Para este caso, se optó por la modalidad particular dada la ubicación y dimensión ambiental de la propuesta proyectada y en virtud del propio Sistema Ambiental Delimitado en el que se pretenden las obras y actividades relacionadas con el proyecto y que en el predio de interés ocurre un único ensamble botánico.

No obstante, en virtud de que el polígono de intervención se encuentra dentro de un área natural protegida federal cuyas tendencias de desarrollo y deterioro ambiental se estimó imprescindible ampliar el análisis a efecto de lograr la identificación y evaluación eficiente de los impactos ambientales que el proyecto pudiera conllevar, en particular aquellos de carácter acumulativo y residual.

En este contexto se estima que, para el caso en particular de la Isla Chica de Holbox, que corresponde al Sistema Ambiental Delimitado donde se pretende el proyecto que aquí se presenta, resulta primordial definir la naturaleza de los impactos que pudieran generarse en ese ámbito ya que éstos podrían verse incrementados por su establecimiento derivando en impactos acumulativos y residuales que deben de ser apropiadamente abordados y minimizados a través de medidas de control específicas.

Esta Manifestación de Impacto Ambiental modalidad particular se presenta en acatamiento a lo dispuesto por el artículo 28 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en concordancia con lo siguiente:

**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, manglares, lagunas, ríos, lagos y esteros conectados con el mar, así como en sus litorales o zonas federales;*

*XI. Obras y actividades en áreas naturales protegidas de competencia de la Federación;*

*El Reglamento de la presente Ley determinará las obras o actividades a que se refiere este artículo, que por su ubicación, dimensiones, características o alcances no produzcan impactos ambientales significativos, no causen o puedan causar desequilibrios ecológicos, ni rebasen los límites y condiciones establecidos en las disposiciones jurídicas referidas a la preservación del equilibrio ecológico y la protección al ambiente, y que por lo tanto no deban sujetarse al procedimiento de evaluación de impacto ambiental previsto en este ordenamiento.*

Sobre el particular, el Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente establece en materia de Evaluación del Impacto Ambiental (REIA) lo siguiente:

**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:*

**A) HIDRÁULICAS:**

*VI. Plantas para el tratamiento de aguas residuales que descarguen líquidos o lodos en cuerpos receptores que constituyan bienes nacionales.*

**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 de Pesca 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.*

*S) OBRAS EN ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS*

*Cualquier tipo de obra o instalación dentro de las áreas naturales protegidas de competencia de la Federación, con excepción de:*

*a) Las actividades de autoconsumo y uso doméstico, así como las obras que no requieran autorización en materia de impacto ambiental en los términos del presente artículo, siempre que se lleven a cabo por las comunidades asentadas en el área y de conformidad con lo dispuesto en el reglamento, el decreto y el programa de manejo respectivos;*

*b) Las que sean indispensables para la conservación, el mantenimiento y la vigilancia de las áreas naturales protegidas, de conformidad con la normatividad correspondiente;*

*c) Las obras de infraestructura urbana y desarrollo habitacional en las zonas urbanizadas que se encuentren dentro de áreas naturales protegidas, siempre que no rebasen los límites urbanos establecidos en los Planes de Desarrollo Urbano respectivos y no se encuentren prohibidos por las disposiciones jurídicas aplicables, y*

*d) Construcciones para casa habitación en terrenos agrícolas, ganaderos o dentro de los límites de los centros de población existentes, cuando se ubiquen en comunidades rurales.*

En cuanto al alcance de esta MIA-P, la decisión se adoptó en función de lo establecido en el artículo 11 del REIA que indica:

**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.*

Lo anterior resulta relevante ya que, precisamente, el proyecto no conlleva el desarrollo de un conjunto de obras y actividades incluidas en los artículos 28 de la LEGEPA y 5 de su Reglamento en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental.

Por lo anterior este documento se ciñe a lo indicado en el artículo 12 del REIA.

El marco legal anterior implica que, a través de la elaboración y presentación de esta MIA-P, se da cabal cumplimiento a los aspectos normativos en materia de impacto ambiental establecidos por la normatividad federal en estas materias a través de un ejercicio técnico jurídico de evaluación y valoración que definirá la viabilidad jurídica de la propuesta que se presenta así como la adopción de medidas que reduzcan la posibilidad de que ocurran daños ambientales y, en la medida de lo posible, revertirlos.

### **III.1.2 Ordenamientos jurídicos federales**

La integración de este capítulo tiene por objeto demostrar, a través de la vinculación y argumentación jurídica, que el proyecto es viable en virtud de que las obras y actividades asociadas a este se ajustan a las disposiciones ambientales legales y de administración y regulación territorial que le son aplicables. Es decir que este capítulo establece las

relaciones normativas del proyecto con cada instrumento que le sea aplicable para lo cual se presenta información que pone en evidencia la forma en la cual la propuesta no rebasa límites y condiciones determinados por el marco regulatorio.

### **III.1.2.1 Constitución política de los Estados Unidos Mexicanos**

Dentro de los ordenamientos que confluyen en la protección del medio ambiente merece especial atención el derecho constitucional, por ser éste la base de todo ordenamiento jurídico.

Aunque en México existen desde hace tiempo las bases constitucionales para la protección del entorno natural, sólo recientemente se incluye el derecho a disfrutar de un medio ambiente adecuado, a saber: “Toda persona tiene derecho a disfrutar de un medio ambiente adecuado para su desarrollo y bienestar”<sup>4</sup>. La relación entre salud y medio ambiente fue el punto de partida para que en la mayoría de los Estados se emprendiesen acciones de protección ambiental.

Además del artículo 4, párrafo quinto, existen otras bases constitucionales para la protección del medio ambiente, las cuales sirvieron para que antes de la reforma de 1999 pudiese legislarse en materia ambiental. Los artículos 25, 27 y 73, fracción XXIX-G, sirven a este propósito.

Además de lo anterior, la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, que reconoce el derecho de todos a disfrutar de un medio ambiente adecuado para su desarrollo y bienestar, señala en su artículo 25: “Corresponde al Estado la rectoría del desarrollo nacional para garantizar que éste sea integral y sustentable” y, más adelante, el párrafo sexto del mismo artículo añade: “Bajo criterios de equidad social y productividad se apoyará e impulsará a las empresas de los sectores social y privado de la economía, sujetándolas a las modalidades que dicte el interés público y al uso, en beneficio general, de los recursos productivos, cuidando su conservación y el medio ambiente” lo anterior deja en manifiesto que el principio de desarrollo sustentable<sup>5</sup> se ha convertido, en el derecho ambiental, en un principio superior que constituye la idea central sobre la cual gravitan, en la actualidad, las políticas, normas y gestión ambientales de nuestro país y lo cual se comprende como el logro de un desarrollo que garantice las necesidades del presente sin poner en peligro las necesidades de las generaciones futuras.

En este marco contextual, al cual se sujeta el proyecto que aquí se analiza, se tiene la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (1987) que se establece como

---

<sup>4</sup> Artículo 4., párrafo 5 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.

<sup>5</sup> Brundtland Gro H. Nuestro Futuro Común, 1987.

reglamentaria de las disposiciones de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos que se refieren a la preservación y restauración del equilibrio ecológico, así como a la protección al ambiente, en el territorio nacional y las zonas sobre las que la nación ejerce su soberanía y su jurisdicción y también, aunque posteriormente publicada (2003), la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable cuya finalidad, de acuerdo con el artículo 1., es: “...regular y fomentar la conservación, restauración, ordenación, el cultivo, manejo y aprovechamiento de los ecosistemas forestales del país y sus recursos... con el fin de propiciar el desarrollo forestal sustentable”.

Tabla III-1 Vinculación del proyecto con la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.

Artículo de la Constitución	Cumplimiento
<p><b>Artículo 1</b> En los Estados Unidos Mexicanos todas las personas gozarán de los derechos humanos reconocidos en esta Constitución y en los tratados internacionales de los que el Estado Mexicano sea parte, así como de las garantías para su protección, cuyo ejercicio no podrá restringirse ni suspenderse, salvo en los casos y bajo las condiciones que esta Constitución establece. Las normas relativas a los derechos humanos se interpretarán de conformidad con esta Constitución y con los tratados internacionales de la materia favoreciendo en todo tiempo a las personas la protección más amplia. Todas las autoridades, en el ámbito de sus competencias, tienen la obligación de promover, respetar, proteger y garantizar los derechos humanos de conformidad con los principios de universalidad, interdependencia, indivisibilidad y progresividad.</p>	<p>Los Derechos Humanos son derechos fundamentales por lo mismo se encuentran establecidos en nuestra Carta Magna. Con el objeto de que estos principios, que fundamentan la Constitución, funcionen en beneficio de todos, tienen que estar basados en una «ética única», es decir, que es necesario que estos objetivos, valores e ideales sean comunes, compartidos y asumidos por todos. Derechos fundamentales son, entre otros:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• El Derecho a un medio ambiente sano, quien ocasione un daño o deterioro ambiental tendrá las responsabilidades que establezcan las leyes.</li> <li>• El Derecho a la Propiedad que es aquel que tiene toda persona de usar, gozar, disfrutar y disponer sus bienes de acuerdo a la Ley</li> </ul>
<p><b>Artículo 4.</b> (párrafos quinto, sexto y séptimo) <i>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.</i></p>	<p>Al encontrarse el presente artículo también en lo conducente a los derechos humanos establecidos en nuestra Carta Magna es importante establecer lo siguiente: Si bien la disposición señalada encuadra en una serie de obligaciones para el Estado Mexicano, es importante señalar que el proyecto no contraviene el contenido del artículo 4 constitucional, en virtud de que con su realización no se impide a ninguna persona el derecho fundamental al medio ambiente sano para su desarrollo y bienestar.</p>

Artículo de la Constitución	Cumplimiento
<p><i>Toda persona tiene derecho al acceso, disposición y saneamiento de agua para consumo personal y doméstico en forma suficiente, salubre, aceptable y asequible. El Estado garantizará este derecho y la ley definirá las bases, apoyos y modalidades para el acceso y uso equitativo y sustentable de los recursos hídricos, estableciendo la participación de la Federación, las entidades federativas y los municipios, así como la participación de la ciudadanía para la consecución de dichos fines.</i></p> <p><i>Toda familia tiene derecho a disfrutar de vivienda digna y decorosa. La Ley establecerá los instrumentos y apoyos necesarios a fin de alcanzar tal objetivo.</i></p>	<p>Existen diversos instrumentos internacionales que regulan temas relativos al medio ambiente que dieron paso al establecimiento de este derecho fundamental en el artículo 4 constitucional:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Declaración de Estocolmo sobre el Medio Ambiente Humano (1972). Deriva de la primera conferencia de la Organización de las Naciones Unidas sobre cuestiones ambientales internacionales. En dicho parlamento se acordó una Declaración que contiene 26 principios sobre el medio ambiente y el desarrollo, un plan de acción con 109 recomendaciones y una resolución. La importancia de este documento, aún y cuando es una declaración, radica en que se considera fundamental en la cultura internacional sobre el medio ambiente.</li> <li>2. Protocolo de Montreal relativo a las Sustancias que Agotan el Ozono (1987). Formulado para proteger la capa de ozono reduciendo la producción y el consumo de numerosas sustancias que, según múltiples estudios, reaccionan con el ozono y se cree que son responsables del agotamiento de la capa de ozono. Si todos los países cumplen con los objetivos propuestos dentro de este instrumento, la capa de ozono se podría recuperar para el año 2050. Este Protocolo ha sido ratificado por 197 países.</li> <li>3. Protocolo de Río de Janeiro (1992). Es resultado de la Cumbre de la Tierra celebrada en Río de Janeiro, Brasil. Se aprobaron 3 grandes acuerdos: El Programa 21, un plan de acción mundial que tiene como finalidad metas ambientales y de desarrollo en el siglo XXI; la Declaración de Río, en el cual se definen los derechos y obligaciones de los Estados y la Convención sobre el Cambio Climático. La Declaración de Río sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo, sostuvo que “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. Para alcanzar el desarrollo sostenible, la protección del medio ambiente debe ser parte del proceso de desarrollo y no puede ser considerado por separado”. Por su parte, la Convención sobre Cambio Climático afirmó la necesidad de reducir emisiones de gases efecto invernadero que condujo a la firma en 1997 del Protocolo de Kioto.</li> <li>4. Protocolo de Kioto (2005). Parte de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático. Este instrumento establece metas cuantitativas específicas para la reducción de emisiones de gases efecto invernadero. El</li> </ol>



Artículo de la Constitución	Cumplimiento
	<p>Protocolo establece, entre otras cosas una serie de mecanismos para promover el desarrollo sustentable en los países en desarrollo, tales como el Mecanismo para un Desarrollo Limpio (MDL).</p> <p>El derecho a un ambiente sano es un derecho humano. Claramente el desarrollo de las personas está íntimamente vinculado con el medio que nos rodea.</p> <p>Al reconocer el derecho a un medio ambiente sano, se refuerza lo establecido en estos tratados y se les reconoce a los mexicanos, el derecho de nacer y crecer en un país comprometido con el medio ambiente.</p> <p>Asimismo, los instrumentos internacionales ratificados por México integran un conjunto de nuevas obligaciones para nuestro país vinculadas a los derechos ambientales. Bajo la decisión de la Suprema Corte de Justicia de la Nación, en la contradicción de tesis 923/2011, los derechos o especificaciones contenidas en los tratados se integran al bloque de constitucionalidad cuya aplicación se produce a través del principio por persona.</p> <p>Otra de las decisiones relevantes de la Suprema Corte de Justicia de la Nación en la contradicción de tesis 293/2011 fue conceder carácter vinculante a todas las sentencias emitidas por la Corte Interamericana de Derechos Humanos.</p> <p>El artículo 11 del Protocolo adicional a la Convención Americana Sobre Derechos Humanos en Materia De Derechos Económicos, Sociales y Culturales “Protocolo De San Salvador” determina: “Derecho a un Medio Ambiente Sano. 1. Toda persona tiene derecho a vivir en un medio ambiente sano y a contar con servicios públicos básicos. 2. Los Estados partes promoverán la protección, preservación y mejoramiento del medio ambiente”. Esta disposición se integra junto con el artículo 4º constitucional, al bloque de supremacía en el orden jurídico mexicano.</p> <p>Por lo anterior, el sostenimiento del planeta y de condiciones de vida digna para toda la población tiene como una de sus premisas crear y mantener condiciones medioambientales adecuadas para el libre desarrollo de la personalidad de los seres humanos.</p> <p>La ubicación del derecho al medio ambiente sano en el artículo 4º constitucional puede entenderse como una directriz en torno a su progresividad. Frente a la idea de que los derechos económicos, sociales, culturales y ambientales son progresivos valdría la pena recordar la Declaración y Programa de Acción de Viena de 1993 en donde se dispone: “Todos los derechos humanos son universales, indivisibles e interdependientes y están relacionados entre sí. La</p>

Artículo de la Constitución	Cumplimiento
	<p>comunidad internacional debe tratar los derechos humanos en forma global y de manera justa y equitativa, en pie de igualdad y dándoles a todos el mismo peso”.</p> <p>Asimismo, en la actualidad existen miles o millones de personas que aún no tienen o quizás no lleguen a tener una vivienda digna y decorosa a pesar de que nuestra Carta Fundamental les garantice ese derecho.</p> <p>Así, interpretando armónicamente el artículo 1º y el 4º constitucional se puede visualizar la relevancia de los principios constitucionales de:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>▪ <b>Universalidad.</b> Implica que los derechos humanos son inherentes a todas las personas sin excepción. Bajo este principio, los derechos humanos se deben respetar sin distinción de edad, género, raza, religión, ideología, condición económica, estado de salud, nacionalidad o cualquier otra preferencia. En la práctica esto se traduce en que los mecanismos o políticas que se implementen no podrán ser excluyentes.</li><li>▪ <b>Interdependencia.</b> Los derechos humanos se encuentran ligados unos a otros y entre sí. Esto es, al respetar un derecho humano en específico necesariamente se deben respetar todos los que estén relacionados con él. Ante esto, es necesario entender a los derechos humanos como un sistema y no de manera aislada. Éstos se complementan y se necesitan recíprocamente para su correcta utilización.</li><li>▪ <b>Indivisibilidad.</b> No hay categorías, ni jerarquías de ningún tipo cuando se habla de derechos humanos, independientemente de su naturaleza. Así, jamás se podrá justificar la violación de unos derechos en aras de la realización de otro.</li><li>▪ <b>Progresividad.</b> Es obligación del Estado la de garantizar la continuidad en el reconocimiento y ejercicio de los derechos humanos y prohibir el retroceso en esta materia. Esta prohibición exige el uso del máximo de los recursos disponibles por parte del Estado.</li></ul> <p>Por lo anterior, conforme a lo expuesto como se ha visto existe un marco constitucional e internacional, así como nuevos instrumentos jurídicos que nos permiten pensar en el derecho a un medio ambiente como un derecho exigible en los Estados Unidos Mexicanos, es decir, como aquel que transita desde el texto constitucional o internacional hacia la realidad mexicana.</p> <p>El medio ambiente sano no sólo implica un derecho que trae consigo la posibilidad de desarrollar una vida digna en la que todo el conjunto de derechos humanos esté plenamente</p>

Artículo de la Constitución	Cumplimiento
	<p>garantizado; es una obligación que se debe cumplir para las generaciones presentes y futuras. Finalmente, por lo expuesto, con la presentación del presente documento, se pretende obtener la autorización relativa al impacto ambiental por obras, actividades y la remoción de 0.1 ha de vegetación con lo cual se cumple a cabalidad con la disposición constitucional y el marco jurídico que deriva de la misma.</p>
<p><b>Artículo 27.</b> ... (tercer párrafo) <i>La nación tendrá en todo tiempo el derecho de imponer a la propiedad privada las modalidades que dicte el interés público, así como el de regular, en beneficio social, el aprovechamiento de los elementos naturales susceptibles de apropiación, con objeto de hacer una distribución equitativa de la riqueza pública, cuidar de su conservación, lograr el desarrollo equilibrado del país y el mejoramiento de las condiciones de vida de la población rural y urbana. En consecuencia, se dictarán las medidas necesarias para ordenar los asentamientos humanos y establecer adecuadas provisiones, usos, reservas y destinos de tierras, aguas y bosques, a efecto de ejecutar obras públicas y de planear y regular la fundación, conservación, mejoramiento y crecimiento de los centros de población; para preservar y restaurar el equilibrio ecológico; para el fraccionamiento de los latifundios; para disponer, en los términos de la ley reglamentaria, la organización y explotación colectiva de los ejidos y comunidades; para el desarrollo de la pequeña propiedad rural; para el fomento de la agricultura, de la ganadería, de la silvicultura y de las demás actividades económicas en el medio rural, y para evitar la destrucción de los elementos naturales y los daños que la propiedad pueda sufrir en perjuicio de la sociedad.</i></p>	<p>A partir del establecimiento de las bases constitucionales para la protección al ambiente en su conjunto, se puede observar como la Constitución Política distribuye las facultades en esta materia entre la federación, estados y municipios en el ámbito de sus respectivas competencias, aunque esta cuestión atañe más específicamente al estudio de la gestión ambiental. Con base en esta premisa la Constitución establece en el artículo 27 párrafo tercero, la idea fundamental de que la Nación tiene en todo tiempo el derecho de imponer a la propiedad privada las modalidades que dicte el interés público, lo que significa consagrar el principio de la función social de la propiedad.</p> <p>La propiedad es un bien jurídico tutelado en algunos derechos humanos a nivel constitucional ya que ante tal se le reconoce como un bien a una persona que afecta al interés social por lo que la Constitución establece que toda persona física tiene capacidad de adquirir y disfrutar las tierras y aguas de la nación.</p> <p>Este artículo, como fundamento constitucional de la gestión ambiental, establece que se dictarán las medidas necesarias para ordenar los asentamientos humanos y establecer adecuadas provisiones, usos, reservas y destinos de tierras, aguas y bosques, a efecto de ejecutar obras públicas y de planear y regular la fundación, conservación, mejoramiento y crecimiento de los centros de población; para preservar y restaurar el equilibrio ecológico; por lo que con la presentación de esta MIA-P el proyecto se sujeta a lo que, en dicha materia, establecen las medidas necesarias referidas, las cuales se encuentran previstas en el marco jurídico ambiental mexicano y con el cual se lleva a cabo una vinculación específica más adelante.</p>

De acuerdo con lo anteriormente expuesto, se tiene que el proyecto que se presenta no contraviene las disposiciones aplicables de la Constitución política de los Estados Unidos Mexicanos.

### III.1.2.2 Tratados internacionales vinculantes

La política internacional para el cuidado del medio ambiente tiene origen en la asociación de dos movimientos, uno que procuraba la preservación de los sitios culturales, y otro que demandaba la conservación de la naturaleza.

Los tratados internacionales son asumidos por el Estado mexicano en su conjunto y comprometen a todas sus autoridades frente a la comunidad internacional; por ello se explica que el Constituyente haya facultado al presidente de la República a suscribir los tratados internacionales en su calidad de jefe de Estado y, de la misma manera, el Senado interviene como representante de la voluntad de las entidades federativas y, por medio de su ratificación, obliga a sus autoridades.

En este aspecto un principio toral, universal del derecho internacional es que todas las normas y obligaciones internacionales deben de cumplirse de buena fe (*pacta sunt servanda*). Este principio está reiterado por la jurisprudencia internacional, la Carta de Naciones Unidas en su preámbulo, su artículo 2.2 y la Declaración sobre Principios de Derecho Internacional referentes a las relaciones de amistad y cooperación entre los Estados; también por las Convenciones de Viena de 1969 y 1986 sobre derecho de los tratados.

Para el caso que nos ocupa en relación a la vinculación con tratados internacionales se tiene lo siguiente:

**Convención de Ramsar.** Este tratado establece acciones y medidas a cargo de los Estados para conservar los humedales, flora y fauna que cada uno designe y las actividades en la materia de la Oficina Permanente que se crea al efecto y cuyas funciones quedan aseguradas por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza y de los Recursos Naturales.

El sitio del proyecto se encuentra en el área RAMSAR No. 1360 (MEX-047) designada por el Estado mexicano que es el Área de Protección de Flora y Fauna Yum Balam (APFFYB) con una superficie de 154,052 hectáreas dando continuidad al sistema de humedales del norte de la Península de Yucatán ya que colinda con la Reserva de la Biosfera de Ría Lagartos que es Sitio Ramsar desde 1988. La zona presenta características geológicas, biológicas, hidrológicas y geomorfológicas poco comunes en México y conserva las selvas tropicales

más norteñas existentes en un área natural protegida (ANP) en nuestro país. El APFFYB incluye la Isla de Holbox, un área de mar, la Laguna Conil, así como un gran sistema de humedales y un mosaico de selvas bajas y medianas. El área protege alrededor del 90 % de las aves endémicas de la Península, quedando incluidas algunas como el pavo ocelado (*Agriocharis ocelata*), la codorniz yucateca (*Colinus nigrogularis*), el loro yucateco (*Amazona xantolora*), el carpintero de vientre rojo (*Melanerpes pygmaeus*) y la calandria naranja (*Icterus auratus*), entre otras. El APFFYB, junto con el Área de Protección de Flora y Fauna Laguna de Términos, son las únicas áreas protegidas en el sureste del país que cuentan con delfines en sus sistemas lagunares. En la zona se captura aproximadamente el 31% de la producción estatal de pescado.

## VINCULACIÓN

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". Las partes se comprometen a:

- Trabajar a favor del uso racional de todos los humedales de su territorio;
- Designar humedales idóneos para la lista de humedales de importancia internacional y garantizar su manejo eficaz;
- Cooperar en el plano internacional en materia de humedales transfronterizos, sistemas de humedales compartidos y especies compartidas.

El uso racional de los humedales es el concepto clave que guía la labor de la Convención de Ramsar. El "uso racional de los humedales" se define como "el mantenimiento de sus características ecológicas, logrado mediante la implementación de enfoques por ecosistemas, dentro del contexto del desarrollo sostenible". Por consiguiente, la conservación y el uso sostenible de los humedales y sus recursos se hallan en el centro del uso racional en beneficio de las personas y de la naturaleza.

De lo anterior se tiene que, siendo que el proyecto pretendido ocurre en un espacio que actualmente se define como urbano y que al momento de presentación de este documento continúa su urbanización bajo la posibilidad que determinó en su momento la Dirección del Área de Protección de Flora y Fauna Yum Balam se considera que, dada la localización y dimensión de la propuesta constructiva y operacional ésta se ajusta a las previsiones de desarrollo previstas por la Comisión de Áreas Naturales Protegidas para la Isla Chica de Holbox.

El proyecto que aquí se presenta no contraviene *El Cuarto Plan Estratégico para 2016 – 2024* adoptado por la 12ª Reunión de la Conferencia de las Partes, celebrada en Punta del Este, Uruguay, entre los días 1 y 9 de junio de 2015 (Resolución XII.2). Lo anterior en virtud



de que la visión para el *Cuarto Plan Estratégico* es “Los humedales se conservan, se utilizan de forma racional y se restauran y sus beneficios son reconocidos y valorados por todos”. El documento indica que las esferas de interés prioritarias para la Convención durante los próximos nueve años son:

**21.** Evitar, detener e invertir la pérdida y degradación de los humedales: Los mayores cambios en la pérdida de los humedales siguen siendo la agricultura no sostenible, la silvicultura y las industrias extractivas, particularmente el petróleo, el gas y la minería, los efectos del crecimiento de la población humana (incluyendo la migración y la urbanización), así como los cambios en el uso de la tierra en los que no se tienen en cuenta las consideraciones ambientales. Es necesario hacer frente a los factores que impulsan dichas presiones sobre los humedales y trabajar con ellos para limitar y mitigar sus impactos y adaptarse a ellos. Para que esto se reconozca y se tenga en cuenta en la planificación y la toma de decisiones es necesario medir y valorar los recursos y beneficios de los ecosistemas que proporcionan los humedales y garantizar que la sociedad en general los entienda.

**29.** Uso racional de los humedales: Que los humedales que estén proporcionando beneficios a escala local, de la cuenca, nacional, regional y mundial sean manejados activamente de manera adecuada para garantizar el mantenimiento de sus funciones ecológicas.

### **Vinculación**

Con respecto a estos dos puntos, el proyecto interviene una mínima porción del terreno manteniendo el suelo nativo y sus funciones en 61.29% de la propiedad, evitando mayores cambios en el uso del suelo y teniendo en cuenta las consideraciones ambientales que la propuesta conlleva lo cual se analiza profusamente en el Capítulo V de este documento y se proponen, en el Capítulo VI, medidas concretas, localizadas y sujetas a indicadores que permiten limitar y mitigar sus impactos lo cual se está en posibilidad de traducir a un esquema de ocupación territorial que admite el manejo adaptativo y adecuado de los insumos, en particular el agua, de manera que no se interfiera en el mantenimiento de las funciones ecológicas.

La construcción sobre pilotes, la adaptación del proyecto a la vegetación existente y el enriquecimiento del ensamble botánico dentro de la propiedad, así como la participación de la promovente en la ampliación de la cobertura de manglar en 0.25 hectáreas han de ser observados como acciones claras de beneficio al humedal.

Por otra parte, se considera que el proyecto que se analiza atiende puntualmente las siguientes metas del **Objetivo 1: Hacer frente a los factores que impulsan la pérdida y degradación de los humedales:**

**Meta 1:** Los beneficios de los humedales están integrados en las políticas o estrategias y planes nacionales o locales relativos a sectores clave como el agua, la energía, la minería, la agricultura, el turismo, el desarrollo urbano, las infraestructuras, la industria, la silvicultura, la acuicultura y la pesca a escala nacional y local.

#### **Concordancia**

El proyecto inmobiliario se relaciona con este apartado en virtud de que corresponde a la realización de actividades turísticas y de descanso en Isla Chica que es un humedal. La promovente plantea una política privada clara en materia de conservación del suelo, mantenimiento de la diversidad botánica al interior de las propiedades y operación bajo estrictos criterios de uso y tratamiento del agua asumiendo los beneficios que el humedal provee y la necesidad de mantenerlos.

**Meta 2:** El uso del agua respeta las necesidades de los ecosistemas de humedales para que estos puedan cumplir sus funciones y proporcionar servicios a la escala adecuada, por ejemplo, en una cuenca hidrográfica o una zona costera.

#### **Concordancia**

El uso y tratamiento del agua en este proyecto ha sido uno de los elementos relativos al impacto ambiental que se han atendido con mayor cuidado. Se establecieron términos de referencia para el cumplimiento de las Normas Oficiales Mexicanas NOM-001-SEMARNAT-1996 y NOM-003-SEMARNAT-1997 (ver Capítulo II de esta MIA-P) de tal forma que se obtenga un efluente que habrá de garantizar, a través de la fiscalización de la CNA, vertimientos mínimos y siempre en los límites y condiciones definidos para la descarga.

**Meta 3:** Los sectores público y privado han aumentado sus esfuerzos para aplicar lineamientos y buenas prácticas para el uso racional del agua y de los humedales.

#### **Concordancia**

Efectivamente, la promovente define líneas de ahorro de agua y buenas prácticas para el tratamiento de efluentes lo que exhibe que el sector privado participa en los esfuerzos de conservación del humedal.

Finalmente, se tiene que el proyecto que se presenta no interfiere, no reduce y no transforma componentes que deterioran las funciones y los servicios vitales que los

ecosistemas proporcionan a las personas y a la naturaleza. Por el contrario, la propuesta implica la ampliación de la cobertura de manglar mediante la formación de islas con una superficie de 0.25 hectáreas. Poniendo a disposición de la Comisión de Áreas Naturales protegidas dos posibles ubicaciones y, al interior de la propiedad se establece un programa de reforestación que habrá de derivar en una diversidad biológica del ensamble ornamental con especies característica de selva baja caducifolia.

Tabla III-2 Identificación de los valores, bienes y servicios deseables del humedal de acuerdo con la Convención Ramsar

BIEN/SERVICIO AMBIENTAL	CONDICIÓN ACTUAL	CONDICIÓN CON PROYECTO	OBSERVACIONES
<b>CONTROL DE INUNDACIONES</b>	✓	✓+	De acuerdo con la convención RAMSAR Los humedales suelen desempeñar una función crítica en el control de las inundaciones. Siendo que el proyecto se plantea sobre pilotes se estima que no se interfiere con la permeabilidad del suelo por lo que no se espera una diferencia local entre la condición con y sin proyecto en relación con este aspecto
<b>RETENCIÓN DE SEDIMENTOS Y NUTRIENTES</b>	✓	✓	Los humedales tienden a reducir la fuerza del agua promoviendo la deposición de los sedimentos transportados por ella. Esto es beneficioso aguas abajo y para el caso en particular los bajos inundables con presencia de manglar ya que los nutrientes van asociados a menudo a sedimentos y pueden depositarse y alcanzar las depresiones de forma simultánea. Estos nutrientes pueden ser transformados por procesos químicos y biológicos o ser absorbidos por la vegetación de humedal.  Dada la dimensión, localización y diseño de la propuesta constructiva que se analiza no se prevé una diferencia local entre la condición con y sin proyecto en relación con este aspecto.

BIEN/SERVICIO AMBIENTAL	CONDICIÓN ACTUAL	CONDICIÓN CON PROYECTO	OBSERVACIONES
<b>MITIGACIÓN DEL CAMBIO CLIMÁTICO</b>	✓	✓+	Los humedales sirven de importantes sumideros de carbono y por ende su destrucción libera gases de efecto invernadero, el dióxido de carbono, en tanto que su restauración y creación se traducirá en la retención de más carbono. Dada la dimensión, localización y diseño de la propuesta constructiva que se analiza no se prevé una diferencia local entre la condición con y sin proyecto en relación con este aspecto. Adicionalmente la formación y forestación de islas de manglar que la promotora propone, participan en la ampliación real de cobertura de esta vegetación en una superficie de 0. 25 hectáreas del humedal.
<b>DEPURACIÓN DE AGUAS</b>	✓	✓+	Las plantas y los suelos de los humedales desempeñan una función importante en la depuración del agua eliminando las altas concentraciones de nitrógeno y fósforo y, en algunos casos, productos químicos tóxicos. No es el caso de este proyecto ya que desde su diseño se ha considerado la instalación y operación de una planta de tratamiento de aguas residuales por lo que, en relación a este aspecto, la condición con proyecto y sin proyecto será la misma.
<b>RESERVORIO DE BIODIVERSIDAD</b>	✓	✓+	Los humedales se caracterizan por la gran diversidad de especies que viven en ellos. Pese a que los ecosistemas de agua dulce sólo cubren el 1% de la superficie de la Tierra, alojan a más del 40% de las especies del mundo y al 12% de todas las especies animales.  Resulta fundamental reiterar que el proyecto que se analiza ocurre en un área que se urbaniza en concordancia con los

BIEN/SERVICIO AMBIENTAL	CONDICIÓN ACTUAL	CONDICIÓN CON PROYECTO	OBSERVACIONES
			<p>alcances previstos por el ANP por lo que se considera que, dada la localización y dimensión de la propuesta constructiva y operacional ésta se ajusta a las previsiones de desarrollo previstas por la Comisión de Áreas Naturales Protegidas. Adicionalmente se tiene que, específicamente en el polígono en el que se pretende el proyecto inmobiliario Yum Balam, aunque sin registros abundantes se documentó la presencia de fauna silvestre.</p> <p>Los reptiles estuvieron representados por la culebra bejuquillo (<i>Oxybelis aeneus</i>), el abaniquillo costero maya (<i>Anolis sagrei</i>) y la iguana rayada (<i>Ctenosaura similis</i>). Esta última se encuentra como Amenazada de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010.</p> <p>En cuanto a las aves, se registraron <i>Icterus cucullatus</i>, <i>Mimus gilvus</i>, <i>Ortalis vetula</i>, <i>Amazilia candida</i>, <i>Chlorostilbon canivetii</i>, <i>Pitangus sulphuratus</i> y <i>Cathartes aura</i>. Ninguna de ellas se encuentra legalmente protegida. Los mamíferos se representaron con la presencia de mapaches y un gato doméstico feral.</p>
<b>PRODUCTOS DE HUMEDALES</b>	✓	✓	<p>Los humedales reportan beneficios que revisten la forma de productos susceptibles de explotarse como pescado y crustáceos.</p> <p>La construcción que se plantea no ocurre en la línea costera y no reduce el manglar que es un ensamble que favorece el alevinaje por lo que su presencia no implica una diferencia distinta a la condición actual.</p>
<b>RECREACIÓN / TURISMO</b>	✓	✓	<p>Los humedales son lugares que pueden ser utilizados con fines turísticos pudiendo</p>



BIEN/SERVICIO AMBIENTAL	CONDICIÓN ACTUAL	CONDICIÓN CON PROYECTO	OBSERVACIONES
			<p>generar ingresos en los planos local y regional.</p> <p>Los humedales son lugares ideales para involucrar al público en experiencias de aprendizaje prácticas en un clima recreativo para elevar la conciencia respecto de las cuestiones ambientales.</p> <p>Si bien el ecoturismo y la observación de la vida silvestre no es el objeto de este proyecto, la propuesta sí aporta la posibilidad de que los usuarios, en atención a sus intereses, contraten experiencias educativas y recreativas ecoturísticas ya que en la Isla existen prestadores de servicio especializados y autorizados para ello.</p>

Tabla III-3 Identificación de los elementos funcionales y estructurales que son esenciales para el autosostenimiento del sistema de acuerdo con la Convención Ramsar.

ELEMENTO	PRESENCIA CONDICIÓN ACTUAL	PRESENCIA CONDICIÓN RESTAURADA	OBSERVACIONES
HIDRODINÁMICA	✓	✓	<p>El espacio en el que se pretende el proyecto presenta un perfil longitudinal predominantemente plano encontrándose entre las cotas 1.4 al noroeste y 0.6 al sureste, es decir que presenta una pendiente leve y un perfil transversal que exhibe también una superficie más bien plana encontrándose entre las cotas 1.4 al suroeste y 0.6 al noreste, es decir que presenta una pendiente leve. Es un terreno topográficamente plano que no presenta bajos inundables.</p> <p>Esta condición prevalecerá en virtud de que las edificaciones se sostienen sobre pilotes lo que permite conservar las propiedades del</p>

ELEMENTO	PRESENCIA CONDICIÓN ACTUAL	PRESENCIA CONDICIÓN RESTAURADA	OBSERVACIONES
			suelo en 654.64 m <sup>2</sup> que es el 61.29% del predio. Si a lo anterior se agregan los 221.15 m <sup>2</sup> de los tableros se logran 875.79 m <sup>2</sup> o el 82.00% de superficie permeable. Se estima que la afectación, en este contexto es mínima y no es significativa porque se mantiene, en más de 2 tercios, de la naturalidad del sustrato.
FLUJO Y REFLUJO DE AGUA	N/A	N/A	En cuanto a los flujos y reflujos de agua es menester señalar que el predio no se ubica en un área donde esto ocurra ya que no se sujeta a mareas ni corresponde a un sistema estuarino o lagunar.
SALINIDAD	N/A	N/A	El proyecto por su ubicación, dimensiones y características no implica la posibilidad de que ocurran variantes en la salinidad ni otras propiedades del agua del humedal.

De acuerdo con lo anteriormente expuesto, se tiene que el proyecto que se presenta no contraviene los principios de la Convención Ramsar.

### III.1.2.3 Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LEGEEPA)

**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<sup>6</sup>:

I.- Obras hidráulicas, vías generales de comunicación, oleoductos, gasoductos, carbo ductos y poliductos;

<sup>6</sup> Se indican y vinculan únicamente aquellas aplicables al proyecto que aquí nos ocupa

- 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<sup>7</sup>.  
XI. Obras y actividades en áreas naturales protegidas de competencia de la Federación;  
XIII.- Obras o actividades que correspondan a asuntos de competencia federal, que puedan causar desequilibrios ecológicos graves e irreparables, daños a la salud pública o a los ecosistemas, o rebasar los límites y condiciones establecidos en las disposiciones jurídicas relativas a la preservación del equilibrio ecológico y la protección del ambiente.

**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 de 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 reducir al mínimo los efectos negativos sobre el ambiente.

**Artículo 35.-** La resolución de la Secretaría sólo se referirá a los aspectos ambientales de las obras y actividades de que se trate.

### **Vinculación**

En apego a los establecido en los artículos 28, 30 y 35 de la LEGEPA se pone a disposición de la SEMARNAT la presente MIA-P para la preparación de sitio, edificación y operación del proyecto inmobiliario descrito en el capítulo II.

Esta MIA-P presenta, en el capítulo IV, la caracterización del Sistema Ambiental Delimitado para el proyecto y en el que se pretenden las actividades puntualizadas, situación que deriva en la oportuna identificación y valoración de los posibles impactos ambientales asociados a su ejecución. Se indican, en el capítulo V, los impactos ambientales apropiadamente identificados y caracterizados. En el capítulo VII se exponen las estrategias de control que implican medidas de mitigación y compensación y, en el capítulo VIII se plantean los pronósticos ambientales y la evaluación de alternativas.

---

<sup>7</sup> Decreto por el que se reforman y adicionan diversas disposiciones de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. 23 de abril de 2018

De acuerdo a lo indicado por el artículo 35 de la LEGEEPA, el resolutivo que derive del procedimiento de evaluación de esta MIA-P quedará, entonces, únicamente circunscrito a los aspectos ambientales de las obras y actividades que se han descrito en los capítulos correspondientes.

Respecto a los incisos del artículo 8 se tiene que:

*I.- Obras hidráulicas, vías generales de comunicación, oleoductos, gasoductos, carboductos y poliductos, es vinculante porque este inciso remite al artículo 5 del REIA, inciso VI Plantas para el tratamiento de aguas residuales que descarguen líquidos o lodos en cuerpos receptores que constituyan bienes nacionales...*

*VII.- Cambios de uso del suelo de áreas forestales, así como en selvas y zonas áridas, es vinculante toda vez que ha de evaluarse el impacto ambiental por la realización del cambio de uso de suelo en una superficie de 0.1 hectáreas (1068.06 m<sup>2</sup>) que se requieren para la edificación del proyecto lo que conlleva a la reducción parcial de la vegetación forestal<sup>8</sup> en esta misma superficie. Se conservarán componentes del ensamble actual formado por selva baja caducifolia siendo posteriormente reforestado con especies propias del ensamble en 327.10 m<sup>2</sup> (0.3 ha) que es el 30.63 % de la superficie predial.*

*IX.- Desarrollos inmobiliarios que afecten los ecosistemas costeros; es vinculante porque el proyecto corresponde a un desarrollo en un ecosistema costero.*

*X.- Obras y actividades en humedales, manglares, lagunas, ríos, lagos y esteros conectados con el mar, así como en sus litorales o zonas federales; es vinculante porque el proyecto implica la actuación en un humedal costero<sup>9</sup>.*

*XI. Obras y actividades en áreas naturales protegidas de competencia de la Federación; es vinculante porque el proyecto se pretende dentro de los límites de un área natural protegida de competencia de la Federación.*

*XIII.- Obras o actividades que correspondan a asuntos de competencia federal, que puedan causar desequilibrios ecológicos graves e irreparables, daños a la salud pública o a los*

---

<sup>8</sup> Vegetación forestal: El conjunto de plantas y hongos que crecen y se desarrollan en forma natural, formando bosques, selvas, zonas áridas y semiáridas, y otros ecosistemas, dando lugar al desarrollo y convivencia equilibrada de otros recursos y procesos naturales. Artículo 2, Inciso XLVIII de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.

<sup>9</sup> La definición internacional de humedal costero se basa en la integridad del ecosistema, que incluye la unidad fisiográfica inundable y de transición entre aguas continentales, marinas y la comunidad vegetal que se ubica en ellas, así como las regiones marinas de no más de 6 m de profundidad en relación al nivel medio de la marea más baja. NOM-022-SEMARNAT-2003

*ecosistemas, o rebasar los límites y condiciones establecidos en las disposiciones jurídicas relativas a la preservación del equilibrio ecológico y la protección del ambiente.*

En este sentido se optó por plantear un amplio ejercicio de análisis a efecto de evitar cualquier desequilibrio ecológico grave o irreparable, daño a los ecosistemas y a la salud pública.

En cuanto a esta Ley, el día 23 de abril de 2018 se emitió el Decreto *por el que se reforman y adicionan diversas disposiciones de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente*. Destaca la adición, al artículo 3, del inciso XIII Bis que define al ecosistema costero de la siguiente manera:

***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.*

*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.*

Esta adición determina que Holbox es un ecosistema costero por no presentar elevaciones mayores a los 50 m por lo que la realización de obras y actividades se vincula, así, al artículo 28 de esta Ley debiéndose presentar la correspondiente evaluación del impacto ambiental a efecto de que la Secretaría se encuentre en posibilidad de establecer las condiciones a que se sujetará la realización de obras y actividades asegurando que no se causará un desequilibrio ecológico ni se rebasarán los límites y condiciones establecidos en las disposiciones aplicables para proteger el ambiente y preservar y restaurar los ecosistemas.

#### **III.1.2.4 Reglamento de Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LEGEEPA) en materia de Evaluación del Impacto Ambiental (REIA)**

El Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental precisa los alcances técnicos y jurídicos al



asociarlos a tipos de obras y actividades indicando aquellos que deben de sujetarse al Procedimiento de Evaluación del Impacto Ambiental (PEIA) de la siguiente manera:

**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:*

**A) HIDRÁULICAS:**

*VI. Plantas para el tratamiento de aguas residuales que descarguen líquidos o lodos en cuerpos receptores que constituyan bienes nacionales, excepto aquellas en las que se reúnan las siguientes características:*

- a) Descarguen líquidos hasta un máximo de 100 litros por segundo, incluyendo las obras de descarga en la zona federal;*
- b) En su tratamiento no realicen actividades consideradas altamente riesgosas, y*
- c) No le resulte aplicable algún otro supuesto del artículo 28 de la Ley;*

**Vinculación**

Es vinculante puesto que el proyecto plantea la construcción y operación de una planta de tratamiento de aguas residuales y como se observa en los cálculos de caudales realizados para el diseño de esta infraestructura sanitaria, la descarga se ajusta a dos supuestos de excepción:

a) El caudal máximo demandado es de 6,939.40 litros/día ( $6.94 \text{ m}^3$ ) por un máximo de 2 horas, es decir que en cuanto a este supuesto la operación de la planta de tratamiento propuesta estará, en cuanto al efluente, por debajo del límite establecido. Si se considera una merma del 15% entonces el caudal de tratamiento estimado y efluente será de 5,898.49 litros/día ( $5.9 \text{ m}^3$ ).

b) Se trata de una planta de tratamiento de aguas residuales convencional que dará servicio a un conjunto de departamentos por lo que no se realizan actividades altamente riesgosas. Sin embargo, si le son aplicables otros supuestos del artículo 28 de la ley mismos que son relativos a:

- O) Cambios de uso del suelo de áreas forestales, así como en selvas y zonas áridas.
- Q) Desarrollos inmobiliarios que afecten los 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:
- S) Obras en áreas naturales protegidas

Lo anterior define que sí se vincula al PEIA por lo que los impactos ambientales potenciales dados por su construcción y operación son identificados y valorados en el Capítulo V.

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

#### **Vinculación**

Es vinculante ya que el proyecto conlleva un cambio de uso de suelo por su mera presencia. No obstante, en virtud de que la vegetación existente en el predio no forma parte de un macizo continuo, encontrándose la vegetación dispersa, es decir, una masa forestal aislada por lo que en concordancia con el artículo 2 del Reglamento de la Ley de Desarrollo Forestal Sustentable no se encuadra en un cambio de uso de suelo en terrenos forestales (CUSF) como se expone a continuación:

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

*XXXI. Selva, vegetación forestal de clima tropical .... con una cobertura de copa mayor al diez por ciento de la superficie que ocupa. siempre que formen masas mayores a 1,500 metros cuadrados excluyendo a los acahuales... ;*

*Q) DESARROLLOS INMOBILIARIOS QUE AFECTEN LOS ECOSISTEMAS COSTEROS.*

#### **Vinculación**

Es vinculante ya que el proyecto se trata, precisamente, de un desarrollo inmobiliario en un ecosistema costero.

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

#### **Vinculación**

Es vinculante ya que corresponde a una obra civil en un humedal costero.

*S) OBRAS EN ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS*

#### **Vinculación**

Es vinculante ya que corresponde a una obra en un área natural protegida federal en la que no se tienen establecidos límites urbanos determinados por Planes de Desarrollo Urbano.

En la consideración de que el proyecto se plantea en un área natural protegida federal , se estima necesario realizar un ejercicio de evaluación del impacto ambiental de mayor alcance con el objeto de considerar las tendencias de desarrollo y deterioro ambiental mismas que resulta indispensable analizar a efecto de lograr la identificación y evaluación eficiente de los impactos ambientales que el proyecto pudiera conllevar, en particular aquellos de carácter acumulativo y residual determinados por las obras y actividades que se pretenden.

### **III.1.2.5 Reglamento de Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LEGEEPA) en materia de Áreas Naturales Protegidas (RANP)**

Las áreas naturales protegidas constituyen un instrumento de política ambiental fundamental para la preservación y conservación de la rica y vasta biodiversidad característica de nuestro país. El Reglamento de Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LEGEEPA) en materia de Áreas Naturales Protegidas (RANP) fue publicado en el Diario Oficial de la Federación el 30 de noviembre de 2000 y su objeto es regular las disposiciones de la LEGEEPA en lo concerniente al establecimiento, administración y manejo de las áreas naturales protegidas de competencia de la Federación. La autoridad competente en esta materia es la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP).

Siendo que el proyecto que se presenta ocurre dentro del área natural protegida *Área de Protección Yum Balam* se estima que le son aplicables los siguientes preceptos normativos:

Artículo 49.- Para el cumplimiento de los objetivos previstos en la Ley, en relación al establecimiento y manejo de las áreas naturales protegidas, se realizará una subdivisión que permita identificar y delimitar las porciones del territorio que la conforman, acorde con sus elementos biológicos, físicos y socioeconómicos, los cuales constituyen un esquema integral y dinámico, por lo que cuando se realice la delimitación territorial de las actividades en las áreas naturales protegidas, ésta se llevará a cabo a través de las siguientes zonas y sus respectivas subzonas, de acuerdo a su categoría de manejo:

I. Las zonas núcleo, que tendrán como principal objetivo la preservación de los ecosistemas a mediano y largo plazo, y que podrán estar conformadas por las siguientes subzonas:

a) De protección: Aquellas superficies dentro del área natural protegida, que han sufrido muy poca alteración, así como ecosistemas relevantes o frágiles y fenómenos naturales, que requieren de un cuidado especial para asegurar su conservación a largo plazo, y

b) De uso restringido: Aquellas superficies en buen estado de conservación donde se busca mantener las condiciones actuales de los ecosistemas, e incluso mejorarlas en los sitios que así se requieran, y en las que se podrán realizar excepcionalmente actividades de aprovechamiento que no modifiquen los ecosistemas y que se encuentren sujetas a estrictas medidas de control.

II. Las zonas de amortiguamiento, tendrán como función principal orientar a que las actividades de aprovechamiento, que ahí se lleven a cabo, se conduzcan hacia el desarrollo sustentable, creando al mismo tiempo las condiciones necesarias para lograr la conservación de los ecosistemas de ésta a largo plazo, y podrán estar conformadas básicamente por las siguientes subzonas:

a) De uso tradicional: Aquellas superficies en donde los recursos naturales han sido aprovechados de manera tradicional y continua, sin ocasionar alteraciones significativas en el ecosistema. Están relacionadas particularmente con la satisfacción de las necesidades socioeconómicas y culturales de los habitantes del área protegida;

b) De aprovechamiento sustentable de los recursos naturales: Aquellas superficies en las que los recursos naturales pueden ser aprovechados, y que, por motivos de uso y conservación de sus ecosistemas a largo plazo, es necesario que todas las actividades productivas se efectúen bajo esquemas de aprovechamiento sustentable;

c) De aprovechamiento sustentable de agroecosistemas: Aquellas superficies con usos agrícolas y pecuarios actuales;

d) De aprovechamiento especial: Aquellas superficies generalmente de extensión reducida, con presencia de recursos naturales que son esenciales para el desarrollo social, y que deben ser explotadas sin deteriorar el ecosistema, modificar el paisaje de forma sustancial, ni causar impactos ambientales irreversibles en los elementos naturales que conforman;

e) De uso público: Aquellas superficies que presentan atractivos naturales para la realización de actividades de recreación y esparcimiento, en donde es posible mantener concentraciones de visitantes, en los límites que se determinen con base en la capacidad de carga de los ecosistemas;

f) De asentamientos humanos: En aquellas superficies donde se ha llevado a cabo una modificación sustancial o desaparición de los ecosistemas originales, debido al desarrollo de asentamientos humanos, previos a la declaratoria del área protegida, y

g) De recuperación: Aquellas superficies en las que los recursos naturales han resultado severamente alterados o modificados, y que serán objeto de programas de recuperación y rehabilitación.

### **Vinculación**

Si bien existe un programa de manejo para el Área de Protección Yum Balam, el polígono de interés se encuentra dentro de una traza modificada y delimitada que se corresponde con lo que se ha zonificado como f), *de asentamientos humanos*. Si bien la extensión se ha incrementado desde la publicación del decreto el día 6 de junio de 1994, los ecosistemas originales han sido sustancialmente modificados dando paso, a través mecanismos administrativos y legales a propiedades privadas, es decir que los particulares tienen, de acuerdo con el concepto de propiedad privada que proporciona el Diccionario Jurídico Mexicano de la Suprema Corte de Justicia de la Nación (1994)<sup>10</sup>, el derecho para usar, gozar y disponer de un bien, con las limitaciones establecidas en la ley, de acuerdo con las modalidades que dicte el interés público y de modo que no se perjudique a la colectividad.

Artículo 53.- Las subzonas destinadas a la protección tendrán por objeto mantener las condiciones de los ecosistemas representativos de las áreas, así como la continuidad de sus procesos ecológicos y el germoplasma que en ellos se contiene. Estas subzonas podrán establecerse en aquellas superficies que:

- I. No hayan sido significativamente alteradas por la acción del hombre;
- II. Contengan elementos de ecosistemas únicos o frágiles, o sean el escenario de fenómenos naturales que requieren una protección integral, y
- III. Sean propicias para el desarrollo, reintroducción, alimentación y reproducción de poblaciones de vida silvestre, residentes o migratorias, incluyendo especies en riesgo.

### **Vinculación**

De acuerdo con lo indicado por el artículo 49 antes citado, el sitio de intervención se relaciona, por sus características derivadas del desarrollo del asentamiento humano de Isla Chica por lo que no se vincula con los tres supuestos de este artículo:

- I. El terreno se ubica dentro de un polígono urbanizado que ha sido significativamente alterado por la acción del hombre.
- II. El polígono urbanizado no contiene elementos de ecosistemas únicos o frágiles, ni es escenario de fenómenos naturales que requieren una protección integral.

---

<sup>10</sup> Diccionario Jurídico Mexicano, Editorial Porrúa / UNAM, 1994



- III. Visto el grado de desarrollo urbano, dotación de servicios y fragmentación del espacio por la lotificación existente, el área no resulta propicia para el desarrollo, reintroducción, alimentación y reproducción de poblaciones de vida silvestre, residentes o migratorias, incluyendo especies en riesgo.

Artículo 58.- Las subzonas de aprovechamiento especial podrán establecerse en aquellas superficies de extensión reducida que se consideren esenciales para el desarrollo social y económico de la región. En dichas subzonas sólo se podrán ejecutar obras públicas o privadas para la instalación de infraestructura o explotación de recursos naturales, que originen beneficios públicos, que guarden armonía con el paisaje, que no provoquen desequilibrio ecológico<sup>11</sup> grave y que estén sujetos a estrictas regulaciones de uso de los recursos naturales.

### **Vinculación**

De acuerdo con lo hasta ahora expuesto, el sitio propuesto para el desarrollo de este proyecto se localiza en la Subzona de Asentamientos Humanos Holbox la cual comprende una superficie total de 212.0833 hectáreas. No corresponde a una subzona de aprovechamiento especial en virtud de que se encuentra en la zona urbanizada de Isla Chica por lo que no implica extensiones reducidas que se consideren esenciales para el desarrollo social y económico de la región. Sin embargo, se considera que el proyecto, por sus dimensiones, localización y alcance ambiental guarda armonía con el paisaje, no provocará un desequilibrio ecológico grave y sí se sujeta a estrictas regulaciones de uso de los recursos naturales como son las Normas Oficiales Mexicanas NOM-001-SEMARNAT-1996, NOM-003-SEMARNAT-1997, NOM-004-SEMARNAT-2002, NOM-022-SEMARNAT-2003 y NOM-052-SEMARNAT-2005.

Artículo 60.- Las subzonas de asentamientos humanos se establecerán en superficies donde se ha llevado a cabo una alteración, modificación sustancial o desaparición de los ecosistemas originales debido a un uso intensivo por el desarrollo de asentamientos humanos, previo a la declaratoria del área natural protegida. Estas subzonas comprenderán los asentamientos humanos localizados dentro del área natural protegida y las reservas territoriales de los mismos.

### **Vinculación**

---

<sup>11</sup> LEGEEPA, ARTÍCULO 1º XII.- Desequilibrio ecológico: La alteración de las relaciones de interdependencia entre los elementos naturales que conforman el ambiente, que afecta negativamente la existencia, transformación y desarrollo del hombre y demás seres vivos;

Efectivamente, la Subzona de Asentamientos Humanos Holbox, es una superficie transformada en la cual la promovente adquirió el predio de interés al momento en el que el espacio ya se encontraba lotificado, con nomenclatura y con documentación inscrita en el Registro Público de la Propiedad, es decir en una subzona del ANP previamente establecida y sobre la cual ha ocurrido una modificación sustancial de los ecosistemas originales debido al uso de suelo definido como asentamiento humano.

Artículo 82.- El uso turístico y recreativo dentro de las áreas naturales protegidas, se podrá llevar a cabo bajo los términos que se establezcan en el programa de manejo de cada área natural protegida, y siempre que:

- I. No se provoque una afectación significativa a los ecosistemas;
- II. Preferentemente tengan un beneficio directo para los pobladores locales;
- III. Promueva la educación ambiental, y
- IV. La infraestructura requerida sea acorde con el entorno natural del área protegida.

### **Vinculación**

El proyecto corresponde a un conjunto de departamentos cuyo fin es el turismo, descanso y recreación. La vinculación con este artículo considera que, por las obras y actividades asociadas a este proyecto, como se expone en los Capítulos IV, V, VI y VII de este documento no se prevé una afectación significativa a los ecosistemas ya que se implica una superficie de 0.1 hectáreas (1,068.06 m<sup>2</sup>), que equivale al 2.42% de la vegetación de selva baja caducifolia en el SAD que es de 41.21 Ha. Por otra parte, se contratará preferentemente personal local y los propietarios utilizarán medios y servicios administrados por los pobladores locales y realizarán tours, como el del tiburón ballena, donde los prestadores de servicios son miembros de la comunidad local. En lo concerniente a la educación ambiental, ésta no es del ámbito de la promovente. No obstante, se proporcionará información ambiental de la isla a los huéspedes. Se estima que, dado que la infraestructura se plantea sobre pilotes, la minimización de concreto armado y privilegio de materiales locales es acorde con el entorno natural del área protegida y es concordante con la arquitectura insular.

Artículo 87.- De acuerdo con la declaratoria podrán establecerse las siguientes prohibiciones, salvo que se cuente con la autorización respectiva:

- I. Cambiar el uso del suelo de superficies que mantengan ecosistemas originales;
- II. Molestar, capturar, remover, extraer, retener o apropiarse de vida silvestre o sus productos;

- III. Remover o extraer material mineral;
- IV. Utilizar métodos de pesca que alteren el lecho marino;
- V. Trasladar especímenes de poblaciones nativas de una comunidad biológica a otra;
- VI. Alterar o destruir por cualquier medio o acción los sitios de alimentación, anidación, refugio o reproducción de las especies silvestres;
- VII. Alimentar, tocar o hacer ruidos intensos que alteren el comportamiento natural de los ejemplares de la vida silvestre;
- VIII. Introducir plantas, semillas y animales domésticos;
- IX. Introducir ejemplares o poblaciones silvestres exóticas;
- X. Dañar, cortar y marcar árboles;
- XI. Hacer un uso inadecuado o irresponsable del fuego;
- XII. Interrumpir, desviar, rellenar o desecar flujos hidráulicos o cuerpos de agua;
- XIII. Abrir senderos, brechas o caminos;
- XIV. Arrojar, verter o descargar cualquier tipo de desechos orgánicos, residuos sólidos o líquidos o cualquier otro tipo de contaminante, tales como insecticidas, fungicidas y pesticidas, entre otros, al suelo o a cuerpos de agua;
- XV. Utilizar lámparas o cualquier fuente de luz para aprovechamiento u observación de ejemplares de la vida silvestre;
- XVI. Usar altavoces, radios o cualquier aparato de sonido, que altere el comportamiento de las poblaciones o ejemplares de las especies silvestres o que impida el disfrute del área protegida por los visitantes, y
- XVIII. Hacer uso de explosivos.

Los pobladores de las áreas naturales protegidas quedarán exceptuados de las fracciones II, III y X cuando se encuentren realizando la actividad con fines de autoconsumo dentro de los predios de su propiedad y no exista programa de manejo.

### **Vinculación**

- I. Cambiar el uso del suelo de superficies que mantengan ecosistemas originales; En el predio se tiene vegetación secundaria de selva baja caducifolia que será removida únicamente si se cuenta con la autorización para ello.
- II. Molestar, capturar, remover, extraer, retener o apropiarse de vida silvestre o sus productos; Si bien la fauna resultó escasa en el predio de interés, es relevante indicar que el desarrollo del proyecto conlleva programas de atención y protección a la flora y fauna silvestres y al suelo.

- III. Remover o extraer material mineral;  
No es objeto del proyecto.
- IV. Utilizar métodos de pesca que alteren el lecho marino;  
No es objeto del proyecto
- V. Trasladar especímenes de poblaciones nativas de una comunidad biológica a otra;  
La extracción de flora y fauna no es objeto del proyecto.
- VI. Alterar o destruir por cualquier medio o acción los sitios de alimentación, anidación, refugio o reproducción de las especies silvestres;  
La alteración de la biota no es el objeto del proyecto, por el contrario. Se implementará un programa de enriquecimiento del ensamble botánico a nivel de predio a efecto de tener mayor representatividad específica lo que derivará en una oferta diversa y diferenciada de recursos para la fauna.
- VII. Alimentar, tocar o hacer ruidos intensos que alteren el comportamiento natural de los ejemplares de la vida silvestre;  
El sitio de intervención se encuentra dentro de la traza urbana por lo que la fauna silvestre es más bien escasa. No obstante, la propuesta no implica alimentar, tocar o hacer ruidos intensos que alteren el comportamiento natural de los animales silvestres.
- VIII. Introducir plantas, semillas y animales domésticos;  
El proyecto considera el fomento de la flora local. Los espacios abiertos y jardinados se conformarán con especies características de selva baja caducifolia tales como el Xtup-suk (*Cyperus planifolius*), Sak-chukum (*Croton punctatus*) y la manzanita (*Lantana involucrata*) la cactácea *Acanthocereus tetragonus* y (*Pitayita Selenicereus testudo*) reformarán un estrato arbustivo mientras que el arbóreo se formará usando palma chit (*Thrinax radiata*), las ceibas (*Ceiba acuminata* y *Ceiba pentandra*), chaká (*Bursera simaruba*) Uvero (*Coccoloba uvifera*), Tsiw che' (*Pithecellobium keyense*), Se considera la introducción de especies botánicas locales que sean preferidas por polinizadores tales como Tzitzilché (*Gymnopodium floribundum*), y ornamentales locales como la flor de mayo (*Plumeria obtusa*), la palma de coco (*Cocos nucifera*) y la flor de tajonal (*Viguiera dentata*) entre otras siempre locales. Lo anterior muestra que no se tiene considerada la introducción de plantas, semillas o animales domésticos dentro del área de proyecto.
- IX. Introducir ejemplares o poblaciones silvestres exóticas;  
El proyecto corresponde a un desarrollo inmobiliario, no es objeto de la promotente la introducción de fauna o flora exóticas. Las áreas abiertas serán

restauradas utilizando especies locales y otras que no se encuentren en la lista de especies exóticas invasoras publicada por la CONABIO.

- X. Dañar, cortar y marcar árboles;  
No se cortarán árboles. Los existentes se integraron al proyecto.
- XI. Hacer un uso inadecuado o irresponsable del fuego;  
El proyecto tiene un área de asador. Se tomarán las previsiones necesarias para hacer un uso responsable y controlado del fuego.
- XII. Interrumpir, desviar, rellenar o desecar flujos hidráulicos o cuerpos de agua;  
No es objeto de este proyecto la interrupción, desvío, relleno, o desecación de cuerpos de agua
- XIII. Abrir senderos, brechas o caminos;  
No se requiere de la apertura de brechas ni caminos. Existen calles para acceder a la propiedad.
- XIV. Arrojar, verter o descargar cualquier tipo de desechos orgánicos, residuos sólidos o líquidos o cualquier otro tipo de contaminante, tales como insecticidas, fungicidas y pesticidas, entre otros, al suelo o a cuerpos de agua;  
El proyecto, en ninguna de sus fases, considera el vertimiento de desechos orgánicos, residuos sólidos o líquidos o cualquier otro tipo de contaminante, tales como insecticidas, fungicidas y pesticidas, entre otros, al suelo o a cuerpos de agua.
- XV. Utilizar lámparas o cualquier fuente de luz para aprovechamiento u observación de ejemplares de la vida silvestre;  
No se pretende la observación de la vida silvestre.
- XVI. Usar altavoces, radios o cualquier aparato de sonido, que altere el comportamiento de las poblaciones o ejemplares de las especies silvestres o que impida el disfrute del área protegida por los visitantes.  
No se pretende el uso de altavoces, radios o cualquier aparato de sonido, que altere el comportamiento de las poblaciones o ejemplares de las especies silvestres o que impida el disfrute del área protegida por los visitantes.
- XVII. Hacer uso de explosivos.  
El proyecto no requiere ni conlleva el uso de explosivos.

Artículo 88.- Se requerirá de autorización por parte de la Secretaría para realizar dentro de las áreas naturales protegidas, atendiendo a las zonas establecidas y sin perjuicio de las disposiciones legales aplicables, las siguientes obras y actividades:

VII. Obras que, en materia de impacto ambiental, requieran de autorización en los términos del artículo 28 de la Ley;

VIII. Uso y aprovechamiento de aguas nacionales;

**Vinculación**

El proyecto se somete a la evaluación del impacto ambiental en virtud de que conlleva el desarrollo de obras y actividades incluidas en los artículos 28 de la LEGEEPA y 5 de su Reglamento en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental, aunado a lo anterior, es importante señalar que el sitio de pretendida ubicación del proyecto se encuentra en la región ecológica denominada Región Terrestre Prioritaria (RTP) 146 Dzilam-Ría Lagartos-Yum Balam, cuya regionalización, establecida por la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), adquiere notabilidad por la complejidad de sus ecosistema costeros, por los recursos naturales existentes y por su alto valor biogeográfico y ecosistémico por lo que, para este caso en particular, el análisis del impacto ambiental debe ser abordado rigurosamente ya que el crecimiento del desarrollo de las actividades turísticas y urbanas que se han venido gestando en la región suponen una incidencia que deber ser valorada a través de la identificación, descripción y análisis de los impactos ambientales acumulativos y residuales y no de manera aislada dada la complejidad de los ecosistemas costeros presentes.

En lo referente al uso y aprovechamiento de aguas nacionales la promovente obtendrá, en su momento, las autorizaciones, títulos y concesiones correspondientes.

**III.1.2.6 Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS)**

Esta Ley y 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, así como distribuir las competencias que en materia forestal correspondan a la Federación, los Estados, el Distrito Federal y los Municipios, con el fin de propiciar el desarrollo forestal sustentable. Debido a que el proyecto requerirá del cambio de uso de suelo, deberá acatar lo establecido por la LGDFS y su Reglamento.

Tabla III-4 Vinculación con la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y cumplimiento

Artículo de la ley	Cumplimiento
<p><b>Artículo 2.</b> <i>Son objetivos generales de esta Ley:</i></p> <p><i>1. Contribuir al desarrollo social, económico, ecológico y ambiental del país, mediante el manejo integral sustentable de los recursos forestales, así como de las cuencas y ecosistemas hidrológico-forestales, sin perjuicio de lo previsto en otros ordenamientos.</i></p>	<p>La ordenanza 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, así como distribuir las competencias que en materia forestal correspondan a la Federación, los estados y los municipios conforme a lo siguiente:</p>



Artículo de la ley	Cumplimiento
<p><b>Artículo 3.</b> <i>Son objetivos específicos de esta Ley: II. Regular la protección, conservación y restauración de los ecosistemas, recursos forestales y de sus servicios ambientales; así como la ordenación y el manejo forestal.</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Contribuir al desarrollo social, económico, ecológico y ambiental del país.</li> <li>• Promover la organización, capacidad operativa, integralidad y profesionalización de las instituciones públicas de la Federación, Estados y Municipios, para el desarrollo forestal sustentable;</li> <li>• Respetar el derecho al uso y disfrute preferente de los recursos forestales de los lugares que ocupan y habitan las comunidades indígenas.</li> <li>• Definir los criterios de la política forestal. Entre muchos otros.</li> </ul> <p>El proyecto sometido a evaluación contribuye directamente al cumplimiento de los objetivos generales y específicos de la ley.</p>
<p><b>Artículo 7.</b> <i>Para los efectos de esta ley se entenderá por:</i></p> <p><i>V. Cambio de uso del suelo en terreno forestal: la remoción total o parcial de la vegetación de los terrenos forestales para destinarlos a actividades no forestales.</i></p> <p><i>XLVIII. Vegetación forestal: El conjunto de plantas y hongos que crecen y se desarrollan en forma natural, formando bosques, matorrales, selvas, zonas áridas y semiáridas y otros ecosistemas dando lugar al desarrollo y convivencia equilibrada de otros recursos y procesos naturales.</i></p>	<p>En el caso particular, para el desarrollo de las obras y actividades que comprende el proyecto se estima que esta reglamentación no es vinculante ya que la superficie de intervención no se ajusta a los términos que indica, en el artículo 2 del Reglamento de la LDFS mismo que estipula lo siguiente:</p> <p><i>XXXI. Selva, vegetación forestal de clima tropical con una cobertura de copa mayor al diez por ciento de la superficie que ocupa. siempre que formen masas mayores a 1,500 metros cuadrados excluyendo o los acahuales... ;</i></p>
<p><b>Artículo. 117.</b> <i>La Secretaría sólo podrá autorizar el cambio de uso del suelo en terrenos forestales, por excepción, previa opinión técnica de los miembros del Consejo Estatal Forestal de que se trate y con base en los estudios técnicos justificativos 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. Estos estudios se deberán considerar en conjunto y no de manera aislada.</i></p> <p><i>En las autorizaciones de cambio de uso del suelo en terrenos forestales, la autoridad deberá dar</i></p>	<p>El presente proyecto se somete ante la Secretaría a fin de regular el impacto ambiental a través de una MIA-P.</p>

Artículo de la ley	Cumplimiento
<p><i>respuesta debidamente fundada y motivada a las propuestas y observaciones planteadas por los miembros del Consejo Estatal Forestal.</i></p> <p><i>No se podrá otorgar autorización de cambio de uso de suelo en un terreno incendiado sin que hayan pasado 20 años, a menos que se acredite fehacientemente a la Secretaría que el ecosistema se ha regenerado totalmente, mediante los mecanismos que para tal efecto se establezcan en el reglamento correspondiente.</i></p> <p><i>Las autorizaciones que se emitan deberán atender lo que, en su caso, dispongan los programas de ordenamiento ecológico correspondiente, las normas oficiales mexicanas y demás disposiciones legales y reglamentarias aplicables.</i></p>	
<p><b>Artículo. 118.</b> <i>Los interesados en el cambio de uso de suelo 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.</i></p>	<p>El presente proyecto se somete ante la Secretaría a fin de regular el impacto ambiental.</p> <p>La promovente estima que, para el caso, este artículo no es vinculante de acuerdo a lo indicado por el artículo 2 del Reglamento de la LDFS que estipula lo siguiente:</p> <p><i>XXXI. Selva, vegetación forestal de clima tropical con una cobertura de copa mayor al diez por ciento de la superficie que ocupa. siempre que formen masas mayores a 1,500 metros cuadrados excluyendo o los acahuales...;</i></p>

### III.1.2.7 Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS)

Este reglamento 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, así como distribuir las competencias que en materia forestal correspondan a la Federación, los Estados, el Distrito Federal y los Municipios, con el fin de propiciar el desarrollo forestal sustentable. Debido a que el proyecto no requerirá del cambio de uso de suelo forestal, dadas las características y superficie de la vegetación, se parte de que no es vinculante en virtud de lo establecido por el artículo 2 del Reglamento de la LDFS que estipula lo siguiente:

*XXXI. Selva, vegetación forestal de clima tropical con una cobertura de copa mayor al diez por ciento de la superficie que ocupa. siempre que formen masas mayores a 1,500 metros cuadrados excluyendo o los acahuales...;*

### III.1.2.8 Ley General de Vida Silvestre

La Ley General de Vida Silvestre (LGVS), reglamentaria del párrafo tercero del artículo 27 y de la fracción XXIX, inciso G del artículo 73 constitucionales, tiene por objeto establecer la concurrencia del Gobierno Federal, de los gobiernos de los Estados y de los Municipios, en el ámbito de sus respectivas competencias, relativa a la conservación y aprovechamiento sustentable de la vida silvestre y su hábitat en el territorio de la República Mexicana y en las zonas en donde la Nación ejerce su jurisdicción. El aprovechamiento sustentable de los recursos forestales maderables y no maderables y de las especies cuyo medio de vida total sea el agua, será regulado por las leyes forestales y de pesca, respectivamente, salvo que se trate de especies o poblaciones en riesgo.

Si bien el proyecto no pretende el aprovechamiento directo de mangle, si se está en una condición vinculante específica determinada por el artículo 60 Ter, agregado a la Ley mediante su publicación en el Diario Oficial de la Federación el día 1 de febrero de 2007 ya que el artículo de referencia indica lo siguiente:

#### **Artículo 60 TER.**

*“Queda prohibida la remoción, relleno, trasplante, poda, o cualquier obra o actividad que afecte la integralidad del flujo hidrológico del manglar; del ecosistema y su zona de influencia; de su productividad natural; de la capacidad de carga natural del ecosistema para los 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 las características y servicios ecológicos.*

*Se exceptuarán de la prohibición a que se refiere el párrafo anterior las obras o actividades que tengan por objeto proteger, restaurar, investigar o conservar las áreas de manglar.”*

#### **Vinculación**

El proyecto no conlleva, ni implica, ni requiere de la remoción, relleno, trasplante, poda o cualquier obra o actividad que afecte la integralidad del flujo hidrológico del manglar.

El Proyecto Yum Balam se desplantará primordialmente sobre pilotes lo que representa una superficie mínima de contacto con el suelo que será de 192.27 m<sup>2</sup> o el 18.0 % del predio. Conviene mencionar que la obra se pretende en un área que se urbaniza en concordancia con una retícula definida y acorada por la dirección del área natural protegida y sobre la cual ya existen una red de calles, con nomenclatura incluso, que definen un mosaico de vegetación fragmentada por las actividades humanas características de una zona urbanizada en el medio rural.



Imagen III-1 En la zona de pretendía ubicación del proyecto la Comisión Federal de Electricidad realiza labores de tendido eléctrico, es un área que se urbaniza.

Para analizar y vincular este artículo resulta necesario considerar que el espíritu de la protección a la vegetación de manglar previsto no atiende de manera única la potencial afectación directa, es decir la remoción, relleno, trasplante, si no que la regulación se centra en la protección de los flujos hidrológicos del humedal y su zona de influencia de manera que el objeto es proteger las funciones ambientales del humedal.

En el sitio no se presentan escorrentías superficiales que conformen flujos hidrológicos lo que deriva de las propiedades del suelo, de tipo Arenosol, es decir arenoso, calizo, de textura media conteniendo aproximadamente un 75% de arena en los primeros metros de profundidad. Este suelo presenta una muy alta permeabilidad y una muy baja capacidad de retención de agua y de almacenamiento de nutrientes por lo que, de manera natural, soportan escasa vegetación excepto en las cuencas o bajos inundables donde proliferan manglares.

Para el caso de este proyecto en particular, resulta entonces que la superficie no perderá su capacidad de absorción de agua pluvial ni su traslado por infiltración al subsuelo ya que la existencia de los pilotes, la planta de tratamiento y el depósito de captación de agua pluvial no constituyen un tablestacado o estructura perpendicular al flujo del agua que conforme una barrera; es decir que nada obliga al agua freática a cambiar de curso.

La información geohidrológica proviene de la realización previa de 7 sondeos realizados hasta una profundidad de 15 metros lo que evidenció la presencia del nivel freático a una profundidad de 90 cm, una capa de arena (Calcarenitas) en los primeros 5 metros de

profundidad al cual le sigue un estrato de roca arenisca con roca caliza, de origen arrecifal, intercalada.

Desde una perspectiva geohidrológica subterránea, la información recabada permite inferir que los fenómenos dinámicos que acontecen en el acuífero, a la profundidad de proyecto definida por los pilotes que es de 15 m promedio o menos, no serán afectados y, en términos de escorrentías de superficie tampoco esto debido a que la alta permeabilidad de las calizas provoca una rápida penetración del agua hacia el nivel freático el cual varía entre 40 y 90 cm de acuerdo al relieve siendo influenciado directamente con la presencia de precipitaciones y mareas. El agua subterránea fluye y su profundidad oscila conforme varía la marea y la resistencia que ejerce la misma al subir o al bajar lo que favorece el desplazamiento del agua radialmente hacia el mar y la laguna Yalahau sin ser modificada por los pilotes.

La marea, de acuerdo a la carta de mareas para la estación más cercana en Cancún, Quintana Roo, indica una pleamar máxima registrada 0,4 m y la altura mínima -0,1 m con lo que la variación esperada puede llegar a los 0.5 metros.

De esta forma el comportamiento que se observa en el flujo del agua por debajo del predio es una red de equipotenciales con flujo preferentemente norte sur o sur norte regido por la intensidad de las mareas que domina la tendencia de flujo.

Este comportamiento se puede explicar a través de la siguiente serie:



Condición "aporte"

Nivel freático con influencia de marea creciente

Agua subterránea asciende en el acuífero hasta llegar al nivel máximo de marea con valores

Piezométricos negativos favoreciendo asenso del agua en el acuífero



Condición "descarga"

Nivel freático con influencia de marea decreciente

Agua subterránea desciende en el acuífero hasta llegar al nivel mínimo de marea con valores

Piezométricos positivos que permiten la descarga al mar y laguna del agua del acuífero



Imagen III-2 Fases del comportamiento del agua en el subsuelo de Holbox.

Con base en el comportamiento del acuífero, el proyecto se diseñó de tal manera que el sustento o desplante no altera la dinámica del acuífero influenciado por las mareas y, además, no sella el suelo.

Para el caso que se analiza se tiene que el flujo principal se presenta sobre la roca arenisca en el manto de arena de la porción saturada sujetándose a la influencia de mareas y precipitación con lo cual, al no existir barreras físicas, el agua de lluvia podrá infiltrarse libremente y una vez en el acuífero, al llegar al nivel freático, correr en cualquier sentido que le demande la carga dinámica en el acuífero, sea dominada por pleamar o bajamar o sea hacia tierra adentro o hacia el mar o laguna de manera que el proyecto, de la manera en la que ha sido planteado, no implica remoción, relleno, trasplante, poda o cualquier obra o actividad que afecte la integralidad del flujo hidrológico del manglar; del ecosistema y su zona de influencia.

Lo anterior es relevante en virtud de que siendo el proyecto que se analiza una obra y actividad fundamentalmente en superficie, no se implica, en términos geohidrológicos,



afectación alguna a la integralidad del flujo hidrológico del manglar y por lo que tampoco puede representar una interferencia con el funcionamiento de la cuenca del humedal existente entendido éste como el ecosistema que protege el artículo que se vincula y, tampoco representa posibilidad de afección sobre la zona de influencia del humedal ya que la Unidad de Paisaje Manglar no es intervenida por el proyecto.

Por otra parte, y en relación a la productividad natural, entendida ésta como la generación de biomasa por la vegetación y para este caso en particular el manglar, la propuesta que se presenta no representa merma alguna sobre este componente ya que las instalaciones y operación se plantean, en su totalidad, sobre una superficie donde no se presenta cobertura de este tipo de vegetación.

Sobre este aspecto se abunda posteriormente en la vinculación realizada con la NOM-022-SEMARNAT-2003.

La zona de influencia de este proyecto no rebasa las barreras del Sistema Ambiental Delimitado y el área de influencia del proyecto se circunscribe a la retícula urbana y sus alrededores, como se expone en el Capítulo V de esta MIA-P, la cual queda claramente delimitada por vialidades perpendiculares y paralelas a la costa mismas que seccionan el flujo superficial y reducen la capacidad de absorción del suelo. Esta situación no es atribuible al proyecto que aquí se presenta.



Imagen III-3 De acuerdo con el modelo obtenido, las escorrentías superficiales, si bien son efímeras dada la alta permeabilidad del suelo, se encuentran disminuidas en la retícula urbana.

En este contexto, el proyecto aquí propuesto, en ningún caso, ha de representar cambios negativos adicionales en los atributos ecológicos a la cuenca del humedal, entendidos estos como la capacidad de carga natural del ecosistema, la capacidad de carga natural del

ecosistema para los proyectos turísticos, afectación a zonas de anidación, reproducción, refugio, alimentación y alevinaje ni en las interacciones entre el manglar, la duna, la zona marítima adyacente y los corales ni provocarán cambios en la características y servicios ecológicos ya que no se interferirán los flujos subterráneos ni superficiales ni se removerá vegetación que represente un hábitat único, continuo y diverso para la fauna silvestre.

No se realizarán obras sobre otras áreas del humedal por lo que éstas se mantendrán en la condición natural en la que actualmente se encuentran, el conjunto de sus características y los servicios ecológicos que presta incluyendo su productividad natural, su capacidad de carga natural, las zonas de anidación, reproducción, refugio, alimentación y alevinaje, así como las interacciones entre el manglar, el acuífero somero, la duna y las zonas marítima y lagunar adyacentes.

### **III.1.2.9 Ley de Aguas Nacionales**

La presente Ley es reglamentaria del Artículo 27 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos en materia de aguas nacionales que son aquellas referidas en su párrafo Quinto el cual indica:

*Son propiedad de la Nación las aguas de los mares territoriales en la extensión y términos que fije el Derecho Internacional; las aguas marinas interiores; las de las lagunas y esteros que se comuniquen permanente o intermitentemente con el mar; las de los lagos interiores de formación natural que estén ligados directamente a corrientes constantes; las de los ríos y sus afluentes directos o indirectos, desde el punto del cauce en que se inicien las primeras aguas permanentes, intermitentes o torrenciales, hasta su desembocadura en el mar, lagos, lagunas o esteros de propiedad nacional; las de las corrientes constantes o intermitentes y sus afluentes directos o indirectos, cuando el cauce de aquéllas en toda su extensión o en parte de ellas, sirva de límite al territorio nacional o a dos entidades federativas, o cuando pase de una entidad federativa a otra o cruce la línea divisoria de la República; la de los lagos, lagunas o esteros cuyos vasos, zonas o riberas, estén cruzadas por líneas divisorias de dos o más entidades o entre la República y un país vecino, o cuando el límite de las riberas sirva de lindero entre dos entidades federativas o a la República con un país vecino; las de los manantiales que broten en las playas, zonas marítimas, cauces, vasos o riberas de los lagos, lagunas o esteros de propiedad nacional, y las que se extraigan de las minas; y los cauces, lechos o riberas de los lagos y corrientes interiores en la extensión que fija la ley. Las aguas del subsuelo pueden ser libremente alumbradas mediante obras artificiales y apropiarse por el dueño del terreno, pero cuando lo exija el interés público o se afecten otros aprovechamientos, el Ejecutivo Federal podrá reglamentar su extracción y utilización y aún establecer zonas vedadas, al igual que para las demás aguas de propiedad nacional.*

*Cualesquiera otras aguas no incluidas en la enumeración anterior, se considerarán como parte integrante de la propiedad de los terrenos por los que corran o en los que se encuentren sus depósitos, pero si se localizaren en dos o más predios, el aprovechamiento de estas aguas se considerará de utilidad pública, y quedará sujeto a las disposiciones que dicten las entidades federativas.*

**ARTÍCULO 14 BIS 5.** *Los principios que sustentan la política hídrica nacional son:*

*I. El agua es un bien de dominio público federal, vital, vulnerable y finito, con valor social, económico y ambiental, cuya preservación en cantidad y calidad y sustentabilidad es tarea fundamental del Estado y la Sociedad, así como prioridad y asunto de seguridad nacional;*

*IX. La conservación, preservación, protección y restauración del agua en cantidad y calidad es asunto de seguridad nacional, por tanto, debe evitarse el aprovechamiento no sustentable y los efectos ecológicos adversos;*

*XVII. Las personas físicas o morales que contaminen los recursos hídricos son responsables de restaurar su calidad, y se aplicará el principio de que "quien contamina, paga", conforme a las Leyes en la materia;*

### **Vinculación**

La promovente está en el conocimiento de estos principios por lo cual plantea un óptimo tratamiento a sus aguas residuales evitando efectos ecológicos adversos. El proyecto cumple con estos principios normativos.

**ARTÍCULO 16.** *La presente Ley establece las reglas y condiciones para el otorgamiento de las concesiones para explotación, uso o aprovechamiento de las aguas nacionales, en cumplimiento a lo dispuesto en el Párrafo Sexto del Artículo 27 Constitucional.*

*Son aguas nacionales las que se enuncian en el Párrafo Quinto del Artículo 27 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.*

*El régimen de propiedad nacional de las aguas subsistirá aun cuando las aguas, mediante la construcción de obras, sean desviadas del cauce o vaso originales, se impida su afluencia a ellos o sean objeto de tratamiento.*

*Las aguas residuales provenientes del uso de las aguas nacionales, también tendrán el mismo carácter, cuando se descarquen en cuerpos receptores de propiedad nacional, aun cuando sean objeto de tratamiento.*

### **Vinculación**

Efectivamente, las aguas tratadas seguirán siendo consideradas aguas nacionales por lo que su disposición y uso se sujetarán a las reglamentaciones que determine la Comisión Nacional del Agua a través del título de concesión y condiciones de descarga que se impongan a la promovente.

**ARTÍCULO 85.** *En concordancia con las Fracciones VI y VII del Artículo 7 de la presente Ley, es fundamental que la Federación, los estados, el Distrito Federal y los municipios, a través de las instancias correspondientes, los usuarios del agua y las organizaciones de la sociedad, preserven las condiciones ecológicas del régimen hidrológico, a través de la promoción y ejecución de las medidas y acciones necesarias para proteger y conservar la calidad del agua, en los términos de Ley.*

*Las personas físicas o morales, incluyendo las dependencias, organismos y entidades de los tres órdenes de gobierno, que exploten, usen o aprovechen aguas nacionales en cualquier uso o actividad, serán responsables en los términos de Ley de:*

- a. Realizar las medidas necesarias para prevenir su contaminación y, en su caso, para reintegrar las aguas referidas en condiciones adecuadas, a fin de permitir su explotación, uso o aprovechamiento posterior, y*
- b. Mantener el equilibrio de los ecosistemas vitales.*

### **Vinculación**

El planteamiento de un tren de tratamiento de aguas residuales eficiente y calculado expresamente para el proyecto corresponde, precisamente, a una medida de prevención de la contaminación del suelo, subsuelo y acuífero reintegrando las aguas usadas en una condición adecuada y bajo los límites y condiciones de las Normas Oficiales Mexicanas NOM-001-SEMARNAT-1996 y NOM-003-SEMARNAT-1997. El regreso del agua al acuífero implica su restitución a la cuenca hidrológica por lo que se participa en la conservación del equilibrio de los ecosistemas.

**ARTÍCULO 88.** *Las personas físicas o morales requieren permiso de descarga expedido por "la Autoridad del Agua" para verter en forma permanente o intermitente aguas residuales en cuerpos receptores que sean aguas nacionales o demás bienes nacionales, incluyendo aguas marinas, así como cuando se infiltren en terrenos que sean bienes nacionales o en otros terrenos cuando puedan contaminar el subsuelo o los acuíferos.*

*El control de las descargas de aguas residuales a los sistemas de drenaje o alcantarillado de los centros de población, corresponde a los municipios, con el concurso de los estados cuando así fuere necesario y lo determinen las leyes.*

### **Vinculación**

La promovente está informada sobre esta obligación por lo que, una vez lograda la resolución objeto de esta MIA-P realizará los trámites necesarios para la obtención de los permisos, concesiones, títulos y autorizaciones correspondientes a la esfera normativa de la Comisión Nacional del Agua.

**ARTÍCULO 88 BIS.** *Las personas físicas o morales que efectúen descargas de aguas residuales a los cuerpos receptores a que se refiere la presente Ley, deberán:*

*I. Contar con el permiso de descarga de aguas residuales mencionado en el Artículo anterior;*

*II. Tratar las aguas residuales previamente a su vertido a los cuerpos receptores, cuando sea necesario para cumplir con lo dispuesto en el permiso de descarga correspondiente y en las Normas Oficiales Mexicanas;*

*III. Cubrir, cuando proceda, el derecho federal por el uso o aprovechamiento de bienes de propiedad nacional como cuerpos receptores de las descargas de aguas residuales;*

*IV. Instalar y mantener en buen estado, los aparatos medidores y los accesos para el muestreo necesario en la determinación de las concentraciones de los parámetros previstos en los permisos de descarga;*

*V. Hacer del conocimiento de "la Autoridad del Agua" los contaminantes presentes en las aguas residuales que generen por causa del proceso industrial o del servicio que vienen operando, y que no estuvieran considerados en las condiciones particulares de descarga fijadas;*

*VI. Informar a "la Autoridad del Agua" de cualquier cambio en sus procesos, cuando con ello se ocasionen modificaciones en las características o en los volúmenes de las aguas residuales contenidas en el permiso de descarga correspondiente;*

*VII. Operar y mantener por sí o por terceros las obras e instalaciones necesarias para el manejo y, en su caso, el tratamiento de las aguas residuales, así como para asegurar el control de la calidad de dichas aguas antes de su descarga a cuerpos receptores;*

*VIII. Conservar al menos por cinco años el registro de la información sobre el monitoreo que realicen;*

*IX. Cumplir con las condiciones del permiso de descarga correspondiente y, en su caso, mantener las obras e instalaciones del sistema de tratamiento en condiciones de operación satisfactorias;*

*X. Cumplir con las Normas Oficiales Mexicanas y en su caso con las condiciones particulares de descarga que se hubieren fijado, para la prevención y control de la contaminación extendida o dispersa que resulte del manejo y aplicación de sustancias que puedan contaminar la calidad de las aguas nacionales y los cuerpos receptores;*

*XI. Permitir al personal de "la Autoridad del Agua" o de "la Procuraduría", conforme a sus competencias, la realización de:*

*a. La inspección y verificación de las obras utilizadas para las descargas de aguas residuales y su tratamiento, en su caso;*

*b. La lectura y verificación del funcionamiento de los medidores u otros dispositivos de medición;*

*c. La instalación, reparación o sustitución de aparatos medidores u otros dispositivos de medición que permitan conocer el volumen de las descargas, y*

*d. El ejercicio de sus facultades de inspección, comprobación y verificación del cumplimiento de las disposiciones de esta Ley y sus Reglamentos, así como de los permisos de descarga otorgados;*

*XII. Presentar de conformidad con su permiso de descarga, los reportes del volumen de agua residual descargada, así como el monitoreo de la calidad de sus descargas, basados en determinaciones realizadas por laboratorio acreditado conforme a la Ley Federal sobre Metrología y Normalización y aprobado por "la Autoridad del Agua";*

*XIII. Proporcionar a "la Procuraduría", en el ámbito de sus respectivas competencias, la documentación que le soliciten;*

*XIV. Cubrir dentro de los treinta días siguientes a la instalación, compostura o sustitución de aparatos o dispositivos medidores que hubiese realizado "la Autoridad del Agua", el monto correspondiente al costo de los mismos, que tendrá el carácter de crédito fiscal, y*

*XV. Las demás que señalen las leyes y disposiciones reglamentarias aplicables.*

*Cuando se considere necesario, "la Autoridad del Agua" aplicará en primera instancia los límites máximos que establecen las condiciones particulares de descarga en lugar de la*



*Norma Oficial Mexicana, para lo cual le notificará oportunamente al responsable de la descarga.*

### **Vinculación**

La promovente manifiesta que comprende los alcances de las obligaciones impuestas por este artículo y se compromete a su puntual cumplimiento y seguimiento.

**ARTÍCULO 90.** *"La Autoridad del Agua" expedirá el permiso de descarga de aguas residuales en los términos de los reglamentos de esta Ley, en el cual se deberá precisar por lo menos la ubicación y descripción de la descarga en cantidad y calidad, el régimen al que se sujetará para prevenir y controlar la contaminación del agua y la duración del permiso.*

*Cuando las descargas de aguas residuales se originen por el uso o aprovechamiento de aguas nacionales, los permisos de descarga tendrán, por lo menos, la misma duración que el título de concesión o asignación correspondiente y se sujetarán a las mismas reglas sobre la prórroga o terminación de aquéllas.*

### **Vinculación**

La promovente realizará la solicitud de concesión ante la Comisión Nacional del Agua indicando la ubicación y descripción de la descarga en cantidad y calidad a efecto de que la autoridad en la materia tenga todos los elementos para la emisión, fundada y motivada, de los permisos, autorizaciones y títulos correspondientes.

#### **III.1.2.10 Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales**

Este instrumento tiene por objeto reglamentar la Ley de Aguas Nacionales. Cuando en el mismo se expresen los vocablos "Ley", "Reglamento", "La Comisión" y "Registro", se entenderá que se refiere a la Ley de Aguas Nacionales, al presente Reglamento, a la Comisión Nacional del Agua y al Registro Público de Derechos de Agua, respectivamente.

**ARTICULO 29.-** *Las solicitudes de concesiones o asignaciones podrán ser presentadas tanto por personas físicas como por personas morales, debiendo acreditar estas últimas su existencia legal, así como la personalidad jurídica del promovente.*

### **Vinculación**

La promovente solicitará la concesión acreditando su existencia legal y personalidad jurídica del representante legal.

**ARTICULO 30.-** *Conjuntamente con la solicitud de concesión o asignación para la explotación, uso o aprovechamiento de aguas nacionales se solicitará, en su caso: el permiso*

*de descarga de aguas residuales, el permiso para la realización de las obras que se requieran para el aprovechamiento del agua y la concesión para la explotación, uso o aprovechamiento de cauces, vasos o zonas federales a cargo de "La Comisión".*

### Vinculación

La promovente no requiere de concesión o asignación para explotación de aguas nacionales por lo que, en su momento, dará cumplimiento a este artículo solicitando el permiso de descarga de aguas tratadas.

**ARTICULO 134.-** *Las personas físicas o morales que exploten, usen o aprovechen aguas en cualquier uso o actividad, están obligadas, bajo su responsabilidad y en los términos de ley, a realizar las medidas necesarias para prevenir su contaminación y en su caso para reintegrarlas en condiciones adecuadas, a fin de permitir su utilización posterior en otras actividades o usos y mantener el equilibrio de los ecosistemas.*

### Vinculación

El agua utilizada por el proyecto será tratada de forma óptima obteniéndose una calidad de efluente superior al normativo exigible que es la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEMARNAT-1996, *Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales* siendo reintegrada de la manera en la que se explica en el Capítulo II de este documento y cuyos términos de referencia exigidos al proveedor son:

Parámetros (miligramos por litro, excepto cuando se especifique otra medición)	Límites máximos de descarga exigidos
<b>Promedio Mensual</b>	P.M.
Temperatura °C (1)	≤40
Grasas y Aceites (2)	15
Materia Flotante (3)	Ausente
Sólidos Sedimentables (ml/l)	NE ≤1 **
Sólidos Suspendidos Totales	20
Demanda Bioquímica de Oxígeno <sub>5</sub>	20
Nitrógeno Total	NE ≤15**
Fósforo Total	NE ≤5**
Arsénico (potencial hidrógeno (pH) 5 a 10 unidades)	0.1
Cadmio (potencial hidrógeno (pH) 5 a 10 unidades)	0.1

Parámetros (miligramos por litro, excepto cuando se especifique otra medición)	Límites máximos de descarga exigidos
<b>Promedio Mensual</b>	P.M.
Cianuros (potencial hidrógeno (pH) 5 a 10 unidades)	1.0
Cobre (potencial hidrógeno (pH) 5 a 10 unidades)	4.0
Cromo (potencial hidrógeno (pH) 5 a 10 unidades)	0.5
Mercurio (potencial hidrógeno (pH) 5 a 10 unidades)	0.005
Níquel (potencial hidrógeno (pH) 5 a 10 unidades)	2
Plomo (potencial hidrógeno (pH) 5 a 10 unidades)	0.2
Zinc (potencial hidrógeno (pH) 5 a 10 unidades)	10
Contaminación por patógenos (coliformes fecales) NMP/100 ml	240
Contaminación por parásitos (huevos de helminto) n huevos/litro	≤1

**No se espera la presencia de metales pesados, su anotación es meramente indicativa.**

**ARTICULO 135.-** Las personas físicas o morales que efectúen descargas de aguas residuales a los cuerpos receptores a que se refiere la "Ley", deberán:

I. Contar con el permiso de descarga de aguas residuales que les expida "La Comisión", o en su caso, presentar el aviso respectivo a que se refiere la "Ley" y este Reglamento;

II. Tratar las aguas residuales previamente a su vertido a los cuerpos receptores, cuando esto sea necesario para cumplir con las obligaciones establecidas en el permiso de descarga correspondiente;

III. Cubrir, cuando proceda, el derecho federal por el uso o aprovechamiento de bienes del dominio público de la Nación como cuerpos receptores de las descargas de aguas residuales;

IV. Instalar y mantener en buen estado, los dispositivos de aforo y los accesos para muestreo que permitan verificar los volúmenes de descarga y las concentraciones de los parámetros previstos en los permisos de descarga;

V. Informar a "La Comisión" de cualquier cambio en sus procesos, cuando con ello se ocasionen modificaciones en las características o en los volúmenes de las aguas residuales que hubieran servido para expedir el permiso de descarga correspondiente;

VI. Hacer del conocimiento de "La Comisión", los contaminantes presentes en las aguas residuales que generen por causa del proceso industrial o del servicio que vienen operando,

*y que no estuvieran considerados originalmente en las condiciones particulares de descarga que se les hubieran fijado;*

*VII. Operar y mantener por sí o por terceros las obras e instalaciones necesarias para el manejo y, en su caso, el tratamiento de las aguas residuales, así como para asegurar el control de la calidad de dichas aguas antes de su descarga a cuerpos receptores;*

*VIII. Sujetarse a la vigilancia y fiscalización que para el control y prevención de la calidad del agua establezca "La Comisión", de conformidad con lo dispuesto en la "Ley" y el "Reglamento";*

*IX. Llevar un monitoreo de la calidad de las aguas residuales que descarguen o infiltren en los términos de ley y demás disposiciones reglamentarias;*

*X. Conservar al menos durante tres años el registro de la información sobre el monitoreo que realicen, en los términos de las disposiciones jurídicas, normas, condiciones y especificaciones técnicas aplicables, y*

*XI. Las demás que señalen las leyes y disposiciones reglamentarias.*

#### **Vinculación**

La promovente es una persona moral que efectuará descargas de aguas residuales a los cuerpos receptores por lo que dará observancia a lo indicado en este artículo.

**ARTICULO 137.-** *Es responsabilidad de los usuarios del agua y de todos los concesionarios a que se refiere el Capítulo II, del Título Sexto de la "Ley", incluidas las unidades y los distritos de riego, cumplir con las normas oficiales mexicanas y en su caso con las demás condiciones particulares de descarga, para la prevención y control de la contaminación extendida o dispersa que resulte del manejo y aplicación de sustancias que puedan contaminar la calidad de las aguas nacionales y los cuerpos receptores.*

*"La Comisión" promoverá y realizará, en su caso, las acciones y medidas necesarias, y se coordinará con las autoridades competentes para la expedición de las normas oficiales mexicanas que se requieran para hacer compatible el uso del suelo con los objetivos de prevención y control de la contaminación de las aguas y bienes nacionales. En la fijación de normas oficiales mexicanas para el uso del suelo, que puedan afectar aguas nacionales, se deberá recabar la opinión técnica de "La Comisión".*

#### **Vinculación**

La promovente asume la responsabilidad, como usuario del agua, entendiendo que debe se obliga a cumplir con las normas oficiales mexicanas y las condiciones particulares de descarga que eventualmente le sean impuestas participando con ello a la prevención y control de la contaminación del agua y cuerpos receptores.

El segundo párrafo no es aplicable ya que corresponde al alcance y esfera de competencia de la autoridad.

**ARTICULO 138.-** *Las solicitudes de permiso de descarga de aguas residuales que se presenten a "La Comisión", deberán contener:*

- I. Nombre, domicilio y giro o actividad de la persona física o moral que realice la descarga;*
- II. Relación de insumos utilizados en los procesos que generan las descargas de aguas residuales y de otros insumos que generen desechos que se descarguen en los cuerpos receptores;*
- III. Croquis y descripción de los procesos que dan lugar a las descargas de aguas residuales;*
- IV. Volumen y régimen de los distintos puntos de descarga, así como la caracterización fisicoquímica y bacteriológica de la descarga;*
- V. Nombre y ubicación del cuerpo o cuerpos receptores;*
- VI. Croquis de localización de la descarga o descargas, así como en su caso de las estructuras e instalaciones para su manejo y control, y*
- VII. Descripción, en su caso, de los sistemas y procesos para el tratamiento de aguas residuales para satisfacer las condiciones particulares de descarga que establezca "La Comisión", conforme a lo dispuesto en la "Ley" y el "Reglamento".*

*La solicitud deberá acompañarse de la memoria técnica que fundamente la información a que se refiere el presente artículo y, en especial, a la forma en que el solicitante cumplirá con las normas, condiciones y especificaciones técnicas establecidas.*

*Quedan exceptuados de cumplir con el requisito de la caracterización físico-química y bacteriológica mencionada en la fracción IV y de la memoria técnica que se menciona en el párrafo anterior, los usuarios siguientes:*

- a) Las poblaciones con menos de 2,500 habitantes, y*
- b) Las empresas que en su proceso o actividad productiva no utilicen como materia prima sustancias que generen en sus descargas de aguas residuales metales pesados, cianuros u organotóxicos y su volumen de descarga no exceda de 300 metros cúbicos al día."*

### **Vinculación**

La solicitud que eventualmente presente la promovente ante la autoridad competente cubrirá estos requisitos.

**ARTICULO 140.-** *Para determinar las condiciones particulares de descarga, "La Comisión" tomará en cuenta los parámetros y límites máximos permisibles contenidos en las normas oficiales mexicanas que emitan las autoridades competentes en materia de descargas de aguas residuales y para el tratamiento de agua para uso o consumo humano, así como los parámetros y límites máximos que deriven de las Declaratorias de Clasificación de los Cuerpos de Aguas Nacionales que se publiquen en los términos del artículo 87 de la "Ley".*

*Asimismo, para determinar las condiciones particulares de descarga, "La Comisión" tomará en cuenta los derechos de terceros para explotar, usar o aprovechar las aguas nacionales del cuerpo receptor de que se trate, las restricciones que imponga la programación hidráulica aprobada en los términos de la "Ley" y el "Reglamento" y las demás consideraciones de interés público o de salubridad general que, debidamente fundadas y motivadas, emitan las autoridades competentes y que establezcan restricciones adicionales para la descarga de aguas residuales en los cuerpos receptores a que se refiere la "Ley".*

### **Vinculación**

La promovente presentará la solicitud correspondiente a efecto de que la autoridad, en el ámbito de su competencia, determine las condiciones particulares de descarga.

**ARTICULO 143.-** *"La Comisión" establecerá las condiciones particulares que deberán cumplir las descargas de aguas residuales previo a su posterior explotación, uso o aprovechamiento; asimismo, fijará las que deberán cumplir en el caso de su infiltración a un acuífero.*

*"La Comisión" podrá otorgar el permiso para recargar acuíferos con aguas depuradas, en los términos de la "Ley" y el presente "Reglamento".*

### **Vinculación**

La promovente presentará la solicitud correspondiente a efecto de que la autoridad, en el ámbito de su competencia, determine las condiciones particulares de descarga.

**ARTICULO 144.-** *En la observancia de lo dispuesto en la "Ley" y en relación con el artículo 139, fracción III, de este "Reglamento", la toma de muestras y el análisis de las mismas, deberán ajustarse a los procedimientos establecidos en las normas oficiales mexicanas y en su caso a lo que establezcan las condiciones particulares y los permisos que al efecto emita "La Comisión".*



### **Vinculación**

Una vez establecidas por la autoridad las condiciones particulares de descarga y en relación al artículo 139, fracción III, de este Reglamento que indica:

*III. Obligaciones generales y específicas a las que se sujetará el permisionario para prevenir y controlar la contaminación del agua, incluidas:*

*a) Forma y procedimientos para la toma de muestras y la determinación de las cargas contaminantes, y*

*b) Forma en que se presentará a "La Comisión" la información que les solicite, sobre el cumplimiento de las condiciones particulares de descarga.*

se realizará la toma de muestras y el análisis de las mismas ajustándose a los procedimientos establecidos en las normas oficiales mexicanas aplicables al caso.

**ARTICULO 145.-** *El diseño, construcción, operación y mantenimiento de las obras e instalaciones de captación, conducción, tratamiento, alejamiento y descarga de aguas residuales deberá sujetarse a las normas oficiales mexicanas que expida "La Comisión".*

*Los permisionarios quedarán obligados a cumplir con todas y cada una de las condiciones del permiso de descarga correspondiente y, en su caso, a mantener las obras e instalaciones del sistema de tratamiento en condiciones satisfactorias de operación.*

### **Vinculación**

El diseño, construcción, operación y mantenimiento de la infraestructura sanitaria del proyecto se sujeta a las normas oficiales mexicanas y deberá pasar la revisión técnica de la autoridad en la materia que es la Comisión Nacional del Agua previo a la obtención del permiso de descarga el cual definirá las obligaciones generales y específicas para el caso. Las obras deberán de operar en óptimas condiciones ya que se trata de un conjunto de departamentos de lujo por lo que no pueden permitirse fallas sanitarias ni olores desagradables.

**ARTICULO 146.-** *Cuando para el cumplimiento de la obligación legal de tratar aguas residuales, se contraten o utilicen los servicios de empresas que realicen dicha actividad, estas últimas serán las que soliciten el permiso de descarga de aguas residuales y cumplirán con lo dispuesto en este Capítulo, siempre que utilicen bienes nacionales como cuerpos receptores de las descargas de las plantas de tratamiento respectivas.*

*En el caso del párrafo anterior, las personas físicas o morales que contraten o utilicen los servicios mencionados, serán, conforme a la ley, solidariamente responsables con las*

*empresas que traten aguas residuales del cumplimiento de lo dispuesto en la "Ley" y el presente "Reglamento" en materia de control y prevención de la calidad de las aguas.*

*Independientemente de lo anterior, si antes de llegar a la planta de tratamiento, se descargan aguas residuales a corrientes o depósitos de aguas nacionales, se deberá contar con el permiso de descarga respectivo.*

### **Vinculación**

Siendo que la infraestructura sanitaria debe de ser operada por especialistas, no se descarta la posibilidad de que sea atendida inicialmente por un tercero siendo la promovente solidariamente responsable para, posteriormente, incluir la operación en el programa de mantenimiento del conjunto.

El proyecto no considera, en ninguna de sus fases, descargar aguas residuales sin el tratamiento apropiado.

**ARTICULO 147.-** *Si llegara a suspenderse la operación del sistema del tratamiento, aunque sea en forma temporal, el responsable deberá dar aviso a "La Comisión". En caso de ser injustificada la suspensión y se puedan ocasionar graves perjuicios a la salud o la seguridad de la población o graves daños al ecosistema, "La Comisión" podrá ordenar la suspensión de los procesos que dan origen a la descarga, conforme al procedimiento establecido en el artículo 153 de este "Reglamento", hasta en tanto sea restablecida la operación del sistema de tratamiento; independientemente de esto, "La Comisión" lo hará del conocimiento, de manera inmediata, a las autoridades competentes.*

### **Vinculación**

Es un artículo de observancia que es aplicable al proyecto. En caso de que se suspenda la operación de la planta se dará aviso a la autoridad competente.

**ARTICULO 148.-** *Los lodos producto del tratamiento de las aguas residuales, deberán estabilizarse en los términos de las disposiciones legales y reglamentarias de la materia.*

*Los sitios para su estabilización deberán:*

- I. Impermeabilizarse con materiales que no permitan el paso de lixiviados, y*
- II. Contar con drenes o con estructuras que permitan la recolección de lixiviados.*

*Cuando los lodos una vez estabilizados y desaguados presenten concentraciones no permisibles de sustancias peligrosas, contraviniendo las normas oficiales mexicanas, deberán enviarse a sitios de confinamiento controlado aprobados por la autoridad competente, conforme a la normatividad aplicable en materia de residuos peligrosos.*

*Las aguas producto del escurrimiento y de los lixiviados deberán ser tratadas antes de descargarse a cuerpos receptores.*

### **Vinculación**

Los lodos se tratarán como lo determina la Norma Oficial Mexicana NOM-004-SEMARNAT-2002, *Protección ambiental. - Lodos y biosólidos. -Especificaciones y límites máximos permisibles de contaminantes para su aprovechamiento y disposición final* misma que es de observancia obligatoria para todas las personas físicas y morales que generen lodos y biosólidos provenientes de plantas de tratamiento de aguas residuales.

**ARTICULO 149.-** *Cuando se efectúen en forma fortuita una o varias descargas de aguas residuales sobre cuerpos receptores que sean bienes nacionales, los responsables deberán avisar de inmediato a "La Comisión", especificando volumen y características de las descargas, para que se promuevan o adopten las medidas conducentes por parte de los responsables o las que, con cargo a éstos, realizará "La Comisión" y demás autoridades competentes.*

*Los responsables de las descargas estarán obligados a llevar a cabo las labores de remoción y limpieza del contaminante de los cuerpos receptores afectados por la descarga. En caso de que el responsable no dé aviso, los daños que se ocasionen, serán determinados y cuantificados por "La Comisión" en el ámbito de su competencia, y se notificarán a las personas físicas o morales responsables, para su pago conforme a la ley.*

*La determinación y cobro del daño causado sobre las aguas y los bienes nacionales a que se refiere este artículo, procederá independientemente de que "La Comisión" y las demás autoridades competentes apliquen las sanciones a que haya lugar en los términos de ley, en cuyo caso, "La Comisión" lo hará del conocimiento de las dependencias que por sus atribuciones estuvieran involucradas.*

*La falta del aviso a que se refiere el primer párrafo de este artículo se sancionará conforme a la ley.*

### **Vinculación**

En caso de que ocurran una o varias descargas de aguas residuales sin tratamiento sobre cuerpos receptores la promovente dará aviso a la Comisión Nacional del Agua mencionando lo indicado por este artículo a efecto de que se adopten las medidas conducentes.

La promovente está informada de la obligación que conlleva este artículo la cual implica a llevar a cabo las labores de remoción y limpieza del contaminante de los cuerpos receptores

afectados por la descarga y está enterada de las sanciones relativas a omitir los avisos correspondientes.

**ARTICULO 151.-** *Se prohíbe depositar, en los cuerpos receptores y zonas federales, basura, materiales, lodos provenientes del tratamiento de descarga de aguas residuales y demás desechos o residuos que, por efecto de disolución o arrastre, contaminen las aguas de los cuerpos receptores, así como aquellos desechos o residuos considerados peligrosos en las normas oficiales mexicanas respectivas.*

### **Vinculación**

La promovente comprende el alcance de este artículo que es de observancia obligatoria y acata plenamente la prohibición.

#### **III.1.3 Normas Oficiales Mexicanas**

Las Normas Oficiales Mexicanas (NOM) son regulaciones técnicas, expedidas por las dependencias de la administración pública federal, siendo de observancia obligatoria. Su finalidad es establecer reglas, especificaciones, directrices y características aplicables a un producto, proceso o servicio fijando, también, límites y condiciones de las cuestiones objeto de regulación a efecto de perfeccionar aspectos relativos al cumplimiento de obligaciones establecidas en los reglamentos o en las leyes.

La naturaleza jurídica de las NOMM es singular, ya que formalmente constituyen actos administrativos pero, materialmente, son normas que reúnen las características de generalidad, abstracción y obligatoriedad.

Para el caso que nos ocupa en esta MIA-P, se procede a realizar la vinculación correspondiente con las normas Oficiales Mexicanas que se han estimado pertinentes y aplicables.

##### **III.1.3.1 NOM-022-SEMARNAT-2003. Que establece las especificaciones para la preservación, conservación, aprovechamiento sustentable y restauración de los humedales costeros en zonas de manglar y sus modificaciones**

La NOM-022-SEMARNAT-2003, es la Norma Oficial Mexicana que establece las especificaciones para la preservación, conservación, aprovechamiento sustentable y restauración de los humedales costeros en zonas de manglar. Esta regulación estipula en su introducción particularidades de consideración para este proyecto. Entre ellas desatacan las siguientes:

**0.1** *Que la definición internacional de humedal costero se basa en la integridad del ecosistema, que incluye la unidad fisiográfica inundable y de transición entre aguas continentales, marinas y la comunidad vegetal que se ubica en ellas, así como las regiones marinas de no más de 6 m de profundidad en relación al nivel medio de la marea más baja.*

Es decir que, para el caso que se trata en este documento, se ha de comprender como humedal costero la unidad fisiográfica inundable y de transición entre aguas continentales, marinas y las comunidades vegetales que se ubican en la totalidad del Sistema Ambiental Delimitado; la Isla Chica de Holbox, por su relieve y elevación ha de ser percibida y tratada como un humedal costero y no únicamente las cuencas o bajos inundables en las que se desarrolla manglar y otra vegetación hidrófila. Esto se aprecia en la imagen siguiente:

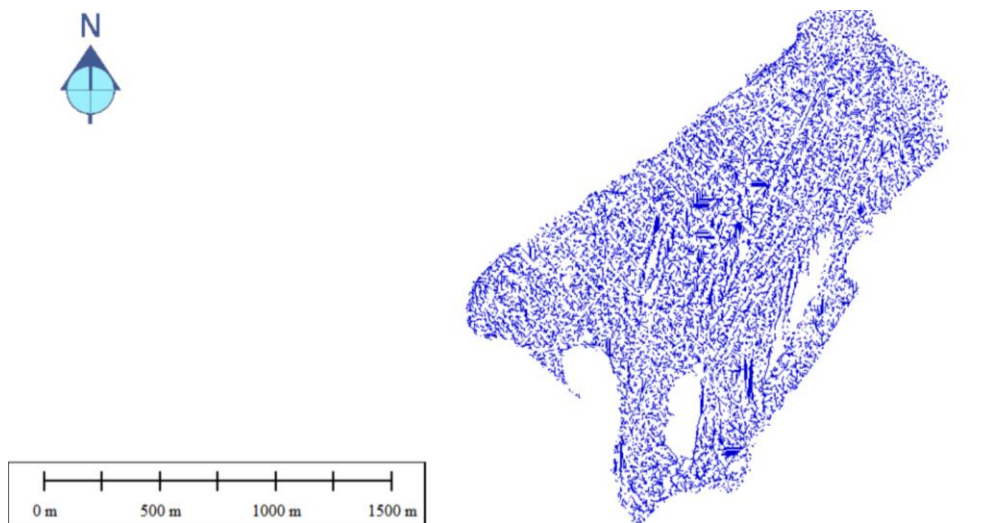


Imagen III-4 Holbox es una unidad fisiográfica inundable y de transición entre aguas continentales, marinas que soporta diversas comunidades vegetales.

**0.2** *Que, para efecto de esta Norma, se considerará humedal costero a la unidad hidrológica que contenga comunidades vegetales de manglar.*

Se entiende, para el caso que se analiza que el humedal así definido corresponde, nuevamente, a la Isla Chica de Holbox y no específicamente la superficie destinada para el desarrollo urbano de la Isla Chica de Holbox que es la zona del Sistema Ambiental Delimitado en el que se localiza el predio en análisis. En este contexto, en la imagen siguiente se muestra una porción de Isla Chica que corresponde a un segmento de la unidad hidrológica que contiene comunidades vegetales de manglar y es el área en la que se encuentra el proyecto.

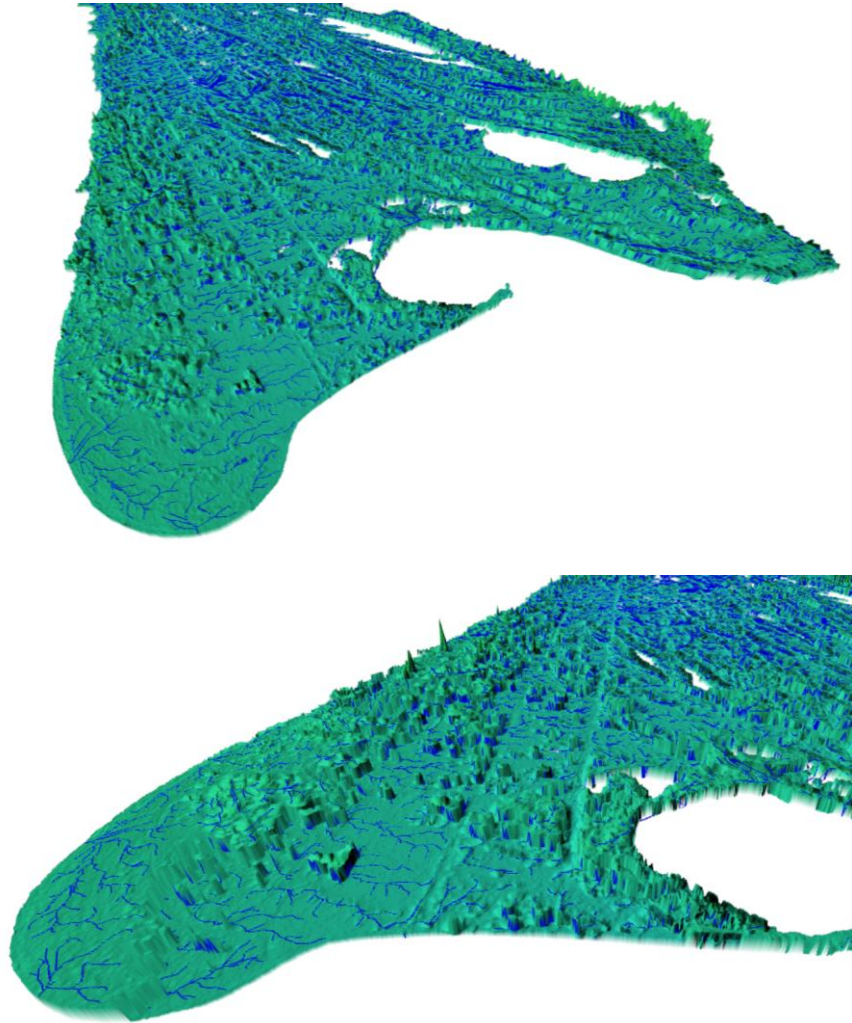


Imagen III-5 El modelo digital de elevación exhibe, para la Isla Chica de Holbox, una topografía plana que admite una profusa red de escorrentías que son rápidamente trasladadas al freático somero excepto en superficies cuyo sellamiento por compactación hace este proceso más lento. Esto define al sitio como una unidad hidrológica la cual, también, contiene comunidades vegetales de manglar.

**0.3** *Que aplicando el principio precautorio y dada la falta de información referente a otros tipos de humedales como marismas, pantanos dulceacuícolas de bosque (zapotales, anonas, tasistales) o con vegetación herbácea emergente (tulares, popales), serán sujetos de Manifestación de Impacto Ambiental que incorporarán estudios de línea de base.*

Esta MIA-P incorpora, para el área del predio y para el Sistema Ambiental Delimitado definido, estudios de línea de base, que se presentan en el Capítulo IV, que soportan la viabilidad ambiental de la propuesta y que sirven de sustento para esta vinculación técnico-jurídica.



**0.4** *Que los componentes de un humedal costero comprenden a las comunidades vegetales y zonas de inundación con procesos geomicrobianos cuya integridad está íntimamente ligada a la dinámica hidrológica propia del humedal costero o funcionalmente asociados a ecosistemas y humedales costeros, del mismo cuerpo de agua (laguna costera, estuario, delta, estero o bahía) o en la franja costera a los pastos marinos y arrecifes coralinos en su caso.*

Para el caso que se atiende en este documento se tiene que no se prevén cambios adversos con respecto a los procesos geomicrobianos dado que la propuesta constructiva, que no se realiza en un cuerpo de agua, implica la utilización de pilotes por lo que la superficie no modificada del suelo corresponde al 82.00% o 875.79 m<sup>2</sup>. Se estima que esta situación favorece la continuidad de la microtopografía, el hidroperíodo e hidrodinámica a nivel puntual mismos que son dos factores funcionales de los ecosistemas costeros. La combinación del hidroperíodo, la salinidad, su gradiente de mezcla con agua dulce/pluvial y los aportes de materia orgánica de la vegetación acuática determinan los procesos geomicrobianos del sedimento, en función de las condiciones de oxidación y reducción presentes en el fondo de los cuerpos de agua<sup>12</sup>. En el caso particular del proyecto, este no interviene en fondos lagunares por lo que no interfiere en los procesos geomicrobianos que ocurren en los fondos marinos ni lagunares.

**0.5** *Que se considere a cabalidad los servicios y funciones que los humedales costeros desarrollan, tanto por los estudios de impacto ambiental, así como en los ordenamientos ecológicos, con el propósito de dimensionar los efectos negativos de alteraciones cercanas o a distancia por las actividades humanas y naturales.*

La MIA-P que se presenta considera a cabalidad los servicios y funciones que el humedal, en conjunto, desarrolla a efecto de valorar las obras y actividades que se pretenden en el contexto de un análisis diferenciado del Sistema Ambiental Delimitado en el que se encuentra el terreno que acoge la propuesta de desarrollo.

**0.8** *Que en 1993 la cobertura de manglar en México era de 956,149 Ha (INEGI) y actualmente la superficie cubierta por manglar es de 886,760 Ha (Inventario Nacional Forestal, 2000; cifra preliminar). Entre 1993 y 2000 la cobertura de manglar se redujo en 7.8%, ya que se eliminó 69,389 Ha de este tipo de vegetación en el territorio nacional. Esto da una pérdida en promedio de 9,913 Ha al año, o 1.12% como tasa de deforestación anual, para este tipo de vegetación.*

---

<sup>12</sup> Flores-Verdugo F, Moreno-Casasola P, Agraz-Hernández CM, López-Rosas H, Benítez-Pardo D, Travieso-Bello AC. 2007. La topografía y el hidroperíodo: dos factores que condicionan la restauración de los humedales costeros. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 80S: S33-S47.

El proyecto participará directamente en la reversión de esta tendencia en el ámbito de su alcance y localización geográfica al proponer la formación y forestación de 0.25 hectáreas de islas de manglar.

**0.12** *Que, en la península de Yucatán, el desarrollo de los manglares se ve limitado por las características cársticas de la península, la rápida filtración a través de la roca calcárea, y la ausencia de ríos superficiales, la escasa influencia de las mareas y el efecto de huracanes. De tal manera que la comunidad vegetal depende de los escurrimientos subterráneos con manifestaciones de superficie como cenotes, rías y petenes en la franja litoral. Dichas características hacen que los bosques de manglar no exceden los 15 m de altura e incluso por lo general están alrededor de los 5 m en contraste con otros lugares húmedos con suelos de aluvión, adonde el mangle puede alcanzar hasta 30 m.*

El proyecto se pretende en un sitio localizado en la península de Yucatán en el cual el crecimiento y desarrollo del manglar se ve limitado por las propiedades del suelo y se comprende que el agua freática juega un rol primordial para la permanencia de esta vegetación por lo que el proyecto se ha planteado, preferentemente, sobre pilotes evitando al máximo el sellamiento del suelo. La superficie modificada del suelo es de 192.27 m<sup>2</sup> situación que favorece la continuidad de la infiltración y movilidad del agua ya que el sistema de elevación propuesto no conformará un tablestacado que impida la movilidad del agua freática en el subsuelo.

**0.14** *Que los manglares de diversas regiones del Caribe y del Pacífico Occidental se encuentran funcionalmente relacionados con los ecosistemas lagunares costeros, pastos marinos y corales, participando en los ciclos de vida de diversos organismos acuáticos, así como manteniendo la calidad del agua en los ecosistemas coralinos.*

El proyecto que se analiza no se pretende en áreas cubiertas por manglares por lo que, en este aspecto, no se interfiere en la relación funcional del manglar con los ecosistemas lagunares costeros, pastos marinos y corales ni su participación en los ciclos de vida de diversos organismos acuáticos o la calidad del agua alojada en las depresiones que sostienen este tipo de vegetación.

**0.15** *Que los gradientes de salinidad determinan la distribución de las comunidades vegetales y animales dentro de una unidad hidrológica, por lo que las actividades que afecten estos gradientes, dentro y fuera del humedal costero deben de regularse.*

La distribución de las comunidades vegetales y animales dentro de una unidad hidrológica es producto de diversos factores, no únicamente la salinidad. Intervienen en ello la disponibilidad de recursos tales como el suelo y de él también los perfiles geomorfológicos

y altitudinales, presencia/ausencia de depredadores, barreras biogeográficas y físicas a menor escala, la fragmentación o pérdida de hábitat y, en sus límites se presentan situaciones ecotonales.

En el ámbito que nos ocupa para este proyecto, que corresponde al biotopo existente en la Isla Chica de Holbox, y en particular a una biocenosis que se presenta como modificada por factores antrópicos en el área de establecimiento del proyecto, no se caracterizaron especies estrictamente dependientes del gradiente de salinidad. Entendido este como las fluctuaciones posibles de la concentración de sales en el agua y suelo.

Finalmente, es de destacarse que el proyecto no conlleva la desalación de agua de mar ni el vertimiento de salmueras por lo que no participa en ningún proceso de salinización.

El proyecto se pretende en un espacio modificado incluido dentro de una traza urbana de 114.11 hectáreas, determinada como Unidad de Paisaje Área urbanizada, en la cual se han modificado los factores que dictan la presencia o ausencia de comunidades naturales más allá de la salinidad del medio.

En este sentido, y relativo a los gradientes de salinidad, el proyecto no conlleva obras ni actividades que puedan repercutir en la distribución de las comunidades vegetales existentes ya que no plantea el uso, extracción de agua o modificación de la salinidad del manto freático somero ni del acuífero.

**0.16** *Que el régimen de mareas determina la dinámica del estuario y la tasa de transporte de oxígeno que llega al sistema radicular. El movimiento de las mareas afecta la tasa de sedimentación e intercambio, y remueve los sulfuros tóxicos*

El proyecto, por su localización, no se presenta en un estuario. Por lo que la superficie del predio no se sujeta al movimiento de las mareas de manera que no existe afectación posible a la tasa de sedimentación e intercambio de agua o remoción de los sulfuros tóxicos.

Por lo anterior, la construcción y operación de esta propuesta no tiene implicaciones en la tasa de sedimentación, intercambio de aguas y nutrientes ni remoción de sulfuros.

**0.17** *Cualquier actividad productiva deberá considerar a cabalidad los servicios y funciones que los humedales costeros desarrollan, en los Estudios de Impacto Ambiental, así como en los ordenamientos ecológicos, con el propósito de dimensionar los efectos negativos de alteraciones cercanas o a distancia por las actividades humanas y naturales.*

Este documento expone los aspectos ambientales relativos a un proyecto habitacional de 16 unidades, es decir relativamente pequeño. En el contexto del documento se consideran los servicios y funciones del humedal que, en conjunto, forma el Sistema Ambiental

Delimitado. En todo momento se valora la inserción de la propuesta dimensionando los impactos ambientales y la merma potencial de servicios ambientales que pudiera conllevar.

Conforme a lo descrito y sustentado a lo largo del documento, las obras y actividades objeto de este estudio utilizan un espacio localizado al interior de una traza urbana determinada y acorada por la Dirección del área natural protegida sin que se afecten individuos de ninguna especie de mangle y sin una afectación significativa al suelo ni al agua por lo que se asume que no se interfiere con la existencia y permanencia la preservación y conservación del humedal.

El proyecto se vincula con esta norma oficial mexicana toda vez que, geográficamente, el proyecto se encuentra dentro del humedal costero que conforma la Isla Chica. No obstante, la manera en la que el proyecto pretende instalarse no interferirá con la funcionalidad de los procesos puesto que se minimiza el sellado del suelo, se soporta sobre pilotes y tratan las aguas residuales.

Para las fases de preparación, construcción y de operación del proyecto se prevén efectos ambientales negativos bajos en el contexto de la integridad del Sistema Ambiental Delimitado, así como para el espacio inmediato al predio ya que, como se ha mencionado previamente, se ubica en un área urbanizada.

El eje rector para el diseño del proyecto fue, precisamente, considerar el tipo de construcción que representara el menor contacto con el suelo a efecto de mantener sus propiedades físicas y bióticas. Así, al lograr una superficie permeable del 82.00% del suelo (875.79 m<sup>2</sup>)<sup>13</sup> no se interfiere con las escorrentías ni con la absorción natural del terreno por lo que no habrá cambios en los flujos existentes ni en la permeabilidad ni en los volúmenes de agua trasladados al freático.

En relación con las medidas correctoras de impacto ambiental que se presentan, el proyecto conlleva acciones concretas de compensación que, al efectuarse, implican un incremento de 0.25 hectáreas de manglar con lo que se participa en la ampliación de la cobertura de este tipo de vegetación formada por especies protegidas.

#### 1. Especificaciones

El manglar deberá preservarse como comunidad vegetal. En la evaluación de las solicitudes en materia de cambio de uso de suelo, autorización de aprovechamiento de la vida silvestre

---

<sup>13</sup> Estos 875.79 m<sup>2</sup> provienen de la suma aritmética de las superficies sin sellamiento mismas que corresponden a los 221.15 m<sup>2</sup> de tableros y 654.64 m<sup>2</sup> libres de intervenciones. (Ver Capítulo II)

e impacto ambiental se deberá garantizar en todos los casos la integralidad del mismo, para ello se contemplarán los siguientes puntos:

- La integralidad del flujo hidrológico del humedal costero;
- La integralidad del ecosistema y su zona de influencia en la plataforma continental;
- Su productividad natural;
- La capacidad de carga natural del ecosistema para turistas;
- Integridad de las zonas de anidación, reproducción, refugio, alimentación y alevinaje;
- Integridad de las interacciones funcionales entre los humedales costeros, los ríos (de superficie y subterráneos), la duna, la zona marina adyacente y los corales;
- Cambio de las características ecológicas;
- Servicios ecológicos;

Ecológicos y eco-fisiológicos (estructurales del ecosistema como el agotamiento de los procesos primarios, estrés fisiológico, toxicidad, altos índices de migración y mortalidad, así como la reducción de las poblaciones principalmente de aquellas especies en categoría de riesgo, entre otros).

### **Vinculación**

En relación a los puntos de garantía que esta Norma establece en la definición para asegurar la integralidad del humedal, la actividad se ciñe a la Norma bajo los siguientes planteamientos:

- La integralidad del flujo hidrológico del humedal costero;

Para determinar lo anterior, a nivel superficial, se procesó un mosaico fotogramétrico de alta resolución obtenido mediante un dron a efecto de generar un modelo digital de elevación (MDE) el cual permite la definición de las propiedades topográficas del terreno.

Los resultados del análisis de las imágenes y modelos digitales mencionados demuestran la existencia de bajos topográficos inundables en los cuales ocurre el manglar, estando el proyecto claramente fuera de ellos.



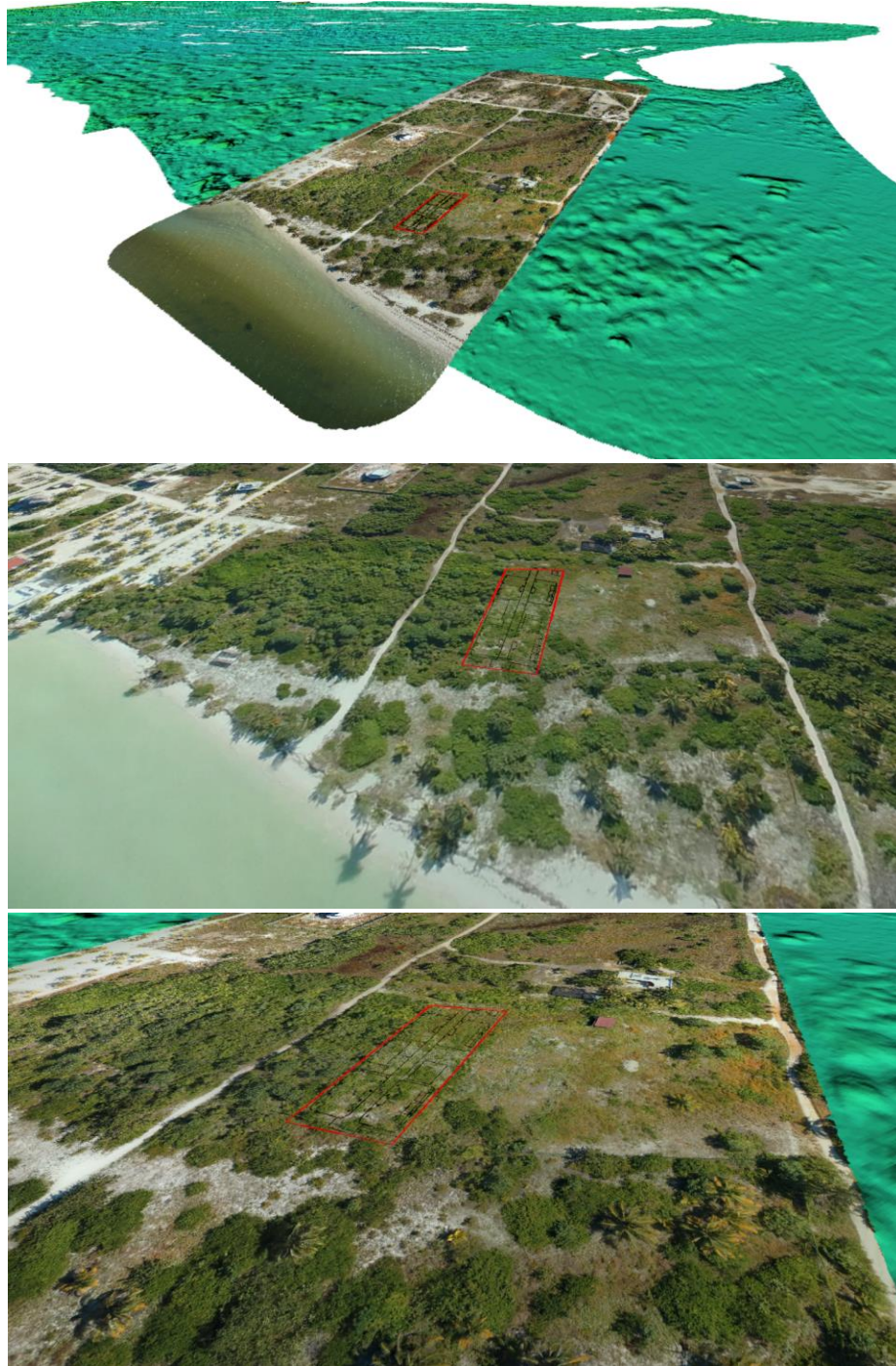


Imagen III-6 Los modelos digitales de elevación y la fotogrametría digital permiten una visión clara del territorio en el que se pretende la obra.

En cuanto a los flujos de drenaje superficial, se distingue en campo y a través de la modelación, una amplia y efímera red hidrológica superficial la cual es rápidamente trasladada al subsuelo ya que el suelo es permeable situación que afirma que la Isla Chica



de Holbox, como Sistema Ambiental Delimitado, así como el área de influencia del proyecto, corresponden a una unidad fisiográfica inundable de transición entre aguas continentales, marinas y lagunares.



Imagen III-7 La definición de flujos de drenaje arroja cauces menores asociados a la topografía del terreno mismos que son rápidamente trasladados al freático.

Por otra parte, en lo concerniente a la hidrología subterránea, los estudios realizados en la zona exponen que la profundidad del nivel freático varía entre 40 y 90 cm de profundidad y es influenciado directamente por las precipitaciones pluviales y mareas; a esta profundidad el agua fluye conforme varía la marea y la resistencia que ejerce la misma o al bajar favorece el desplazamiento del agua radialmente hacia el mar y la laguna Yalahau.

Después de aproximadamente 5 metros de profundidad, se encuentra un manto de material de roca arenisca consolidada que en el interior de su matriz presenta formaciones de roca masiva caliza que define el flujo del agua por debajo del predio en una red de equipotenciales con flujo preferentemente norte sur o sur norte regido por la intensidad de las mareas que domina la tendencia de flujo.

Este punto de la norma se garantiza al construir sobre pilotes de manera que:

- Se mantiene el suelo libre de sellamiento en una superficie de 875.79 m<sup>2</sup> que es el 82.00% del terreno.
- No se modifica la dinámica de infiltración del agua pluvial debido a que no se impermeabiliza el suelo permitiendo que el agua pluvial se infiltre alrededor de las

piezas y se permite el paso de ella por debajo al no existir superficie impermeable que lo impida.

- No se modifica la dinámica del agua subterránea al no constituirse un tablestacado o estructura perpendicular al flujo del agua; es decir que nada le obligará al agua a cambiar de curso quedando así el espacio abierto para que fluya de acuerdo a la movilidad propia en cualquier dirección y sin obstáculos.
- Al no existir barreras físicas, el agua de lluvia podrá infiltrarse libremente y una vez en el acuífero, al llegar al nivel freático, correr en cualquier sentido que le demande la carga dinámica en el acuífero, sea dominada por pleamar o bajamar o sea hacia tierra adentro o hacia el mar y laguna.



Imagen III-8 El proyecto se plantea soportado por pilotes por lo que el contacto de éste con el suelo resulta mínimo.

Por otra parte, en cuanto a la gestión de aguas servidas, el proyecto considera la construcción y operación de una planta de tratamiento de aguas residuales que habrá de cumplir con los siguientes criterios para el efluente:

Parámetros* (miligramos por litro, excepto cuando se especifique otra medición)	Límites máximos de descarga exigidos
<b>Promedio Mensual</b>	P.M.
Temperatura °C (1)	≤40
Grasas y Aceites (2)	15
Materia Flotante (3)	Ausente
Sólidos Sedimentables (ml/l)	NE ≤1 **

Parámetros* (miligramos por litro, excepto cuando se especifique otra medición)	Límites máximos de descarga exigidos
<b>Promedio Mensual</b>	P.M.
Sólidos Suspendidos Totales	20
Demanda Bioquímica de Oxígeno <sub>5</sub>	20
Nitrógeno Total	NE $\leq 15^{**}$
Fósforo Total	NE $\leq 5^{**}$
Contaminación por parásitos (huevos de helminto) n huevos/litro	$\leq 1$

\*Se contempla, pero no se espera, la presencia de metales pesados. (Ver Gestión del agua, Capítulo II)

El pozo de rechazo se perforará a una profundidad de -100 m, con un diámetro de perforación de 12 pulgadas. Un diámetro de ademe de 8 pulgadas. El ademe liso será de 50 m y la longitud del ademe ranurado de 15 m. La descarga se realizará por gravedad. La perforación de este pozo se sujeta a las especificaciones de la NOM-003-CNA-1996 de fecha 3 de febrero de 1997. No habrá pozo de para aprovechamiento ya que el agua potable puede ser suministrada por la Comisión de Agua Potable y Alcantarillado de Quintana Roo.

Dado lo anterior, se puede definir que por la construcción y operación del proyecto el comportamiento del flujo de agua subterránea bajo el predio no se verá interrumpido y la calidad del agua no será afectada. Lo anterior significa que la intervención que se pretende, tal y como se propone, no ha de afectar, en ningún sentido, el flujo subterráneo entre el humedal y el mar con lo cual se asegura, precisamente, la integralidad del funcionamiento hidráulico, superficial y subterráneo en el humedal costero.

Por otra parte, resulta apropiado mencionar que se observan, en el contexto de la cuenca completa del humedal costero, que se han realizado obras que sí representan barreras al flujo y refluo a nivel superficial, así como variaciones a la permeabilidad del suelo causadas principalmente en calles a causa de la compactación. Esta observación es relevante porque, *de facto*, se establecen condiciones no naturales en el sitio en el que se promueve las obras y actividades.

La siguiente imagen muestra una traza urbana formada al interior del humedal segmentándolo y ocupando el frente costero del Golfo de México. Esta retícula minimiza la conectividad entre parches, más o menos aislados, del humedal costero.



Imagen III-9 La imagen muestra la Isla Chica de Holbox, su ocupación y fragmentación por diversas obras humanas.

La situación en la que se encuentra el humedal costero, consecuencia de obras y actividades humanas, está fuera del alcance geográfico y de la conservación del manglar y sus procesos relacionados con el proyecto que aquí se analiza. La imagen anterior expone el contexto ambiental de la isla Chica de Holbox mostrando que el humedal ha sido ya seccionado de manera superficial por infraestructura urbana y vialidades que dan como resultado variaciones en el sistema de flujo superficial ya que representan superficies selladas, bordos y escalones que son, finalmente, barreras al limitado flujo superficial. Estos obstáculos son superados en situaciones de lluvias o crecientes de agua donde ésta fluye, para posteriormente trasladarse al freático, por sitios en los que las cotas son menores y la permeabilidad del suelo lo permite.

El sitio en el cual se considera la edificación de este proyecto, como se mencionó previamente, se ubica, precisamente, dentro de un área urbanizada que presenta caminos, que son barreras generadoras de un muy bajo flujo superficial.

En virtud de lo anterior, y toda vez que las actividades asociadas a este proyecto pretenden la máxima conservación del suelo, subsuelo, sus propiedades y procesos se tiene que la propuesta que se presenta considera la conservación de escorrentías y su traslado al freático superficial y al no realizarse tablestacados o excavaciones profundas que pudieran afectar los flujos freáticos puede establecerse que su preparación, construcción y operación no se encuentran en posibilidad de afectar, ni de interferir, ni de deteriorar, la integralidad del flujo hidrológico del humedal costero.

- **La integralidad del ecosistema y su zona de influencia en la plataforma continental;**

El concepto de integralidad, en este caso, parte de que el ecosistema costero que comprende al humedal, así como la plataforma continental que es la superficie del fondo submarino cercano a la costa no carece de ninguna de sus partes, es decir que es íntegro.

En particular, para el caso que nos ocupa y de acuerdo a la condición ambiental existente en el Sistema Ambiental Delimitado, la Isla Chica de Holbox, (Capítulo IV de esta MIA-P) el ecosistema no es integérrimo, aunque mantiene una elevada naturalidad más allá de la escala propia del predio. El espacio que se analizó y se describe en el Capítulo IV de este documento incluye delimitaciones que paisajísticamente se representan por segmentaciones e intervenciones humanas. Esta condición que, si bien ha implicado la resta o disminución de partes, no han modificado, aún, los macro procesos naturales del sistema.

Estas intervenciones, que se presentan dentro de los límites del Sistema Ambiental Delimitado se expresan en construcciones y caminos paralelos y perpendiculares a la línea de costa. La dimensión y localización del casco urbano original representa una barrera infranqueable para los animales que no vuelan; este poblado, ya existente desde 1984, se formó sin directrices urbanas modernas por lo que carece de espacios que puedan ser utilizados por la fauna como corredores. Además, en el seno del área urbana, se llevan a cabo actividades diversas y prestaciones de servicios que van desde pequeños hoteles, comercio hasta talleres mecánicos que se conformaron por la ampliación desregulada de la frontera urbana a través de cambios puntuales en el uso de suelo en las periferias.

Por otra parte, tal como se indicó en el punto anterior, existen caminos de arena compactada que segmentan el humedal. Éstos implican restricciones a los flujos del agua superficial que disminuyen el flujo de los nutrientes lo que, en conjunto, implica además de la pérdida de la vegetación sobre sus superficies la degradación por fragmentación del humedal. Estas interrupciones del flujo superficial repercuten en los gradientes de salinidad mismos que son un factor limitante para la distribución y abundancia de las comunidades vegetales y animales dentro del humedal. Esta condición implica una reducción significativa del intercambio de procesos entre el NE y SO. El avance humano sobre este humedal costero también implica el aporte de nutrientes exógenos, provenientes de construcciones que no fueron reguladas por el procedimiento de evaluación del impacto ambiental y que no cuentan con las autorizaciones ni fiscalización de la CNA, cuyo destino no se ha definido bajo trabajos científicos.

En este contexto resulta que, de manera particular, la actuación no afectará la integralidad del ecosistema, considerado íntegro cuando existía continuidad en la totalidad del humedal



costero. Así, el espacio en el que se pretende este proyecto corresponde a un ecosistema que, aunque funcional, carece ya de segmentos entendidos éstos como procesos y espacios naturales que formaron antes parte de un todo. Las siguientes imágenes ilustran el grado de fragmentación del humedal.



Imagen III-10 El proyecto se pretende en un espacio transformado que se urbaniza.

En la zona continental, como en el resto de la Península de Yucatán, afloran depósitos carbonatados del Cuaternario. Los depósitos sedimentarios que se exponen en superficie están representados por una unidad de calcarenitas biogénicas semiconsolidadas con estratos laminares que, en algunas zonas, presentan estratificación cruzada.

Es en este medio en el que se favorece el proceso hidrológico dominante en la unidad fisiográfica, es el flujo del agua subterránea, a través de flujos preferenciales y grietas que drenan el agua dulce hacia la zona marina adyacente por medio de oquedades cársticas.

Las fallas geológicas que existen en el Área de Protección Yum Balam se orientan paralelamente al litoral del Mar Caribe, que ha tenido hundimientos formando lagos alargados. Aplicaciones de sensores remotos indican la extensión del sistema de fracturas Holbox, de cerca de 100 km desde la costa norte hacia el sur. Esta zona se observa compuesta por zanjas inundadas o depresiones lineales.

Las direcciones de flujo y la geología local del predio muestran una convergencia de flujo subterráneo hacia la línea de costa; sin embargo, pueden ser identificados como flujos locales en dirección S-N.

Como se ha mencionado a lo largo del documento, en la zona no existen corrientes superficiales debido a que la alta permeabilidad de las calizas provoca una rápida penetración del agua hacia el nivel freático que se encuentra, en función de la topografía,



entre 40 y 90 cm de profundidad. La matriz de suelo está conformada por arenas de hasta 5 metros de profundidad después del cual se encuentra un manto de material de roca arenisca consolidada que, en el interior, presenta formaciones de roca masiva caliza.

Por otra parte y en relación a la integralidad del flujo hidrológico en el humedal se observa, en el contexto fisiográfico, que se han realizado caminos y obras que sí representan barreras y variantes al flujo y reflujo hidrológico superficial pero, para la construcción y operación de este proyecto no se implica afectación a la cuenca y al interior del predio sí se mantienen las escorrentías y superficies de infiltración por lo que no se interferirá la integralidad del flujo hidrológico hacia y desde el humedal como conjunto y de este al mar y la laguna Yalahau.

Por lo anterior, las actividades del proyecto sobre 0.1 hectáreas (1.068.06 m<sup>2</sup>) que se proponen para la construcción y operación de este proyecto no se encuentran en posibilidad de afectar, ni de interferir, ni de deteriorar, en un grado superior al existente, el flujo hidrológico del humedal costero.

Se concluye que por las obras y actividades objeto de este documento no representan riesgos adicionales a la integralidad hidrológica del humedal porque, además de que no se incide de manera directa sobre el proceso se mantiene una amplia superficie de infiltración ya que se mantiene el suelo natural. La Unidad de Paisaje Manglar, que se distribuye principalmente en las áreas más bajas, no es objeto de afectación dejando así a salvo integralidad del ecosistema manglar y su zona de influencia en la plataforma continental.

- **Productividad natural primaria**

Este apartado de la NOM-022-SEMARNAT-2003 se refiere a la producción de materia orgánica que realizan los organismos autótrofos a través de los procesos de fotosíntesis. Es decir que este define el inicio de la circulación de energía y nutrientes a través de las cadenas tróficas que ocurren en los humedales costeros.

Si bien este proceso, en el contexto de la conservación de los humedales es relevante, por la posición geográfica del terreno y edificación que nos ocupa, así como la disposición y dimensiones de la actividad que se propone, es aplicable. Lo anterior en virtud de que la definición 3.36 "Humedales costeros" de la NOM-022-SEMARNAT-2003, establece: *Ecosistemas costeros de transición entre aguas continentales y marinas, cuya vegetación se caracteriza por ser halófito e hidrófito, estacional o permanente, y que dependen de la circulación continua del agua salobre y marina. Asimismo, se incluyen las regiones marinas de no más de 6 m de profundidad en relación al nivel medio de la marea más baja.*

Por lo anterior, y en virtud de que el área de ocupación de la actividad pretendida se encuentra dentro del humedal se está en la *transición entre aguas continentales y marinas*; No obstante, el proyecto no incide sobre el manglar ni sobre la franja costera.

En este contexto normativo se tiene, con respecto a la cuestión de la *productividad primaria*, que ésta ha sido será analizada en función de la vegetación que se localiza en las partes más bajas de la isla Chica de Holbox, el SAR, misma que refleja la condición ecofisiológica de un humedal costero.

Para el caso se consultaron diversas fuentes y no se tiene, o no se encontró, una referencia expresa sobre el tema para Holbox. Se revisaron citas bibliográficas, se consultaron las bibliotecas del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, del Jardín Botánico Alfredo Barrera Marín; se consultó al Centro de Información Científica y Humanística (CICH) de la UNAM y en ninguno de ellos se encuentra esta información.

Se consultó al Centro de Información Científica y Humanística (CICH) de la UNAM, Tesis UNAM<sup>14</sup> y las bases de datos Periódica<sup>15</sup>, Clase<sup>16</sup> y Biblat<sup>17</sup> y Sci-hub<sup>18</sup> sin éxito.

A pesar de la escasa información de carácter científico específica para el sitio, es posible realizar el análisis de esta garantía de acuerdo a información conocida como se expone a continuación:

La productividad primaria se establece como la cantidad de materia orgánica producida mediante la fotosíntesis en un área y tiempo determinados. Se expresa en términos de energía acumulada (calorías/ml/día o en calorías/ml/hora) o bien en términos de materia orgánica sintetizada (gr/m<sup>2</sup>/día o Kg. /hectárea/año), es decir define incremento de biomasa, o energía bioquímica almacenada, por unidad de superficie o volumen por unidad de tiempo. De esta forma se establece que la producción de hojas, su crecimiento y su caída es un proceso indicador de la biomasa.

En las plantas, la producción de hojas corresponde a la formación de biomasa, su caída y formación de hojarasca está influenciada por múltiples factores como los cambios fisiológicos y los tensores naturales y artificiales. Tovilla y De la Lanza (1999) en estudios realizados en México con la especie *Conocarpus erectus* encontraron variaciones significativas dentro de un período de análisis con los mínimos de producción entre enero

---

<sup>14</sup> <http://oreon.dgbiblio.unam.mx/>

<sup>15</sup> <http://periodica.unam.mx/>

<sup>16</sup> [clase.unam.mx](http://clase.unam.mx)

<sup>17</sup> <http://biblat.unam.mx/>

<sup>18</sup> <https://sci-hub.io/celestun>

y febrero y los mayores registros en junio y julio, observándose una periodicidad en la producción y cada 6 meses un pico elevado de ella. La producción media diaria fue de 2,59 g/m<sup>2</sup> coincidiendo con los valores obtenidos por Pool et al. (1975), para esta especie en bosques de manglar del sur de la Florida y Puerto Rico y por Tovilla y De la Lanza (1999) en el Pacífico mexicano para *Conocarpus erectus*. Estos autores reportaron una productividad media mensual para *Conocarpus erectus* de 79.05 g/m<sup>2</sup> y de 140 y 200 g/m<sup>2</sup> mensual para *Rhizophora mangle*.

Esta información, trasladada a la Isla Chica de Holbox implica que, así estimada, la productividad primaria se encuentra cercana a los segundos valores.

Adicionalmente a lo anterior, Jorge López Portillo y Exequiel Ezcurra, en la publicación *Los manglares de México: una revisión* (Madera y Bosques Número especial, 2002:27-51) indican, en lo relativo a la productividad de los manglares, que “En México se han hecho estudios de producción de hojarasca, en el Golfo de México por Rico (1979), Rico y Lot (1983), López Portillo y Ezcurra (1985) y Day et al. (1988). En la costa del Pacífico dichos estudios han sido publicados por Flores et al. (1987), Ramírez (1987) y Hernández y Espino (1999).

Rico (1979) estudió un bosque de manglar mixto (de tipo cuenca de acuerdo con la clasificación de Lugo y Snedaker, (1974) en una laguna costera en Veracruz y registró una caída media de hojarasca 2.80 g m<sup>-2</sup> día<sup>-1</sup> (1 025 g m<sup>-2</sup> año<sup>-1</sup>). López Portillo y Ezcurra (1985) estudiaron un manglar monoespecífico de *Avicennia germinans* en la Laguna de Mecoacán, Tabasco en una planicie lodosa (clasificación de Thom, 1967) encontrando una caída media de 1.68 g m<sup>-2</sup> día<sup>-1</sup> (614 g m<sup>-2</sup> año<sup>-1</sup>). Day et al. (1988) determinaron que la caída de hojarasca fue de 835 g m<sup>-2</sup> año<sup>-1</sup> en una orilla dominada por *Rhizophora* y 1252 g m<sup>-2</sup> año<sup>-1</sup> en un manglar ribereño (*sensu* Lugo y Snedaker 1974) con *Avicennia germinans* como especie dominante.

En la publicación de referencia, estos autores asumen lo siguiente:

Caída de hojarasca anual en otros manglares (promedio de valores publicados, Twilley <i>et al.</i> , 1986)		
TIPO DE MANGLAR	TOTAL MEDIO ANUAL DE RECAMBIO DE AGUA	HOJARASCA ± EE (g/m <sup>2</sup> )
Manglares enanos	muy bajo	186 ± 55
Manglares de cuenca mixtos	intermedio	835 ± 61
Manglares de orilla	alto	900 ± 72
Manglares riparios	muy alto	1 298 ± 101

En particular para el humedal próximo al predio se observó una producción diferenciada de hojarasca, uno a mediados de agosto (lluvias) otro en abril (secas). Durante 7 meses y 4 visitas el componente principal de la hojarasca fue hojas (80%) y el 20% restante se compuso por tallos, restos de corteza y propágulos inviabiles muchos de ellos depredados. Esto permite saber que las características del suelo, la salinidad, las descargas de agua subterráneas y el clima son los principales controladores de los patrones de estructura y productividad de los manglares en isla Holbox.

Para esta pequeña depresión la producción de hojarasca estimada por metro cuadrado fue de entre 5 y 8 g/m<sup>2</sup>/día. Lo cual no discrepa de lo reportado por Zaldívar Jiménez<sup>19</sup> para Ría Celestún.



Imagen III-11 El círculo indica la ubicación de un bajo topográfico próximo al proyecto en dónde se revisó la composición de la hojarasca y se estimó la productividad.

El predio y los procesos que en él ocurren no guardan una relación directa y evidente con la productividad del manglar próximo por lo que no se prevé que el proyecto, en ninguna de sus fases, implique la remoción ni modificación de esa vegetación allí existente haciendo posible inferir que no se afectará la productividad primaria del humedal costero.

Esta conclusión es importante porque, precisamente, el objeto de esta Norma Oficial Mexicana **es la preservación del manglar como comunidad vegetal y la preparación de**

<sup>19</sup> Zaldívar Jiménez, Arturo; Herrera Silveira, Jorge; Coronado Molina, Carlos; Alonzo Parra, David Estructura y productividad de los manglares en la reserva de la biosfera Ría Celestún, Yucatán, México. Madera y Bosques, vol. 10, núm. Es2, otoño, 2004, pp. 25-35 Instituto de Ecología, A.C. Xalapa, México

**sitio, construcción y operación del proyecto no requieren de la remoción de esta vegetación por lo que se mantendrá su composición, estructura y productividad natural primaria.**

Así, a la luz de esta MIA-P, la autoridad normativa está en posibilidad de determinar con certeza que por las edificaciones y actividades que conlleva el proyecto no se implican, en ningún momento, la afectación o posibilidad de daño a la integridad del manglar en el sentido de incidir negativamente en su productividad natural.

- **La capacidad de carga natural del ecosistema para turistas**

Este concepto es aplicable, primordialmente, a las áreas naturales protegidas que es el caso que se atiende. No obstante, esta capacidad de carga o límite de cambio aceptable no han sido establecidos Para la isla Chica de Holbox. Existe una zonificación y un Programa de Manejo que definen las posibilidades y restricciones de ocupación del suelo, obras y actividades determine la capacidad de carga natural del ecosistema para turistas.

El artículo 3 del Reglamento de la LEGEEPA en materia de Áreas Naturales Protegidas define:

*IV.- Capacidad de carga: Estimación de la tolerancia de un ecosistema al uso de sus componentes, tal que no rebase su capacidad de recuperarse en el corto plazo sin la aplicación de medidas de restauración o recuperación para restablecer el equilibrio ecológico;*

Cuantificar la capacidad de carga es difícil y variará de una ANP a otra, dependiendo de las condiciones ecológicas, la resiliencia de los ecosistemas para recuperarse a la perturbación, que puede cambiar en el tiempo y el comportamiento de los visitantes. Generalmente, la información requerida para estimarlo no está disponible. Para el caso de Isla Chica de Holbox no se tiene un instrumento que determine la capacidad de carga o límite de cambio aceptable es por lo que se presenta esta MIA-P. Si bien la realización de estos estudios especializados no son competencia de la promovente, sí se realizó un modelo que permite mostrar que el proyecto por su ubicación, dimensión y alcance ambiental no conlleva afectaciones graves al medio que ha de recibirlo.

A efecto de estimar la tolerancia del sistema ambiental delimitado se realizó un ejercicio de valoración de los impactos ambientales en un escenario en el cual el área urbanizada de Holbox alcanza 198.44 hectáreas asumiendo que esta ampliación teórica desmedida es la principal amenaza.

El modelo se explica a detalle en el Capítulo V de este documento permitiendo inferir que, en una situación extrema, donde la cobertura de la traza urbana demandaría un consumo

superior al actual en 73.90% y se produciría un sellamiento del suelo en un 32.15% entre otros componentes que bajo el modelo derivan en un impacto ambiental elevado que se expresa en una curva de impactos residuales acumulativos desmedida con una clara tendencia de incremento y sin una muestra de estabilización o disminución de los impactos en el futuro.

El escenario modelado, en la escala espacio-temporal relativa determinada para este ejercicio, muestra que los impactos ambientales acumulativos, sin el desarrollo del proyecto, se establecen en 7634.17 Unidades de Impacto, mientras que en la condición con proyecto se colocan en 357.07 Unidades de Impacto. Lo notable de este caso es la proporción en la que las medidas correctoras de impacto y de compensación, como es la forestación con especies de selva baja caducifolia en 0.32 ha del predio, la conservación de 0.87 ha de suelo y la formación de 0.25 ha de isletas de manglar resultan capaces, bajo los supuestos del modelo, de reducir la acumulación del impacto ambiental. Esto es razonable ya que con las medidas aplicadas se reduce el cambio adverso del SAR.

Así, en el contexto de la intervención que se expone en este documento se tiene que, en principio, la capacidad de carga o límite de cambio aceptable para el área natural protegida debería de provenir del Plan de manejo el cual, como instrumento rector del desarrollo en Isla Holbox, además de determinar la seguridad jurídica de los interesados habría de dirigir acciones específicas a realización de medidas de compensación y restauración de ecosistemas.

No obstante lo anterior, de acuerdo con la valoración realizada para el escenario de la condición actual del SAD sin proyecto y con proyecto se puede asumir que la *estimación capacidad de carga natural del ecosistema para turistas* de la Isla Chica de Holbox sí puede recibir este proyecto cuya valoración se estableció en 357.07 Unidades de Impacto al conllevar medidas concretas de compensación.

- **Integridad de las zonas de anidación, reproducción, refugio, alimentación y alevinaje**

Partiendo de los estudios ecológicos especiales realizados para esta MIA-P donde se realizó un amplio trabajo de campo para caracterizar la fauna silvestre mediante técnicas de muestreo válidas y estandarizadas y observaciones no sistemáticas para el caso de aves, se está en posibilidad de relacionar aspectos de distribución y abundancia zoológica con sitios específicos, en las Unidades de Paisaje.



Resulta primordial indicar que el polígono predial en los que se pretende la intervención se encuentra cubierto por vegetación secundaria de selva baja caducifolia, es decir que corresponde a un solo tipo de vegetación en los 1,068.06 m<sup>2</sup> (0.1 ha).



Imagen III-12 *Alternanthera ramosissima* es la especie más abundante en el predio, con un Índice de valor de Importancia (IVI) de 95.83.

Dentro de la superficie predial estudiada se obtuvo registro de 13 familias, distribuidas en 15 especies. Las más abundantes corresponden a las familias Arecaceae y Compositae, ambas con dos especies. Su presencia expone una condición terrestre del terreno en el que se desarrolla por lo que también hace evidente que el sitio no representa un hábitat propicio para la anidación, reproducción, refugio, alimentación y alevinaje.

El proyecto no se plantea en áreas íntegras respecto a las condiciones naturales por lo que la continuidad de las zonas de anidación, reproducción, refugio, alimentación y alevinaje del humedal costero se mantienen garantizadas ya que la propuesta constructiva no modifica ni el suelo ni la vegetación de estas áreas.

- **Integridad de las interacciones funcionales entre los humedales costeros, los ríos (de superficie y subterráneos), la duna, la zona marina adyacente y los corales;**

Como se mencionó con anterioridad, el análisis utilizando el modelo digital de elevación (MDE) realizado permitió definir las escorrentías superficiales en el SAD mismas que se conservarán sin modificación causada por este proyecto. En cuanto a los ríos de superficie, raros en la Península de Yucatán, no hay ninguno dentro del predio ni en sus proximidades.

En referencia a las afectaciones potenciales a la integridad de las interacciones funcionales entre los humedales costeros, los ríos, de superficie y subterráneos, la duna, la zona marina adyacente y los corales, se reitera que el alcance del proyecto es en superficie y que, a nivel de predio no se realizan obras que interfieran con estos procesos.

Así, se puede definir que el comportamiento de los flujos en la zona no se caracteriza por la presencia de un sistema de fracturas que físicamente conforme un sistema de descarga del agua subterránea que trabaje como un vertedor. En cuanto al drenaje superficial principal se constituye por escurrimientos efímeros asociados a la topografía.

Finalmente, del análisis del modelo digital de elevación, comprobaciones topográficas y en campo se está en posibilidad de determinar que la influencia mareal en el Sistema Ambiental Delimitado (ver Cap. VI) que, eventualmente, ha de recibir la actuación que se presenta no corresponde a un estuario y que el movimiento de las mareas tampoco alcanza, por superficie, a los bosques de manglar que existen al interior de la isla.

De acuerdo con lo anterior, se concluye que, en función de la información técnica específicamente obtenida para el sitio de interés, se puede determinar que, en el contexto de la intervención que se pretende, en ningún caso se pueden desintegrar las interacciones funcionales entre el humedal costero, la duna, la zona marina y los corales ya que las obras y actividades se pretenden únicamente en superficie, porque se mantienen las escorrentías, no se incide en cuerpos de agua interiores donde se localiza el manglar.

- **Cambio de las características ecológicas**

Los cambios de las características ecológicas de un sitio determinado suceden en dos vertientes: las naturales que ocurren por fenómenos naturales estocásticos que pueden ser, o no, catastróficos que se presentan con más o menor frecuencia, así como por afectaciones causadas por el hombre.

Como se ha descrito anteriormente y se expone de manera amplia en el Capítulo IV de esta MIA-P, el proyecto se plantea al interior del humedal costero formado por una isla de barrera entre el Golfo de México y la laguna Yalahau. La Isla Chica de Holbox, que conforma el Sistema Ambiental Delimitado que se analiza, se sujeta a distintas presiones que han incidido en la composición, distribución y abundancia de los diversos ambientes que lo integraron originalmente. Desde la perspectiva antropogénica, presenta actualmente modificaciones diversas de las cuales destacan, por su importancia en relación a las variaciones de las características ecológicas, la retícula urbana que paulatinamente da paso a obras y actividades, algunas reguladas y otras no, que derivan en instalaciones hoteleras o casas particulares. En este aspecto el proyecto adquiere relevancia ya que, desde su

concepción arquitectónica, se evitaron estructuras a suelo que pudieran impedir la infiltración del agua, la vegetación existente, si bien se reducirá, se enriquecerá con otros elementos botánicos característicos de la selva baja caducifolia lo que se traduce en una mayor oferta de alimento y hábitat para la fauna silvestre.

El proyecto no conlleva excavaciones profundas ni rellenos o nivelaciones ya que se comprende que éstos son formadores de taponamientos capaces de modificar las salidas y entradas del agua, así como la conectividad con los manglares próximos.

El proyecto no requiere de caminos ni tendidos eléctricos porque éstos ya existen por lo que no participa en interrupciones ni reducciones a los flujos de agua ni incrementa la fragmentación de la vegetación.

El sitio de interés se encuentra embebido en un espacio ya seccionado del humedal costero, dentro de una retícula urbana, en el cual el flujo hidrológico superficial se ha modificado.



Imagen III-13 Se observan los caminos que seccionan y delimitan el área en la que se encuentra el proyecto la cual corresponde a una traza urbana.

La condición expuesta define, como lo muestran las imágenes anteriores, que las características ecológicas en esta porción del humedal costero corresponden a un espacio fraccionado; es decir que se encuentra modificado, dividido, por lo que no es posible considerarlo como íntegro. Para el caso de los departamentos Yum Balam que se plantea como objeto de esta MIA-P, las instalaciones se consideran en una porción elevada, es decir fuera de las cuencas inundables en las que se desarrolla la vegetación hidrófila característica de estos ambientes.

No se plantean accesos, es decir segmentaciones, distintos a los ya preexistentes por lo que, en cuanto a este aspecto, no se asocia ningún impacto adicional al humedal.

Las obras consideradas se soportan principalmente sobre pilotes por lo que no determinan afectación a las escorrentías ni al flujo laminar ni interfieren con la percolación del agua pluvial al freático.

Además, el proyecto no considera la fragmentación de cobertura arbórea madura ya que es inexistente, no implica la transformación o sellamiento total del suelo, no se interfiere con la productividad natural del manglar ni del humedal en su conjunto.

A nivel de predio, la calidad ambiental del espacio que ocupa el humedal costero es relativamente mala en el sentido que la diversidad específica es relativamente baja en comparación al SAR.

Lo anterior, en términos florísticos (ver Capítulo. IV), expone que el ensamble botánico al interior de la propiedad no mantiene una condición de normalidad por lo que no se considera desventajosa, en términos ambientales, su ocupación por el proyecto ya que no se trata de una superficie predominantemente natural y por qué dada esta circunstancia, no se prevén afectaciones al humedal derivadas de la edificación y operación del conjunto.

Dada la condición, alcance y dimensión del proyecto en el humedal, se puede determinar que no se esperan cambios negativos adicionales a los descritos.

Por lo anterior, es posible sostener que por las obras y actividades que se analizan en estedocumentoy en consecuencia de los atributos del proyecto, así como la consideración de las condiciones prevalecientes en el SAR, que es un humedal, y en el predio no pueden causarse mayores variaciones negativas ya que no se realizarán obras ni actividades que pudieran representar un cambio en la estructura y composición del manglar.

Lo anterior en el claro entendido de que las características ecológicas de un humedal son la estructura y las relaciones entre los componentes biológicos, químicos y físicos y que éstas derivan de interacciones entre los diversos procesos, funciones, atributos y valores del ecosistema.

Bajo este marco de referencia, las obras y actividades pretendidas y su consecuente operación y mantenimiento no involucran un cambio en las características ecológicas entendiendo, "cambio en las características ecológicas" de un humedal como *el deterioro o el desequilibrio en cualquiera de esos procesos y funciones que sustentan al humedal y a sus productos, atributos y valores.*



- **Servicios ecológicos**

El manglar constituye un ecosistema complejo que alberga una alta biodiversidad siendo uno de los ensamblajes más productivos del mundo, pese a que, en cuestión de riqueza específica de especies arbóreas, no llega a ser tan alto como otros tipos de ecosistemas tropicales.

Entre sus árboles, ramas y follaje se encuentran diversas especies de aves, reptiles, mamíferos, insectos, plantas epífitas, líquenes, hongos, etc. Las raíces aéreas surgen de las aguas saladas y salobres en costas, estuarios y deltas, formando un complejo ensamblaje que aloja especies animales (peces, moluscos, crustáceos), muchas de ellas importantes para la alimentación humana. Los manglares son zonas de apareamiento y cría y son refugio para alevines en desarrollo y/o formas de vida marina en etapa larvaria. Además, protegen las costas de la erosión.

Es, de acuerdo con lo anterior, que el proyecto se hace consecuente ya que el proyecto que se presenta no traslada ninguno de sus componentes a los manglares cercanos. El análisis espacial del terreno determinó un método constructivo y una ocupación que aseguran la continuidad de los servicios ecológicos del humedal lo que, también, establece con claridad dónde y bajo qué términos es posible la ejecución de este proyecto al grado de orientar su forma constructiva a efecto de conservar los servicios ambientales, tales como captación e infiltración de agua, reservorio de biodiversidad y captura de carbono, lo que representa un principio de desarrollo sustentable.

En virtud de lo anteriormente expresado, se puede afirmar que siendo que el proyecto no implica afectación sobre bajos inundables ni sobre el manglar es, consecuentemente, una propuesta que preservará los servicios ambientales más relevantes del humedal costero en el segmento que se encuentra la propiedad y que es el alcance jurídico de la promovente.

Al no actuar sobre áreas inundables que sostienen manglares, se conservan, en su totalidad, las características que confieren protección contra inundaciones y la sustentabilidad de los atributos asociados tales como sus funciones como filtro biológico crítico para el mantenimiento de la calidad del agua al retener sedimentos, remover nutrientes y tóxicos, así como de hábitat de flora y fauna silvestres incluyendo especies en categoría de riesgo, endémicas y migratorias.

De los puntos anteriores, y previo a la vinculación que sigue, se presentan las siguientes consideraciones:

1. El espacio que ha de recibir el proyecto fue analizado a detalle utilizando datos derivados de un cuidadoso estudio geomático que proporcionan una representación

tridimensional del sitio y permiten una adecuada aproximación permitiendo la realización de modelos digitales de terreno que, a su vez, admiten diversos escenarios.

2. Se realizó un extenso trabajo de campo que se expone en el Capítulo IV de este documento el cual muestra los datos que delimitan las áreas cubiertas por manglar como componente de la Unidad de Paisaje Manglar con resultados que muestran que éste corresponde a una comunidad conservada que puede ser mantenida en dicha situación y que queda fuera del alcance del proyecto
3. Se considera, a cabalidad, la conservación de los escurrimientos superficiales efímeros y la permeabilidad del suelo que forman parte de la hidrología de la cual el manglar y otros procesos dependen.
4. El proyecto que aquí se presenta, conserva y mejora, como se explica en el Capítulo VI, el ensamble vegetal existente dentro del predio y por ende los servicios ambientales que éste presta, debido a que dentro de las áreas verdes que serán establecidas dentro del área del proyecto se emplearán las especies presentes en la actualidad, así como el enriquecimiento mediante la utilización de especies propias de vegetación de selva baja caducifolia actualmente ausentes.
5. Se preserva, entonces, una porción representativa de selva baja caducifolia dentro del predio, como comunidad vegetal y el alcance constructivo del proyecto garantiza su integralidad entendida esta como la preservación de:
  - a) sus flujos hidrológicos.
  - b) su productividad natural.
  - c) su capacidad de carga
  - d) su función como hábitat de flora y fauna
  - e) su capacidad de prestar servicios ambientales
6. bajo el planteamiento realizado se establece que la propuesta resulta congruente con la permanencia espacio temporal del humedal.

**4.1** Toda obra de canalización, interrupción de flujo o desvío de agua que ponga en riesgo la dinámica e integridad ecológica de los humedales costeros, quedará prohibida, excepto en los casos en los que las obras descritas sean diseñadas para restaurar la circulación y así promover la regeneración del humedal costero.

### **Vinculación**



EL PROYECTO QUE AQUÍ SE PRESENTA NO INTERRUMPE EL FLUJO NI DESVÍA CAUCES O ESCORRENTÍAS DE FORMA QUE SE PONGA EN RIESGO LA DINÁMICA E INTEGRIDAD ECOLÓGICA DEL HUMEDAL EN EL PREDIO NI A NIVEL DEL SAR. EL PROYECTO **NO PARTICIPA** CON CANALIZACIONES, INTERRUPCIÓN DE FLUJOS O DESVÍOS DE AGUA.

NO OBSTANTE, RESULTA RELEVANTE INDICAR QUE, COMO SE HA MOSTRADO PREVIAMENTE, EL HUMEDAL YA FUE FRAGMENTADO Y, POR LO TANTO, YA PRESENTA MODIFICACIONES EN EL FLUJO SUPERFICIAL DEL AGUA.

**4.2** Construcción de canales que, en su caso, deberán asegurar la reposición del mangle afectado y programas de monitoreo para asegurar el éxito de la restauración.

#### ***Vinculación***

NO SE CONSIDERA LA CONSTRUCCIÓN DE CANALES. SIN EMBARGO, EL PROYECTO CONLLEVA, COMO MEDIDA DE COMPENSACIÓN, LA AMPLIACIÓN DE LA COBERTURA DE MANGLAR MEDIANTE LA FORMACIÓN DE ISLAS CON UNA SUPERFICIE DE 2,500 M<sup>2</sup>. PONIENDO A CONSIDERACIÓN DE LA COMISIÓN DE ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS POSIBLES UBICACIONES EN ACATAMIENTO A LA ESPECIFICACIÓN 4.43 DE ESTA NOM.

**4.3** Los promoventes de un proyecto que requieran de la existencia de canales, deberán hacer una prospección con la intención de detectar los canales ya existentes que puedan ser aprovechados a fin de evitar la fragmentación del ecosistema, intrusión salina, azolvamiento y modificación del balance hidrológico.

#### ***Vinculación***

NO SE REQUIERE DE LA CONSTRUCCIÓN DE CANALES.

**4.4** El establecimiento de infraestructura marina fija (diques, rompeolas, muelles, marinas y bordos) o cualquier otra obra que gane terreno a la unidad hidrológica en zonas de manglar queda prohibida excepto cuando tenga por objeto el mantenimiento o restauración de ésta.

#### ***Vinculación***

EL PROYECTO NO REQUIERE NI CONSIDERA EL ESTABLECIMIENTO DE INFRAESTRUCTURA COMO LA DESCRITA, NI NINGUNA OTRA OBRA CIVIL QUE GANE TERRENO A LA UNIDAD HIDROLÓGICA.

**4.5** Cualquier bordo colindante con el manglar deberá evitar bloquear el flujo natural del agua hacia el humedal costero.

### **Vinculación**

EL PROYECTO MANTIENE CONCORDANCIA CON LA CONSERVACIÓN DEL MANGLAR. NO SE PLANTEA BORDO ALGUNO Y SE EVITA, DADA LA ARQUITECTURA DEL PROYECTO, EL BLOQUEO DE FLUJOS NATURALES DE AGUA.

**4.6** Se debe evitar la degradación de los humedales costeros por contaminación y azolvamiento.

### **Vinculación**

EL PROYECTO QUE SE PRESENTA NO INTERRUMPIRÁ LAS ESCORRENTÍAS, NO APORTARÁ CONTAMINANTES NI SEDIMENTOS AL HUMEDAL Y POR SU GIRO, QUE ES HABITACIONAL, NO IMPLICARÁ SU DEGRADACIÓN POR AZOLVES O CONTAMINACIÓN.

**4.7** La persona física o moral que utilice o vierta agua proveniente de la cuenca que alimenta a los humedales costeros, deberá restituirla al cuerpo de agua y asegurarse de que el volumen, pH, salinidad, oxígeno disuelto, temperatura y la calidad del agua que llega al humedal costero garanticen la viabilidad del mismo.

### **Vinculación**

NO SE PRETENDE LA UTILIZACIÓN O VERTIMIENTO DE AGUA PROVENIENTE DE LA CUENCA QUE ALIMENTA AL HUMEDAL COSTERO DE COZUMEL.

EL AGUA POTABLE SERÁ SUMINISTRADA POR LA COMISIÓN DE AGUA POTABLE DE QUINTANA ROO (CAPA-QR) Y LOS EFLUENTES TRATADOS DE ACUERDO CON LAS NORMAS OFICIALES MEXICANAS NOM-001-SEMARNAT-96, NOM-003-SEMARNAT-1997 DE MANERA QUE SE GARANTIZA LA VIABILIDAD DEL HUMEDAL.

**4.8** Se deberá prevenir que el vertimiento de agua que contenga contaminantes orgánicos y químicos, sedimentos, carbón metales pesados, solventes, grasas, aceites combustibles o modifiquen la temperatura del cuerpo de agua; alteren el equilibrio ecológico, dañen el ecosistema o a sus componentes vivos. Las descargas provenientes de granjas acuícolas, centros pecuarios, industrias, centros urbanos, desarrollos turísticos y otras actividades productivas que se vierten a los humedales costeros deberán ser tratadas y cumplir cabalmente con las normas establecidas según el caso.

### **Vinculación**

EL PROYECTO NO INVOLUCRA, EN NINGUNA DE SUS FASES, ACTIVIDADES PRODUCTIVAS QUE RESULTEN TÓXICAS NI QUE IMPLIQUEN DESECHAR SUSTANCIAS PELIGROSAS HACIA LA CUENCA DEL HUMEDAL.

EN LO REFERENTE A LAS AGUAS SERVIDAS ESTAS SERÁN TRATADAS Y ENVIADAS A POZO PROFUNDO SIENDO ÉSTAS FISCALIZADAS POR LA COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA SITUACIÓN QUE GARANTIZA EL CUMPLIMIENTO DE LAS NORMAS OFICIALES MEXICANAS NOM-001-SEMARNAT-96, NOM-003-SEMARNAT-1997 Y OTRAS APLICABLES POR EL ENTE REGULADOR.

**4.9** El permiso de vertimiento de aguas residuales a la unidad hidrológica debe ser solicitado directamente a la autoridad competente, quien le fijará las condiciones de calidad de la descarga y el monitoreo que deberá realizar.

#### ***Vinculación***

LA ACTUACIÓN NO REQUIERE REALIZAR VERTIDOS DE AGUAS RESIDUALES SIN TRATAMIENTO A LA UNIDAD HIDROLÓGICA. SE PLANTEA UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE ALTAS ESPECIFICACIONES. UNA VEZ SE TENGA EL RESOLUTIVO SE SOLICITARÁ LO CONDUCENTE A LA AUTORIDAD COMPETENTE, LA COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA, LA CUAL DETERMINARÁ Y FISCALIZARÁ LAS CONDICIONES DE DESCARGA A POZO PROFUNDO QUE ES LA MANERA QUE SE PLANTEA PARA GESTIONAR LAS AGUAS TRATADAS.

**4.10** La extracción de agua subterránea por bombeo en áreas colindantes a un manglar debe de garantizar el balance hidrológico en el cuerpo de agua y la vegetación, evitando la intrusión de la cuña salina en el acuífero.

#### ***Vinculación***

EL PROYECTO NO INVOLUCRA, EN NINGUNA DE SUS FASES, LA EXTRACCIÓN DE AGUA DEL SUBSUELO.

**4.11** Se debe evitar la introducción de ejemplares o poblaciones que se puedan tornar perjudiciales, en aquellos casos en donde existan evidencias de que algunas especies estén provocando un daño inminente a los humedales costeros en zona de manglar, la Secretaría evaluará el daño ambiental y dictará las medidas de control correspondientes.

#### ***Vinculación***

NO SE CONSIDERA LA INTRODUCCIÓN DE ESPECIES EXÓTICAS O POBLACIONES DE ÉSTAS, POR LO QUE NO ES APLICABLE ESTA ESPECIFICACIÓN PARA EL PROYECTO.

**4.12** Se deberá considerar en los estudios de impacto ambiental, así como en los ordenamientos ecológicos el balance entre el aporte hídrico proveniente de la cuenca continental y el de las mareas, mismas que determinan la mezcla de aguas dulce y salada recreando las condiciones estuarinas, determinantes en los humedales costeros y las comunidades vegetales que soportan.

#### ***Vinculación***

SE ESTIMA QUE ESTA ESPECIFICACIÓN NORMATIVA NO ES VINCULANTE CON EL PROYECTO QUE NOS OCUPA EN VIRTUD DE QUE EL SITIO NO CORRESPONDE A UN HUMEDAL DE TIPO ESTUARINO.

LA PROPUESTA NO COMPROMETERÁ EL BALANCE HÍDRICO Y NO REPRESENTA RIESGOS RELATIVOS A CAMBIOS EN LAS CONDICIONES DE SALINIDAD DEL SITIO COMO SE EXPRESÓ EN LA VINCULACIÓN DE LA ESPECIFICACIÓN **4.10**.

**4.13** En caso de que sea necesario trazar una vía de comunicación en tramos cortos de un humedal o sobre un humedal, se deberá garantizar que la vía de comunicación es trazada sobre pilotes que permitirán el libre flujo hidráulico dentro del ecosistema, así como garantizar el libre paso de la fauna silvestre. Durante el proceso constructivo se utilizarán métodos de construcción en fase (por sobre posición continua de la obra) que no dañen el suelo del humedal, no generen depósito de material de construcción ni genere residuos sólidos en el área.

#### ***Vinculación***

NO ES APLICABLE AL PROYECTO YA QUE ÉSTE NO IMPLICA LA NECESIDAD DE CONSTRUIR VÍAS DE COMUNICACIÓN. LOS ACCESOS AL SITIO SON PREEXISTENTES.

**4.14** La construcción de vías de comunicación aledañas, colindantes o paralelas al flujo del humedal costero, deberá incluir drenes y alcantarillas que permitan el libre flujo del agua y de luz. Se deberá dejar una franja de protección de 100 m (cien metros) como mínimo la cual se medirá a partir del límite del derecho de vía al límite de la comunidad vegetal, y los taludes recubiertos con vegetación nativa que garanticen su estabilidad.

#### ***Vinculación***

NO ES APLICABLE AL PROYECTO YA QUE ÉSTE NO IMPLICA LA NECESIDAD DE TRAZAR VÍAS DE COMUNICACIÓN. ÉSTAS YA EXISTEN.

**4.15** Cualquier servicio que utilice postes, ductos, torres y líneas, deberá ser dispuesto sobre el derecho de vía. En caso de no existir alguna vía de comunicación se deberá buscar en lo

posible bordear la comunidad de manglar, o en el caso de cruzar el manglar procurar el menor impacto posible.

#### **Vinculación**

NO ES APLICABLE AL PROYECTO YA QUE ÉSTE NO IMPLICA LA NECESIDAD DE DISPONER POSTES, DUCTOS, TORRES Y LÍNEAS PORQUE EL TENDIDO ELÉCTRICO YA EXISTE.

**4.16** Las actividades productivas como la agropecuaria, acuícola intensiva o semi-intensiva, infraestructura urbana, o alguna otra que sea aledaña o colindante con la vegetación de un humedal costero, deberá dejar una distancia mínima de 100 m respecto al límite de la vegetación, en la cual no se permitirá actividades productivas o de apoyo.

#### **Vinculación**

LA ESPECIFICACIÓN ES APLICABLE PORQUE LA PROPUESTA SE PLANTEA DENTRO DEL HUMEDAL. POR LO ANTERIOR LA PROMOVENTE SE ACOGE A LO INDICADO EN EL ACUERDO QUE ADICIONA LA ESPECIFICACIÓN 4.43 A LA NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-022-SEMARNAT-2003, PUBLICADO EN EL DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACIÓN EL DÍA 7 DE MAYO DE 2004 Y EL CUAL SE VINCULA CON EL PROYECTO MÁS ADELANTE.

**4.17** La obtención del material para construcción, se deberá realizar de los bancos de préstamo señalados por la autoridad competente, los cuales estarán ubicados fuera del área que ocupan los manglares y en sitios que no tengan influencia sobre la dinámica ecológica de los ecosistemas que los contienen.

#### **Vinculación**

EL MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN SE COMPRARÁ EN COMERCIOS ESTABLECIDOS, POR LO QUE SON REGULADOS POR LA AUTORIDAD LOCAL COMPETENTE. NO SE OBTENDRÁ MATERIAL DE LAS ÁREAS OCUPADAS POR EL MANGLAR NI DE LA FRANJA COSTERA ARENOSA.

**4.18** Queda prohibido el relleno, desmonte, quema y desecación de vegetación de humedal costero, para ser transformado en potreros, rellenos sanitarios, asentamientos humanos, bordos, o cualquier otra obra que implique pérdida de vegetación, que no haya sido autorizada por medio de un cambio de utilización de terrenos forestales y especificada en el informe preventivo o, en su caso, el estudio de impacto ambiental.

#### **Vinculación**

EL PROYECTO QUE SE PRESENTA NO CONSIDERA, EN NINGUNA DE SUS FASES, EL RELLENO, DESMONTE, QUEMA Y DESECACIÓN DE VEGETACIÓN DE HUMEDAL COSTERO. POR EL

CONTRARIO, SE MANTIENEN EN LA PROPIEDAD LOS EJEMPLARES DE MANGLE ALLÍ EXISTENTES CON LO QUE SE PARTICIPA, EN ESA MEDIDA, EN LA CONTINUIDAD DE LA FUNCIONALIDAD DEL HUMEDAL.

**4.19** Queda prohibida la ubicación de zonas de tiro o disposición del material de dragado dentro del manglar y en sitios en la unidad hidrológica donde haya el riesgo de obstrucción de los flujos hidrológicos de escurrimiento y mareas.

#### ***Vinculación***

NO ES APLICABLE. NO SE CONSIDERAN NI SE REQUIEREN DRAGADOS NI ZONAS DE TIRO.

**4.20** Queda prohibida la disposición de residuos sólidos en humedales costeros.

#### ***Vinculación***

NO SE DEPOSITARÁN DESECHOS EN EL HUMEDAL. LA DISPOSICIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS SE REALIZARÁ DE ACUERDO A LO ESTABLECIDO POR LAS AUTORIDADES MUNICIPALES BASADO EN SUS DIRECTRICES Y LO INDICADO EN EL PROGRAMA DE MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS DEL PROYECTO.

**4.21** Queda prohibida la instalación de granjas camaronícolas industriales intensivas o semintensivas en zonas de manglar y lagunas costeras, y queda limitado a zonas de marismas y a terrenos más elevados sin vegetación primaria en los que la superficie del proyecto no exceda el equivalente de 10% de la superficie de la laguna costera receptora de sus efluentes en lo que se determina la capacidad de carga de la unidad hidrológica. Esta medida responde a la afectación que tienen las aguas residuales de las granjas camaronícolas en la calidad del agua, así como su tiempo de residencia en el humedal costero y el ecosistema.

#### ***Vinculación***

ESTA ESPECIFICACIÓN NO LE ES APLICABLE AL PROYECTO. NO SE PRETENDE UNA GRANJA CAMARONÍCOLA.

**4.22** No se permite la construcción de infraestructura acuícola en áreas cubiertas de vegetación de manglar, a excepción de canales de toma y descarga, los cuales deberán contar previamente con autorización en materia de impacto ambiental y de cambio de utilización de terrenos forestales.

#### ***Vinculación***



ESTA ESPECIFICACIÓN NO LE ES APLICABLE AL PROYECTO. NO SE PRETENDE INFRAESTRUCTURA ACUÍCOLA.

**4.23** En los casos de autorización de canalización, el área de manglar a deforestar deberá ser exclusivamente la aprobada tanto en la resolución de impacto ambiental y la autorización de cambio de utilización de terrenos forestales. No se permite la desviación o rectificación de canales naturales o de cualquier porción de una unidad hidrológica que contenga o no vegetación de manglar.

#### ***Vinculación***

NO ES APLICABLE. NO SE REQUIERE DE NINGUNA CANALIZACIÓN.

**4.24** Se favorecerán los proyectos de unidades de producción acuícola que utilicen tecnología de toma descarga de agua, diferente a la canalización.

#### ***Vinculación***

ESTA ESPECIFICACIÓN NO ES APLICABLE. NO SE TRATA DE UN PROYECTO DE PRODUCCIÓN ACUÍCOLA.

**4.25** La actividad acuícola deberá contemplar preferentemente post-larvas de especies nativas producidas en laboratorio.

#### ***Vinculación***

ESTA ESPECIFICACIÓN NO ES APLICABLE. NO SE TRATA DE UN PROYECTO DE PRODUCCIÓN ACUÍCOLA.

**4.26** Los canales de llamada que extraigan agua de la unidad hidrológica donde se ubique la zona de manglares deberá evitar, la remoción de larvas y juveniles de peces y moluscos.

#### ***Vinculación***

ESTA ESPECIFICACIÓN NO ES APLICABLE. NO SE SOLICITAN CANALES DE LLAMADA.

**4.27** Las obras o actividades extractivas relacionadas con la producción de sal, sólo podrán ubicarse en salitrales naturales; los bordos no deberán exceder el límite natural del salitral, ni obstruir el flujo natural de agua en el ecosistema.

#### ***Vinculación***

ESTA ESPECIFICACIÓN NO ES APLICABLE. NO SE TRATA DE UN PROYECTO EXTRACTIVO RELACIONADO CON LA OBTENCIÓN DE SAL.

**4.28** La infraestructura turística ubicada dentro de un humedal costero debe ser de bajo impacto, con materiales locales, de preferencia en palafitos que no alteren el flujo superficial del agua, cuya conexión sea a través de veredas flotantes, en áreas lejanas de sitios de anidación y percha de aves acuáticas, y requiere de zonificación, monitoreo y el informe preventivo.

#### **Vinculación**

EL PROYECTO CORRESPONDE, PRECISAMENTE, A INFRAESTRUCTURA DE BAJO IMPACTO, CONSTRUIDA A BASE DE MATERIALES LOCALES, SOSTENIDA POR PILOTES, EN PALAFITO, QUE MINIMIZAN EL CONTACTO CON EL SUELO Y FAVORECEN LA CONTINUIDAD DE ESCORRENTÍAS E INFILTRACIÓN DE AGUAS PLUVIALES AL FREÁTICO.

POR SU LOCALIZACIÓN, CONDICIONES DEL PREDIO Y MÍNIMA COBERTURA DETERMINA QUE NO SE REDUCIRÁN SITIOS DE ANIDACIÓN Y PERCHA DE AVES ACUÁTICAS NI SE AFECTARÁ LA MOVILIDAD DE OTRAS ESPECIES USUARIAS DEL HUMEDAL.

AL RESPECTO, ESTA NORMA PRECISA, EN LA DEFINICIÓN 3.8, EL TÉRMINO “BAJO IMPACTO” QUE A LA LETRA INDICA LO SIGUIENTE: *“CUANDO LA OBRA O ACTIVIDAD QUE SE PRETENDA LLEVAR A CABO NO CAUSARÁ DESEQUILIBRIO ECOLÓGICO, NI REBASARÁ LOS LÍMITES Y CONDICIONES SEÑALADOS EN LOS REGLAMENTOS Y NORMAS TÉCNICAS ECOLÓGICAS EMITIDAS POR LA FEDERACIÓN PARA PROTEGER AL AMBIENTE, ANTES DE DAR INICIO A LA OBRA O ACTIVIDAD DE QUE SE TRATE”*. LO QUE SE ESTIMA CONCORDANTE CON LA INTEGRACIÓN AMBIENTAL RELATIVA AL PROYECTO QUE AQUÍ SE PRESENTA.

EL PREDIO DE INTERÉS SE UBICA DENTRO DE UNA ZONA URBANIZADA POR LO QUE YA NO SE ENCUENTRAN SITIOS PARTICULARMENTE IMPORTANTES PARA LA ANIDACIÓN AL INTERIOR DE ESTA RETÍCULA. EL TERRENO NO PRESENTA BAJOS TOPOGRÁFICOS O UNIDAD INUNDABLE POR LO QUE EL PROYECTO NO INTERFERIRÁ CON LA POSIBILIDAD DE PERCHA Y ANIDACIÓN DE AVES ACUÁTICAS.

**4.29** Las actividades de turismo náutico en los humedales costeros en zonas de manglar deben llevarse a cabo de tal forma que se evite cualquier daño al entorno ecológico, así como a las especies de fauna silvestre que en ellos se encuentran. Para ello, se establecerán zonas de embarque y desembarque, áreas específicas de restricción y áreas donde se reporte la presencia de especies en riesgo.

#### **Vinculación**

NO SE REALIZARÁN ACTIVIDADES NÁUTICAS. NO ES OBJETO DEL PROYECTO.

**4.30** En áreas restringidas los motores fuera de borda deberán ser operados con precaución, navegando a velocidades bajas (no mayor de 8 nudos), y evitando zonas donde haya especies en riesgo como el manatí.

**Vinculación**

NO ES APLICABLE. NO SE CONSIDERA LA REALIZACIÓN DE ACTIVIDADES NÁUTICAS.

**4.31** El turismo educativo, ecoturismo y observación de aves en el humedal costero deberán llevarse a cabo a través de veredas flotantes, evitando la compactación del sustrato y el potencial de riesgo de disturbio a zonas de anidación de aves, tortugas y otras especies.

**Vinculación**

NO ES APLICABLE YA QUE LA PROMOVENTE NO PRETENDE REALIZAR ACTIVIDADES RELATIVAS AL TURISMO EDUCATIVO.

**4.32** Deberá de evitarse la fragmentación del humedal costero mediante la reducción del número de caminos de acceso a la playa en centros turísticos y otros. Un humedal costero menor a 5 km de longitud del eje mayor, deberá tener un solo acceso a la playa y éste deberá ser ubicado en su periferia. Los accesos que crucen humedales costeros mayores a 5 km de longitud con respecto al eje mayor, deben estar ubicados como mínimo a una distancia de 30 km uno de otro.

**Vinculación**

NO SE CONSIDERA LA REALIZACIÓN DE CAMINOS COSTEROS, ÉSTOS YA EXISTEN.

**4.33** La construcción de canales deberá garantizar que no se fragmentará el ecosistema y que los canales permitirán su continuidad, se dará preferencia a las obras o el desarrollo de infraestructura que tienda a reducir el número de canales en los manglares.

**Vinculación**

NO SE CONSIDERA NI SE REQUIERE CONSTRUIR CANALES. NO ES APLICABLE.

**4.34** Se debe evitar la compactación del sedimento en marismas y humedales costeros como resultado del paso de ganado, personas, vehículos y otros factores antropogénicos.

**Vinculación**

SE COMPRENDE LA IMPORTANCIA DE EVITAR LA COMPACTACIÓN DEL SUELO DEL HUMEDAL POR LO QUE SE HA PROPUESTO QUE LAS CONSTRUCCIONES SEAN ELEVADAS MEDIANTE PILOTES DE MANERA QUE NO SE IMPIDA EL FLUJO DEL AGUA NI SE OBSTACULICE

EL PASO DE LA FAUNA MISMOS QUE SE CONCIBEN EN CONCORDANCIA CON LO INDICADO POR LA ESPECIFICACIÓN 4.28 DE ESTA NORMA.

**4.35** Se dará preferencia a las obras y actividades que tiendan a restaurar, proteger o conservar las áreas de manglar ubicadas en las orillas e interiores de las bahías, estuarios, lagunas costeras y otros cuerpos de agua que sirvan como corredores biológicos y que faciliten el libre tránsito de la fauna silvestre.

#### ***Vinculación***

EN EL PREDIO NO EXISTE UN MANGLAR QUE SIRVA COMO CORREDOR BIOLÓGICO Y QUE FACILITE EL LIBRE TRÁNSITO DE LA FAUNA SILVESTRE. NO OBSTANTE, EL PROYECTO ASOCIA COMO MEDIDA DE COMPENSACIÓN LA FORMACIÓN DE ISLAS DE MANGLAR CON UNA SUPERFICIE DE UNA 0.25 HECTÁREAS, PONIENDO A DISPOSICIÓN DE LA COMISIÓN DE ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS UBICACIONES DIVERSAS.

POR OTRA PARTE, LOS INDIVIDUOS DE MANGLE QUE SE ENCUENTRAN DENTRO DEL PREDIO HAN SIDO INTEGRADOS AL PROYECTO.

**4.36** Se deberán restaurar, proteger o conservar las áreas de manglar ubicadas en las orillas e interiores de las bahías, estuarios, lagunas costeras y otros cuerpos de agua que sirvan como corredores biológicos y que faciliten el libre tránsito de la fauna silvestre, de acuerdo como se determinen en el Informe Preventivo.

#### ***Vinculación***

EN EL PREDIO NO EXISTE UN MANGLAR QUE SIRVA COMO CORREDOR BIOLÓGICO Y QUE FACILITE EL LIBRE TRÁNSITO DE LA FAUNA SILVESTRE. NO OBSTANTE, EL PROYECTO ASOCIA, COMO MEDIDA DE COMPENSACIÓN, LA FORMACIÓN DE ISLAS DE MANGLAR CON UNA SUPERFICIE DE 0.25 HECTÁREAS, PONIENDO A CONSIDERACIÓN DE LA COMISIÓN DE ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS DIVERSAS UBICACIONES DE MANERA QUE ÉSTAS SIRVAN COMO CONECTORES BIOLÓGICOS Y QUE FACILITEN EL LIBRE TRÁNSITO DE LA FAUNA SILVESTRE.

**4.37** Se deberá favorecer y propiciar la regeneración natural de la unidad hidrológica, comunidades vegetales y animales mediante el restablecimiento de la dinámica hidrológica y flujos hídricos continentales (ríos de superficie y subterráneos, arroyos permanentes y temporales, escurrimientos terrestres laminares, aportes del manto freático), la eliminación de vertimientos de aguas residuales y sin tratamiento protegiendo las áreas que presenten potencial para ello.

#### ***Vinculación***

SIENDO QUE EL PROYECTO SE ADAPTÓ A LAS CONDICIONES QUE EL SITIO IMPONE Y CONSERVA ÁREAS PERMEABLES Y LAS ESCORRENTÍAS SUPERFICIALES, NO SE HACE NECESARIO CONSIDERAR LA REGENERACIÓN NATURAL DE LA UNIDAD HIDROLÓGICA Y AL NO REALIZAR OBRAS EN BAJOS TOPOGRÁFICOS SE ACATA ESTE PRECEPTO NORMATIVO.

**Especificación 4.43.** La prohibición de obras y actividades estipuladas en los numerales 4.4 y 4.22 y los límites establecidos en los numerales 4.14 y 4.16 podrán exceptuarse siempre que en el informe preventivo o en la manifestación de impacto ambiental, según sea el caso se establezcan medidas de compensación en beneficio de los humedales y se obtenga la autorización de cambio de uso de suelo correspondiente.

### Vinculación

LA ACTUACIÓN NO SE VINCULA CON LAS PROHIBICIONES INDICADAS EN LOS NUMERALES, 4.4, 4.22 NI 4.14. TAMPOCO *SENSU STRICTO* CON EL NUMERAL 4.16 QUE SE REFIERE A UNA COLINDANCIA DE 100 M YA QUE TODAS LAS ACTUACIONES EN LA ISLA CHICA DE HOLBOX OCURREN DENTRO DEL HUMEDAL. NO OBSTANTE, HA DE PLANTEARSE QUE SÍ SE REBASA EL LÍMITE RELATIVO A LA PRESENCIA DEL PREDIO Y SU DISTANCIA CON EL MANGLAR POR LO QUE SE PROPONE LA FORMACIÓN DE ISLAS DE MANGLAR CON UNA SUPERFICIE DE 0.25 HECTÁREAS, PONIENDO A CONSIDERACIÓN DE LA COMISIÓN DE ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS DIVERSAS LOCALIZACIONES CON POTENCIAL PARA ELLO.

AL RESPECTO, Y COMO SE HA INDICADO CON ANTERIORIDAD, DE INICIO EL PROYECTO BASÓ SU SEMBRADO Y DISEÑO EN FUNCIÓN DE LAS CONDICIONES AMBIENTALES QUE IMPONE EL PREDIO PILOTEANDO LA MAYOR PARTE DE LAS INSTALACIONES LO CUAL, EN PRINCIPIO, TAMBIÉN CORRESPONDE A UNA MEDIDA BENÉFICA.

### III.1.3.2 Otras Normas Oficiales Mexicanas aplicables

A continuación, se presenta un resumen que muestra la vinculación de diversas Normas Oficiales Mexicanas con el proyecto por etapas y procedimientos que se prevén durante su preparación (P), construcción (C) y operación (O). Estas se indican en la siguiente tabla:

Tabla III-5 Normas Oficiales Aplicables al proyecto por fase, (P) Preparación de sitio, (C) Construcción, (O) operación.

NOM	ÁMBITO DE APLICACIÓN	P	C	O	OBSERVACIONES DE CUMPLIMIENTO
NOM-001-SEMARNAT-96	Establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de agua residuales en aguas y bienes nacionales.				Las aguas tratadas provenientes de la PTAR del proyecto habrán de cumplir obligatoriamente con los límites y condiciones establecidos por este instrumento regulador. Como se ha

NOM	ÁMBITO DE APLICACIÓN	P	C	OBSERVACIONES DE CUMPLIMIENTO
				indicado, los efluentes serán usados para riego bajo las especificaciones de la NOM-003-SEMARNAT-1997 y los mínimos excedentes serán enviados a un pozo profundo siendo la descarga fiscalizada por la autoridad federal competente conforme a lo autorizado por la CONAGUA
NOM-003-SEMARNAT-1997	Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes para las aguas residuales tratadas que se reúsen en servicios al público.			Los efluentes de la planta de tratamiento de aguas residuales que funcionará durante la operación del proyecto serán enviados a un pozo profundo siendo la descarga fiscalizada por la autoridad federal competente conforme a lo autorizado por la CONAGUA. En función del título obtenido las aguas tratadas podrán ser destinadas para riego de áreas verdes en la etapa de operación ya que estarán por debajo de los límites máximos permisibles determinados por esta NOM.
NOM-004-SEMARNAT-1997	Lodos y biosólidos. especificaciones y límites máximos permisibles de contaminantes para su aprovechamiento y disposición final			Los escasos lodos generados serán desactivados y dispuestos de acuerdo a esta norma oficial.
NOM-022-SEMARNAT 2003	Que establece las especificaciones para la preservación, conservación, aprovechamiento sustentable y restauración de los humedales costeros en zonas de manglar.			La vinculación de la Norma, se ha realizado en el apartado anterior y se ha mostrado como el proyecto no contraviene sus especificaciones.
NOM-041-SEMARNAT-2006	Que establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible.			La vinculación de esta norma con el proyecto, se debe a que, durante la etapa de preparación del sitio y construcción, se utilizarán vehículos para transportar materiales e insumos al sitio de actuación y para el retiro de escombros. Estos vehículos, que son de terceros, están, de acuerdo con la norma, exentos de su cumplimiento.
NOM-045-SEMARNAT-2006	Que establece los niveles máximos permisibles de			La vinculación de esta norma con el proyecto, se debe a que, durante la etapa



NOM	ÁMBITO DE APLICACIÓN	P C O	OBSERVACIONES DE CUMPLIMIENTO
	opacidad del humo proveniente del escape de vehículos automotores en circulación que usan diésel o mezclas que incluyan diésel como combustible.		de preparación del sitio y construcción, se utilizarán vehículos para transportar materiales e insumos al sitio de actuación y para el retiro de escombros. Estos vehículos, que son de terceros, están, de acuerdo con la norma, exentos de su cumplimiento.
NOM-052-SEMARNAT-2005	Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de residuos peligrosos.		El proyecto no contempla la generación o utilización de residuos peligrosos más allá de los potencialmente presentes en una obra de esta magnitud. Se tratará principalmente de restos de pinturas, barnices y solventes; en menor grado aceites y grasas. En caso de presentarse algún derrame de hidrocarburos (gasolina, diésel, aceite), éste será menor. No obstante, en el caso de que ocurra se llevarán a cabo inmediatamente acciones de recolección y remediación cumpliendo las especificaciones que para ello dicta la NOM-138-SEMARNAT/SS-2003.
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.		Durante la preparación del sitio, construcción y operación del desarrollo se consideran medidas de mitigación y compensación, tales como rescate y protección para las especies sujetas en esta NOM.
NOM-081-SEMARNAT-1994	Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición.		Esta norma se refiere al ruido emitido por fuentes fijas considerando esto como <i>toda instalación establecida en un sólo lugar que tenga como finalidad desarrollar actividades industriales, comerciales, de servicios o actividades que generen o puedan generar emisiones contaminantes a la atmósfera. La fuente fija se considera como un elemento o un conjunto de elementos capaces de producir ruido que es emitido hacia el exterior al través de las colindancias del predio por el aire y por el suelo.</i> Siendo que la NOM no considera la temporalidad, se estima vinculante con todas las fases del proyecto; aplica para los niveles de ruido que se emitirán por la

NOM	ÁMBITO DE APLICACIÓN	P	C	O	OBSERVACIONES DE CUMPLIMIENTO						
					<p>operación de las herramientas y equipo usado durante la preparación de sitio y construcción y durante la operación; Los niveles de ruido, en ponderación "A" serán iguales o menores que:</p> <table border="1" data-bbox="878 464 1396 642"> <thead> <tr> <th data-bbox="878 464 1138 548">Horario</th> <th data-bbox="1138 464 1396 548">Límite Máximo Permissible</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="878 548 1138 590">de 6:00 a 22:00</td> <td data-bbox="1138 548 1396 590">68 dB</td> </tr> <tr> <td data-bbox="878 590 1138 642">de 22:00 a 6:00</td> <td data-bbox="1138 590 1396 642">65 dB</td> </tr> </tbody> </table> <p>Se estima que no se producirán ruidos fuera de los comunes de una obra de esta naturaleza y dimensión.</p>	Horario	Límite Máximo Permissible	de 6:00 a 22:00	68 dB	de 22:00 a 6:00	65 dB
Horario	Límite Máximo Permissible										
de 6:00 a 22:00	68 dB										
de 22:00 a 6:00	65 dB										
<p>NOM-138-SEMARNAT//SS-2003</p>	<p>Que establecer los límites máximos permisibles de hidrocarburos en suelos y las especificaciones para su caracterización y remediación.</p>				<p>Los límites máximos permisibles para fracciones de hidrocarburos en suelo agrícola que incluye forestal, recreativo y de conservación es de 3,000 (mg/kg base seca). En el caso de algún derrame accidental de hidrocarburos, aceite o alguna otra sustancia considerada peligrosa por la NOM-138-SEMARNAT/SS-2003 al suelo, se llevarán a cabo acciones inmediatas para su control, recolección y remediación.</p>						

### III.1.4 Programa de Manejo del Área Natural Protegida con Categoría de Área de Protección de Flora y Fauna Yum Balam.

#### El Decreto

El día 5 de octubre de 2018 se publicó, en el Diario oficial de la federación (DOF) el *Acuerdo por el que se da a conocer el Resumen del Programa de Manejo del Área Natural Protegida con Categoría de Área de Protección de Flora y Fauna Yum Balam, ubicada en el Municipio de Lázaro Cárdenas, Quintana Roo* el cual, su transitorio único indica que *el presente Acuerdo y su anexo entrarán en vigor al día siguiente de su publicación en el Diario Oficial de la Federación*, situación que determina su alcance vinculante con el proyecto inmobiliario que nos ocupa.

La declaratoria de un área natural protegida se establece mediante el decreto que expide el Ejecutivo federal en ejercicio de sus facultades reglamentarias, en el mismo se debe

definir con claridad los objetivos, para destinar el área a la aplicación de una política ambiental, los cuales han de ser congruentes con una categoría apropiada de manejo.

El decreto, por ello, es el fundamento legal y jurídico del área y permite brindar seguridad jurídica a las relaciones que se entablan dentro de la misma. Cabe señalar que para que en el área se garanticen el cumplimiento de los objetivos del decreto de su establecimiento, así como los derechos adquiridos con anterioridad a la emisión de la declaratoria, debe de quedar claramente la naturaleza jurídica de la misma.

La declaratoria es un acto administrativo de doble naturaleza, es un acto de autoridad declarativo y es, a la vez, un acto reglamentario que se perfecciona en el momento en que se expide y publica en el Diario Oficial de la Federación el programa de manejo.

El decreto se establece sobre una jurisdicción territorial claramente delimitada, genera una matriz regional para la conservación y el desarrollo sustentable, lo que hace factible promover iniciativas, coordinar actividades y construir sistemas de regulación interna que difícilmente pueden adquirir consistencia en el vacío o en la abstracción de lo territorial como dimensión inescapable. El decreto de área natural protegida intenta ser un elemento que reconcilia las estructuras naturales y los procesos regionales con las capacidades de gestión, al establecer un nuevo contexto jurídico e institucional sobre unidades eco-regionales específicas, con una perspectiva de integralidad en los propósitos y de convergencia y corresponsabilidad entre los actores relevantes (federales, estatales, municipales y civiles).

En este contexto, el día 6 de junio de 1994, fue publicado el *Decreto por el que se declara como área natural protegida, con carácter de área de protección de flora y fauna, la región conocida como Yum Balam, ubicada en el Municipio de Lázaro Cárdenas, Estado de Quintana Roo.*

Las principales consideraciones de la declaratoria son:

- *Que la región conocida como "Yum Balam" ubicada en el Municipio de Lázaro Cárdenas, Estado de Quintana Roo presenta ecotonos y ecosistemas con una gran biodiversidad neotropical, con especies endémicas, raras y en peligro de extinción.*

### **Concordancia**

El proyecto guarda concordancia con esta consideración en virtud de que pretende desarrollarse en la traza urbana de la Isla Chica de Holbox por lo que no implica afectaciones a ecotonos y ecosistemas con una gran biodiversidad neotropical, con especies endémicas, raras y en peligro de extinción. De acuerdo con los estudios de campo realizados y

expuestos en el Capítulo IV de este documento se tiene que, para el área de emplazamiento del proyecto la diversidad biológica, considerando flora y fauna, no reviste mayor importancia en términos de distribución, abundancia, riqueza específicas.

- *Que dicha región constituye una extensión de los ecosistemas selváticos y humedales de la Reserva Especial de la Biosfera "Ría Lagartos", único sitio en nuestro país dentro de la "Convención de Humedales de Importancia Mundial".*

### **Concordancia**

Este aspecto es relevante en términos de la apreciación del decreto con respecto a la región declarada como ANP ya que, de inicio, no se parte de características únicas y particularmente relevantes sino más bien como una "extensión de los ecosistemas selváticos y humedales de la Reserva Especial de la Biosfera "Ría Lagartos" confiriéndole, a esta sí, el atributo de unicidad: *único sitio en nuestro país dentro...*

El proyecto se concibe de forma tal que no implica una amenaza regional dada su dimensión y localización por lo que su construcción y operación no implican la reducción de los ecosistemas selváticos y humedales de la Reserva Especial de la Biosfera "Ría Lagartos" ni de la que atañe el decreto.

- *Que se encuentran en el área selvas tropicales medianas, bajas y bajas inundables; bosques de manglar chaparro o mangle rojo; esteros; grandes zonas inundables; lagunas como la de Conil y Chaak Mo Chuc; mares someros que la limitan al norte y al este, así como zonas de selva que tienen una influencia importante en los ecosistemas estuarinos del refugio de "Ría Lagartos".*

### **Concordancia**

Para esta consideración el decreto no parte de conceptos locales para Yum Balam referentes a su unicidad y diversidad. LA ANP decretada se concibe una superficie cuyos ecosistemas y ensambles biológicos tienen una influencia importante en los ecosistemas estuarinos del refugio de "Ría Lagartos" entendiéndose como la continuidad de esa ANP sin hacer una mención específica a los ecosistemas, flora y fauna insulares, es decir isla Holbox.

El proyecto es concordante porque su implementación no implica la eliminación total de la selva baja caducifolia remanente en la propiedad. Se mantienen las especies arbóreas y se abre el espacio mínimo necesario para el proyecto, minimizando el cambio de uso de suelo, y se realizará, una vez terminadas las obras, una restitución del ensamble original.

No se afectan selvas tropicales medianas, bajas inundables; bosques de manglar chaparro o mangle rojo; esteros; zonas inundables, ni la laguna Conil ni mares someros.

- *Que los ecosistemas de "Yum Balam" se encuentran en condiciones poco alteradas que conservan su naturalidad y tipicidad, existiendo diversidad de aves, tanto residentes como migratorias, de mamíferos casi todos los neotropicales, de anfibios y reptiles y de plantas endémicas.*

### **Concordancia**

El decreto se establece en una generalidad que implica una matriz regional para la conservación y el desarrollo sustentable siendo el programa de manejo el instrumento necesario para particularizar el alcance del Decreto. Para Yum Balam la carencia de este instrumento impidió, hasta su reciente publicación, la definición de las condiciones particulares de zonificación y gestión para Isla Chica. De este modo se tiene, en el decreto, un panorama real con respecto a las condiciones poco alteradas que conservan su naturalidad y tipicidad y no se mencionan las características urbanas de localidades importantes, que están dentro del polígono decretado, tales como Holbox, Chiquilá y Solferino.

Con respecto al proyecto y sus potenciales interacciones con la diversidad de aves residentes y migratorias, mamíferos neotropicales, anfibios y reptiles y plantas endémicas se tiene que el sitio de emplazamiento presenta una baja diversidad biológica como se expone en el Capítulo IV de esta MIA-P.

Se estima que el proyecto no contraviene esta disposición del decreto en virtud de la dimensión, localización y componentes ambientales considerados en la evaluación del impacto ambiental que se expone en el Capítulo V de esta MIA-P.

- *Que en el área se encuentran especies de flora y fauna en peligro de extinción, raras y endémicas como tortugas marinas caguama y de carey; cocodrilos; aves como el flamenco, el jaribú, la espátula rosada, el zopilote rey, el halcón peregrino, el halcón aplomado, las águilas crestadas, el pavo de monte, el hocofaisán, el cojolite, la perdiz de Yucatán, la subespecie garzón cenizo; así como mamíferos como la subespecie de tlacuachillo dorado, el mono araña y el aullador, el oso hormiguero, el cacomixtle tropical, el jaguar, el puma, el ocelote, el margay o el tigrillo, el jabalí de labios blancos, el venado temazate, el tapir y el manatí.*

### **Concordancia**

La consideración del decreto no particulariza sobre la biota de la Isla Chica de Holbox. El proyecto, por su localización al interior de la traza urbana que se desarrolla en la isla y dadas los atributos prediales documentados en el Capítulo IV de esta MIA-P, no se encuentra en posibilidad de interactuar negativamente con poblaciones o individuos de las especies indicadas.

- *Que la Secretaría de Desarrollo Social, en coordinación con el Gobierno del Estado de Quintana Roo y con la participación de sus habitantes e instituciones científicas, realizó estudios e investigaciones de los que se desprende la necesidad de planificar y administrar integralmente el cuidado y uso adecuado de los recursos ecológicos de la región y proteger las condiciones ambientales para armonizar y dinamizar su desarrollo.*

### **Concordancia**

Esta consideración permite reflexionar respecto a la necesidad de zonificar y gestionar el ANP de manera que se conserven los recursos naturales. El proyecto es concordante con lo anterior en virtud de que, por su localización, dimensión y alcance ambiental no interferirá con el cuidado y uso adecuado de los recursos ecológicos de la región y no obstruirá la protección de las condiciones ambientales y cumpliendo con el objeto de armonizar y dinamizar el desarrollo local.

A continuación, se procede a vincular el proyecto con los artículos del decreto.

**ARTÍCULO PRIMERO.** *Por ser de interés público se declara como área natural protegida, con el carácter de Área de Protección de Flora y Fauna, la región conocida como "Yum Balam", con una superficie de 154,052-25-00 Has., ubicada en el Municipio de Lázaro Cárdenas, Estado de Quintana Roo, cuya descripción analítica-topográfica es la siguiente...*

### **Vinculación**

El proyecto se vincula con el decreto en virtud de que se localiza en la zona urbana de la Isla Chica de Holbox por lo que se ubica dentro del polígono del área de protección de flora y fauna Yum Balam.

**ARTÍCULO SEGUNDO.** *La administración, conservación, desarrollo y vigilancia del Área de Protección de Flora y Fauna "Yum Balam", quedan a cargo de la Secretaría de Desarrollo Social, con la participación que corresponda a otras dependencias del Ejecutivo Federal.*

### **Vinculación**



La promovente está enterada de que la administración, conservación, desarrollo y vigilancia del Área de Protección de Flora y Fauna "Yum Balam" está a cargo de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales a través de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas y de la Dirección de la Reserva.

**ARTÍCULO TERCERO.** *La Secretaría de Desarrollo Social, con la participación que corresponda a otras dependencias del Ejecutivo Federal, propondrá la celebración de acuerdos de coordinación con el Gobierno del Estado de Quintana Roo, con la participación del Municipio de Lázaro Cárdenas, entre otras en las siguientes materias:*

- I. La forma en que los gobiernos del Estado y del Municipio participarán en la administración del Área de Protección;*
- II. La coordinación de las políticas federales aplicables en el Área de Protección, con las del Estado y el Municipio;*
- III. La elaboración del programa de manejo del Área de Protección, con la formulación de compromisos para su ejecución;*
- IV. El origen y destino de los recursos financieros para la administración del Área de Protección;*
- V. Los tipos y formas como se llevarán a cabo la investigación y la experimentación en el Área de Protección;*
- VI. La realización de acciones de inspección y vigilancia para verificar el cumplimiento del presente decreto y demás disposiciones jurídicas aplicables;*
- VII. Las acciones necesarias para contribuir al desarrollo socioeconómico regional, mediante el aprovechamiento racional y sostenible de los recursos naturales en el Área de Protección, y*
- VIII. Las formas y esquemas de concertación con la comunidad y los grupos sociales, científicos y académicos.*

### **Vinculación**

La Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales a través de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas y de la propia Dirección de la ANP son los responsables de dar cumplimiento a este artículo.

**ARTÍCULO CUARTO.** *Para la administración y desarrollo del Área de Protección de Flora y Fauna "Yum Balam", la Secretaría de Desarrollo Social propondrá la celebración de convenios de concertación con los sectores social y privado y con los habitantes del Área, con objeto de:*

- I. Asegurar la protección de los ecosistemas de la región;*
- II. Propiciar el desarrollo sustentable de la comunidad, y*

- III. *Brindar asesoría a sus habitantes para el aprovechamiento racional y sostenible de los recursos naturales de la región.*

#### **Vinculación**

Este artículo enuncia atribuciones de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas y Dirección de la ANP.

**ARTÍCULO QUINTO.** *Las Secretarías de Desarrollo Social, de Agricultura y Recursos Hidráulicos, de la Reforma Agraria y de Pesca, formularán conjuntamente el programa de manejo del Área de Protección, invitando a participar en su elaboración y en el cumplimiento de sus objetivos a los gobiernos del Estado de Quintana Roo y del Municipio de Lázaro Cárdenas. Dicho programa deberá contener por lo menos lo siguiente:*

- I. *La descripción de las características físicas, biológicas, sociales y culturales del Área de Protección, en el contexto nacional, regional y social;*
- II. *Las acciones a realizar a corto, mediano y largo plazos estableciendo su vinculación con el Sistema Nacional de Planeación Democrática. Dichas acciones comprenderán la investigación, uso de recursos, extensión, difusión, operación, coordinación, seguimiento y control;*
- III. *Los objetivos específicos del Área de Protección, y*
- IV. *Las normas para el aprovechamiento de la flora y fauna silvestres y acuáticas, de protección de los ecosistemas, así como las destinadas a evitar la contaminación del suelo y de las aguas.*

#### **Vinculación**

Este artículo enuncia facultades de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales y otras instancias del gobierno federal encaminadas a la formulación del programa de manejo.

**ARTÍCULO SEXTO.** *Las obras y actividades que se realicen en el Área de Protección de Flora y Fauna "Yum Balam", deberán sujetarse a los lineamientos establecidos en el programa de manejo del área y a las disposiciones jurídicas aplicables.*

*Todo proyecto de obra pública o privada que se pretenda realizar dentro del Área de Protección, deberá contar previamente a su ejecución, con la autorización de impacto ambiental correspondiente, en los términos de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y su Reglamento en materia de Impacto Ambiental.*

### **Vinculación**

Se formula esta MIA-P a efecto de contextualizar y valorar apropiadamente un proyecto privado que conlleva el desarrollo de obras y actividades todas ellas incluidas en los artículos 28 de la LEGEEPA y 5 de su Reglamento en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental y al Programa de manejo del área natural protegida Yum Balam.

En este ámbito, el análisis del impacto ambiental ha sido abordado a través de la esta MIA-P ya que el crecimiento del desarrollo de las actividades turísticas y urbanas que se han venido gestando en la Isla Chica de Holbox suponen una incidencia que deber ser apreciada a través de la identificación, descripción y análisis de los impactos ambientales acumulativos y residuales dada la complejidad de los ecosistemas costeros presentes. De acuerdo con lo anterior, el proyecto que se presenta cumple con este artículo del decreto.

**ARTÍCULO SÉPTIMO.** *En el Área de Protección no se autorizará la fundación de nuevos centros de población.*

### **Vinculación**

El proyecto no corresponde a un nuevo centro de población.

**ARTÍCULO OCTAVO.** *La realización de actividades de preservación de los ecosistemas y sus elementos, de investigación científica y de educación ecológica, en el Área de Protección de Flora y Fauna "Yum Balam", requerirá autorización de la Secretaría de Desarrollo Social.*

### **Vinculación**

El proyecto no involucra actividades de preservación de los ecosistemas y sus elementos, investigación científica ni educación ecológica.

**ARTÍCULO NOVENO.** *La Secretaría de Desarrollo Social promoverá ante las Secretarías de Agricultura y Recursos Hidráulicos y de Pesca, el establecimiento de vedas de flora y fauna silvestres y acuáticas y de vedas de aprovechamientos forestales en el Área de Protección.*

### **Vinculación**

Este artículo enuncia facultades de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales para el establecimiento de vedas de aprovechamiento de flora y fauna silvestres y forestal en el ANP. La promovente no requiere ni solicita permisos de aprovechamiento por lo que este artículo no es vinculante con el proyecto.

**ARTÍCULO DÉCIMO.** *La Secretaría de Pesca realizará los estudios necesarios para determinar las épocas y zonas de veda para la pesca, dentro de las porciones acuáticas comprendidas en el Área de Protección.*

#### **Vinculación**

Este artículo enuncia facultades de la Secretaría de Medio Ambiente y la Comisión de Acuicultura y Pesca para determinar zonas y vedas dentro de las porciones acuáticas comprendidas en el ANP. La promovente no requiere ni solicita permisos de pesca por lo que este artículo no es vinculante con el proyecto.

**ARTÍCULO DÉCIMO PRIMERO.** *El aprovechamiento de flora y fauna silvestres dentro del Área de Protección, deberá realizarse atendiendo a las restricciones ecológicas contenidas en el programa de manejo, a las normas oficiales mexicanas, al calendario cinegético y demás disposiciones jurídicas aplicables.*

#### **Vinculación**

Este artículo se refiere a la posibilidad de aprovechar, bajo las regulaciones aplicables, flora y fauna silvestres dentro del ANP. La promovente no requiere, ni solicita permisos de aprovechamiento de flora y fauna silvestres. Ese artículo no es vinculante con el proyecto.

**ARTÍCULO DÉCIMO SEGUNDO.** *El uso, explotación y aprovechamiento de las aguas nacionales ubicadas en el Área de Protección, se regularán por las disposiciones jurídicas aplicables en la materia y se sujetarán a:*

- I. Las normas oficiales mexicanas para la conservación y aprovechamiento de la flora y fauna acuáticas y de su hábitat, así como las destinadas a evitar la contaminación de las aguas;*
- II. Las políticas y restricciones para la protección de las especies acuáticas que se establezcan en el programa de manejo del Área de Protección, y*
- III. Los convenios de concertación de acciones de protección de los ecosistemas acuáticos que se celebren con los sectores productivos, las comunidades de la región e instituciones académicas y de investigación.*

#### **Vinculación**

- I. El proyecto se sujeta, en materia de aguas nacionales, a las disposiciones de las Normas Oficiales Mexicanas NOM-001-SEMARNAT-1996 y NOM-003-SEMARNAT-*

1997 así como a las disposiciones que en su momento sean consignadas en títulos, permisos y concesiones emitidas por la Comisión Nacional de Agua.

En referente a la flora y fauna protegidas, la promovente establece que en la propiedad se implementará un programa de selección y rescate de flora y fauna dando prioridad a los individuos de especies legalmente protegidas por la NOM-059-SEMARNAT-2010. La vida silvestre será protegida durante toda la vida útil del proyecto.

- II. Se acatan las restricciones y posibilidades derivadas del programa de manejo del Área de Protección.
- III. No se tiene conocimiento de convenios de concertación de acciones para la protección de los ecosistemas acuáticos celebrados con la comunidad o los sectores productivos de la Isla o con instituciones académicas y de investigación a los que se tenga que supeditar el proyecto.

**ARTÍCULO DÉCIMO TERCERO.** *Dentro del Área de Protección, queda prohibido modificar las condiciones naturales de los acuíferos, cuencas hidrológicas, cauces naturales de corrientes, manantiales, riberas y vasos existentes, salvo que sea necesario para el cumplimiento del presente decreto; verter o descargar contaminantes en el suelo, subsuelo y en cualquier clase de corriente o depósitos de agua, y desarrollar actividades contaminantes.*

#### **Vinculación**

Este artículo se refiere al vertimiento de contaminantes en el suelo, subsuelo y en cualquier clase de corriente o depósitos de agua, y desarrollar actividades contaminantes.

El proyecto no plantea la realización de actividades riesgosas ni el uso de sustancias tóxicas. Se acata la prohibición.

**ARTÍCULO DÉCIMO CUARTO.** *Las dependencias competentes solamente otorgarán permisos, licencias, concesiones y autorizaciones para la explotación, exploración, extracción o aprovechamiento de los recursos naturales en el Área de Protección, de acuerdo a lo dispuesto en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, este decreto, el programa de manejo del Área de Protección y demás disposiciones jurídicas aplicables.*

#### **Vinculación**

La promovente somete esta MIA-P de acuerdo con lo establecido por el artículo 28 de la LEGEEPA y 5 de su Reglamento en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental para la eventual obtención de una resolución en materia de impacto ambiental. Se presenta la

vinculación correspondiente con las Normas Oficiales Mexicanas y el propio programa de manejo del ANP como se establece en este artículo.

No se solicita autorización para la explotación, exploración, extracción o aprovechamiento de recursos naturales.

**ARTÍCULO DÉCIMO QUINTO.** *Quedan a disposición de la Secretaría de Desarrollo Social, los terrenos nacionales comprendidos en el Área de Protección, no pudiendo dárseles otro destino que el de su utilización en los fines del presente decreto.*

#### **Vinculación**

La promovente pretende el desarrollo de un proyecto inmobiliario en un terreno de propiedad privada debidamente inscrito en el Registro Público de la Propiedad y del Comercio. No se trata de terrenos nacionales.

**ARTÍCULO DÉCIMO SEXTO.** *Los ejidatarios, propietarios y poseedores de predios ubicados en el Área de Protección, están obligados a la conservación del área, conforme a la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, la Ley Agraria, este decreto, el programa de manejo y demás disposiciones jurídicas aplicables.*

#### **Vinculación**

La promovente pretende el desarrollo de un desarrollo inmobiliario en un terreno de propiedad privada debidamente inscrito en el Registro Público de la Propiedad y del Comercio dando cabal cumplimiento a las regulaciones conforme a la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, Ley de Desarrollo Forestal Sustentable, sus reglamentos, programa de manejo y Normas Oficiales Mexicanas.

**ARTICULO DECIMO SÉPTIMO.** *Los notarios y otros fedatarios públicos que intervengan en los actos, convenios, contratos y cualquier otro relativo a la propiedad y posesión o cualquier otro derecho relacionado con bienes inmuebles ubicados en el Área de Protección, deberán hacer referencia a la presente declaratoria y a sus datos de inscripción en los registros públicos de la propiedad que correspondan.*

#### **Vinculación**

El notario hizo referencia y explicó el contenido de las escrituras, consecuencias y sus alcances legales dando fe del hecho.

**ARTÍCULO DÉCIMO OCTAVO.** *Las infracciones a lo dispuesto por el presente decreto, serán sancionadas administrativamente por las autoridades competentes en los términos de la*



*Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, Ley Forestal, Ley de Pesca, Ley de Aguas Nacionales, Ley Agraria y demás disposiciones jurídicas aplicables.*

### **Vinculación**

La promovente no ha cometido ninguna infracción y comprende que de hacerlo será sancionada de acuerdo a las disposiciones aplicables. El predio se adquirió parceladamente desmontado lo que derivó en la actuación, ya documentada, de la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente.

### **El Programa de Manejo**

El programa de manejo es el documento que contiene y da sustento a la normatividad del área natural protegida. Es el documento legal en el que encontramos claramente señalados los derechos y obligaciones que se deben de cumplir para respetar la reglamentación del área natural protegida, así como los aspectos técnicos de gestión de los ecosistemas y recursos naturales, además de la organización de las comunidades locales y la articulación programada de los intereses relevantes en favor del desarrollo sustentable. Asimismo, favorece o induce la integración de grupos locales y la participación de instituciones académicas y gobiernos estatales y municipales, en un nuevo plano de intereses a favor de la conservación y abre los espacios jurídicos para permitir y fomentar la expresión de los intereses conservacionistas de la sociedad.

El Programa de manejo determina una sub zonificación a efecto de regular las actividades y usos permitidos conforme a la legislación aplicable y sus propias reglas administrativas con el objeto de mantener la concordancia con los objetivos de protección del ANP. Cada subzona está sujeta a regímenes diferenciados en cuanto al manejo y a las actividades permisibles en cada una de ellas.

Las quince subzonas son las siguientes:

- I. **Subzona de Preservación Playas y Dunas Costeras de Isla Grande**, comprende una superficie total de 414.7606 hectáreas, conformada por un polígono.
- II. **Subzona de Preservación Playas de Punta Mosquito**, comprende una superficie total de 76.1358 hectáreas, conformada por un polígono.
- III. **Subzona de Preservación Humedales Isla Chica e Isla Grande**, comprende una superficie total de 7,450.2426 hectáreas, conformada por tres polígonos.
- IV. **Subzona de Preservación Laguna Conil**, comprende una superficie total de 8,384.8422 hectáreas, conformada por un polígono.
- V. **Subzona de Preservación Humedales Costeros**, comprende una superficie total de 11,183.4613 hectáreas, conformada por un polígono.

- VI. **Subzona de Aprovechamiento Sustentable de los Recursos Naturales Porción Marina**, comprende una superficie total de 61,826.5149 hectáreas, conformada por un polígono.
- VII. **Subzona de Aprovechamiento Sustentable de los Recursos Naturales Arrecife Los Cuevones**, comprende una superficie total de 941.6289 hectáreas, conformada por un polígono.
- VIII. **Subzona de Aprovechamiento Sustentable de los Recursos Naturales Franja Marina frente a Isla Grande**, comprende una superficie total de 4,997.8360 hectáreas, conformada por un polígono.
- IX. **Subzona de Aprovechamiento Sustentable de los Recursos Naturales Isla Grande**, comprende una superficie total de 1,154.0546 hectáreas, conformada por un polígono.
- X. **Subzona de Aprovechamiento Sustentable de los Recursos Naturales Laguna Conil**, comprende una superficie total de 20,904.9932 hectáreas, conformada por un polígono.
- XI. **Subzona de Aprovechamiento Sustentable de los Recursos Naturales Chiquilá Oeste**, comprende una superficie total de 5,668.7052 hectáreas, conformada por un polígono.
- XII. **Subzona de Aprovechamiento Sustentable de los Recursos Naturales Fracturas de Holbox**, comprende una superficie total de 30,042.3864 hectáreas, conformada por un polígono.
- XIII. **Subzona de Asentamientos Humanos Holbox**, comprende una superficie total de 212.0833 hectáreas, conformada por un polígono.
- XIV. **Subzona de Asentamientos Humanos Chiquilá**, comprende una superficie total de 707.3804 hectáreas, conformada por un polígono.
- XV. **Subzona de Recuperación La Ensenada**, comprende una superficie total de 87.2246 hectáreas, conformada por un polígono.

El proyecto inmobiliario de interés se relaciona, por su objeto y alcance, con dos subzonas.

XIII. **Subzona de Asentamientos Humanos Holbox**, porque es el sitio en el cual se encuentra la propiedad y es el lugar en el cual pretende edificarse la propuesta.

X. **Subzona de Aprovechamiento Sustentable de los Recursos Naturales Laguna Conil**, porque es el sitio propuesto para la ejecución de la medida de compensación propuesta consistente en la formación de isletas de manglar en 0.25 ha (2,500 m<sup>2</sup>).

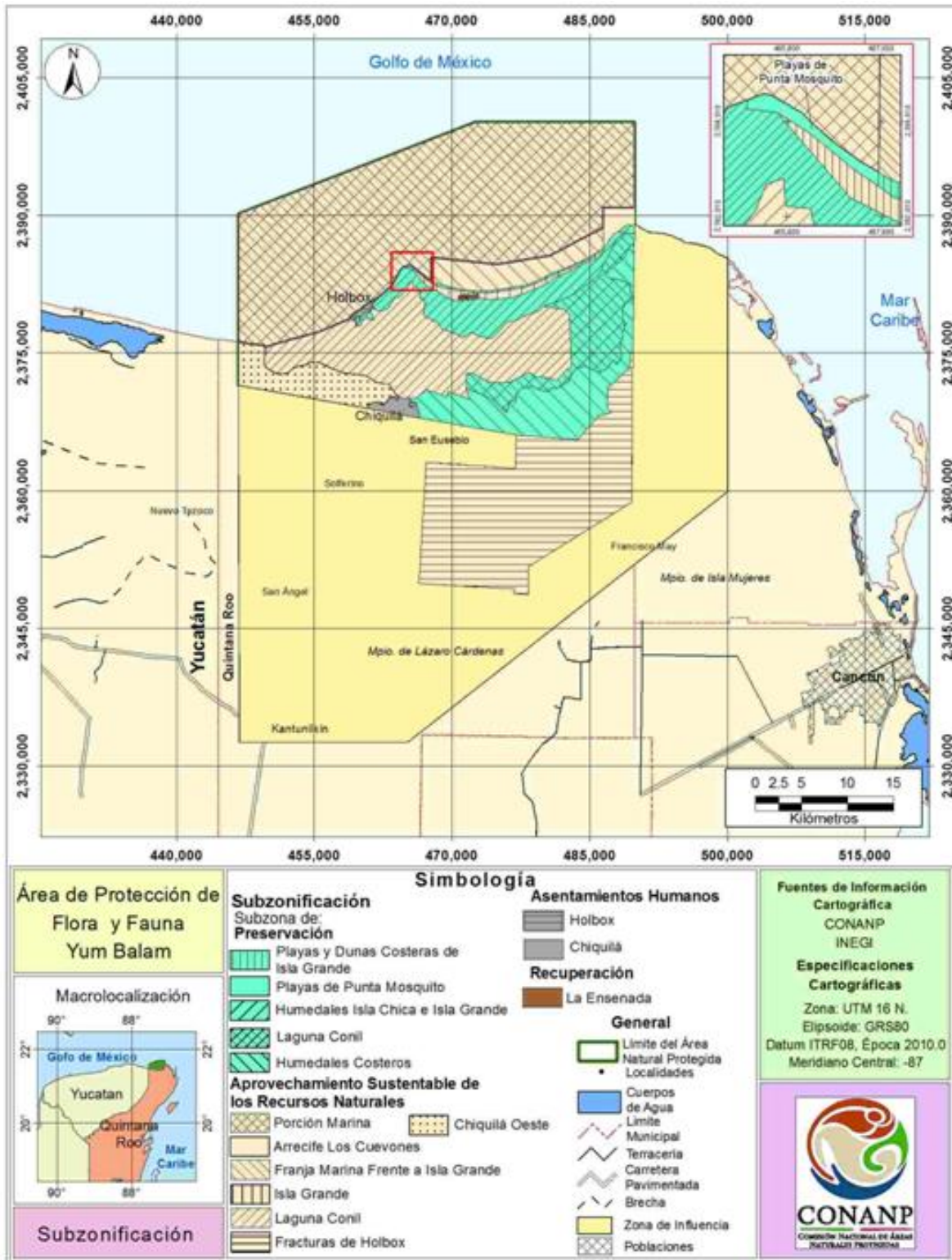


Imagen III-14 Mapa oficial del Resumen del Programa de Manejo del Área Natural Protegida con Categoría de Área de Protección de Flora y Fauna Yum Balam.

De acuerdo con lo anterior se tiene la siguiente vinculación con el Programa de manejo:

### **Subzona de Asentamientos Humanos Holbox**

*Esta subzona está integrada por una superficie total de 212.0833 hectáreas, conformada por un polígono, correspondiente a la localidad de Holbox, establecida con anterioridad al Decreto de establecimiento del área natural protegida.*

*Las principales actividades en el núcleo urbano son los servicios de hospedaje y servicios de apoyo para la comunidad de Holbox, estacionamiento y transporte de víveres, y sus pobladores se dedican además a prestar servicios turísticos y de transporte acuático.*

*Ahora bien, a fin de preservar los ecosistemas contenidos en esta subzona, así como en los que la rodean, y evitar su degradación por acumulación de residuos sólidos, incluyendo la formación de islas de basura en los cuerpos de agua, es necesario restringir el desecho de residuos sólidos, incluyendo popotes, bolsas de plástico, envases o recipientes elaborados de unicel, PET o plástico, debido a que los anteriores representan la mayor cantidad de residuos abandonados por visitantes y usuarios, los cuales al ser no biodegradables, se acumulan en los humedales y playas del Área de Protección de Flora y Fauna, y son arrastrados por las corrientes marinas, lo cual provoca impactos a la fauna silvestre, incluyendo a las tortugas marinas.*

*Asimismo, tomando en consideración la riqueza biológica del área natural protegida, es necesario restringir la introducción de especies exóticas, incluyendo las invasoras, así como las que se tornen ferales, dado que tales especies generan desequilibrios en el ecosistema y posibles pérdidas de especies, incluyendo aquellas consideradas en riesgo, por efecto de competencia de las especies introducidas, sustitución de nichos ecológicos y en ausencia de depredadores naturales, crecimiento de poblaciones exóticas, con la consecuente pérdida de especies nativas.*

*Por las características anteriormente descritas, las razones mencionadas en los párrafos que anteceden y de conformidad con lo establecido por el artículo 47 BIS, fracción II, inciso g), de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, que dispone que las subzonas de asentamientos humanos son aquellas superficies donde se ha llevado a cabo una modificación sustancial o desaparición de los ecosistemas originales, debido al desarrollo de asentamientos humanos, previos a la declaratoria del área protegida, y en correlación con lo previsto por los artículos Primero, Quinto, Sexto, Décimo Tercero y Décimo Sexto del Decreto por el que se declara como área natural protegida, con carácter de área de protección de flora y fauna, la región conocida como Yum Balam, ubicada en el Municipio de Lázaro Cárdenas, Estado de Quintana Roo, publicado en el Diario Oficial de la Federación*

el 6 de junio de 1994, es que se determinan las actividades permitidas y no permitidas en esta Subzona de Asentamientos Humanos Holbox.

Las posibilidades para esta subzona son las siguientes:

Subzona de Asentamientos Humanos Holbox	
Actividades permitidas	Vinculación
1. Campismo	No vinculante, el proyecto no considera el campismo
2. Colecta científica de ejemplares de la vida silvestre	No vinculante, el proyecto no considera la realización de colecta científica de ejemplares de la vida silvestre ni de recursos biológicos forestales
3. Colecta científica de recursos biológicos forestales	
4. Construcción de obra pública y privada	El proyecto consiste, precisamente, en la construcción de obra privada. La actividad está permitida por el Programa de manejo por lo cual la edificación propuesta es concordante
5. Educación ambiental	No vinculante, el proyecto no se relaciona con la educación ambiental
6. Establecimiento de UMA	No se pretende el establecimiento de una UMA, no vinculante
7. Investigación científica	No se pretende la investigación científica. No vinculante
8. Mantenimiento de infraestructura	Vinculante. El proyecto se sujetará periódicamente a mantenimiento preventivo y permanentemente a correctivo por lo que se realizará esta actividad permitida.
9. Senderos interpretativos	No es objeto del proyecto la realización y utilización de senderos de interpretación de la naturaleza. No vinculante.
10. Turismo de bajo impacto ambiental	No vinculante. La definición para "Turismo de bajo impacto ambiental" utilizada en el Programa de manejo indica lo siguiente: <i>Aquella modalidad turística ambientalmente responsable consistente en viajar o visitar espacios naturales del Área de Protección de Flora y Fauna Yum Balam, relativamente sin perturbar, con el fin de disfrutar, apreciar y estudiar los atractivos naturales de dichos espacios; así como cualquier manifestación cultural que pueda encontrarse ahí, a través de un proceso que promueve la conservación, tiene bajo impacto ambiental e induce un</i>

<b>Subzona de Asentamientos Humanos Holbox</b>	
<b>Actividades permitidas</b>	<b>Vinculación</b>
	<p><i>involucramiento activo y socio-económicamente benéfico de las poblaciones locales, tales como:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a) ...buceo;</li> <li>b) campismo;</li> <li>c) ciclismo;</li> <li>d) kayak;</li> <li>e) kite surf;</li> <li>f) observación de flora y fauna;</li> <li>g) observación y nado con tiburón ballena;</li> <li>h) paddle board;</li> <li>i) pesca deportivo recreativa de captura y liberación;</li> <li>j) recorridos en vehículos terrestres y acuáticos, motorizados o no motorizados para la observación de flora y fauna;</li> <li>k) senderismo;</li> <li>l) tablas motorizadas de surf, y</li> <li>m) wind surf.</li> </ul> <p>El proyecto no implica la promoción o realización de alguna de estas actividades.</p>
11. Uso de vehículos terrestres	Vinculante. Los materiales e insumos para la construcción, así como el traslado y retiro de restos de obra serán movilizados mediante vehículos terrestres, actividad permitida.

En cuanto a las restricciones específicas se tiene lo siguiente:

<b>Subzona de Asentamientos Humanos Holbox</b>	
<b>Actividades no permitidas</b>	<b>Vinculación</b>
1. Destruir por cualquier medio o acción los sitios de alimentación, anidación, refugio o reproducción de las especies de vida silvestre	No es objeto del proyecto la destrucción de los ecosistemas de la isla. El desarrollo se plantea en un área determinada para el desarrollo urbano del centro de población. Se acata la disposición.
2. Alterar vestigios fósiles, arqueológicos o culturales	Para el sitio del proyecto no se tiene registro de vestigios fósiles, arqueológicos o culturales. No aplica.



<b>Subzona de Asentamientos Humanos Holbox</b>	
<b>Actividades no permitidas</b>	<b>Vinculación</b>
3. Apertura de bancos de material	No se pretende la apertura de un banco de material. No es el objeto del proyecto.
4. Establecer sitios de disposición final de residuos sólidos	No se pretende establecer un vertedero ni un espacio de disposición de residuos en el predio. El proyecto se trata de un desarrollo inmobiliario.
5. Establecimiento de campos de golf	No se pretende el establecimiento de un campo de golf. No es el objeto del proyecto.
6. Fragmentar el hábitat de anidación de tortugas o donde existan ecosistemas de manglares	El proyecto no se pretende en un área prístina en la que se tenga un macizo forestal continuo. Por el contrario, se tiene contemplado la realización de un proyecto inmobiliario en un predio ya incluido en la retícula urbana del centro de población. El proyecto no participa en la fragmentación del hábitat.
7. Dañar o apropiarse de cualquier sistema de boyeo, balizamiento o señalamiento	El proyecto no se pretende en la proximidad de las áreas boyadas o balizadas. Se acata la prohibición.
8. Desechar, abandonar, arrojar, descargar, disponer finalmente, enterrar o verter residuos de cualquier tipo de material, incluyendo contenedores, recipientes, envases, bolsas, utensilios o cualquier otro elemento contaminante	Esta prohibición es acatada por la promovente. El proyecto gestionará, en todas sus fases, sus residuos.
9. Interrumpir, dragar, rellenar, desecar o desviar los flujos hidrológicos o cuerpos de agua	El proyecto no implica la interrupción, dragado, relleno, desecación ni desviación de flujos de agua.
10. Introducir ejemplares o poblaciones exóticas incluyendo las invasoras, así como las especies que se tornen ferales tales como perros y gatos.	No se pretende la introducción de ejemplares ni poblaciones de especies exóticas. No se considera la liberación de perros o gatos que puedan tornarse ferales.
11. Introducir organismos genéticamente modificados	Se trata de un proyecto inmobiliario. No se considera ni se requiere del uso de especies genéticamente modificadas,
12. Introducir recipientes o envases desechables o no biodegradables, incluyendo PET y bolsas de plástico	La promovente se encuentra en la disposición de no introducir recipientes o envases desechables o no biodegradables, incluyendo PET y bolsas de plástico. Se acata la prohibición.
13. Modificar la línea de costa, la remoción o movimiento de dunas, así como rellenar, verter aguas residuales o talar zonas de manglares humedales	El proyecto no se pretende en la línea de costa por lo que su alcance, en ningún momento, puede asociarse su modificación; no se considera la remoción o movimiento de dunas, tala de manglares ni vertimiento de aguas residuales.

Subzona de Asentamientos Humanos Holbox	
Actividades no permitidas	Vinculación
14. Remover, rellenar, trasplantar o realizar cualquier obra o actividad que afecte la integridad del flujo hidrológico del manglar; del ecosistema, de su productividad natural; de las zonas de anidación, reproducción, refugio, alimentación; o bien de las interacciones entre el manglar, la duna, la zona marítima adyacente o que provoque cambios en las características y servicios ecológicos	Esta prohibición corresponde al artículo 60Ter de la ley General de Vida Silvestre. Se ratifica que el proyecto no conlleva, ni implica, ni requiere de la remoción, relleno, trasplante, poda o cualquier obra o actividad que afecte la integridad del flujo hidrológico del manglar.
15. Tránsito de mascotas y animales domésticos, sobre la zona federal marítimo terrestre y la zona intermareal	Esta es una prohibición que recae sobre aquellos propietarios de mascotas y otros animales domésticos. Se acta la disposición.
16. Tránsito de vehículos en las playas, salvo los necesarios para la administración, operación y vigilancia del Área de Protección de Flora y Fauna Yum Balam	Esta es una prohibición que recae sobre aquellos usuarios y propietarios de vehículos motorizados. Se acta la disposición.
17. Usar explosivos	No se requiere del uso de explosivos. Se acata la disposición.
18. Utilizar reflectores y lámparas dirigidos hacia la zona federal marítimo terrestre, salvo para actividades de inspección y vigilancia	El proyecto no se pretende en la línea de costa por lo que su iluminación no alcanzará la zona feeral marítimo terrestre.
19. Verter o descargar contaminantes en el suelo, subsuelo y cualquier clase de corriente o depósito de agua	Se acata la prohibición. Todos los residuos serán dispuestos conforme a la normativa y al plan de manejo específico que aquí se presenta.

### Las Reglas administrativas

#### CAPÍTULO I. DISPOSICIONES GENERALES

*Regla 1. Las presentes reglas administrativas son de observancia general, y obligatorias para todas aquellas personas físicas o morales que realicen obras o actividades dentro del Área de Protección de Flora y Fauna Yum Balam, ubicada en el Municipio de Lázaro Cárdenas, Estado de Quintana Roo, con una superficie de 154,052-25-00 hectáreas.*

#### **Vinculación**

El proyecto se vincula con el Programa de manejo en virtud de que se localiza en la zona urbana de la Isla. La promovente asume obediencia a las reglas administrativas

*Regla 2. La aplicación de las presentes reglas corresponde a la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, por conducto de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, sin perjuicio de las atribuciones que correspondan a otras dependencias del Ejecutivo Federal, de conformidad con las disposiciones jurídicas aplicables.*

#### **Vinculación**

La promovente está en conocimiento que la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, por conducto de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, es la entidad gestora en el ANP.

*Regla 3. Para efectos de lo previsto en las presentes reglas administrativas, además de las definiciones contenidas en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y su Reglamento en Materia de Áreas Naturales Protegidas, se entenderá por:....*

#### **Vinculación**

La promovente está en conocimiento de las definiciones establecidas en la presente regla.

*Regla 4. Los visitantes, prestadores de servicios turísticos y usuarios, en su caso, del APFF Yum Balam deberán cumplir con las presentes reglas administrativas, y tendrán las siguientes obligaciones:*

- I. Cubrir, en su caso, las cuotas establecidas en la Ley Federal de Derechos;*
- II. Hacer uso exclusivamente de las rutas o senderos interpretativos establecidos para recorrer el APFF Yum Balam;*
- III. Respetar las rutas, boyas, balizas, señalización y la subzonificación del APFF Yum Balam;*
- IV. Atender las observaciones y recomendaciones formuladas por la Dirección del Área Natural Protegida o de la PROFEPA, relativas a asegurar la protección y conservación de los ecosistemas de la misma;*
- V. Brindar el apoyo y las facilidades necesarias para que el personal de la CONANP y la PROFEPA realice labores de supervisión, inspección, vigilancia, protección y control, así como a cualquier otra autoridad competente en situaciones de emergencia o contingencia, y*
- VI. Hacer del conocimiento del personal de la Dirección del Área Natural Protegida o de la PROFEPA, las irregularidades que hubieren observado, durante su estancia en el área.*

#### **Vinculación**

La promovente está en conocimiento del alcance informativo de esta regla.

*Regla 5. La Dirección del Área Natural Protegida podrá solicitar a los visitantes o prestadores de servicios turísticos la información que a continuación se describe con la finalidad de hacer*

*recomendaciones en materia de residuos sólidos y protección de los elementos naturales existentes en el área, así como para obtener información que se utilice en materia de protección civil y protección al turista:*

- a. Descripción de las actividades a realizar;*
- b. Tiempo de estancia;*
- c. Lugares a visitar, y*
- d. Origen del visitante.*

#### **Vinculación**

La promovente está en conocimiento del alcance informativo y de observancia de esta regla.

*Regla 6. Las personas que ingresen al APFF Yum Balam deberán recoger y llevar consigo los residuos generados durante el desarrollo de sus actividades y depositarlos en los sitios destinados para tal efecto por las autoridades municipales.*

#### **Vinculación**

La promovente está en conocimiento del alcance informativo de esta regla. Los residuos de obra serán trasladados fuera de la isla y dispuestos de acuerdo con las disposiciones municipales. El manejo de los residuos sólidos municipales, producidos durante la fase operativa, serán gestionados de acuerdo con las directrices del programa de manejo y de las disposiciones municipales.

*Regla 7. Cualquier persona que realice actividades que requieran autorización dentro del APFF Yum Balam, está obligada a presentarla, cuantas veces le sea requerida, por la Dirección del Área Natural Protegida y la PROFEPA.*

#### **Vinculación**

La promovente está en conocimiento del alcance informativo y de observancia de esta regla.

*Regla 8. El uso, explotación y aprovechamiento de los recursos naturales que se pretenda realizar dentro del APFF Yum Balam, se sujetarán a su Decreto de creación, al presente instrumento y demás disposiciones jurídicas aplicables. Por lo que quienes pretendan realizar obras o actividades dentro de la misma, deberán contar, en su caso y previamente a su ejecución con la autorización en materia de impacto ambiental correspondiente.*

#### **Vinculación**

La promovente está en conocimiento del alcance informativo y de observancia de esta regla por lo que presenta esta Manifestación de Impacto Ambiental.

*Regla 9. Cada hotel es responsable de hacer la separación correcta de sus residuos, debiendo almacenarlos en su predio por no más de una semana. Posteriormente deberán ser retirados del APFF Yum Balam a sitios de transferencia destinados por la autoridad competente.*

#### **Vinculación**

Si bien el desarrollo propuesto no es un hotel, se acata la disposición.

### **CAPÍTULO II. DE LOS PERMISOS, AUTORIZACIONES, CONCESIONES Y AVISOS**

*Regla 10. Se requerirá autorización por parte de la SEMARNAT, por conducto de la CONANP, para la realización de las siguientes actividades:*

- I. Actividades turístico-recreativas dentro de áreas naturales protegidas, en todas sus modalidades;*
- II. Filmaciones, actividades de fotografía, captura de imágenes o sonidos con fines comerciales en áreas naturales protegidas, y*
- III. Actividades comerciales dentro de áreas naturales protegidas.*

#### **Vinculación**

La promovente comprende el alcance de la regla. No obstante, no es vinculante ya que el proyecto no considera la realización de actividades turístico-recreativas, filmaciones ni fotografía o captura de imágenes o sonidos con fines comerciales ni actividades comerciales.

*Regla 11. La vigencia de las autorizaciones señaladas en la Regla anterior será:*

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

#### **Vinculación**

No es vinculante ya que el proyecto no considera la realización de actividades turístico-recreativas, filmaciones ni fotografía o captura de imágenes o sonidos con fines comerciales ni actividades comerciales.

*Regla 12. El periodo de recepción de solicitudes para la realización de actividades turístico-recreativas dentro de áreas naturales protegidas, en todas sus modalidades, comprenderá de los meses de abril a septiembre de cada año.*

*Regla 13. Las autorizaciones emitidas por la SEMARNAT, por conducto de la CONANP, para la realización de actividades turístico-recreativas y actividades comerciales dentro del APFF Yum Balam, podrán ser prorrogadas por el mismo periodo por el que fueron otorgadas, conforme a las disposiciones jurídicas aplicables.*

### **Vinculación**

No es vinculante ya que el proyecto no considera la realización de actividades turístico-recreativas.

*Regla 14. Para realizar las siguientes actividades se deberá presentar previamente un aviso acompañado con el proyecto correspondiente, a la Dirección del Área Natural Protegida:*

*I. Investigación sin colecta o manipulación de ejemplares de especies no consideradas en riesgo;*

*II. Educación ambiental que no implica ninguna actividad extractiva dentro del área natural protegida;*

*III. Monitoreo sin colecta o manipulación de especímenes de especies no consideradas en riesgo;*

*IV. Filmaciones, actividades de fotografía, la captura de imágenes o sonidos por cualquier medio, con fines científicos, culturales o educativos, que requieran de equipos compuestos por más de un técnico especializado como apoyo a la persona que opera el equipo principal, e*

*V. Investigación con colecta o manipulación de ejemplares de flora y fauna silvestre. Independientemente del aviso a que se refiere la presente fracción, el interesado deberá contar con la autorización correspondiente en términos de la Ley General de Vida Silvestre.*

### **Vinculación**

No es vinculante ya que el proyecto no considera la realización de investigación, colecta o manipulación de ejemplares de especies de flora y fauna silvestres, educación ambiental, monitoreo de especies, filmaciones, actividades de fotografía, captura de imágenes o sonidos.

*Regla 15. Se requerirá la autorización emitida por SEMARNAT, a través de sus distintas Unidades Administrativas, para la realización de las siguientes actividades, de conformidad con las disposiciones legales aplicables:*



- I. Aprovechamiento de recursos forestales maderables en terrenos forestales o preferentemente forestales;*
- II. Aprovechamiento de recursos forestales no maderables;*
- III. Aprovechamiento extractivo de ejemplares, partes y derivados de la vida silvestre;*
- IV. Aprovechamiento no extractivo de vida silvestre;*
- V. Aprovechamiento para fines de subsistencia (vida silvestre);*
- VI. Colecta de recursos biológicos forestales;*
- VII. Colecta de ejemplares, partes y derivados de vida silvestre con fines de investigación científica y propósitos de enseñanza, en todas sus modalidades;*
- VIII. Manejo, control y remediación de problemas asociados a ejemplares y poblaciones que se tornen perjudiciales, dentro de UMA;*
- IX. Obras y actividades que requieren de presentación de una manifestación de impacto ambiental;*
- X. Cambio de uso de suelo en terrenos forestales, y*
- XI. Registro de Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre.*

#### **Vinculación**

Es vinculante ya que el proyecto implica la realización de obras y actividades que requieren de presentación de una manifestación de impacto ambiental misma que corresponde a este documento técnico jurídico.

*Regla 16. Los interesados en realizar actividades productivas vinculadas a la pesca comercial y deportivo-recreativa deberán contar con el permiso correspondiente emitido por la SAGARPA y, en su caso, con la autorización de la SEMARNAT de acuerdo al Artículo 88, Fracción VI del Reglamento de la LGEEPA en Materia de Áreas Naturales Protegidas.*

#### **Vinculación**

No es aplicable ni vinculante porque la promovente no pretende realizar pesca comercial ni deportivo-recreativa.

*Regla 17. Se requerirá de concesión o permiso por parte de la SEMARNAT para el uso, aprovechamiento o realización de obras e instalaciones en la superficie de la Zona Federal Marítimo Terrestre.*

### **Vinculación**

No es aplicable ni vinculante porque la promovente no pretende realizar el uso, aprovechamiento ni la realización de obras o actividades en la Zona Federal Marítimo Terrestre.

*Regla 18. Se requerirá de concesión del Ejecutivo Federal, a través de la Comisión Nacional del Agua para la realización de las siguientes actividades:*

*I. Aprovechamiento de aguas superficiales, y*

*II. Aprovechamiento de aguas subterráneas, conforme a lo previsto por los artículos 18, primer párrafo y 42, fracción I de la Ley de Aguas Nacionales.*

### **Vinculación**

No es vinculante ya que la promovente no solicita ni requiere del aprovechamiento de aguas superficiales ni subterráneas en términos de los artículos 18, primer párrafo y 42, fracción I de la Ley de Aguas Nacionales. El proyecto recibirá agua a través de la red existente operada por CAPAQR.

*Regla 19. En caso de vertimientos en el mar, se deberá contar con la autorización de la SEMAR y para construir y usar muelles, embarcaderos y atracaderos, se requiere obtener permiso de la SCT.*

### **Vinculación**

No es vinculante ya que la promovente no solicita ni requiere realizar obras marítimas.

*Regla 20. Para la obtención de las autorizaciones y prórrogas a que se refiere el presente capítulo, el interesado deberá cumplir con los términos y requisitos establecidos en las disposiciones legales y reglamentarias aplicables, y podrá consultar el Catálogo Nacional de Regulaciones, Trámites y Servicios a cargo de la Comisión Nacional de Mejora Regulatoria.*

### **Vinculación**

Es una regla de observancia, la promovente se da por enterada.

El siguiente grupo de reglas es específico para las actividades turístico recreativas y se revisan, en el ámbito de este documento y su alcance, como un conjunto que no es vinculante al proyecto que nos ocupa.

## **CAPÍTULO III. DE LAS ACTIVIDADES TURÍSTICO-RECREATIVAS**

*Regla 21. Los prestadores de servicios turísticos que pretendan desarrollar actividades turísticas dentro del APFF Yum Balam deberán cerciorarse de que su personal y los visitantes que contraten sus servicios, cumplan con lo establecido en las presentes Reglas y, en la realización de sus actividades serán sujetos de responsabilidad en los términos que establezcan las disposiciones jurídicas que resulten aplicables.*

*La Dirección del Área Natural Protegida no se hará responsable por los daños que sufran los visitantes o usuarios en sus bienes, equipos o integridad física, ni de aquellos causados a terceros, durante la realización de sus actividades dentro de la misma.*

*Asimismo, los prestadores de servicios turísticos serán responsables de que las personas que contraten sus servicios se lleven consigo los residuos generados, o en su caso, el prestador se hará responsable de su disposición final fuera del área natural protegida.*

*Regla 22. Los prestadores de servicios turísticos deberán contar con un seguro de responsabilidad civil y de daños a terceros, con la finalidad de responder a cualquier daño o perjuicio que sufran en su persona o en sus bienes los visitantes, así como de los que sufran los vehículos y equipo, o aquellos causados a terceros durante su estancia y desarrollo de actividades en el APFF Yum Balam.*

*Regla 23. El uso turístico y recreativo dentro del APFF Yum Balam se llevará a cabo bajo los criterios establecidos en el presente Programa de Manejo y siempre que:*

- I. No se provoque una afectación significativa a los ecosistemas;*
- II. Promueva la educación ambiental;*
- III. Preferentemente tengan un beneficio directo para los pobladores locales;*
- IV. La infraestructura requerida sea acorde con el entorno natural del APFF Yum Balam, y*
- V. Se respeten los caminos y rutas de navegación y se atiendan los límites de velocidad, así como estacionar o fondear los vehículos en los lugares establecidos para tal efecto.*

*Regla 24. Los prestadores de servicios turísticos deberán designar un guía por cada grupo de visitantes, de preferencia locales, quien será responsable del comportamiento del grupo y quien deberá contar con conocimientos básicos sobre la importancia y conservación del APFF Yum Balam y cumplir con lo establecido por las siguientes Normas Oficiales Mexicanas y sus actualizaciones, según corresponda:*

- I. NOM-08-TUR-2002, Que establece los elementos a que deben sujetarse los guías generales y especializados en temas o localidades específicas de carácter cultural;*
- II. NOM-09-TUR-2002, Que establece los elementos a que deben sujetarse los guías especializados en actividades específicas;*
- III. NOM-011-TUR-2001, Requisitos de seguridad, información y operación que deben cumplir los prestadores de servicios de turismo de aventura, y*

*IV. NOM-012-TUR-2016, Para la prestación de servicios turísticos de buceo.*

*Regla 25. Dentro del APFF Yum Balam los prestadores de servicios turísticos deberán realizar sus actividades en los términos previstos en la autorización correspondiente, informar a los turistas que están ingresando a un área natural protegida, en la cual se desarrollan acciones para la conservación de la biodiversidad y en general de los recursos naturales, así como hacer de su conocimiento la importancia de su conservación y la normatividad que deberán cumplir durante su estancia.*

*Regla 26. Las embarcaciones destinadas a los servicios turísticos de buceo, deben contar con los elementos y equipo de seguridad señalados a continuación: un botiquín de primeros auxilios, equipo de oxigenoterapia, agua potable suficiente, boyas y banderas que indiquen los sitios de buceo al público.*

*Regla 27. Durante las actividades de buceo, no se deberán emplear cuchillos, navajas, lámparas, "bang sticks", ballestas, arpones, pistolas con arpón, o cualquier otro dispositivo, arma o artefacto que pueda causar un daño a la fauna del APFF Yum Balam.*

*Regla 28. La realización de actividades de buceo libre y autónomo dentro del APFF Yum Balam, se sujetará a lo siguiente:*

- I. Únicamente el guía de buceo podrá portar cuchillo;*
- II. Queda prohibido el uso de guantes;*
- III. No se permite tocar a los corales y/o a la biota asociada;*
- IV. Para realizar buceo autónomo es obligatoria la supervisión de un instructor de buceo acreditado;*
- V. Las embarcaciones deberán estar sujetas a las boyas de amarre, bajo la responsabilidad de la tripulación;*
- VI. El número máximo permitido de buzos por instructor de buceo autónomo es de 8, y*
- VII. Se deberá mantener una distancia no menor de 2 metros de las formaciones coralinas.*

*Regla 29. Para seguridad de los turistas y de los ejemplares de tiburón ballena, la actividad de observación sólo podrá realizarse mediante embarcaciones menores y cubriendo las especificaciones que señalen las autoridades portuarias; asimismo, deberán operar en condiciones óptimas mecánicas y de seguridad en la navegación. La actividad deberá realizarse de conformidad con los términos y condicionantes establecidos en la autorización correspondiente otorgada por la autoridad ambiental.*

*Regla 30. Con la finalidad de conservar y evitar la perturbación de los especímenes de tiburón ballena, especie considerada a nivel internacional como vulnerable, las actividades*

*de observación y nado con dicha especie dentro del APFF Yum Balam, se sujetarán a lo siguiente:*

- I. Se podrán realizar las actividades solamente media hora después de la salida del sol y hasta las 14:00 horas;*
- II. La velocidad máxima de desplazamiento de las embarcaciones en el área de agregación del tiburón ballena será menor a 3 nudos o sin levantar oleaje;*
- III. El acercamiento de la embarcación al tiburón ballena deberá realizarse por detrás y paralelo a éste, a una distancia no menor al largo de la eslora de la embarcación. En ningún caso se deberá obstruir el paso del animal;*
- IV. El capitán de la embarcación deberá apagar o mantener en neutral el motor para permitir a los turistas que desciendan y se acerquen nadando al ejemplar;*
- V. Para realizar la actividad, los nadadores o buzos, deberán ser acompañados por un guía acreditado;*
- VI. Los guías se asegurarán de que los turistas conozcan las reglas y las características sobre la especie y su hábitat, previo al nado con el tiburón ballena;*
- VII. Se permite un máximo de 2 turistas acompañados de un guía, por ejemplar, al mismo tiempo en el agua;*
- VIII. Es obligatoria la utilización de chalecos salvavidas o traje de neopreno para todos los usuarios;*
- IX. No está permitido el contacto físico con el ejemplar; los nadadores o buzos se mantendrán a una distancia mayor a 2 metros de éste;*
- X. Los nadadores deberán deslizarse de la embarcación y procurar no hacer ruido cuando entren al agua, y*
- XI. Sólo podrá permanecer una embarcación por ejemplar de tiburón ballena. Cualquier otra embarcación que desee observar al tiburón ballena, deberá esperar a que la primera termine con sus actividades, otorgándole un plazo de 30 minutos y esperando a una distancia de 50 metros, o si ambas embarcaciones lo acuerdan, podrán alternarse en la realización de la actividad con el ejemplar, manteniendo la relación de sólo 2 turistas y un guía en el agua acompañando al tiburón.*

*Regla 31. Durante la realización de actividades de observación y nado con tiburón ballena queda prohibido:*

- I. Tocar, montar y/o restringir el comportamiento o movimiento normal del tiburón ballena;*
- II. Tomar fotografías con flash;*
- III. Utilizar motores de propulsión para nadar cerca del tiburón ballena;*
- IV. Acosar o dañar de cualquier forma a los tiburones ballena;*
- V. Colectar, capturar, cazar, retener o apropiarse del tiburón ballena;*

*VI. El uso de equipo extra por los permisionarios, nadadores o buzos, con la finalidad de seguir a los tiburones, tales como scooters, lanchas rápidas o dinguis o equipo SCUBA, y VII. Realizar actividades de pesca de especies asociadas con el ejemplar sujeto de observación.*

*Regla 32. De acuerdo al "Estudio de capacidad de carga de la actividad turístico recreativa de Observación y nado con Tiburón Ballena (*Rhincodon typus*) en la Reserva de la Biosfera Tiburón Ballena y en el Área de Protección de Flora y Fauna Yum Balam y sus zonas de influencia", el número máximo de embarcaciones que podrán realizar recorridos turísticos al día dentro del área natural protegida será 160, con un número máximo de 1,350 visitantes diarios.*

*Regla 33. Durante las actividades de nado con equipo de flotación en la zona de corales y rocas el responsable de la embarcación se ajustará a lo siguiente:*

- I. Realizar la actividad cuando el viento no sobrepase los 25 km/hr;*
- II. La actividad únicamente se realizará con fines de observación y nado;*
- III. Seguir, en su caso, los senderos interpretativos diseñados y colocados para tal fin;*
- IV. La utilización de chalecos salvavidas será obligatorio para todos los usuarios; chaleco o traje de neopreno mayor a 4 mm para el caso de los guías o conductor de grupos, no se podrá usar en sustitución el flotador de cintura;*
- V. Mantener una distancia mínima de 3 metros de las formaciones coralinas;*
- VI. Solo se permitirá un máximo de 4 usuarios por cada guía o conductor de grupo en el agua;*
- VII. Queda prohibido pisar, romper o tocar los corales con las manos o aletas;*
- VIII. Durante las actividades en el agua, no se deberán emplear guantes, cuchillos, navajas, lámparas, "bang sticks", ballestas, arpones, pistolas con arpón o cualquier otro dispositivo, arma o artefacto que pueda causar un daño a la fauna;*
- IX. Queda prohibido remover o extraer cualquier objeto y organismo vivo o muerto, y*
- X. No se permite ningún tipo de pesca.*

*Regla 34. Con la finalidad de mantener los valores naturales de los sitios de anidación y reproducción de aves silvestres e impedir cualquier perturbación que modifique sus hábitos dentro de Yum Balam, la observación de las mismas se sujetará a lo siguiente:*

- I. La observación de aves sólo puede realizarse durante el día;*
- II. Los visitantes y prestadores de servicios no podrán acercarse a menos de 30 metros del sitio o de los árboles utilizados por las aves;*



*III. Cuando la observación se lleve a cabo desde embarcaciones los visitantes y prestadores de servicios no podrán descender de las mismas, a menos que el sitio tenga muelle o torre de observación de aves;*

*IV. Los visitantes y prestadores de servicios no podrán acercarse a menos de 50 metros de las colonias flamencos;*

*V. El acercamiento hasta las distancias establecidas en las fracciones II y IV de la presente Regla tiene que realizarse a paso lento, sin hacer movimientos bruscos o emitir sonidos que puedan perturbar a las aves, tampoco podrán arrojar objetos y en el caso de embarcaciones éstas deberán permanecer con el motor apagado durante el tiempo de observación;*

*VI. Los visitantes y prestadores de servicios no podrán capturar algún ejemplar de aves o sus crías, y*

*VII. En ningún caso se realizará la observación de aves desde vehículos aéreos.*

*Regla 35. Con la finalidad de mantener los valores naturales de los sitios de anidación y reproducción de aves silvestres e impedir cualquier perturbación que modifique sus hábitos dentro del APFF Yum Balam, se prohíbe la realización de sobrevuelos a una altitud menor de los 500 metros.*

*Regla 36. Durante la observación de cocodrilos dentro del polígono del APFF Yum Balam, los prestadores de servicios autorizados se sujetarán a las siguientes prohibiciones:*

*I. No acercarse a menos de 10 metros del cocodrilo;*

*II. No realizar movimientos bruscos o arrojar objetos que provoquen el movimiento de los cocodrilos, y*

*III. No tocar o capturar algún ejemplar de cocodrilo o de sus crías.*

*Durante la observación nocturna de cocodrilos, además se deberá evitar:*

*I. La utilización de equipos de alumbrado de alto poder.*

*Regla 37. Durante la realización de actividades de pesca deportivo-recreativa, se deberá observar la Norma Oficial Mexicana NOM-017-PESC-1994, Para regular las actividades de pesca deportiva recreativa en las aguas de jurisdicción federal de los Estados Unidos Mexicanos y demás disposiciones legales aplicables.*

### **Vinculación**

El conjunto de reglas que va de la 21 a la 37 determina las posibilidades y restricciones relativas a la prestación de los servicios turísticos. Se estima que no son vinculantes a la preparación de sitio, construcción y operación del proyecto inmobiliario que se analiza.

*Regla 38. Los visitantes que deseen ingresar al APFF Yum Balam, con el fin de desarrollar actividades recreativas, podrán como una opción para el mejor desarrollo de dichas actividades, contratar los servicios de guías locales de las comunidades asentadas en el área, quienes fungirán como responsables y asesores de los grupos.*

#### **Vinculación**

Es una regla de observancia que es comprendida y acatada por la promovente.

*Regla 39. Los visitantes deberán cumplir con las Reglas contenidas en el presente instrumento y tendrán las siguientes obligaciones:*

- I. No dejar materiales que impliquen riesgo de incendios para el APFF Yum Balam;*
- II. No alterar el orden y condiciones del sitio que visitan (disturbios auditivos, molestar, remover, extraer, retener, coleccionar, destruir, alterar o apropiarse de vida silvestre y sus productos, apropiarse de fósiles o piezas arqueológicas, ni alterar los sitios con valor histórico y cultural), y*
- III. El embarque y desembarque se realizará únicamente en los muelles o instalaciones construidas para tal fin.*

#### **Vinculación**

Es una regla de observancia que es comprendida y acatada por la promovente.

*Regla 40. Los vehículos de los visitantes deberán transitar exclusivamente por las rutas y senderos existentes, siempre que no se provoquen perturbaciones a la fauna silvestre, así como estacionarse exclusivamente en los lugares destinados para tal efecto.*

#### **Vinculación**

Es una regla de observancia que es comprendida y acatada por la promovente.

*Regla 41. Las fogatas podrán realizarse únicamente en aquellas subzonas donde no estén prohibidas y utilizando madera muerta o leña recolectada. Cualquier usuario que encienda alguna fogata deberá seguir el procedimiento y las medidas siguientes:*

- I. Elegir un área que se encuentre libre de vegetación para evitar que el fuego pueda propagarse tanto en el plano horizontal como en el vertical;*
- II. Limpiar el lugar donde se hará la fogata hasta el suelo mineral, en un radio no menor a un metro;*
- III. Colocar piedras para evitar que la leña pueda rodar y alcanzar vegetación circundante y la posibilidad de iniciar un incendio;*
- IV. Cuando se deje de usar la fogata se deberá apagar completamente, y*

V. Cuando a pesar de la adopción de las anteriores medidas el fuego se propague a la vegetación forestal, se deberá recurrir al auxilio de la Dirección del Área Natural Protegida y autoridades competentes, para detener el avance del incendio y extinguirlo.

### **Vinculación**

Es una regla de observancia que es comprendida y acatada por la promovente.

El siguiente grupo de reglas es específico para la investigación científica que no es objeto de la promovente ni del proyecto.

### **CAPÍTULO V. DE LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA**

*Regla 42. Todo investigador que ingrese al APFF Yum Balam con el propósito de realizar colecta con fines científicos deberá notificar a la Dirección del Área Natural Protegida sobre el inicio de sus actividades, de conformidad con lo establecido en la fracción V de la Regla 14, adjuntando una copia de la autorización con la que se cuente. Asimismo, deberá informar del término de sus actividades y hacer llegar a la Dirección del Área Natural Protegida una copia de los informes exigidos en dicha autorización.*

*Regla 43. Quienes realicen actividades de colecta científica dentro del APFF Yum Balam, deberán destinar al menos un duplicado del material biológico colectado a instituciones o colecciones científicas mexicanas, en términos de lo establecido por la Ley General de Vida Silvestre.*

*Regla 44. Para el desarrollo de colecta e investigación científica en el APFF Yum Balam, los investigadores deberán sujetarse a los lineamientos y condicionantes establecidos en la autorización respectiva, así como a lo previsto en la Norma Oficial Mexicana NOM-126-SEMARNAT-2000, Por la que se establecen las especificaciones para la realización de actividades de colecta científica de material biológico de especies de flora y fauna silvestres y otros recursos biológicos en el territorio nacional y demás disposiciones legales aplicables.*

*Regla 45. Los investigadores que como parte de su trabajo requieran extraer del APFF Yum Balam, ejemplares de flora, fauna, fósiles, rocas o minerales, deberán contar con la autorización por parte de las autoridades correspondientes, de acuerdo a la legislación aplicable en la materia.*

*Regla 46. La colecta científica, tanto de vida silvestre como de recursos biológicos forestales podrá realizarse previo consentimiento expreso e informado del propietario o poseedor legítimo del sitio donde se pretenda realizar, con apego a las disposiciones jurídicas correspondientes.*

*Regla 47. En el caso de organismos capturados incidentalmente, éstos deberán ser liberados en el sitio de la captura.*

### **Vinculación**

El conjunto de reglas que va de la 42 a la 47 determina las posibilidades y restricciones relativas a la colecta científica. No son vinculantes a la preparación de sitio, construcción y operación del proyecto inmobiliario que se analiza. El proyecto conlleva, como medida de protección, la captura y la liberación de la fauna que pudiera ser afectada durante las fases del proyecto la cual no corresponde a la colecta científica.

## **CAPÍTULO VI. DE LAS EMBARCACIONES**

El siguiente grupo de reglas es específico para las embarcaciones mismas que no posee la promovente ni se relacionan con del proyecto.

*Regla 48. Las embarcaciones que ingresen al APFF Yum Balam deben funcionar en óptimas condiciones mecánicas y de seguridad, así como cumplir con las disposiciones de la SCT, conforme a lo indicado en el Certificado Nacional de Seguridad Marítima correspondiente. Tratándose de embarcaciones extranjeras éstas deben cumplir con las disposiciones legales aplicables en la materia.*

*Regla 49. En los canales, áreas de anidación de aves acuáticas y áreas de buceo, la velocidad máxima será de 3 nudos, o aquella que reduzca al mínimo los efectos del oleaje sobre la orilla y no provoque suspensión de sedimentos del fondo.*

*Regla 50. No podrán realizarse actividades de limpieza de las embarcaciones, así como reparaciones en los cuerpos de agua.*

*Regla 51. La navegación deberá realizarse fuera de los sitios donde existan estructuras arrecifales. Cualquier embarcación que encalle en los arrecifes deberá ser reportada a la Dirección del Área Natural Protegida, PROFEPA o SEMAR, para que se determine la forma en que será rescatada causando el menor daño a las formaciones arrecifales atendiendo a los lineamientos y disposiciones jurídicas en la materia.*

*Regla 52. En caso de la reparación de motores u otros equipos que puedan tener como consecuencia derrame de combustibles o aceites, deberá evitarse el vertimiento de los mismos en los cuerpos de agua del APFF Yum Balam, a fin de prevenir daño a los ecosistemas.*

*Regla 53. Los dueños o poseedores de embarcaciones y los prestadores de servicios que circulen dentro del polígono del APFF Yum Balam, instrumentarán a bordo de sus*

*embarcaciones el uso de trampas para grasas u otros mecanismos similares, para evitar que las aguas de las sentinas se mezclen con los combustibles, grasas y aceites y sean vertidas en el área.*

*Regla 54. Las embarcaciones que posean servicio de sanitarios, deberán contar con contenedores para aguas residuales. Es responsabilidad de los prestadores de servicios descargar las aguas residuales y desperdicios orgánicos de comida, en los sitios que para tal efecto destinen las autoridades competentes.*

*Regla 55. El anclaje sólo se permitirá en fondo arenoso y la embarcación deberá quedar fija al fondo para evitar el garreo de la misma; bajo ninguna circunstancia en áreas de arrecifes, de acuerdo con las actividades permitidas para cada subzona.*

*En la subzona de Aprovechamiento Sustentable de los Recursos Naturales Arrecife Los Cuevones las embarcaciones no podrán anclarse, debiéndose amarrar en las boyas establecidas para tal fin.*

#### **Vinculación**

El conjunto de reglas que va de la 48 a la 55 determina las posibilidades y restricciones relativas a la navegación y uso de embarcaciones. No son vinculantes a la preparación de sitio, construcción y operación del proyecto inmobiliario que se analiza.

### **CAPÍTULO VII. DE LOS USOS Y APROVECHAMIENTOS**

*Regla 56. La extracción de látex o chicle del zapote o chicozapote (Manilkara zapota) podrá realizarse por las comunidades locales o con su participación y que sean estrictamente compatibles con los objetivos, criterios y programas de aprovechamiento sustentable.*

#### **Vinculación**

La extracción de látex no es objeto del proyecto. No es vinculante.

*Regla 57. El aprovechamiento de subsistencia en el APFF Yum Balam se podrá llevar a cabo por los pobladores de dicha área natural protegida, siempre y cuando no se ocasionen daños permanentes a los individuos o poblaciones, de conformidad con las disposiciones legales aplicables.*

#### **Vinculación**

Los aprovechamientos de subsistencia no son objeto del proyecto. No es vinculante.

*Regla 58. Las actividades pesqueras sólo se podrán realizar en las subzonas establecidas para tal efecto y sobre las especies y con las artes de pesca autorizadas en los permisos o concesiones correspondientes.*

#### **Vinculación**

Las actividades pesqueras no son objeto del proyecto. No es vinculante.

*Regla 59. La pesca de consumo doméstico sólo podrá efectuarse mediante líneas manuales.*

#### **Vinculación**

La pesca de consumo doméstico o autoconsumo no son objeto del proyecto. No es vinculante.

*Regla 60. La acuacultura sólo podrá realizarse con especies autóctonas (locales).*

#### **Vinculación**

La propuesta que se analiza corresponde a un desarrollo inmobiliario. No se pretende la acuacultura. No es vinculante.

*Regla 61. Cualquier obra o actividad que pretenda realizarse dentro de las áreas de manglar estará sujeto a lo previsto en el artículo 60 TER de la Ley General de Vida Silvestre, y demás disposiciones legales y reglamentarias aplicables.*

#### **Vinculación**

El proyecto no conlleva, ni implica, ni requiere de la remoción, relleno, trasplante, poda o cualquier obra o actividad que afecte la integralidad del flujo hidrológico del manglar. Se desplantará primordialmente sobre pilotes lo que representa una superficie mínima de contacto con el suelo que será de 192.27 m<sup>2</sup> o el 18.0 % del predio.

*Regla 62. La emisión de aguas residuales y sistema de alcantarillado deberá cumplir con los lineamientos previstos en la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEMARNAT-1996, Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales, y demás disposiciones legales aplicables.*

#### **Vinculación**

El proyecto pretende una planta de tratamiento de aguas residuales de altas especificaciones que garantiza el cumplimiento de la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEMARNAT-1996.



*Regla 63. Cualquier reforestación o repoblación de fauna se realizará exclusivamente con especies nativas de la región.*

#### **Vinculación**

El proyecto pretende la reforestación usando especies locales en una superficie de 327.10 m<sup>2</sup> que es el 30.63% de la propiedad.

*Regla 64. Durante la época de arribo, desove y eclosión de tortugas marinas, se deberá:*

- 1. Evitar la iluminación directa hacia la playa;*
- 2. Prohibir el acceso de fauna doméstica en el área de desove;*
- 3. Restringir el tránsito, durante la noche, de vehículos y lanchas, y*
- 4. Utilizar preferentemente alumbrado de longitud de onda corta (luz ámbar).*

#### **Vinculación**

El proyecto no incide en la zona costera. Su iluminación no alcanzará la línea de costa.

*Regla 65. La construcción de infraestructura, así como la ejecución de cualquier obra pública o privada solo podrá realizarse en las subzonas permitidas para tales efectos, previa autorización en materia de impacto ambiental. Dichas obras o infraestructura deberán ser acordes con el entorno natural del APFF Yum Balam, empleando preferentemente ecotecnias y materiales tradicionales de construcción propios de la región que respeten la fragilidad de los ecosistemas de que se trate, así como diseños que no destruyan ni modifiquen sustancialmente el paisaje ni la vegetación.*

#### **Vinculación**

El proyecto se pretende en un predio de propiedad privada que se encuentra dentro de la subzona de Asentamientos Humanos Holbox por lo que se asume que se da cabal cumplimiento a esta regla al someter a evaluación la propuesta de desarrollo.

### **CAPÍTULO VIII. DEL MANTENIMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA**

*Regla 66. En el APFF Yum Balam, sólo se permitirá el mantenimiento de infraestructura, en las subzonas en las cuales dicha actividad se encuentre expresamente permitida.*

*El mantenimiento de la infraestructura en el APFF Yum Balam podrá incluir las obras y actividades necesarias para su adecuado funcionamiento de acuerdo con los fines a los cuales está destinada.*

#### **Vinculación**

Es vinculante. De acuerdo con la regla 66 está permitido el futuro mantenimiento del desarrollo inmobiliario ya que éste al realizarse, estará en de la subzona de Asentamientos Humanos Holbox.

*Regla 67. Durante la realización de los trabajos de mantenimiento de la infraestructura en las subzonas del APFF Yum Balam en las cuales expresamente se permite, se deberán observar las siguientes disposiciones:*

*I. Tratándose de los caminos en el APFF Yum Balam:*

*Las obras o actividades para dar mantenimiento a los caminos existentes no deberán implicar su ampliación, recubrimiento o pavimentación, con excepción de la subzona de asentamiento humano Chiquilá, en su caso;*

*b. Durante la realización de los trabajos para dar mantenimiento a los caminos deberá respetarse el paisaje y entorno natural, evitando en todo caso la fragmentación de los ecosistemas del APFF Yum Balam, incluyendo los sitios de anidación, reproducción, refugio y alimentación de las especies de vida silvestre, así como los corredores biológicos por los cuales transitan;*

*c. Las actividades y obras para dar mantenimiento a los caminos y las vialidades existentes en el APFF Yum Balam deberán evitar la desecación, el dragado o relleno de los cuerpos de agua temporales y permanentes, así como la obstaculización, el desvío, o la interrupción de los cauces y las corrientes de agua permanentes o intermitentes, y*

*d. Los materiales empleados para las obras y acciones de mantenimiento de los caminos en el APFF Yum Balam deberán preservar o reestablecer la permeabilidad del suelo y no alterar los flujos hidrológicos, así como utilizarse aquellos que representen una mayor eficiencia y menor impacto ambiental.*

### **Vinculación**

El proyecto no implica obras o actividades para dar mantenimiento a los caminos existentes. No es vinculante.

*II. Tratándose de las actividades y obras para dar mantenimiento a la infraestructura destinada a la investigación científica, el monitoreo del ambiente, la operación del Área de Protección de Flora y Fauna, el turismo de bajo impacto ambiental, y el apoyo a las actividades productivas, y cualquier otra permitida en las subzonas correspondientes, se deberán observar las siguientes disposiciones:*

*a. Las obras y acciones de mantenimiento deberán preservar el paisaje y entorno natural de la subzona en la cual se realicen, evitando en todo caso la fragmentación de los ecosistemas del APFF Yum Balam, incluyendo los sitios de anidación, reproducción, refugio y alimentación de las especies de vida silvestre, así como la interrupción de los corredores biológicos por los cuales transitan;*

#### **Vinculación**

Las actividades de mantenimiento que en su momento se realicen ocurrirán exclusivamente dentro del polígono de la propiedad por lo que se elimina la posibilidad de que estas afecten el paisaje o fragmenten ecosistemas.

*b. Las obras y actividades de mantenimiento de la infraestructura deberán realizarse utilizando exclusivamente los caminos existentes en el APFF Yum Balam, sin abrir nuevas brechas o rutas para el transporte de materiales o el tránsito de personas o vehículos;*

#### **Vinculación**

Las actividades de mantenimiento que en su momento se realicen ocurrirán exclusivamente dentro del polígono de la propiedad. Ya existen vialidades para su acceso por lo que se elimina la posibilidad de abrir brechas o rutas.

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

#### **Vinculación**

Las actividades de mantenimiento que en su momento se realicen ocurrirán exclusivamente dentro del polígono de la propiedad y sobre construcciones ya realizadas por lo que se elimina la posibilidad de obstaculizar la infiltración del agua al subsuelo, no se incide sobre cuerpos de agua temporales o permanentes porque estos no existen en el predio.

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

#### **Vinculación**

Las actividades de mantenimiento que en su momento se realicen ocurrirán exclusivamente dentro del polígono de la propiedad y sobre construcciones ya realizadas por lo que se

preservará la permeabilidad del predio manteniendo 875.79 m<sup>2</sup> o el 82.00% de la propiedad con suelo nativo que es la propuesta de ocupación pretendida.

*e. Las tecnologías utilizadas para dar mantenimiento a la infraestructura en el APFF Yum Balam deberán promover la mayor eficiencia y el menor impacto ambiental, así como la autosuficiencia en la generación y provisión de recursos naturales como la captación de agua de lluvia y la generación de energía solar;*

#### **Vinculación**

El proyecto considera la instalación de paneles solares y la captación de agua pluvial por lo que se parte del principio de eficiencia y el menor impacto ambiental.

*f. Durante el mantenimiento de la infraestructura deberá evitarse en todo momento depositar residuos de cualquier tipo en los cuerpos de agua en el APFF Yum Balam, y*

#### **Vinculación**

La especificación es de observancia y es acatada plenamente por la promovente.

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

#### **Vinculación**

La especificación es de observancia y es acatada plenamente por la promovente.

### **CAPÍTULO IX. DEL DESARROLLO Y LA CONSTRUCCIÓN DE INFRAESTRUCTURA**

*Regla 68. En el APFF Yum Balam, sólo se permitirá el desarrollo y la construcción de infraestructura en las subzonas en las cuales dicha actividad se encuentre expresamente permitida.*

*La construcción, operación y funcionamiento de las obras de infraestructura que expresamente se permitan en las subzonas delimitadas en el presente Programa de Manejo deberán limitarse permanentemente a los fines, usos y destinos para los cuales fueron desarrolladas.*

#### **Vinculación**

El proyecto se pretende en la subzona de Asentamientos Humanos Holbox lo que es concordante con la presente regla. Es un desarrollo de departamentos por lo que no puede ser destinado a otro fin.

*Regla 69. La construcción de redes subterráneas de distribución de energía eléctrica, agua potable, drenaje y gas en la Subzona de Aprovechamiento Sustentable de los Recursos Naturales Isla Grande, se podrá realizar solamente en un camino de un máximo de ancho de 4 metros, que bajo ningún motivo se podrá pavimentar.*

#### **Vinculación**

No es objeto de la promovente ni del proyecto la construcción de redes subterráneas de distribución de servicios.

*Regla 70. La construcción de infraestructura en las Subzonas de Aprovechamiento Sustentable de los Recursos Naturales Franja Marina frente a Isla Grande, de Isla Grande y Fracturas de Holbox y en las Subzonas de Asentamientos Humanos Holbox y Chiquilá, se permitirá siempre y cuando se respete el patrón de corrientes y el proceso de sedimentación, sin afectar los procesos de conformación de la línea de costa adyacentes, ello con el fin de preservar el flujo y patrón hidrológico de la zona y deberán ser mantenidas en su sitio las especies vegetales incluidas en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, como la palma chit (*Thrinax radiata*) y palma nakás (*Coccothrinax readii*), ambas en categoría de amenazadas.*

*En caso de requerirse proyectos de infraestructura con la finalidad de rehabilitar los ecosistemas de la subzona que de ejecutarse tengan efectos directos sobre el patrón de corrientes o procesos de sedimentación, o promuevan la modificación de la línea de costa, solo se autorizarán si se acompaña de una justificación técnica y ambiental en la que se acredite que la rehabilitación en los términos propuestos, cumple con los objetivos del Área Natural Protegida.*

#### **Vinculación**

Como se expuso previamente, el proyecto se realiza sobre pilotes. En el predio no se presentan escorrentías superficiales que impliquen un proceso de sedimentación que alimente playas y conforme la línea de costa. En el predio no se registró la presencia de *Coccothrinax readii*; No obstante, se tiene la existencia de 1 (un) individuo de palma chit (*Thrinax radiata*) la cual será integrada al proyecto.

Por otra parte, se tiene que el proyecto conlleva como medida de compensación la formación de isletas de manglar en una superficie de 2,500 m<sup>2</sup> en la subzona

Aprovechamiento Sustentable de los Recursos Naturales Laguna Conil. Esta propuesta no implica efectos directos sobre el patrón de corrientes o procesos de sedimentación ni tiene por objeto promover la modificación de la línea de costa.

*Regla 71. Las actividades y obras relacionadas con la construcción de infraestructura destinada a la investigación científica, el monitoreo del ambiente, la operación del Área de Protección de Flora y Fauna, los usos habitacionales, el turismo de bajo impacto ambiental, el apoyo a las actividades productivas, y cualquier otra permitida en las subzonas correspondientes, se sujetarán a las siguientes disposiciones:*

*I. Las obras y acciones para la construcción de infraestructura deberán preservar el paisaje y entorno natural de la subzona en la cual se realicen, evitando en todo caso la fragmentación de los ecosistemas del APFF Yum Balam, incluyendo los sitios de anidación, reproducción, refugio y alimentación de las especies de vida silvestre, así como la interrupción de los corredores biológicos por los cuales transitan, ni obstaculizar el paso y anidación de las tortugas marinas;*

#### **Vinculación**

Como se expuso previamente y a lo largo del documento, el proyecto se pretende en un solar urbano ubicado en la subzona de Asentamientos Humanos Holbox, en un espacio previamente reticulado por lo que la propuesta no implica una fragmentación ecosistémica o interrupción de corredores biológicos adicional a la ya existente determinada por el trazo de vialidades. Las obras y actividades no se desarrollan en la línea de costa por lo que no se interfiere con el paso y anidación de tortugas marinas.

*II. Deberá evitarse la remoción de la vegetación de los diferentes estratos, por lo cual, la construcción de infraestructura deberá realizarse preferentemente en las áreas desprovistas de vegetación, o en su caso en el camino no pavimentado a que hace referencia la regla 69;*

#### **Vinculación**

La promovente asume esta regla de manera que el proyecto mantendrá en pie la cubierta vegetal existente, se realizará un programa de rescate y se reforestarán áreas procurando reinstalar un ensamble botánico característico del sitio.

*III. Las obras y actividades para la construcción de infraestructura permitida en las subzonas correspondientes deberán realizarse utilizando exclusivamente los caminos existentes en el APFF Yum Balam;*

#### **Vinculación**



El proyecto no requiere, para sus obras y actividades, de la construcción de nuevos caminos.

*IV. Las actividades y obras relacionadas con la construcción de infraestructura deberán evitar la obstaculización de la infiltración del agua al subsuelo, así como la desecación, el dragado o relleno de los cuerpos de agua temporales y permanentes, así como la obstaculización, el desvío, o la interrupción de los cauces y las corrientes de agua permanentes o intermitentes;*

#### **Vinculación**

El proyecto se plantea, de origen, en la minimización de la transformación y pérdida de suelo. No requiere, en ninguna fase, obstaculizar la infiltración del agua al subsuelo, ni la desecación, dragado o relleno de cuerpos de agua temporales ni permanentes. En el predio no se presentan cauces ni corrientes de agua permanentes o intermitentes.

*V. Los materiales empleados para las obras y acciones de construcción de infraestructura en el Área Natural Protegida deberán preservar o reestablecer la permeabilidad del suelo y no alterar los flujos hidrológicos, así como utilizarse aquellos que representen una mayor eficiencia y menor impacto ambiental;*

#### **Vinculación**

El proyecto plantea la preservación de la permeabilidad del suelo en 875.79 m<sup>2</sup> equivalente al 82.00% de la propiedad. Al estar construido sobre pilotes se asegura la continuidad de los flujos hidrológicos. De acuerdo con las valoraciones realizadas y expuestas en el Capítulo V de esta MIA-P se tiene que el proyecto exhibe una tasa de cambio muy baja que se correlaciona con un mínimo impacto ambiental.

*VI. Las tecnologías utilizadas para la construcción, la operación y el funcionamiento de la infraestructura en el APFF Yum Balam deberán promover la mayor eficiencia y el menor impacto ambiental, así como fomentar la captación de agua de lluvia y el uso de energías alternativas;*

#### **Vinculación**

El proyecto plantea el uso de energía solar y la captación de agua pluvial.

*VII. Durante la construcción, operación y utilización de la infraestructura deberá evitarse en todo momento depositar residuos de cualquier tipo en los cuerpos de agua en el Área de Protección de Flora y Fauna;*

### **Vinculación**

La promovente comprende el alcance de este artículo que es de observancia obligatoria y acata plenamente la prohibición. En el Capítulo VI de esta MIA-P se presenta el Subprograma de gestión de residuos y protección de suelos mismo que al implementarse asegura el cumplimiento de esta regla.

*VIII. La disposición final de los residuos generados como consecuencia de la construcción, operación y la utilización de la infraestructura deberá llevarse a cabo en los sitios designados para tal fin por las autoridades competentes, fuera del área natural protegida;*

### **Vinculación**

La promovente comprende el alcance de este artículo que es de observancia obligatoria y acata plenamente la disposición. En el Capítulo VI de esta MIA-P se presenta el Subprograma de gestión de residuos y protección de suelos mismo que al implementarse asegura el cumplimiento de esta regla.

*IX. Las aguas residuales generadas durante la construcción, operación y la utilización de la infraestructura deberán someterse a un tratamiento adecuado en términos de la normatividad aplicable,*

### **Vinculación**

Se plantea, durante las fases de preparación de sitio y construcción, el uso de letrinas temporales y su mantenimiento a cargo de una empresa autorizada para tal fin. Durante la operación se contará con una planta de tratamiento de aguas residuales de altas especificaciones que asegura un tratamiento concordante con la normatividad aplicable.

*X. La conducción del suministro de energía, sanitario y de agua potable para las instalaciones en el mar, deberá conectarse hacia la porción terrestre contigua, encofrado por debajo de los andadores.*

### **Vinculación**

El proyecto no implica instalaciones marinas. No es vinculante.

*XI. Tratándose de la Subzona de Aprovechamiento Sustentable de los Recursos Naturales Isla Grande, las obras de conducción señaladas en el párrafo anterior, deberá instalarse de forma subterránea.*

### **Vinculación**

El proyecto no se pretende en la Subzona de Aprovechamiento Sustentable de los Recursos Naturales Isla Grande. No es vinculante.

*Regla 72. El desarrollo de las actividades y obras relacionadas con la construcción, operación y el cierre de plantas desalinizadoras se podrá realizar exclusivamente en las Subzonas de Asentamientos Humanos Holbox y Chiquilá, Subzona de Aprovechamiento Sustentable de los Recursos Naturales Franja Marina frente a Isla Grande y Subzona de Aprovechamiento Sustentable de los Recursos Naturales Isla Grande, bajo el cumplimiento de las siguientes disposiciones:*

*I. Para las descargas de agua de rechazo salobres o salinas en el mar:*

*a. Se deberá definir el área de descarga tomando en cuenta el impacto de la misma en el cuerpo receptor y en los ecosistemas asociados que puedan verse afectados, así como las corrientes marinas, la salinidad y temperatura de la zona. En zonas con presencia de ecosistemas frágiles, tales como arrecifes, manglares, macro algas, pastos marinos, zonas de protección, reproducción, alimentación y/o crianza, en sitios reconocidos por la Convención Relativa a los Humedales de Importancia Internacional especialmente como Hábitat de Aves Acuáticas (Convención de Ramsar), y cuerpos de agua lénticos, se deberá demostrar que no habrán afectaciones;*

*b. Las descargas en el mar deberán realizarse a través de mecanismos o dispositivos que aseguren que los sólidos disueltos totales en un radio no mayor a 100 metros de cada punto de descarga sea  $\pm 1.15$  veces las condiciones naturales del cuerpo receptor y la temperatura  $\pm 2^{\circ}\text{C}$ , medidos en el borde del radio. En todos los casos se considerará el efecto acumulativo de las descargas existentes si las hubiera;*

*c. Las tuberías de descarga que atraviesen un sistema de playas-dunas costeras, deben estar enterradas, y*

*d. Donde se instalen tuberías enterradas, deben realizarse trabajos de restauración del sistema playa-duna costera de acuerdo a sus condiciones originales.*

*II. En la manifestación de impacto ambiental que se presente para los proyectos que incluyan plantas desalinizadoras o procesos que generen aguas de rechazo salobres o salinas, deberá incluirse, al menos, la siguiente información:*

*a. Considerar los posibles impactos ambientales que pudiera ocasionar tanto en el sistema ambiental como en su área de influencia, ya sea en el área terrestre o marina;*

*b. Considerar las características de los ecosistemas en los cuales se hará la toma de agua y la descarga del agua de rechazo y anexar la siguiente información estableciendo las*

*diferencias en las condiciones estacionales a lo largo del año (Investigación documental o de campo):*

*i. La caracterización fisicoquímica del agua del influente, con base en un estudio hidrogeológico;*

*ii. La descripción fisicoquímica del efluente esperado (agua de rechazo): temperatura; volumen total de la descarga y sólidos disueltos totales, y*

*iii. Dependiendo del proceso a emplear, describir los productos que potencialmente pueden utilizarse, tales como: aditivos anticorrosión, aditivos antiincrustantes, ácido para minimizar incrustación o para ajustar el Ph, aditivos para prevenir el crecimiento biológico - biocidas (antifouling), aditivos para eliminación de oxígeno, aditivos antiespumantes, sustancias utilizadas para la limpieza del sistema de membranas en plantas de osmosis inversa, y floculantes y coagulantes.*

*c. Caracterización de la columna de agua y sedimentos, considerando la productividad primaria y la materia orgánica, y*

*d. Caracterización de la flora y fauna bentónica, incluyendo su distribución geográfica y su resistencia a cambios de salinidad, a partir de la siguiente información:*

*i. Identificación de especies enlistadas en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, endémicas y sensibles a cambios de salinidad y de temperatura, y*

*ii. En caso de descargas de agua de rechazo, desarrollar un modelo de simulación dinámica de dispersión y mezcla de las descargas, bajo las diversas condiciones hidrodinámicas (espaciales y temporales). El modelo que se utilice deberá contemplar al menos los siguientes parámetros: a) variación de la temperatura y b) gradiente de salinidad.*

### **Vinculación**

El proyecto no plantea la instalación ni operación de plantas potabilizadoras ni desaladoras ya que se tiene la dotación provista por CAPA-QR. La regla no es vinculante.

*Regla 73. La construcción y operación de los servicios de agua potable y saneamiento asociados a la infraestructura permitida dentro de las subzonas de Aprovechamiento Sustentable de los Recursos Naturales Franja Marina frente a Isla Grande (SASRN-FMFIG), de Aprovechamiento Sustentable de los Recursos Naturales Isla Grande (SASRN-IG) y en las Subzonas de Asentamientos Humanos Holbox y Chiquilá deberá sujetarse a las disposiciones del presente Capítulo de Reglas Administrativas, así como a las siguientes:*

*I. Todos los materiales y productos que se empleen en las instalaciones hidráulicas, deben estar certificados con base en las siguientes Normas Oficiales Mexicanas:*

*a. NOM-005-CONAGUA-1996, Fluxómetros Especificaciones y métodos de prueba.*

*b. NOM-008-CONAGUA-1998, Regaderas empleadas en el aseo corporal. - Especificaciones y métodos de prueba.*

*c. NOM-009-CONAGUA-2001, Inodoros para uso sanitario- Especificaciones y métodos de prueba.*

*d. NOM-010-CONAGUA-2000, Válvula de admisión y válvula de descarga para tanque de inodoro. Especificaciones y métodos de prueba.*

#### **Vinculación**

La promovente adquirirá componentes normados para los sistemas hidrosanitarios tal como se expuso en el capítulo II de esta MIA-P. Se acata la disposición.

*II. El diseño del sistema hidráulico de la edificación debe lograr una reducción en el consumo de agua de al menos 20%, con respecto al consumo de una edificación equivalente, calculado según el Apéndice Informativo 8 Norma Mexicana NMX-AA-164-SCFI-2013 Edificación Sustentable. Criterios y Requerimientos Ambientales Mínimos;*

#### **Vinculación**

El apartado II.2.3.1, *Usuarios y usos del agua* expuesto en el en el Capítulo II de esta MIA-P muestra los cálculos realizados y expone la reducción potencial en el consumo de agua en un 27.7% partiendo de que la edificación equivalente arrojó un consumo estimado de 9,600 l/día y la estimada con dispositivos ahorradores resultó en 6,939.40 l/día. Se cumple la regla.

*III. Las edificaciones deberán contar con una instalación para la captación, almacenamiento y aprovechamiento del agua de lluvia y los escurrimientos pluviales que le permita reducir al menos un 25% la descarga pluvial de la edificación calculada para una tormenta con un periodo de retorno de diseño de 2 años y con una duración de 24 horas. Además de abastecer al menos un 5% del consumo anual de agua potable de la edificación demostrado a partir de los métodos de cálculo indicados en los Apéndices Informativos 8 y 9 de la Norma Mexicana NMX-AA-164-SCFI-2013. Edificación Sustentable. Criterios y Requerimientos Ambientales Mínimos. Para conseguirlo se puede:*

*a. Promover su infiltración local para la recarga de acuíferos;*

*b. Enviar a una red de distribución para usos no potables, tales como riego de áreas verdes, descargas sanitarias, o lavado de patios, entre otros, y*

*c. Si se cuenta con un tratamiento que garantice el cumplimiento de la Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-194- Salud ambiental, agua para uso y consumo humano- Límites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización, se puede utilizar en usos que requieren agua potable.*

### **Vinculación**

La edificación contará con un sistema de captación de agua pluvial en azotea y su traslado a una cisterna prefabricada de 25,000 l tal como se expone en el Capítulo II de esta MIA-P. Por su parte, las azoteas presentarán un ligero desnivel a efecto de permitir el desalojo total de las aguas pluviales ya que, de no hacerse así, se pone en riesgo la integridad de la losa del piso superior y de la edificación.

El proceso de captación de agua inicia al utilizar las primeras lluvias para el lavado del sistema de conducción. El agua pluvial será trasladada, por gravedad, a los espacios permeables a nivel de suelo promoviendo la infiltración local para la recarga de acuíferos, esto es factible en la consideración que el proyecto mantiene 875.79 m<sup>2</sup> o el 82.00% de la propiedad con suelo nativo el cual, por sus características, admite la rápida infiltración.

Una vez lavado el sistema recolector, se abrirán las válvulas de admisión de agua pluvial a la cisterna. El agua pasará por un filtro de gravas y arenas instalado en las foseas de admisión para después ser dirigidas al tanque receptor de 25,000 l.



Imagen III-15 Filtro de gravas y arenas tipo. Permite la retención de partículas pequeñas presentes en el agua previo a su conducción al tanque de acopio.



El Sistema propuesto es viable, de acuerdo con los cálculos realizados siguiendo la instrucción del Apéndice Informativos 9 de la Norma Mexicana NMX-AA-164-SCFI-2013 mismos que se muestran a continuación:

1. Recopilar la información pluviométrica de la zona de por lo menos 10 años anteriores.

Para el caso se consultó el Anuario estadístico y geográfico de Quintana Roo 2017<sup>20</sup> el cual ofrece la siguiente información sobre los registros históricos de las estaciones meteorológicas localizadas en el estado.

**Precipitación total anual**  
(Milímetros)

Cuadro 1.5.3

Estación	Periodo	Precipitación promedio	Precipitación del año más seco	Precipitación del año más lluvioso
X-Pichil	De 1961 a 2016	1 114.2	614.9	1 811.4
Chetumal Observatorio	De 1953 a 2016	1 334.4	793.5	2 186.5
Felipe Carrillo Puerto	De 1953 a 2016	1 322.3	595.5	2 313.9
Kantunilkín	De 1953 a 2016	1 551.4	884.0	2 734.2
Cozumel	De 1991 a 2016	1 387.0	909.3	2 235.3
Pucté	De 1972 a 2016	1 412.6	963.1	1 795.5

Fuente: Comisión Nacional del Agua. *Registro Mensual de Precipitación Pluvial en mm.* Inédito.

No se tienen registros históricos para isla Holbox por lo que se utilizarán aquellos obtenidos por la estación funcional más cercana que es la ubicada en Kantunilkín.

Los últimos registros encontrados para isla Holbox corresponden al periodo 1971-2000<sup>21</sup> que exponen lo siguiente:

<sup>20</sup> [http://www.datatur.sectur.gob.mx/ITxEF\\_Docs/QROO\\_ANUARIO\\_PDF.pdf](http://www.datatur.sectur.gob.mx/ITxEF_Docs/QROO_ANUARIO_PDF.pdf)

<sup>21</sup> <http://smn.cna.gob.mx/es/informacion-climatologica-ver-estado?estado=qr>

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL PARTICULAR**  
Departamentos Yum Balam

ESTADO DE: QUINTANA ROO													PERIODO: 1971-2000
ESTACION: 00023009 ISLA HOLBOX													ALTURA: 3.0 MSNM.
LATITUD: 21°31'17" N.													LONGITUD: 087°22'22" W.
ELEMENTOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
<b>TEMPERATURA MAXIMA</b>													
NORMAL	30.0	29.8	30.8	31.4	31.5	31.7	31.8	31.8	31.8	31.8	31.1	30.4	31.2
MAXIMA MENSUAL	32.0	32.0	33.7	35.0	34.0	35.7	35.3	35.4	33.2	36.5	33.5	32.8	
AÑO DE MAXIMA	1989	1978	1980	1981	1976	1975	1975	1975	1979	1982	1978	1978	
MAXIMA DIARIA	34.0	34.0	38.0	39.5	37.0	39.7	39.0	38.0	37.0	40.0	34.9	35.0	
FECHA MAXIMA DIARIA	25/1976	18/1976	13/1980	21/1971	09/1976	06/1981	05/1975	05/1975	17/1975	27/1982	26/1989	16/1978	
AÑOS CON DATOS	17	17	17	17	18	19	19	18	17	17	17	18	
<b>TEMPERATURA MEDIA</b>													
NORMAL	25.2	24.9	25.7	26.3	26.7	26.8	27.0	27.1	27.1	26.9	26.7	25.9	26.4
AÑOS CON DATOS	17	17	17	17	18	19	19	18	17	17	17	18	
<b>TEMPERATURA MINIMA</b>													
NORMAL	20.5	20.1	20.6	21.3	21.9	21.8	22.2	22.3	22.5	22.1	22.3	21.3	21.6
MINIMA MENSUAL	16.8	16.6	17.7	18.6	18.5	16.7	17.0	17.9	20.5	20.0	20.3	17.4	
AÑO DE MINIMA	1971	1981	1974	1971	1974	1974	1974	1974	1976	1971	1980	1973	
MINIMA DIARIA	11.0	10.5	11.0	12.0	15.0	10.0	10.0	14.0	15.2	16.0	16.0	12.0	
FECHA MINIMA DIARIA	23/1971	15/1971	12/1972	09/1971	29/1974	27/1976	04/1974	04/1974	15/1988	27/1971	23/1971	18/1973	
AÑOS CON DATOS	17	17	17	17	18	19	19	18	17	17	17	18	
<b>PRECIPITACION</b>													
NORMAL	44.7	56.5	26.2	28.2	63.3	123.2	106.2	83.7	111.1	107.1	85.2	78.4	913.8
MAXIMA MENSUAL	144.0	179.5	171.5	107.0	225.0	412.0	392.5	301.0	293.5	352.5	254.8	220.0	
AÑO DE MAXIMA	1983	1984	1977	1983	1976	1983	1984	1973	1975	1978	1980	1989	
MAXIMA DIARIA	96.3	167.5	147.5	67.5	90.5	158.0	93.5	87.0	116.0	250.0	180.2	88.3	
FECHA MAXIMA DIARIA	09/1981	23/1984	07/1977	02/1983	20/1976	16/1982	25/1985	14/1973	20/1975	16/1978	26/1980	21/1983	
AÑOS CON DATOS	18	18	18	17	18	19	19	18	19	19	19	19	

ESTADO DE: QUINTANA ROO													PERIODO: 1951-2010
ESTACION: 00023009 ISLA HOLBOX													ALTURA: 10.0 MSNM.
LATITUD: 21°32'00" N.													LONGITUD: 087°23'00" W.
ELEMENTOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
<b>TEMPERATURA MAXIMA</b>													
NORMAL	29.4	29.5	30.8	31.6	32.0	32.0	32.1	31.9	31.9	31.2	30.5	29.7	31.1
MAXIMA MENSUAL	32.0	32.0	33.7	35.0	36.8	35.7	35.3	35.4	33.2	36.5	33.5	32.8	
AÑO DE MAXIMA	1989	1978	1980	1981	1964	1975	1975	1975	1979	1982	1978	1978	
MAXIMA DIARIA	36.5	36.5	38.5	39.5	39.5	39.7	39.5	38.0	39.5	40.0	36.5	38.0	
FECHA MAXIMA DIARIA	04/1969	01/1969	26/1969	02/1963	12/1964	06/1981	09/1961	05/1975	10/1968	27/1982	21/1967	24/1970	
AÑOS CON DATOS	26	26	26	26	27	28	28	27	25	26	27	27	
<b>TEMPERATURA MEDIA</b>													
NORMAL	24.8	24.8	25.8	26.4	27.0	27.1	27.3	27.4	27.4	26.8	26.2	25.3	26.4
AÑOS CON DATOS	26	26	26	26	27	28	28	27	25	26	27	27	
<b>TEMPERATURA MINIMA</b>													
NORMAL	20.2	20.1	20.7	21.2	22.0	22.2	22.5	22.9	23.0	22.3	21.9	21.0	21.7
MINIMA MENSUAL	16.8	16.6	17.7	18.6	18.5	16.7	17.0	17.9	20.5	20.0	16.8	17.4	
AÑO DE MINIMA	1971	1981	1974	1971	1974	1974	1974	1974	1976	1971	1970	1973	
MINIMA DIARIA	11.0	10.5	11.0	12.0	15.0	10.0	10.0	14.0	15.2	14.0	11.0	12.0	
FECHA MINIMA DIARIA	23/1971	15/1971	12/1972	09/1971	29/1974	27/1976	04/1974	04/1974	15/1988	28/1968	18/1970	18/1973	
AÑOS CON DATOS	26	26	26	26	27	28	28	27	25	26	27	27	
<b>PRECIPITACION</b>													
NORMAL	46.5	49.9	28.0	32.3	58.6	108.1	97.6	85.7	119.1	106.6	76.1	69.2	877.7
MAXIMA MENSUAL	144.0	179.5	171.5	131.0	225.0	412.0	392.5	301.0	414.5	352.5	254.8	220.0	
AÑO DE MAXIMA	1983	1984	1977	1962	1976	1983	1984	1973	1967	1978	1980	1989	
MAXIMA DIARIA	96.3	167.5	147.5	130.0	90.5	158.0	93.5	87.0	306.0	250.0	180.2	180.0	
FECHA MAXIMA DIARIA	09/1981	23/1984	07/1977	16/1962	20/1976	16/1982	25/1985	14/1973	16/1967	16/1978	26/1980	16/1963	
AÑOS CON DATOS	27	27	27	26	27	28	28	27	27	28	29	28	

De lo anterior se tiene que la precipitación promedio registrada presenta variaciones por lo que realiza el ejercicio usando diversos datos históricos

- a.- Datos de la estación Kantunilkín 1952-2016 para la precipitación promedio: 1,551.4 mm
- b.- Datos de la estación Isla Holbox 1971-2000 para la precipitación promedio: 913.8 mm
- c.- Datos de la estación Isla Holbox 1951-2010 para la precipitación promedio: 877.7 mm

2. Después de la obtención de las láminas promedio, se obtiene el volumen anual promedio de captación ( $V_A$ ); para esto se tiene que definir el área de influencia de las instalaciones de captación (la proyección horizontal de éstas). Este volumen se obtiene con la siguiente expresión:

$$V_A = \frac{\bar{p} * A * k_e}{1000}$$

Donde:

$V_A$ : volumen promedio de captación anual

$p$ : precipitación promedio anual en mm

$A$ : área de proyección horizontal de las instalaciones de captación, en  $m^2$

$k_e$ : coeficiente de escurrimiento de acuerdo al material de las instalaciones de captación.

Los valores para  $k_e$  son:

Cubiertas metálicas o plásticas: 0.95

Techos impermeabilizados o cubiertos con materiales duros (p. ej. Tejas): 0.9

Concreto hidráulico: 0.9

Calles asfaltadas: 0.85

Lámina corrugada: 0.8

Adoquinado o empedrado con cemento: 0.75

Terrazas: 0.6

Adoquín sin juntar: 0.6

Terracerías: 0.4

3.- Como se ha indicado, la demanda anual de agua de la edificación es de 2,518.5  $m^3$  a razón de 6.90  $m^3$  diarios.

4.- Para determinar si es factible la utilización de agua pluvial en la edificación, se tiene que comparar el volumen anual promedio captado, contra el volumen de demanda anual de acuerdo al uso. Si el volumen captado es mayor o igual al 10 % del volumen requerido, se determina que sí es factible la instalación.

Este porcentaje se calcula con la siguiente ecuación:

$$\% U_A = \frac{V_A}{D_A} * 100$$

Donde:

% U<sub>A</sub>: porcentaje de ahorro anual expresado en porcentaje

V<sub>A</sub>: volumen de captación anual en m<sup>3</sup>

D<sub>a</sub>: volumen de demanda anual en m<sup>3</sup>

**Escenario 1. precipitación promedio: 1,551.4 mm**

V<sub>A</sub>: volumen promedio de captación anual

p: precipitación promedio (mm): 1,551.40

A: área de proyección horizontal de las instalaciones de captación, en m<sup>2</sup>: 464

k<sub>e</sub>: coeficiente de escurrimiento para terrazas: 0.6

$$V_A = \frac{1,551.40 \times 464 \times 0.6}{1000} = 431.91 \text{ m}^3$$

Se compara el volumen anual promedio captado, contra el volumen de demanda anual:

% U<sub>A</sub>: porcentaje de ahorro anual expresado en porcentaje

V<sub>A</sub>: volumen de captación anual en m<sup>3</sup>: 431.91 m<sup>3</sup>

D<sub>a</sub>: volumen de demanda anual en m<sup>3</sup>: 2,518.5 m<sup>3</sup>

$$\% U_A = \frac{431.91}{2,518.5} \times 100 = 17.15$$

En este escenario se tiene que la captación es viable y que se está en posibilidad de abastecer más del 5% del consumo anual de agua de la edificación. Se cumple la regla.

**Escenario 2. precipitación promedio: 913.8 mm**

V<sub>A</sub>: volumen promedio de captación anual

p: precipitación promedio (mm): 913.8

A: área de proyección horizontal de las instalaciones de captación, en m<sup>2</sup>: 464

k<sub>e</sub>: coeficiente de escurrimiento para terrazas: 0.6

$$V_A = \frac{913.8 \times 464 \times 0.6}{1000} = 254.40 \text{ m}^3$$

Se compara el volumen anual promedio captado, contra el volumen de demanda anual:

% U<sub>A</sub>: porcentaje de ahorro anual expresado en porcentaje

V<sub>A</sub>: volumen de captación anual en m<sup>3</sup>: 431.91 m<sup>3</sup>

D<sub>a</sub>: volumen de demanda anual en m<sup>3</sup>: 2,518.5 m<sup>3</sup>

$$\% U_A = \frac{254.40}{2,518.5} \times 100 = 10.10$$

En este escenario se tiene que la captación es viable y que se está en posibilidad de abastecer más del 5% del consumo anual de agua de la edificación. Se cumple la regla.

### **Escenario 3. precipitación promedio: 877.7 mm**

V<sub>A</sub>: volumen promedio de captación anual

p: precipitación promedio (mm): 913.8

A: área de proyección horizontal de las instalaciones de captación, en m<sup>2</sup>: 464

k<sub>e</sub>: coeficiente de escurrimiento para terrazas: 0.6

$$V_A = \frac{877.7 \times 464 \times 0.6}{1000} = 244.35 \text{ m}^3$$

Se compara el volumen anual promedio captado, contra el volumen de demanda anual:

% U<sub>A</sub>: porcentaje de ahorro anual expresado en porcentaje

V<sub>A</sub>: volumen de captación anual en m<sup>3</sup>: 431.91 m<sup>3</sup>

D<sub>a</sub>: volumen de demanda anual en m<sup>3</sup>: 2,518.5 m<sup>3</sup>

$$\% U_A = \frac{244.35}{2,518.5} \times 100 = 9.70$$

En este escenario se tiene que la captación no es viable pero sí se está en posibilidad de abastecer más del 5% del consumo anual de agua de la edificación. Se cumple la regla.

De lo anterior se tiene que se ha demostrado, a partir de los métodos de cálculo indicados en el Apéndice Informativo 9 de la Norma Mexicana NMX-AA-164-SCFI-2013. Edificación Sustentable. Criterios y Requerimientos Ambientales Mínimos, que el sistema de captación es viable y que da cumplimiento a la regla que aquí se vinculase.

Las aguas captadas serán utilizadas primordialmente en el riego de áreas verdes y lavado de superficies. El proyecto no plantea la instalación de infraestructura para potabilizar agua de consumo.

*IV. No deberán arrojarse o depositarse en los cuerpos receptores y zonas federales, lodos provenientes del tratamiento de aguas residuales y demás desechos o residuos que por efecto de disolución o arrastre contaminen las aguas de los cuerpos receptores;*

#### **Vinculación**

El inciso establece una prohibición que es asumida por la promovente; en cuanto a los lodos se dará cumplimiento a las especificaciones de la NOM-004-SEMARNAT-2002.

*V. Se debe contar con un correcto tratamiento de los escurrimientos pluviales, que elimine los sólidos, aceites y grasas;*

#### **Vinculación**

El proyecto se trata de un conjunto de departamentos por lo que no se tendrá la posibilidad de arrastre de grasas y aceites de tipo industrial. Los sólidos serán gestionados en concordancia con la normatividad municipal y el programa de manejo. Se acata la disposición.

*VI. Durante el proceso de construcción se deben llevar a cabo acciones que eviten la erosión por agua y/o viento y la contaminación del suelo y los acuíferos;*

#### **Vinculación**

Se presenta, en el Capítulo VI de esta MIA-P, un Programa de Manejo Ambiental (PMA) mismo que incluye el Subprograma de gestión de residuos y protección de suelos que atiende estos aspectos.

*VII. Durante la construcción de la infraestructura no deberán arrojarse aguas residuales o extraídas para abatir los niveles freáticos, al arroyo de la calle ni a las redes de alcantarillado sanitario, ésta debe ser utilizada, almacenada o reinyectada al subsuelo de acuerdo a la normatividad aplicable.*

#### **Vinculación**

La promovente comprende y asume la disposición. No se requiere el abatimiento del manto freático ya que el proyecto no implica excavaciones.



*VIII. El suministro de agua en estas subzonas no podrá realizarse mediante la apertura de pozos o la extracción de aguas subterráneas.*

#### **Vinculación**

La promovente recibirá el agua a través de la infraestructura de CAPA-QR. No se solicita ni se requiere la apertura de pozos o la extracción de agua subterránea.

*Regla 74.- La construcción y operación de los servicios para la generación y el suministro de energía asociados a la infraestructura permitida dentro de las subzonas de Aprovechamiento Sustentable de los Recursos Naturales Franja Marina frente a Isla Grande (SASRN-FMFIG) y de Aprovechamiento Sustentable de los Recursos Naturales Isla Grande (SASRN-IG) deberá sujetarse a las disposiciones del presente Capítulo de Reglas Administrativas...*

#### **Vinculación**

La edificación que se analiza a través de esta MIA-P se pretende en la Subzona de Asentamientos Humanos Holbox. Por ser un conjunto de disposiciones para las subzonas de Aprovechamiento Sustentable de los Recursos Naturales Franja Marina frente a Isla Grande (SASRN-FMFIG) y de Aprovechamiento Sustentable de los Recursos Naturales Isla Grande (SASRN-IG), éstas no son vinculantes.

*Regla 75.- La construcción y operación de los servicios para el manejo de los materiales y residuos dentro de las subzonas de Aprovechamiento Sustentable de los Recursos Naturales Franja Marina frente a Isla Grande (SASRN-FMFIG) y de Aprovechamiento Sustentable de los Recursos Naturales Isla Grande (SASRN-IG) deberá sujetarse a las disposiciones del presente Capítulo de Reglas Administrativas...*

#### **Vinculación**

La edificación que se analiza a través de esta MIA-P se pretende en la Subzona de Asentamientos Humanos Holbox. Por ser un conjunto de disposiciones para las subzonas de Aprovechamiento Sustentable de los Recursos Naturales Franja Marina frente a Isla Grande (SASRN-FMFIG) y de Aprovechamiento Sustentable de los Recursos Naturales Isla Grande (SASRN-IG), éstas no son vinculantes.

*Regla 76. La construcción, operación y utilización de la infraestructura dentro de la Subzona de Aprovechamiento Sustentable de los Recursos Naturales Isla Grande (SASRN-IG) deberá sujetarse a las disposiciones anteriores del presente Capítulo de Reglas Administrativas, así como a las siguientes...*

### **Vinculación**

La edificación que se analiza a través de esta MIA-P se pretende en la Subzona de Asentamientos Humanos Holbox. Por ser un conjunto de disposiciones para la subzona de Aprovechamiento Sustentable de los Recursos Naturales Isla Grande (SASRN-IG), éstas no son vinculantes.

*Regla 77. No se autorizará la instalación o construcción de pistas aéreas. En su caso sólo podrá autorizarse la instalación de hasta dos helipuertos distribuidos de forma equidistante en la Subzona de Aprovechamiento Sustentable de los Recursos Naturales Isla Grande (SASRN-IG), y cuyo uso estará reservado al transporte aéreo comercial o privado, sin fines recreativos.*

*Para el uso de los helipuertos, los helicópteros deberán seguir las rutas de vuelo unidireccionales establecidas por la autoridad competente, evitando los sitios de anidación de aves.*

### **Vinculación**

La edificación que se analiza a través de esta MIA-P se pretende en la Subzona de Asentamientos Humanos Holbox. Por ser un conjunto de disposiciones para la subzona de Aprovechamiento Sustentable de los Recursos Naturales Isla Grande (SASRN-IG), éstas no son vinculantes.

*Regla 78.- La construcción, operación y utilización de la infraestructura permitida dentro de la Subzona de Aprovechamiento Sustentable de los Recursos Naturales Franja Marina frente a Isla Grande (SASRN-FMFIG) y en la Subzona de Aprovechamiento Sustentable de los Recursos Naturales Isla Grande (SASRN-IG), deberá sujetarse a las disposiciones del presente Capítulo de Reglas Administrativas, así como a las siguientes...*

### **Vinculación**

La edificación que se analiza a través de esta MIA-P se pretende en la Subzona de Asentamientos Humanos Holbox. Por ser un conjunto de disposiciones para las subzonas de Aprovechamiento Sustentable de los Recursos Naturales Franja Marina frente a Isla Grande (SASRN-FMFIG) y de Aprovechamiento Sustentable de los Recursos Naturales Isla Grande (SASRN-IG), éstas no son vinculantes.

*Regla 79. En las subzonas de Aprovechamiento Sustentable de los Recursos Naturales Franja Marina frente a Isla Grande y de Aprovechamiento Sustentable de los Recursos Naturales Isla Grande podrá construirse exclusivamente instalaciones tipo palafitos para alojamiento*

*de visitantes, para lo cual se deberá contar con un mínimo de 600 metros de frente al Golfo de México Mar Caribe en función de 0.16 palafitos por hectárea (máximo 800 palafitos) respecto a la totalidad de Isla Grande, de los cuales se deberá ser el legítimo propietario o poseedor.*

#### **Vinculación**

La regla no es aplicable ya que el proyecto se pretende en la Subzona de Asentamientos Humanos Holbox y no en las subzonas de Aprovechamiento Sustentable de los Recursos Naturales Franja Marina frente a Isla Grande y de Aprovechamiento Sustentable de los Recursos Naturales Isla Grande.

Regla 80. El equipo y embarcaciones utilizados para la construcción de las obras deberán ubicarse en áreas libres de pastos marinos.

#### **Vinculación**

La regla no es aplicable ya que el proyecto se pretende en la Subzona de Asentamientos Humanos Holbox y no en el área marina. No es vinculante.

*Regla 81. El desarrollo de los proyectos, las obras y las actividades permitidas en la Subzona de Aprovechamiento Sustentable de los Recursos Naturales Franja Marina frente a Isla Grande (SASRN-FMFIG) y en la Subzona de Aprovechamiento Sustentable de los Recursos Naturales Isla Grande (SASRN-IG) deberá incluir medidas puntuales de adaptación al cambio climático y un plan de respuesta a contingencias ambientales.*

#### **Vinculación**

La regla no es aplicable ya que el proyecto se pretende en la Subzona de Asentamientos Humanos Holbox y no en las subzonas de Aprovechamiento Sustentable de los Recursos Naturales Franja Marina frente a Isla Grande y de Aprovechamiento Sustentable de los Recursos Naturales Isla Grande.

*Regla 82. La infraestructura instalada deberá contar con una sola planta de tratamiento de aguas (nivel terciario) por complejo de palafitos.*

#### **Vinculación**

La regla no es aplicable ya que el proyecto se pretende en la Subzona de Asentamientos Humanos Holbox y no en las subzonas de Aprovechamiento Sustentable de los Recursos Naturales Franja Marina frente a Isla Grande y de Aprovechamiento Sustentable de los Recursos Naturales Isla Grande. No se trata de palafitos.

*Regla 83. La infraestructura deberá contar un sistema hermético de tuberías sanitarias, a fin de evitar fugas y derrames accidentales al medio marino, así como con un plan de contingencias para atender posibles fugas de aguas residuales, a fin de aplicar de manera inmediata medidas correctivas o de contención. En caso de presentarse fugas de aguas residuales, se deberá dar aviso inmediato a la Dirección del Área Natural Protegida y a las autoridades correspondientes.*

#### **Vinculación**

La regla no es aplicable ya que el proyecto se pretende en la Subzona de Asentamientos Humanos Holbox y no en las subzonas de Aprovechamiento Sustentable de los Recursos Naturales Franja Marina frente a Isla Grande y de Aprovechamiento Sustentable de los Recursos Naturales Isla Grande. No se trata de palafitos.

*Regla 84. No se permiten las actividades que puedan modificar la conducta de la fauna silvestre, tales como alimentar a la fauna marina o a las aves, hacer encierros en el mar, instalar iluminación submarina, entre otras.*

#### **Vinculación**

Se acata la regla. El proyecto, en ninguna de sus fases, considera alimentar a la fauna marina, hacer encierros en el mar ni instalar sistemas de iluminación submarina.

### **CAPÍTULO X. REGLAS ESPECÍFICAS DENTRO DE LA SUBZONA DE PRESERVACIÓN PLAYAS Y DUNAS COSTERAS DE ISLA GRANDE**

Las reglas 85 y 86 son específicas para una subzona en la cual no se encuentra el proyecto. No son vinculantes.

### **CAPÍTULO XI. REGLAS ESPECÍFICAS DENTRO DE LAS SUBZONAS DE ASENTAMIENTOS HUMANOS**

*Regla 87. Dentro de las Subzonas de Asentamientos Humanos podrá llevarse a cabo la construcción, instalación o mantenimiento de infraestructura turística, habitacional, comercial, mixta (de comercio y vivienda), de servicios, de equipamiento, de conservación ecológica y de áreas verdes.*

#### **Vinculación**

La regla es aplicable ya que el proyecto se pretende en la Subzona de Asentamientos Humanos Holbox. El proyecto se trata de infraestructura habitacional por lo que es concordante y se cumple la disposición.

*Regla 88. El tipo de arquitectura deberá estar en armonía con la naturaleza, mediante elementos unificadores arquitectónicos urbanos considerando el entorno natural y debiendo conservar las características físico-ambientales existentes. En aquellas subzonas de Asentamientos Humanos donde existan ecosistemas de duna, manglar o playas, cualquier tipo de obra o actividad permitida se realizará sin remover, alterar o fragmentar la dinámica estructural de playas, dunas o manglares.*

### **Vinculación**

La regla es aplicable ya que el proyecto se pretende en la Subzona de Asentamientos Humanos Holbox. El proyecto concuerda con la disposición al utilizar un solar urbano. La arquitectura es sobria, privilegia el uso de madera local y se integra al espacio que lo recibe partiendo de una mínima transformación del suelo lográndose una superficie de contacto total de 192.27 m<sup>2</sup>, es decir el 18.00% de la propiedad, situación que permite mantener 654.64 m<sup>2</sup>, el 61.29%, de suelo nativo. A esta superficie, es apropiado agregar aquella que se mantiene debajo de los tableros ya que estos no sellan el suelo. De lo anterior se tiene que la superficie total de suelo permeable es de 875.79 m<sup>2</sup> o el 82.00% de la propiedad. Por otra parte, de esta superficie, 327.10 m<sup>2</sup> que es el 30.63% es la que admite la reforestación, por no estar cubierta por las losas

*Regla 89. Toda construcción o desarrollo con fines turísticos que pretenda realizarse en las Subzonas de Asentamientos Humanos deberá contar con un plan de contingencias para atender fenómenos hidrometeorológicos, considerando la categoría de muy alto grado de peligro por ciclones tropicales indicado en el Atlas Nacional de Riesgos del Centro Nacional de Prevención de Desastres para esta área, así como los demás instrumentos aplicables, a fin de prevenir el daño a los ecosistemas y otorgar seguridad de los usuarios.*

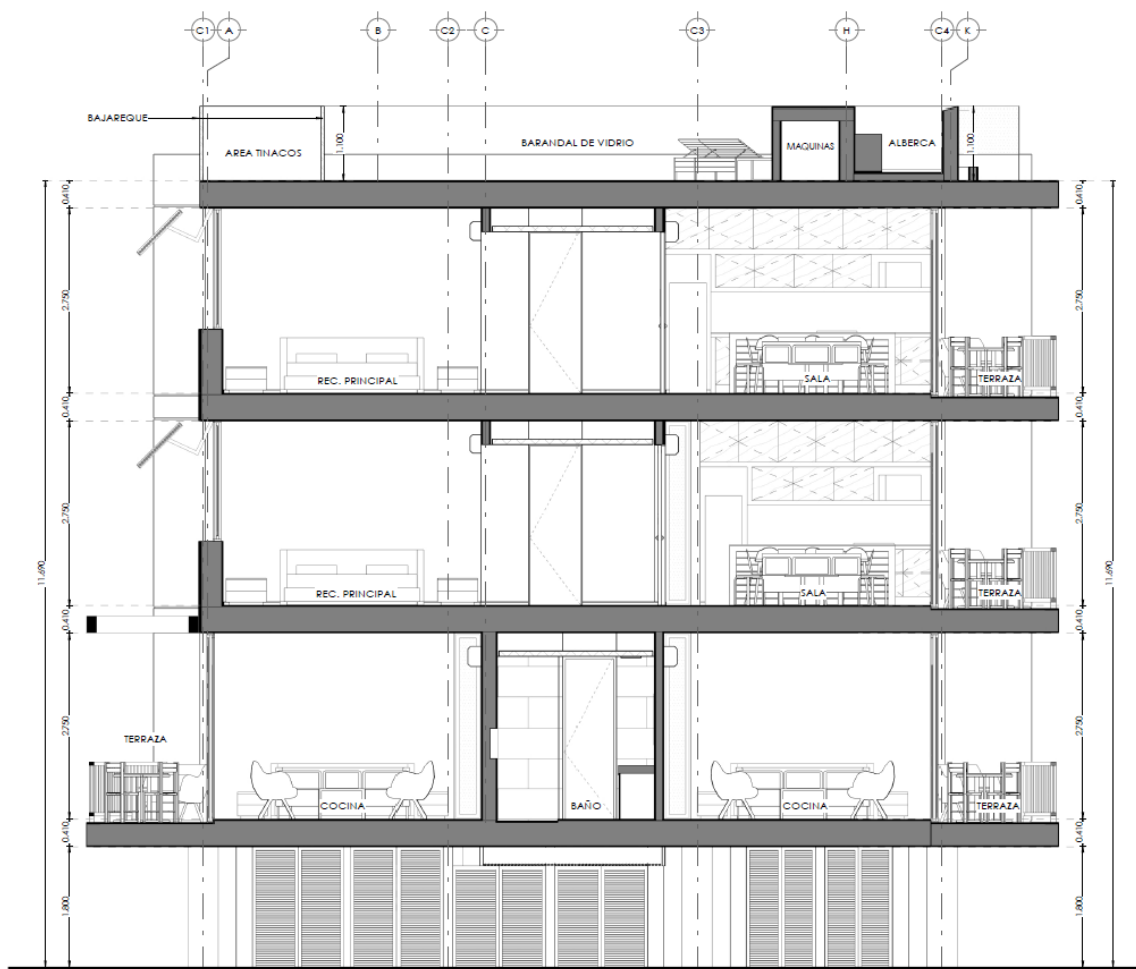
### **Vinculación**

La regla no es aplicable ya que el proyecto es habitacional. Los propietarios se sujetarán a las disposiciones que dicten, en su momento, las autoridades de Protección Civil.

*Regla 90. La altura máxima de las edificaciones no deberá exceder de tres (3) niveles o 10.50 metros de altura. La determinación de la altura se considerará a partir de la intersección del perfil natural del terreno con el nivel establecido de la vía pública, exceptuando a las edificaciones ubicadas en las zonas de riesgo por inundación por marea de tormenta las que no deberán rebasar los 12 metros.*

## Vinculación

La regla es aplicable. El proyecto se pretende en la Subzona de Asentamientos Humanos Holbox y concuerda con las directrices de la regla ya que se establece la altura de la edificación en 12 metros. Por su localización, a 70 metros frente a la costa del Golfo de México, se está en la posibilidad de riesgo por marea de tormenta e inundación por lo que se ha optado por elevar la edificación a 1.80 m con respecto al nivel de la calle teniéndose la última losa a 11.69 m. De esta manera la edificación no rebasa la altura reglamentada y se acata la elevación de la infraestructura sobre el nivel del suelo protegiéndola de riesgos hidrometeorológicos extremos.



YUM BALAM - CORTE LONGITUDINAL

*Regla 91. Los materiales a utilizar deberán ser de propiedades térmicas, evitando el uso de materiales peligrosos, contaminantes y/o de manejo especial; con aberturas superiores que permitan la salida de aire caliente.*



Se utilizan materiales convencionales de construcción que no son peligrosos, contaminantes ni de manejo especial. Se emplearán recubrimientos térmicos, remetidos y sombras arquitectónicas lo que minimiza la carga térmica y el coeficiente global de transferencia de calor de la edificación. Las paredes se realizarán con bloques de concreto celular con aplicación de mortero-cal en interior y exterior que reduce la transferencia calórica y aislamiento térmico en la losa superior. La arquitectura consideró la ventilación cruzada y aberturas superiores que permiten la salida de aire caliente.

*Regla 92. El color del exterior de las construcciones será definido por el impacto visual y por su capacidad de reflejar calor por lo que podrán utilizarse colores como el blanco y diferentes tonos de arena.*

#### **Vinculación**

La regla es aplicable. El proyecto estará pintado de blanco en exteriores. Se cumple con la disposición.

*Regla 93. Los espacios libres de cada predio deberán arbolarse en por lo menos 20% de su superficie con especies nativas, y mantener los individuos cuyo tronco tenga mínimo 10 cm de diámetro a la altura del pecho. Asimismo, por lo menos el 50% de la superficie pavimentada debe cubrirse con pavimentos que permitan la infiltración del agua al subsuelo.*

#### **Vinculación**

La regla es aplicable. El proyecto cumple con la disposición ya que la propuesta implica una superficie de contacto total de 192.27 m<sup>2</sup>, es decir el 18.00% de la propiedad, situación que permite mantener 654.64 m<sup>2</sup>, el 61.29%, de suelo nativo que es permeable. A esta superficie, es apropiado agregar aquella que se mantiene debajo de los tableros ya que estos no sellan el suelo. De lo anterior se tiene que la superficie total de suelo permeable es de 875.79 m<sup>2</sup> o el 82.00% de la propiedad. Por otra parte, de esta superficie, 327.10 m<sup>2</sup> que es el 30.63% es la que admite la reforestación.

*Regla 94. En las áreas bajas con riesgo de inundación por marea de tormenta dentro de las Subzonas de Asentamientos Humanos, la elevación de las construcciones o de la infraestructura se establecerá a 1.5 metros como mínimo con respecto al nivel del terreno natural. Dicha infraestructura deberá ser de bajo impacto, sin que altere el flujo superficial del agua, sobre palafitos, con materiales locales, y con senderos a través de veredas flotantes, evitando la compactación del sustrato.*

### **Vinculación**

La regla es aplicable. Por su localización, a 70 metros frente a la costa del Golfo de México, se está en la posibilidad de riesgo por marea de tormenta e inundación por lo que se ha optado por elevar, mediante pilotes, la edificación a 1.80 m con respecto al nivel del terreno. Se mantiene el 82.00% de suelo permeable en la propiedad por lo que no se altera el flujo superficial del agua. La propuesta privilegia el uso de madera que es un material local y las circulaciones al interior del proyecto están consideradas en tableros/andadores de madera que no sellan el suelo.

*Regla 95. En el desarrollo de infraestructura deberán respetarse y dejarse libres de construcciones las riberas o zonas federales en los términos previstos por la Ley de Aguas Nacionales.*

### **Vinculación**

El proyecto se pretende en un solar urbano que es propiedad privada. No se incide ni en riberas ni en zonas federales. La regla no es vinculante.

*Regla 96. En la Zona Federal Marítimo Terrestre y Terrenos Ganados al Mar, sólo se permitirá el arranque de muelles para uso de atracadero, así como la instalación de infraestructura temporal para el apoyo a las actividades turístico recreativas. Los muelles deberán construirse con madera de la región o ser de tipo flotante. En ningún caso se autorizarán espigones o piedraplenes.*

*En el caso de Isla Chica de Holbox, no se permitirá la construcción de muelles particulares.*

### **Vinculación**

El proyecto se pretende en un solar urbano que es propiedad privada. No se incide sobre la Zona Federal Marítimo Terrestre ni en terrenos ganados al mar. No se solicita autorización para muelles ni la instalación de infraestructura temporal para el apoyo a las actividades turístico recreativas. La regla no es vinculante.

*Regla 97. Los andadores de acceso a la playa deberán realizarse con un trazo que atraviese la franja de vegetación costera en forma diagonal, con la finalidad de evitar la erosión de la duna o playa, respetando el relieve natural del sitio y se establecerán sin rellenos, ni pavimentos. Sólo se permitirá la delimitación del mismo con rocas u otros ornamentos no contaminantes.*

### **Vinculación**

El proyecto no tiene acceso directo a la playa. La regla no es vinculante.

*Regla 98. El diseño de los senderos interpretativos e infraestructura de apoyo en las áreas verdes o de conservación ecológica de las Subzonas de Asentamientos Humanos deberá minimizar el impacto ambiental y promover el uso de materiales propios de la región. En las otras subzonas que contengan manglares y humedales, los senderos interpretativos deberán estar piloteados y contruidos con materiales de la región y no deberán ser de más de dos y medio metros de ancho.*

#### **Vinculación**

El proyecto no pretende realizar ni operar senderos interpretativos ni infraestructura de apoyo en las áreas verdes o de conservación ecológica en la subzona. La regla no es vinculante.

*Regla 99. Se deben realizar acciones de mitigación para evitar que la iluminación externa cause alteraciones en el medio natural o en el comportamiento de la fauna silvestre, las luces deberán ser provenientes de fuentes que emitan pequeñas cantidades de luz de longitud de onda corta (luz ámbar), así como pantallas opacas para ocultar las fuentes luminosas, deberán ser dirigidas al piso.*

#### **Vinculación**

Se acata la disposición. La iluminación exterior del proyecto se realizará de acuerdo con esta Regla.

*Regla 100. En las construcciones colindantes a la Zona Federal Marítimo Terrestre las luminarias que se encuentren al exterior deberán ser dirigidas al piso.*

#### **Vinculación**

El proyecto no colinda con la Zona Federal Marítimo Terrestre. No es vinculante.

*Regla 101. Los productos y recursos forestales que se utilicen en la construcción o instalación de infraestructura con fines turísticos deben acreditar su legal procedencia y cumplir con las disposiciones de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y su Reglamento, así como la Ley General de Vida Silvestre.*

#### **Vinculación**

Todos los productos forestales serán adquiridos en ejidos productores que acrediten la legal procedencia cumpliendo con los registros y documentación emanados de las disposiciones

de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, su Reglamento y la Ley General de Vida Silvestre. Se acata la disposición.

*Regla 102. Con objeto de reducir el riesgo de propagación de incendios, las construcciones quedarán separadas del límite de propiedad.*

### **Vinculación**

El proyecto cumple esta disposición.

*Regla 103. Para la construcción, el tránsito pesado carga y descarga, deberán contar con espacios suficientes dentro de su predio para evitar obstruir la circulación en la vía pública.*

### **Vinculación**

Durante la fase de construcción se acatará esta disposición.

*Regla 104. En la Subzona de Asentamientos Humanos Holbox, todo desarrollo debe diseñarse tomando en cuenta las características de tamaño mínimo de lote y los índices de ocupación y utilización del suelo siguientes:*

	<b>Superficie mínima de lote para desarrollar (m<sup>2</sup>)*</b>	<b>Frente del lote mínimo (m)</b>	<b>Índice máximo de ocupación del suelo</b>	<b>Índice de utilización del suelo</b>
<i>Turístico hotelero</i>	800	20	0.60	1.80
<i>Turístico residencial</i>	1000	19	0.50	1.20
<i>Habitacional unifamiliar</i>	150	10	0.60	1.30
<i>Mixto (comercio y vivienda)</i>	250	10	0.60	1.80
<i>Comercial y de servicios</i>	250	10	0.60	1.20
<i>Equipamiento</i>		-	0.60	1.20
<i>Áreas verdes o de conservación ecológica</i>		-	0.20	0.20

\* La superficie del lote no podrá ser subdividida.

### **Vinculación**

El proyecto corresponde al segmento *Turístico residencial*.

- La superficie topográfica del lote es de 1,068.06 m<sup>2</sup>. CUMPLE
- El frente sur del lote, sobre la calle Caguama, tiene una longitud de 20.4 m. CUMPLE

- La propuesta, a nivel constructivo, implica un Coeficiente de Uso del Suelo (COS) del 41% que es un índice de ocupación de 0.41. CUMPLE
- La edificación cuenta con una superficie cubierta, Coeficiente de uso del Suelo (CUS) del 115% que es un índice de utilización del suelo de 1.15. CUMPLE

Lo anterior muestra que el proyecto acata la disposición reglamentaria.

## **CAPÍTULO XII. DE LAS VIALIDADES EN LAS SUBZONAS DE ASENTAMIENTOS HUMANOS**

*Regla 106. El sistema de transporte deberá estar conformado primordialmente por vehículos ligeros (bicicletas, triciclos, motocicletas, carros tipo golf modificado o similares), utilizando principalmente energías limpias.*

### **Vinculación**

Se acata la disposición.

*Regla 107. Todos los usuarios que utilicen vehículos automotores dentro de la Subzona de Asentamientos Humanos Holbox, deberán respetar la señalización de tránsito y las rutas de circulación vehicular que establezca la autoridad competente en coordinación con la Dirección del Área Natural Protegida.*

### **Vinculación**

Se acata la disposición.

*Regla 108. En el caso de proyectos o construcciones en la Subzona de Asentamientos Humanos Holbox, orientados a brindar una solución a los servicios, infraestructura, saneamiento, recuperación de playas u otra obra de carácter público, que requieran por su naturaleza la circulación de vehículos con capacidades de carga superiores a las 1.2 toneladas, fuera de la ruta de abastecimiento o cualquier otra vialidad secundaria o restringida, deberán ser autorizados por la autoridad competente encargada de la materia.*

### **Vinculación**

No es vinculante. El proyecto se trata de la construcción de un desarrollo habitacional de carácter privado.

## **CAPÍTULO XIII. DE LOS SERVICIOS COMPLEMENTARIOS A LA CONSTRUCCIÓN DE INFRAESTRUCTURA**

*Regla 109. Está prohibido descargar, depositar o infiltrar cualquier material de desecho sólido en los suelos y cuerpos de agua. Los desechos deberán entregarse al servicio municipal*

*de recolección de basura, quien será el responsable de que sean trasladados fuera del APFF Yum Balam.*

#### **Vinculación**

Se acata la disposición. Los desechos serán separados y entregados al recolector municipal para su traslado, tratamiento y disposición final.

*Regla 110. Se prohíbe arrojar o descargar aguas residuales, sustancias químicas, o residuos contaminantes en la porción marina, cuerpos de agua, suelo y subsuelo, así como lodos o cualquier otra clase de residuos que provoquen o puedan provocar trastornos, impedimentos o alteraciones en el funcionamiento del ecosistema.*

#### **Vinculación**

Se acata la disposición. Las aguas servidas serán tratadas y dispuestas de acuerdo con la normatividad en la materia y en concordancia con las condiciones impuestas en el título de concesión.

*Regla 111. La perforación de pozos o extracción de recursos hídricos para uso doméstico o turístico permitidos para las subzonas de asentamientos humanos requiere la concesión correspondiente de la Comisión Nacional del Agua, y cumplir con la Norma Oficial Mexicana NOM-003-CONAGUA-1996, Requisitos durante la construcción de pozos de extracción de agua para prevenir la contaminación de acuíferos.*

#### **Vinculación**

Se acata la disposición. No se requiere ni se solicita este tipo de abastecimiento ya que el organismo operador (CAPA-QR) está en posibilidad de prestar el servicio.

*Regla 112. La extracción de agua subterránea por bombeo en áreas colindantes a un manglar debe garantizar el balance hidrológico en el cuerpo de agua y la vegetación, evitando la intrusión de la cuña salina en el acuífero.*

#### **Vinculación**

Se acata la disposición. No se requiere ni se solicita este tipo de abastecimiento ya que el organismo operador (CAPA-QR) está en posibilidad de prestar el servicio.

*Regla 113. Los sistemas de recolección de aguas negras y pluviales deberán realizarse por separado, tanto a nivel urbano como a nivel domiciliario.*



### **Vinculación**

Se acata la disposición. Los drenajes pluvial y sanitario estarán separados.

*Regla 114. En toda construcción se instalarán preferentemente inodoros de un máximo de 6 litros de agua por descarga y se desarrollarán las medidas necesarias para un uso racional de este recurso.*

### **Vinculación**

Se acata la disposición tal como se explicó ampliamente en el apartado *II.2.3.1 Usuarios y usos del agua del proyecto*. Se eligen inodoros del tipo Helvex Olimpia 3.8 l doble descarga.

*Regla 115. Las ampliaciones de las redes de suministro eléctrico, telefónico y de televisión por cable deberán de ser subterráneas.*

### **Vinculación**

Se estima que la regla no es aplicable en virtud de que la promovente no solicita participar en un proyecto relativo a la dotación de servicios

*Regla 116. No se permite lavar lanchas, barcos y cualquier tipo de embarcación con detergentes no biodegradables, así como con otros agentes corrosivos, reactivos o tóxicos en ninguna presentación, que produzcan contaminación.*

### **Vinculación**

Se acata la disposición. La promovente no tiene como actividad el mantenimiento de embarcaciones.

## **CAPÍTULO XIV. DE LAS ENERGÍAS LIMPIAS Y USO EFICIENTE DE LOS SERVICIOS**

*Regla 117. En el diseño de las construcciones se favorecerá preferentemente la iluminación natural de los espacios interiores mediante ventanas, tragaluces, pérgolas y otros elementos arquitectónicos.*

### **Vinculación**

Se acata la disposición. El proyecto presenta amplios marcos y ventanas que permiten la circulación cruzada y la iluminación natural.

*Regla 118. En las edificaciones que requieran climatización debe ofrecerse también opciones de ventilación natural y ventilación mecánica, en el caso de que se usen aires acondicionados deberán ser individuales por habitación y no del tipo central.*

### **Vinculación**

Se acata la disposición. La arquitectura planteada ofrece ventilación cruzada natural, las unidades estarán dotadas de ventiladores de techo y los aires acondicionados serán individuales por habitación, de alta eficiencia, de tipo inverter y con capacidad de enfriamiento de acuerdo a las dimensiones de los espacios.

*Regla 119. En el APFF Yum Balam deberá realizarse separación de residuos de los siguientes tipos: orgánico, inorgánico, papel, plástico, metal, vidrio, madera y tela.*

### **Vinculación**

Se acata la disposición. En todas sus fases los residuos se separarán por clase y tipo.

*Regla 120. En las porciones terrestres se deberá fomentar el uso de bicicletas y propiciar la creación de vialidades peatonales y ciclovías donde se combinen los elementos del diseño urbano con los elementos ambientales.*

### **Vinculación**

El alcance de la promovente es puntual y se circunscribe al predio, el diseño urbano está fuera de su competencia.

## **CAPÍTULO XV. DE LA SUBZONIFICACIÓN**

*Regla 121. Con la finalidad de conservar los ecosistemas y la biodiversidad existente en el APFF Yum Balam, así como delimitar territorialmente la realización de actividades dentro de la misma, se establecen las siguientes subzonas...*

### **Vinculación**

Se acata la disposición. El alcance de la promovente es puntual y se circunscribe al predio, la delimitación y caracterización de subzonas en el ANP está fuera de su competencia.

*Regla 122. Para el desarrollo de las actividades permitidas y no permitidas dentro de las subzonas a que se refiere la regla anterior, se estará a lo previsto en el apartado denominado Subzonas y políticas de manejo, del presente instrumento.*

### **Vinculación**

Se acata la disposición.

## CAPÍTULO XVI. DE LAS PROHIBICIONES

Regla 123. Dentro del APFF Yum Balam, queda expresamente prohibido:

- I. La fundación de nuevos centros de población;
- II. Modificar las condiciones naturales de los acuíferos, cuencas hidrológicas, cauces naturales de corrientes, manantiales, riveras y vasos existentes;
- III. Verter o descargar contaminantes en el suelo, subsuelo y en cualquier clase de corriente o depósitos de agua;
- IV. Desarrollar actividades contaminantes;
- V. El uso de drones, salvo para investigación científica, operación, manejo, administración, y difusión sin fines de lucro;
- VI. Instalar o establecer espigones o cualquier estructura que modifique las corrientes marinas o provoque erosión de la costa;
- VII. Desechar, abandonar, arrojar, descargar, disponer finalmente, enterrar o verter residuos de cualquier tipo de material, incluyendo contenedores, recipientes, envases, bolsas, utensilios o cualquier otro elemento contaminante;
- VIII. Introducir especies exóticas, incluyendo las invasoras, así como las especies que se tornen ferales tales como perros y gatos, y
- IX. No se permite la disposición final de residuos tanto líquidos como sólidos dentro del área natural protegida

### **Vinculación**

Se acata la disposición.

- I. La fundación de nuevos centros de población; No es objeto ni alcance de la promovente
- II. Modificar las condiciones naturales de los acuíferos, cuencas hidrológicas, cauces naturales de corrientes, manantiales, riveras y vasos existentes; El proyecto es puntual y con una dimensión ambiental que no determina la modificación de las condiciones naturales de acuíferos, cuencas hidrológicas, cauces naturales de corrientes, manantiales, riveras y vasos.
- III. Verter o descargar contaminantes en el suelo, subsuelo y en cualquier clase de corriente o depósitos de agua; Se acata la prohibición.
- IV. Desarrollar actividades contaminantes; Se acata la prohibición
- V. El uso de drones, salvo para investigación científica, operación, manejo, administración, y difusión sin fines de lucro; Se acata la disposición. Se plantea el uso de drones para el monitoreo del *Subprograma monitoreo de la formación y forestación de isletas de manglar* solicitándose autorización expresa para ello.

- VI. Instalar o establecer espigones o cualquier estructura que modifique las corrientes marinas o provoque erosión de la costa; No es interés de la promovente ni se solicita autorización para establecer espigones o estructuras que modifique las corrientes marinas.
- VII. Desechar, abandonar, arrojar, descargar, disponer finalmente, enterrar o verter residuos de cualquier tipo de material, incluyendo contenedores, recipientes, envases, bolsas, utensilios o cualquier otro elemento contaminante; Se acata la disposición
- VIII. Introducir especies exóticas, incluyendo las invasoras, así como las especies que se tornen ferales tales como perros y gatos. Se acata la disposición
- IX. No se permite la disposición final de residuos tanto líquidos como sólidos dentro del área natural protegida. Se acata la disposición.

## **CAPÍTULO XVII. DE LA INSPECCIÓN Y VIGILANCIA**

*Regla 124. La inspección y vigilancia para el cumplimiento de las presentes reglas administrativas corresponde a la SEMARNAT por conducto de la PROFEPA, en coordinación con la SEMAR, sin perjuicio del ejercicio de las atribuciones que correspondan a otras dependencias del Ejecutivo Federal.*

### **Vinculación**

Se acata la disposición. La promovente se da por entera del alcance de la regla.

*Regla 125. Toda persona que tenga conocimiento de alguna infracción o ilícito que pudiera ocasionar algún daño a los ecosistemas del APFF Yum Balam, deberá notificar a las autoridades competentes de dicha situación, por conducto de la PROFEPA o a la Dirección del Área Natural Protegida, para que se realicen las gestiones correspondientes.*

### **Vinculación**

Se acata la disposición. La promovente se da por entera del alcance de la regla.

## **CAPÍTULO XVIII. DE LAS SANCIONES**

*Regla 126. Las violaciones al presente instrumento serán sancionadas de conformidad con lo dispuesto en la LGEEPA, sin perjuicio de las acciones legales que las autoridades competentes pueden iniciar contra las conductas sancionadas en el Título Vigésimo Quinto del Código Penal Federal y demás disposiciones jurídicas aplicables.*

### **Vinculación**

Se acata la disposición. La promovente se da por entera del alcance de la regla.

### **III.1.5 Programas de ordenamiento ecológico del territorio (POET)**

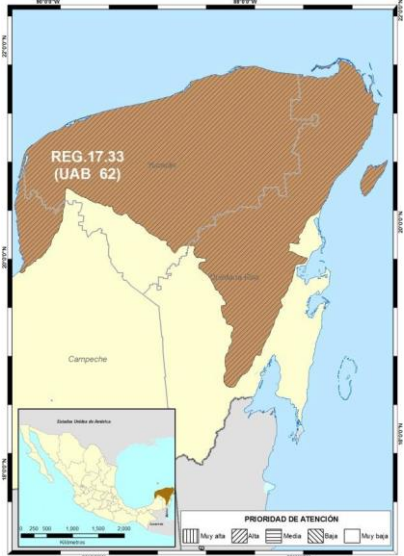
Los Programas de Ordenamiento Ecológico del Territorio son instrumentos de gestión que definen directrices para la implementación y ejecución de la política ambiental del país cuyo objeto es regular o inducir el uso del suelo y las actividades productivas con el fin de lograr la protección del medio ambiente y la preservación y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales. Se conciben a partir del análisis de las tendencias de deterioro y las potencialidades de aprovechamiento de espacios geográficos más o menos amplios de acuerdo a su alcance y escala de análisis espacial.

#### **III.1.5.1 Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT).**

Este instrumento se publicó el día 7 de septiembre de 2012 en el Diario Oficial de la federación.

Su concepción partió de una regionalización ecológica la cual identificó áreas de atención prioritaria y áreas de aptitud sectorial sobre lo cual se definieron lineamientos y estrategias ecológicas para la preservación, protección, restauración y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales. La base para la regionalización ecológica para la realización de este modelo parte de la síntesis de unidades territoriales que se integran a partir de factores del medio biofísico tales como clima, relieve, vegetación y suelo los que al obtenerse las interacciones entre ellos determinó la homogeneidad relativa del territorio y la heterogeneidad con el resto de las unidades. A través de este proceso se obtuvieron 145 Unidades Ambientales Biofísicas (UAB) con las que se tiene diferenciada la superficie del país a una escala geográfica 1:2'000,000.

La formulación, expedición, ejecución y evaluación de este programa es de competencia del Gobierno Federal y tiene como objetivo vincular las acciones y programas de las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal, cuyas actividades inciden en el patrón de ocupación del territorio nacional. En el contexto del POEGT, Isla Chica de Holbox es la localidad en la que se pretende este proyecto ubicándose en la Región Ecológica 17.33 y UAB 62, *Karst de Yucatán y Quintana Roo*, cuya Política Ambiental es de Restauración, Protección y Aprovechamiento sustentable y como Ejes Rectores la Preservación de Flora y Fauna y el desarrollo el Turismo.

	<b>REGIÓN ECOLÓGICA: 17.33</b> Unidad Ambiental Biofísica que la compone: 62. Karst de Yucatán y Quintana Roo				
	Localización: Oeste, centro, norte y este de Yucatán. Centro, norte y noreste de Quintana Roo				
<b>Superficie:</b> 59,542.35 Km <sup>2</sup>		<b>Población Total:</b> 2,982,494 habitantes		<b>Población Indígena:</b> Maya	
Estado del Medio Ambiente 2008					
<b>Inestable. Conflicto Sectorial Muy Alto.</b> No presenta superficie de ANPP. Media degradación de los Suelos. Muy alta degradación de la Vegetación. Media degradación por Desertificación. La modificación antropogénica es baja. Longitud de Carreteras (km): Muy Alta. Porcentaje de Zonas Urbanas: Baja. Porcentaje de Cuerpos de agua: Muy baja. Densidad de población (hab./km <sup>2</sup> ): Baja. El uso de suelo es Forestal y Pecuario. Con disponibilidad de agua subterránea. Porcentaje de Zona Funcional Alta: 0.0. Alta marginación social. Muy bajo índice medio de educación. Bajo índice medio de salud. Alto hacinamiento en la vivienda. Bajo indicador de consolidación de la vivienda. Muy bajo indicador de capitalización industrial. Medio porcentaje de la tasa de dependencia económica municipal. Medio porcentaje de trabajadores por actividades remuneradas por municipios. Actividad agrícola: Sin información. Media importancia de la actividad minera. Alta importancia de la actividad ganadera.					
Escenario al 2033: Inestable a Crítico					
Política Ambiental: Restauración, Protección y Aprovechamiento Sustentable					
Prioridad de Atención: Alta					
UAB	Rectores del desarrollo	Coadyuvantes del desarrollo	Asociados del desarrollo	Otros sectores de interés	Estrategias sectoriales
62	Preservación de Flora y Fauna, Turismo	Desarrollo Social-Forestal	Agricultura-Ganadería	Pueblos Indígenas	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 21, 22, 23, 31, 32, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44
<b>Estrategias. UAB 62</b>					
Grupo I. Dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del Territorio					



<p><b>A) Preservación</b></p>	<p>1. Conservación <i>in situ</i> de los ecosistemas y su biodiversidad. 2. Recuperación de especies en riesgo. 3. Conocimiento, análisis y monitoreo de los ecosistemas y su biodiversidad.</p>
<p><b>B) Aprovechamiento sustentable</b></p>	<p>4. Aprovechamiento sustentable de ecosistemas, especies, genes y recursos naturales. 5. Aprovechamiento sustentable de los suelos agrícolas y pecuarios. 6. Modernizar la infraestructura hidroagrícola y tecnificar las superficies agrícolas. 7. Aprovechamiento sustentable de los recursos forestales. 8. Valoración de los servicios ambientales.</p>
<p><b>C) Protección de los recursos naturales</b></p>	<p>9. Propiciar el equilibrio de las cuencas y acuíferos sobreexplotados. 10. Reglamentar para su protección, el uso del agua en las principales cuencas y acuíferos. 11. Mantener en condiciones adecuadas de funcionamiento las presas administradas por CONAGUA. 12. Protección de los ecosistemas. 13. Racionalizar el uso de agroquímicos y promover el uso de biofertilizantes.</p>
<p>Grupo II. Dirigidas al mejoramiento del sistema social e infraestructura urbana</p>	
<p>D) Infraestructura y equipamiento urbano y regional</p>	<p>31. Generar e impulsar las condiciones necesarias para el desarrollo de ciudades y zonas metropolitanas seguras, competitivas, sustentables, bien estructuradas y menos costosas. 32. Frenar la expansión desordenada de las ciudades, dotarlas de suelo apto para el desarrollo urbano y aprovechar el dinamismo, la fortaleza y la riqueza de las mismas para impulsar el desarrollo regional.</p>
<p>E) Desarrollo Social</p>	<p>36. Promover la diversificación de las actividades productivas en el sector agroalimentario y el aprovechamiento integral de la biomasa. Llevar a cabo una política alimentaria integral que permita mejorar la nutrición de las personas en situación de pobreza. 37. Integrar a mujeres indígenas y grupos vulnerables al sector económico-productivo en núcleos agrarios y localidades rurales vinculadas. 38. Fomentar el desarrollo de capacidades básicas de las personas en condición de pobreza. 39. Incentivar el uso de los servicios de salud, especialmente de las mujeres y los niños de las familias en pobreza. 40. Atender desde el ámbito del desarrollo social, las necesidades de los adultos mayores mediante la integración social y la igualdad de oportunidades.</p>

	Promover la asistencia social a los adultos mayores en condiciones de pobreza o vulnerabilidad, dando prioridad a la población de 70 años y más, que habita en comunidades rurales con los mayores índices de marginación.
Grupo III. Dirigidas al Fortalecimiento de la gestión y la coordinación institucional	
A) Marco Jurídico	42. Asegurara la definición y el respeto a los derechos de propiedad rural.
B) Planeación del Ordenamiento Territorial	43. Integrar, modernizar y mejorar el acceso al catastro rural y la información agraria para impulsar proyectos productivos. 44. Impulsar el ordenamiento territorial estatal y municipal y el desarrollo regional mediante acciones coordinadas entre los tres órdenes de gobierno y concertadas con la sociedad civil.

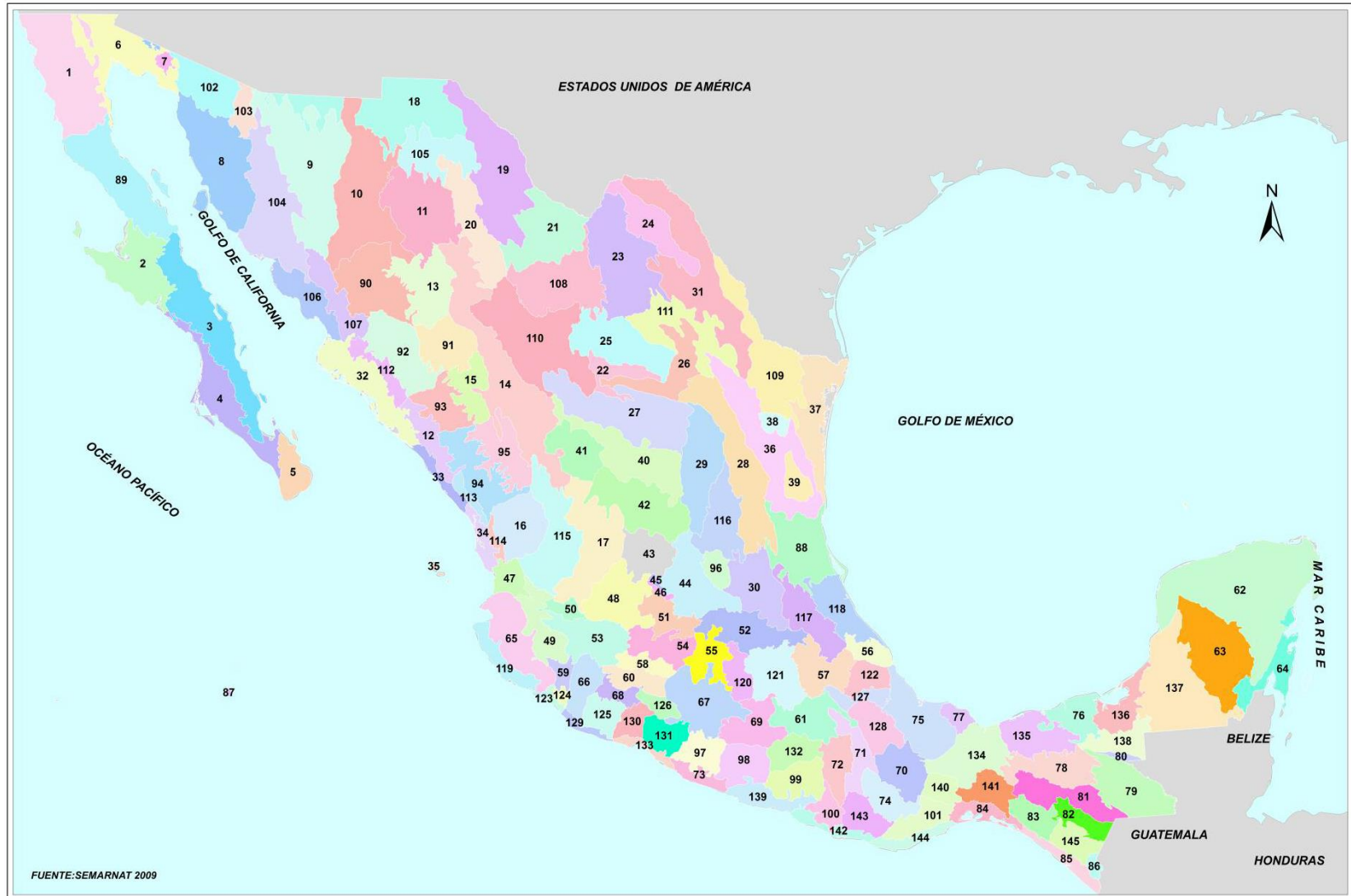


Imagen III-16 POEGT. Unidades Biofísicas Ambientales

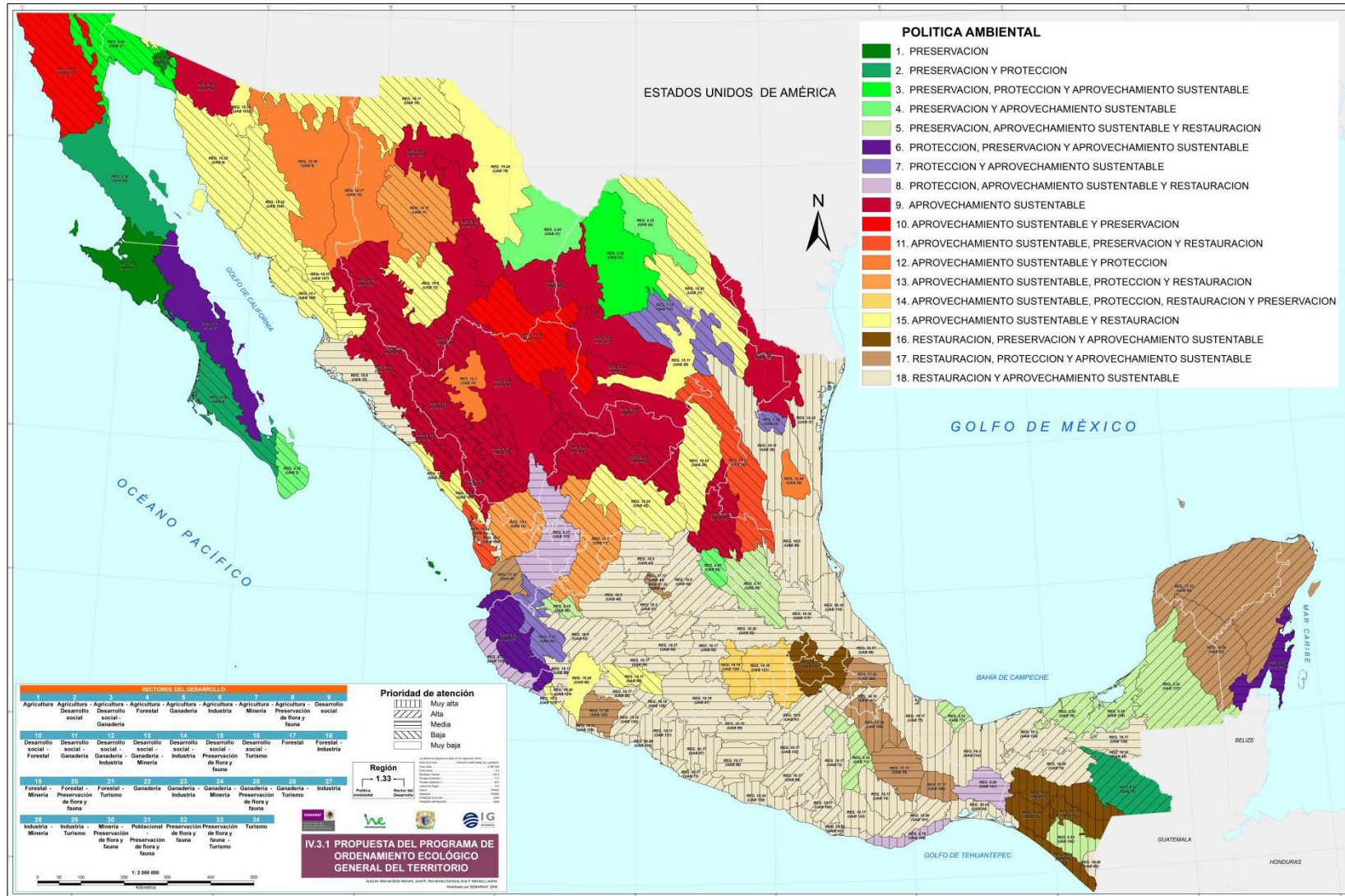


Imagen III-17 Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio.

De acuerdo con este instrumento, los lineamientos ecológicos a los que se sujeta el área en la que se pretende el proyecto son los siguientes:

1. Proteger y usar responsablemente el patrimonio natural y cultural del territorio, consolidando la aplicación y el cumplimiento de la normatividad en materia ambiental, desarrollo rural y ordenamiento ecológico del territorio.
2. Mejorar la planeación y coordinación existente entre las distintas instancias y sectores económicos que intervienen en la instrumentación del programa de ordenamiento ecológico general del territorio, con la activa participación de la sociedad en las acciones en esta área.
3. Contar con una población con conciencia ambiental y responsable del uso sustentable del territorio, fomentando la educación ambiental a través de los medios de comunicación y sistemas de educación y salud.
4. Contar con mecanismos de coordinación y responsabilidad compartida entre los diferentes niveles de gobierno para la protección, conservación y restauración del capital natural.
5. Preservar la flora y la fauna, tanto en su espacio terrestre como en los sistemas hídricos a través de las acciones coordinadas entre las instituciones y la sociedad civil.
6. Promover la conservación de los recursos naturales y la biodiversidad, mediante formas de utilización y aprovechamiento sustentable que beneficien a los habitantes locales y eviten la disminución del capital natural.
7. Brindar información actualizada y confiable para la toma de decisiones en la instrumentación del ordenamiento ecológico territorial y la planeación sectorial.
8. Fomentar la coordinación intersectorial a fin de fortalecer y hacer más eficiente al sistema económico.
9. Incorporar al SINAP las áreas prioritarias para la conservación, bajo esquemas de preservación y manejo sustentable.
10. Reducir las tendencias de degradación ambiental, consideradas en el escenario tendencial del pronóstico, a través de la observación de las políticas del Ordenamiento Ecológico General del Territorio.

Tal como se mostró en la ficha anterior, el sitio de pretendida ubicación del proyecto se encuentra en la región 17.33 y le aplican las siguientes estrategias ecológicas:



Tabla III-6 Estrategias ecológicas aplicables. UAB 62.

REGIÓN	UAB	NOMBRE	EJES RECTORES DEL DESARROLLO	COADYUVANTES DEL DESARROLLO	ASOCIADOS DEL DESARROLLO	OTROS SECTORES DE INTERÉS	POLÍTICA AMBIENTAL	NIVEL DE ATENCIÓN PRIORITARIA	ESTRATEGIAS
17.33	62	Karst de Yucatán y Quintana Roo	PRESERVACIÓN DE FLORA Y FAUNA TURISMO	DESARROLLO SOCIAL FORESTAL	AGRICULTURA GANADERÍA	PUEBLOS INDÍGENAS	RESTAURACIÓN, PROTECCIÓN Y APROVECHAMIENTO SUSTENTABLE	ALTA	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 21, 22, 23, 31, 32, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44

### Vinculación

El Acuerdo por el que se expide el Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio publicado el día 7 de septiembre de 2012 en el Diario Oficial de la Federación indica el alcance del instrumento particularmente en su ARTICULO SEGUNDO. Mismo que dice: *En términos del Artículo 19 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Ordenamiento Ecológico, el Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio será de observancia obligatoria en todo el territorio nacional y vinculará las acciones y programas de la Administración Pública Federal y las entidades paraestatales en el marco del Sistema Nacional de Planeación Democrática.*

Es importante hacer notar que las estrategias y acciones son un marco programático de gobierno establecido para favorecer la coordinación entre instituciones por lo que se estima que el alcance y responsabilidad de su cumplimiento no se encuentra en la esfera jurídica del gobernado, es decir, de la promovente.



### III.1.5.2 Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe.

La formulación, aplicación, expedición, ejecución y evaluación de este Programa es de competencia del Gobierno Federal. Tiene por objeto establecer los lineamientos y las previsiones a que deberá sujetarse el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales, el mantenimiento de los bienes y servicios ambientales y la conservación de los ecosistemas y la biodiversidad en las zonas marinas mexicanas y sus zonas federales adyacentes.

El Acuerdo constituye un ordenamiento jurídico con el carácter de ley que es aplicable, vinculante y obligatorio para los particulares ya que, a través de su publicación en el Diario Oficial de la Federación, adquiere valor imperativo y, en consecuencia, su obligatoriedad como 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 sus potencialidades de aprovechamiento.

En referencia al Sector conservación, que es aplicable al proyecto, se tiene que este *comprende el fomento a la protección, la restauración y conservación de los ecosistemas, recursos naturales, bienes y servicios ambientales, tendientes a propiciar su aprovechamiento garantizando el desarrollo sustentable. En este sentido, el extenso número de ecosistemas costeros y marinos a lo largo de la zona litoral del Golfo de México y Mar Caribe que albergan una gran biodiversidad que incluye especies bajo estatus y especies endémicas, determinan la vocación de múltiples áreas de la vasta región incluida en el ordenamiento por su bien definida aptitud para ser conservada. En particular para el sector Conservación se tomaron como atributos centrales y con la misma prioridad:*

*Regiones Terrestres Prioritarias, Regiones Marinas Prioritarias, Humedales, Áreas de Importancia para la Conservación de Aves (AICAS), Humedales Potenciales y Análisis GAP (Vacíos y Omisiones para la conservación en ambiente marino).*

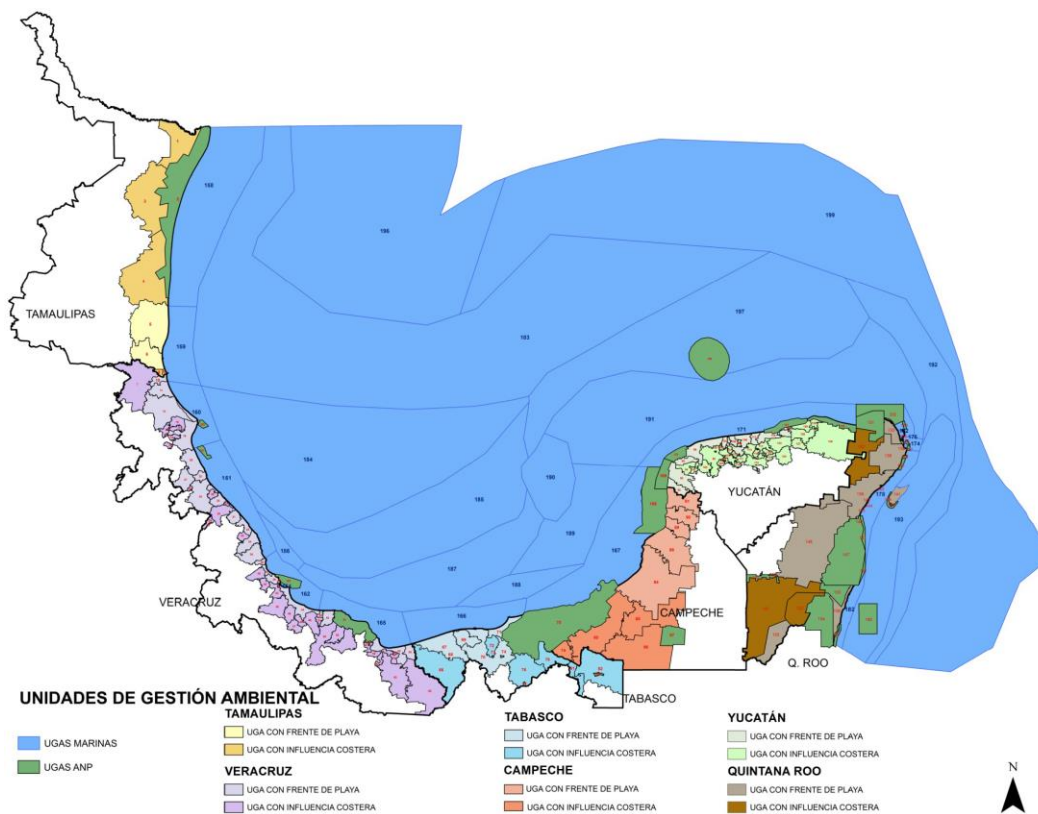
Por otra parte, se tiene el Sector Turismo al cual también le son correlativas disposiciones de ordenación en virtud de que el *Golfo de México y Mar Caribe presentan territorios con amplia diversidad en sus paisajes, lo que es favorable para propiciar el aprovechamiento turístico sustentable, estableciendo una distribución, relacionada a su latitud, en tres amplias regiones identificadas como Regiones Norte y Centro que incluyen a los estados de Tamaulipas, Veracruz y Tabasco, donde el turismo que se realiza es principalmente de negocios ya que posee una relación íntima con zonas industriales como es el caso de la explotación y transformación del petróleo. Por otra parte, la Región Sur que abarca la península de Yucatán, posee vocación para turismo de alto impacto y ecoturismo, lo que se*

encuentra vinculado estrechamente con la existencia de playas de alto valor paisajístico de la región además del desarrollo incrementado en los últimos años de las actividades ecoturísticas y la presencia de Áreas Naturales Protegidas que incluyen zonas marinas y terrestres como los Arrecifes coralinos donde la actividad humana es regulada de forma estricta para prevenir y evitar alteraciones del equilibrio natural de estos importantes reservorios naturales.

El Programa de Ordenamiento Ecológico considera un modelo con lineamientos ambientales en unidades de gestión ambiental y una estrategia ecológica con objetivos específicos, acciones, criterios ecológicos y responsables.

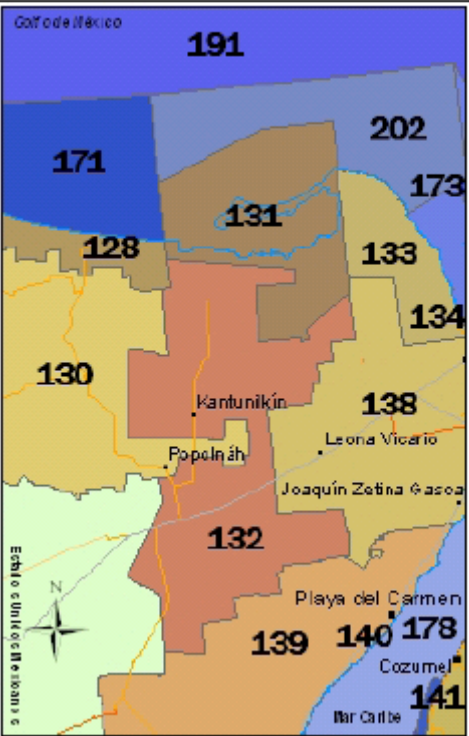
El Modelo considera *Lineamientos Ecológicos*, que incluyen 27 metas generales que reflejan el estado deseable de las UGA, orientados a la atención de las tendencias de deterioro ambiental identificados en la Agenda Ambiental, durante la etapa de diagnóstico, pronóstico y en el ejercicio de visión prospectiva.

Cada UGA incluye una ficha que contiene su toponimia, ubicación y características, como presencia de puertos y áreas de exclusión entre otros datos. Además, las fichas contienen una tabla con las acciones específicas aplicables a la UGA correspondiente.



Holbox, Isla Chica e Isla Grande, en lo privativo y el Área de protección de Flora y Fauna Yum Balam en lo general quedan bajo la cobertura geográfica de la UGA 131 denominada APFF YUM BALAM cuyas particularidades se muestran en la tabla siguiente:

Unidad de Gestión Ambiental 131

<b>Tipo de UGA</b>	Marina (ANP – Federal)	<b>Mapa</b> 
<b>Nombre:</b>	Area de Protección de Flora y Fauna Yum Balam	
<b>Municipio:</b>	Lázaro Cárdenas	
<b>Estado:</b>	Quintana Roo	
<b>Población:</b>	2,483 Habitantes	
<b>Superficie:</b>	152,583.258 Ha.	
<b>Subregión:</b>		
<b>Islas:</b>	Presentes: Aplicar criterios para Islas	
<b>Puerto Turístico</b>	Presente	
<b>Puerto Comercial</b>		
<b>Puerto Pesquero</b>	Presente	
<b>Nota:</b>	Aplicar Decreto y Programa de Manejo del ANP	

A esta UGA, le son aplicables un conjunto de Acciones Generales que provienen del anexo 4 mismas que se vinculan a continuación:

Tabla III-7 Acciones Generales

CLAVE	ACCIÓN GENERAL	VINCULACIÓN
G 001	Promover el uso de tecnologías y prácticas de manejo para el uso eficiente del agua en coordinación con la CONAGUA y demás autoridades competentes.	La promoción de tecnologías y prácticas de manejo para el uso eficiente del agua no es competencia de la promovente. No obstante, el proyecto asocia una planta de tratamiento de aguas residuales cuyos efluentes cumplirán con las Normas Oficiales Mexicanas NOM-001-SEMARNAT-1996 y NOM-003-SEMARNAT-1997.

CLAVE	ACCIÓN GENERAL	VINCULACIÓN
G 002	Promover el establecimiento del pago por servicios ambientales hídricos en coordinación con la CONAGUA y las demás autoridades competentes.	La promoción para el establecimiento de pagos por servicios ambientales no se encuentra al alcance de la promovente.
G 003	Impulsar y apoyar la creación de UMA para evitar el comercio de especies de extracción y sustituirla por especies de producción.	La promoción e impulso a las UMA no se encuentra al alcance de la promovente.
G 004	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).	La instrumentación y reforzamiento de las campañas de vigilancia y control de las actividades extractivas de flora y fauna silvestre no se encuentra al alcance de la promovente.
G 005	Establecer bancos de germoplasma, conforme a la legislación aplicable.	Establecer bancos de germoplasma no es el objeto social de la promovente
G 006	Reducir la emisión de gases de efecto invernadero	La reducción de la huella de carbono del país implica políticas de largo alcance. Sin embargo y en la medida de sus posibilidades, la promovente participará en esta transición. El uso de paneles solares para la generación de electricidad e iluminación led para un consumo mínimo; calentadores solares para el agua; privilegiando la adquisición de productos locales particularmente pescado.
G 007	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.	Estos conceptos quedan fuera del alcance de la promovente.
G 008	El uso de Organismos Genéticamente Modificados debe realizarse conforme a la legislación vigente.	No se plantea el uso de OGM
G 009	Planificar las acciones de construcción de infraestructura, en particular la de comunicaciones terrestres para evitar la fragmentación del hábitat.	Estos conceptos quedan fuera del alcance de la promovente.

CLAVE	ACCIÓN GENERAL	VINCULACIÓN
G 010	Instrumentar campañas y mecanismos para la reutilización de áreas agropecuarias para evitar su expansión hacia áreas naturales.	Estos conceptos quedan fuera del alcance de la promovente.
G 011	Instrumentar medidas de control para minimizar las afectaciones producidas a los ecosistemas costeros por efecto de las actividades humanas.	Este concepto queda fuera del alcance de la promovente.
G 012	Impulsar la ubicación o reubicación de parques industriales en sitios ya perturbados o de escaso valor ambiental.	Estos conceptos quedan fuera del alcance de la promovente.
G 013	Evitar la introducción de especies potencialmente invasoras en o cerca de las coberturas vegetales nativas	La promovente no pretende la introducción de especies potencialmente invasoras, ni no invasoras a la isla.
G 014	Promover la reforestación en los márgenes de los ríos.	No es aplicable al proyecto. No hay ríos en Holbox.
G 015	Evitar el asentamiento de zonas industriales o humanas en los márgenes o zonas inmediatas a los cauces naturales de los ríos.	No es objeto del proyecto y se encuentra fuera del alcance de la promovente
G 016	Reforestar las laderas de las montañas con vegetación nativa de la región.	No es aplicable al proyecto. No hay montañas ni laderas en Holbox
G 017	Desincentivar las actividades agrícolas en las zonas con pendientes mayores a 50%.	Estas acciones de política ambiental no se encuentran al alcance de la promovente.
G 018	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. <small>*Área Sujeta a Ordenamiento Ecológico</small>	Esta es una acción de amplia cobertura geográfica que queda fuera del ámbito y objeto de la promovente. No obstante, la promovente propone, como medida compensatoria, la formación de islas de manglar, en una superficie de 0.5 Ha, a efecto de ampliar la cobertura vegetal de este ensamble en el humedal.
G 019	Los planes o programas de desarrollo urbano de las áreas que se sujetan 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.	Estas acciones de política ambiental y urbana no se encuentran al alcance de la promovente.
G 020	Recuperar y mantener la vegetación natural en las riberas de los ríos y zonas inundables asociadas a ellos.	Esta es una acción de amplia cobertura geográfica que queda fuera del ámbito y objeto de la

CLAVE	ACCIÓN GENERAL	VINCULACIÓN
		promoviente. No obstante, la promoviente propone, como medida compensatoria, la formación de islas de manglar a efecto de ampliar la cobertura vegetal del humedal en una superficie de 0.25 hectáreas.
G 021	Promover las tecnologías productivas en sustitución de las extractivas.	Estas acciones relativas a la reorientación productiva corresponden a políticas sectoriales que están fuera del alcance de la promoviente.
G 022	Promover el uso de tecnologías productivas intensivas en sustitución de las extensivas	Estas acciones relativas a la reorientación productiva corresponden a políticas sectoriales que están fuera del alcance de la promoviente.
G 023	Implementar campañas de control de especies que puedan convertirse en plagas.	La implementación de campañas de control de especies que puedan convertirse en plagas no es objeto de la promoviente.
G 024	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.	Esta es una acción de amplia cobertura geográfica que queda fuera del ámbito y objeto de la promoviente. No obstante, la promoviente propone, como medida compensatoria, la formación de islas de manglar a efecto de ampliar la cobertura vegetal de esta vegetación humedal en una superficie de 0.25 hectáreas.
G 025	Fomentar el uso de especies nativas que posean una alta tolerancia a parámetros ambientales cambiantes para las actividades productivas.	El fomento al uso de especies nativas para actividades productivas corresponde a políticas sectoriales que están fuera del alcance de la promoviente.
G 026	Identificar las áreas importantes para el mantenimiento de la conectividad ambiental en gradientes altitudinales y promover su conservación (o rehabilitación).	Estas acciones implican tareas de gestión y coordinación interinstitucional que no están en la esfera de competencia de la promoviente.
G 027	Promover el uso de combustibles de no origen fósil.	La promoción de combustibles alternos corresponde a una política energética la cual está
G 028	Promover el uso de energías renovables	



CLAVE	ACCIÓN GENERAL	VINCULACIÓN
G 029	Promover un aprovechamiento sustentable de la energía	fuera del alcance de la promovente.
G 030	Fomentar la producción y uso de equipos energéticamente más eficientes	
G 031	Promover la sustitución a combustibles limpios, en los casos en que sea posible, por otros que emitan menos contaminantes que contribuyan al calentamiento global.	
G 032	Promover la generación y uso de energía a partir de hidrógeno	
G 033	Promover la investigación y desarrollo en tecnologías limpias.	
G 034	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.	Si bien el impulso a la reducción del consumo de energía en viviendas corresponde a una política sectorial, el diseño de Los departamentos Yum Balam concuerda con esta acción general. Su arquitectura bioclimática aprovecha recursos locales y su proceso de construcción y operación resultan responsables de cara al medio ambiente.
G 035	Establecer medidas que incrementen la eficiencia energética de las instalaciones domésticas existentes.	El conjunto de departamentos está diseñado y equipado con instalaciones que incrementan su eficiencia energética.
G 036	Establecer medidas que incrementen la eficiencia energética de las instalaciones industriales existentes.	
G 037	Elaborar modelos (sistemas mundiales de zonificación agroecológica) que permitan evaluar la sostenibilidad de la producción de cultivos; en diferentes condiciones del suelo, climáticas y del terreno.	La elaboración de modelos que participen en sistemas mundiales de zonificación agroecológica está fuera del alcance de la promovente.
G 038	Evaluar la potencialidad del suelo para la captura de carbono.	Este componente del ordenamiento está fuera del alcance de la promovente.
G 039	Promover y fortalecer la formulación e instrumentación de los ordenamientos ecológicos locales en el ASO.	Esto corresponde a políticas sectoriales gubernamentales que no están al alcance de la promovente.
G 040	Fomentar la participación de las industrias en el Programa Nacional de Auditoría Ambiental.	El fomento a la participación en programas de auditoría ambiental no es objeto de la promovente.

CLAVE	ACCIÓN GENERAL	VINCULACIÓN
G 041	Fomentar la elaboración de Programas de Desarrollo Urbano en los principales centros de población de los municipios.	El fomento a la elaboración de Programas de Desarrollo Urbano no es objeto de la promovente.
G 042	Fomentar la inclusión de las industrias de todo tipo en el Registro de Emisión y Transferencia de Contaminantes (RETC) y promover el Sistema de Información de Sitios Contaminados en el marco del Programa Nacional de Restauración de Sitios Contaminados.	El fomento a la inclusión de las industrias de todo tipo en el Registro de Emisión y Transferencia de Contaminantes no es objeto de la promovente.
G 043	LA SEMARNAT, considerará el contenido aplicable de este Programa. En su participación para la actualización de la Carta Nacional Pesquera, Asimismo, lo considerará en las medidas tendientes a la protección de quelonios, mamíferos marinos y especies bajo un estado especial de protección, que dicte de conformidad con la Ley General de Pesca y Acuacultura Sustentable.	Esta acción general es atribución de la SEMARNAT no de la promovente.
G 044	Contribuir a la construcción y reforzamiento de las cadenas productivas y de comercialización interna y externa de las especies pesqueras.	La promovente pertenece a la agrupación denominada Edificación residencial (2361) por lo que no participa en la construcción y reforzamiento de cadenas productivas y de comercialización de pesquerías.
G 045	Consolidar el servicio de transporte público en las localidades nodales.	No es objeto de la promovente.
G 046	Fomentar la ampliación o construcción de infraestructuras que liberen tránsito de paso, corredores congestionados y mejore el servicio de transporte.	No es objeto de la promovente.
G 047	Impulsar la diversificación de actividades productivas.	El impulso para lograr la diversificación productiva corresponde a programas institucionales transversales. No es objeto de la promovente.
G 048	Instrumentar y apoyar campañas para la prevención ante la eventualidad de desastres naturales.	La instrumentación y fortalecimiento de los programas de protección civil es una responsabilidad que recae en el gobierno estatal.
G 049	Fortalecer la creación o consolidación de los comités de protección civil.	
G 050	Promover que las construcciones de las casas habitación sean resistentes a eventos hidrometeorológicos.	

CLAVE	ACCIÓN GENERAL	VINCULACIÓN
G 051	Realizar campañas de concientización sobre el manejo adecuado de residuos sólidos urbanos.	La implementación y ejecución de campañas de concientización sobre el manejo adecuado de residuos sólidos urbanos corresponde al gobierno estatal y municipal, así como a la Dirección del Área Natural Protegida.
G 052	Implementar campañas de limpieza, particularmente en asentamientos suburbanos y urbanos (descacharrización, limpieza de solares, separación de basura, etc.).	La implementación y ejecución de campañas de limpieza corresponde al gobierno estatal y municipal, así como a la Dirección del Área Natural Protegida.
G 053	Instrumentar programas y mecanismos de reutilización de las aguas residuales tratadas.	Los programas y mecanismos de reutilización de aguas residuales pueden abordarse a diversos niveles. El proyecto lo atiende de manera puntual al promover una planta de tratamiento de alta eficacia. No obstante, a la escala del ordenamiento, corresponde a las autoridades estatales, y municipales.
G 054	Promover en el sector industrial la instalación y operación adecuada de plantas de tratamiento para sus descargas.	Esta acción, a la escala del ordenamiento, corresponde a las autoridades estatales, y municipales.
G 055	La remoción parcial o total de vegetación forestal para el cambio de uso de suelo en terrenos forestales, o para el aprovechamiento de recursos maderables en terrenos forestales y preferentemente forestales, sólo podrá llevarse a cabo de conformidad con la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y demás disposiciones jurídicas aplicables.	Se presenta, en cumplimiento a las disposiciones legales aplicables esta manifestación de impacto ambiental dando con ello cumplimiento a esta acción general.
G 056	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.	La promoción, impulso e instrumentación de la operación de sitios de disposición final de residuos sólidos urbanos, peligrosos o de manejo especial es una responsabilidad que recae en los gobiernos estatal y municipal.
G 057	Promover los estudios sobre los problemas de salud relacionados con los efectos del cambio climático.	La promoción de estudios sobre los problemas de salud relacionados con los efectos del

CLAVE	ACCIÓN GENERAL	VINCULACIÓN
		cambio climático no es objeto ni está al alcance de la promovente.
G 058	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 plantea, a su escala, una apropiada gestión de los residuos peligrosos. No obstante, a nivel del ASO* esta gestión corresponde a las esferas de gobierno federal, estatal y municipal. <small>*Área Sujeta a Ordenamiento Ecológico</small>
G 059	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.	Este proyecto, como infraestructura, es concordante con el Decreto de creación del ANP Área de Protección de Flora y Fauna Yum Balam y su Programa de Manejo
G 060	Ubicar la construcción de infraestructura costera en sitios donde se minimice el impacto sobre la vegetación acuática sumergida.	Las edificaciones objeto de este documento no se pretenden en un sitio con vegetación acuática sumergida. No aplica.
G 061	La construcción de infraestructura costera se deberá realizar con procesos y materiales que minimicen la contaminación del ambiente marino.	Esta acción se refiere a infraestructura costera, no aplica al proyecto.
G 062	Implementar procesos de mejora de la actividad agropecuaria y aplicar mejores prácticas de manejo.	La promovente no pretende la realización de actividades agropecuarias. No aplica.
G 063	Promover la elaboración de ordenamientos pesqueros y acuícolas a diferentes escalas y su vinculación con los ordenamientos ecológicos.	La promoción, elaboración e instrumentación de ordenamientos pesqueros y acuícolas no es objeto de la promovente.
G 064	La construcción de carreteras, caminos, puentes o vías férreas deberá evitar modificaciones en el comportamiento hidrológico de los flujos subterráneos o superficiales o atender dichas modificaciones en caso de que sean inevitables.	El proyecto corresponde a un conjunto de departamentos. No se plantea la construcción de carreteras, caminos, puentes ni vías férreas. No aplica.
G 065	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.	Este proyecto conlleva obras y actividades en el área natural protegida federal <i>Área de Protección de Flora y Fauna Yum Balam</i> . La Dirección de la ANP o la Dirección Regional podrán emitir su opinión técnica en el marco del procedimiento de

CLAVE	ACCIÓN GENERAL	VINCULACIÓN
		evaluación de estedocumentode acuerdo a lo establecido en el artículo 24 del Reglamento de la LEGEEPA en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental y de conformidad a lo establecido por el artículo 55 de la Ley Federal de Procedimiento Administrativo que es de aplicación supletoria a la LEGEEPA.

El Programa de Ordenamiento Ecológico, como instrumento de gestión y administración territorial, implica un modelo que establece Unidades de Gestión Ambiental, lineamientos ecológicos, estrategias para el cumplimiento de objetivos específicos, acciones, criterios y define a los responsables de su implementación.

A continuación, se procede con la vinculación de las acciones específicas de este instrumento con el sitio, obras y actividades que conlleva el proyecto objeto de análisis y evaluación.

Las acciones específicas de la UGA 131 son las siguientes:

Acciones Específicas							
Acción	Aplicación	Acción	Aplicación	Acción	Aplicación	Acción	Aplicación
A-001	<b>APLICA</b>	A-027	<b>APLICA</b>	A-053	<b>APLICA</b>	A-079	<b>APLICA</b>
A-002	<b>APLICA</b>	A-028	<b>APLICA</b>	A-054	<b>APLICA</b>	A-080	NA
A-003	<b>APLICA</b>	A-029	<b>APLICA</b>	A-055	<b>APLICA</b>	A-081	NA
A-004	NA	A-030	<b>APLICA</b>	A-056	<b>APLICA</b>	A-082	NA
A-005	<b>APLICA</b>	A-031	<b>APLICA</b>	A-057	<b>APLICA</b>	A-083	NA
A-006	<b>APLICA</b>	A-032	<b>APLICA</b>	A-058	<b>APLICA</b>	A-084	NA
A-007	<b>APLICA</b>	A-033	<b>APLICA</b>	A-059	<b>APLICA</b>	A-085	NA
A-008	<b>APLICA</b>	A-034	<b>APLICA</b>	A-060	<b>APLICA</b>	A-086	NA
A-009	<b>APLICA</b>	A-035	NA	A-061	<b>APLICA</b>	A-087	NA
A-010	<b>APLICA</b>	A-036	NA	A-062	<b>APLICA</b>	A-088	NA
A-011	<b>APLICA</b>	A-037	<b>APLICA</b>	A-063	<b>APLICA</b>	A-089	NA
A-012	<b>APLICA</b>	A-038	<b>APLICA</b>	A-064	<b>APLICA</b>	A-090	NA

Acciones Específicas							
Acción	Aplicación	Acción	Aplicación	Acción	Aplicación	Acción	Aplicación
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	APLICA	A-067	APLICA	A-093	NA
A-016	APLICA	A-042	APLICA	A-068	APLICA	A-094	NA
A-017	APLICA	A-043	APLICA	A-069	APLICA	A-095	NA
A-018	APLICA	A-044	APLICA	A-070	APLICA	A-096	NA
A-019	APLICA	A-045	APLICA	A-071	APLICA	A-097	NA
A-020	APLICA	A-046	APLICA	A-072	APLICA	A-098	NA
A-021	APLICA	A-047	APLICA	A-073	NA	A-099	NA
A-022	APLICA	A-048	APLICA	A-074	APLICA	A-100	NA
A-023	APLICA	A-049	APLICA	A-075	NA		
A-024	APLICA	A-050	APLICA	A-076	NA		
A-025	APLICA	A-051	APLICA	A-077	NA		
A-026	APLICA	A-052	APLICA	A-078	APLICA		

NA = NO APLICA

CLAVE	ACCIÓN ESPECÍFICA	VINCULACIÓN
A 001	Fortalecer los mecanismos para el control de la comercialización y uso de agroquímicos y pesticidas.	Esta labor institucional no es objeto de la promovente.
A 002	Instrumentar mecanismos de capacitación para el manejo adecuado de agroquímicos y pesticidas.	La instrumentación de mecanismos de gestión a escala del ASO no es objeto de la promovente. No se utilizarán agroquímicos.
A 003	Fomentar el uso de fertilizantes orgánicos y abonos verdes en los procesos de fertilización del suelo de actividades agropecuarias y forestales.	El fomento del uso de agroquímicos orgánicos no es objeto de la promovente. El proyecto no incumbe actividades agroforestales.
A 005	Fomentar la reducción de pérdida de agua durante los procesos de distribución de la misma.	Al momento la Comisión de Agua Potable y Alcantarillado de Quintana Roo atiende este aspecto, en el ámbito de sus atribuciones, para Isla Chica.
A 006	Implementar programas para la captación de agua de lluvia y el uso de aguas grises	El proyecto implementa un sistema de riego con aguas



CLAVE	ACCIÓN ESPECÍFICA	VINCULACIÓN
		tratadas y conlleva un sistema de captación de aguas pluviales.
A 007	Promover la constitución de áreas destinadas voluntariamente a la conservación o ANP en áreas aptas para la conservación o restauración de ecosistemas naturales.	La promoción de ANPP en el ASO no es objeto de la promovente.
A 008	Evitar las actividades humanas en las playas de anidación de tortugas marinas, salvo aquellas que estén autorizadas en los programas de conservación.	El conjunto no se desplanta en una playa. No es aplicable.
A 009	Fortalecer la inspección y vigilancia en las zonas de anidación y reproducción de las tortugas marinas.	El fortalecimiento de las capacidades de inspección y vigilancia no es objeto de la promovente. Corresponde a PROFEPA y a la Dirección de la ANP.
A 010	Fortalecer el apoyo económico de las actividades de conservación de las tortugas marinas.	No es objeto de la promovente realizar gestiones para la captación de fondos para instancias gubernamentales y ONG. No obstante, una vez instalado y operando no se descarta la posibilidad de participar en labores y apoyo económico para esta tarea.
A 011	Establecer e impulsar programas de restauración y recuperación de la cobertura vegetal original para revertir el avance de la frontera agropecuaria.	El proyecto no se pretende en una zona agropecuaria. Esta acción específica no es aplicable.
A 012	Promover la preservación de las dunas costeras y su vegetación natural, a través de la ubicación de la infraestructura detrás del cordón de dunas frontales.	El proyecto no se desplanta en una zona de dunas costeras
A 013	Establecer las medidas necesarias para evitar la introducción de especies potencialmente invasoras por actividades marítimas en los términos establecidos por los artículos 76 y 77 de la Ley de Navegación y Comercio Marítimo.	No es labor de la promovente establecer las medidas que eviten la introducción de especies marinas invasoras y no se dedica a actividades náuticas por lo que no es aplicable la Ley de Navegación y Comercio Marítimo.
A 014	Instrumentar campañas de restauración, reforestación y recuperación de manglares y otros humedales en las zonas de mayor viabilidad ecológica.	El proyecto conlleva, como medida de compensación, la formación de islas de manglar en una superficie de 0.25 hectáreas, poniendo a disposición de la Comisión de Áreas Naturales

CLAVE	ACCIÓN ESPECÍFICA	VINCULACIÓN
		Protegidas posibles ubicaciones con potencial. Se estima que de esta forma la promovente participa en el cumplimiento de esta acción específica.
A 015	Promover e impulsar la reubicación de instalaciones que se encuentran sobre las dunas arenosas en la zona costera del ASO.	No es objeto de la promovente impulsar políticas sectoriales.
A 016	Establecer corredores biológicos para conectar las ANP existentes o las áreas en buen estado de conservación dentro del ASO.	La capacidad de gestión de la promovente se limita al ámbito local y no al ASO. En este sentido se asocia al proyecto la formación de 0.25 ha de islas de manglar a efecto de incrementar la conectividad al aumentar la cobertura forestal de mangle rojo ( <i>Rhizophora mangle</i> ) que es una especie listada como Amenazada por la NOM-059 SEMARNAT-2010.
A 017	Establecer e impulsar programas de restauración, reforestación y recuperación de zonas degradadas.	
A 018	Promover acciones de protección y recuperación de especies bajo algún régimen de protección considerando en la Norma Oficial Mexicana, Protección ambiental-Especies Nativas de México de Flora y Fauna Silvestre-Categoría de Riesgo y Especificaciones para su Inclusión, Exclusión o Cambio-Lista de Especies en Riesgo (NOM-059 SEMARNAT-2010).	
A 019	Los programas de remediación que se implementen, deberán ser formulados y aprobados de conformidad con la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, y demás normatividad aplicable.	La promovente no plantea ningún programa de remediación. No aplica.
A 020	Promover el uso de tecnologías de manejo de la caña en verde para evitar las emisiones producidas en los periodos de zafra.	El cultivo y manejo de caña no es objeto de la promovente.
A 021	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.	El alcance de la promovente se limita puntualmente al predio y a su área de influencia directa por lo que el proyecto no repercute en las zonas industriales y urbanas del ASO. No obstante, se proponen tecnologías y equipamiento que implican severo control en las descargas de aguas servidas.
A 022	Fomentar programas de remediación y monitoreo de zonas y aguas costeras afectadas por los hidrocarburos.	La promovente no plantea ningún programa de remediación y monitoreo. No aplica.

CLAVE	ACCIÓN ESPECÍFICA	VINCULACIÓN
A 023	Fomentar la aplicación de medidas preventivas y correctivas de contaminación del suelo con base a riesgo ambiental, así como la aplicación de acciones inmediatas o de emergencia y tecnologías para la remediación in situ, en términos de la legislación aplicable.	La promovente no realizará actividades riesgosas. No aplica.
A 024	Fomentar el uso de tecnologías para reducir la emisión de gases de efecto invernadero y partículas al aire por parte de la industria y los automotores cuando ello sea técnicamente viable.	La promovente no tiene relación alguna con la industria y los automotores. No aplica.
A 025	Promover la participación de las industrias en acciones tendientes a una gestión adecuada de residuos peligrosos, con el objeto de prevenir la contaminación de suelos y fomentar su preservación.	
A 026	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.	
A 027	Mantener al mínimo posible la superficie ocupada por las instalaciones de infraestructura en las playas para evitar su perturbación.	La promovente no realizará acciones en las playas de Holbox. La propiedad no colinda con la franja costera y en el área no se presenta un cordón de dunas.
A 028	Promover las medidas necesarias para que la instalación de infraestructura de ocupación permanente sobre el primero o segundo cordón de dunas eviten generar efectos negativos sobre su estructura o función ecosistémica.	
A 029	Promover la preservación del perfil de la costa y los patrones naturales de circulación de las corrientes alineadas a la costa, salvo cuando dichas modificaciones correspondan a proyectos de infraestructura que tengan por objeto mitigar o remediar los efectos causados por alguna contingencia meteorológica o desastre natural	La promoción de la preservación del perfil de la costa no es objeto de la promovente ni del proyecto.
A 030	Generar o adaptar tecnologías constructivas y de ingeniería que minimicen la afectación al perfil costero y a los patrones de circulación de aguas costeras.	El proyecto no incide en el perfil costero. No aplica.

CLAVE	ACCIÓN ESPECÍFICA	VINCULACIÓN
A 031	Promover la preservación de las características naturales de las barras arenosas que limitan los sistemas lagunares costeros.	El proyecto se ubica en la Isla Chica de Holbox que es una isla de barrera. El proyecto, de la manera que está planteado, no interfiere con el transporte litoral y no promueve infraestructura costera que modifique las características naturales del sitio.
A 032	Promover el mantenimiento de las características naturales, físicas y químicas de playas y dunas costeras.	
A 033	Fomentar el aprovechamiento de la energía eólica, excepto cuando su infraestructura pueda afectar corredores de especies migratorias.	El proyecto no considera la utilización de generadores eólicos.
A 034	Promover mecanismos de generación de energía eléctrica usando la fuerza mareomotriz.	La generación de energía por medio de mareas no es objeto de la promovente. No aplica
A 037	Promover la generación energética por medio de energía solar.	No es objeto de la promovente la promoción de generación eléctrica por ningún medio en particular. No obstante, el proyecto conlleva un sistema de paneles solares que derivan en un menor consumo de la red eléctrica y con ello se disminuyen emisiones a la atmósfera.
A 038	Impulsar el uso de los residuos agrícolas para la generación de energía y reducir los riesgos de incendios forestales en las regiones más secas.	La generación de energía utilizando residuos agrícolas no es objeto de la promovente. No aplica
A 039	Promover la reducción del uso de agroquímicos sintéticos a favor del uso de mejoradores orgánicos.	La promovente no utilizará agroquímicos, no son necesarios en ninguna fase del proyecto. No aplica
A 040	Impulsar la sustitución de las actividades de pesca extractiva por actividades de producción acuícola con especies nativas de la zona en la cual se aplica el programa y con tecnologías que no contaminen el ambiente y cuya infraestructura no afecte los sistemas naturales.	El impulso a la sustitución de pesca extractiva por producción acuícola no es objeto de la promovente.
A 041	Fortalecer los mecanismos de seguimiento y control de las pesquerías comerciales para evitar su sobreexplotación.	El seguimiento, control y vigilancia de pesquerías no es atribución ni objeto de la promovente. No aplica.
A 042	Instrumentar o en su caso reforzar las campañas de vigilancia de las actividades extractivas de especies marinas de captura	

CLAVE	ACCIÓN ESPECÍFICA	VINCULACIÓN
	comercial, especialmente aquellas que se encuentran en las categorías en deterioro o en su límite máximo de explotación.	
A 043	Fomentar la creación, impulso y consolidación de una flota pesquera de altura para el manejo de los recursos pesqueros oceánicos.	La pesca, su industria y la consolidación de flotas para ello no es objeto de la promovente.
A 044	Diversificar la base de especies en explotación comercial en las pesquerías.	
A 045	Desarrollar e impulsar el uso de la fauna de acompañamiento, salvo las especies que se encuentran en algún régimen de protección, para la producción comercial de harinas y complementos nutricionales.	
A 046	Incentivar el cumplimiento de los mecanismos existentes para controlar el vertido y disposición de residuos de embarcaciones, en las porciones marinas tanto costeras como oceánicas.	La promovente no dispone de embarcaciones. No aplica.
A 047	Monitorear las comunidades planctónicas y áreas de mayor productividad marina para ligar los programas de manejo de pesquerías de manera predictiva con estos elementos.	El monitoreo de comunidades planctónicas y su relación con la pesca en áreas de mayor productividad marina es una labor académica que no es objeto de la promovente.
A 048	Contribuir a redimensionar y ajustar las flotas pesqueras y los esfuerzos de captura a las capacidades y estados actuales y previsibles de las poblaciones en explotación.	La promovente no dispone de embarcaciones pesqueras. No aplica.
A 049	Contribuir a la construcción, modernización y ampliación de la infraestructura portuaria de apoyo a la producción pesquera y turística para embarcaciones menores.	La promovente no dispone de embarcaciones menores y su objeto no es la construcción de muelles. No aplica.
A 050	Promover el desarrollo de Programas de Desarrollo Urbano y Programas de Conurbación con el fin de dotar de infraestructura de servicios a las comunidades rurales.	El desarrollo urbano, la conurbación y la atención a comunidades rurales no son objeto de la promovente.
A 051	Promover la construcción de caminos rurales, de terracería o revestidos entre las localidades estratégicas para mejorar la comunicación.	No es objeto del proyecto la construcción de caminos. Estos ya existen.
A 052	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.	La promovente y el proyecto no se relacionan con actividades agropecuarias. No aplica.

CLAVE	ACCIÓN ESPECÍFICA	VINCULACIÓN
A 058	Realizar campañas para reubicar a personas fuera de las zonas de riesgo.	Esta labor de gestión gubernamental corresponde a las instancias de protección civil. No aplica.
A 059	Identificar, reforzar o dotar de equipamiento básico a las localidades estratégicas para la conservación y/o el desarrollo sustentable.	Esta labor de gestión gubernamental para proporcionar equipamiento de cualquier tipo corresponde a las instancias de gobierno. No aplica.
A 060	Establecer y mejorar sistemas de alerta temprana ante eventos hidrometeorológicos extremos.	Esta labor de gestión gubernamental corresponde a las instancias de protección civil. No aplica.
A 061	Mejorar las condiciones de las viviendas y de infraestructura social y comunitaria en las localidades de mayor marginación.	No es objeto del proyecto. No aplica.
A 062	Fortalecer y consolidar las capacidades organizativas y de infraestructura para el manejo adecuado y disposición final de residuos peligrosos y de manejo especial. Asegurar el Manejo Integral de los Residuos Peligrosos.	El manejo e infraestructura para la gestión de residuos peligrosos, su gestión para consolidar capacidades organizativas es un tema transversal de gobierno federal, municipales y estatales. No aplica.
A 063	Instalar nuevas plantas de tratamiento de aguas residuales municipales y optimizar las ya existentes.	Al momento la Comisión de Agua Potable y Alcantarillado de Quintana Roo moderniza la planta de tratamiento de aguas residuales de Isla Chica. El proyecto cuenta con un PTAR propia.
A 064	Completar la conexión de las viviendas al sistema de colección de aguas residuales municipales y a las plantas de tratamiento.	Actualmente la Comisión de Agua Potable y Alcantarillado de Quintana Roo moderniza la red hidrosanitaria de isla Holbox con las siguientes especificaciones principales: Rehabilitación del sistema del drenaje de alto vacío; sustitución y rehabilitación de más de 50 tanques colectores; sustitución de descargas sanitarias; ampliación de la cobertura del sistema sanitario hacia la zona hotelera norte y urbana; la rehabilitación de la planta de



CLAVE	ACCIÓN ESPECÍFICA	VINCULACIÓN
		tratamiento de aguas residuales y la ampliación de su capacidad para pasar de 3.75 l/s a 10.0 l/s de capacidad de tratamiento.
A 065	Instrumentar programas de recuperación y mejoramiento de suelos mediante el uso de lodos inactivados de las plantas de tratamiento de aguas servidas municipales.	El proyecto no considera la recuperación y mejoramiento de suelos. A nivel del ASO esta acción corresponde a los entes de gobierno. No aplica.
A 066	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.	Si bien el proyecto inmobiliario no participa de esta acción a nivel del ASO, a escala de proyecto se plantea, precisamente, una PTAR de tratamiento terciario e inyección de aguas tratadas de calidad con lo que no se interfiere en los procesos del humedal.
A 067	Incrementar la capacidad de captación de aguas pluviales en las zonas urbanas y turísticas.	Esta acción a nivel del ASO conlleva la implementación de políticas transversales. Sin embargo, a nivel puntual el proyecto participa al instalar y operar una cisterna prefabricada de 25,000 litros destinada a la captación de agua pluvial para uso en sanitarios.
A 068	Promover el manejo integral de los residuos sólidos, peligrosos y de manejo especial para evitar su impacto ambiental en el mar y zona costera.	La promovente acata esta acción. El proyecto conlleva un programa de manejo de residuos.
A 069	Promover el tratamiento o disposición final de los residuos sólidos urbanos, peligrosos y de manejo especial para evitar su disposición en el mar.	La promoción del tratamiento o disposición final de los residuos sólidos urbanos, peligrosos y de manejo especial no es objeto de la promovente. No aplica.
A 070	Realizar campañas de colecta y concentración de residuos sólidos urbanos en la zona costera para su disposición final.	La promovente atenderá la convocatoria de las autoridades o grupos organizados para este efecto participando en las campañas de colecta y concentración de residuos sólidos urbanos.
A 071	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	Estas acciones implican políticas transversales de gobierno y convenios de concertación y

CLAVE	ACCIÓN ESPECÍFICA	VINCULACIÓN
	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.	coordinación que no están en el alcance jurídico d la promovente.
A 072	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.	
A 073	Construir, modernizar y ampliar la infraestructura portuaria de gran tamaño de apoyo al turismo (embarcaciones mayores de 500 TRB (toneladas de registro bruto) y/o 49 pies de eslora), con obras sustentadas en estudios específicos, modelaciones predictivas y programas de monitoreo, que garanticen la no afectación de los recursos naturales.	
A 074	Construir, modernizar y ampliar la infraestructura portuaria de gran tamaño de apoyo al tráfico comercial de mercancías (embarcaciones mayores de 500 TRB (toneladas de registro bruto) y/o 49 pies de eslora); con obras sustentadas en estudios específicos, modelaciones predictivas y programas de monitoreo, que garanticen la no afectación de los recursos naturales.	Estas acciones no están al alcance de la promovente ni son su objeto.
A 078	Promover las medidas necesarias para que el mantenimiento y/o modernización de la infraestructura existente para el desarrollo de actividades marinas, de comunicaciones y transportes y energéticas eviten generar efectos negativos sobre la estructura y función de las formaciones coralinas y la perturbación de las especies arrecifales de vida silvestre.	

CLAVE	ACCIÓN ESPECÍFICA	VINCULACIÓN
A 079	Promover las acciones necesarias para que el mantenimiento y/o ampliación de la infraestructura existente para el desarrollo de actividades de marinas, de comunicaciones y transportes y energéticas eviten generar efectos negativos sobre la estructura y función de los ecosistemas costeros.	Esta acción no está al alcance de la promovente ni es su objeto.

CLAVE	ACCIÓN ESPECÍFICA	VINCULACIÓN
A 001	Fortalecer los mecanismos para el control de la comercialización y uso de agroquímicos y pesticidas.	Esta labor institucional no es objeto de la promovente.
A 002	Instrumentar mecanismos de capacitación para el manejo adecuado de agroquímicos y pesticidas.	La instrumentación de mecanismos de gestión a escala del ASO no es objeto de la promovente. El proyecto no utilizará ni requiere de agroquímicos.
A 003	Fomentar el uso de fertilizantes orgánicos y abonos verdes en los procesos de fertilización del suelo de actividades agropecuarias y forestales.	El fomento del uso de agroquímicos orgánicos no es objeto de la promovente. El proyecto no incumbe actividades agroforestales.

En el Anexo 7 de este ordenamiento de establecen criterios y acciones para islas con el fin de preservar estos ambientes costeros-marinos particulares.

Criterios de Regulación Ecológica para Islas y Zonas Costeras Inmediatas Decretos y programas de conservación y manejo de las áreas naturales protegidas.

CLAVE	ACCIÓN ESPECÍFICA	VINCULACIÓN
IS-01	Se deberá evitar la sobrepoblación en la Isla.	El control demográfico no es atribución de la promovente.
IS-02	Se promoverá la constitución o construcción de refugios anticiclónicos suficientes para la totalidad de la población residente en la Isla	Esta labor institucional no es objeto de la promovente.
IS-03	Se deberá promover la inversión para el uso de sistemas de potabilización de agua in situ mediante técnicas de desalinización de agua de mar.	La promovente obtendrá el agua potable a través del operador estatal.

CLAVE	ACCIÓN ESPECÍFICA	VINCULACIÓN
IS-04	La construcción de marinas y muelles de gran tamaño y de servicio público o particular, deberá evitar los efectos negativos sobre la estructura y función de los ecosistemas costeros.	No aplica. No se pretende una marina ni muelles
IS-05	Inducir la reglamentación y mecanismos de control, vigilancia y monitoreo sobre el uso de productos químicos, así como inducir a la supervisión y control de los depósitos de combustible incluyendo a la transportación marítima y terrestre.	La reglamentación de estos aspectos no es atribución de la promovente.
IS-06	En los arrecifes tanto naturales como artificiales no se deberá arrojar o verter ningún tipo de desecho sólido o líquido y, en su caso, el aprovechamiento extractivo de organismos vivos, muertos o materiales naturales o culturales sólo se realizará bajo los supuestos que señala la Ley General de Vida Silvestre y demás disposiciones jurídicas aplicables.	La promovente no pretende realizar vertimientos de ningún tipo; el proyecto no implica ningún aprovechamiento extractivo de organismos vivos ni muertos.
IS-07	Los prestadores de servicios acuáticos deben respetar los reglamentos que la autoridad establezca para fomentar el cuidado y preservación de la flora y fauna marinas.	La promovente no prestará servicios recreativos acuáticos.
IS-08	Las actividades de buceo autónomo y buceo libre deben sujetarse a los reglamentos vigentes para dicha actividad en la zona en cuanto a: profundidad de buceo, distancia para video y fotografía submarina, zonas de ascenso y descenso, pruebas de flotabilidad, equipos de seguridad, número de usuarios por guía, zonas de buceo diurno y nocturno, medidas para el anclaje, respeto a las señalizaciones y a la normatividad de uso de la Zona Federal Marítimo Terrestre.	La promovente no prestará servicios de buceo.
IS-09	El anclaje de embarcaciones sólo se permitirá en zonas arenosas libres de corales y/u otras comunidades vegetales o animales, mediante anclas para arena.	La promovente no operará embarcaciones.
IS-10	En las colonias reproductivas de aves costeras o marinas de las islas, se deberán evitar el desarrollo de actividades o infraestructura que alteren las condiciones necesarias para mantener la viabilidad ecológica y/o la restauración de dichas colonias de anidación.	El predio no se localiza en una zona de próxima o colindante con zonas usadas para fines reproductivos por aves costeras. Como se indica en el capítulo IV el predio de interés se presenta una escasa cobertura vegetal.

CLAVE	ACCIÓN ESPECÍFICA	VINCULACIÓN
IS-11	Las construcción u operación de obras o desarrollo de actividades que requieran llevar a cabo el vertimiento de desechos u otros materiales en aguas marinas mexicanas, deberán contar con los permisos que para el efecto otorga la Secretaría de Marina y en su caso, las demás autoridades competentes.	No se realizarán vertidos en aguas marinas mexicanas.
IS-12	Se deberá evitar la introducción de especies no nativas de la isla y procurar la erradicación de aquellas que ya han sido introducidas.	La promovente considera la reforestación del predio con especies propias de vegetación de selva baja caducifolia.
IS-13	Se deberá mantener la cobertura vegetal nativa de la isla al menos en un 60%.	De acuerdo con la información recabada se mantiene la condición natural en el 75% de la isla.
IS-14	En Islas con población residente menor a 50 habitantes sólo se autorizarán obras destinadas a señalización por parte de la SEMAR y la SCT así como obras destinadas a investigación debidamente concertadas con la SEMARNAT, la SCT y la SEMAR.	No es el caso de Isla Chica de Holbox. No aplica.
IS-15	Toda actividad que se vaya a llevar a cabo en islas que se encuentren dentro de un ANP deberá llevarse a cabo conforme a la normatividad aplicable, así como contar con consentimiento por escrito de la Dirección del ANP y la SEMAR.	La promovente está en el conocimiento de que este documento da cumplimiento, en materia ambiental y forestal, a la normatividad y que durante el procedimiento de evaluación serán consultadas diversas instancias de acuerdo a lo especificado por el artículo 25 del REIA.
IS-16	Se recomienda que las instituciones gubernamentales y académicas apoyen la actualización de los estudios poblacionales que permitan definir las especies, volúmenes de captura y artes permitidas para la actividad pesquera tanto deportiva como comercial, así como las temporadas de veda.	Esta acción es una recomendación dirigida a instituciones gubernamentales y académicas, no es del ámbito de la promovente.

### III.1.6 Regionalización de la Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad (CONABIO)

La regionalización implica la división de un territorio en áreas menores con características comunes y representa una herramienta metodológica básica en la planeación ambiental, pues permite el conocimiento de los recursos para su manejo adecuado. La importancia de

regionalizaciones de tipo ambiental estriba en que se consideran análisis basados en ecosistemas, cuyo objetivo principal es incluir toda la heterogeneidad ecológica que prevalece dentro de un determinado espacio geográfico para, así, proteger hábitats y áreas con funciones ecológicas vitales para la biodiversidad, las cuales no hubiesen sido consideradas con otro tipo de análisis.

Con el fin de optimizar los recursos financieros, institucionales y humanos en materia de conocimiento de la biodiversidad en México, la Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad (CONABIO) ha definido regiones prioritarias para la biodiversidad, considerando las regiones terrestres prioritarias (RTP), regiones marinas prioritarias (RMP), regiones hidrológicas prioritarias (RHP) y las Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAS).

Es importante mencionar que no existen instrumentos normativos que restrinjan actividades en estas regiones de importancia o prioritarias, por lo que no existe impedimento legal para realizar proyectos como el que en estedocumentonos ocupa. Sin embargo, la designación de un sitio como una región prioritaria debe verse como un compromiso intrínseco de conservación, y por ello, cualquier desarrollo en estas áreas debe contemplar medidas para reducir el impacto ambiental.

#### **III.1.6.1 Regiones Terrestres Prioritarias (RTPP)**

El Programa Regiones Prioritarias para la Conservación de la Biodiversidad de la CONABIO se orientó a la detección de áreas cuyas características físicas y bióticas favorezcan condiciones particularmente importantes desde el punto de vista de la biodiversidad y cuyo objetivo fue la determinación de unidades estables desde el punto de vista ambiental en la parte continental del territorio nacional, que destacan 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.

El proyecto que aquí se analiza se encuentra dentro de la Región Terrestre Prioritaria RTP-146 denominada Dzilam-Ría Lagartos-Yum Balam la cual comprende los humedales del norte de Yucatán; posee un alto valor tanto biogeográfico como ecosistémico y constituye un área homogénea desde el punto de vista topográfico. El principal tipo de vegetación representado en esta región es el manglar; incluye dos ANP: Yum Balam en Quintana Roo y Ría Lagartos en Yucatán.

En cuanto a flora se registran especies de importancia como la flor de mayo (*Plumeria obtusa*), la palma kuká (*Pseudophoenix sargentii*), la palma chit (*Thrinax radiata*), el tasiste



(*Acoelorrhaphe wrightii*), la palma real (*Roystonea regia*) y la palma nacax (*Coccothrinax readii*).

Se han reportado varias especies de mamíferos en peligro de extinción como el mono araña (*Ateles geoffroyi*), el jaguar (*Panthera onca*), así como aves tales como el ocelote, el tigrillo, el leoncillo y el oso hormiguero; entre las aves encontramos al flamenco rosa (*Phoenicopterus ruber*) y la cigüeña americana (*Mycteria americana*)

La ficha técnica de esta RTP indica que los principales problemas que existen son el crecimiento urbano desordenado en la zona costera, las actividades industriales con poca regulación incluyendo la pesca, la salinera y el sobrepastoreo de ganado.

Mantiene un índice de fragmentación medio (2) y se mantiene la conectividad entre las comunidades de vegetación costera.

Para la zona de ría Lagartos se tiene una población de 6,900 habitantes aproximadamente. En la zona de Yum Balam se calculan más de 10,000 habitantes, la mayoría de los cuales son mayas y se encuentran en la parte oeste y en la costa.

En cuanto a las prácticas de manejo inadecuado la CONABIO indica que en la zona ría Lagartos los problemas de quemas incontroladas en las selvas, cacería furtiva, explotación forestal incontrolada, proyectos futuros de acuacultura extensiva, ganadería, planes para el desarrollo de megaproyectos de fomento turístico, pesca incontrolada, presión urbana sobre la parte alta de la región, caminos nuevos que puedan cruzar el área y el establecimiento de una salinera.

En la zona de Yum Balam los problemas son la tala de la vegetación nativa, la fragmentación del hábitat, la disminución de especies acuáticas, la disminución de poblaciones de mamíferos y aves, la disminución de poblaciones de árboles maderables, la alteración de los flujos de agua, la contaminación química, la disminución de las poblaciones de palma, la contaminación orgánica y por desechos sólidos, el azolve, el cambio en la salinidad, los impactos a las poblaciones de tortugas marinas, la eutroficación, la disminución de las poblaciones de mangle, la disminución de cocodrilos, la introducción de especies exóticas, perturbación a aves y la disminución en la cobertura de la vegetación subacuática.

### **III.1.6.2 Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHPP)**

La CONABIO realizó el Programa de Regiones Hidrológicas Prioritarias 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 como parte de las estrategias para el conocimiento y conservación de la biodiversidad de México.

El sitio de interés se encuentra en la Región Hidrológica Prioritaria 103, Contoy cuya extensión es de 2,785.2 km<sup>2</sup>. Los principales recursos hídricos son las ciénegas y lagunas costeras destacando Yalahau y Chacmunchuch como cuerpos lénticos y las aguas subterráneas, que fluyen en el karst, los lóticos.

Esta RHP corresponde a la reserva de acuíferos más importante del noreste de la península de Yucatán donde el agua subterránea forma un sistema de estructuras tipificadas por los cenotes y las cavernas. Las sabanas inundables propician el escurrimiento y la captación de agua de lluvia.

La problemática regional, desde una perspectiva general, se caracteriza por la modificación del entorno: asentamientos irregulares, sobrepastoreo por ganado. Zona fuertemente perturbada por ciclones, quemas no controladas, explotación forestal y pesca sin manejo adecuado. Amenazada fuertemente por crecimiento urbano y construcción de caminos e introducción de fauna exótica incluyendo el uso de trampas no selectivas y tráfico ilegal de especies. Actividad forestal, turística, pesquera y pecuaria. Cacería furtiva. Saqueo de nidos de tortuga. La región constituye una importante fuente de abastecimiento de agua y recursos forestales.

### **III.1.6.3 Regiones Marinas Prioritarias (RMPP)**

La vastedad de los ecosistemas marinos es una de las principales razones por las que su conocimiento e información son, frecuentemente, escasos y fragmentados. Sin embargo, la intrincada dependencia del hombre de los recursos y la conciencia de que estos recursos están siendo fuertemente impactados por las mismas actividades humanas, ha planteado la necesidad de incrementar el conocimiento sobre el medio marino, a todos los niveles, para emprender acciones que conlleven a su mantenimiento, conservación, recuperación o restauración.

En este sentido, la CONABIO clasificó 70 áreas prioritarias considerando criterios ambientales, económicos y de amenazas. La clasificación resultó en diferentes grupos definidos por el patrón de uso de los recursos, el conocimiento sobre biodiversidad y las amenazas que enfrentan.

El sitio de interés está incluido en la Región Marina Prioritaria 62, Dzilam-Contoy cuya extensión es de 31,143 km<sup>2</sup>. Parte de su importancia radica en que es la zona de transición

entre la biota del Golfo de México y la del Mar Caribe; plancton, moluscos, poliquetos, equinodermos, crustáceos, tortugas, peces, aves, mamíferos marinos, manglares. Se registran plantas como la palma nacax (*Coccothrinax readii*), el biperol (*Echites yucatanensis*), la pitahaya (*Hylacereus undatus*), el capulincillo (*Krugiodendrum ferreum*). Es una región importante con respecto a los procesos migratorios de diversas especies, de reproducción, anidación, crecimiento y refugio de aves, crustáceos y peces.

En esta RMP la pesca es una actividad económica activa la cual está organizada en cooperativas. Existe una industria ligera orientada a la transformación de la madera, cultivos. El turismo es un sector importante que se ha ocupado las costas de Quintana Roo desde isla Holbox hasta Sian ka'an.

La problemática general de la región se caracteriza por modificaciones antrópicas implicando fractura de arrecifes, remoción de pastos marinos y dragados, así como contaminación de las aguas por actividades portuarias y de navegación. Existe presión sobre algunos recursos pesqueros de alto valor como la langosta, el pulpo yucateco, el pepino de mar y el caracol rosado. Existe la pesca ilegal, arrastres, trampas no selectivas y colecta de especies para acuario.

#### **III.1.6.4 Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAA).**

El programa de las AICAS 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 área bajo estudio, El Sistema Ambiental Delimitado, se encuentra dentro del AICA SE-42 Yum Balam.

En ella se registra la presencia de 387 especies de las cuales, de acuerdo con la información pública de esta agencia<sup>22</sup>, no se tiene información sobre su abundancia. Resultan importantes, por estar legalmente protegidas por la NOM-059-SEMARNAT 2010, las siguientes especies en peligro de extinción: el chorlo chiflador (*Charadrius melodus*), cigüeña jabirú (*Jabiru mycteria*) y el zopilote rey (*Sarcoramphus papa*). Como sujetas a Protección Especial se registran el charán mínimo (*Sterna antillarum*), la cigüeña americana (*Mycteria americana*), el chipe corona café (*Limnithlypis swainsonii*), la garza rojiza (*Egretta rufescens*) y la garza morena occidental (*Ardeaherodias occidentalis*).

## **Conclusiones**

---

<sup>22</sup> [http://conabioweb.conabio.gob.mx/aicas\\_progs/buscar.pl?aica=187](http://conabioweb.conabio.gob.mx/aicas_progs/buscar.pl?aica=187)

En cuanto al importante ejercicio y esfuerzo de CONABIO para la regionalización, resulta relevante indicar que estas delimitaciones no norman el uso de suelo ni de las aguas por lo que no corresponden a instrumentos de regulación o gestión administrativa y no son jurídicamente vinculantes con el proyecto que se presenta.

No obstante, resulta relevante observar que el área del proyecto que se analiza se encuentra dentro de regiones prioritarias por lo que se estima apropiado elevar el nivel de análisis de esta MIA-P ya que esta situación señala complejidad en los de sus ecosistemas costeros, fragilidad de recursos naturales y alto valor biogeográfico y ecosistémico.

### **III.1.7 Planes o programas de desarrollo urbano (PDDU)**

No existe un Plan o Programa de Desarrollo Urbano (PDDU) para la Isla Chica de Holbox.

### **III.1.8 Instrumentos de planeación.**

#### **III.1.8.1 PLAN ESTATAL DE DESARROLLO 2016-2022**

El Plan estatal de Desarrollo 2016-2022 plantea cinco ejes rectores:

1. Desarrollo y Diversificación Económica con Oportunidades para Todos
2. Gobernabilidad, Seguridad y Estado de Derecho
3. Gobierno Moderno, Confiable y Cercano a la Gente
4. Desarrollo Social y Combate a la Desigualdad
5. Crecimiento Ordenado con Sustentabilidad Ambiental

Cada uno de estos ejes contiene un objetivo general con su respectiva estrategia; está integrado por programas estratégicos, estos a su vez poseen líneas de acción en búsqueda de transitar hacia un estado con oportunidades para todos; con igualdad social y desarrollo económico; con un crecimiento urbano.

Considera un modelo integral de gestión de gobierno basado en la coordinación de esfuerzos gubernamentales, sociedad civil, la comunidad académica y el sector empresarial.

En términos de turismo, el Plan Estatal de Desarrollo 2016-2022 expone que Quintana Roo se ha posicionado como un potente destino registrando del año 2008 al 2014 de 66 millones de turistas y considera que esta actividad representa poco más del 87% del PIB estatal y es en este sector donde se emplea cerca del 80% del total de la población económicamente activa siendo crecimiento de la actividad turística, la riqueza natural y la modernización de la infraestructura de servicios y de conectividad han sido algunos de los elementos precursores para atraer inversiones.

#### **1.- Desarrollo y Diversificación Económica con Oportunidades para Todos.**

## PROGRAMA 2. DESARROLLO, INNOVACIÓN Y DIVERSIFICACIÓN ECONÓMICA

**Objetivo:** Impulsar con la participación de los sectores privado, educativo y de la sociedad, un desarrollo económico, equilibrado y sostenido que permita incrementar los niveles de bienestar de la población en las distintas regiones de Quintana Roo.

**Estrategia:** Incrementar la inversión en los sectores económicos para promover la diversificación, el desarrollo, la innovación y la modernización tecnológica.

**Meta:** Aumentar en 2% anual la actividad económica total de la entidad

### **Líneas de Acción relacionadas con el proyecto:**

25. Impulsar el desarrollo de actividades económicas sustentable en áreas naturales protegidas.

## PROGRAMA 4. DIVERSIFICACIÓN Y DESARROLLO DEL TURISMO

**Objetivo:** Consolidar a Quintana Roo como un destino competitivo y líder de la actividad turística y que como motor del desarrollo económico y social del estado genere bienestar para todos.

**Estrategia:** Impulsar la actividad turística mediante el fomento de las inversiones, el desarrollo y modernización de la infraestructura, la mejora en la calidad de la prestación de servicios, el mejoramiento del marco regulatorio y la diversificación a través de la puesta en valor del patrimonio cultural y natural del estado.

**Meta:** Incrementar en 2% la actividad turística en el estado, durante el primer año de gobierno.

### **Líneas de Acción relacionadas con el proyecto:**

17. Consolidar el turismo en sus diferentes líneas de producto e impulsar nuevas ofertas turísticas.

## **5.- Crecimiento Ordenado con Sustentabilidad Ambiental**

### MEDIO AMBIENTE Y SUSTENTABILIDAD

Si se desea preservar la riqueza natural y cultural del estado es necesario que en el mediano y largo plazos la estrategia fundamental de la entidad sea la conservación, preservación y, en su caso, la mitigación de los desequilibrios ambientales. El reto es favorecer actividades

económicas diversificadas de bajo impacto ambiental, fortaleciendo el tejido social que se desarrolla en las diferentes regiones del estado.

### **ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS**

Quintana Roo alberga 27 áreas naturales protegidas, 17 decretadas por la federación y 10 por el estado, encauzadas a la protección de especies en riesgo o en peligro de extinción en una gran superficie de hectáreas de ecosistemas en lagunas costeras, arrecifes, dunas, selva baja y mediana.

Los problemas ambientales más evidentes que aquejan a la entidad son la contaminación de los mantos acuíferos, la contaminación del agua en sistemas lagunares, la tala ilegal de bosques, el cambio de uso de suelo, la urbanización en zonas de manglar o sobre duna costera y la sobredensificación de las zonas hoteleras.

El Plan Estatal de Desarrollo 2016-2022 indica que es necesario plantear un modelo que oriente el desarrollo turístico hacia la conservación del medio natural, a través de una gestión y administración urbana respetuosas del marco legal. Para conseguir lo que aquí se plantea es imprescindible armonizar los valores naturales, sociales y culturales con el desarrollo y el crecimiento económico. indubitablemente, fortalecer la industria turística del estado no es sinónimo de destrucción de sus recursos naturales, pues si así fuera, la actividad turística dejaría de ser sustentable para la región.

**Objetivo General:** Orientar, bajo una política de sustentabilidad, el ordenamiento y control territoriales de la entidad, impulsando un sistema de ciudades y comunidades rurales que potencialicen su valor natural, cultural e histórico, además de garantizar el respeto al medio ambiente y la preservación de los recursos naturales en un esquema de equilibrio territorial.

**Estrategia General:** Impulsar un modelo de crecimiento urbano sustentable que considere la vocación turística, las políticas federales y los criterios internacionales de desarrollo humano, así como la dotación de infraestructura y de los equipamientos necesarios, los servicios públicos de calidad y el adecuado manejo de los recursos naturales.

#### PROGRAMA 27. DESARROLLO URBANO SOSTENIBLE Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL CON VISIÓN REGIONAL Y METROPOLITANA

**Objetivo:** Consolidar un estado ordenado, habitable, sustentable, equitativo, con cohesión y desarrollo, que mejore la calidad de vida de los habitantes y en consecuencia detone su competitividad.



**Estrategia:** Establecer y desarrollar las políticas de planeación y ordenamiento sustentable, territorial, urbano y metropolitano en un trabajo coordinado entre los tres niveles de gobierno, los sectores empresarial, social y académico.

**META:** Contar, al término de la administración, con al menos seis instrumentos jurídicos y normativos de competencia estatal, necesarios para la ordenación sustentable del territorio y su desarrollo urbano.

**Líneas de Acción relacionadas con el proyecto:**

9. Fortalecer y respetar el patrimonio cultural y natural fomentando la convivencia de las comunidades urbanas y rurales con los bienes culturales y ambientales.

11. Promover la disminución de la huella ecológica estatal, priorizando el uso de energías limpias y eco tecnologías que ayuden a mitigar el cambio climático, y sus efectos adversos.

**PROGRAMA 28. MEDIO AMBIENTE Y SUSTENTABILIDAD**

**Objetivo:** Garantizar la protección, conservación y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales para mejorar la calidad de vida de los quintanarroenses, mitigando los impactos derivados de las principales actividades productivas, que generan afectación al medio ambiente y a la biodiversidad.

**Estrategia:** Desarrollar instrumentos, mecanismos y programas orientados a concientizar, regular, cumplir y vigilar la normatividad ambiental aplicable en los proyectos, actividades, desarrollos existentes y futuros, en corresponsabilidad con los sectores público, privado y social.

**Meta:** Ordenar ecológicamente 3 millones 119 mil hectáreas del territorio de Quintana Roo, para que al término de la administración se encuentre totalmente ordenado.

**Líneas de Acción relacionadas con el proyecto:**

3. Promover, en coordinación con los sectores público, privado y social, campañas de reciclaje de residuos sólidos.

6. Capacitar al sector social, público y empresarial para la elaboración adecuada de sus planes de manejo de residuos.

23. Evaluar y emitir la opinión técnica de los planes de manejo, cambios de uso de suelo y manifestaciones de impacto ambiental que regulen el uso y aprovechamiento de los recursos naturales

31. Implementar acciones de seguimiento del mangle y otros ecosistemas degradados.

### PROGRAMA 33. DESARROLLO INSULAR DEL ESTADO

**Objetivo:** Integrar, con el apoyo de los gobiernos municipal y federal, equitativamente a las ínsulas del estado en las acciones de desarrollo social, competitivo y sustentable que fomenten una mejor calidad de vida para sus habitantes.

**Estrategia:** Coordinar acciones específicas para la planeación, promoción y gestión del territorio insular del Estado de acuerdo con la Estrategia Nacional de las Islas.

**Meta:** Contar, al término de la administración, con tres instrumentos de competencia del Gobierno Estatal necesarios para inducir la ordenación sustentable del territorio insular estatal y su desarrollo.

#### Líneas de Acción relacionadas con el proyecto:

2. Regular la mancha urbana y hotelera, a fin de evitar riesgos, promoviendo una planeación integral a fin de generar un bien común.

5. Elaborar políticas públicas integradoras de los territorios insulares y de aportación la diversificación de la oferta turística.

Tabla III-8 Alineación del proyecto con el Plan Estatal de Desarrollo

Disposición del PED 2016-2022	Alineación
PROGRAMA 2. DESARROLLO, INNOVACIÓN Y DIVERSIFICACIÓN ECONÓMICA	
<b>Línea de Acción 25:</b> Impulsar el desarrollo de actividades económicas sustentable en áreas naturales protegidas	El Proyecto que se analiza corresponde a un conjunto de departamentos que se plantea en un esquema de bajo impacto ambiental en la traza urbanizada de la Isla Chica de Holbox. El proyecto concuerda con esta Línea de Acción.
PROGRAMA 4. DIVERSIFICACIÓN Y DESARROLLO DEL TURISMO	
<b>Línea de Acción 17:</b> Consolidar el turismo en sus diferentes líneas de producto e impulsar nuevas ofertas turísticas	El proyecto considera la consolidación del turismo en el modo de “segunda casa” lo que corresponde a una oferta turística.
PROGRAMA 27. DESARROLLO URBANO SOSTENIBLE Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL CON VISIÓN REGIONAL Y METROPOLITANA	

Disposición del PED 2016-2022	Alineación
<b>Línea de Acción 9:</b> Fortalecer y respetar el patrimonio cultural y natural fomentando la convivencia de las comunidades urbanas y rurales con los bienes culturales y ambientales.	El proyecto se pretende en un área urbanizada de Isla Chica de Holbox por lo cual se estima concordante al respetar el patrimonio natural de la isla. La propuesta no representa un conflicto con respecto al fomento de la convivencia con la comunidad local.
<b>Línea de Acción 11:</b> Promover la disminución de la huella ecológica estatal, priorizando el uso de energías limpias y eco tecnologías que ayuden a mitigar el cambio climático, y sus efectos adversos.	El proyecto considera ecotecnologías específicamente orientadas a reducir la traza de carbono al utilizar energías limpias y de bajo consumo energético. El proyecto concuerda con esta Línea de Acción.
<b>PROGRAMA 28. MEDIO AMBIENTE Y SUSTENTABILIDAD</b>	
<b>Línea de Acción 3:</b> Promover, en coordinación con los sectores público, privado y social, campañas de reciclaje de residuos sólidos.	El proyecto plantea un programa de residuos dirigido a minimizar la producción de residuos sólidos municipales. Los desechos serán separados por clase y tipo a efecto de maximizar el reciclaje. El proyecto concuerda con esta Línea de Acción.
<b>Línea de Acción 6:</b> Capacitar al sector social, público y empresarial para la elaboración adecuada de sus planes de manejo de residuos.	Si bien se presenta un Programa de manejo de residuos por fase del proyecto se está en la disposición de participar en las capacitaciones que se impartan sobre este aspecto. El proyecto concuerda con esta Línea de Acción.
<b>Línea de Acción 23:</b> Evaluar y emitir la opinión técnica de los planes de manejo, cambios de uso de suelo y manifestaciones de impacto ambiental que regulen el uso y aprovechamiento de los recursos naturales	Incumbe a una línea que es atribución del gobierno estatal. La promovente presenta este documento a efecto de que sea valorado y que la autoridad ambiental estatal emita la opinión correspondiente. El proyecto concuerda con esta Línea de Acción.
<b>Línea de Acción 31:</b> Implementar acciones de seguimiento del mangle y otros ecosistemas degradados.	La promovente del proyecto participará, como medida de compensación voluntaria, en la formación de islas de manglar con una superficie de 0.25 hectáreas. Poniendo a consideración de la Comisión de Áreas Naturales protegidas diversas localizaciones con potencial. El proyecto concuerda con esta Línea de Acción.
<b>PROGRAMA 33. DESARROLLO INSULAR DEL ESTADO</b>	

Disposición del PED 2016-2022	Alineación
<p><b>Línea de Acción 2:</b> Regular la mancha urbana y hotelera, a fin de evitar riesgos, promoviendo una planeación integral a fin de generar un bien común.</p>	<p>En lo que corresponde a la ocupación del proyecto, se tiene que éste se emplazará de manera concordante con la propuesta para el desarrollo urbano de la Isla Chica de Holbox por lo que se considera que, dada la localización y dimensión de la propuesta constructiva y operacional ésta se ajusta a las previsiones del Área Natural Protegida en términos de conciencia social a favor de la conservación del medio ambiente. El proyecto concuerda con esta Línea de Acción.</p>
<p><b>Línea de Acción 5:</b> Elaborar políticas públicas integradoras de los territorios insulares y de aportación a la diversificación de la oferta turística.</p>	<p>El proyecto fue concebido en la inteligencia del valor de la integración ambiental en el espacio que la acoge considerando una aportación a la diversificación de la oferta turística. El proyecto concuerda con esta Línea de Acción.</p>

### III.2 CONCLUSIONES

De lo anteriormente expuesto, se tiene que el Proyecto Yum Balam es congruente con los programas sectoriales de orden federal y estatal, dando también cumplimiento a las disposiciones normativas aplicables, como se ha mostrado en las vinculaciones y concordancias, de manera que se pone en evidencia que su construcción y operación es congruente con todos y cada uno de los de los instrumentos aplicables en materia de impacto ambiental, de vida silvestre, de cambio de uso de suelo forestal, áreas naturales protegidas así como Normas Oficiales Mexicanas con lo cual se acredita que el análisis que aquí culmina. Se cumple así con lo dispuesto por la fracción III del artículo 13 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental situación que de manera concreta implica que, en términos jurídicos, el proyecto se plantea conforme a los esquemas de conservación que rigen la vida jurídica del Área de Protección de Flora y Fauna Yum Balam.

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

---

El área de influencia, como concepto, corresponde a un término geográfico que designa un área o extensión mayor que puede, a su vez, contener o mantener un conjunto de unidades territoriales de menor extensión que se conservan ligadas unas a otras en función de atributos determinados para su agrupación.

Así, siendo que la asignación de los criterios comunes obedece, por lo general y con frecuencia, a razones relacionadas con la administración territorial por lo que resulta habitual que la zonificación ambiental colisione con los atributos ambientales que existen y se observan a nivel del suelo lo que implica que cuando el eje rector ambiental de la regionalización se doblega ante las demandas administrativas se generan productos, zonas o áreas, extensos y cargadas de incertidumbre.

Por lo anterior, el ejercicio aquí realizado se sustenta en la estructura asimétrica del territorio y en la comprensión del hecho de que los ensambles naturales tienden a fragmentarse en unas pocas superficies extensas y muchas de tamaño pequeño lo cual también determina que las áreas resultantes menores requieren tanto o más esfuerzo de gestión como las mayores adicionando que, frecuentemente, corresponden a territorios que por su singularidad o fragilidad exigen ser tratados con particular cuidado.

De esta manera se tienen espacios territoriales definidos y circunscritos a características particulares tales como clima, producción, topografía, administración y gobierno. Lo anterior, sin duda, se origina y orienta a resolver cuestiones políticas y administrativas y es aquí donde resulta primordial destacar que en cuestiones medioambientales no se reconocen, por no ser funcionales, los límites geopolíticos o administrativos.

Para el análisis de este proyecto se consideraron diversas posibilidades de regionalización, se analizó inicialmente el Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio y en su contexto la Unidad Ambiental Biofísica (UAP) 62 *Karst de Yucatán y Quintana Roo* cuya superficie estimada es de 59,446.00 Km<sup>2</sup> y la cual contiene una amplia diversidad ecosistémica en un territorio complejo que no necesariamente permite un análisis y síntesis para la escala de trabajo que el proyecto que nos ocupa implica.



Imagen IV-1- Unidad Ambiental Biofísica (UAP) 62 Karst de Yucatán y Quintana Roo

Por otra parte, y en la continuación del ejercicio, se valoró la posibilidad de utilizar un segmento de la ecorregión terrestre *Manglares Mesoamericanos Golfo-Caribe* que deriva de un esfuerzo de síntesis desarrollado por el Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF por sus siglas en inglés)<sup>23</sup> y el cual es resultado de un enfoque pragmático cuyo objeto es proporcionar a las personas e instituciones dedicadas a la conservación de un instrumento que permita la toma de decisiones a través de un mapa ecorregional de cobertura mundial, realizado bajo un marco de clasificación basado en el conocimiento biogeográfico existente y un nivel detallado de resolución biogeográfica. Esta delimitación resulta estar bien caracterizada, no obstante, fue descartada dada su superficie y dimensión supra nacional.

<sup>23</sup> David M. Olson *et al*; *Terrestrial Ecoregions of the World: A New Map of Life on Earth*. BioScience 2001 / Vol. 51 No. 11





Imagen IV-2 Ecorregión Terrestre Manglares Mesoamericanos Golfo-Caribe (porción México)

Siguiendo el ejercicio planteado, se consideró utilizar la superficie de la Región 6 *Centro y Golfo* derivada del esfuerzo de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP) instancia que, con el objeto de lograr una mayor efectividad en la conservación y una mayor cobertura institucional, dividió al país en siete regiones para su atención. La región 6 tiene una superficie de 455,691.25 km<sup>2</sup> que aloja ecosistemas distintos quedando manifiesto que sus límites se establecieron en función de las necesidades y alcances administrativos de la CONANP en la esencia de optimizar sus recursos y esfuerzos en aras del cumplimiento de objetivos estratégicos.

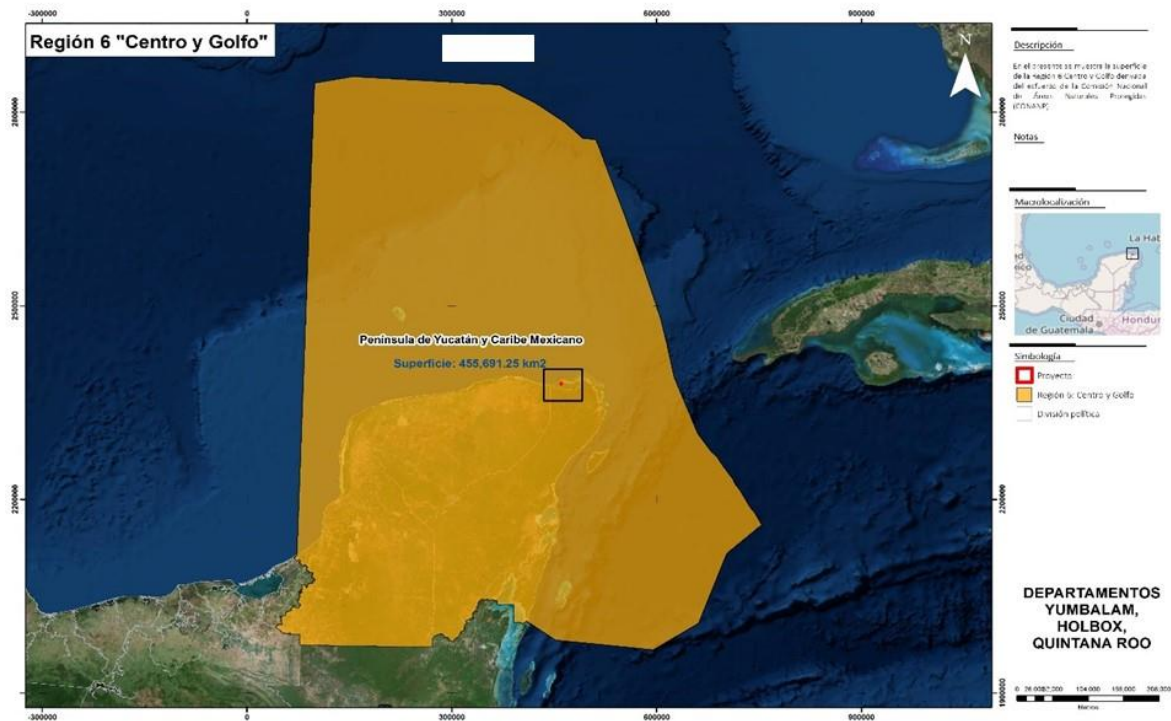


Imagen IV-3 Región 6) Centro y Golfo.

En vista de que el proyecto se pretende al interior del Área de Protección de Flora y Fauna Yum Balam se pensó utilizar la poligonal de esta ANP como área de influencia. No obstante, se enfrenta de manera reiterada el mismo problema relativo a la diversidad de ecosistemas, problemas diferenciados, usos de suelo y vegetación presentes en sus 1,540.49 Km<sup>2</sup>.



Imagen IV-4 Área de Protección de Flora y Fauna Yum Balam

En el contexto expuesto, se estudió el Programa Regiones Prioritarias para la Conservación de la Biodiversidad de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) mismo que se orientó a la detección de áreas, cuyas características físicas y bióticas favorezcan condiciones particularmente importantes desde el punto de vista de la biodiversidad. Ese trabajo derivó en un proyecto cuyo objetivo general fue la determinación de unidades estables desde el punto de vista ambiental en las que destaca 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. El proyecto se localiza en la Región Terrestre Prioritaria (RTP) 146 *Dzilam-Ría Lagartos-Yum Balam* con una superficie de 3,233.31 km<sup>2</sup> la cual comprende los humedales del norte de Yucatán; posee un alto valor tanto biogeográfico como ecosistémico y constituye un área homogénea desde el punto de vista topográfico.

El principal tipo de vegetación representado en esta región es el manglar. Corresponde a un área homogénea desde el punto de vista topográfico, se consideró el criterio de vegetación, agrupando todos los tipos asociados a la geomorfología litoral, particularmente los esteros y lagunas costeras, propios de esta parte del país situación que se estimó

apropiada para la contextualización ambiental del proyecto que aquí se analiza.



Imagen IV-5 Región Terrestre Prioritaria (RTP) 146 Dzilam-Ría Lagartos-Yum Balam

Finalmente, al realizar un ejercicio cartográfico de síntesis se tiene que la Región Terrestre Prioritaria 146 delimitada por CONABIO concuerda con la cobertura local de la Ecorregión Terrestre Manglares Mesoamericanos Golfo-Caribe delimitada por WWF y ambas mantienen relación en cuanto a usos de suelo y vegetación. Adicionalmente, conforman una franja en la zona costera norte de la Península de Yucatán, que incluye la Isla Chica de Holbox, dentro del Área de Protección de Flora y Fauna Yum Balam que es donde se tiene el sitio de intervención.

El resumen de la síntesis realizada se muestra, a manera de mapas, a continuación:



MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL PARTICULAR  
Departamentos Yum Balam

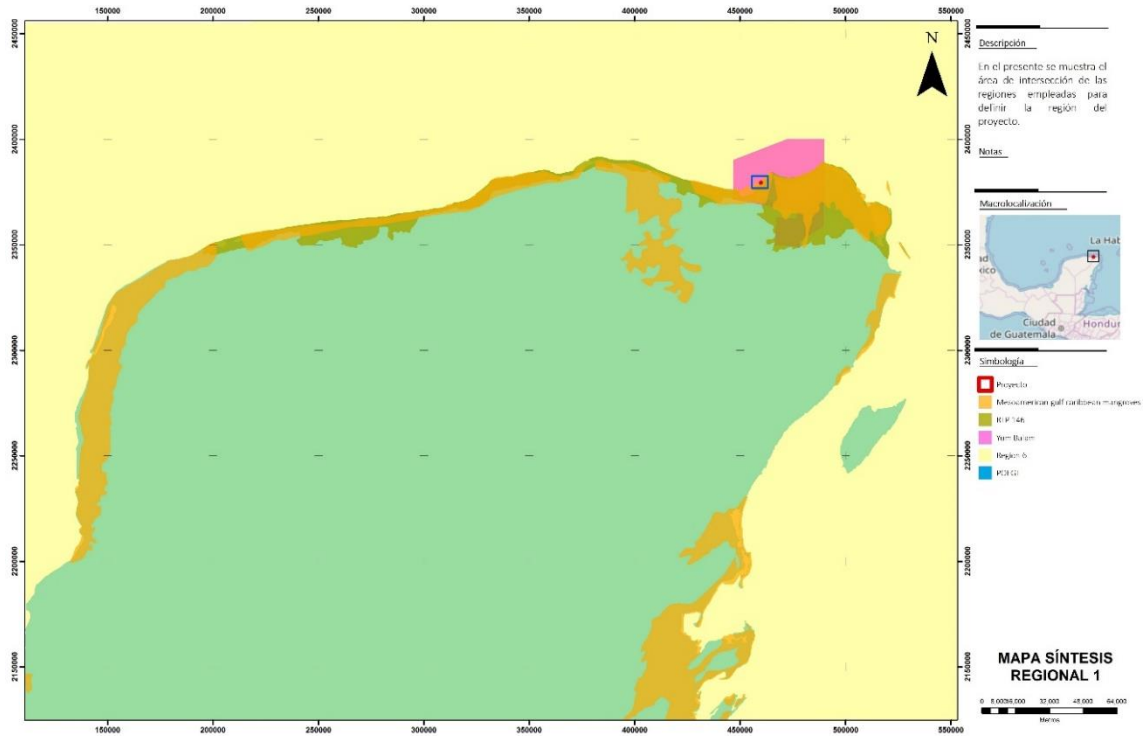


Imagen IV-6 Mapa síntesis regional 1.

En este mapa se superpusieron todas las regiones consideradas a efecto de determinar las intersecciones que pudieran definir un área geográfica relativamente homogénea.

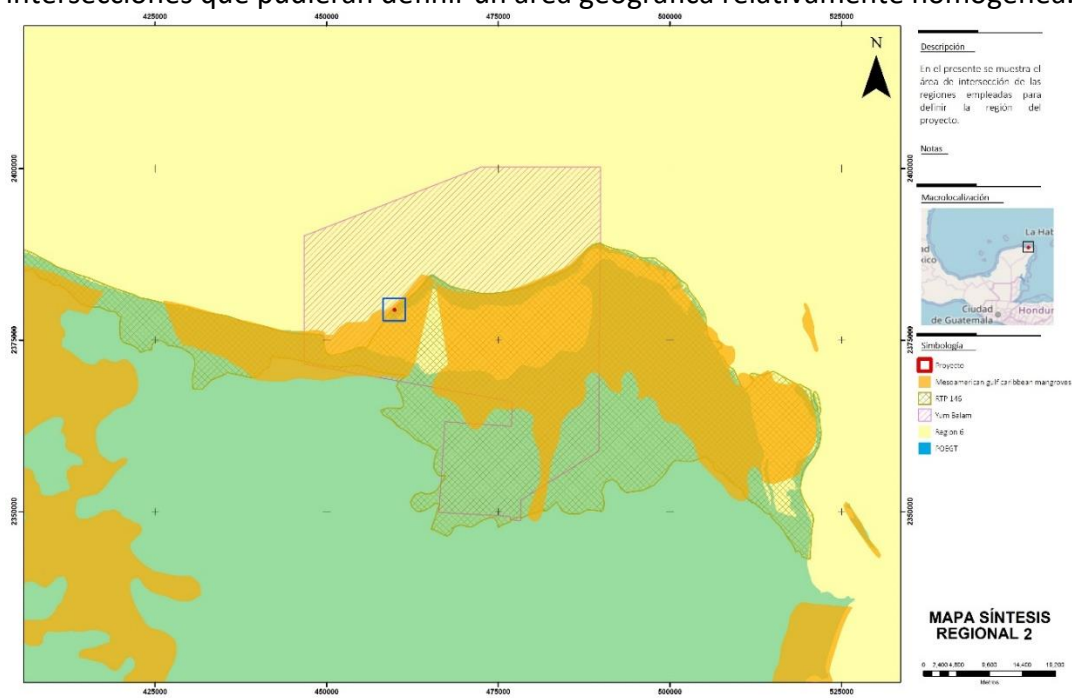


Imagen IV-7 Mapa síntesis regional 2

En este mapa se observa concordancia geográfica y similitud ambiental relativa entre los polígonos del Área de Protección de Flora y Fauna Yum Balam, la Ecorregión Terrestre Manglares Mesoamericanos Golfo-Caribe y Región Terrestre Prioritaria (RTP) 146 Dzilam-Ría Lagartos-Yum Balam.



Imagen IV-8 Mapa síntesis 3

Este mapa, al cual se le ha restado la cobertura de la Ecorregión Terrestre Manglares Mesoamericanos Golfo-Caribe muestra de igual forma correspondencia entre el Área de Protección de Flora y Fauna Yum Balam y la Región Terrestre Prioritaria (RTP) 146 Dzilam-Ría Lagartos-Yum Balam.



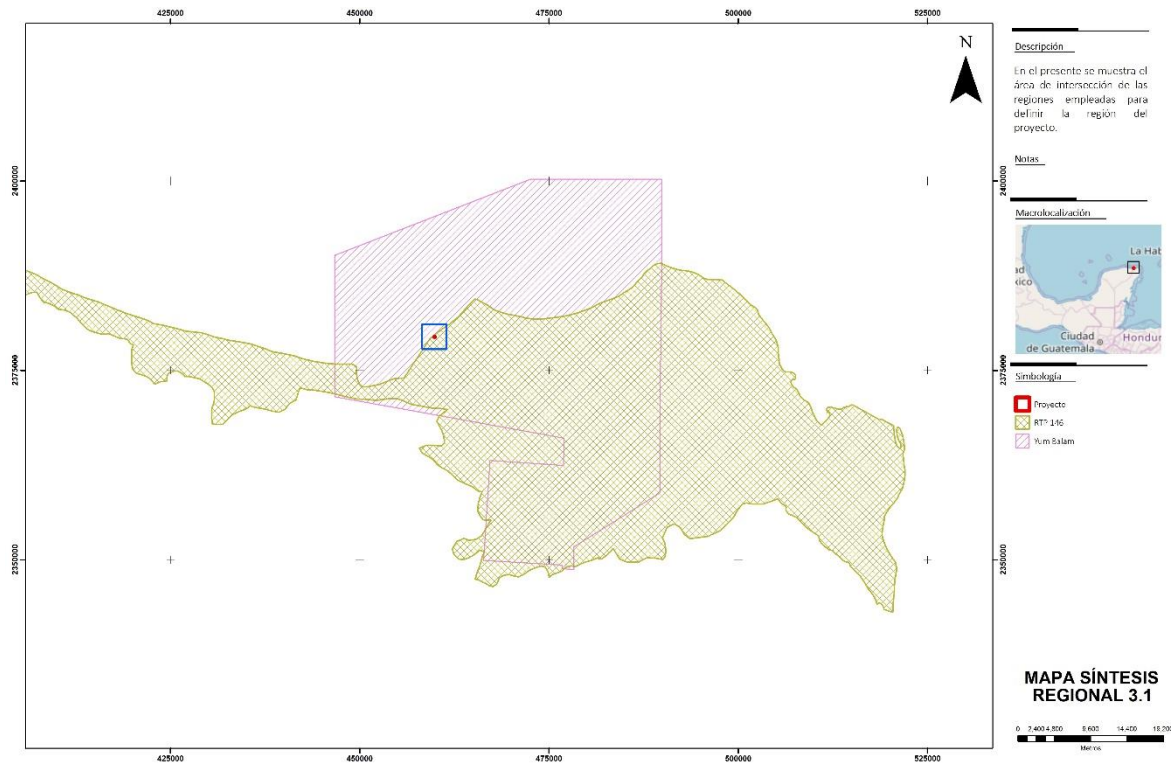


Imagen IV-9 Mapa síntesis 3.1

En la consideración de que la Región Terrestre Prioritaria (RTP) 146 Dzilam-Ría Lagartos-Yum Balam cubre casi toda la parte terrestre del Área de Protección de Flora y Fauna Yum y que el proyecto que se analiza no conlleva actividades en el área marina del ANP se determinó, por la similitud ecosistémica y problemática asociada, que la región apta para la realización del análisis es la Región Terrestre Prioritaria (RTP) 146 Dzilam-Ría Lagartos-Yum Balam.

#### IV.1.1 Generalidades

Para la realización del análisis espacial del sitio que ha de recibir el proyecto, se preparó un Sistema de Información Geográfico (SIG). Esta herramienta se utilizó para delimitar el Sistema Ambiental Delimitado que aloja a la propiedad y al proyecto. Este ejercicio cartográfico, basado en un mosaico fotogramétrico obtenido expresamente para ello, permitió orientar y definir las alternativas de diseño, basadas en el terreno y paisaje, particularmente en el humedal costero, a efecto de causar el menor impacto ambiental adverso procurando integrar la instalación pretendida al conjunto de elementos naturales existentes y eliminando cualquier intervención sobre espacios frágiles o legalmente protegidos.

La caracterización del espacio se efectuó a través del paisaje el cual aquí se conceptualiza y se asume como *las cualidades visuales y espaciales diferenciadas de la superficie terrestre que interaccionan, o no, entre sí y que tienen y mantienen un reflejo visual que se articula en un espacio visual finito.*

Partiendo del planteamiento anterior, se discriminaron Unidades de Paisaje (UP) mismas que corresponden a espacios notorios, tanto en la ortofoto obtenida mediante un vuelo fotogramétrico como a nivel del suelo.

Así, se orientó el trabajo para identificar, determinar y describir cada uno de los espacios segregados. Para el caso de esta MIA-P, se comprenderán las UP como *componentes discretos y perceptibles del espacio terrestre que se estructuran en función de su composición característica o su fisonomía distintiva que las hacen ser claramente diferenciables unas de otras y por ello cuantificables y ubicables en términos geocartográficos.*

En este marco de trabajo, en el cual el entorno impuso las directrices de diseño, se determinó el trazo y la distribución de los elementos del proyecto. Además, se ajustaron sus dimensiones y distribución de elementos considerando criterios precautorios que se adoptaron en función de la definición de los ensambles naturales en la consideración e inclusión de criterios normativos y ambientales que permitirán, una vez autorizado el proyecto, comprobar cómo evolucionan las variables ambientales con la ejecución de la propuesta proyectada.

La cobertura del Sistema Ambiental Delimitado se realizó bajo la consideración y objeto de contextualizar el alcance y dimensión ambiental de las intervenciones que se analizan en este documento a efecto de determinar y considerar el conjunto de elementos que conforman los ecosistemas presentes, más allá de los existentes en el interior del predio de interés, aportando líneas de diseño para la apropiada integración ambiental del proyecto y con ello minimizar el uso de recursos naturales frágiles, de difícil regeneración o legalmente protegidos y favoreciendo, en este planteamiento, la continuidad de la integridad funcional ecosistémica con lo que, además, se consigue información útil para establecer las medidas de protección ambiental que habrán de proporcionar viabilidad ambiental al proyecto y a los procesos naturales en el largo plazo. Lo anterior se plantea en cumplimiento al Artículo 44 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto ambiental que dice:

*Al evaluar las manifestaciones de impacto ambiental la Secretaría deberá considerar:*

*I. 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 los conforman, y no únicamente los recursos que fuesen objeto de aprovechamiento o afectación;*

*II. 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, y*

*III. En su caso, la Secretaría podrá considerar las medidas preventivas, de mitigación y las demás que sean propuestas de manera voluntaria por el solicitante, para evitar o reducir al mínimo los efectos negativos sobre el ambiente.*

#### **IV.1.2 El Sistema Ambiental Delimitado (SAD)**

La comprensión y análisis del Sistema Ambiental Delimitado (SAD), es un elemento central de la evaluación del impacto ambiental. Sobre el particular, el Artículo 13 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental establece el alcance del contenido de la manifestación de impacto ambiental, en su modalidad particular, en cuatro rubros primordiales:

- I) La descripción del Sistema Ambiental Delimitado y señalamiento de la problemática ambiental detectada en el área de influencia del proyecto
- II) Identificación, descripción y evaluación de los impactos ambientales;
- III). Medidas preventivas y de mitigación de los impactos ambientales;
- IV). Pronósticos ambientales y, en su caso, evaluación de alternativas, y

Los preceptos normativos no destacan, como fundamental para dicha modalidad, la caracterización y evaluación de los impactos acumulativos y residuales que pudieran generarse en el seno del Sistema Ambiental Delimitado. Sin embargo, se ha decidido incluirlos a efecto de robustecer el análisis de la propuesta precisamente por ocurrir dentro de un área natural protegida.

Lo anterior permite matizar que, entonces, el Sistema Ambiental Delimitado no necesariamente implica únicamente una superficie restrictiva si no que se establece como un conjunto de elementos que interactúan formando interdependencias funcionales de manera que las interrelaciones pueden, incluso, modificar uno, más de uno o todos los demás componentes del sistema en un espacio geográfico.

El Sistema Ambiental puede delimitarse utilizando diversos criterios:

- Utilizando Unidades de Gestión Ambiental, para aquellos casos en los que el proyecto se ubique en una zona regulada por un Ordenamiento Ecológico Territorial.
- Factores sociales tales como poblaciones
- Por usos de suelo y vegetación
- Por rasgos geomorfológicos
- Por su ubicación en cuenca y microcuenca
- Por usos de suelo permitidos por algún tipo de plan de desarrollo urbano

Independientemente de lo anterior, el Sistema Ambiental puede obtenerse a partir de una delimitación geográfica lograda a través de un tratamiento sistemático que derive de la combinación de los criterios antes señalados, u otros, que permita definir unidades ambientales y que asegure la apropiada identificación y caracterización de los impactos ambientales potencialmente asociados al proyecto exhibiendo su zona de influencia directa e indirecta, los impactos ambientales preexistentes, así como la formulación de escenarios y contexto para la concepción e implementación de medidas de mitigación en situación “sin proyecto” y “con proyecto” con medidas de control ambiental y sin ellas de manera que sea posible la identificación, caracterización y valoración de los impactos ambientales acumulativos, sinérgicos y residuales.

Así, resulta que el SAD adquiere relevancia al ser el marco de referencial y contextual en el cual se analizará y evaluará la integración ambiental del proyecto en sus distintas fases y consecuentemente la manera en que éste pueda ser causal de cambios al incidir sobre los distintos factores que lo componen. Es, como se indicó anteriormente, un módulo de referencia que al ser analizado hace posible identificar procesos que ocurren en el sistema permitiendo definir la forma en que las modificaciones asociadas al proyecto que se analiza pueden derivar en cambios que son, en consiguiente, los impactos ambientales producidos por la alteración de las estructuras y de los procesos ecológicos, económicos o sociales de un ámbito determinado el cual es el área de influencia.

#### **IV.1.3 Delimitación del área de estudio donde pretende establecerse el proyecto.**

A efecto de estar en la posibilidad técnica de identificar y caracterizar las interacciones del proyecto durante las fases de construcción y operación, resulta fundamental delimitar el ámbito de estudio con el objeto de realizar una apropiada caracterización ambiental.

Para los fines de la delimitación mencionada se planteó la posibilidad de utilizar la zonificación forestal que indica el artículo 13 del Reglamento de la Ley de Desarrollo Forestal Sustentable. Sin embargo, dada la ausencia de cuencas, subcuencas y

microcuencas hidrológico-forestales<sup>24</sup> en la región en la cual se localiza el proyecto no existen cauces fluviales lo que derivó en la realización de un ejercicio cartográfico que determina un ámbito espacial que comprende el territorio donde se encuentran los ecosistemas forestales<sup>25</sup> entendidos como unidad funcional de interacción ecológica de los recursos ecosistémicos en un espacio y tiempo determinados.



Imagen IV-10 Sistema Ambiental Delimitado (SAD).

La imagen anterior permite visualizar que en el Sistema Ambiental Delimitado objeto de análisis existe un entorno ocupado por una trama urbana y una línea de costa sobre la cual se han desarrollado obras de tipo turístico-recreativas que se encuentran inmersas dentro de una amplia matriz aun predominantemente natural.

Se puede observar que el área en la que se pretende llevar a cabo el proyecto inmobiliario es un ecosistema costero que corresponde a un humedal con manglar, áreas urbanizadas y

<sup>24</sup> Artículo 7 fracción XI de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable: Cuenca hidrológico-forestal: La unidad de espacio físico de planeación y desarrollo, que comprende el territorio donde se encuentran los ecosistemas forestales y donde el agua fluye por diversos cauces y converge en un cauce común, constituyendo el componente básico de la región forestal, que a su vez se divide en subcuencas y microcuencas.

<sup>25</sup> Artículo 7 fracción XIV de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable: Ecosistema Forestal: La unidad funcional básica de interacción de los recursos forestales entre sí y de éstos con el ambiente, en un espacio y tiempo determinados.



otros ensambles y coberturas particulares como selva baja caducifolia que serán adecuadamente caracterizados, posteriormente, como Unidades de Paisaje.

Es, en el ámbito de este espacio geográfico, donde el proyecto que se analiza imprimirá variaciones derivando de las cuales se esperan los impactos ambientales y el cambio de uso de suelo que se identifican, analizan y valora a través de este documento.

El ejercicio realizado permite determinar que el área que se sujeta a análisis, que es la Isla Chica de Holbox, es una unidad geográfica naturalmente<sup>26</sup> definida que forma parte del humedal costero que se ubica dentro de la RTP 146 *Dzilam-Ría Lagartos-Yum Balam* concordando, también con el Área de Protección de Flora y Fauna Yum Balam y un segmento de la Ecorregión Terrestre Manglares Mesoamericanos Golfo-Caribe. Esta delimitación espacial admite un análisis diferenciado contra el resto de la RTP en el conocimiento de que la problemática asociada puede replicarse, o no necesariamente, en la isla y a la escala geográfica de proyecto.

De acuerdo con lo anterior, se tiene que el área de estudio delimitada es una expresión objetiva, inventariable y cartografiable del mosaico ambiental, en la que no existen cuencas hidrológico forestales ni cauces fluviales y que su delimitación y superficie se obtuvieron de forma congruente con la dimensión, ubicación y alcance ambiental del proyecto, en términos de escala geográfica, derivado que el ámbito de análisis corresponde a un espacio insular en el cual es posible agrupar y ordenar los ensambles existentes.

La dimensión y alcance del SAD definido y propuesto se estiman adecuados ya que permiten localizar, dimensionar y valorar las variaciones ambientales que en él pudiera imprimir el proyecto en el predio de interés y más allá de él de acuerdo a lo que exigen los artículos 44 del Reglamento de la LEGEPA en materia de Evaluación del Impacto Ambiental (REIA) que dicta lo siguiente:

**Artículo 44 del REIA.** *Al evaluar las manifestaciones de impacto ambiental la Secretaría deberá considerar:*

*1. 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 los conforman, y no únicamente los recursos que fuesen objeto de aprovechamiento o afectación;*

---

<sup>26</sup> Delimitada por criterios de geografía física, principalmente los que tienen que ver con el relieve y, en menor grado, con el clima, la hidrografía, la vegetación, los suelos y otros



*II. 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, y*

*III. En su caso, la Secretaría podrá considerar las medidas preventivas, de mitigación y las demás que sean propuestas de manera voluntaria por el solicitante, para evitar o reducir al mínimo los efectos negativos sobre el ambiente.*

Adicionalmente, resulta relevante indicar que el ejercicio realizado y la dimensión y límites del área de estudio son concordantes en virtud de que:

- 1) Con respecto a la evaluación del impacto ambiental, el ámbito espacial de análisis se circunscribe al Sistema Ambiental Delimitado el cual es un área que se define a través de las relaciones e interacciones ambientales, bióticas, abióticas y antrópicas existentes en el espacio geográfico en el cual se pretende establecer el proyecto. Se conforma por un conjunto de ensamblajes naturales y antrópicos que forman ecosistemas más o menos diversos y que son los que, finalmente, determinan potencialidades de aprovechamiento y conservación.
- 2) Por otra parte, el ámbito espacial de análisis es el terreno objeto de la intervención admitiendo una descripción de los elementos físicos y biológicos del SAD que lo permite no perder de vista en el análisis las alteraciones que conllevará el proyecto las cuales se circunscriben a la superficie en la que se realizarán obras y actividades, es decir aquella en la que se cambiarán las condiciones actualmente existentes.

## **IV.2 CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL DELIMITADO (SAD)**

En este apartado se realiza un análisis del Sistema Ambiental Delimitado el cual es entendido como línea de base ( $T_0$ ) del estudio a partir de la cual se ponderará la calidad ambiental del Sistema Ambiental Delimitado donde pretende establecerse el proyecto de manera que se presentan los insumos que permitieron conocer los factores y componentes ambientales que pudieran ser afectados por las obras y actividades del proyecto que aquí se analiza así como conformar un marco de referencia de sus posibles implicaciones sobre ensamblajes naturales sensibles lo que, eventualmente, orientará decisiones respecto a la implementación de medidas de prevención y mitigación de los impactos ambientales.

Una vez así precisado el SAD, se discriminaron las Unidades de Paisaje<sup>27</sup> contenidas en sus 617 ha lo que deriva en una subdivisión espacial del área bajo estudio donde las Unidades de Paisaje (UP) se caracterizan por poseer una combinación específica de componentes paisajísticos de naturaleza ambiental claramente reconocible, a nivel de mosaico fotogramétrico y de suelo, que le confieren una condición diferenciada de otras unidades. Bajo la consideración anterior se localizaron, identificaron, determinaron, corroboraron en campo y se describieron estos espacios característicos.

El resultado del ejercicio anterior se muestra a continuación:

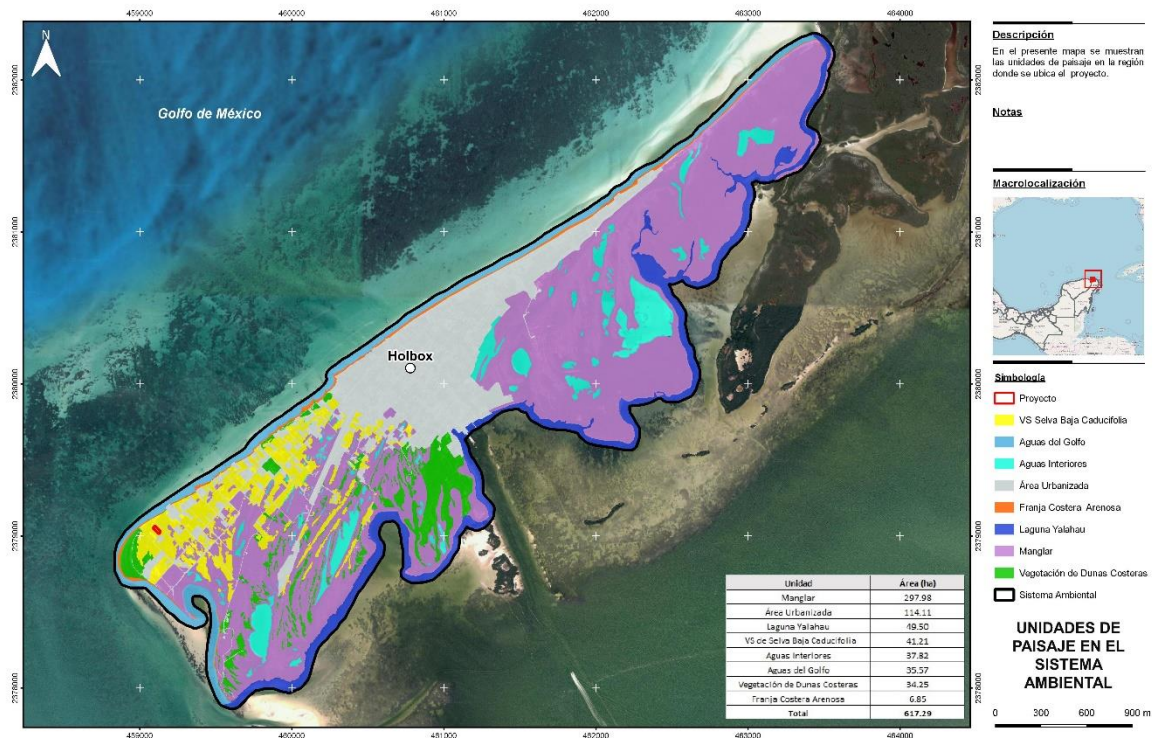


Imagen IV-11 Unidades de Paisaje discriminadas en el Sistema Ambiental Delimitado.

El análisis cuantitativo del mapa anterior que caracteriza el Sistema Ambiental Delimitado de 617.29 ha indica que en 461.97 ha del espacio estudiado se mantiene la naturalidad dada por la cobertura vegetal original no modificada mientras que 155.324.17 ha han sido transformadas por obras y actividades humanas.

El inventario realizado arrojó lo siguiente:

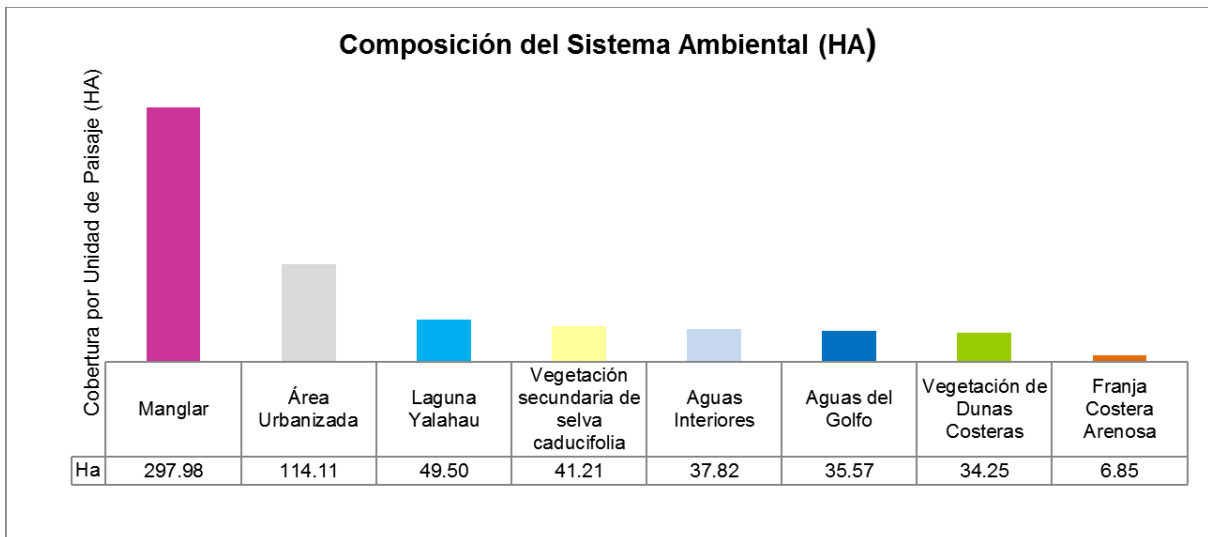
<sup>27</sup> En el contexto de esta MIA-P se comprenderán las Unidades de Paisaje (UP) como *componentes discretos y perceptibles del espacio terrestre que se estructuran en función de su composición característica o su fisonomía distintiva que las hacen ser claramente diferenciadas unas de otras y por ello cuantificables y ubicables en términos geocartográficos.*

Tabla IV-1 Cobertura de las Unidades de Paisaje en el Sistema Ambiental Delimitado

UNIDADES DE PAISAJE	Superficie en Ha
Sistema Ambiental	617.29
Manglar	297.98
Área Urbanizada	114.11
Laguna Yalahau	49.50
Vegetación secundaria de selva caducifolia	41.21
Aguas Interiores	37.82
Aguas del Golfo	35.57
Vegetación de Dunas Costeras	34.25
Franja Costera Arenosa	6.85

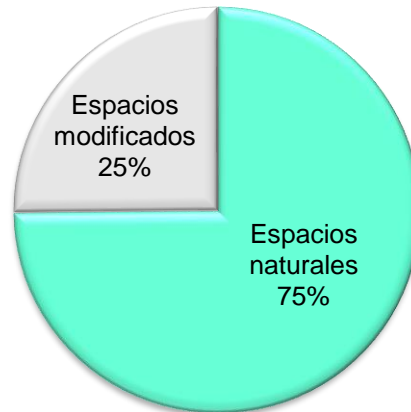
Lo anterior se expresa convenientemente en la siguiente gráfica:

Gráfica IV-1 Coberturas de las UP en SA



La gráfica anterior permite visualizar que, en términos de cobertura geográfica, el espacio delimitado y analizado como Sistema Ambiental Delimitado corresponde a un sitio predominantemente natural que muestra la presencia de intervenciones humanas.

### Cobertura de espacios naturales y modificados en el Sistema Ambiental Delimitado



Gráfica IV-2 Cobertura de espacios en el SAD

Es en este contexto establecido por el Sistema Ambiental, es en el que se describen las Unidades de Paisaje definidas y con las cuales el proyecto final interactuará, eventualmente, en espacio y tiempo.

#### IV.2.1 Descripción y caracterización de las Unidades de Paisaje

La descripción de las Unidades de Paisaje que componen el Sistema Ambiental Delimitado se realiza a continuación en orden descendente de acuerdo con su cobertura geográfica.

##### IV.2.1.1 Unidad de Paisaje Manglar (297.98 Ha)

Esta UP corresponde al 48.27% del Sistema Ambiental Delimitado el cual se ubica en la zona de influencia de las aguas del Golfo de México y la laguna Yalahau (Conil) situación que se refleja directamente en los tipos de asociaciones vegetales presentes ya que los niveles de inundación y salinidad que alcanzan estos espacios condicionan la distribución de las distintas comunidades vegetales.

Por lo anterior, el nivel de saturación de agua del sustrato, que corresponde a un humedal, se considera como la principal característica para definir la vegetación dominante, teniendo como resultado la distribución de esta en suelos bajos e inundables, ya sea la que es propia de la formación de cuerpos de agua permanentes o de aquellas que están sujetas a inundación temporal por la precipitación pluvial diferenciándose de aquellos que se encuentran en espacios topográficamente más elevados.

El manglar corresponde a un bosque formado primordialmente por árboles de alguna o varias de las especies de mangle que son plantas tolerantes a la sal y a la inundación del suelo por lo que se distribuyen, mayormente, en espacios intermareales, lagunas o cuencas costeras tropicales. Así, entre las áreas con manglares se incluyen estuarios y zonas costeras. Son bosques altamente productivos y son utilizados por aves, peces, crustáceos y moluscos como sitios de crianza, alimentación y refugio.

En el contexto anterior, esta UP corresponde a una cubierta poco diversa compuesta por una comunidad constituida principalmente por mangle rojo (*Rhizophora mangle*), sin embargo, también es posible encontrar algunos manchones donde, dependiendo de las condiciones de inundación, dominan el mangle blanco (*Laguncularia racemosa*), mangle negro (*Avicennia germinans*) y en las áreas con menor inundación se observa el mangle botoncillo (*Conocarpus erectus*).

En general, el manglar cuenta con poca diversidad florística y se caracteriza por su elevada temperatura y humedad bajo el dosel, presentándose en terrenos que periódica o permanentemente se mantienen inundados y cuyos suelos se presentan con gran cantidad de materia orgánica (Cabrera, 1982). Esta es la situación que ocurre en el SAR.

Las plantas epífitas son relativamente abundantes teniendo presencia poblaciones de las familias Orchidaceae y Bromeliaceae las que se desarrollan en las ramificaciones de los mangles. Se observan *Myrmecophila christinae*, *Catasetum integerrimum*, *Brassavola nodosa* y *Tillandsia pseudobaileyi*. Estas epífitas tienen la capacidad de adaptarse a ambientes restrictivos para otras ya que su historia natural determina un uso eficiente de los nutrientes y del agua (Hagsater et al, 2005).

En cuanto a la flora predominante en esta de esta UP se tiene lo siguiente:

Tabla IV-2 Especies que se encuentran en los manglares de Isla chica de Holbox

Nombre común	Nombre científico	Categoría de protección (NOM-059-SEMARNAT-2010) *
Mangle blanco	<i>Laguncularia racemosa</i>	A
Mangle negro	<i>Avicennia germinans</i>	A
Mangle rojo	<i>Rhizophora mangle</i>	A
Palma chit	<i>Thrinax radiata</i>	A
Sulub	<i>Bravaisia tubiflora</i>	
Bejuco de leche	<i>Echites umbellata</i>	

Nombre común	Nombre científico	Categoría de protección (NOM-059-SEMARNAT-2010) *
Tilandsia	<i>Tillandsia pseudobaileyi</i>	
*Pr/ Protección especial; A/ Amenazada; P/ Peligro de extinción		

En lo referente a los parámetros estructurales que manifiesta esta vegetación, la prospección realizada indica la existencia, primordialmente en las áreas topográficamente más bajas, de una densidad dominante aproximada de mangle rojo de hasta 0.7 ind/m<sup>2</sup>. Valor que deberá ser tomado con reserva toda vez que el crecimiento de esta vegetación no se encuentra, para Holbox, bien definido ni documentado en la bibliografía y que una característica de este tipo de manglar es la manifestación de un crecimiento con base en raíces aéreas coronadas por un desarrollo de ramas que tienden a buscar el dosel y para los fines de densidad cada una de éstas fue considerada como un individuo. No obstante, se observa una comunidad estable que fisonómicamente se expresa bajo una condición privativa de este ensamble vegetal. Otras especies presentes de manera dispersa en los bordes de esta UP son *Vitex gaumeri*, *Bursera simaruba* y *Piscidia piscipula*, con diámetros que van desde los 10 cm hasta los 25 cm (DAP) para los fustes más gruesos que corresponden con aquellos individuos que son más altos y que rebasan los 4 m.

En el Sistema Ambiental Delimitado se pueden observar individuos de mangle blanco (*Laguncularia racemosa*), los cuales pueden formar un bosque que alcanza entre 2 y 5 m de altura y los tallos se ubican en el orden de 1 a 20 cm de diámetro (DAP) integrando parches ubicados entre las barreras que imponen los caminos trazados que determinan la presencia humana en el Sistema Ambiental Delimitado.

De acuerdo con los datos obtenidos se observa que la mayor frecuencia de individuos se concentra en el DAP que va 1 a 15 cm, (75.9%). Esta frecuencia se va desplazando de las clases medias a las altas de DAP en zonas abiertas o de claros formados por disturbios de origen humano o natural en la cubierta vegetal. De hecho, cuando se elimina o reduce la competencia interespecífica e intraespecífica por el espacio (Begon, et al., 1990) sucede que algunos individuos alcanzan DAP de 20 cm y alturas ligeramente por arriba de 5 m.

La curva de distribución diamétrica de los manglares sigue una distribución exponencial decreciente del tipo De Liocourt (Meyer et al., 1961). Esta distribución, que es teórica, indica que un bosque irregular que queda determinado por la existencia de una razón constante entre el número de árboles de clases diamétricas sucesivas, es decir, un bosque natural es estadísticamente irregular en sus edades y áreas basales (Romahn de la Vega et al., 2010).



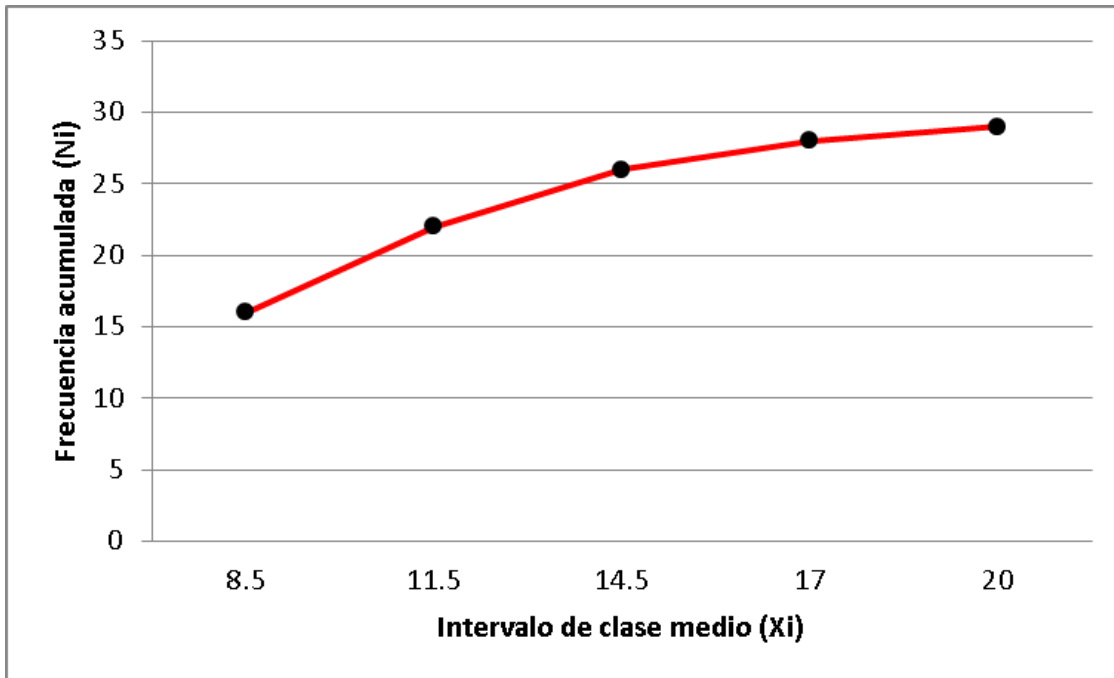


Imagen IV-12 Curvas de frecuencia acumulada del DAP de los individuos del manglar.

En este sentido, es posible considerar que, en el Sistema Ambiental Delimitado no se han provocado disturbios catastróficos para esta vegetación como pueden ser aparición de nuevos claros fuera de la zona urbana, tala clandestina o incendios.

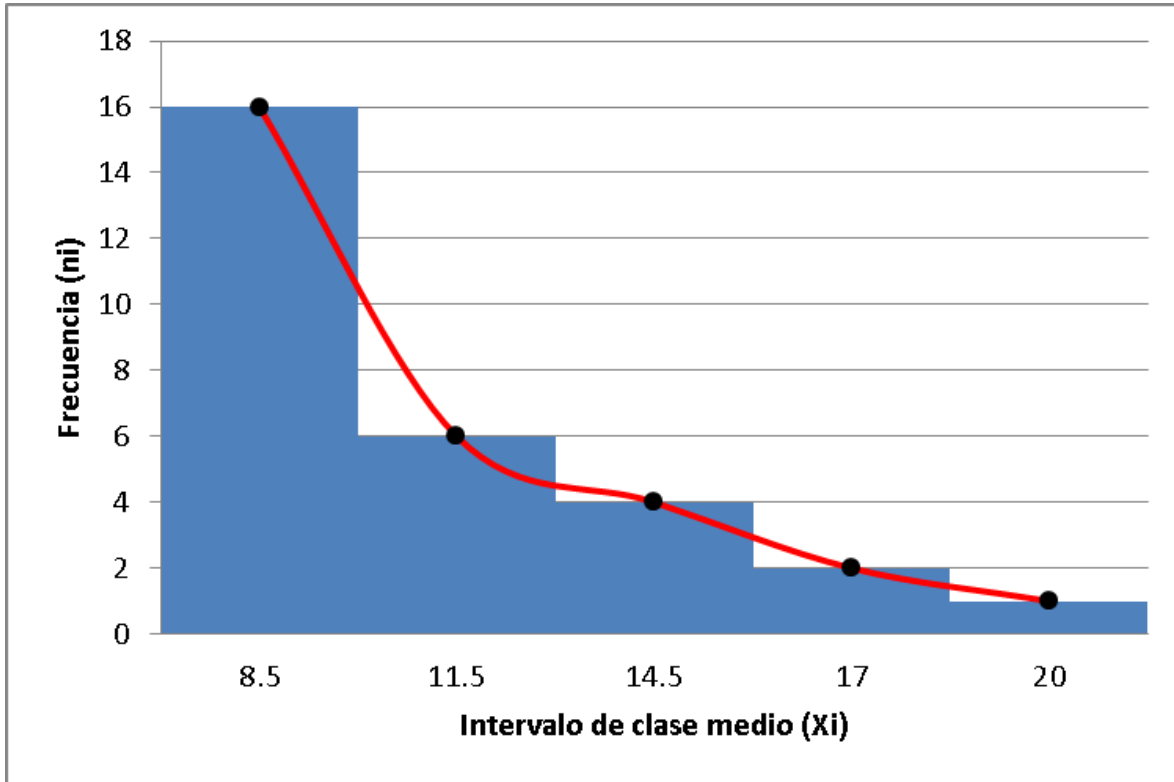


Imagen IV-13 Distribución, por clases de DAP de 3 cm de los individuos del manglar.

Esta unidad de paisaje se encuentra en la porción sur del SAR, y se caracteriza por tener agua permanentemente y presencia de mangle rojo, negro y botoncillo (*Rhizophora mangle*, *Avicenia germinans* y *Conocarpus erectus*, respectivamente). Asociado este tipo de hábitat se pueden encontrar anfibios (*Incilius valliceps* e *Scinax staufferi*), aves típicas de humedales como ibis blanco (*Eudocimus albus*), espátula rosada (*Platalea ajaja*), candelero americano (*Himantopus mexicanus*), varias especies de garzas (*Ardea herodias*, *Ardea alba*, *Egretta Thula*, *Egretta caerulea*, *Egretta rufrescens*, *Egretta tricolor* y *Nyctanassa violácea*), martín pescador (*Chloroceryle americana*), golondrina manglera (*Tachycineta albilinea*), chipe (*Setophaga palmarum*) y mapache (*Procyon lotor*).



La espátula rosada (*Patalea ajaja*) es una especie presente en el manglar del SAR



*Egretta tricolor*, una de las especies de garza que fueron registradas en el manglar del SAR



El mapache (*Procyon lotor*) es una especie abundante en el manglar del SAR



Vista aérea representativa de un fragmento de manglar dentro del SAR

Imagen IV-14 Especies animales características de manglar.

En el contexto del proyecto cuya evaluación aquí se analiza, es conveniente advertir que las obras y actividades no implican remoción, relleno, trasplante o poda del manglar. En ningún caso se afectará la integralidad del flujo hidrológico que da viabilidad a esta vegetación y tampoco serán alteradas las zonas anidación, reproducción, refugio, alimentación y alevinaje, ni las interacciones entre el manglar y otros sistemas naturales más allá de los alcances que para el sitio representa la fragmentación actualmente existente.

#### IV.2.1.2 Unidad de Paisaje Área Urbanizada (114.11 Ha)

Esta Unidad de Paisaje corresponde a obras humanas concluidas y que se encuentran en operación dentro del Sistema Ambiental Delimitado por lo cual, para su existencia, se ha cambiado el uso del suelo. Tiene una cobertura de 114.11 ha que equivale al 18.49% de la superficie caracterizada (el SAD). Para el caso en particular de Holbox, se tiene una

diferenciación a nivel de suelo determinada por usos tales como hospedajes turísticos, comercios, servicios y habitacional los cuales en ocasiones se entremezclan de manera que en una propiedad se venden misceláneos o se alquilan habitaciones o se presentan servicios. Esta UP se caracteriza por estar habitada de forma permanente sobresaliendo por el desarrollo de su sector terciario (servicios). Así, Esta UP corresponde al asentamiento humano costero definido desde la perspectiva ambiental, geográfica, demográfica, social y económica. Es el poblado por sí mismo más el área edificada, con usos de suelo de naturaleza no agrícola y que, partiendo de un núcleo central, presenta continuidad física predominantemente hacia la costa del Golfo de México y hacia el oeste.

La continuidad de este Unidad de Paisaje se extiende hasta ser interrumpida, en forma notoria, por terrenos de uso no urbano como bajos inundables, manglares y cuerpos de agua.

La dimensión de esta UP se manifiesta físicamente como resultado de la combinación de una serie de procesos que, por intermedio de la propia comunidad, permite que la población se extienda hacia la periferia. No obstante, dentro de esta matriz urbana se presentan áreas jardinadas, en particular en los patios de casas y hoteles, que participan en la permanencia de diversas plantas y animales locales.



Imagen IV-15 Al interior de las propiedades, en los patios, se registra flora local.



Esta Unidad de Paisaje se encuentra principalmente en la porción central y este del SAD, y se caracteriza por tener infraestructura habitacional (hoteles y casas) y un considerable número de construcciones en curso y clausuradas de hoteles y viviendas.

Las calles no están pavimentadas y en temporada de lluvias suelen inundarse lo que permite a presencia de aves asociadas a humedales, como garzas, espátulas y monjitas. Coligado a las construcciones, hay vegetación de ornato con mezcla de elementos exóticos y nativos, proporcionando a veces algunas ventajas a fauna silvestre tolerante a la actividad humana, o incluso se pueden estar beneficiando por la creación de hábitats, disponibilidad de alimento y ausencia de depredadores naturales.

La fauna silvestre que predomina en esta UP son iguanas (*Ctenosaura similis*), anolis (*Anolis sagrei*), palomas (*Columba livia*, *Streptopelia decaocto* y *Columbina passerina*), luis bienteveo (*Pitangus sulphuratus*), tiranos (*Tyrannus couchii*) y zanates (*Quiscalus mexicanus*).



Presencia de iguanas (*Ctenosaura similis*) en construcciones y bardas de los asentamientos humanos



Presencia de aves acuáticas (*Egretta thula*) en las calles inundadas del poblado.



*Columba livia* es una de las dos especies de palomas exóticas que se encuentran en los asentamientos humanos de la isla. Vista aérea de asentamientos humanos.

Imagen IV-16 Especies características de las zonas urbanas dentro de SA.

#### **IV.2.1.3 Unidad de Paisaje Laguna Yalahau (Conil) (49.50 Ha)**

Esta Unidad de Paisaje cubre el 8.02% del SAD. Corresponde a un cuerpo lagunar costero de 30 km de largo por 11 km en la porción más ancha teniendo, al oeste, comunicación con el Golfo de México a través de una entrada de 5 Km de amplitud comunicándose también con el mar a través de un canal somero que establece el límite este del SAD. Las aguas de esta laguna son saladas y ricas en nutrientes recibiendo aportes marinos, así como de aguas dulces continentales a través de la fractura Xelha-Holbox al sur de la cuenca. Esta laguna, entonces, está parcialmente aislada del mar isla Holbox (Isla Grande e Isla Chica) y, en términos geográficos, se encuentra formalmente donde termina el Golfo de México, pero está fuertemente afectada por el Mar Caribe ya que se encuentra justo en la frontera entre ambos. La Unidad de Paisaje adyacente es Manglar.

La profundidad de este sistema fluctúa entre 1 y 2 m, el rango de mareas es pequeño, tan solo de 0.4 m, la precipitación media anual va de 700 a 900 mm del extremo oeste al este de la laguna, y la evaporación media anual es de 2,000 mm.

De acuerdo con Kim<sup>28</sup>, la laguna Yalahau es un sistema en el que la salinidad aumenta hacia el interior y los aportes de agua dulce no compensan la elevada evaporación. Sus aguas son ricas en silicatos que provienen de los manantiales. De las formas de nitrógeno inorgánico disuelto, el amonio total es la más importante en concentración y le sigue el nitrato, lo anterior indica que el reciclamiento de nitrógeno juega un papel importante en este sistema. Los niveles de oxígeno disuelto varían espacial y temporalmente influenciando la calidad del agua.

Por otra parte, los sedimentos, arenosos en su mayoría, presentan contenidos de carbono orgánico variables, bajos en la zona marina que van aumentando hacia el interior de la laguna particularmente en verano. El potencial redox en sedimento ocurre en función del contenido de carbono orgánico, siendo más reductor en los muestreos de verano y en las estaciones del sur de Yalahau.

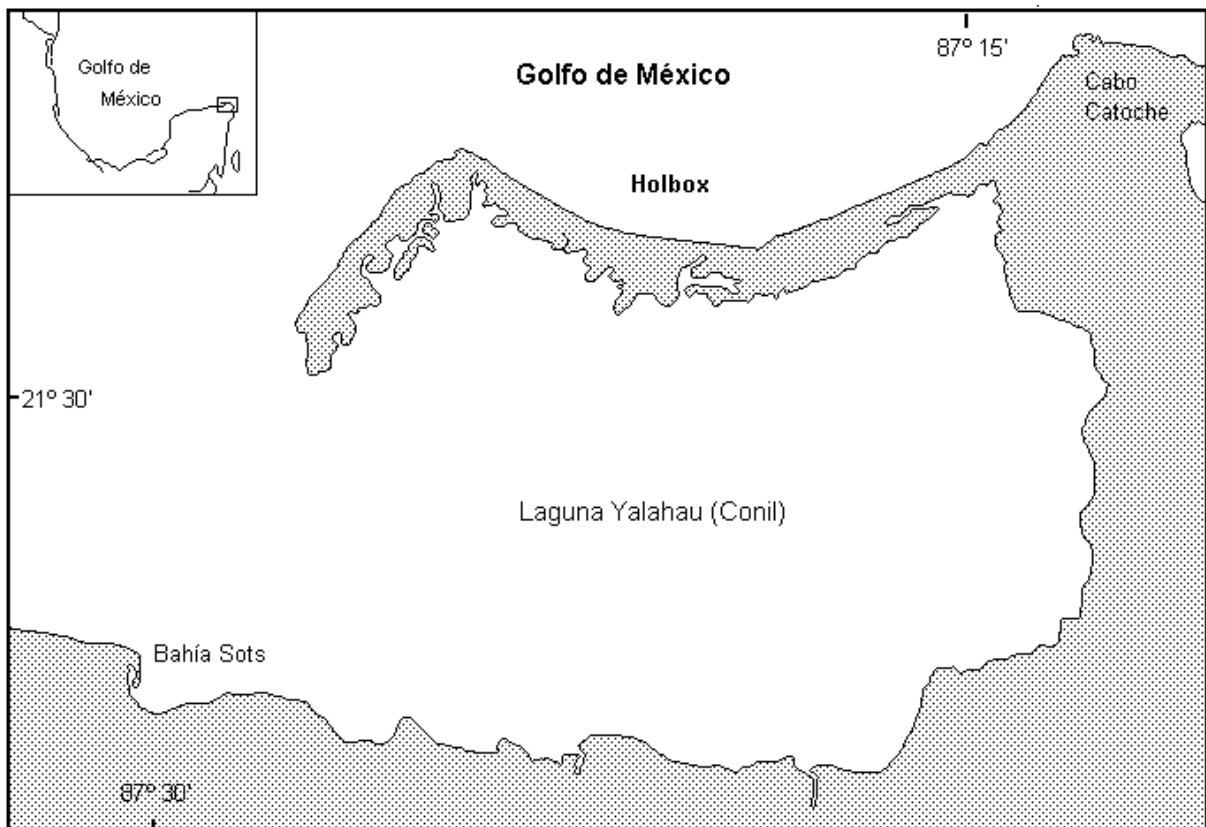
---

<sup>28</sup> Tran Kim C., Valdés-Lozano David S., Real Elizabeth y Omar Zapata-Pérez. 2008. Variaciones del índice de calidad en laguna Yalahau, Quintana Roo, México, basado en las características del agua y sedimentos, en el período 1999-2002. Ciencias de la Tierra y el Espacio, 2008, Vol. 9, pp. 20--29, ISSN 1729-3790



Los niveles de nitrógeno total en sedimento se correlacionan con el contenido de carbono, siendo semejantes a los de otras lagunas prístinas de la región.

El fósforo total en sedimento se encontró en mayores niveles cerca de Holbox. El índice de calidad estimado con los parámetros medidos por estos autores tuvo los valores más bajos en las zonas de influencia de manantiales y la población de Holbox. Para el índice de Calidad del Agua (ICA), el estudio de referencia expuso valores más bajos en el primero y cuarto muestreos (1999 y 2002) que fueron precedidos por años de lluvias extraordinarias (1998 y 2001) mientras que los muestreos de 2000 y 2001, realizados después de temporadas normales de lluvia, el ICA subió.



Esta laguna reviste relevancia para la pesca comercial y de subsistencia ya que es un área importante para la producción pesquera de la región; las praderas de *Thalasia testudinum* son áreas de crianza, alimentación y protección de especies ícticas con diversos orígenes ecológicos y valor comercial.



Imagen IV-17 La laguna Yalahau es un amplio cuerpo de agua que separa Holbox del continente.

#### **IV.2.1.4 Unidad de Paisaje Vegetación secundaria de selva baja caducifolia (41.21 Ha)**

La vegetación secundaria surge cuando un tipo de vegetación es eliminado o alterado por diversos factores humanos o naturales, resultando en una comunidad vegetal significativamente diferente a la original y con estructura y composición florística heterogénea, dominada principalmente por especies de porte arbóreo.

Esta se desarrolla en condiciones climáticas en donde predominan los tipos cálidos subhúmedos semisecos o subsecos. El más común es Aw, aunque también se presenta en BS y Cw. La temperatura media anual oscila entre los 18 a 28° C. Las precipitaciones anuales se encuentran entre 300 y 1,500 mm. Con la estación seca bien marcada que va de 6 a 8 meses la cual es muy severa.

Se le encuentra desde el nivel del mar hasta unos 1,900 m, rara vez hasta 2,000 m de altitud, principalmente sobre laderas de cerros con suelos de buen drenaje, en la vertiente del Golfo no se le ha observado arriba de 800 m, la cual se relaciona con las bajas temperaturas que ahí se tienen si se le compara con lugares de igual altitud de la vertiente del Pacífico.

Los componentes arbóreos de esta selva presentan baja altura, normalmente de 4 a 10 m, hasta 15 m. El estrato herbáceo es bastante reducido y sólo se puede apreciar después de que han empezado claramente la época de lluvias y retoñan o germinan las especies herbáceas. Las formas de vida crasas y suculentas son frecuentes, especialmente los géneros *Agave*, *Opuntia*, *Stenocereus* y *Cephalocereus*.

En este tipo de selva son comunes *Bursera simaruba*, *Lysiloma* sp., *Jacaratia mexiana*, *Ceiba* sp., *Bromelia pinguin*, *Pithecellobium keyense*, *Ipomea* sp., *Pseudobombax* sp., *Cordia* sp., *Pithecellobium acatense*, *Amphypterigium adstringens*, *Leucaena leucocephala*, *Erythrina* sp., *Lysiloma divaricatum*, *Phoebe tampicensis*, *Acacia coulteri*, *Beaucarnea inermis*, *Lysiloma acapulcensis*, *Zuelania guidonia*, *Pseudophoenix sargentii*, *Beaucarnea pliabilis*, *Guaiacum sanctum*, *Plumeria obtusa*, *Caesalpinia vesicaria*, *Ceiba aesculifolia*, *Diospyros cuneata*, *Hampea trilobata*, *Maclura tinctoria*, *Metopium brownei*, *Parmentiera aculeata*, *Piscidia piscipula*, *Alvadaroa amorphoides*, *Heliocarpus reticulatus*, *Fraxinus purpusii*, *Lysiloma demostachys*, *Haematoxylon campechianum*, *Ceiba acuminata*, *Cochlospermum vitifolium*, *Pistacia mexicana*, *Bursera bipinnata*, *Sideroxylon celastrinum*, *Gyrocarpus jstrophifolius*, *Swietenia humilis*, *Bucida macrostachya*, *Euphorbia pseudofulva*, *Lonchocarpus longipedicellatus*, *Hauya microcerata*, *Colubrina ferruginosa*, *Lonchocarpus minimiflorus*, *Ficus cooki*, *Heliocarpus reticulatus*, *Cochlospermum vitifolium*, *Gymnopodium antigonoides*, *Leucaena collinsii*, *Laucaena esculenta*, *Lysiloma microphylla*, *Jatropha cinerea*, *Cyrtocarpa edulis*, *Bursera laxiflora*, *Lysiloma candida*, *Cercidium peninsulare*, *Leucaena lanceolata*, *Senna atomaria*, *Prosopis palmeri*, *esembeckia flava*, *Sebastiania bilocularis*, *Bursera microphylla*, *Plumeria rubra*, *Bursera odorata*, *Bursera excelsa* var. *elongata* y *purpusii*, *Comocladia engleriana*, *Cyrtocarpa procera*, *Lonchocarpus eriocarinalis*, *Pseudosmodingium perniciosum*, *Spondias purpurea*, *Trichilia americana*, *Bursera longipes*, *B. morelensis*, *B. fagaroides*, *B. lancifolia*, *B. jorullensis*, *B. vejarvazquesii*, *B. submoniliformis*, *B. bipinnata*, *B. bicolor*, *Ceiba parvifolia*, *Ipomea murucoides*, *I. pilosa*, *I. wolcottiana*, *I. arborescens*, *Brahea dulcis*, *Thevetia ovata*, *Indigofera platycarpa*, *Calliandra grandiflora*, *Celtis iguanaea*, *Diphysa floribunda*, *Jacquinia macrocarpa*, *Malpighia mexicana*, *Pseudobombax ellipticum*, *Crataeva palmeri*, *C. tapia*, *Guazuma ulmifolia*, *Cordia dentata*, *Acacia farnesiana*, *Prosopis laevigata*, *Pereskia lychnidiflora*, *Licania arborea*, *Prosopis juliflora*, *Pithecellobium dulce*, *Zygia conzattii*, *Z. flexuosa*, *Achatocarpus nigricans*, *Coccoloba caracasana*, *C. floribunda*, *Randia armata*, *Rauwolfia hirsuta*, *Trichilia hirta*, *T. trifolia*; además de cactáceas como *Pachycereus* sp., *Stenocereus* sp., *Cephalocereus* sp., *Lemaireocereus* sp., *Acanthocereus pentagonus* y *Pterocereus gaumeri*. Los bejucos son abundantes y las plantas epífitas se reducen principalmente a pequeñas bromeliáceas como *Tillandsia* sp., cactáceas y algunas orquídeas.



Para el caso de la isla de Holbox, este tipo de vegetación se encuentra distribuido en parches aislados donde las condiciones de suelo y de inundación permiten el desarrollo de especies poco tolerantes a condiciones extremas, por la misma razón, es común encontrar individuos de manglar en asociación a este tipo de vegetación, principalmente el mangle botoncillo (*Conocarpus erectus*) y mangle blanco (*Laguncularia racemosa*).



Imagen IV-18 Condiciones de la selva baja caducifolia dentro del SAR.

Para la determinación de los valores de diversidad dentro del SAD se llevó a cabo la metodología que a continuación se presenta.

#### IV.2.1.4.1 Metodología para el levantamiento de la información de flora en el SAD

Para obtener una mejor representación de la vegetación presente dentro del SAD, se empleó un muestreo dirigido a 5 sitios de 400 m<sup>2</sup> cada uno, que sirvieron para determinar la riqueza y estructura de las poblaciones de flora encontradas en el tipo de vegetación que será afectado por la implementación del proyecto, considerando el estado sucesional de ellos con la finalidad de seleccionar aquellos que presentan un buen estado de conservación y de esta manera mostrar que las especies potencialmente afectadas se distribuyen, también, dentro de la unidad de análisis y, de esta manera, dimensionar el impacto ambiental sobre la vegetación.

En tal sentido, a continuación, se describe brevemente la metodología utilizada para el muestreo de campo:

- a) El sistema de muestreo utilizado fue dirigido y consistió en seleccionar las unidades elementales de la población dado que gozan de representatividad, esto con la finalidad de conocer la composición florística del SAD en el que se encuentra el Proyecto. Es importante mencionar que, dentro del Sistema Ambiental, existen amplias zonas en las que se distribuye manglar; sin embargo, se eligieron aquellas zonas en las que la vegetación de matorral costero se encontrara asociada con vegetación de selva baja caducifolia.
- b) El diseño de muestreo que fue utilizado está basado en el que la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR) utiliza para el levantamiento de información del Inventario Nacional Forestal que, para el caso de selvas (cualquiera de los tipos considerados por INEGI), además de incluir petenes, manglar, popal, tular, humedales y vegetación halófila hidrófila, el cual consiste en sitios rectangulares con un área de 400 metros cuadrados (40 x 10 metros). En estos sitios se llevó a cabo el levantamiento de la información técnica de campo referente a las especies arbóreas, de cuales se tomaron datos de diámetro normal (para aquellos individuos con diámetro normal mayor o igual a 7.5 cm), altura total y diámetro de copa para su posterior análisis en gabinete.

Para el estrato arbustivo se delimitó un subsitio cuadrado de 25 metros cuadrados (5 x 5 metros), y finalmente para el estrato herbáceo se definió una parcela de 1 metro cuadrado (1 x 1 metros), ambos estratos fueron contabilizados a partir del centro del sitio principal de 400 metros cuadrados.

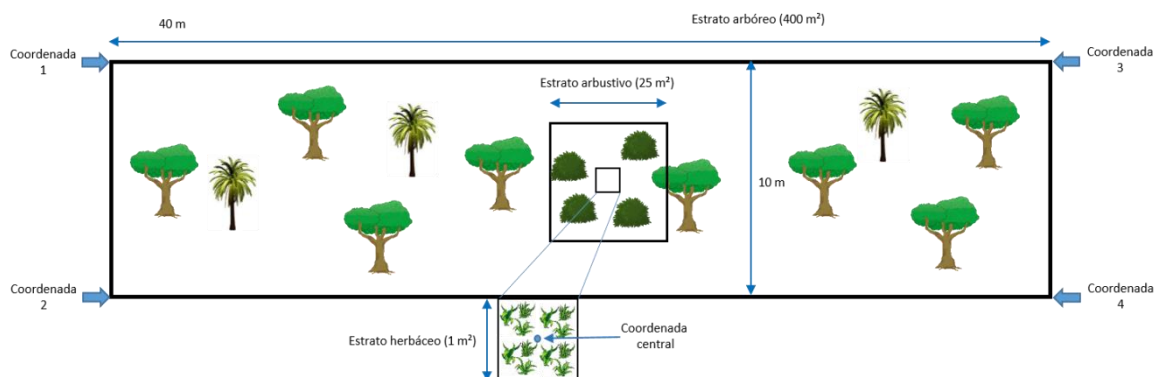


Imagen IV-19 Representación gráfica del diseño de los sitios de muestreo, incluidos los subsitios y elementos a considerar en cada uno.

El levantamiento de información de vegetación consistió en las siguientes actividades:

- a) Una vez definido el lugar donde se realizaría el sitio de muestreo, se identificó e hizo la georreferencia espacial en coordenadas UTM del punto central que conforma el sitio. Esto se realizó con el uso de un sistema de posicionamiento global marca Garmin modelo eTrex 10, el cual presentó un rango de error durante el muestreo entre los 3 y 5 metros, dependiendo de la cobertura de la vegetación en cada una de las unidades de muestreo determinadas.
- b) Para el estrato herbáceo se utilizó una cita métrica para delimitar 1 metro cuadrado y también se tomó como coordenada central la misma que se utilizó para el centro del muestreo general. En este se contabilizaron los individuos de las especies pertenecientes a este estrato y se registró su altura promedio.
- c) Para el subsitio del estrato arbustivo, así como para el estrato arbóreo se realizó la diferenciación de especies y se realizó un conteo de individuos de cada especie identificada además de registrar su altura y el diámetro de copa.
- d) Para el sitio de 400 metros, correspondiente al estrato arbóreo, cactáceas y suculentas que pudieran presentarse, se midió el diámetro normal (1.30 metros), siempre que este fuera mayor o igual a 7.5 cm, estos individuos fueron marcados con pintura en aerosol color rojo. Además, para todos los individuos correspondientes a este estrato, se midió la altura total y el área de copa
- e) El levantamiento de la información en campo se realizó en invierno, del día 11 al 16 de febrero de 2018.



Imagen IV-20 Actividades realizadas en el levantamiento de datos en campo.

Para la estratificación de la vegetación, se llevó a cabo una revisión bibliográfica con la finalidad de determinar las especies potenciales que podrían encontrarse en el área donde pretende la remoción de la vegetación.



#### IV.2.1.4.2 Ubicación de los sitios de muestreo

Dentro del SAD se determinó la ubicación de un total de 5 sitios de muestreo, distribuidos de acuerdo con las condiciones de cobertura y diversidad siempre que correspondiera a selva baja caducifolia, sin importar su estado de conservación. A continuación, se presentan

las coordenadas UTM de la zona 16 de cada uno de los sitios levantados, considerando que para cada sitio corresponden 5 coordenadas, una central y las de las cuatro esquinas que delimitan al sitio.

Tabla IV-3 Coordenadas de los sitios de muestreo de selva baja caducifolia en el SAD

<b>SITIO 1</b>	<b>X</b>	<b>Y</b>	<b>SITIO 2</b>	<b>X</b>	<b>Y</b>
CENTRAL	459733	2378965	CENTRAL	460109	2379045
COORDENADA 1	459737	2378940	COORDENADA 1	460117	2379065
COORDENADA 2	459725	2378944	COORDENADA 2	460125	2379058
COORDENADA 3	459738	2378983	COORDENADA 3	460099	2379029
COORDENADA 4	459747	2378980	COORDENADA 4	460091	2379037
<b>SITIO 3</b>	<b>X</b>	<b>Y</b>	<b>SITIO 4</b>	<b>X</b>	<b>Y</b>
CENTRAL	459799	2379093	CENTRAL	459126	2379046
COORDENADA 1	459779	2379096	COORDENADA 1	459109	2379058
COORDENADA 2	459781	2379105	COORDENADA 2	459117	2379065
COORDENADA 3	459817	2379096	COORDENADA 3	459142	2379037
COORDENADA 4	459815	2379085	COORDENADA 4	459134	2379029
<b>SITIO 5</b>	<b>X</b>	<b>Y</b>			
CENTRAL	459827	2379195			
COORDENADA 1	459806	2379199			
COORDENADA 2	459811	2379208			
COORDENADA 3	459840	2379183			
COORDENADA 4	459844	2379190			

La localización geográfica se muestra en el mapa siguiente:



Imagen IV-21 Ubicación de los sitios de muestreo para selva baja caducifolia dentro del SA.

#### IV.2.1.4.3 Análisis de la información obtenida

Una vez realizado el trabajo en campo, el primer procedimiento fue determinar si la muestra obtenida es representativa del atributo medido. En este caso, lo principal fue evaluar si se obtuvo la mayoría de las especies de los grupos objeto de estudio. La forma más eficiente para determinar esto es por medio de las curvas de acumulación para lo cual se utilizó el programa EstimateS Win910.

La curva de acumulación de especies representa gráficamente la forma como estas van siendo registradas en las unidades de muestreo, o de acuerdo con el incremento específico y número de individuos. Es por esto que, en una gráfica de curvas de acumulación, el eje Y es definido por el número de especies acumuladas y en el X por el número de unidades de muestreo o el incremento del número de individuos. Cuando una curva de acumulación es asintótica indica que, aunque se aumente el número de unidades de muestreo o de individuos censados, es decir, aumente el esfuerzo, ya no se incrementará el número de especies registradas.

Sin embargo, muchas veces se requiere aplicar modelos de acumulación que permitan evaluar qué tan completo ha sido el muestreo realizado y estimar el número de especies potenciales con el método aplicado.

El programa EstimateS Win910, también resulta útil para la realización de las curvas y las estimaciones de la riqueza esperada de acuerdo con modelos. Este software toma los datos provenientes de un sistema de muestreo estandarizado, aleatoriza toda la información y realiza cálculos del número de especies observado y esperado utilizando estimadores y considerando las desviaciones estándar provenientes del proceso de aleatorización.

Para el caso del presente estudio se consideraron los siguientes estimadores no paramétricos:

### Chao 1

Es un estimador basado en la abundancia. Lo que significa que los datos requeridos se refieren a la abundancia de los individuos que pertenecen a una determinada clase en una muestra. Para este caso se requiere conocer cuántas especies están representadas por un solo individuo en la muestra (*singletone*), y cuántas están representadas por exactamente dos individuos (*doubletone*) y se encuentra definida por la siguiente ecuación:

$$S_{est} = S_{obs} + \frac{n_1^2}{2n_2}$$

Donde:

$S_{est}$ : Número de especies que se espera encontrar.

$S_{obs}$ : Número de especies observadas en una muestra.

$n_1$ : Número de singletones.

$n_2$ : Número de doubletones.

Por otra parte, para aquellas muestras donde el número de doubletons es cero, se aplica el siguiente modelo:

$$S_{est} = S_{obs} + \left[ \left( \frac{n_1^2}{2n_2 + 1} \right) + \left( \frac{n_1 n_2}{2(n_2 + 1)^2} \right) \right]$$

### Chao 2

Es un estimador basado en la incidencia. Para este caso se requieren datos de presencia – ausencia de una especie en una muestra dada, es decir, sólo si la especie está presente y cuántas veces ocurre en un conjunto de muestras. El modelo se presenta a continuación:

$$S_{est} = S_{obs} + \frac{L^2}{2M}$$

Donde:

$S_{est}$ : Número de especies que se espera encontrar.

$S_{obs}$ : Número de especies observadas en una muestra.

L: Número de especies que ocurren sólo en una muestra (especies únicas)

M: Número de especies que ocurren en exactamente dos muestras (especies dobles o duplicadas).

Por otra parte, para aquellas muestras donde el número de especies duplicadas es cero, se aplica el siguiente modelo:

$$S_{est} = S_{obs} + \left[ \left( \frac{L^2}{2M + 1} \right) + \left( \frac{LM}{2(M + 1)^2} \right) \right]$$

### Jack 1

Se basa en el número de especies que ocurren solamente en una muestra. Es una técnica para reducir el sesgo de los valores estimados, en este caso, para reducir la subestimación del verdadero número de especies en una comunidad con base en el número representado en una muestra reduciendo el sesgo. Se estima a partir del siguiente modelo:

$$S_{est} = S_{obs} + L \frac{m - 1}{m}$$

Donde:

$S_{obs}$  = Especies observadas

L = Número de especies representadas en un solo sitio.

m = Número de muestras o sitios de muestreo.

### Jack 2

Se basa en el número de especies que ocurren solamente en una muestra, así como en el número de especies que ocurren exactamente en dos muestras.

$$S_{est} = S_{obs} = S + \frac{L(2m - 3)}{m} - \frac{M(m - 2)^2}{m(m - 1)}$$

Donde:

$S_{obs}$  = Especies observadas

L = Número de especies representadas en un solo sitio.

m = Número de muestras o sitios de muestreo.

M = Número de especies representadas exactamente en dos sitios.

## Bootstrap

Este estimador de la riqueza de especies se basa en  $p_j$ , la proporción de unidades de muestreo que contienen cada especie  $j$ .

$$S_{est} = S_{obs} + \sum_{j=1}^{S_{obs}} (1 - p_j)^m$$

Donde:

$S_{obs}$  = Especies observadas

$L$  = Número de especies representadas en un solo sitio.

$m$  = Número de muestras o sitios de muestreo.

$p_j$  = Proporción de unidades de muestreo que contienen a cada especie  $j$ .

Posteriormente se determinó el índice de completitud mediante el cual se permite determinar la relación que existe entre la cantidad de especies que se espera encontrar, respecto a aquellas reportadas durante el muestreo. Para este caso, se determinó un porcentaje de completitud igual o mayor al 70% como aceptable, que además indica que el número de muestras empleadas en la unidad de análisis es representativo de las condiciones de los tres estratos considerados. El modelo utilizado se presenta a continuación:

$$C = \frac{S_{obs}}{S_{est}}$$

Donde:

$C$ : Índice de completitud

$S_{est}$ : Número de especies que se espera encontrar.

$S_{obs}$ : Número de especies observadas en una muestra.

Por otra parte, teniendo en cuenta la información de campo y documentación fotográfica, el análisis se realizó mediante el software Microsoft Excel® 2012. La identificación de especies de flora se realizó mediante estudios florísticos realizados en la región y en el Estado, así como fotografías de los herbarios online disponibles. Se determinaron los parámetros estructurales de la comunidad vegetal como: densidad de plantas por hectárea y cobertura.

Se calcularon los parámetros ecológicos de la comunidad vegetal, tales como: densidad, dominancia y frecuencia como se indica a continuación:

**Densidad.** Este parámetro permite conocer la abundancia de una especie o una clase de plantas principalmente cuando las formas de vida permiten el conteo independiente de cada individuo. La densidad absoluta se refiere al número de individuos de una especie “x” presente en un área determinada, para este caso se consideró al nivel de hectárea tipo. La densidad relativa se refiere a la proporción en número de individuos de una especie con relación al resto, en porcentaje; se estiman mediante las siguientes:

$$\text{Densidad (D)} = \frac{\text{No. de individuos de la especie } i}{\text{Área muestreada}}$$

$$\text{Densidad relativa (DR)} = \frac{\text{Densidad de la especie } i}{\sum \text{Densidades de todas la especies}} \times 100$$

**Frecuencia.** Este parámetro se define como la probabilidad de encontrar una especie en una unidad de muestreo, es decir, es el número de unidades de muestro en la que una especie está presente, por tanto, la Frecuencia relativa pondera el número de veces que es encontrada una especie en relación al resto de las especies y es una medida porcentual.

$$\text{Frecuencia (F)} = \frac{\text{Número de sitios en los que ocurre la especie } i}{\text{Área muestreada}}$$

$$\text{Frecuencia relativa (FR)} = \frac{\text{Frecuencia de la especie } i}{\sum \text{Frecuencia de todas las especies}} \times 100$$

**Dominancia.** Se refiere a la especie que sobresale en una comunidad, ya sea por el número de organismos, el tamaño, su capacidad defensiva, etc. La comunidad por lo general lleva el nombre de la especie que domina; en este caso se determinó la dominancia para las especies arbóreas y arbustivas en función del área que abarca la copa.

$$\text{Dominancia (Do)} = \frac{\sum \text{Área de copa de todos los individuos de la especie } i}{\text{Área muestreada}} \times 100$$

$$\text{Dominancia relativa (DoR)} = \frac{\text{Dominancia de la especie } i}{\sum \text{Dominancia de todas las especies}} \times 100$$

**Índices de diversidad.** La estimación se realizó mediante el índice de Shannon-Wiener y el Índice de Valor de Importancia (IVI), ya que contempla la cantidad de especies presentes en el área de estudio (riqueza de especies), la cantidad relativa de individuos de cada una de las especies (abundancia); así como la jerarquización de la dominancia de cada especie. Este análisis se realizó para determinar la estructura y composición florística del SA, mediante las siguientes funciones:



### Índice de valor de importancia (IVI)

$$IVI = DR + FR$$

Donde:

IVI = Índice de valor de importancia

DR = Densidad relativa

FR = Frecuencia relativa

### Índice de Shannon-Wiener

$$H' = - \sum_{i=1}^s p_i (\ln p_i)$$

Donde:

H' = Índice de diversidad

S = Riqueza biológica o número de especies

P<sub>i</sub> = Proporción total de la muestra que corresponde a la especie i

Ln = Logaritmo natural

### Índice de Pielou

$$J' = \frac{H'}{H'_{\max}}$$

Donde:

H' max = Ln(S)

J' = Equidad

S = Riqueza

IV.2.1.4.4 Análisis de los resultados obtenidos para la vegetación de selva baja caducifolia dentro del SAD

### Curvas de acumulación de especies

De acuerdo con la información de los sitios de muestreo y aplicando los modelos previamente mencionados, se obtuvieron los siguientes resultados.

### Estrato herbáceo

Del total de muestras, y una vez realizado el análisis en el programa Estimates se obtuvieron los siguientes datos de Chao 1 y 2, Jacknife 1 y 2, así como de Bootstrap:

Chao 1 y 2

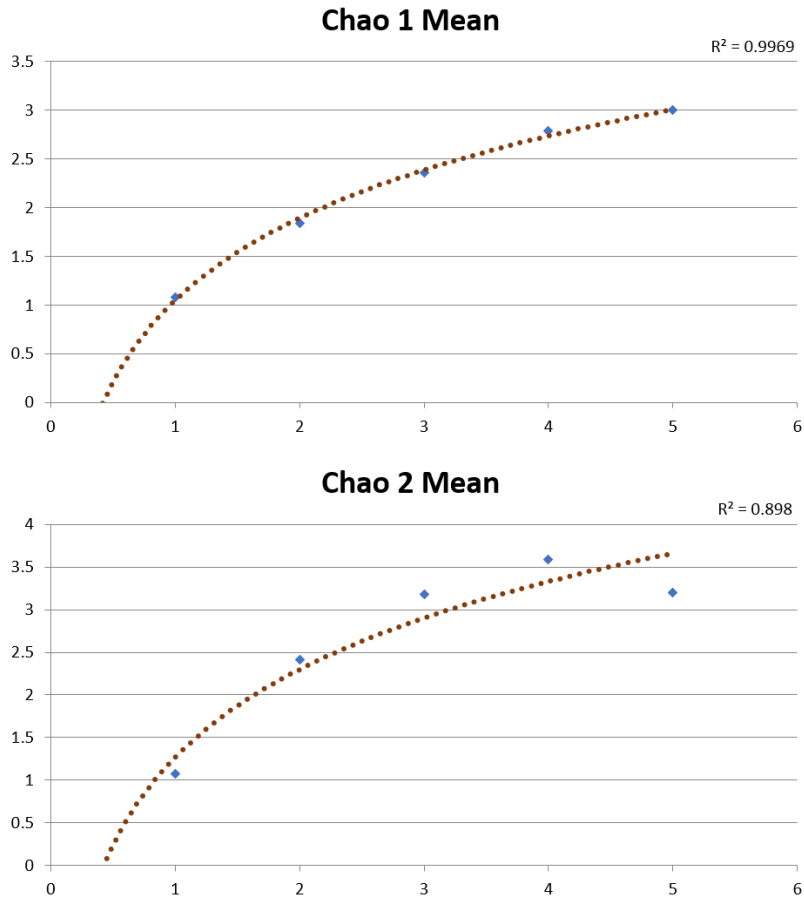


Imagen IV-22 Gráfica de valores de Chao1 y Chao2.

De acuerdo con los datos obtenidos, se obtuvo su índice de completitud:

Tabla IV-4 Índices de completitud para Chao1 y Chao2

Herbáceo					
	S <sub>obs</sub>	Singletons/Spp únicas	Doubletons/Spp duplicadas	S <sub>est</sub>	Completitud
<b>Chao1</b>	3	0	0	3	1.000
<b>Chao2</b>	3	1	2	3	0.946

Para el estrato herbáceo, dentro del SAD, se reportan un total de 3 especies, de las cuales ninguna se encuentra representada por exactamente 1 o 2 individuos, es por ello que mediante la implementación del modelo de Chao 1 se obtuvo un porcentaje de especies registrado del 100%. Para el caso de Chao 2, se obtuvo que 1 de las especies fue reportadas en únicamente uno de los sitios de muestreo y 2 especies en exactamente dos sitios, por lo tanto, al aplicar el modelo, se obtuvo un porcentaje de especies registradas de 94.6%, ambos porcentajes obtenidos indican que la cantidad de sitios de muestreo empleados es representativa de las condiciones en las que el estrato herbáceo se encuentra dentro del SAD .

Jacknife 1 y 2

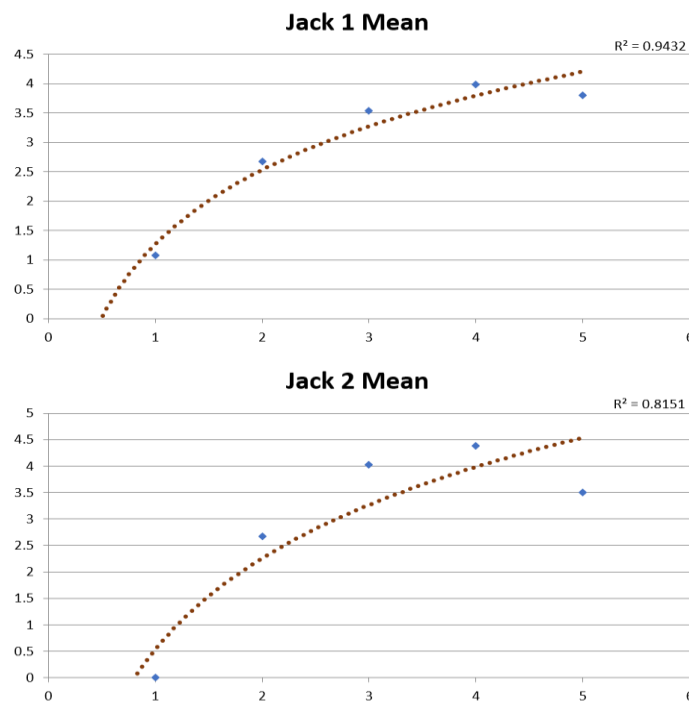


Imagen IV-23 Gráfica de valores de Jack 1 y 2.

De acuerdo con los datos obtenidos, se obtuvo su índice de completitud:

Tabla IV-5 Índice de completitud para Jack 1 y 2

Herbáceo						
	S <sub>obs</sub>	L	m	M	S <sub>est</sub>	Completitud
Jack 1	3	1	5	2	4	0.789
Jack 2	3	1	5	2	4	0.857

Respecto al estimador de Jacknife 1, el cual toma en consideración la cantidad de especies presentes que ocurren dentro de una sola muestra, se observó que una de las especies se reporta para únicamente un sitio de muestreo, por lo tanto, el porcentaje de especies registradas respecto a las 4 esperadas es de 78.9%. Para el caso de las especies que además ocurren en exactamente dos sitios de muestreo, se emplea Jacknife 2, con el cual se obtuvo un porcentaje de especies registradas de 85.7%. Los valores obtenidos para ambos estimadores indican que la cantidad de sitios de muestreo realizados son representativos de las condiciones en las que este estrato se encuentra dentro del SA.

**Bootstrap**

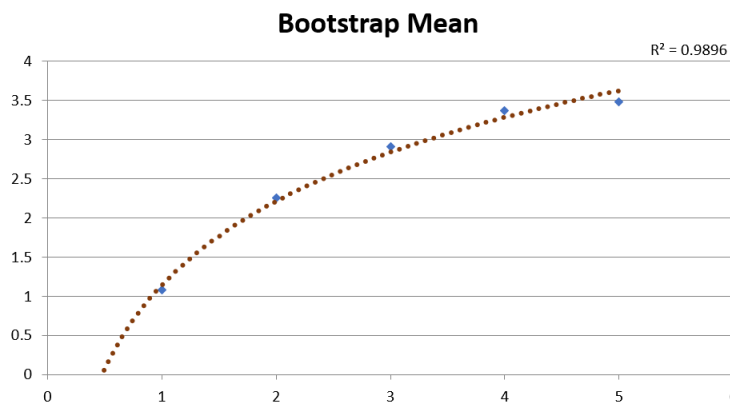


Imagen IV-24 Gráfica de valores de Bootstrap

De acuerdo con los datos obtenidos, se obtuvo su índice de completitud:

Tabla IV-6 Índice de completitud para Bootstrap

Herbáceo				
	S <sub>obs</sub>	n	S <sub>est</sub>	Completitud
Bootstrap	3	5	3	0.861

Para la obtención del porcentaje de especies registradas mediante Bootstrap, se consideran las 3 especies observadas, la ocurrencia o frecuencia de cada una de ellas y los 5 sitios de muestreo levantados, mediante lo cual se obtienen 3 especies esperadas, con tal cantidad de muestras se ha registrado 86.1%, el cual se considera como un valor representativo.

***Estrato arbustivo***

Del total de muestras, y una vez realizado el análisis en el programa Estimates se obtuvieron los siguientes datos de Chao 1 y 2, Jacknife 1 y 2, así como de Bootstrap:

Chao 1 y 2

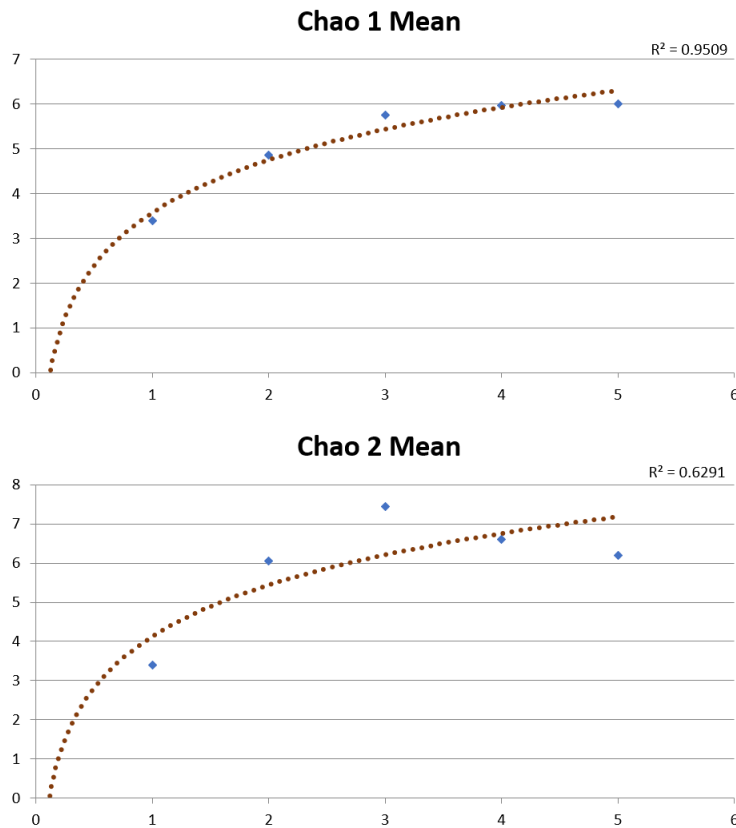


Imagen IV-25 Gráfica de valores de Chao 1 y Chao 2

De acuerdo con los datos obtenidos, se obtuvo su índice de completitud:

Tabla IV-7 Índices de completitud para Chao1 y Chao2

Arbustivo					
	$S_{obs}$	Singletons/Spp únicas	Doubletons/Spp duplicadas	$S_{est}$	Completitud
<b>Chao1</b>	6	1	0	7	0.923
<b>Chao2</b>	6	1	2	6	0.972

Se observaron un total de 6 especies, 1 de ellas se encuentra representada por exactamente un individuo, mientras que no hay especies reportadas con dos individuos, lo que implica que la mayoría de las especies presentan abundancias con al menos tres individuos, mediante la aplicación del modelo correspondiente al estimador de Chao 1, se obtiene un porcentaje de especies de especies registradas de 92.3%. Para el caso de la incidencia, se pudo observar que en los 5 sitios muestro, 1 de las especies fue reportada para un solo sitio

de muestreo, mientras que 2 se observaron en exactamente dos sitios, lo que indica que las especies reportadas se encuentran distribuidas a lo largo del SAD con un porcentaje obtenido de 97.2%. Ambos valores demuestran que el muestreo realizado es representativo.

Jacknife 1 y 2

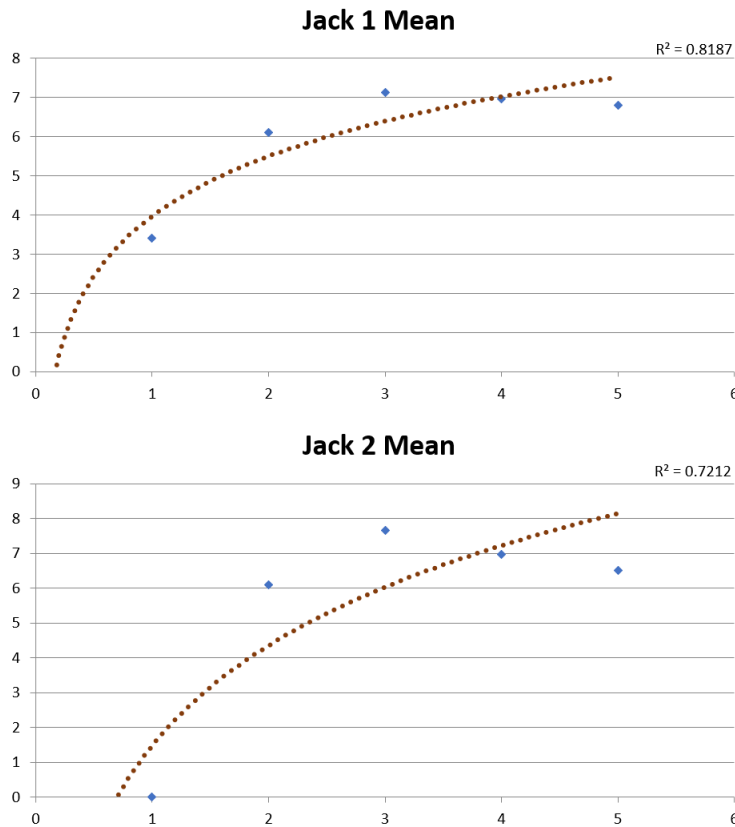


Imagen IV-26 Gráfica de valores de Jack 1 y 2

De acuerdo con los datos obtenidos, se consiguió el índice de completitud:

Tabla IV-8 Índices de completitud para Jack1 y Jack2

Arbustivo						
	S <sub>obs</sub>	L	m	M	S <sub>est</sub>	Completitud
Jack 1	6	1	5	2	7	0.882
Jack 2	6	1	5	2	7	0.923

Respecto al estimador de Jacknife 1, se obtuvo que 1 de las 6 especies observadas se encuentran reportadas dentro de únicamente un sitio de muestreo, por lo tanto, el



porcentaje de especies registradas obtenido es de 88.2%. Por otra parte, para el estimador de Jacknife 2, se obtuvo que, además de la especie reportada para uno de los sitios de muestreo, 2 especies se reportan en exactamente dos sitios de muestreo, obteniendo un porcentaje de especies registradas de 92.3%. Por lo tanto, se considera que la muestra obtenida es representativa.

**Bootstrap**

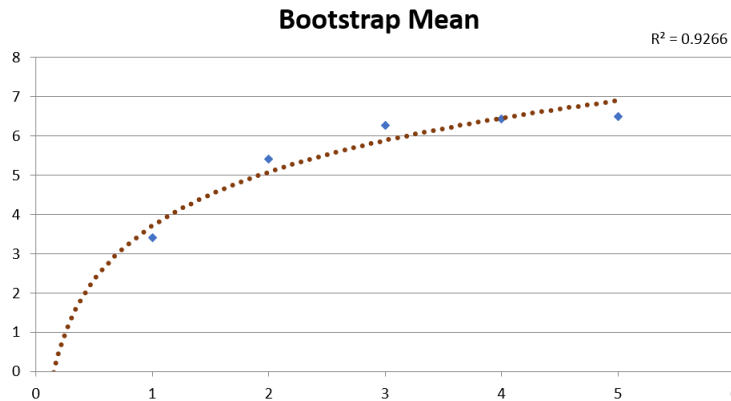


Imagen IV-27 Gráfica de valores de Bootstrap

De acuerdo con los datos obtenidos, se obtuvo su índice de completitud:

Tabla IV-9 Índice de completitud para los valores de Bootstrap

Arbustivo				
	S <sub>obs</sub>	n	S <sub>est</sub>	Completitud
Bootstrap	6	5	7	0.923

Considerando que dentro de los 5 sitios de muestreo en los que se obtuvo información referente a las abundancias de 6 especies arbustivas, aunado a la ocurrencia de cada una de ellas, se estima un porcentaje de especies registradas de 92.3%, lo que indica que la cantidad de muestras empleadas en las actividades de toma de datos de flora es representativa de las condiciones del SAD para este estrato.

**Estrato arbóreo**

Del total de muestras, y una vez realizado el análisis en el programa Estimates se obtuvieron los siguientes datos de Chao 1 y 2, Jacknife 1 y 2, así como de Bootstrap.

**Chao 1 y 2**

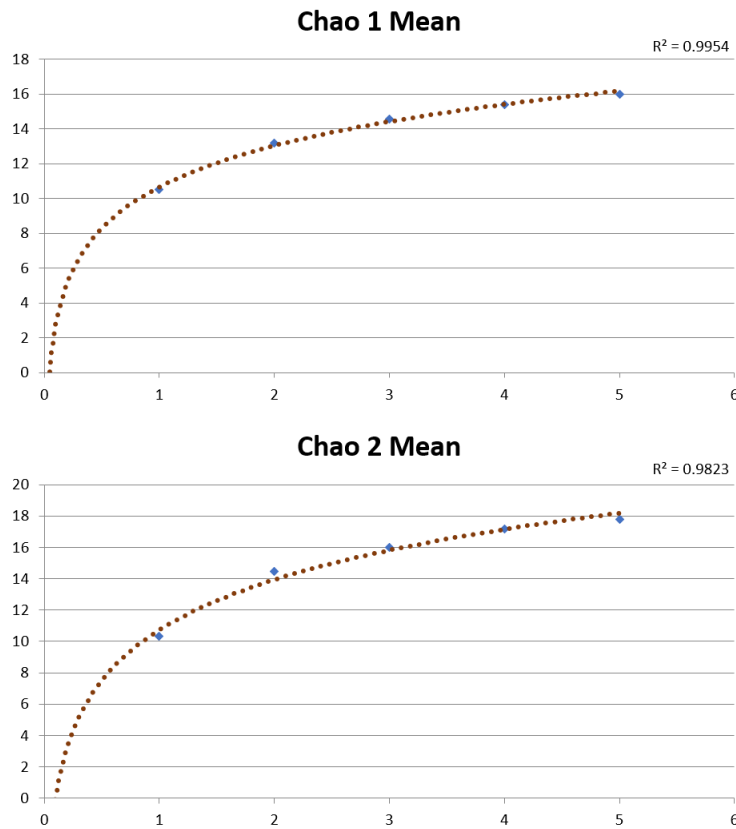


Imagen IV-28 Gráfica de valores de Chao1 y Chao2

De acuerdo con los datos obtenidos, se consiguió el índice de completitud:

Tabla IV-10 Índice de completitud para Chao1 y Chao2

Arbóreo					
	S <sub>obs</sub>	Singletons/Spp únicas	Doubletons/Spp duplicadas	S <sub>est</sub>	Completitud
Chao1	16	0	0	16	1.000
Chao2	16	3	2	18	0.910

Para el estrato arbóreo se tuvo registro de 16 especies, de las especies reportadas, no se presentó ninguna que estuviera representada únicamente por un individuo y se reporta una especie representada por exactamente 2 individuos, por lo tanto, el porcentaje estimado

de especies registradas es del 100%. Para el caso de Chao 2, que toma en cuenta la incidencia de las especies, se observó que 3 especies se reportan dentro de uno de los sitios de muestreo, mientras que 2 de las especies ocurren en exactamente dos muestras, por lo tanto, el porcentaje de especies que se obtuvo para este estimador es de 91%. Los dos valores obtenidos indican que la cantidad de muestras empleadas es suficiente y que es representativa de las condiciones de este estrato en el SA.

Jacknife 1 y 2

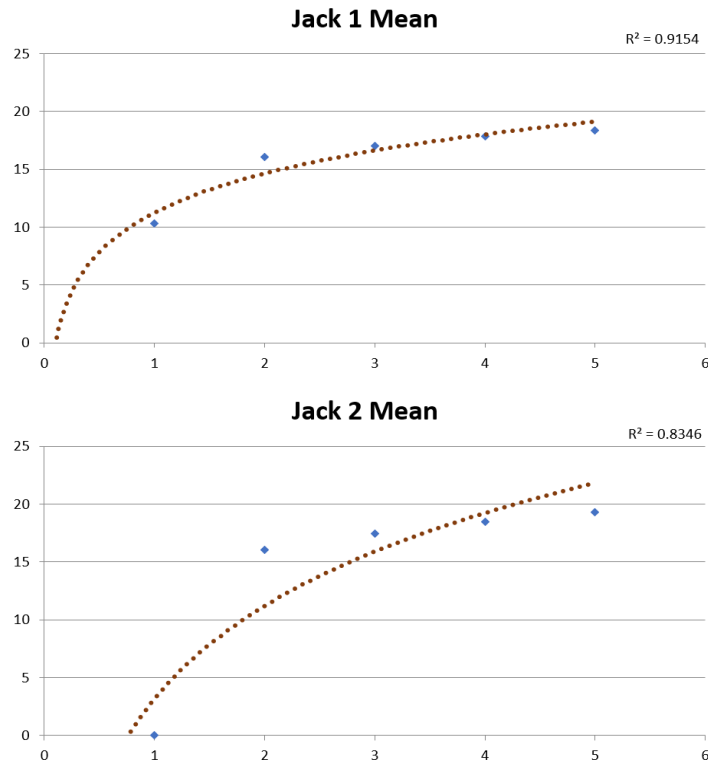


Imagen IV-29 Gráfica de los valores de Jack 1 y 2

De acuerdo con los datos obtenidos, se obtuvo su índice de completitud:

Tabla IV-11 Índice de completitud para Jack 1 y 2

Arbóreo						
	S <sub>obs</sub>	L	m	M	S <sub>est</sub>	Completitud
Jack 1	16	3	5	2	18	0.870
Jack 2	16	3	5	2	19	0.829

Para el estimador de Jacknife 1, se obtuvo que, de las 16 especies observadas, 3 de ellas ocurre en un solo sitio de muestreo, por lo tanto, al aplicar el modelo correspondiente se

obtiene que el porcentaje de especies registrado es del 87%. Por su parte, para Jacknife 2, se obtuvo que además de las 3 especies reportadas para un sitio de muestro, 2 especies fueron reportadas para exactamente dos sitios de muestreo, por lo que el porcentaje de especies registradas es del 82.9%. Para ambos estimadores, los valores obtenidos demuestran que la cantidad de muestras empleada es representativa de las condiciones presentes en el SAD para este estrato.

**Bootstrap**

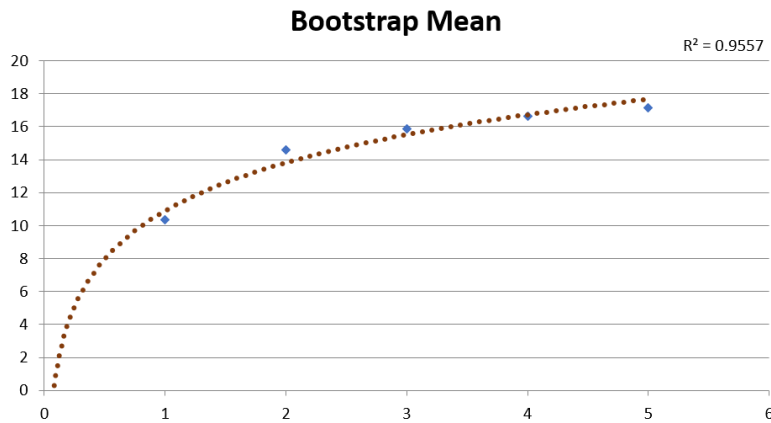


Imagen IV-30 Gráfica de valores de Bootstrap

De acuerdo con los datos obtenidos, se obtuvo su índice de completitud:

Tabla IV-12 Índice de completitud para Bootstrap

Arbóreo				
	S <sub>obs</sub>	n	S <sub>est</sub>	Completitud
Bootstrap	16	5	17	0.932

De los 5 sitios de muestreo empleados para la toma de datos de flora, se obtuvo registro de 16 especies arbóreas, aunado a la ocurrencia de cada una de ellas dentro de los sitios, se obtuvo un porcentaje de especies registradas de 93.2%, que indica que la cantidad de muestras son representativas de las condiciones presentes dentro del SA.

Finalmente, una vez que se obtuvieron los resultados de cada una de las metodologías empleadas, se procedió a hacer el análisis en conjunto para determinar si el inventario realizado para los tres estratos considerados es el adecuado, para ello se elaboró un concentrado de los resultados y se obtuvo un promedio de ellos para concluir la confiabilidad de muestreo obteniendo lo siguiente:

**Estrato herbáceo**

Tabla IV-13 Promedio de resultados para el estrato herbáceo

<b>Herbáceo</b>		
<b>Chao 1</b>	1.000	Aceptable
<b>Chao 2</b>	0.946	Aceptable
<b>Jack 1</b>	0.789	Aceptable
<b>Jack 2</b>	0.857	Aceptable
<b>Bootstrap</b>	0.861	Aceptable
<b>Promedio</b>	0.899	Aceptable

Para este estrato se obtuvo que los cinco estimadores de diversidad empleados presenta valores mayores al 75% por lo que al obtener el promedio de ellos se obtiene un porcentaje de 89.9% que demuestra que con los 5 sitios de muestreo empleados se tiene la representatividad de las condiciones en las que se encuentra el estrato herbáceo dentro del SA.

#### **Estrato arbustivo**

Tabla IV-14 Promedio de resultados para el estrato arbustivo

<b>Arbustivo</b>		
<b>Chao 1</b>	0.923	Aceptable
<b>Chao 2</b>	0.972	Aceptable
<b>Jack 1</b>	0.882	Aceptable
<b>Jack 2</b>	0.923	Aceptable
<b>Bootstrap</b>	0.923	Aceptable
<b>Promedio</b>	0.925	Aceptable

Para este estrato se obtuvo que los cinco estimadores de diversidad empleados presenta valores mayores al 88% por lo que al obtener el promedio de ellos se obtiene un porcentaje de 92.5% que demuestra que con los 5 sitios de muestreo empleados se tiene representatividad de las condiciones en las que se encuentra el estrato herbáceo dentro del SAR.

#### **Estrato arbóreo**

Tabla IV-15 Promedio de resultados para el estrato arbóreo

<b>Arbóreo</b>		
<b>Chao 1</b>	1.000	Aceptable
<b>Chao 2</b>	0.910	Aceptable
<b>Jack 1</b>	0.870	Aceptable

<b>Jack 2</b>	0.829	Aceptable
<b>Bootstrap</b>	0.932	Aceptable
<b>Promedio</b>	0.928	Aceptable

Para el estrato arbustivo, se registran porcentajes de especies registradas mayores al 75% en los cinco estimadores de diversidad empleados, es por ello que, mediante la estimación del promedio de estos, se obtiene un porcentaje de 91.4%, lo que demuestra la cantidad de muestras empleado en los trabajos de campo es representativa de las condiciones presenten en el SAD para el estrato arbóreo.

Por lo tanto, se concluye que los 5 sitios de muestreo empleados para la toma de datos de flora dentro del SAD son suficientes y además son representativos de las condiciones de la vegetación de dunas costeras en asociación con selva baja caducifolia para los tres estratos considerados en el presente estudio.

#### **Análisis de la diversidad de flora en el Sistema Ambiental Delimitado**

Dentro de la superficie del SAR, particularmente en las áreas cubiertas con vegetación forestal, para el caso vegetación secundaria de selva baja caducifolia, se encontraron las siguientes especies:

Tabla IV-16 Familias y especies botánicas reportadas dentro del SAR

<b>Familia</b>	<b>Nombre científico</b>	<b>Nombre común</b>	<b>Estrato</b>
<b>Acanthaceae</b>	<i>Avicennia germinans</i> (L.) L.	Mangle negro	Arbóreo
<b>Amaranthaceae</b>	<i>Alternanthera ramosissima</i> (Mart.) Chodat & Hassl.	Amor seco del monte	Herbáceo
<b>Anacardiaceae</b>	<i>Metopium brownei</i> (Jacq.) Urb.	Chechén	Arbóreo
<b>Apocynaceae</b>	<i>Cascabela gaumeri</i> (Hemsl.) Lippold	Cojón de gato	Arbustivo
<b>Arecaceae</b>	<i>Thrinax radiata</i> Lodd. ex Schult. & Schult.f.	Chit	Arbóreo
<b>Asparagaceae</b>	<i>Agave vivipara</i> L.	Maguey	Arbóreo
<b>Boraginaceae</b>	<i>Cordia sebestena</i> L.	Anacahuite	Arbóreo
<b>Burseraceae</b>	<i>Bursera simaruba</i> (L.) Sarg.	Chaká	Arbóreo
<b>Cactaceae</b>	<i>Acanthocereus tetragonus</i> (L.) Hummelinck	Cruceta	Arbóreo
<b>Cactaceae</b>	<i>Opuntia stricta</i> (Haw.) Haw.	Nopal	Arbóreo
<b>Cactaceae</b>	<i>Selenicereus testudo</i> (Karw. ex Zucc.) Buxb.	Pitayita nocturna de tortuga	Arbóreo
<b>Combretaceae</b>	<i>Conocarpus erectus</i> L.	Mangle botoncillo	Arbóreo
<b>Combretaceae</b>	<i>Laguncularia racemosa</i> (L.) C.F. Gaertn.	Mangle blanco	Arbóreo



Familia	Nombre científico	Nombre común	Estrato
Compositae	<i>Flaveria linearis</i> Lag.	K'an lool xiiw	Arbustivo
Euphorbiaceae	<i>Gymnanthes lucida</i> Sw.	Ts'iitil	Arbóreo
Leguminosae	<i>Pithecellobium keyense</i> Coker	Ya'ax k'aax	Arbustivo
Leguminosae	<i>Sophora tomentosa</i> L.		Arbóreo
Poaceae	<i>Dactyloctenium aegyptium</i> (L.) Willd.	Pasto pata de pollo	Herbáceo
Poaceae	<i>Hyparrhenia rufa</i> (Nees) Stapf	Zacate	Herbáceo
Polygonaceae	<i>Coccoloba uvifera</i> (L.) L.	Uvero	Arbóreo
Primulaceae	<i>Ardisia escallonioides</i> Schltldl. & Cham.	Capulincillo	Arbóreo
Primulaceae	<i>Bonellia macrocarpa</i> (Cav.) B.Ståhl & Källersjö	Flor de niño	Arbustivo
Sapotaceae	<i>Sideroxylon americanum</i> (Mill.) T.D.Penn.	Caimito	Arbóreo
Solanaceae	<i>Lycium carolinianum</i> Walter	Saladilla	Arbustivo
Solanaceae	<i>Solanum donianum</i> Walp.	Berenjena	Arbustivo

Dentro del tipo de vegetación muestreado se obtuvo registro de 18 familias, distribuidas en 25 especies. La más abundante corresponde a la familia Cactaceae.

A continuación, se presentan los resultados obtenidos del análisis para cada uno de los estratos considerados.

### Estrato herbáceo

Dentro de los 5 sitios considerados para la toma de datos para el estrato herbáceo, se obtuvo un total de 3 especies que, en su totalidad suman 16 individuos en el área muestreada, de las cuales, la más abundante es el amor seco de monte (*Alternanthera ramosissima*) con 8 individuos muestreados y 16,000 individuos por hectárea.

De las especies de porte herbáceo reportadas en el SAR, ninguna se encuentra dentro de alguna categoría de riesgo de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Tabla IV-17 Abundancia para el estrato herbáceo

Nombre científico	Nombre común	Sitio 01	Sitio 02	Sitio 03	Sitio 04	Sitio 05	Abundancia sitios de muestreo	Abundancia por hectárea
<i>Alternanthera ramosissima</i>	Amor seco del monte			5	3		8	16000
<i>Dactyloctenium aegyptium</i>	Pasto pata de pollo			5			5	10000
<i>Hyparrhenia rufa</i>	Zacate	1		2			3	6000
		1	0	1	3		16	32000

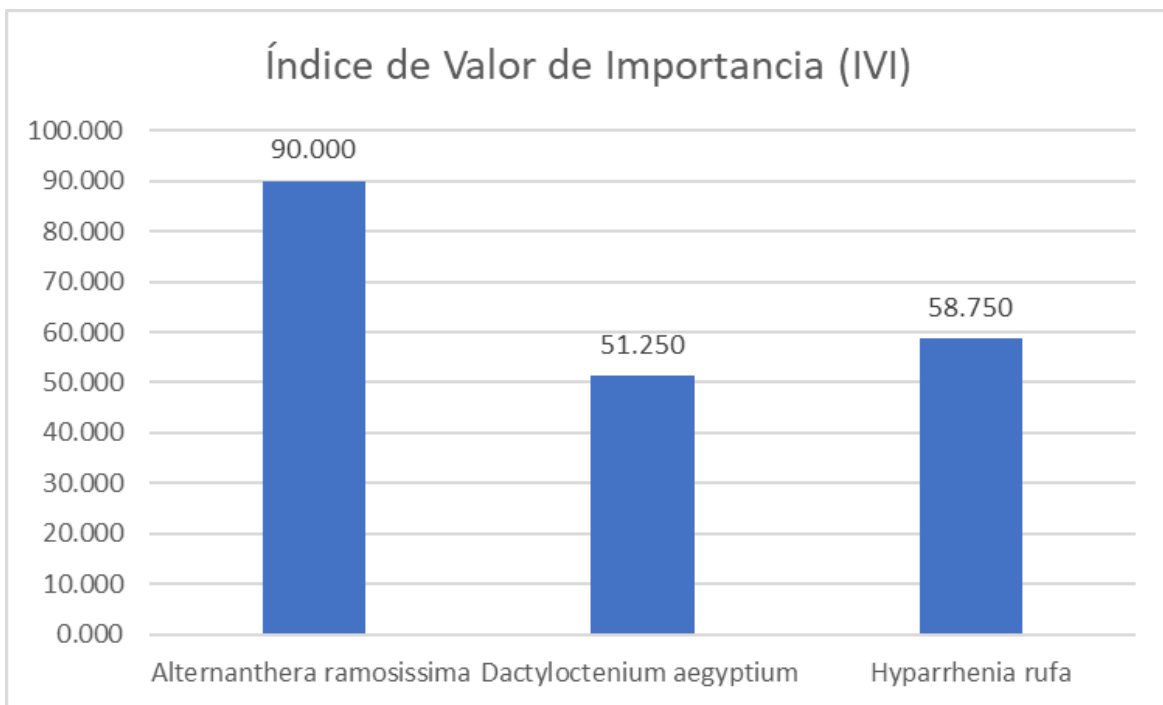


Imagen IV-31 Índice de Valor de Importancia del estrato herbáceo

### Estrato arbustivo

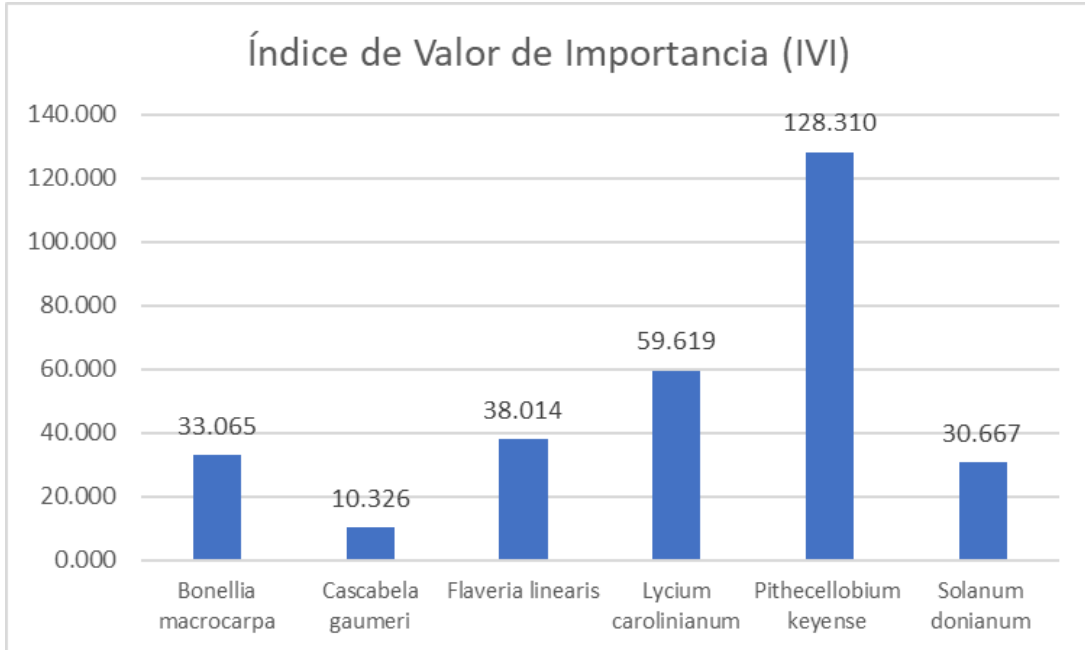
Para este estrato, se registraron un total de 132 individuos dentro de los 5 sitios de muestreo en los que se recabó la información, distribuidos en 6 especies, de las cuales la saladilla (*Lycium carolinianum*) es la más abundante con un total de 49 individuos muestreados y 3,920 individuos por hectárea. Seguida por el k'an lool xiiw (*Flaveria linearis*) con 31 individuos muestreados y 2,480 individuos por hectárea.

Por otra parte, las especies que tuvieron la menor cantidad de individuos reportados son el cojón de gato (*Cascabela gaumeri*) y la flor de niño (*Bonellia macrocarpa*), las cuales fueron reportadas con un individuo y 8 individuos por hectárea respectivamente.

De las especies reportadas para este estrato, ninguna de ellas se encuentra enlistada dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010 dentro de alguna categoría de riesgo.

Tabla IV-18 Abundancia para el estrato arbustivo

Nombre científico	Nombre común	Sitio 01	Sitio 02	Sitio 03	Sitio 04	Sitio 05	Abundancia sitios de muestreo	Abundancia por hectárea
<i>Bonellia macrocarpa</i>	Flor de niño	2			5	1	8	640
<i>Cascabela gaumeri</i>	Cojón de gato				1		1	80
<i>Flaveria linearis</i>	K'an lool xiiw	7		24			31	2480
<i>Lycium carolinianum</i>	Saladilla	48	1				49	3920
<i>Pithecellobium keyense</i>	Ya'ax k'aax	5	6	8	5	5	29	2320
<i>Solanum donianum</i>	Berenjena	3		7	4		14	1120
		65	7	39	15	6	132	10560



Imagen

IV-32 Índice de Valor de Importancia del estrato arbustivo

### Estrato arbóreo

Para este estrato se registró la presencia de 1,167 individuos dentro de los 5 sitios de muestreo realizados en el SAR, pertenecientes a 16 especies, de las cuales, mangle blanco (*Laguncularia racemosa*) fue la más abundante, con un total de 290 individuos dentro de los sitios muestreados y 1,450 individuos por hectárea.

Por otra parte, las especies que presentan la menor abundancia son el ts'iitil (*Gymnanthes lucida*) y *Sophora tomentosa*, con 5 individuos reportados dentro de los sitios de muestreo y una abundancia por hectárea de 25 individuos. De las especies reportadas dentro de este estrato, el mangle negro (*Avicennia germinans*), mangle botoncillo (*Conocarpus erectus*), mangle blanco (*Laguncularia racemosa*) y chit (*Thrinax radita*), se encuentran catalogadas dentro de la categoría de Amenazada, de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Tabla IV-19 Abundancia para el estrato arbóreo en el SAR

Nombre científico	Nombre común	Sitio 01	Sitio 02	Sitio 03	Sitio 04	Sitio 05	Abundancia sitios de muestreo	Abundancia por hectárea
<i>Acanthocereus tetragonus</i>	Cruceta	16	11	19	17	17	80	400
<i>Agave vivípara</i>	Magüey	78		18		138	234	1170
<i>Ardisia escallonioides</i>	Capulincillo			9	11	18	38	190
<i>Avicennia germinans</i>	Mangle negro					23	23	115
<i>Bursera simaruba</i>	Chaká	3	2	2		7	14	70
<i>Coccoloba uvifera</i>	Uvero			5	7	4	16	80
<i>Conocarpus erectus</i>	Mangle botoncillo	78	39		13	19	149	745
<i>Cordia sebestena</i>	Anacahuite	26		8	2	50	86	430
<i>Gymnanthes lucida</i>	Ts'iitil			2	3		5	25
<i>Laguncularia racemosa</i>	Mangle blanco		290				290	1450
<i>Metopium brownei</i>	Chechén	7	23	13	35	50	128	640
<i>Opuntia stricta</i>	Nopal	4	2	2		4	12	60
<i>Selenicereus testudo</i>	Pitayita nocturna de tortuga		3			4	7	35
<i>Sideroxylon americanum</i>	Caimito	4	1	1	2	5	13	65
<i>Sophora tomentosa</i>						5	5	25
<i>Thrinax radiata</i>	Chit	1	7	39	9	11	67	335
		217	378	118	99	355	1167	5835

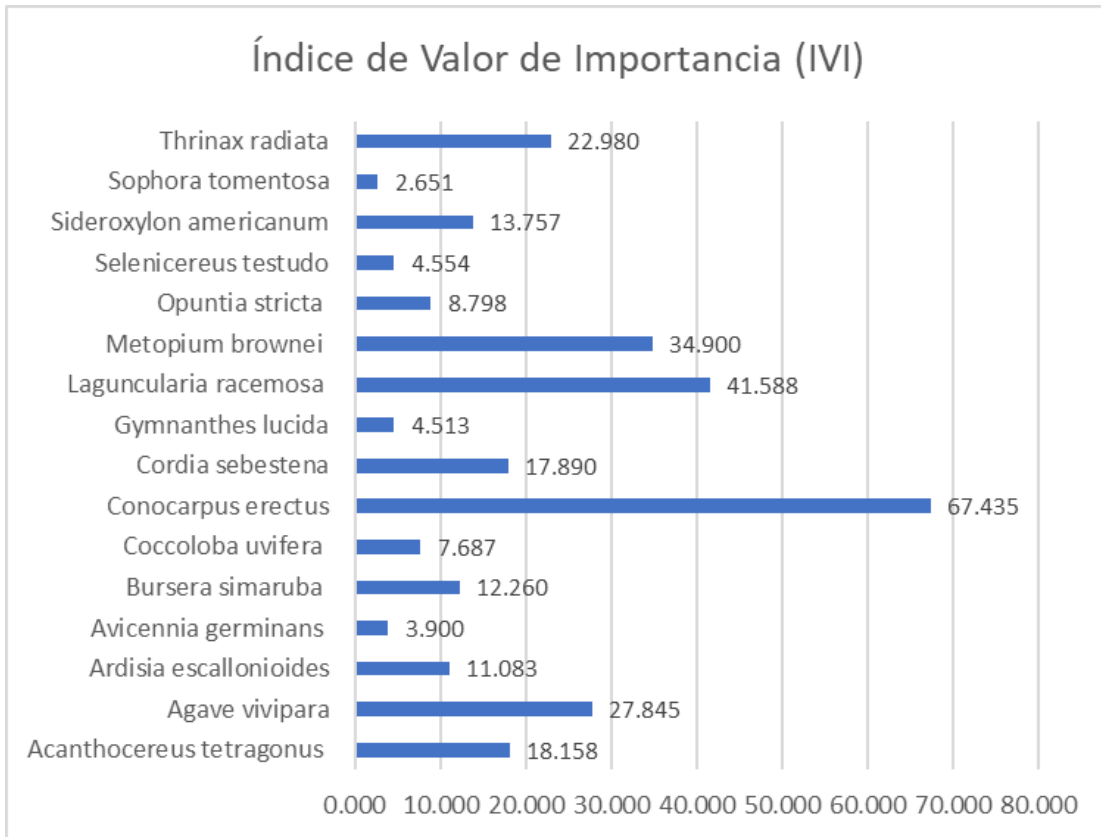


Imagen IV-33 Índice de Valor de Importancia del estrato arbóreo

Del análisis elaborado de los tres estratos encontrados, se obtuvieron los diferentes índices, de diversidad de Shannon-Wiener ( $H'$ ), diversidad máxima ( $H_{max}$ ) y equidad ( $J'$ ) mediante la metodología antes mencionada. Los resultados obtenidos para cada estrato se manifiestan a continuación.

### Estrato herbáceo

El índice de diversidad de Shannon-Wiener obtenido para el estrato herbáceo es de 1.024, el cual puede ser considerado como una diversidad baja. Por su parte, la diversidad potencial que podría obtenerse en el SAD en el caso de que las abundancias de las especies reportadas se distribuyeran de manera uniforme es de 1.099. Respecto al valor de equidad se obtuvo un valor de 0.932, lo que indica que la distribución de las abundancias en este estrato es equitativa.

En cuanto a las especies encontradas, la que presenta el valor de importancia más alto (90.000) corresponde al amor seco de monte (*Alternanthera ramosissima*). Por otra parte, la especie que obtuvo el valor de importancia más bajo (51.250) es el pasto pata de pollo (*Dactyloctenium aegyptium*) debido a que fue encontrada en un solo sitio de muestreo.

Tabla IV-20 Índices de diversidad para el estrato herbáceo

Nombre científico	Nombre común	Abundancia por hectárea	Densidad Relativa	Frecuencia relativa	Índice de Valor de Importancia (IVI)
<i>Alternanthera ramosissima</i>	Amor seco del monte	16000	50.000	40.000	90.000
<i>Dactyloctenium aegyptium</i>	Pasto pata de pollo	10000	31.250	20.000	51.250
<i>Hyparrhenia rufa</i>	Zacate	6000	18.750	40.000	58.750
		32000	100.000	100.000	200.000

Tabla IV-21 Resumen de índices de diversidad para el estrato herbáceo

Riqueza específica (S)	3
Índice de Shannon-Wiener (H)	1.024
Diversidad máxima (H máx.)	1.099
Equidad (J)	0.932

### Estrato arbustivo

El índice de Shannon Wiener obtenido para este estrato es de 1.486, lo cual indica una de manera general una diversidad baja debido principalmente a la cantidad de especies reportadas y a la distribución de las abundancias de cada una de las especies. Por su parte, la diversidad potencial que se podría obtener con el mismo número de especies en el caso hipotético de que cada una de ellas tuviera la misma cantidad de individuos es de 1.792. A partir de estos valores se obtuvo que la equidad es de 0.829, esto significa que la distribución de las especies dentro de este estrato es homogénea.

Respecto al índice de valor de importancia, las especies con los valores más altos corresponden al ya'ax k'aax (*Pithecellobium keyense*) y a la saladilla (*Lycium carolinianum*) con 128.310 y 59.619 respectivamente. Ambas especies son propias, principalmente, de la vegetación de dunas costeras, sin embargo, debido a las condiciones edafológicas del SAR, es posible encontrarlas dentro de la selva baja caducifolia.

Las especies con los valores de importancia más bajos corresponden al cojón de gato (*Cascabela gaumeri*) y a la berenjena (*Solanum donianum*), con 10.326 y 30.667 respectivamente. Ambas especies propias de selva con algún nivel de perturbación.



Tabla IV-22 Índices de diversidad para el estrato arbustivo

Nombre científico	Nombre común	Abundancia por hectárea	Densidad Relativa	Frecuencia relativa	Dominancia relativa	Índice de Valor de Importancia (IVI)
<i>Bonellia macrocarpa</i>	Flor de niño	640	6.061	18.750	8.254	33.065
<i>Cascabela gaumeri</i>	Cojón de gato	80	0.758	6.250	3.319	10.326
<i>Flaveria linearis</i>	K'an lool xiiw	2480	23.485	12.500	2.029	38.014
<i>Lycium carolinianum</i>	Saladilla	3920	37.121	12.500	9.998	59.619
<i>Pithecellobium keyense</i>	Ya'ax k'aax	2320	21.970	31.250	75.090	128.310
<i>Solanum donianum</i>	Berenjena	1120	10.606	18.750	1.311	30.667
		10560	100	100	100	300

Tabla IV-23 Resumen de índices de diversidad para el estrato arbustivo

Riqueza específica (S)	6
Índice de Shannon-Wiener (H)	1.486
Diversidad máxima (H máx.)	1.792
Equidad (J)	0.829

#### IV.2.1.4.5 Metodología para el levantamiento de la información de flora en el AP

Para obtener una mejor representación de la vegetación presente dentro del AP, se empleó un muestreo dirigido en 2 sitios de 400 m<sup>2</sup> cada uno, que sirvieron para determinar la riqueza y estructura de las especies de flora que serán afectados por la remoción de la vegetación. Es importante mencionar que, debido a que el predio presenta una superficie de 1,068.06 metros cuadrados, se llevó a cabo el levantamiento de la información de 2 sitios de muestreo con una superficie de 400 metros cuadrados cada uno, lo que representa un 74.9% de la superficie predial y, de esta manera, demostrar el cumplimiento a lo establecido en el artículo 117 de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.

La forma en la que se recabó la información se presenta en el apartado IV.2.1.4.1 del presente capítulo.

#### IV.2.1.4.6 Ubicación de los sitios de muestreo dentro del AP

Dentro del AP se determinó la ubicación de un total de 2 sitios de muestreo, distribuidos a lo largo del área de proyecto, con la finalidad de obtener representatividad de las condiciones de estructura y composición de las especies. A continuación, se presentan las coordenadas UTM de la zona 16 de cada uno de los sitios levantados, considerando que para cada sitio corresponden 5 coordenadas, una central y las de las cuatro esquinas que delimitan al sitio.

Tabla IV-24 Coordenadas de los sitios de muestreo de selva en el SA

<b>SITIO 1</b>	<b>X</b>	<b>Y</b>
CENTRAL	459733	2378965
COORDENADA 1	459737	2378940
COORDENADA 2	459725	2378944
COORDENADA 3	459738	2378983
COORDENADA 4	459747	2378980
<b>SITIO 2</b>	<b>X</b>	<b>Y</b>
CENTRAL	460109	2379045
COORDENADA 1	460117	2379065
COORDENADA 2	460125	2379058
COORDENADA 3	460099	2379029
COORDENADA 4	460091	2379037

La localización geográfica se muestra en el mapa siguiente:



Imagen IV-34 Ubicación de los sitios de muestreo para selva baja caducifolia dentro del predio.

#### IV.2.1.4.7 Análisis de la información obtenida

Para el análisis de la información se empleó la metodología descrita en el apartado IV.2.1.4.3 del presente capítulo.

#### Curvas de acumulación de especies

La superficie para el proyecto tiene un área de 1,068.06 metros cuadrados, mientras que las unidades de muestreo empleadas tienen un área de 400 metros cuadrados, por lo tanto, el área muestreada representa el 74.9% de la superficie total. Además, es importante mencionar que el área en la que se pretende llevar a cabo la intervención corresponde a vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia, lo que provoca que la riqueza de especies sea distinta que en condiciones primarias, lo que a su vez conlleva a que dentro del área se desarrollen algunas especies pioneras, las cuales suelen presentarse después de algún tipo de disturbio, por ello, y tal como se puede observar en la distribución de los sitios, se demuestra la representatividad de estos.

#### Análisis de la diversidad de flora en el Área del Proyecto

Dentro de la superficie del Área del Proyecto (AP), en la cual se desarrolla vegetación propia de selva baja caducifolia en etapa sucesional secundaria, se encontraron las siguientes especies:

Tabla IV-25 Familias botánicas reportadas dentro del SA

Familia	Nombre científico	Nombre común	Estrato
Amaranthaceae	<i>Alternanthera ramosissima</i> (Mart.) Chodat & Hassl.	Amor seco del monte	Herbáceo
Anacardiaceae	<i>Metopium brownei</i> (Jacq.) Urb.	Chechén	Arbóreo
Arecaceae	<i>Cocos nucifera</i> L.	Palma cocotera	Arbóreo
Arecaceae	<i>Thrinax radiata</i> Lodd. ex Schult. & Schult.f.	Chit	Arbóreo
Cactaceae	<i>Acanthocereus tetragonus</i> (L.) Hummelinck	Cruceta	Arbóreo
Compositae	<i>Ambrosia hispida</i> Pursh	Margarita de mar	Arbustivo
Compositae	<i>Flaveria linearis</i> Lag.	K'an lool xiiw	Arbustivo
Cyperaceae	<i>Cyperus planifolius</i> Rich.	Xtup-suk	Herbáceo
Euphorbiaceae	<i>Croton punctatus</i> Jacq.	Hierba de jabalí	Arbustivo
Leguminosae	<i>Pithecellobium keyense</i> Coker	Ya'ax k'aax	Arbustivo
Malvaceae	<i>Waltheria indica</i> L.	Yerba del tapaculo	Arbustivo
Poaceae	<i>Cenchrus echinatus</i> L.	Zacate cadillo	Herbáceo
Polygonaceae	<i>Coccoloba uvifera</i> (L.) L.	Uvero	Arbóreo
Solanaceae	<i>Solanum donianum</i> Walp.	Berenjena	Arbustivo
Verbenaceae	<i>Lantana involucrata</i> L.	Orégano de monte	Arbustivo

Dentro de la superficie predial se registran 13 familias, distribuidas en 15 especies. Las más abundantes corresponden a Arecaceae y Compositae, ambas con dos especies.

A continuación, se presentan los resultados obtenidos del análisis para cada uno de los estratos considerados.

#### **Estrato herbáceo**

Dentro de los 2 sitios considerados para la toma de datos para el estrato herbáceo, se obtuvo un total de 3 especies que, en su totalidad suman 8 individuos en el área muestreada, de las cuales, la más abundante es el amor seco de monte (*Alternanthera ramosissima*) con 5 individuos muestreados y 25,000 individuos por hectárea.

De las especies de porte herbáceo reportadas en el SAD, ninguna se encuentra dentro de alguna categoría de riesgo de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Tabla IV-26 Abundancia para el estrato herbáceo

Nombre científico	Nombre común	Sitio 1	Sitio 2	Abundancia sitios de muestreo	Abundancia por hectárea
<i>Alternanthera ramosissima</i>	Amor seco del monte	5		5	25000
<i>Cenchrus echinatus</i>	Zacate cadillo		2	2	10000
<i>Cyperus planifolius</i>	Xtup-suk		1	1	5000
		5	3	8	40000

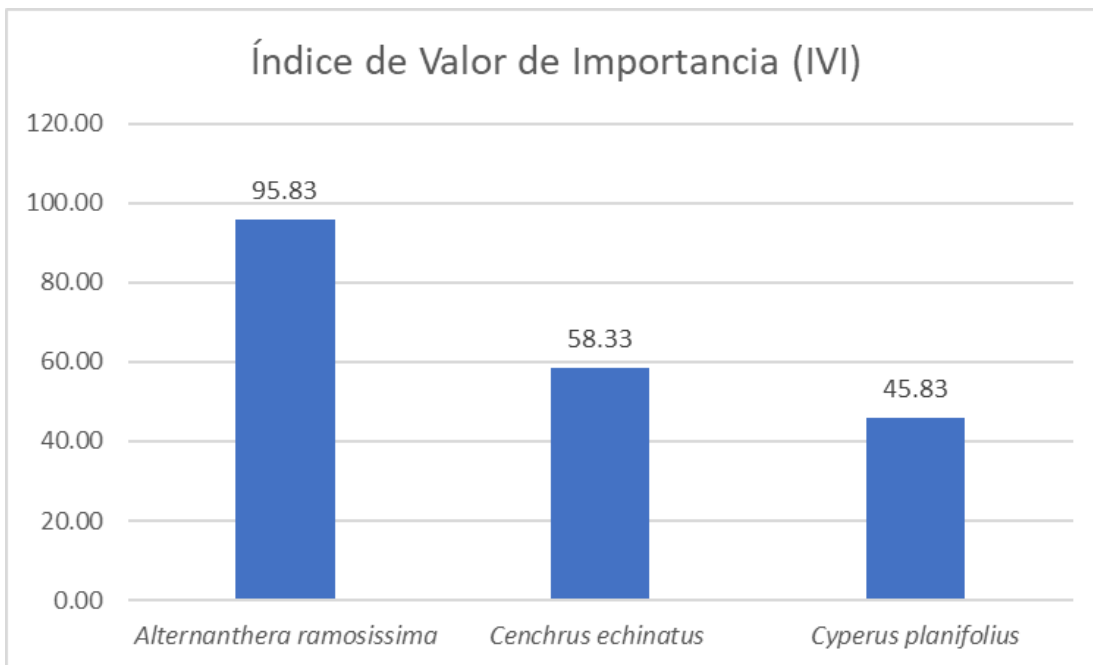


Imagen IV-35 Índice de Valor de Importancia del estrato herbáceo

### Estrato arbustivo

Para este estrato, se registraron un total de 109 individuos dentro de los 2 sitios de muestreo en los que se recabó la información, distribuidos en 7 especies, de las cuales el ya'ax k'aax (*Pithecellobium keyense*) es la más abundante con un total de 36 individuos muestreados y 7,200 individuos por hectárea. Seguida por la yerba del tapaculo (*Waltheria indica*) con 32 individuos muestreados y 6,400 individuos por hectárea.

Por otra parte, las especies que tuvieron la menor cantidad de individuos reportados son el orégano de monte (*Lantana involucrata*) y la margarita de mar (*Ambrosia hispida*), las

cuales fueron reportadas con 2 y 3 individuos, así como 400 y 600 individuos por hectárea respectivamente.

De las especies reportadas para este estrato, ninguna de ellas se encuentra enlistada dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010 dentro de alguna categoría de riesgo.

Tabla IV-27 Abundancia para el estrato arbustivo

Nombre científico	Nombre común	Sitio 1	Sitio 2	Abundancia sitios de muestreo	Abundancia por hectárea
<i>Ambrosia hispida</i>	Margarita de mar		3	3	600
<i>Croton punctatus</i>	Hierba de jabalí	2	2	4	800
<i>Flaveria linearis</i>	K'an lool xiiw	1	5	6	1200
<i>Lantana involucrata</i>	Orégano de monte	2		2	400
<i>Pithecellobium keyense</i>	Ya'ax k'aax	17	19	36	7200
<i>Solanum donianum</i>	Berenjena	1	25	26	5200
<i>Waltheria indica</i>	Yerba del tapaculo	14	18	32	6400
		37	72	109	21800

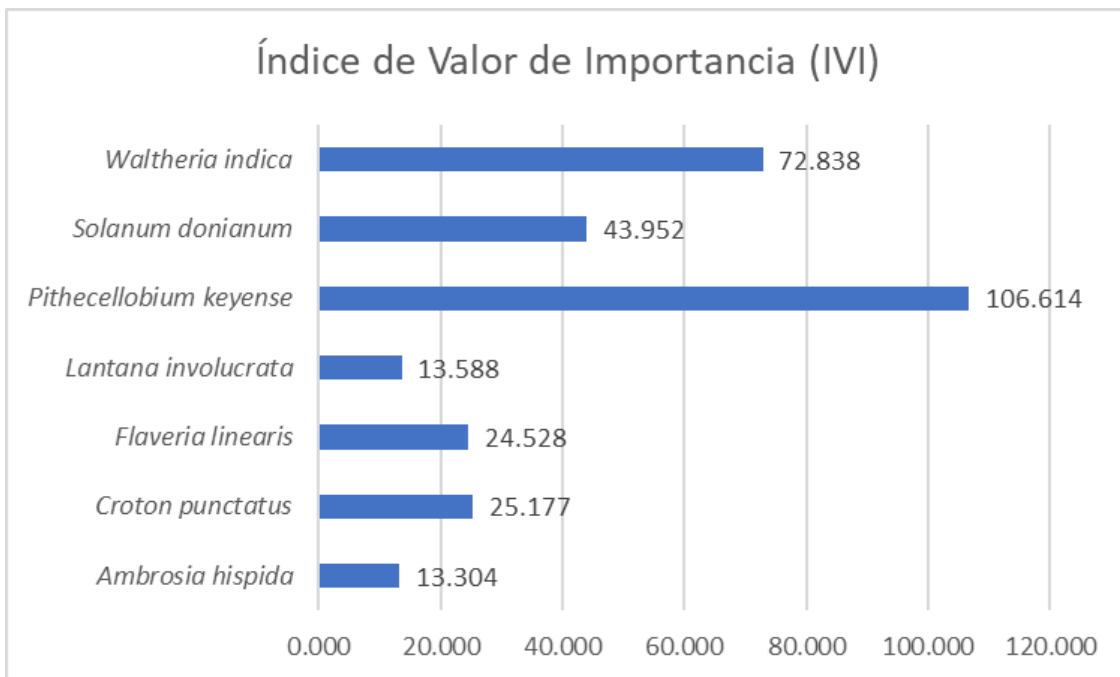


Imagen IV-36 Índice de Valor de Importancia del estrato arbustivo



### Estrato arbóreo

Para este estrato se registró la presencia de 21 individuos dentro de los 2 sitios de muestreo realizados en el AP, pertenecientes a 5 especies, de las cuales, el uvero (*Coccoloba uvifera*) fue la más abundante, con un total de 11 individuos dentro de los sitios muestreados y 138 individuos por hectárea. Seguida por la palma cocotera (*Cocos nucifera*) con 6 individuos muestreados y 75 individuos por hectárea.

Por otra parte, las especies que presentan la menor abundancia son la cruceta (*Acanthocereus tetragonus*) y la palma chit (*Thrinax radiata*), ambas con un individuo reportado dentro de los sitios de muestreo y una abundancia por hectárea de 13 individuos.

De las especies reportadas dentro de este estrato, la palma chit (*Thrinax radita*), se encuentran catalogadas dentro de la categoría de Amenazada, de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Tabla IV-28 Abundancia para el estrato arbóreo

Nombre científico	Nombre común	Sitio 1	Sitio 2	Abundancia en sitios de muestreo	Abundancia por hectárea
<i>Acanthocereus tetragonus</i>	Cruceta		1	1	13
<i>Coccoloba uvifera</i>	Uvero	10	1	11	138
<i>Cocos nucifera</i>	Palma cocotera	5	1	6	75
<i>Metopium brownei</i>	Chechén		2	2	25
<i>Thrinax radiata</i>	Chit		1	1	13
			6	21	263

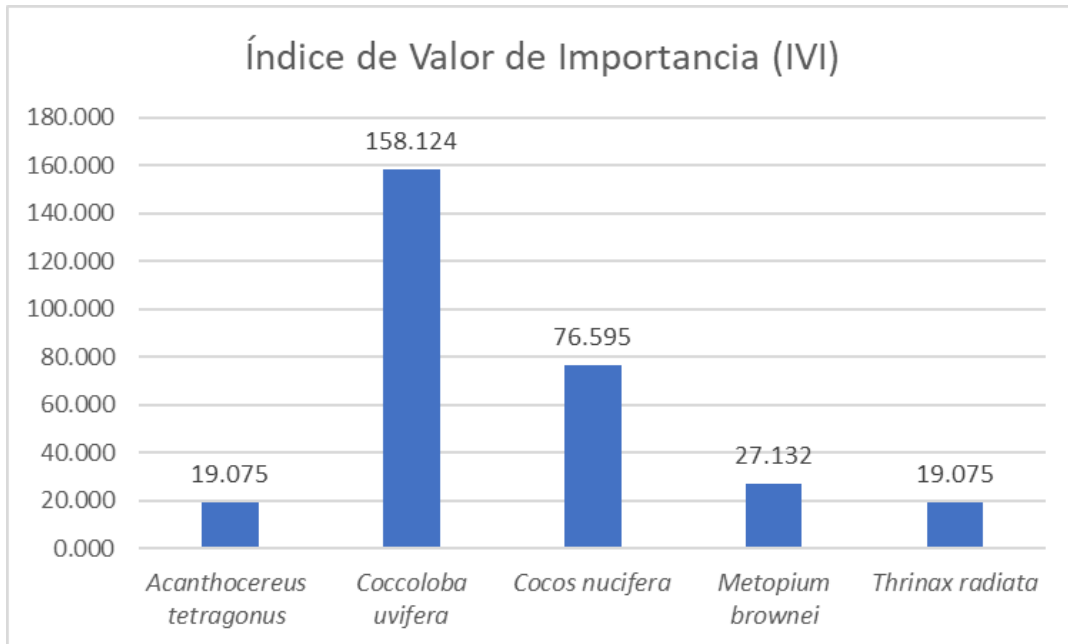


Imagen IV-37 Índice de Valor de Importancia del estrato arbóreo

Del análisis elaborado de los tres estratos encontrados, se obtuvieron los diferentes índices, de diversidad de Shannon-Wiener ( $H'$ ), diversidad máxima ( $H_{max}$ ) y equidad ( $J'$ ) mediante la metodología antes mencionada. Los resultados obtenidos para cada estrato se manifiestan a continuación.

#### **Estrato herbáceo**

El índice de diversidad de Shannon-Wiener obtenido para el estrato herbáceo es de 0.900, el cual puede ser considerado como una diversidad baja. Por su parte, la diversidad potencial que podría obtenerse en el AP en el caso de que las abundancias de las especies reportadas se distribuyeran de manera uniforme es de 1.099. Respecto al valor de equidad se obtuvo un valor de 0.819, lo que indica que la distribución de las abundancias en este estrato es equitativa.

En cuanto a las especies encontradas, la que presenta el valor de importancia más alto (95.833) corresponde al amor seco de monte (*Alternanthera ramosissima*). Por otra parte, la especie que obtuvo el valor de importancia más bajo (45.833) es el Xtup-suk (*Cyperus planifolius*) debido a que fue la especie con la menor abundancia.

Tabla IV-29 Índices de diversidad para el estrato herbáceo

Nombre científico	Nombre común	Abundancia por hectárea	Densidad Relativa	Frecuencia relativa	Índice de Valor de Importancia (IVI)
<i>Alternanthera ramosissima</i>	Amor seco del monte	25000	62.50	33.33	95.833
<i>Cenchrus echinatus</i>	Zacate cadillo	10000	25.00	33.33	58.333
<i>Cyperus planifolius</i>	Xtup-suk	5000	12.50	33.33	45.833
		40000	100.00	100.00	200.00

Tabla IV-30 Resumen de índices de diversidad para el estrato herbáceo

Riqueza específica (S)	3
Índice de Shannon-Wiener (H)	0.900
Diversidad máxima (H máx.)	1.099
Equidad (J)	0.819

### Estrato arbustivo

El índice de Shannon Wiener obtenido para este estrato es de 1.512, lo cual indica una de manera general una diversidad baja debido principalmente a la cantidad de especies reportadas y a la distribución de las abundancias de cada una de las especies. Por su parte, la diversidad potencial que se podría obtener con el mismo número de especies en el caso hipotético de que cada una de ellas tuviera la misma cantidad de individuos es de 1.521. A partir de estos valores se obtuvo que la equidad es de 0.781, esto significa que la distribución de las especies dentro de este estrato no es homogénea.

Respecto al índice de valor de importancia, las especies con los valores más altos corresponden al ya'ax k'aax (*Pithecellobium keyense*) y a la yerba del tapaculo (*Waltheria indica*) con 106.614 y 72.838 respectivamente. Ambas especies son propias, principalmente, de la vegetación de dunas costeras, sin embargo, debido a las condiciones edafológicas del SA, así como su cercanía a las áreas del SA en las que se distribuye este tipo de vegetación, es posible encontrarlas dentro de las áreas perturbadas de selva baja caducifolia. Las especies con los valores de importancia más bajos corresponden a la margarita de mar (*Ambrosia hispida*) y al orégano de monte (*Lantana involucrata*), con 13.304 y 13.588 respectivamente. Ambas especies asociadas a matorral costero, manglar, sabana y áreas de vegetación perturbada, derivada de bosques tropicales caducifolio, subcaducifolio y perennifolio.

Tabla IV-31 Índices de diversidad para el estrato arbustivo

Nombre científico	Nombre común	Abundancia en el censo	Abundancia por hectárea	Densidad Relativa	Frecuencia relativa	Dominancia relativa	Índice de Valor de Importancia (IVI)
<i>Ambrosia hispida</i>	Margarita de mar	3	600	2.752	8.333	2.218	13.304
<i>Croton punctatus</i>	Hierba de jabalí	4	800	3.670	16.667	4.841	25.177
<i>Flaveria linearis</i>	K'an lool xiiw	6	1200	5.505	16.667	2.356	24.528
<i>Lantana involucrata</i>	Orégano de monte	2	400	1.835	8.333	3.420	13.588
<i>Pithecellobium keyense</i>	Ya'ax k'aax	36	7200	33.028	16.667	56.920	106.614
<i>Solanum donianum</i>	Berenjena	26	5200	23.853	16.667	3.432	43.952
<i>Waltheria indica</i>	Yerba del tapaculo	32	6400	29.358	16.667	26.813	72.838
		109	21800	100.000	100.000	100.000	300.000

Tabla IV-32 Resumen de índices de diversidad para el estrato arbustivo

Riqueza específica (S)	7
Índice de Shannon-Wiener (H)	1.521
Diversidad máxima (H máx.)	1.946
Equidad (J)	0.781

### Estrato arbóreo

El índice de Shannon Wiener obtenido para este estrato es de 1.211, que, de manera general puede considerarse como un valor de diversidad bajo debido a la cantidad de especies reportadas, sin embargo, la diversidad potencial que pudiera presentar en el caso de que la totalidad de las especies tuviera la misma cantidad de individuos es de 1.609. El valor de equidad que se obtiene a partir de la diversidad calculada y la potencial resultó en 0.752, que significa que las abundancias de las especies no son cercanas a ser equitativas, debido principalmente a la cantidad de especies y a la diferencia de 152 individuos por hectárea que existe entre la especie con mayor representación y la menos abundante.

Respecto al valor de importancia, el valor más alto corresponde al uvero (*Coccoloba uvifera*) con 158.124 seguida por la palma cocotera (*Cocos nucifera*) con un valor de importancia de

76.595. La primera de ellas corresponde a una especie primaria de la vegetación de dunas costeras, sin embargo, debido a la cercanía con dicho tipo de vegetación, es posible encontrarla en el área de proyecto. Por otra parte, la palma cocotera es una especie ampliamente cultivada que, a su vez, se ha naturalizado y se distribuye en las zonas costeras. Por otra parte, la especie con el valor de importancia más bajo corresponde a la cruceta (*Acanthocereus tetragonus*) con un valor de 19.075, debido a que únicamente se tuvo reporte de un solo individuo, por otra parte, la palma chit (*Thrinax radiata*) presenta un valor de importancia de 19.075. Ambas especies son características del tipo de vegetación por afectar.

Tabla IV-33 Índices de diversidad para el estrato arbóreo

Nombre científico	Nombre común	Abundancia por hectárea	Densidad Relativa	Frecuencia relativa	Dominancia relativa	Índice de Valor de Importancia (IVI)
<i>Acanthocereus tetragonus</i>	Cruceta	13	4.762	14.286	0.027	19.075
<i>Coccoloba uvifera</i>	Uvero	138	52.381	28.571	77.171	158.124
<i>Cocos nucifera</i>	Palma cocotera	75	28.571	28.571	19.452	76.595
<i>Metopium brownei</i>	Chechén	25	9.524	14.286	3.323	27.132
<i>Thrinax radiata</i>	Chit	13	4.762	14.286	0.027	19.075
		263	100.000	100.000	100.000	300.000

Tabla IV-34 Resumen de índices de diversidad para el estrato arbóreo

Riqueza específica (S)	5
Índice de Shannon-Wiener (H)	1.211
Diversidad máxima (H máx.)	1.609
Equidad (J)	0.752

### Estrato arbóreo

El índice de Shannon Wiener obtenido para este estrato es de 2.189, que, de manera general puede considerarse como un valor de diversidad medio debido a la cantidad de especies reportadas; sin embargo, la diversidad potencial que pudiera presentar en el caso de que la totalidad de las especies tuviera la misma cantidad de individuos es de 2.773. El valor de equidad que se obtiene a partir de la diversidad calculada y la potencial resultó en 0.789, que significa que las abundancias de las especies no son cercanas a ser equitativas, debido principalmente a la cantidad de especies y a la diferencia de 1,425 individuos por hectárea que existe entre la especie con mayor representación y la menos abundante.

Respecto al valor de importancia, el valor más alto corresponde al mangle botoncillo (*Conocarpus erectus*) con 67.435 seguida por el mangle blanco (*Laguncularia racemosa*) con un valor de importancia de 41.588. Ambas especies son clave dentro del tipo de vegetación forestal denominada Manglar, sin embargo, es posible encontrarlos, como en este caso, en asociación con las especies de selva baja caducifolia, principalmente debido a las condiciones edafológicas y topográficas que se presentan en el SA. Por otra parte, la especie con el valor de importancia más bajo corresponde a *Sophora tomentosa* con un valor de 2.651, debido a que únicamente se tuvo reporte dentro de uno de los sitios de muestreo, además que corresponde a una especie introducida en las zonas costeras, principalmente por su capacidad de soportar un alto contenido de sales en el suelo.

Tabla IV-35 Índices de diversidad para el estrato arbóreo

Nombre científico	Nombre común	Abundancia por hectárea	Densidad Relativa	Frecuencia relativa	Dominancia relativa	Índice de Valor de Importancia (IVI)
<i>Acanthocereus tetragonus</i>	Cruceta	400	6.855	9.615	1.687	18.158
<i>Agave vivipara</i>	Magüey	1170	20.051	5.769	2.024	27.845
<i>Ardisia escallonioides</i>	Capulincillo	190	3.256	5.769	2.057	11.083
<i>Avicennia germinans</i>	Mangle negro	115	1.971	1.923	0.006	3.900
<i>Bursera simaruba</i>	Chaká	70	1.200	7.692	3.368	12.260
<i>Coccoloba uvifera</i>	Uvero	80	1.371	5.769	0.546	7.687
<i>Conocarpus erectus</i>	Mangle botoncillo	745	12.768	7.692	46.975	67.435
<i>Cordia sebestena</i>	Anacahuite	430	7.369	7.692	2.828	17.890
<i>Gymnanthes lucida</i>	Ts'iitil	25	0.428	3.846	0.238	4.513
<i>Laguncularia racemosa</i>	Mangle blanco	1450	24.850	1.923	14.815	41.588
<i>Metopium brownei</i>	Chechén	640	10.968	9.615	14.316	34.900
<i>Opuntia stricta</i>	Nopal	60	1.028	7.692	0.077	8.798
<i>Selenicereus testudo</i>	Pitayita nocturna de tortuga	35	0.600	3.846	0.108	4.554
<i>Sideroxylon americanum</i>	Caimito	65	1.114	9.615	3.027	13.757



Nombre científico	Nombre común	Abundancia por hectárea	Densidad Relativa	Frecuencia relativa	Dominancia relativa	Índice de Valor de Importancia (IVI)
<i>Sophora tomentosa</i>		25	0.428	1.923	0.300	2.651
<i>Thrinax radiata</i>	Chit	335	5.741	9.615	7.623	22.980
		5835	100.000	100.000	100.000	300.000

Tabla IV-36 Resumen de índices de diversidad para el estrato arbóreo

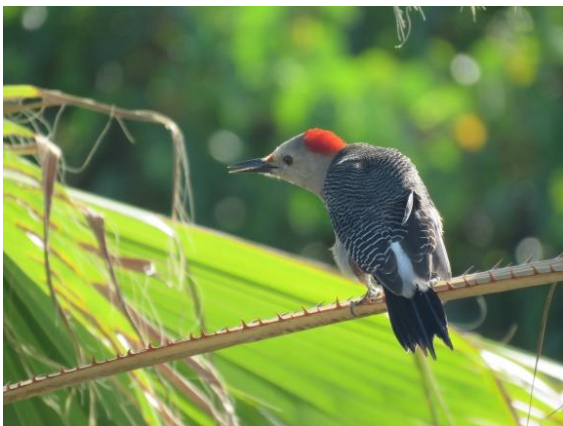
Riqueza específica (S)	16
Índice de Shannon-Wiener (H)	2.189
Diversidad máxima (H máx.)	2.773
Equidad (J)	0.789

#### IV.2.1.4.8 Fauna en la Unidad de Paisaje selva baja caducifolia.

Esta unidad de paisaje se encuentra en la porción sur del SAD mezclado con manglar y con los asentamientos humanos que han fragmentado y reducido este tipo de vegetación. Se caracteriza por estar constituido por diversas especies de árboles (*Avicenia germinans*, *Metopium brownei*, *Bursera simaruba*, *Conocarpus erectus*), palmas (*Thrinax radiata*), agaves (*Agave angustifolia*) y cactus (*Acanthocereus tetragonus* y *Nopalea gaumeri*). Asociado este tipo de hábitat se pueden encontrar anolis (*Norops sagrei*) y aves típicas de matorrales como columbina rojiza (*Columbina talpacoti*), garrapatero pijuy (*Crotophaga sulcirostris*), carpintero (*Melanerpes aurifrons*), cenizontle (*Mimus gilvus*) y maullador gris (*Dumetella carolinensis*).



Vista de la vegetación secundaria de selva baja en la porción suroeste del SAD con presencia de agaves y palmas.



El pájaro carpintero (*Melanerpes aurifrons*) es una de las especies presentes en la UP



Vista aérea representativa de un fragmento de selva al suroeste del SAR

Imagen IV-38 Fauna avistada en la Unidad de paisaje selva baja caducifolia



El cenizote tropical (*Mimus gilvus*) es relativamente frecuente en la vegetación secundaria d selva baja caducifolia.

Se registró la presencia de gatos ferales en la selva baja



El pájaro carpintero (*Melanerpes aurifrons*) es una de las especies presentes en la UP

Los mapaches se distribuyen en todas las Unidades de Paisaje del SAR

Imagen IV-39 Fauna avistada en la Unidad de Paisaje selva baja caducifolia

#### IV.2.1.5 Unidad de Paisaje Aguas interiores (37.82 Ha)

Esta Unidad de Paisaje corresponde a superficies libres de vegetación que se presentan en el Sistema Ambiental Delimitado ocupando bajos topográficos ligeramente más profundos y dónde el fondo es menos permeable por lo que se acumula agua pluvial y de escorrentía o bien por su carácter topográfico se expone de manera permanente el acuífero somero. Esta Unidad de Paisaje tiene una cobertura de 37.82 ha que es el 6.13% del Sistema Ambiental Delimitado. El caso de estos cuerpos de agua es particular ya que su permanencia, cantidad y cobertura depende de las lluvias y de eventuales afloramientos de agua freática. Es decir que no se sujetan, como en otros humedales, a los ciclos de marea, por lo que el agua en ellos contenida corresponde a un ambiente de tipo léntico en el que las corrientes superficiales son forzadas por el viento y la columna de agua varía entre los 10 y los 60 cm de profundidad.

El agua es transparente o teñida de rojo por los taninos provenientes de la UP Manglar ya que se encuentran adyacentes. El agua se presenta con escasa materia orgánica suspendida y en algunos sitios el fondo se encuentra cubierto por una capa de perifitón, que es un agregado de organismos microscópicos que se muestran sueltos o adheridos que, eventualmente se desprende del fondo del humedal por efecto de la acumulación de oxígeno derivado de la fotosíntesis realizada por las algas que forman parte del agregado



Estos espacios tienen un alto valor ambiental ya que son utilizados por diversas especies de distintos taxa que forrajean en él.



Imagen IV-40 La Unidad de Paisaje aguas interiores corresponde a superficies cubiertas por aguas lénticas donde la columna de agua varía entre los 10 y los 40 cm de profundidad.

En estos espacios acuáticos es posible encontrar peces característicos de los humedales costeros tales como la truchita de capucha (*Poecilia orri*), la gambusia de Yucatán (*Gambusia yucatanana*) y los charales *Floridichthys carpio* y *Garmanella pulchra*.

Dadas las condiciones que este hábitat impone se puede suponer que las especies de peces que han colonizado este medio han logrado una alta especialización y adaptaciones particulares para soportar y mantenerse en un medio en el cual las situaciones de estrés dadas principalmente por la temperatura y las variaciones estacionales en el nivel y calidad del agua en una columna de agua somera son extremas y, por ello, se establecen como factores limitantes para la ictiofauna.

Ninguna de las especies registradas se encuentra bajo protección legal ni en categoría de riesgo.

Por otra parte, el espejo de agua es un sitio óptimo para la alimentación de diversas especies de distintos taxa que forrajean en él. Garzas, patos y cocodrilos se observan de manera relativamente frecuente en estos sitios.

#### **IV.2.1.6 Unidad de Paisaje Aguas del Golfo (35.57 Ha)**

El Golfo de México es una amplia cuenca marina que colinda con el Mar caribe estando ambos unidos al océano Atlántico. No obstante, esta contigüidad, el intercambio de masas

de agua entre las distintas cuencas marinas es relativamente limitado, dado que las zonas de comunicación suelen ser aguas poco profundas. El canal de Yucatán es la vía de agua principal que une el mar Caribe con el Golfo de México con una amplitud de 220 Km, medidos entre Cabo Catoche en Quintana Roo y Cabo San Antonio en Cuba, y una profundidad de 1,800 m las masas de agua que se transportan por este van del Caribe hacia el Golfo en dirección al estrecho de Florida que conecta las aguas del océano Atlántico, al este, con las del golfo de México, al oeste.

La gran diversidad de ambientes y recursos biológicos que existe en el Golfo de México crea condiciones favorables para la existencia de una amplia diversidad ecosistémica en la que interactúan elementos neárticos y neotropicales. Destacan, para el área de interés, la presencia de pastos marinos, lagunas costeras, estuarios y manglares.

En los océanos, las corrientes influyen en la distribución de las comunidades marinas ya que la alta productividad biológica frecuentemente se genera en áreas donde ocurre un rápido cambio de energía auxiliar, como son las zonas de surgencias o afloramientos costeros, vórtices, mezcals y frentes. Esto es particularmente relevante ya que frente a Isla Holbox se presentan estos procesos periódicos que favorecen el aumento de la productividad primaria que se traduce en amplias praderas planctónicas que son utilizadas por los tiburones ballena (*Rhincodon typus*) que, dada su presencia y posibilidad de avistamiento y nado, constituye una importante fuente de ingresos para la población local.

En la porción del Golfo de México que baña la costa de Holbox se presenta, durante la primavera y el verano, una surgencia topográfica<sup>29</sup> asociada a un ascenso del agua desde las capas subsuperficiales hacia la capa eufótica elevando partículas suspendidas y nutrientes que incrementa, justamente, la productividad biológica. En la plataforma de Yucatán, que es la zona que se analiza, se localizan humedales, manglares, dunas costeras y pastos marinos que conforman áreas de refugio, reproducción y alimentación de especies como son Yalahau, Celestún, Ría Lagartos siendo, también, una zona de migración y reproducción de carito, sierra, atún, mero, pargo, langosta y pulpo.

El Golfo de México y sus playas constituye, en particular para Isla Holbox, un destino de sol y playa que se consolida como un refugio natural lejos de la tensión de las grandes ciudades.

---

<sup>29</sup> Merino, M. 1997. "Upwelling on the Yucatan Shelf: hydrographic evidence", en Journal of Marine Systems, núm. 13, pp. 101-121.

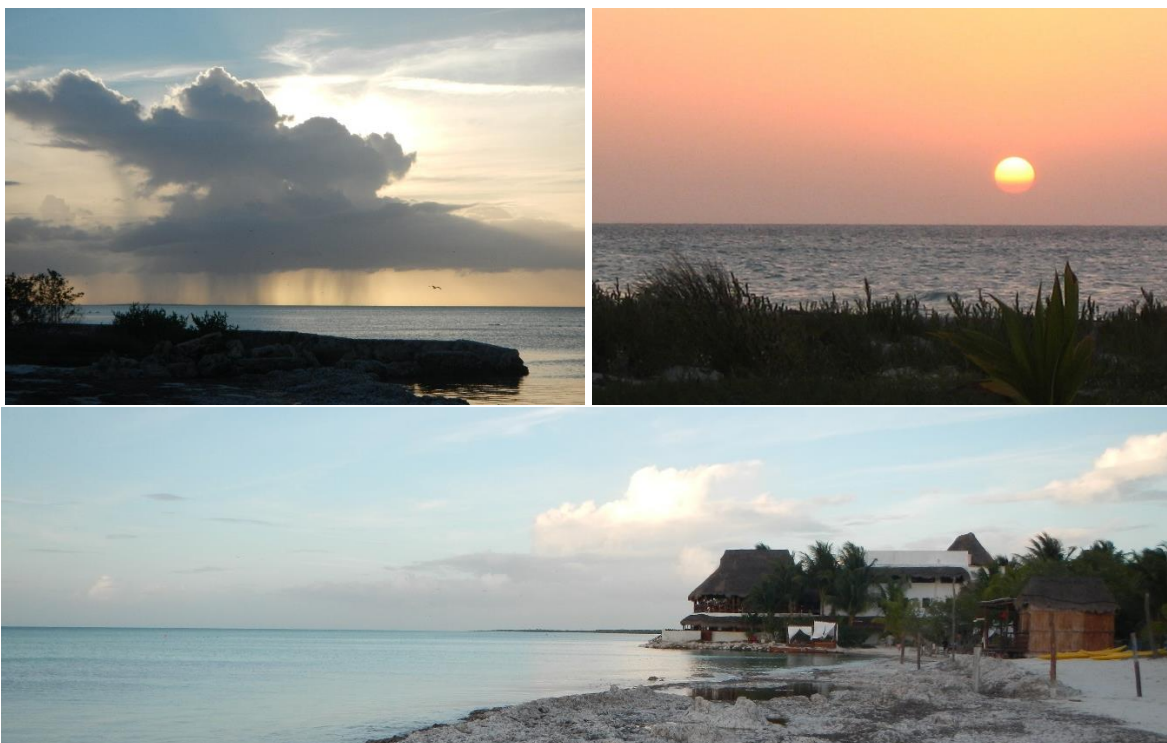


Imagen IV-41 El Golfo de México es una Unidad de Paisaje que ofrece vistas marinas de gran belleza escénica que son altamente valoradas por el turismo.

#### **IV.2.1.7 Unidad de Paisaje vegetación de Dunas Costeras (34.25 Ha)**

Esta Unidad de Paisaje corresponde a una comunidad vegetal que se establece a lo largo de las costas, se caracteriza por 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 (*Abronia maritima*), (*Croton* sp.), verdolaga (*Sesuvium portulacastrum*), entre otras. También se pueden encontrar algunas leñosas y gramíneas como el uvero (*Coccoloba uvifera*), pepe (*Chrysobalanos icacos*), cruceto (*Randia* sp.), espino blanco (*Acacia sphaerocephala*), zacate salado (*Distichlis spicata*), zacate (*Sporobolus* sp.) entre otros.

Para el caso particular del SAR, este tipo de vegetación se encuentra mezclada con algunas palmas remanentes y vegetación secundaria de selva baja caducifolia, integra la mayor parte de la vegetación entre los manglares y las dunas playeras, así como de las dunas pioneras y vegetación sucesional en el lado de la isla orientada hacia el Golfo.



IV.2.1.7.1 Ubicación de los sitios de muestreo

Dentro del SAD se determinó la ubicación de un total de 2 sitios de muestreo, distribuidos de acuerdo con las condiciones de cobertura y diversidad siempre que correspondiera a vegetación de dunas costeras, sin importar su estado de conservación. A continuación, se presentan las coordenadas UTM de la zona 16 de cada uno de los sitios levantados, considerando que para cada sitio corresponden 5 coordenadas, una central y las de las cuatro esquinas que delimitan al sitio.

Tabla IV-37 Coordenadas de los sitios de muestreo de selva en el SAR

SITIO 1	X	Y	SITIO 2	X	Y
CENTRAL	458918	2378809	CENTRAL	458937	2378985
COORDENADA 1	458923	2378790	COORDENADA 1	458923	2378973
COORDENADA 2	458912	2378790	COORDENADA 2	458931	2378967
COORDENADA 3	458914	2378830	COORDENADA 3	458950	2379002
COORDENADA 4	458924	2378830	COORDENADA 4	458957	2378996



Imagen IV-42 Ubicación de los sitios de muestreo de vegetación de dunas costeras dentro del SAR.

#### IV.2.1.7.2 Análisis de los resultados obtenidos para la vegetación de dunas costeras dentro del SAR

##### Curvas de acumulación de especies

De acuerdo con la información de los sitios de muestreo y aplicando los modelos previamente mencionados, se obtuvieron los siguientes resultados.

##### Estrato herbáceo

Del total de muestras, y una vez realizado el análisis en el programa Estimates se obtuvieron los siguientes datos de Chao 1 y 2, Jacknife 1 y 2, así como de Bootstrap:

##### Chao 1 y 2

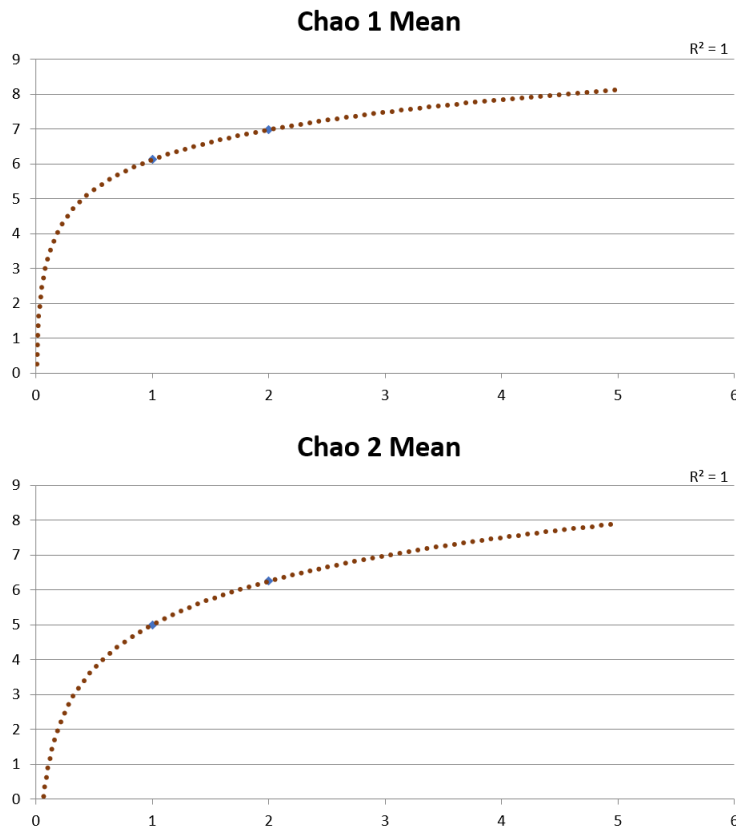


Imagen IV-43 Gráfica de valores de Chao1 y Chao2

De acuerdo con los datos obtenidos, se obtuvo su índice de completitud:

Tabla IV-38 Índices de completitud para Chao1 y Chao2

Herbáceo					
	S <sub>obs</sub>	Singletons/Spp únicas	Doubletons/Spp duplicadas	S <sub>est</sub>	Completitud
<b>Chao1</b>	6	2	0	8	0.750
<b>Chao2</b>	6	2	4	6	0.937

Para el estrato herbáceo, dentro del SAD, se reportan un total de 6 especies, de las cuales 2 se encuentran representadas por un solo individuos y ninguna de ellas se encuentra representa por dos individuos, es por ello que mediante la implementación del modelo de Chao 1 se obtuvo un porcentaje de especies registrado del 75%. Para el caso de Chao 2, se obtuvo que 2 de las especies fueron reportadas en únicamente uno de los sitios de muestreo y 4 especies en exactamente dos sitios, por lo tanto, al aplicar el modelo, se obtuvo un porcentaje de especies registradas de 93.7%, ambos porcentajes obtenidos indican que la cantidad de sitios de muestreo empleados es representativa de las condiciones en las que el estrato herbáceo se encuentra dentro del SA.

Jacknife 1 y 2

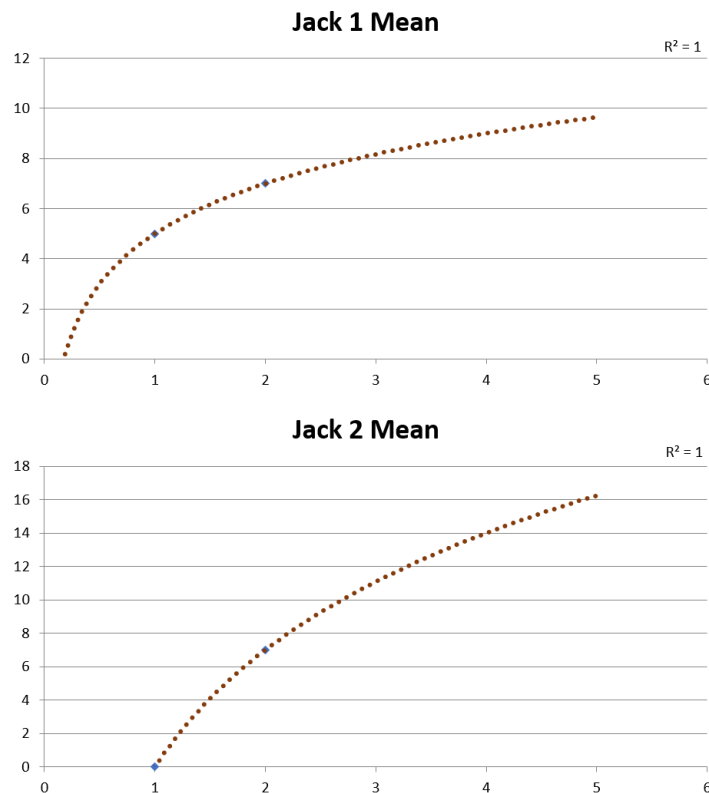


Imagen IV-44 Gráfica de valores de Jack 1 y 2

De acuerdo con los datos obtenidos, se obtuvo su índice de completitud:

Tabla IV-39 Índice de completitud para Jack 1 y 2

Herbáceo						
	S <sub>obs</sub>	L	m	M	S <sub>est</sub>	Completitud
Jack 1	6	2	2	4	7	0.857
Jack 2	6	2	2	4	7	0.857

Respecto al estimador de Jackknife 1, el cual toma en consideración la cantidad de especies presentes que ocurren dentro de una sola muestra, se observó que 2 de las especies se reportan para únicamente un sitio de muestreo, por lo tanto, el porcentaje de especies registradas respecto a las 7 esperadas es de 85.7%. Para el caso de las especies que además ocurren en exactamente dos sitios de muestreo, se emplea Jackknife 2, con el cual se obtuvo un porcentaje de especies registradas de 85.7%. Los valores obtenidos para ambos estimadores indican que la cantidad de sitios de muestreo realizados son representativos de las condiciones en las que este estrato se encuentra dentro del SA.

### Bootstrap

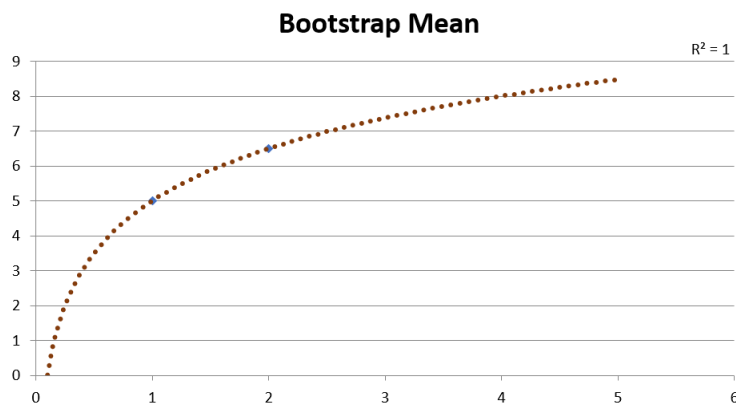


Imagen IV-45 Gráfica de valores de Bootstrap

De acuerdo con los datos obtenidos, se consiguió el índice de completitud:

Tabla IV-40 Índice de completitud para Bootstrap

Herbáceo				
	S <sub>obs</sub>	n	S <sub>est</sub>	Completitud
Bootstrap	6	2	7	0.923

Para la obtención del porcentaje de especies registradas mediante Bootstrap, se consideran las 6 especies observadas, la ocurrencia o frecuencia de cada una de ellas y los 2 sitios de muestreo levantados, mediante lo cual se obtienen 7 especies esperadas, con tal cantidad de muestras se ha registrado 92.3%, el cual se considera como un valor representativo.

### Estrato arbustivo

Del total de muestras, y una vez realizado el análisis en el programa Estimates se obtuvieron los siguientes datos de Chao 1 y 2, Jacknife 1 y 2, así como de Bootstrap:

#### Chao 1 y 2

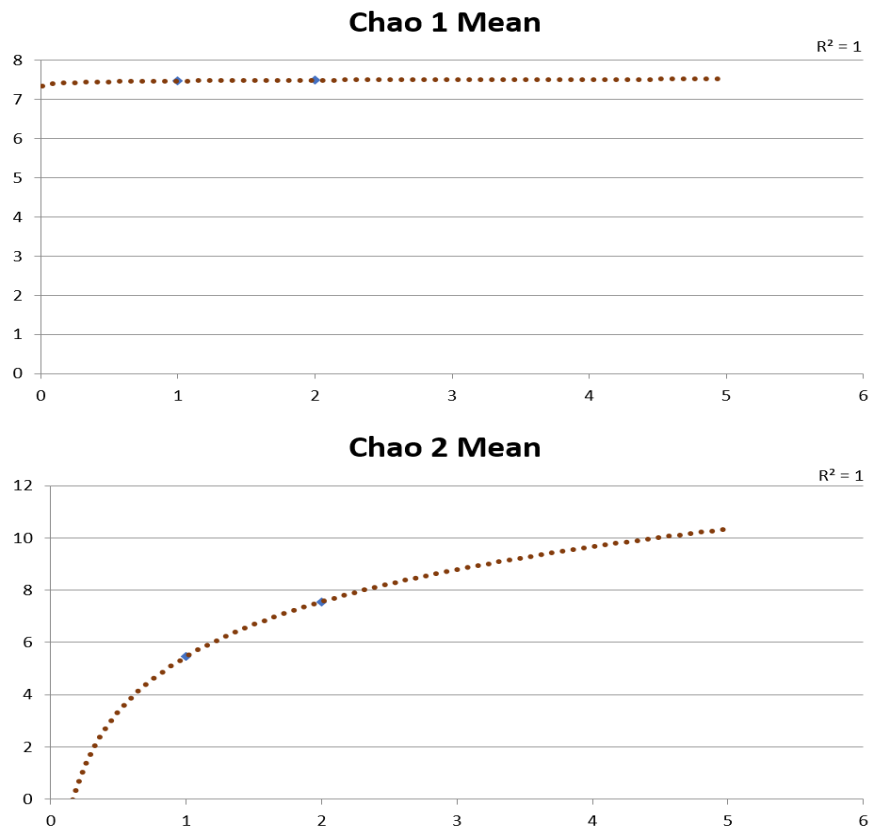


Imagen IV-46 Gráfica de valores de Chao 1 y Chao 2

De acuerdo con los datos obtenidos, se obtuvo su índice de completitud:

Tabla IV-41 Índices de completitud para Chao1 y Chao2

Arbustivo					
	S <sub>obs</sub>	Singletons/Spp únicas	Doubletons/Spp duplicadas	S <sub>est</sub>	Completitud
Chao1	7	1	1	7	0.964
Chao2	7	3	4	8	0.884

Se observaron un total de 7 especies, 1 de ellas se encuentra representada por exactamente un individuo, mientras que se presenta una especie con exactamente dos individuos, por lo tanto, mediante la aplicación del modelo correspondiente al estimador de Chao 1, se obtiene un porcentaje de especies de especies registradas de 96.4%. Para el caso de la incidencia, se pudo observar que en los 2 sitios muestro, 3 de las especies fueron reportadas para un solo sitio de muestreo, mientras que 4 se observaron en exactamente dos sitios, lo que indica que las especies reportadas se encuentran distribuidas a lo largo del SAD con un porcentaje obtenido de 88.4%. Ambos valores demuestran que el muestreo realizado es representativo.

Jacknife 1 y 2

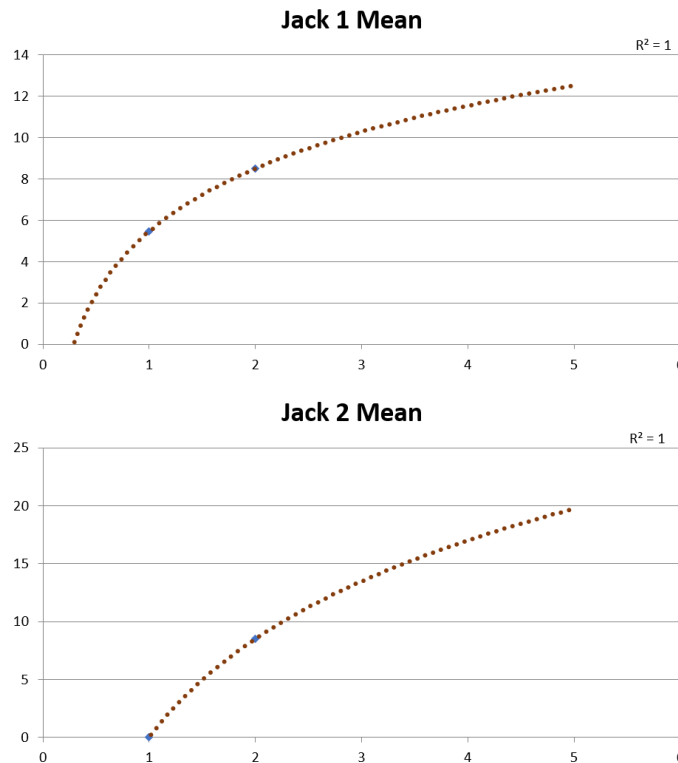


Imagen IV-47 Gráfica de valores de Jack 1 y 2



De acuerdo con los datos obtenidos, se obtuvo su índice de completitud:

Tabla IV-42 Índices de completitud para Jack1 y Jack2

Arbustivo						
	S <sub>obs</sub>	L	m	M	S <sub>est</sub>	Completitud
Jack 1	7	3	2	4	9	0.824
Jack 2	7	3	2	4	9	0.824

Respecto al estimador de Jackknife 1, se obtuvo que 3 de las 7 especies observadas se encuentran reportadas dentro de únicamente un sitio de muestreo, por lo tanto, el porcentaje de especies registradas obtenido es de 82.4%. Por otra parte, para el estimador de Jackknife 2, se obtuvo que, además de las 3 especies reportadas para uno de los sitios de muestreo, 4 especies se reportan en exactamente dos sitios de muestreo, obteniendo un porcentaje de especies registradas de 82.4%. Ambos porcentajes se consideran representativos.

Bootstrap

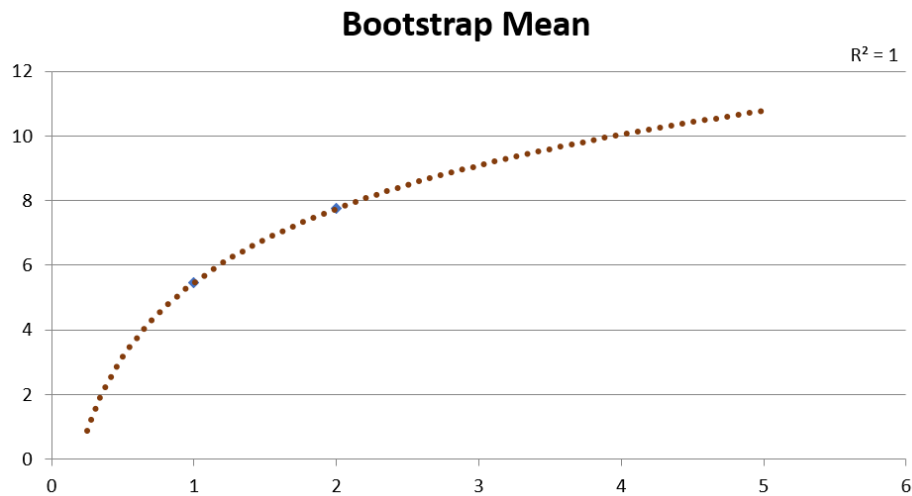


Imagen IV-48 Gráfica de valores de Bootstrap

De acuerdo con los datos obtenidos, se obtuvo su índice de completitud:

Tabla IV-43 Índice de completitud para los valores de Bootstrap

Arbustivo				
	S <sub>obs</sub>	n	S <sub>est</sub>	Completitud
Bootstrap	7	2	8	0.903

Considerando que dentro de los 2 sitios de muestreo en los que se obtuvo información referente a las abundancias de 7 especies arbustivas, aunado a la ocurrencia de cada una de ellas, se estima un porcentaje de especies registradas de 90.3%, lo que indica que la cantidad de muestras empleadas en las actividades de toma de datos de flora es representativa de las condiciones del SAD para este estrato.

### Estrato arbóreo

Del total de muestras, y una vez realizado el análisis en el programa Estimates se obtuvieron los siguientes datos de Chao 1 y 2, Jacknife 1 y 2, así como de Bootstrap.

#### Chao 1 y 2

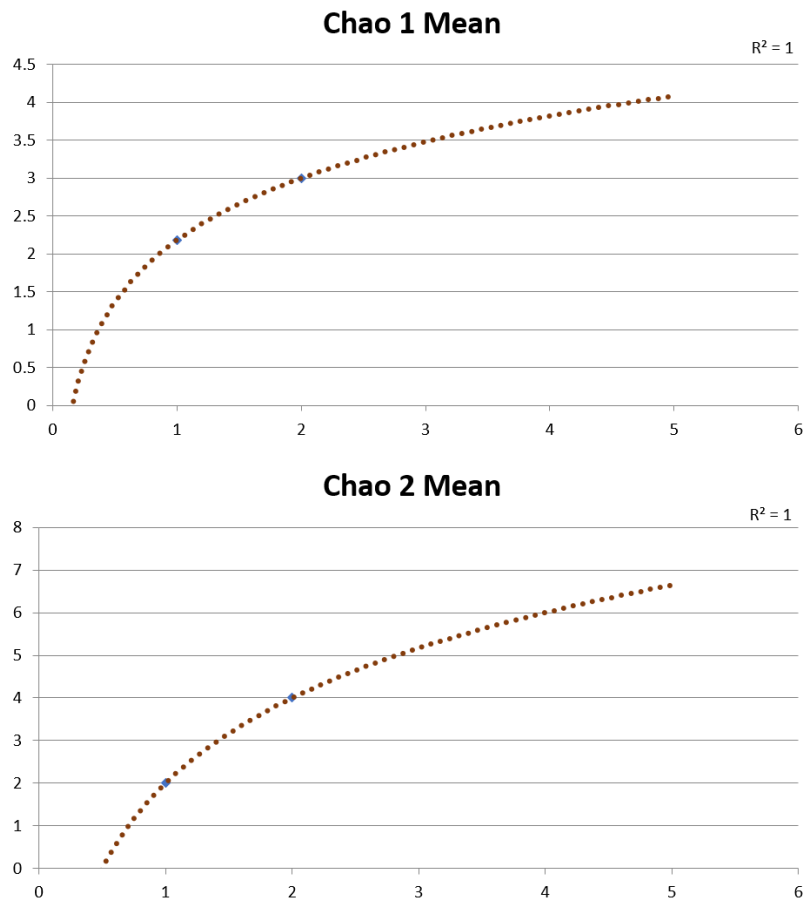


Imagen IV-49 Gráfica de valores de Chao1 y Chao2

De acuerdo con los datos obtenidos, se obtuvo su índice de completitud:

Tabla IV-44 Índice de completitud para Chao1 y Chao2

Arbóreo					
	S <sub>obs</sub>	Singletons/Spp únicas	Doubletons/Spp duplicadas	S <sub>est</sub>	Compleitud
Chao1	3	0	1	3	1.000
Chao2	3	2	1	4	0.738

Para el estrato arbóreo se tuvo registro de 3 especies, de ellas no se presentó ninguna que estuviera representada únicamente por un individuo y se reporta una especie representada por 2 individuos, por lo tanto, el porcentaje estimado de especies registradas es del 100%. Para el caso de Chao 2, que toma en cuenta la incidencia de las especies, se observó que 2 especies se reportan dentro de uno de los sitios de muestreo, mientras que 1 de las especies ocurren en exactamente dos muestras, por lo tanto, el porcentaje de especies que se obtuvo para este estimador es de 73.8%. Los dos valores obtenidos indican que la cantidad de muestras empleadas es suficiente y que es representativa de las condiciones de este estrato en el SA.

Jacknife 1 y 2

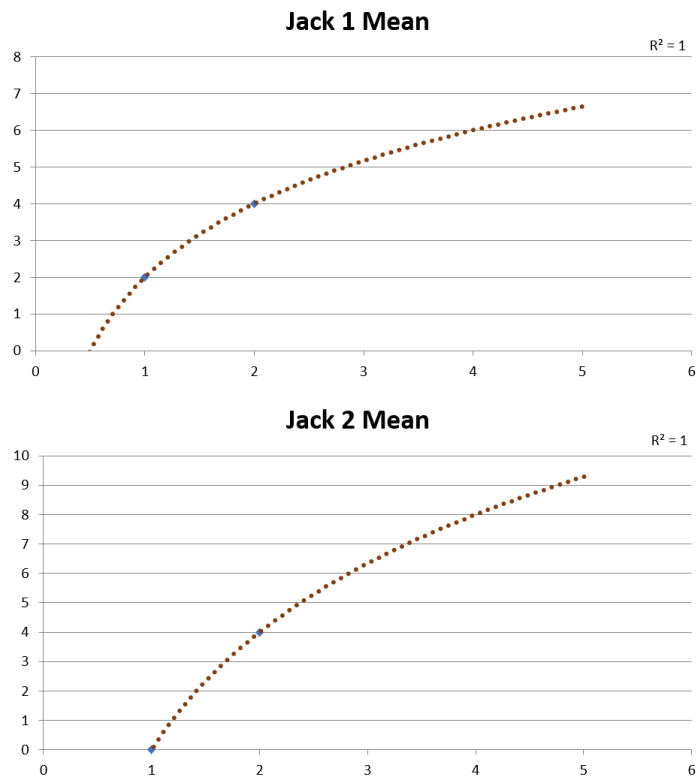


Imagen IV-50 Gráfica de los valores de Jack 1 y 2

Usando los datos recabados, se obtuvo su índice de completitud:

Tabla IV-45 Índice de completitud para Jack 1 y 2

Arbóreo						
	S <sub>obs</sub>	L	m	M	S <sub>est</sub>	Completitud
Jack 1	3	2	2	1	4	0.750
Jack 2	3	2	2	1	4	0.750

Para el estimador de Jackknife 1, se obtuvo que, de las 3 especies observadas, 2 de ellas ocurren en un solo sitio de muestreo, por lo tanto, al aplicar el modelo correspondiente se obtiene que el porcentaje de especies registrado es del 75%. Por su parte, para Jackknife 2, se obtuvo que además de las 2 especies reportadas para un sitio de muestreo, 1 especie fue reportada para exactamente dos sitios de muestreo, por lo que el porcentaje de especies registradas es del 75%. Para ambos estimadores, los valores obtenidos demuestran que la cantidad de muestras empleada es representativa de las condiciones presentes en el SAD para este estrato.

### Bootstrap

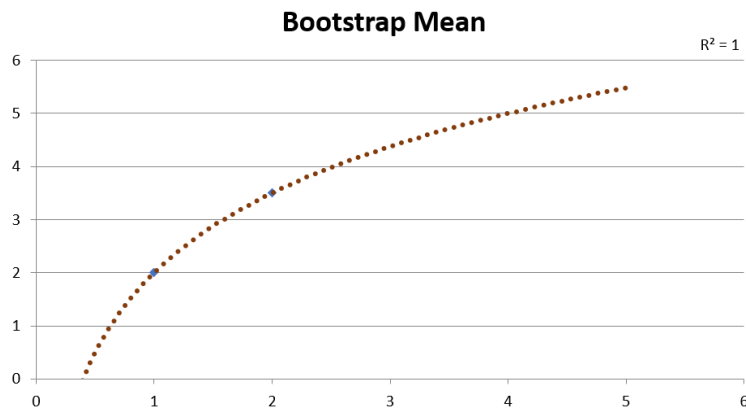


Imagen IV-51 Gráfica de valores de Bootstrap

Usando los datos recabados, se obtuvo su índice de completitud:

Tabla IV-46 Índice de completitud para Bootstrap

Arbóreo				
	S <sub>obs</sub>	n	S <sub>est</sub>	Completitud
Bootstrap	3	2	4	0.857

De los 2 sitios de muestreo empleados para la toma de datos de flora, se obtuvo registro de 3 especies arbóreas, aunado a la ocurrencia de cada una de ellas dentro de los sitios, se obtuvo un porcentaje de especies registradas de 85.7%, que indica que la cantidad de muestras son representativas de las condiciones presentes dentro del SA.

Finalmente, una vez que se obtuvieron los resultados de cada una de las metodologías empleadas, se procedió a hacer el análisis en conjunto para determinar si el inventario realizado para los tres estratos considerados es el adecuado, para ello se elaboró un concentrado de los resultados y se obtuvo un promedio de ellos para concluir la confiabilidad de muestreo obteniendo lo siguiente:

### **Estrato herbáceo**

Tabla IV-47 Promedio de resultados para el estrato herbáceo

<b>Herbáceo</b>		
<b>Chao 1</b>	0.750	Aceptable
<b>Chao 2</b>	0.937	Aceptable
<b>Jack 1</b>	0.857	Aceptable
<b>Jack 2</b>	0.857	Aceptable
<b>Bootstrap</b>	0.923	Aceptable
<b>Promedio</b>	0.865	Aceptable

Para este estrato se obtuvo que los cinco estimadores de diversidad empleados presenta valores mayores al 75% por lo que al obtener el promedio de ellos se obtiene un porcentaje de 86.5% que demuestra que con los sitios de muestreo empleados se tiene representatividad de las condiciones en las que se encuentra el estrato herbáceo dentro del SA.

### **Estrato arbustivo**

Tabla IV-48 Promedio de resultados para el estrato arbustivo

<b>Arbustivo</b>		
<b>Chao 1</b>	0.964	Aceptable
<b>Chao 2</b>	0.884	Aceptable
<b>Jack 1</b>	0.824	Aceptable
<b>Jack 2</b>	0.824	Aceptable
<b>Bootstrap</b>	0.903	Aceptable
<b>Promedio</b>	0.880	Aceptable

Para este estrato se obtuvo que los cinco estimadores de diversidad empleados presentan valores mayores al 80% por lo que al obtener el promedio de ellos se obtiene un porcentaje de 88% que demuestra que con los sitios de muestreo empleados se tiene representatividad estadística de las condiciones en las que se encuentra el estrato herbáceo dentro del SAR.

### Estrato arbóreo

Tabla IV-49 Promedio de resultados para el estrato arbóreo

Arbóreo		
Chao 1	1.000	Aceptable
Chao 2	0.738	Aceptable
Jack 1	0.750	Aceptable
Jack 2	0.750	Aceptable
Bootstrap	0.857	Aceptable
Promedio	0.819	Aceptable

Para el estrato arbóreo, se registran porcentajes de especies registradas mayores al 73% en los cinco estimadores de diversidad empleados, es por ello que, mediante la estimación del promedio de estos, se obtiene un porcentaje de 81.4%, lo que demuestra la cantidad de muestras empleado en los trabajos de campo es estadísticamente representativa de las condiciones presenten en el SAD para el estrato arbóreo.

Por lo tanto, se concluye que los sitios de muestreo empleados para la toma de datos de flora dentro del SAD son suficientes y además son representativos de las condiciones de la vegetación de dunas costeras para los tres estratos considerados en el presente estudio.

### Análisis de la diversidad de flora en el SAD

Dentro de la superficie del SAD, particularmente en las áreas cubiertas con vegetación forestal propia de Vegetación de Dunas Costeras se encontraron las siguientes especies:

Tabla IV-50 Familias botánicas reportadas dentro del SA

Familia	Nombre científico	Nombre común	Estrato
Amaryllidaceae	<i>Hymenocallis littoralis</i> (Jacq.) Salisb.	Lirio araña	Herbáceo
Casuarinaceae	<i>Casuarina equisetifolia</i> L.	Casuarina	Arbóreo
Combretaceae	<i>Conocarpus erectus</i> L.	Mangle botoncillo	Arbóreo
Compositae	<i>Ambrosia hispida</i> Pursh	Margarita de mar	Arbustivo
Compositae	<i>Flaveria linearis</i> Lag.	K'an lool xiiw	Arbustivo
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia mesembryanthemifolia</i> Jacq.	Sak iits	Arbustivo



Familia	Nombre científico	Nombre común	Estrato
Leguminosae	<i>Pithecellobium keyense</i> Coker	Ya'ax k'aax	Arbustivo
Malvaceae	<i>Waltheria indica</i> L.	Yerba del tapaculo	Arbustivo
Poaceae	<i>Andropogon glomeratus</i> (Walter) Britton, Sterns & Poggenb.	Cola de zorra	Herbáceo
Poaceae	<i>Cenchrus echinatus</i> L.	Zacate cadillo	Herbáceo
Poaceae	<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers.	Gramma	Herbáceo
Poaceae	<i>Distichlis spicata</i> (L.) Greene	Zacate salado	Herbáceo
Polygonaceae	<i>Coccoloba uvifera</i> (L.) L.	Uvero	Arbóreo
Rubiaceae	<i>Ernodea littoralis</i> Sw.		Arbustivo
Verbenaceae	<i>Phyla nodiflora</i> (L.) Greene	Té	Herbáceo

Dentro del tipo de vegetación muestreado en el SAD se obtuvo registro de 11 familias, distribuidas en 15 especies. La más abundante corresponde a la familia Poaceae con 4 especies.

A continuación, se presentan los resultados obtenidos del análisis para cada uno de los estratos considerados.

#### Estrato herbáceo

Dentro de los sitios considerados para la toma de datos para el estrato herbáceo, se obtuvo un total de 6 especies que, en su totalidad suman 44 individuos en el área muestreada, de las cuales, la más abundante es el zacate salado (*Distichlis spicata*) con 19 individuos muestreados y 95,000 individuos por hectáreas.

De las especies de porte herbáceo reportadas en el SA, ninguna se encuentra dentro de alguna categoría de riesgo de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Tabla IV-51 Abundancia para el estrato herbáceo

Nombre científico	Nombre común	Sitio 06	Sitio 07	Abundancia sitios de muestreo	Abundancia por hectárea
<i>Andropogon glomeratus</i>	Cola de zorra	11	5	16	80000
<i>Cenchrus echinatus</i>	Zacate cadillo	2	1	3	15000
<i>Cynodon dactylon</i>	Gramma	1		1	5000
<i>Distichlis spicata</i>	Zacate salado	13	6	19	95000
<i>Hymenocallis littoralis</i>	Lirio araña		1	1	5000
<i>Phyla nodiflora</i>	Té	2	2	4	20000
		29	15	44	220000

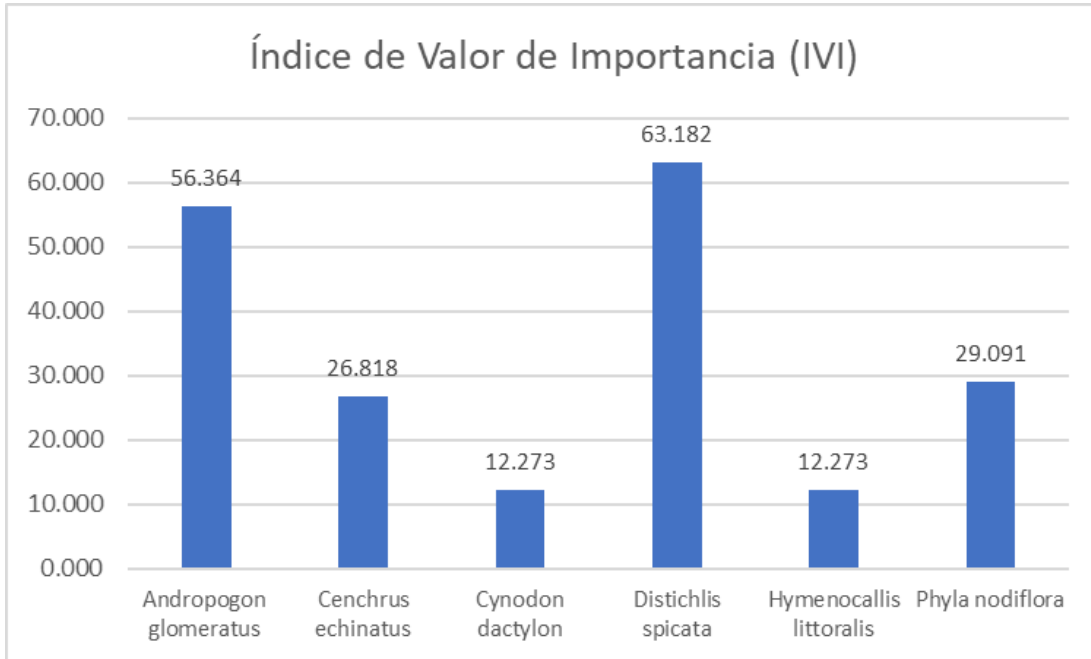


Imagen IV-52 Índice de Valor de Importancia del estrato herbáceo

### Estrato arbustivo

Para este estrato, se registraron un total de 58 individuos dentro de los sitios de muestreo en los que se recabó la información, distribuidos en 7 especies, de las cuales el k'an lool xiiw (*Flaveria linearis*) es el más abundante con un total de 30 individuos muestreados y 6,000 individuos por hectárea. Seguida por la *Ernodea littoralis* con 9 individuos muestreados y 1,800 individuos por hectárea.

Por otra parte, las especies que tuvieron la menor cantidad de individuos reportados son la berenjena (*Solanum donianum*) y el ya'ax k'aax (*Pithecellobium keyense*), las cuales fueron reportadas en un solo sitio de muestreo y una abundancia por hectárea de 200 y 400 individuos respectivamente.

De las especies reportadas para este estrato, ninguna de ellas se encuentra enlistada dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010 dentro de alguna categoría de riesgo.

Tabla IV-52 Abundancia para el estrato arbustivo

Nombre científico	Nombre común	Sitio 06	Sitio 07	Abundancia sitios de muestreo	Abundancia por hectárea
<i>Ambrosia hispida</i>	Margarita de mar	1	5	6	1200
<i>Ernodea littoralis</i>		8	1	9	1800

Nombre científico	Nombre común	Sitio 06	Sitio 07	Abundancia sitios de muestreo	Abundancia por hectárea
<i>Euphorbia mesembryanthemifolia</i>	Sak iits	1	5	6	1200
<i>Flaveria linearis</i>	K'an lool xiiw	23	7	30	6000
<i>Pithecellobium keyense</i>	Ya'ax k'aax	2		2	400
<i>Waltheria indica</i>	Tapacola		4	4	800
<i>Solanum donianum</i>	Berenjena	1		1	200
		36	22	58	11600

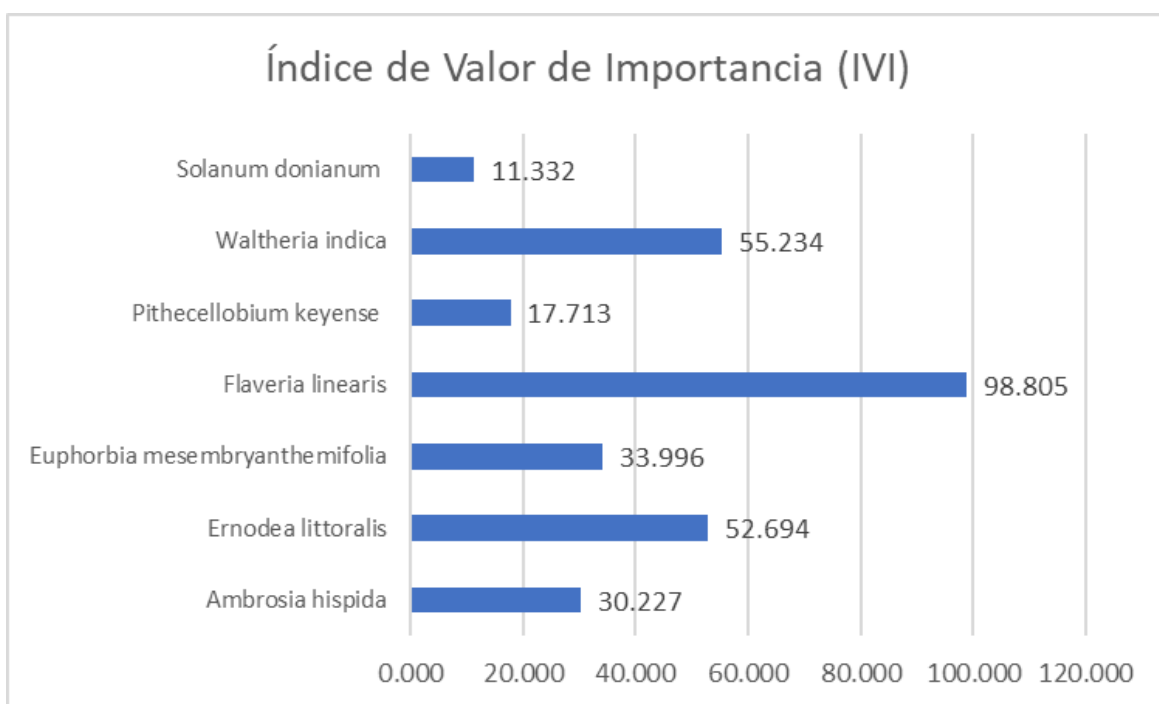


Imagen IV-53 Índice de Valor de Importancia del estrato arbustivo

### Estrato arbóreo

Para este estrato se registró la presencia de 11 individuos dentro de los sitios de muestreo realizados en el SA, pertenecientes a 3 especies, de las cuales, el uvero (*Coccoloba uvifera*) fue la más abundante, con un total de 5 individuos dentro de los sitios muestreados y 63 individuos por hectárea.

Por otra parte, la especie que presenta la menor abundancia es la casuarina (*Casuarina equisetifolia*), con 2 individuos reportados dentro de los sitios de muestreo y una abundancia por hectárea de 25 individuos.

De las especies reportadas dentro de este estrato, el mangle botoncillo (*Conocarpus erectus*) se encuentra catalogada dentro de la categoría de Amenazada, de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Tabla IV-53 Abundancia para el estrato arbustivo

Nombre científico	Nombre común	Sitio 06	Sitio 07	Abundancia sitios de muestreo	Abundancia por hectárea
<i>Casuarina equisetifolia</i>	Casuarina		2	2	25
<i>Coccoloba uvifera</i>	Uvero	4	1	5	63
<i>Conocarpus erectus</i>	Mangle botoncillo	4		4	50
		8	3	11	138

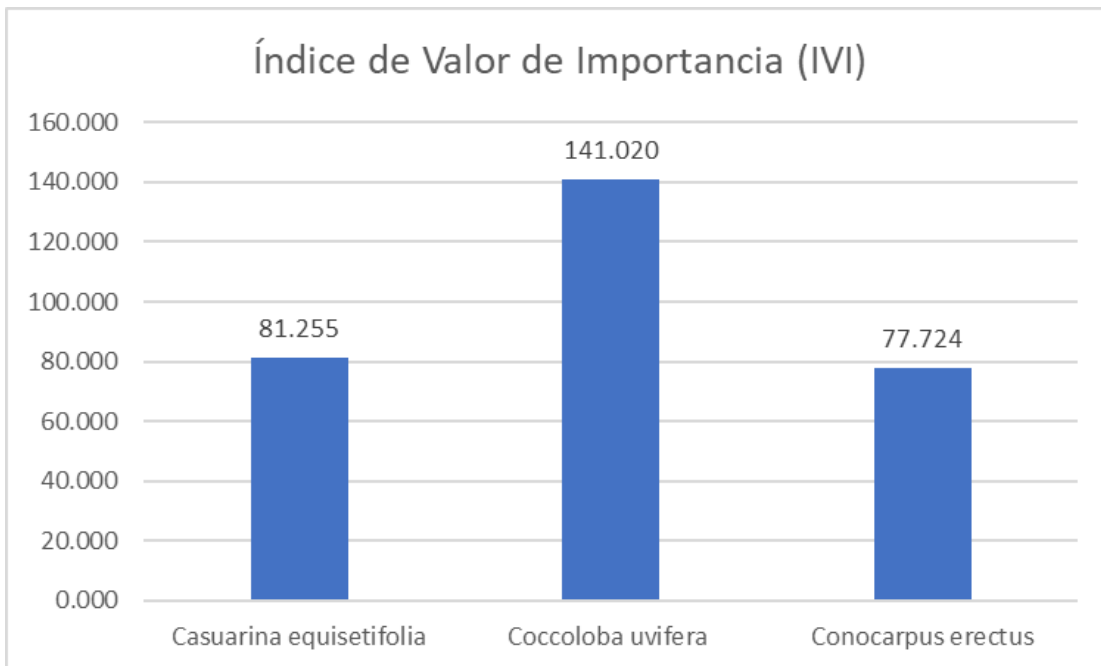


Imagen IV-54 Índice de Valor de Importancia del estrato arbóreo

Del análisis elaborado de los tres estratos encontrados, se obtuvieron los diferentes índices, de diversidad de Shannon-Wiener ( $H'$ ), diversidad máxima ( $H_{max}$ ) y equidad ( $J'$ ) mediante la metodología antes mencionada. Los resultados obtenidos para cada estrato se manifiestan a continuación.

### Estrato herbáceo

El índice de diversidad de Shannon-Wiener obtenido para el estrato herbáceo es de 1.304, el cual puede ser considerado como una diversidad baja. Por su parte, la diversidad

potencial que podría obtenerse en el SAD en el caso de que las abundancias de las especies reportadas se distribuyeran de manera uniforme es de 1.792. Respecto al valor de equidad se obtuvo un valor de 0.728, lo que indica que la distribución de las abundancias en este estrato es equitativa.

En cuanto a las especies encontradas, la que presenta el valor de importancia más alto (63.182) corresponde al zacate salado (*Distichlis spicata*). Por otra parte, las especies que obtuvieron el valor de importancia más bajo (12.273) son la grama (*Cynodon dactylon*) y el lirio araña (*Hymenocallis littoralis*).

Tabla IV-54 Índices de diversidad para el estrato herbáceo

Nombre científico	Nombre común	Abundancia por hectárea	Densidad Relativa	Frecuencia relativa	Índice de Valor de Importancia (IVI)
<i>Andropogon glomeratus</i>	Cola de zorra	80000	36.364	20.000	56.364
<i>Cenchrus echinatus</i>	Zacate cadillo	15000	6.818	20.000	26.818
<i>Cynodon dactylon</i>	Grama	5000	2.273	10.000	12.273
<i>Distichlis spicata</i>	Zacate salado	95000	43.182	20.000	63.182
<i>Hymenocallis littoralis</i>	Lirio araña	5000	2.273	10.000	12.273
<i>Phyla nodiflora</i>	Té	20000	9.091	20.000	29.091
		220000	100.000	100.000	200.000

Tabla IV-55 Resumen de índices de diversidad para el estrato herbáceo

Riqueza específica (S)	6
Índice de Shannon-Wiener (H)	1.304
Diversidad máxima (H máx.)	1.792
Equidad (J)	0.728

### Estrato arbustivo

El índice de Shannon Wiener obtenido para este estrato es de 1.470, lo cual indica una de manera general una diversidad baja debido principalmente a la cantidad de especies reportadas y a la distribución de las abundancias de cada una de las especies. Por su parte, la diversidad potencial que se podría obtener con el mismo número de especies en el caso hipotético de que cada una de ellas tuviera la misma cantidad de individuos es de 1.946. A partir de estos valores se obtuvo que la equidad es de 0.755, esto significa que la distribución de las especies dentro de este estrato no es homogénea y que existe una

marcada diferencia entre las especies dominantes y las que no lo son, con una diferencia de 5,800 individuos por hectárea entre la más abundante y la menos representada.

Respecto al índice de valor de importancia, las especies con los valores más altos corresponden al k'an lool xiiw (*Flaveria linearis*) y yerba del tapaculo (*Waltheria indica*) con 98.805 y 55.234 respectivamente. Ambas especies son propias de la vegetación de dunas costeras.

Las especies con los valores de importancia más bajos corresponde a la berenjena (*Solanum donianum*) y el ya'ax k'aax (*Pithecellobium keyense*), con 11.332 y 17.713 respectivamente. Ambas especies propias de ambientes costeros, particularmente del matorral costero.

Tabla IV-56 Índices de diversidad para el estrato arbustivo

Nombre científico	Nombre común	Abundancia por hectárea	Densidad Relativa	Frecuencia relativa	Dominancia relativa	Índice de Valor de Importancia (IVI)
<i>Ambrosia hispida</i>	Margarita de mar	1200	10.345	18.182	1.700	30.227
<i>Ernodea littoralis</i>		1800	15.517	18.182	18.995	52.694
<i>Euphorbia mesembryanthe mifolia</i>	Sak iits	1200	10.345	18.182	5.469	33.996
<i>Flaveria linearis</i>	K'an lool xiiw	6000	51.724	18.182	28.899	98.805
<i>Pithecellobium keyense</i>	Ya'ax k'aax	400	3.448	9.091	5.174	17.713
<i>Waltheria indica</i>	Tapacola	800	6.897	9.091	39.246	55.234
<i>Solanum donianum</i>	Berenjena	200	1.724	9.091	0.517	11.332
		11600	100	100	100	300

Tabla IV-57 Resumen de índices de diversidad para el estrato arbustivo

Riqueza específica (S)	7
Índice de Shannon-Wiener (H)	1.470
Diversidad máxima (H máx.)	1.946
Equidad (J)	0.755



### Estrato arbóreo

El índice de Shannon Wiener obtenido para este estrato es de 1.036, que, de manera general puede considerarse como un valor de diversidad bajo debido a la cantidad de especies reportadas, sin embargo, la diversidad potencial que pudiera presentar en el caso de que la totalidad de las especies tuviera la misma cantidad de individuos es de 1.099. El valor de equidad que se obtiene a partir de la diversidad calculada y la potencial resultó en 0.943, que significa que las abundancias de las especies son cercanas a ser equitativas.

Respecto al valor de importancia, el valor más alto corresponde al uvero (*Coccoloba uvifera*) con 141.020 que corresponde a una especie clave dentro de la vegetación de dunas costeras.

Por otra parte, la especie con el valor de importancia más bajo corresponde al mangle botoncillo (*Conocarpus erectus*) con un valor de 77.724, la cual corresponde a una propia de manglares, sin embargo, se puede desarrollar en otros tipos de vegetación, tal como en la vegetación de dunas costeras.

Tabla IV-58 Índices de diversidad para el estrato arbóreo

Nombre científico	Nombre común	Abundancia por hectárea	Densidad Relativa	Frecuencia relativa	Dominancia relativa	Índice de Valor de Importancia (IVI)
<i>Casuarina equisetifolia</i>	Casuarina	25	18.182	25.000	38.073	81.255
<i>Coccoloba uvifera</i>	Uvero	63	45.455	50.000	45.566	141.020
<i>Conocarpus erectus</i>	Mangle botoncillo	50	36.364	25.000	16.361	77.724
		138	100.000	100.000	100.000	300.000

Tabla IV-59 Resumen de índices de diversidad para el estrato arbóreo

Riqueza específica (S)	3
Índice de Shannon-Wiener (H)	1.036
Diversidad máxima (H máx.)	1.099
Equidad (J)	0.943

#### IV.2.1.8 Unidad de Paisaje Franja costera arenosa (34.25 Ha)

Al norte del Sistema Ambiental Delimitado (SAD) se presenta, previo a la línea de costa, la Unidad de Paisaje Franja costera arenosa cuya cobertura es de 6.85 ha que corresponden al 1.11% del área delimitada. Este espacio, junto con la UP Golfo de México, conforman un conjunto paisajístico de un alto valor intrínseco para el concepto turístico de sol y playa que es el objeto del proyecto.

Esta Unidad de Paisaje, de amplitud variable, está formada por restos completos y macerados de organismos marinos con partes corporales calcáreas, y restos de algas marinas. Se presenta de dos formas por tramos; en algunos segmentos de la franja abundan en restos completos de bivalvos mientras que en otros los granos son finos. En ambos casos la arena es blanca-amarillenta. Esta condición diferenciada pudiera obedecer a la presencia de espigones que imprimen variantes al transporte litoral produciendo zonas de erosión y zonas de deposición, en las porciones en las que existe erosión permanecen las conchas y granos más gruesos porque el oleaje remueve los granos más pequeños mientras que en los segmentos que presentan acreción se acumulan los granos más finos. Es conveniente retomar que Holbox es una isla de barrera, es decir que se forma a partir de la deposición de arena en zonas cercanas a la placa continental y que como parte de su evolución natural, estas islas se mantienen en constante cambio a consecuencia de procesos erosivos costeros en el frente marino y la consecuente deposición en la zona lagunar lo cual es concordante con lo expresado por Capurro (2003)<sup>30</sup> que indica que la península de Yucatán está caracterizada por su costa de tipo isla de barrera (es decir, la secuencia playa-isla de barrera-laguna costera -continente) donde las lagunas costeras suelen estar seccionadas en cuerpos menores donde se puede observar que la erosión es un proceso natural de estas geoformas de manera que la isla decrece en su lado oceánico y crece en su costado lagunar.



<sup>30</sup> Capurro, Luis, 2003, Un gran ecosistema costero: la península de Yucatán, avance y perspectiva , Vol. 22, pp. 69-75



Imagen IV-55 La amplia franja costera arenosa de Holbox se corresponde, como recurso, a los proyectos turísticos de la isla.

La franja arenosa costera, en este caso, no es un amplio reservorio de diversidad biológica, es físicamente homogénea, se sujeta a una alta turbulencia y su productividad primaria es baja. Sin embargo, es un sitio importante para el descanso y forrajeo de algunas especies de aves marinas, como soporte de comunidades botánicas especializadas y fundamentales para el desove de tortugas marinas. Es un espacio que se sujeta a diversas perturbaciones de gran magnitud como los huracanes, nortes y suradas. Además de las afecciones naturales indicadas, las principales afectaciones ambientales suelen ser provocadas por su uso inadecuado que estriba en intrusiones urbanas, la deforestación y la implementación de vialidades.

Es importante mencionar que esta UP no se forma por aportes terrígenos debido a la ausencia de ríos y escorrentías de superficie. Por su condición física y ambiental esta franja constituye uno de los principales recursos del sitio estudiado y su existencia no depende de los procesos que ocurren tierra adentro.

La cobertura vegetal está conformada por un ensamble formado por riñonina (*Ipomoea pes-caprae*) entremezclada con *Sesuvium portulacastrum*, *Distichlis spicata* y, en menor grado con *Sporobolus virginicus*. Ninguna de estas especies está protegida.



Imagen IV-56 *Ipomoea pes-caprae* se distribuye en parches dispersos y efímeros que progresan o desaparecen en función de las condiciones a las que se sujeta el sustrato.

Respecto a la fauna predomina la presencia de especies de aves playeras, como pelícanos (*Pelecanus erythrorhynchos* y *Pelecanus occidentalis*), cormoranes (*Phalacrocorax brasilianus* y *Phalacrocorax auritus*), gaviotas (*Leucophaeus atricilla*) golondrinas marinas (*Thalasseus sandvicensis* y *Thalasseus maximus*), fragatas (*Fregata magnificens*), playeros y chorlitos (*Calidris alba*, *Calidris pusilla*, *Arenaria interpres*, *Tringa melanoleuca*, *Limnodromus griseus* y *Charadrius wilsonia*). Además, en esta unidad de paisaje hay registros de anidación de tortuga carey y caguama (*Eretmochelys imbricata* y *Caretta caretta*, respectivamente) de acuerdo con la Ficha Informativa de los Humedales de Ramsar, Área de Protección de Flora y Fauna Yum Balam (Remolina Suárez-Rojo Gómez, 2017). Es importante destacar que, por su ubicación, comparte una gran cantidad de especies, principalmente aves, con la UP vegetación de dunas costeras.





Espigones y playas poco profundas en la porción norte y oeste del SAD son el hábitat de aves marinas y acuáticas (*Leucophaeus atricilla* y *Ardea alba*).



Aves marinas típicas del litoral marino en la porción norte y oeste del SAR: gaviotas (*Leucophaeus atricilla*) y golondrinas marinas (*Thalasseus sandvicensis* y *Thalasseus maximus*).  
Imagen IV-57 Especies propias de la UP franja costera arenosa.

#### IV.2.2 Fauna en el Sistema Ambiental Delimitado

El estado de Quintana Roo cuenta con un total aproximado de 725 especies de vertebrados, de las cuales 22 son anfibios, 483 son aves, 114 mamíferos y 106 reptiles.

Respecto a los anfibios, recientemente Chablé-Santos (2017) hizo una revisión de diversos estudios desarrollados en importantes reservas ecológicas del estado de Yucatán, y dos tipos de selvas de Yucatán y Quintana Roo, lo que le permitió destacar la presencia de 18 especies de anfibios en el estado de Yucatán, siendo el orden anura el mejor representado, con 16 especies. De esas 18 especies, el mismo autor confirma la presencia de 14 especies en Ría Lagartos (Chablé-Santos 2006), lo que es particularmente importante para la zona de estudio dada su proximidad y similitud de ambientes.

Otras referencias bibliográficas para este grupo fueron Calderón, Bahena y Calmé (2009). También se consultaron bases de datos de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (en lo sucesivo CONABIO) y NATURALISTA.

Con base en el análisis de los trabajos mencionados, y considerando los tipos de vegetación y cercanía al SAR, se establece la presencia potencial de 14 anfibios, de las cuales 13 son anuros.

Respecto a los reptiles, resalta el trabajo de Brito-Castillo (1998) que estudió la diversidad en la reserva estatal Dzilam, mientras que Chablé-Santos (2006) estudio la herpetofauna de Ría Lagartos, y en el 2017, el mismo autor reconoce la presencia de 87 especies en Yucatán, de las cuales 43 han sido registradas en zonas aledañas de la isla Holbox.

En la Ficha Informativa de los Humedales de Ramsar, Área de Protección de Flora y Fauna Yum Balam (Remolina Suárez-Rojo Gómez, 2017) se menciona la presencia de nidos de tortuga Carey (*Eretmochelys kempii*) y caguama (*Caretta caretta*).

Otras referencias bibliográficas para este grupo fueron Calderón, Bahena y Calmé (2009) y Lee (2000). También se consultaron las bases de datos de CONABIO y NATURALISTA.

Con base en el análisis de los trabajos mencionados, y considerando los tipos de vegetación y cercanía al SAR, se establece la presencia potencial de 43 reptiles, de las cuales 16 son serpientes, 15 son lagartijas, 11 son tortugas (cinco marinas y seis semiacuáticas) y un cocodrilo.

En cuanto a las aves, la isla Holbox y sus inmediaciones es una zona muy importante para la conservación de especies migratorias, residentes, endémicas y protegidas (Snedaker *et al.* 1991) por su riqueza de ambientes acuáticos y terrestres e influencia de las costas del golfo de México y mar Caribe.

MacKinnon (2005) compiló información acerca de la diversidad de aves de la península de Yucatán, destacando la presencia de 543 especies, mientras que Chablé-Santos y Pasos (2017) encontraron registros de 444 especies en estado de Yucatán. La reserva de la Biósfera, en su Plan de Manejo (SEMARNAT 2007), reconoce la presencia de 385 especies (186 residentes y 157 migratorias). Por otro lado, el área de Protección de flora y fauna silvestre Yum Balam, menciona la presencia de 387 especies. Específicamente en la isla Holbox, Howell (1992) presenta una lista de 247 especies, de las cuales el 30% corresponde a aves acuáticas



Otras referencias bibliográficas para este grupo fueron Howell y Webb (1995), Sibley (2000), Peterson y Chalif (1989). También se consultaron bases de datos de CONABIO y NATURALISTA.

Con base en el análisis de los trabajos mencionados, y considerando los tipos de vegetación y cercanía al SA, se establece la presencia potencial de 369 especies de aves en la zona de estudio.

Finalmente, en cuanto a la diversidad de mamíferos Betancourt *et al.* (2017) reportan para el estado de Yucatán 87 especies de mamíferos silvestres, siendo los quirópteros los más diversos con 37 especies, seguido de los roedores con diez especies silvestres y dos exóticas (*Rattus rattus* y *Mus musculus*).

Otras referencias bibliográficas de apoyo para este grupo fueron Ceballos y Oliva (2005), Reid (1997, 2006), Aranda (2012). También se consultaron las bases de datos de CONABIO y NATURALISTA.

Con base en el análisis de los trabajos mencionados, y considerando los tipos de vegetación en el SAD, se establece la presencia potencial de 46 especies de mamíferos en la zona de estudio, incluyendo mamíferos voladores y el manatí.

#### **IV.2.2.1 Lista potencial de especies de fauna silvestre en el SAR**

Después de recopilar y analizar los trabajos realizados en la zona de estudio y su SA, se determinó que potencialmente se pueden distribuir en el SAD del proyecto, 469 especies de fauna silvestre de las cuales 14 son anfibios, 43 reptiles, 369 aves y 43 mamíferos. Es importante aclarar que el elevado número de especies potenciales (469 especies), no significa que todas las especies se encuentren en la isla, sino que han sido reportadas en sitios cercanos bien conservados, y sobre todo en áreas continentales de reserva ecológica, como son La Reserva de la Biósfera Ría Lagartos, el Área de Protección de Flora y Fauna Silvestre Yum Balam, el Sitio Ramsar Humedal de Importancia Especial para la Conservación de Aves Acuáticas Reserva Ría Lagartos, así como las AICAS (Áreas de Importancia para la Conservación de Aves Silvestres) Ría Lagartos y Yum Balam.

Tabla IV-60 Listado potencial de especies de anfibios

Familia	Género	Nombre común	Nombre local	Categoría de protección (NOM-059-SEMARNAT-2010)
Plethodontidae	<i>Bolitoglossa yucatanana</i>	Salamandra lengua hongueada		Protección Especial
Leptodactylidae	<i>Leptodactylus melanonotus</i>	Ranita espumera dedos marginados	Múuch	
Bufonidae	<i>Rhinella marina</i>	Sapo gigante	Totmuuch	
	<i>Incilius valliceps</i>	Sapo del golfo	Múuch	
Hylidae	<i>Agalychnis callidryas</i>	Rana de ojos rojos	Yaaxmuuch	
	<i>Hyla loquax</i>	Rana arborícola	X-túuts'	
	<i>Hyla microcephala</i>	Rana arborícola grillo	Quech	
	<i>Hyla picta</i>	Rana arborícola pintada	X-túuts'	
	<i>Phrynohyas venulosa</i>	Rana arborícola lechosa	X-túuts'	
	<i>Scinax staufferi</i>	Rana arborícola trompuda	X-túuts'	
	<i>Smilisca baudinii</i>	Rana arborícola de Baudin	X-túuts'	
	<i>Tripion petasatus</i>	Rana arborícola yucateca	X-túuts'	Protección Especial, Endémica
Microhylidae	<i>Hypopachus variolosus</i>	Termitero balador	Chacmuch	
Ranidae	<i>Lithobates berlandieri</i>	Rana leopardo	X-túuts'	Protección Especial

Tabla IV-61 Listado potencial de especies de reptiles

Familia	Nombre científico	Nombre común	Nombre local	Categoría de protección (NOM-059-SEMARNAT-2010)
Crocodylidae	<i>Crocodylus moreletii</i>	Cocodrilo de pantano	kum ayim	Protección Especial
Cheloniidae	<i>Caretta</i>	Tortuga caguama		P
	<i>Chelonia mydas</i>	Tortuga blanca		P
	<i>Eretmochelys imbricata</i>	Tortuga carey		P

Familia	Nombre científico	Nombre común	Nombre local	Categoría de protección (NOM-059-SEMARNAT-2010)
	<i>Lepidochelys kempii</i>	Tortuga lora		P
Dermochelyidae	<i>Dermochelys coriacea</i>	Tortuga laúd		P
Kinosternidae	<i>Kinosternon creaseri</i>	Tortuga pecho quebrado	Pochitoque	
	<i>Kinosternon scorpioides</i>	Tortuga casquito	Pochitoque tres quillas	Protección Especial
Bataguridae	<i>Rhinoclemmys areolata</i>	Tortuga pinta	Chakpool	Amenazada
Emydidae	<i>Terrapene carolina</i>	Tortuga de carolina	Tortuga de caja	Protección Especial
	<i>Trachemys scripta</i>	Tortuga pinta	áak, kaa nish, Jicotea	Protección Especial
	<i>Kinosternon leucostomum</i>	Tortuga casquito		Protección Especial
Eublepharidae	<i>Coleonyx elegans</i>	Geco de bandas yucateco		Amenazada
Gekkonidae	<i>Sphaerodactylus glaucus</i>	Geco enano collarejo		Protección Especial
	<i>Hemidactylus frenatus</i>	Besucona	Chocan	
	<i>Basiliscus vittatus</i>	Basilisco rayado	Tolok	
Iguanidae	<i>Ctenosaura similis</i>	Iguana rayada		Amenazada
Phrynosomatidae	<i>Sceloporus chrysostictus</i>	Lagartija escamosa yucateca	Merech	
	<i>Sceloporus cozumelae</i>	Lagartija escamosa de Cozumel		Protección Especial
	<i>Sceloporus lundelli</i>	Lagartija espinosa de Lundell		
	<i>Sceloporus serrifer</i>	Lagartija espinosa azul		Protección Especial
Polychrotidae	<i>Anolis rodriguezii</i>	Abaniquillo de Rodríguez		
	<i>Anolis sagrei</i>	Abaniquillo costero maya		
	<i>Anolis sericeus</i>	Abaniquillo punto azul		
Scincidae	<i>Mabuya unimarginata</i>	Besucona	Bequec rayado	
Teiidae	<i>Ameiva undulata</i>	Lagartija metálica	Yax merech	

Familia	Nombre científico	Nombre común	Nombre local	Categoría de protección (NOM-059-SEMARNAT-2010)
	<i>Aspidocelis angusticeps</i>	Huico yucateco	Merech rayado	
Boidae	<i>Boa constrictor</i>	Boa		Amenazada
Colubridae	<i>Coniophanes imperialis</i>	Culebra rayada		
	<i>Coniophanes meridanus</i>	Culebra rayada yucateca		
	<i>Conopsis lineatus</i>	Culebra guardacaminos lineada	Xsulubcan	
	<i>Drymarchon corais</i>	Culebra índigo	Ekuné	
	<i>Drymobius margaritiferus</i>	Culebra petatilla		
	<i>Elaphe flavirufa</i>	Ratonera manchada		
	<i>Lampropeltis triangulum</i>	Falso coralillo		Amenazada
	<i>Leptodeira frenata</i>	Falsa nauyaca		
	<i>Leptodeira septentrionalis</i>	Falsa nauyaca		
	<i>Leptophis mexicanus</i>	Culebra perico mexicana		Amenazada
	<i>Masticophis mentovarius</i>	Culebra chirriadora neotropical		Amenazada
	<i>Ninia sebae</i>	Culebra dormilona		
	<i>Thamnophis proximus</i>	culebra listonada occidental		Amenazada
Elapidae	<i>Micrurus diastema</i>	Coralillo		Protección Especial, Endémica
Viperidae	<i>Crotalus durissus</i>	Víbora cascabel	Tsáab kaan	Protección Especial
	<i>Agkistrodon russeolus</i>	Cantil yucateco		Amenazada, Endémica

Tabla IV-62 Listado potencial de especies de aves

Familia	Nombre científico	Nombre común	Categoría de protección (NOM-059-SEMARNAT-2010)
Tinamidae	<i>Crypturellus cinnamomeus</i>	Tinamú canelo	Protección Especial
Anatidae	<i>Dendrocygna autumnalis</i>	Suirirí piquirrojo	
	<i>Spatula discors</i>	Cerceta aliazul	
	<i>Spatula clypeata</i>	Cuchara común	
	<i>Mareca americana</i>	Silbón americano	
	<i>Anas acuta</i>	Ánade rabudo norteño	
	<i>Aythya affinis</i>	Porrón bola	
	<i>Mergus serrator</i>	Serreta mediana	
Cracidae	<i>Ortalis vetula</i>	Chachalaca norteña	
	<i>Crax rubra</i>	Pavón norteño	Amenazada
Odontophoridae	<i>Colinus nigrogularis</i>	Colín gorjinegro	
Phasianidae	<i>Meleagris ocellata</i>	Guajolote ocelado	Amenazada
Podicipedidae	<i>Tachybaptus dominicus</i>	Zampullín macacito	
	<i>Podilymbus podiceps</i>	Zampullín picogruoso	
	<i>Podiceps nigricollis</i>	Zampullín cuellinegro	
Phoenicopteridae	<i>Phoenicopterus ruber</i>	Flamenco rojo	Amenazada
Ciconiidae	<i>Jabiru mycteria</i>	Jabirú americano	Peligro de extinción
	<i>Mycteria americana</i>	Tántalo americano	Protección Especial
Fregatidae	<i>Fregata magnificens</i>	Rabihorcado magnífico	
Sulidae	<i>Sula dactylatra</i>	Piquero enmascarado	
Phalacrocoracidae	<i>Phalacrocorax brasilianus</i>	Cormorán biguá	
	<i>Phalacrocorax auritus</i>	Cormorán orejudo	
Anhingidae	<i>Anhinga anhinga</i>	Anhinga americana	
Pelecanidae	<i>Pelecanus erythrorhynchos</i>	Pelícano norteamericano	
	<i>Pelecanus occidentalis</i>	Pelícano pardo	
Ardeidae	<i>Botaurus pinnatus</i>	Avetoro mirasol	Amenazada
	<i>Ixobrychus exilis</i>	Avetorillo americano	
	<i>Tigrisoma mexicanum</i>	Avetigre mejicana	Protección Especial
	<i>Ardea herodias</i>	Garza azulada	

Familia	Nombre científico	Nombre común	Categoría de protección (NOM-059-SEMARNAT-2010)
	<i>Ardea alba</i>	Garceta grande	
	<i>Egretta thula</i>	Garceta nívea	
	<i>Egretta caerulea</i>	Garceta azul	
	<i>Egretta tricolor</i>	Garceta tricolor	
	<i>Egretta rufescens</i>	Garceta rojiza	Protección Especial
	<i>Bubulcus ibis</i>	Garza ganadera	Exótica
	<i>Butorides virescens</i>	Garcilla verde	
	<i>Nycticorax nycticorax</i>	Martinete común	
	<i>Nyctanassa violacea</i>	Martinete coronado	
	<i>Cochlearius cochlearius</i>	Martinete cucharón	
Threskiornithidae	<i>Eudocimus albus</i>	Corocoro blanco	
	<i>Plegadis falcinellus</i>	Morito común	
	<i>Platalea ajaja</i>	Espátula rosada	
Cathartidae	<i>Coragyps atratus</i>	Zopilote negro	
	<i>Cathartes aura</i>	Aura gallipavo	
	<i>Cathartes burrovianus</i>	Aura sabanera	Protección Especial
	<i>Sarcoramphus papa</i>	Zopilote rey	Peligro de extinción
Pandionidae	<i>Pandion haliaetus</i>	Águila pescadora	
Accipitridae	<i>Elanus leucurus</i>	Elanio maromero	
	<i>Chondrohierax uncinatus</i>	Milano picogarfio	Protección Especial
	<i>Leptodon cayanensis</i>	Milano cabecigrís	Protección Especial
	<i>Rostrhamus sociabilis</i>	Caracolero común	Protección Especial
	<i>Harpagus bidentatus</i>	Milano bidentado	Protección Especial
	<i>Ictinia plumbea</i>	Elanio plumizo	Protección Especial
	<i>Circus hudsonius</i>	Aguilucho de Hudson	
	<i>Circus cyaneus</i>	Aguilucho pálido	



Familia	Nombre científico	Nombre común	Categoría de protección (NOM-059-SEMARNAT-2010)
	<i>Geranospiza caerulescens</i>	Azor zancón	Amenazada
	<i>Buteogallus anthracinus</i>	Busardo negro	
	<i>Buteogallus urubitinga</i>	Busardo urubitinga	Protección Especial
	<i>Rupornis magnirostris</i>	Busardo caminero	
	<i>Geranoaetus albicaudatus</i>	Busardo coliblanco	Protección Especial
	<i>Buteo plagiatus</i>	Busardo gris norteño	
	<i>Buteo brachyurus</i>	Busardo colicorto	
	<i>Buteo swainsoni</i>	Busardo chapulinero	Protección Especial
	<i>Buteo albonotatus</i>	Busardo aura	Protección Especial
	<i>Buteo jamaicensis</i>	Busardo colirrojo	
Rallidae	<i>Laterallus ruber</i>	Polluela rojiza	
	<i>Rallus crepitans</i>	Rascón crepitante	
	<i>Rallus obsoletus</i>	Rascón	
	<i>Aramides axillaris</i>	Cotara cuellirrufa	Amenazada
	<i>Aramides albiventris</i>	Cotara	
	<i>Porzana carolina</i>	Polluela Sora	
	<i>Gallinula galeata</i>	Gallineta americana	
	<i>Gallinula chloropus</i>	Gallineta común	
	<i>Fulica americana</i>	Focha americana	
Aramidae	<i>Aramus guarauna</i>	Carrao	Amenazada
Gruidae	<i>Antigone canadensis</i>	Grulla canadiense	Protección Especial
Recurvirostridae	<i>Himantopus mexicanus</i>	Cigüeñuela de cuello negro	
	<i>Recurvirostra americana</i>	Avoceta americana	
Haematopodidae	<i>Haematopus palliatus</i>	Ostrero pío americano	
Charadriidae	<i>Pluvialis squatarola</i>	Chorlito gris	
	<i>Pluvialis dominica</i>	Chorlito dorado americano	

Familia	Nombre científico	Nombre común	Categoría de protección (NOM-059-SEMARNAT-2010)
	<i>Pluvialis dominica</i>	Chorlito dorado americano	
	<i>Charadrius nivosus</i>	Chorlitejo nivoso	
	<i>Charadrius alexandrinus</i>	Chorlitejo patinegro	Amenazada
	<i>Charadrius wilsonia</i>	Chorlitejo piquigruoso	
	<i>Charadrius semipalmatus</i>	Chorlitejo semipalmeado	
	<i>Charadrius hiaticula</i>	Chorlitejo grande	
	<i>Charadrius melodus</i>	Chorlitejo silbador	Peligro de extinción
	<i>Charadrius vociferus</i>	Chorlitejo culirrojo	
Jacanidae	<i>Jacana spinosa</i>	Jacana centroamericana	
Scolopaciidae	<i>Bartramia longicauda</i>	Correlimos batitú	
	<i>Numenius phaeopus</i>	Zarapito trinador	
	<i>Numenius americanus</i>	Zarapito americano	
	<i>Limosa fedoa</i>	Aguja canela	
	<i>Arenaria interpres</i>	Vuelvepiedras común	
	<i>Calidris canutus</i>	Correlimos gordo	
	<i>Calidris pugnax</i>	Combatiente	
	<i>Calidris himantopus</i>	Correlimos zancolín	
	<i>Calidris ferruginea</i>	Correlimos zarapitín	
	<i>Calidris alba</i>	Correlimos tridáctilo	
	<i>Calidris alpina</i>	Correlimos común	
	<i>Calidris minutilla</i>	Correlimos menudillo	
	<i>Calidris fuscicollis</i>	Correlimos coliblanco	
	<i>Calidris melanotos</i>	Correlimos pectoral	
	<i>Calidris pusilla</i>	Correlimos semipalmeado	
	<i>Calidris mauri</i>	Correlimos de Alaska	
	<i>Limnodromus griseus</i>	Agujeta gris	
	<i>Limnodromus scolopaceus</i>	Agujeta escolopácea	
	<i>Gallinago delicata</i>	Agachadiza de Wilson	
	<i>Gallinago gallinago</i>	Agachadiza común	
<i>Phalaropus tricolor</i>	Falaropo tricolor		
<i>Phalaropus lobatus</i>	Falaropo picofino		
<i>Actitis macularius</i>	Andarríos maculado		

Familia	Nombre científico	Nombre común	Categoría de protección (NOM-059-SEMARNAT-2010)
	<i>Tringa solitaria</i>	Andarríos solitario	
	<i>Tringa melanoleuca</i>	Archibebe patigualdo grande	
	<i>Tringa semipalmata</i>	Playero aliblanco	
	<i>Tringa flavipes</i>	Archibebe patigualdo chico	
Laridae	<i>Leucophaeus atricilla</i>	Gaviota guanaguanare	
	<i>Leucophaeus pipixcan</i>	Gaviota pipizcan	
	<i>Larus delawarensis</i>	Gaviota de Delaware	
	<i>Larus argentatus</i>	Gaviota argétea europea	
	<i>Larus fuscus</i>	Gaviota sombría	
	<i>Larus dominicanus</i>	Gaviota cocinera	
	<i>Anous stolidus</i>	Tiñosa boba	
	<i>Onychoprion fuscatus</i>	Charrán sombrío	
	<i>Sternula antillarum</i>	Charrancito americano	
	<i>Sternula albifrons</i>	Charrancito común	
	<i>Gelochelidon nilotica</i>	Pagaza piconegra	
	<i>Hydroprogne caspia</i>	Pagaza piquirroja	
	<i>Chlidonias niger</i>	Fumarel común	
	<i>Sterna dougallii</i>	Charrán rosado	
	<i>Sterna hirundo</i>	Charrán común	
	<i>Sterna forsteri</i>	Charrán de Forster	
	<i>Thalasseus maximus</i>	Charrán real	
	<i>Thalasseus sandvicensis</i>	Charrán patinegro	
<i>Rynchops niger</i>	Rayador americano		
Columbidae	<i>Columba livia</i>	Paloma bravía	Exótica
	<i>Patagioenas leucocephala</i>	Paloma coronita	
	<i>Patagioenas flavirostris</i>	Paloma piquirroja	
	<i>Columbina passerina</i>	Columbina común	
	<i>Columbina talpacoti</i>	Columbina colorada	
	<i>Claravis pretiosa</i>	Tortolita azulada	
	<i>Geotrygon montana</i>	Paloma perdiz común	

Familia	Nombre científico	Nombre común	Categoría de protección (NOM-059-SEMARNAT-2010)
	<i>Geotrygon montana</i>	Paloma perdiz boyero	
	<i>Leptotila verreauxi</i>	Paloma montaraz común	
	<i>Leptotila jamaicensis</i>	Paloma montaraz jamaicana	
	<i>Zenaida asiatica</i>	Zenaida aliblanca	
	<i>Zenaida aurita</i>	Zenaida caribeña	
	<i>Zenaida macroura</i>	Zenaida huilota	
Cuculidae	<i>Crotophaga ani</i>	Garrapatero aní	
	<i>Crotophaga sulcirostris</i>	Garrapatero asurcado	
	<i>Tapera naevia</i>	Cuclillo crespín	
	<i>Geococcyx velox</i>	Correcaminos chico	
	<i>Piaya cayana</i>	Cuco ardilla común	
	<i>Coccyzus americanus</i>	Cuclillo piquigualdo	
	<i>Coccyzus minor</i>	Cuclillo de manglar	
	<i>Coccyzus erythrophthalmus</i>	Cuclillo piquinegro	
Tytonidae	<i>Tyto alba</i>	Lechuza común	
Strigidae	<i>Megascops guatemalae</i>	Autillo Guatemalteco	
	<i>Bubo virginianus</i>	Búho común	
	<i>Glaucidium brasilianum</i>	Mochuelo caburé	
	<i>Ciccaba virgata</i>	Cárabo café	
Caprimulgidae	<i>Chordeiles acutipennis</i>	Añapero garrapena	
	<i>Chordeiles minor</i>	Añapero yanqui	
	<i>Nyctidromus albicollis</i>	Chotacabras pauraque	
	<i>Nyctiphrynus yucatanicus</i>	Chotacabras yucateco	
	<i>Antrostomus carolinensis</i>	Chotacabras de la Carolina	
Apodidae	<i>Antrostomus badius</i>	Chotacabras guatemalteco	
	<i>Chaetura pelagica</i>	Vencejo de chimenea	

Familia	Nombre científico	Nombre común	Categoría de protección (NOM-059-SEMARNAT-2010)
	<i>Chaetura vauxi</i>	Vencejo de Vaux	
Trochilidae	<i>Anthracothorax prevostii</i>	Mango pechiverde	
	<i>Doricha eliza</i>	Colibrí de Elisa	
	<i>Archilochus colubris</i>	Colibrí gorjirrubí	
	<i>Chlorostilbon canivetii</i>	Esmeralda de Canivet	
	<i>Amazilia candida</i>	Amazilia cándida	
	<i>Amazilia tzacatl</i>	Amazilia Tzacatl	
	<i>Amazilia yucatanensis</i>	Amazilia yucateca	
	<i>Amazilia rutila</i>	Amazilia canela	
Trogonidae	<i>Trogon melanocephalus</i>	Trogón cabecinegro	
	<i>Trogon caligatus</i>	Coa violácea norteña	
Momotidae	<i>Momotus lessonii</i>	Momoto diademado	
	<i>Momotus coeruliceps</i>	Momoto capi azul	
	<i>Eumomota superciliosa</i>	Momoto ceja azul	
Alcedinidae	<i>Megaceryle torquata</i>	Martín gigante neotropical	
	<i>Megaceryle alcyon</i>	Martín gigante norteamericano	
	<i>Chloroceryle americana</i>	Martín pescador verde	
	<i>Chloroceryle aenea</i>	Martín pescador enano	
Bucconidae	<i>Notharchus hyperhynchus</i>	Buco picogordo occidental	
Picidae	<i>Melanerpes pygmaeus</i>	Carpintero yucateco	
	<i>Melanerpes aurifrons</i>	Carpintero frentidorado	
	<i>Sphyrapicus varius</i>	Chupasavia norteño	
	<i>Picoides scalaris</i>	Pico mexicano	
	<i>Picoides fumigatus</i>	Carpintero ahumado	
	<i>Colaptes rubiginosus</i>	Carpintero oliváceo	
	<i>Dryocopus lineatus</i>	Picamaderos listado	
	<i>Campephilus guatemalensis</i>	Picamaderos piquiclaro	

Familia	Nombre científico	Nombre común	Categoría de protección (NOM-059-SEMARNAT-2010)
Falconidae	<i>Caracara cheriway</i>	Carancho norteño	
	<i>Herpetotheres cachinnans</i>	Halcón guaco	
	<i>Falco sparverius</i>	Cernícalo americano	
	<i>Falco columbarius</i>	Emerejón	
	<i>Falco ruficularis</i>	Halcón murcielaguero	
	<i>Falco peregrinus</i>	Halcón peregrino	Protección Especial
Psittacidae	<i>Amazona albifrons</i>	Loro frentiblanco	
	<i>Amazona xantholora</i>	Loro yucateco	Protección Especial
	<i>Eupsittula nana</i>	Perico pecho sucio	Protección Especial
Thamnophilidae	<i>Thamnophilus doliatus</i>	Batará barrado	
Formicariidae	<i>Formicarius analis</i>	Chululú enmascarado	
Furnariidae	<i>Sittasomus griseicapillus</i>	Trepatroncos oliváceo	
	<i>Dendrocincla homochroa</i>	Trepatroncos rojizo	
	<i>Dendrocincla anabatina</i>	Trepatroncos sepia	
	<i>Xiphorhynchus flavigaster</i>	Trepatroncos picomarfil	
Tyrannidae	<i>Camptostoma imberbe</i>	Mosquerito imberbe	
	<i>Elaenia flavogaster</i>	Fiofío ventriamarillo	
	<i>Oncostoma cinereigulare</i>	Mosquerito piquicurvo norteño	
	<i>Todirostrum cinereum</i>	Titirijí común	
	<i>Onychorhynchus coronatus</i>	Mosquero real	
	<i>Contopus virens</i>	Pibí oriental	
	<i>Contopus cinereus</i>	Pibí tropical	



Familia	Nombre científico	Nombre común	Categoría de protección (NOM-059-SEMARNAT-2010)
	<i>Empidonax flaviventris</i>	Mosquero ventriamarillo	
	<i>Empidonax virescens</i>	Mosquero verdoso	
	<i>Empidonax alnorum</i>	Mosquero alisero	
	<i>Empidonax minimus</i>	Mosquero mínimo	
	<i>Sayornis phoebe</i>	Mosquero fibí	
	<i>Pyrocephalus rubinus</i>	Mosquero cardenal	
	<i>Attila spadiceus</i>	Atila polimorfo	
	<i>Myiarchus yucatanensis</i>	Copetón yucateco	
	<i>Myiarchus tuberculifer</i>	Copetón capirotado	
	<i>Myiarchus crinitus</i>	Copetón viajero	
	<i>Myiarchus tyrannulus</i>	Copetón tiranillo	
	<i>Pitangus sulphuratus</i>	Bienteveo común	
	<i>Megarynchus pitangua</i>	Bienteveo pitanguá	
	<i>Myiozetetes similis</i>	Bienteveo sociable	
	<i>Myiodynastes luteiventris</i>	Bienteveo ventriazufrado	
	<i>Tyrannus melancholicus</i>	Tirano melancólico	
	<i>Tyrannus couchii</i>	Tirano silbador	
	<i>Tyrannus tyrannus</i>	Tirano oriental	
	<i>Tyrannus forficatus</i>	Tijereta rosada	
Tityridae	<i>Tityra inquisitor</i>	Titira piquinegro	
	<i>Tityra semifasciata</i>	Titira enmascarado	
	<i>Pachyramphus aglaiae</i>	Anambé degollado	
Vireonidae	<i>Cyclarhis gujanensis</i>	Vireón cejirrufo	
	<i>Pachysylvia decurtata</i>	Verdillo menor	
	<i>Vireo griseus</i>	Vireo ojiblanco	
	<i>Vireo pallens</i>	Vireo de manglar	Protección Especial
	<i>Vireo flavifrons</i>	Vireo gorjiamarillo	
	<i>Vireo philadelphicus</i>	Vireo de Filadelfia	
	<i>Vireo olivaceus</i>	Vireo chiví	

Familia	Nombre científico	Nombre común	Categoría de protección (NOM-059-SEMARNAT-2010)
	<i>Vireo flavoviridis</i>	Vireo verdiamarillo	
	<i>Vireo altiloquus</i>	Vireo bigotudo	
	<i>Vireo magister</i>	Vireo yucateco	
Corvidae	<i>Psilorhinus morio</i>	Chara papán	
	<i>Cyanocorax yncas</i>	Chara verde	
	<i>Cyanocorax yucatanicus</i>	Chara yucateca	
Hirundinidae	<i>Stelgidopteryx serripennis</i>	Golondrina aserrada	
	<i>Progne subis</i>	Golondrina purpúrea	
	<i>Progne chalybea</i>	Golondrina pechigrís	
	<i>Tachycineta bicolor</i>	Golondrina bicolor	
	<i>Tachycineta albilinea</i>	Golondrina de manglar	
	<i>Riparia riparia</i>	Avión zapador	
	<i>Hirundo rustica</i>	Golondrina común	
	<i>Petrochelidon pyrrhonota</i>	Golondrina risquera	
Troglodytidae	<i>Thryothorus ludovicianus</i>	Cucarachero de Carolina	
	<i>Campylorhynchus yucatanicus</i>	Cucarachero yucateco	Peligro de extinción, Endémica
	<i>Pheugopedius maculipectus</i>	Cucarachero pinto	
	<i>Uropsila leucogastra</i>	Cucarachero ventriblanco	
Poliptilidae	<i>Poliptila caerulea</i>	Perlita grisilla	
	<i>Poliptila caerulea</i>	Perlita común	
	<i>Poliptila albiloris</i>	Perlita cejiblanca	
	<i>Poliptila plumbea</i>	Perlita tropical	
Regulidae	<i>Regulus calendula</i>	Reyezuelo rubí	
Turdidae	<i>Sialia sialis</i>	Azulejo oriental	
	<i>Catharus fuscescens</i>	Zorzalito rojizo	
	<i>Catharus minimus</i>	Zorzalito carigrís	
	<i>Catharus ustulatus</i>	Zorzalito de Swainson	
	<i>Hylocichla mustelina</i>	Zorzalito maculado	
	<i>Turdus grayi</i>	Zorzal pardo	
	<i>Turdus migratorius</i>	Zorzal robín	

Familia	Nombre científico	Nombre común	Categoría de protección (NOM-059-SEMARNAT-2010)
Mimidae	<i>Melanoptila glabrirostris</i>	Pájaro gato negro	Protección Especial
	<i>Dumetella carolinensis</i>	Pájaro gato gris	
	<i>Mimus gilvus</i>	Cenzontle tropical	
Parulidae	<i>Seiurus aurocapilla</i>	Reinita hornera	
	<i>Helmitheros vermivorum</i>	Reinita gusanera	
	<i>Parkesia motacilla</i>	Reinita charquera de Luisiana	
	<i>Parkesia noveboracensis</i>	Reinita charquera norteña	
	<i>Vermivora chrysoptera</i>	Reinita alidorada	
	<i>Vermivora cyanoptera</i>	Reinita aliazul	
	<i>Mniotilta varia</i>	Reinita trepadora	
	<i>Protonotaria citrea</i>	Reinita protonotaria	
	<i>Limnothlypis swainsonii</i>	Reinita de Swainson	
	<i>Oreothlypis peregrina</i>	Reinita de tennessee	
	<i>Oreothlypis celata</i>	Reinita coroninaranja	
	<i>Oreothlypis ruficapilla</i>	Reinita de Nashville	
	<i>Geothlypis poliocephala</i>	Mascarita coronigrís	
	<i>Geothlypis philadelphia</i>	Reinita plañidera	
	<i>Geothlypis formosa</i>	Reinita de Kentucky	
	<i>Geothlypis trichas</i>	Mascarita común	
	<i>Setophaga citrina</i>	Reinita encapuchada	
	<i>Setophaga ruticilla</i>	Candelita norteña	
	<i>Setophaga tigrina</i>	Reinita atigrada	
	<i>Setophaga americana</i>	Parula norteña	
	<i>Setophaga magnolia</i>	Reinita de magnolia	
<i>Setophaga castanea</i>	Reinita castaña		
<i>Setophaga fusca</i>	Reinita gorjinaranja		
<i>Setophaga petechia</i>	Reinita de manglar		

Familia	Nombre científico	Nombre común	Categoría de protección (NOM-059-SEMARNAT-2010)
	<i>Setophaga pensylvanica</i>	Reinita de pensilvania	
	<i>Setophaga striata</i>	Reinita estriada	
	<i>Setophaga caerulescens</i>	Reinita azulada	
	<i>Setophaga palmarum</i>	Reinita palmera	
	<i>Setophaga coronata</i>	Reinita coronada	
	<i>Setophaga dominica</i>	Reinita gorjiamarilla	
	<i>Setophaga discolor</i>	Reinita galana	
	<i>Setophaga virens</i>	Reinita dorsiverde	
	<i>Cardellina canadensis</i>	Reinita canadiense	
	<i>Cardellina pusilla</i>	Reinita de Wilson	
Thraupidae	<i>Eucometis penicillata</i>	Tangara cabecigrís	
	<i>Lanio aurantius</i>	Tangara gorjinegra	Protección Especial
	<i>Thraupis episcopus</i>	Tangara azuleja	
	<i>Thraupis abbas</i>	Tangara aliamarilla	
	<i>Volatinia jacarina</i>	Semillero volatinero	
	<i>Sporophila torqueola</i>	Semillero cuelliblanco	
	<i>Coereba flaveola</i>	Platanero	
	<i>Tiaris olivaceus</i>	Semillero tomeguín	
	<i>Saltator atriceps</i>	Pepitero cabecinegro	
	<i>Saltator coerulescens</i>	Pepitero grisáceo	
Passerellidae	<i>Peucaea botterii</i>	Chingolo de Botteri	
	<i>Arremonops rufivirgatus</i>	Cerquero oliváceo	
	<i>Arremonops chloronotus</i>	Cerquero dorsiverde	
	<i>Spizella passerina</i>	Chingolo cejiblanco	
	<i>Spizella pallida</i>	Chingolo pálido	
	<i>Chondestes grammacus</i>	Chingolo arlequín	
	<i>Zonotrichia leucophrys</i>	Chingolo coroniblanco	
	<i>Poocetes gramineus</i>	Chingolo coliblanco	

Familia	Nombre científico	Nombre común	Categoría de protección (NOM-059-SEMARNAT-2010)
	<i>Passerculus sandwichensis</i>	Chingolo sabanero	
	<i>Melospiza lincolni</i>	Chingolo de Lincoln	
	<i>Pipilo maculatus</i>	Rascador zarcero	
Icteriidae	<i>Icteria virens</i>	Reinita grande	
Cardinalidae	<i>Piranga roseogularis</i>	Piranga yucateca	
	<i>Piranga rubra</i>	Piranga roja	
	<i>Piranga olivacea</i>	Piranga escarlata	
	<i>Habia rubica</i>	Habia coronirroja	
	<i>Habia fuscicauda</i>	Habia gorjirroja	
	<i>Cardinalis cardinalis</i>	Cardenal norteño	
	<i>Pheucticus ludovicianus</i>	Picogrueso pechirrojado	
	<i>Granatellus sallaei</i>	Reinita yucateca	
	<i>Cyanocompsa parellina</i>	Picogrueso azul	
	<i>Passerina caerulea</i>	Azulillo grande	
	<i>Passerina cyanea</i>	Azulillo índigo	
		<i>Passerina ciris</i>	Colorín sietecolores
	<i>Spiza americana</i>	Arrocero	
Icteridae	<i>Dolichonyx oryzivorus</i>	Tordo charlatán	
	<i>Sturnella magna</i>	Pradero oriental	
	<i>Sturnella neglecta</i>	Turpial oriental	
	<i>Amblycercus holosericeus</i>	Cacique piquiclaro	
	<i>Icterus spurius</i>	Turpial de los huertos	
	<i>Icterus spurius</i>	Turpial castaño	
	<i>Icterus cucullatus</i>	Turpial enmascarado	
	<i>Icterus chrysater</i>	Turpial dorsidorado	
	<i>Icterus mesomelas</i>	Turpial coliamarillo	
	<i>Icterus auratus</i>	Turpial yucateco	
	<i>Icterus gularis</i>	Turpial de altamira	
<i>Icterus galbula</i>	Turpial de Baltimore		

Familia	Nombre científico	Nombre común	Categoría de protección (NOM-059-SEMARNAT-2010)
	<i>Icterus bullockii</i>	Turpial de Bullok	
	<i>Agelaius phoeniceus</i>	Sargento alirrojo	
	<i>Molothrus aeneus</i>	Vaquero de ojos rojos	
	<i>Dives dives</i>	Zanate cantor	
	<i>Quiscalus mexicanus</i>	Zanate mexicano	
Fringillidae	<i>Euphonia affinis</i>	Eufonia matorralera	
	<i>Euphonia hirundinacea</i>	Eufonia gorjiamarilla	

Tabla IV-63 Listado potencial de especies de mamíferos

Familia	Nombre científico	Nombre común	Categoría de protección (NOM-059-SEMARNAT-2010)
Didelphidae	<i>Phillander opossum</i>	Cuatro ojos	
	<i>Didelphis marsupialis</i>	Tlacuache	
	<i>Didelphis virginiana</i>	Zarigüella	
Dasypodidae	<i>Dasyus novemcictus</i>	Armadillo	
Myrmecophagidae	<i>Tamandua mexicana</i>	Oso hormiguero	Peligro de extinción
Leporidae	<i>Sylvilagus brasiliensis</i>	Conejo	
	<i>Sylvilagus floridanus</i>	Conejo castellano	
Sciuridae	<i>Sciurus yucatanensis</i>	Ardilla	
Muridae	<i>Mus musculus</i>	Ratón	Exótica
	<i>Oryzomys couesi</i>	Ratón	
	<i>Otodylomys phyllotis</i>	Ratón	
	<i>Peromyscus leucopus</i>	Ratón	Amenazada
	<i>Peromyscus yucatanicus</i>	Ratón	
	<i>Rattus rattus</i>	Rata común	Exótica
	<i>Reithrodontomys gracilis</i>	Ratón cosechero	Amenazada
Erethizontidae	<i>Sphiggurus mexicanus</i>	Puerco espín	Amenazada
Agoutidae	<i>Dasyprocta punctata</i>	Guaqueque	
	<i>Agouti paca</i>	Tepezcuintle	
Canidae	<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	Zorra gris	
Mustelidae	<i>Mustela frenata</i>	Comadreja	
Mephitidae	<i>Spilogale putorius</i>	Zorrillo manchado	



Familia	Nombre científico	Nombre común	Categoría de protección (NOM-059-SEMARNAT-2010)
	<i>Conepatus semistriatus</i>	Zorrillo rayado	Protección Especial
Procyonidae	<i>Bassariscus sumuchrasti</i>	Cacomixtle	Protección Especial
	<i>Nasua narica</i>	Coatí	
	<i>Procyon lotor</i>	Mapache	
Emballonuridae	<i>Saccopteryx bilineata</i>	Murciélago	
Noctilionidae	<i>Noctilio leporinus</i>	Murciélago	
Mormoopidae	<i>Mormoops megalophylla</i>	Murciélago	
	<i>Pteronotus parnellii</i>	Murciélago	
	<i>Eumops bonariensis</i>	Murciélago	
Phyllostomidae	<i>Micronycteris schmidtorum</i>	Murciélago orejón	
	<i>Desmodus rotundus</i>	Vampiro,	
	<i>Mimon nennetti</i>	Murciélago	
	<i>Glossophaga soricina</i>	Murciélago siricotero	
	<i>Carollia perspicillata</i>	Murciélago	
	<i>Sturnira lilium</i>	Murciélago chato	
	<i>Chiroderma villosum</i>	Murciélago	
	<i>Diphylla ecaudata</i>	Vampiro	
	<i>Artibeus intermedius</i>	Murciélago	
	<i>Artibeus jamaicensis</i>	Murciélago zapotero	
	<i>Artibeus literatus</i>	Murciélago	
Vespertilionidae	<i>Rogheessa anaeus</i>	Murciélago	Endémica
	<i>Lasiurus intermedius</i>	Murciélago	
	<i>Lasiurus xanthinus</i>	Murciélago	
Trichechidae	<i>Trichechus manatus</i>	Manatí	Peligro de extinción

#### IV.2.2.2 Metodología de trabajo por grupo zoológico

La metodología para la caracterización de la fauna silvestre consistió en tres fases:

- Fase inicial: Recopilación de información bibliográfica, elaboración de listados taxonómicos potenciales y reconocimiento de unidades de paisaje dentro del Sistema Ambiental Delimitado(SAD)definido. Asimismo, se identificaron las especies protegidas que potencialmente se pueden encontrar en el SAD para, posteriormente, ser verificadas en las visitas a campo.

- Fase de campo: Muestreos de fauna silvestre en campo en dos temporadas en las distintas unidades de paisaje para el registro e identificación de anfibios, reptiles aves y mamíferos presentes en el SA, haciendo énfasis en especies migratorias, protegidas y endémicas. También se muestreo puntos cercanos al proyecto, pero fuera de la isla, es decir en la porción continental cerca del poblado de Chiquilá.
- Fase de análisis: Manejo de información recopilada bibliográficamente, así como la información generada durante las visitas de campo, para su análisis. Elaboración de listados taxonómicos ordenados filogenéticamente, así como mapas, anexos, memoria fotográfica y presentación de resultados.

### Fase inicial de gabinete

Se consultó literatura especializada e investigaciones y trabajos relativos al tema de fauna silvestre de los estados de Yucatán y Quintana Roo. También se consultaron los documentos oficiales de: el Programa de manejo reserva de la biósfera Ría Lagartos, México (SEMARNAP, 1999), el Programa de conservación y manejo de la reserva de la biósfera Ría Lagartos (CONANP, 2007) y la Ficha Informativa de los Humedales Ramsar “Área de Protección de Flora y Fauna Yum Balam” (Suárez y Rojo 2013). También se consultaron las bases de datos de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (en lo sucesivo, CONABIO) y NATURALISTA.

A este respecto, a continuación, se muestra la literatura utilizada para la conformación de los listados potencias de fauna silvestre de los distintos grupos taxonómicos (anfibios, reptiles, aves y mamíferos).

Tabla IV-64 Fuentes bibliográficas empleadas

Taxón	Publicaciones y referencias
Anfibios y reptiles	Liner 2007; Chablé-Santos 2010, Brito-Castillo 1998 Calderón, Bahena y Calmé (2005) y Flores Villela <i>et al.</i> 1993.
Aves	Howell y Webb 1995, Peterson 1986, Sibley 2010, Chablé y Santos 2010
Mamíferos	Betauncourt <i>et al.</i> 2010, Sosa-Escalante <i>et al.</i> 2013 y Ceballos y Oliva 2005.

Una vez depurados y conformados los listados potenciales de los distintos grupos taxonómicos de fauna silvestre, se procedió a consultar la NOM-059-SEMARNAT-2010 para conocer cuáles especies están protegidas por la legislación nacional y cuáles son exclusivas del territorio mexicano (endémicas). Por otro lado, se determinó la condición migratoria de las aves mediante a consulta de Rappole *et al.* 1995, Berlanga *et al.* 2017 y Howell y Webb (1995).

También en esta fase se identificaron con técnicas de percepción remota, los distintos tipos de hábitat de fauna silvestre que hay dentro del SA, con la finalidad de poder planificar la obtención de datos en campo que permitió conocer la presencia de fauna silvestre y tener bien representadas las distintas unidades de paisaje presentes en el SAD del proyecto.

### **Fase de campo**

Durante la fase de campo, se visitó la zona de estudio en dos temporadas distintas para lograr una mejor representatividad de la fauna. Los primeros muestreos se llevaron a cabo del 31 de octubre al 2 de noviembre de 2017, y posteriormente se realizaron otros muestreos del 20 al 25 de marzo de 2018.

En ambas visitas a la zona de estudio se implementaron técnicas de muestreos de fauna silvestre para poder conocer la presencia de las distintas especies, así como su abundancia relativa. Se muestreó el predio del proyecto y las distintas Unidades de Paisaje previamente discriminadas para el SAR, así como sitios en la porción continental a efecto de contar con más referencias.

Con el apoyo de binoculares, cámara fotográfica (zoom óptico 65x) y guías de campo especializadas sobre los distintos grupos de vertebrados de la región, se realizaron 11 recorridos o transectos (cinco en la primera visita: tres matutinos y dos vespertinos; y seis en la segunda visita: tres matutinos y tres vespertinos). Cada muestreo o transecto se recorrió a pie una distancia de 2 a 5 km, para la obtención de registros directos (visuales y auditivos) e indirectos (cantos, nidos, rastros, excretas, huesos, madrigueras, etc.). Cabe mencionar que el registro de rastros es una herramienta útil para conocer, de una manera sencilla, confiable y económica, diversos aspectos de la biología de los mamíferos silvestres (Aranda 2012). Siempre que fue posible, se obtuvo evidencia de los registros y observaciones.

Adicionalmente se colocaron dos cámaras trampa marca Bushnell para obtener información de la fauna nocturna (aves, murciélagos y mamíferos), y para confirmar o descartar la presencia de mamíferos.

Los muestreos se realizaron en horarios diurnos matutinos y vespertinos, en los periodos comprendidos entre las 06:00 a 12:00 horas (es decir cuando el sol comienza a calentar y hasta la hora de mayor calor), esto considerando la naturaleza ectotérmica de las especies de anfibios y reptiles (Vitt *et al.* 2009) y vespertinos de las 16:00 horas a las 19:00 horas. La finalidad de establecer estos horarios de muestreo fue abarcar los principales picos de actividad de las especies para obtener un mayor éxito de registro.

De manera simultánea se preparó una base de datos y un catálogo fotográfico de todos los registros obtenidos en campo para su posterior análisis y, además, cada registro se referenció geográficamente (en coordenadas UTM) con GPS Garmin.

Para la correcta identificación de las especies de anfibios y reptiles se utilizaron las guías de campo de Calderón, Bahena y Calmé (2005), Lee (2000); para las aves Howell y Webb (1995), Sybley (2010), National Geographic (2002) y Peterson (1986); y para el grupo de los mamíferos Reid (1997); Aranda (2012) y Ceballos y Oliva (2005)



Imagen IV-58 Implementación de diversas técnicas de muestreo para el registro de fauna silvestre dentro del SAR.

Los anfibios y reptiles se buscaron de manera intensiva y minuciosa en los microhábitats potenciales, es decir; en troncos caídos, entre la basura, raíces, en acumulaciones de rocas o debajo de ellas, entre la hojarasca, en arbustos, oquedades en árboles o en el suelo, en el interior o alrededor de cuerpos de agua permanentes y charcas temporales. Las aves se buscaron en los caminos, en la vegetación, en el interior o alrededor de cuerpos de agua permanentes y charcas temporales, en las playas y construcciones, mientras que los rastros de mamíferos en zonas con vegetación densa, tiraderos de basura, caminos, alrededor de

cuerpos de agua permanentes y charcas temporales. Todo esto considerando las distintas unidades de paisaje.

### Fase de análisis

La información obtenida bibliográficamente y en campo producto de los muestreos, se sistematizó en hojas de cálculo, siguiendo un orden taxonómico y filogenético, diferenciando entre las especies e individuos observados en cada transecto, agrupados por unidad de paisaje y referidos geográficamente.

Para cada especie se fijó su categoría de riesgo, endemismo, tipo de residencia e importancia social (usos o valores).

### IV.2.2.3 Ubicación de los sitios de muestreo

#### Sistema Ambiental

Dentro del SAD se llevaron a cabo 6 sitios en los que se determinó la riqueza de las especies de fauna. A continuación, se presenta la representación geográfica de las áreas muestreadas en el SAR.



Imagen IV-59 Ubicación de las unidades de muestreo.



#### IV.2.2.4 Resultados obtenidos para la fauna silvestre en el SAD

##### Anfibios

Se registraron en total 3 especies de reptiles, ubicadas en el área del SAD, las cuales se enlistan a continuación:

Tabla IV-65 Especies de anfibios registrados

Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM-059	IUCN	Abundancia
Bufonidae	<i>Incilius valliceps</i>	Sapo del golfo		LC	2
Hylidae	<i>Scinax staufferi</i>	Rana arborícola trompuda		LC	10
Bufonidae	<i>Rhinella marina</i>	Sapo marino		LC	1

\*LC: Least concern

De los anfibios reportados, ninguna se encuentra dentro de alguna categoría de riesgo de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010. Por otra parte, las tres especies reportadas se encuentran dentro de la categoría de Preocupación menor, de acuerdo con la Lista Roja de las Especies en Peligro de la UICN (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza).

En cuanto a los índices de diversidad, se registraron 3 especies pertenecientes a este grupo, lo que arrojó una diversidad máxima de 1.099, mientras que el índice de Shannon-Weiner obtenido a partir de los datos de abundancia de cada una de las especies es de 0.687. Por otra parte, el índice de Pielou indica que las abundancias registradas no fueron equitativas, ya que se obtuvo un valor de 0.625.

Tabla IV-66 Análisis de diversidad de anfibios

Grupo	Riqueza (S)	Diversidad calculada (H')	Diversidad máxima (H'max)	Equidad (J')
Anfibios	3	1.772	2.079	0.852

Con la finalidad de darle robustez a las estimaciones de riqueza de especies, se calcularon los indicadores no paramétricos, con los cuales se determinó la completitud del muestreo a través de la proporción de especies registradas y las estimadas con cada indicador.



Tabla IV-67 Valores de completitud obtenidos para los anfibios

Anfibios		
Chao 1	0.921	Aceptable
Chao 2	0.946	Aceptable
Jack 1	0.783	Aceptable
Jack 2	0.874	Aceptable
Bootstrap	0.855	Aceptable
Promedio	0.876	Aceptable

De acuerdo con los estimadores empleados, se obtuvo un porcentaje promedio de especies registradas del 87.6%, el cual es un valor que demuestra que la cantidad de sitios realizados en el SAD son representativos de las condiciones presentes para este grupo faunístico.

### Reptiles

Se registraron en total 8 especies de reptiles, ubicadas en el área del SAR, las cuales se enlistan a continuación:

Tabla IV-68 Especies de reptiles registrados

Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM-059	IUCN	Abundancia
Colubridae	<i>Coluber mentovarius</i>	Culebra chirrionera	A	LC	1
	<i>Oxybelis aeneus</i>	Culebra bejuquillo			2
Corytophanidae	<i>Basiliscus vittatus</i>	Tolok		LC	1
Crocodylidae	<i>Crocodylus moreletii</i>	Cocodrilo de pantano	Pr	LC	3
Iguanidae	<i>Ctenosaura similis</i>	Iguana rayada	A	LC	59
Polychrotidae	<i>Anolis sagrei</i>	abaniquillo costero maya			34
Viperidae	<i>Agkistrodon russeolus</i>	Cantil yucateco			2
	<i>Bothrops asper</i>	Terciopelo, Cuatro narices			1

\*Pr: Sujeto a protección especial, A: Amenazada, LC: Least concern

De los reptiles reportados, el cocodrilo de pantano (*Crocodylus moreletii*) y la iguana rayada (*Ctenosaura similis*) presentan alguna categoría de riesgo de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010, particularmente en las categorías de Sujeta a protección especies y Amenazada, respectivamente. Por otra parte, las especies culebra chirrionera (*Coluber mentovarius*), el tolak (*Basiliscus vittatus*), el cocodrilo de pantano (*Crocodylus moreletii*) y

la iguana rayada (*Ctenosaura similis*) se encuentran dentro de la categoría de Preocupación menor, de acuerdo con la Lista Roja de las Especies en Peligro de la UICN (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza).

En cuanto a los índices de diversidad, se registraron 8 especies pertenecientes a este grupo, lo que arrojó una diversidad máxima de 2.079, mientras que el índice de Shannon-Weiner obtenido a partir de los datos de abundancia de cada una de las especies es de 1.076. Por otra parte, el índice de Pielou indica que las abundancias registradas no fueron equitativas, ya que se obtuvo un valor de 0.517.

Tabla IV-69 Análisis de diversidad de reptiles

Grupo	Riqueza (S)	Diversidad calculada (H')	Diversidad máxima (H'max)	Equidad (J')
Reptiles	8	1.076	2.079	0.517

Con la finalidad de darle robustez a las estimaciones de riqueza de especies, se calcularon los indicadores no paramétricos, con los cuales se determinó la completitud del muestreo a través de la proporción de especies registradas y las estimadas con cada indicador.

Tabla IV-70 Valores de completitud obtenidos para los reptiles

Reptiles		
Chao 1	0.834	Aceptable
Chao 2	0.873	Aceptable
Jack 1	0.762	Aceptable
Jack 2	0.734	Aceptable
Bootstrap	0.863	Aceptable
Promedio	0.813	Aceptable

De acuerdo con los estimadores empleados, se obtuvo un porcentaje promedio de especies registradas del 81.3%, el cual es un valor que demuestra que la cantidad de sitios realizados en el SAD son representativos de las condiciones presentes para este grupo faunístico.

### Aves

Se registraron en total 79 especies de aves, ubicadas en el área del SA, las cuales se enlistan a continuación:

Tabla IV-71 Especies de aves registradas

Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM-059	IUCN	Abundancia
Accipitridae	<i>Rupornis magnirostris</i>	Aguililla Caminera		LC	1
Accipitridae	<i>Buteo plagiatus</i>	Aguililla gris		LC	1
Accipitridae	<i>Buteo urubitinga</i>	Águila negra mayor	Pr	LC	2
Apodidae	<i>Chaetura vauxi</i>	Vencejo de Vaux		LC	19
Ardeidae	<i>Ardea alba</i>	Garceta grande		LC	19
Ardeidae	<i>Ardea herodias</i>	Garza azulada		LC	7
Ardeidae	<i>Bubulcus ibis</i>	Garza ganadera		LC	42
Ardeidae	<i>Egretta caerulea</i>	Garceta azul		LC	10
Ardeidae	<i>Egretta rufescens**</i>	Garza rojiza		NT	18
Ardeidae	<i>Egretta thula</i>	Garceta nívea		LC	7
Ardeidae	<i>Egretta tricolor</i>	Garceta tricolor		LC	7
Ardeidae	<i>Nyctanassa violacea</i>	Martinete coronado		LC	2
Cardinalidae	<i>Cardinalis cardinalis</i>	Cardenal		LC	3
Cardinalidae	<i>Passerina caerulea</i>	Picogordo Azul		LC	3
Cathartidae	<i>Cathartes aura</i>	Zopilote aura		LC	10
Cathartidae	<i>Cathartes burrovianus</i>	Zopilote Sabanero	Pr	LC	1
Cathartidae	<i>Coragyps atratus</i>	Zopilote común		LC	115
Cerylidae	<i>Chloroceryle americana</i>	Martín pescador verde		LC	2
Charadriidae	<i>Charadrius wilsonia</i>	Chorlitejo piquigrueso		LC	17
Charadriiforme	<i>Tringa melanoleuca</i>	Patamarilla mayor		LC	54
Columbidae	<i>Columba livia</i>	Paloma doméstica		LC	32
Columbidae	<i>Columbina passerina</i>	Columbina coquita		LC	32
Columbidae	<i>Columbina talpacoti</i>	Columbina rojiza		LC	26
Columbidae	<i>Zenaida aurita</i>	Huilota caribeña	Pr	LC	17
Columbidae	<i>Streptopelia decaocto</i>	Tortolita turca		LC	37
Corvidae	<i>Cyanocorax</i>	Chara Yucateca		LC	6
Corvidae	<i>Psilorhinus morio</i>	Chara Pea		LC	4
Cracidae	<i>Ortalis vetula</i>	Chachalaca Oriental		LC	4
Cuculidae	<i>Crotophaga sulcirostris</i>	Garrapatero pijuy		LC	51
Fregatidae	<i>Fregata magnificens</i>	Fragata magnífica		LC	98

Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM-059	IUCN	Abundancia
Hirundinidae	<i>Tachycineta albilinea</i>	Golondrina manglera		LC	183
Icteridae	<i>Agelaius phoeniceus</i>	Tordo sargento		LC	16
Icteridae	<i>Dives dives</i>	Tordo Cantor		LC	3
Icteridae	<i>Icterus cucullatus</i>	Turpial encapuchado		LC	17
Icteridae	<i>Icterus spurius</i>	Calandria Castaña		LC	1
Icteridae	<i>Molothrus aeneus</i>	Vaquero ojos rojos		LC	12
Icteridae	<i>Molothrus bonariensis</i>	Tordo común		LC	84
Icteridae	<i>Quiscalus mexicanus</i>	Zanate mexicano		LC	60
Laridae	<i>Leucophaeus atricilla</i>	Gaviota reidora		LC	329
Mimidae	<i>Dumetella carolinensis</i>	Mauñador gris		LC	2
Mimidae	<i>Mimus gilvus</i>	Cenzonte tropical		LC	122
Momotidae	<i>Eumomota superciliosa</i>	Momoto Cejas Azules		LC	2
Pandionidae	<i>Pandion haliaetus</i>	Gavilán pescador		LC	4
Parulidae	<i>Mniotilta varia</i>	Chipe trepador		LC	4
Parulidae	<i>Parkesia noveboracensis</i>	Chipe charquero		LC	29
Parulidae	<i>Setophaga citrina</i>	Chipe Encapuchado		LC	1
Parulidae	<i>Setophaga palmarum</i>	Chipe palmero		LC	124
Parulidae	<i>Setophaga petechia</i>	Chipe amarillo		LC	48
Parulidae	<i>Setophaga ruticilla</i>	Chipe flameante		LC	3
Parulidae	<i>Setophaga virens</i>	Chipe Dorso Verde		LC	1
Parulidae	<i>Basileuterus rufifrons</i>	Chipe Gorra Canela		LC	5
Pelecanidae	<i>Pelecanus erythrorhynchos</i>	Pelícano blanco		LC	111
Pelecanidae	<i>Pelecanus occidentalis</i>	Pelícano pardo		LC	158
Phalacrocoracidae	<i>Phalacrocorax auritus</i>	Cormorán orejudo		LC	2
Phalacrocoracidae	<i>Phalacrocorax brasilianus</i>	Cormorán oliváceo		LC	88
Phoenicopteridae	<i>Phoenicopterus ruber</i>	Flamenco rojo	A	LC	48

Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM-059	IUCN	Abundancia
Picidae	<i>Melanerpes aurifrons</i>	Carpintero cheje		LC	14
Rallidae	<i>Aramides axillaris</i>	Cotara cuellirrufa	A	LC	2
Recurvirostridae	<i>Himantopus mexicanus</i>	Cigüeñuela de cuello negro		LC	38
Scolopacidae	<i>Arenaria interpres</i>	Vuelvepiedras rojizo		LC	45
Scolopacidae	<i>Calidris alba</i>	Playero blanco		LC	65
Scolopacidae	<i>Calidris pusilla</i>	Playero semipalmeado		NT	90
Scolopacidae	<i>Limnodromus griseus</i>	Costurero pico corto		LC	58
Scolopacidae	<i>Tringa flavipes</i>	Patamarilla Menor		LC	1
Sternidae	<i>Thalasseus maximus</i>	Charrán real		LC	46
Sternidae	<i>Thalasseus sandvicensis</i>	Charrán de Sandwich		LC	46
Strigidae	<i>Glaucidium brasilianum</i>	Tecolote Bajeño		LC	1
Thraupidae	<i>Saltator coerulescens</i>	Saltador Gris		LC	2
Threskiornithidae	<i>Eudocimus albus</i>	Ibis blanco		LC	31
Threskiornithidae	<i>Platalea ajaja</i>	Espátula rosada		LC	64
Trochilidae	<i>Amazilia candida</i>	Colibrí Cándido		LC	2
Trochilidae	<i>Amazilia rutila</i>	Amazilia canela		LC	8
Trochilidae	<i>Chlorostilbon canivetii</i>	Esmeralda tijereta		LC	5
Trogonidae	<i>Trogon melanocephalus</i>	Coa Cabeza Negra		LC	1
Turdidae	<i>Turdus grayi</i>	Mirlo Café		LC	1
Tyrannidae	<i>Myiozetetes similis</i>	Luisito Común		LC	12
Tyrannidae	<i>Pitangus sulphuratus</i>	Luis bienteveo		LC	32
Tyrannidae	<i>Tyrannus couchii</i>	Tirano silbador		LC	148
Tyrannidae	<i>Tyrannus forficatus</i>	Tijereta rosada		LC	2

\* A: Amenazada, Pr: Sujeta a protección especial, LC: Least concern, NT: Near thretatened

De acuerdo con los muestreos realizados al grupo de las aves, se registraron especies catalogadas dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010, particularmente águila negra mayor (*Buteo urubitinga*), zopilote sabanero (*Cathartes burrovianus*), huilota caribeña (*Zenaida aurita*) en la categoría de Sujetas a protección especial y al flamenco rojo (*Phoenicopterus ruber*) y cotara cuellirrufa (*Aramides axillaris*) se encuentran bajo la categoría de Amenazadas. Por otra parte, todas las especies reportadas se encuentran dentro de la

categoría de Preocupación menor, de acuerdo con la Lista Roja de las Especies en Peligro de la UICN (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza), a excepción de la garza rojiza (*Agretta rufescens*) y el playero semipalmeado (*Calidris pusilla*), los cuales presentan la categoría de Casi amenazadas.

En cuanto a los índices de diversidad, se registraron 79 especies pertenecientes a este grupo, lo que arrojó una diversidad máxima de 4.369, mientras que el índice de Shannon-Weiner obtenido a partir de los datos de abundancia de cada una de las especies es de 3.586. Por otra parte, el índice de Pielou indica que las abundancias registradas fueron equitativas, ya que se obtuvo un valor de 0.821.

Tabla IV-72 Análisis de diversidad de aves

Grupo	Riqueza (S)	Diversidad calculada (H')	Diversidad máxima (H'max)	Equidad (J')
Aves	79	3.586	4.369	0.821

Con la finalidad de darle robustez a las estimaciones de riqueza de especies, se calcularon los indicadores no paramétricos, con los cuales se determinó la completitud del muestreo a través de la proporción de especies registradas y las estimadas con cada indicador.

Tabla IV-73 Valores de completitud obtenidos para las aves

Aves		
Chao 1	0.945	Aceptable
Chao 2	0.837	Aceptable
Jack 1	0.812	Aceptable
Jack 2	0.760	Aceptable
Bootstrap	0.900	Aceptable
Promedio	0.850	Aceptable

De acuerdo con los estimadores empleados, se obtuvo un porcentaje promedio de especies registradas del 85%, el cual es un valor que demuestra que la cantidad de sitios realizados en el SAD son representativos de las condiciones presentes para este grupo faunístico.



## Mamíferos

Se registraron en total 4 especies de mamíferos, ubicadas en el área del SAR, las cuales se enlistan a continuación:

Tabla IV-74 Especies de mamíferos registrados

Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM-059	IUCN	Abundancia
Didelphidae	<i>Didelphis marsupialis</i>	Tlacuache tropical		LC	1
Phyllostomidae	<i>Artibeus sp</i>	Murciélago			8
Procyonidae	<i>Procyon lotor</i>	Mapache		LC	57
Sciuridae	<i>Sciurus yucatanensis</i>	Ardilla yucateca		LC	2

\* LC: Least concern (Preocupación menor)

De los mamíferos reportados, ninguna de las especies se encuentra dentro de alguna categoría de riesgo de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010. Por otra parte, las especies tlacuache tropical (*Didelphis marsupialis*), mapache (*Procyon lotor*) y la ardilla yucateca (*Sciurus yucatanensis*) se encuentran dentro de la categoría de Preocupación menor, de acuerdo con la Lista Roja de las Especies en Peligro de la UICN (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza).

En cuanto a los índices de diversidad, se registraron 4 especies pertenecientes a este grupo, lo que arrojó una diversidad máxima de 1.386, mientras que el índice de Shannon-Weiner obtenido a partir de los datos de abundancia de cada una de las especies es de 0.565. Por otra parte, el índice de Pielou indica que las abundancias registradas no fueron equitativas, ya que se obtuvo un valor de 0.408.

Tabla IV-75 Análisis de diversidad de mamíferos

Grupo	Riqueza (S)	Diversidad calculada (H')	Diversidad máxima (H'max)	Equidad (J')
Mamíferos	4	0.565	1.386	0.408

Con la finalidad de darle robustez a las estimaciones de riqueza de especies, se calcularon los indicadores no paramétricos, con los cuales se determinó la completitud del muestreo a través de la proporción de especies registradas y las estimadas con cada indicador.

Tabla IV-76 Valores de completitud obtenidos para los mamíferos

Mamíferos		
Chao 1	0.939	Aceptable
Chao 2	0.959	Aceptable
Jack 1	0.828	Aceptable
Jack 2	0.902	Aceptable
Bootstrap	0.887	Aceptable
Promedio	0.903	Aceptable

De acuerdo con los estimadores empleados, se obtuvo un porcentaje promedio de especies registradas del 90.3%, el cual es un valor que demuestra que la cantidad de sitios realizados en el SAD son representativos de las condiciones presentes para este grupo faunístico.

#### IV.2.2.4.1 Resultados de la fauna silvestre dentro del área del proyecto (AP)

##### Anfibios

Dentro del área del proyecto únicamente se reportan dos especies, debido principalmente al grado de degradación que se presentan en el área. Dichas especies corresponden al sapo costero (*Incilius valliceps*) y la rana arborícola trompuda (*Scinax staufferi*), de las cuales se obtuvo un solo registro

Tabla IV-77 Especies de anfibios registrados

Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM-059	IUCN	Abundancia
Bufonidae	<i>Incilius valliceps</i>	Sapo costero		LC	1
Hylidae	<i>Scinax staufferi</i>	Rana arborícola trompuda		LC	1

\*LC: Least concern

Ninguna de las especies reportadas dentro del área donde se pretende la ubicación del proyecto se encuentran catalogado dentro de alguna categoría de riesgo de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010. Sin embargo, si se encuentra dentro de la categoría de Preocupación menor, de acuerdo con la Lista Roja de las Especies en Peligro de la UICN (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza).

En cuanto a los índices de diversidad, se registraron 2 especies pertenecientes a este grupo, lo que arrojó una diversidad máxima de 0.693, mientras que el índice de Shannon-Weiner obtenido a partir de los datos de abundancia de cada una de las especies es de 0.693. Por otra parte, el índice de Pielou indica que las abundancias registradas fueron equitativas, ya que se obtuvo un valor de 1 debido a que ambas presentan la misma cantidad de individuos.

Tabla IV-78 Análisis de diversidad de anfibios

Grupo	Riqueza (S)	Diversidad calculada (H')	Diversidad máxima (H'max)	Equidad (J')
Anfibios	2	0.693	0.693	1.000

## Reptiles

Dentro del área del proyecto se reportan tres especies, las cuales se presentan a continuación:

Tabla IV-79 Especies de reptiles registradas en el predio

Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM-059	IUCN	Abundancia
Colubridae	<i>Oxybelis aeneus</i>	Culebra bejuquillo			1
Iguanidae	<i>Ctenosaura similis</i>	Iguana rayada	A	LC	3
Polychrotidae	<i>Anolis sagrei</i>	abaniquillo costero maya			8

\*Pr: A: Amenazada, LC: Least concern

De los reptiles reportados, la iguana rayada (*Ctenosaura similis*) se encuentra listada por la NOM-059-SEMARNAT-2010 bajo la categoría de Amenazada. Por otra parte, esta misma especie, se encuentra dentro de la categoría de Preocupación menor, de acuerdo con la Lista Roja de las Especies en Peligro de la UICN (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza).

En cuanto a los índices de diversidad, se registraron 2 especies pertenecientes a este grupo, lo que arrojó una diversidad máxima de 1.099, mientras que el índice de Shannon-Weiner obtenido a partir de los datos de abundancia de cada una de las especies es de 0.824. Por otra parte, el índice de Pielou indica que las abundancias registradas fueron equitativas, ya que se obtuvo un valor de 0.750.

Tabla IV-80 Análisis de diversidad de reptiles

Grupo	Riqueza (S)	Diversidad calculada (H')	Diversidad máxima (H'max)	Equidad (J')
Reptiles	3	0.824	1.099	0.750

## Mamíferos

Dentro del área del proyecto, se obtuvo registro de dos especies. Es importante mencionar que una de ellas corresponde a una especie primordialmente doméstica; sin embargo, es posible encontrar individuos ferales que suelen alimentarse en las áreas donde se deposita basura, así como de otros animales, tales como reptiles y aves.

Tabla IV-81 Especies de mamíferos registrados

Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM-059	IUCN	Abundancia
Procyonidae	<i>Procyon lotor</i>	Mapache		LC	3
Felidae	<i>Felis catus</i>	Gato doméstico			1

\* LC: Least concern

La especie reportada, aparte del gato doméstico, dentro del área del proyecto corresponde al mapache (*Procyon lotor*), la cual no se encuentra dentro de alguna categoría de riesgo de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010. Sin embargo, se encuentra dentro de la categoría de Preocupación menor, de acuerdo con la Lista Roja de las Especies en Peligro de la UICN (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza).

En cuanto a los índices de diversidad, se registraron 2 especies pertenecientes a este grupo, lo que arrojó una diversidad máxima de 0.693, mientras que el índice de Shannon-Weiner obtenido a partir de los datos de abundancia de cada una de las especies es de 0.562. Por otra parte, el índice de Pielou indica que las abundancias registradas fueron equitativas, ya que se obtuvo un valor de 0.811.

Tabla IV-82 Análisis de diversidad de mamíferos

Grupo	Riqueza (S)	Diversidad calculada (H')	Diversidad máxima (H'max)	Equidad (J')
Mamíferos	2	0.562	0.693	0.811

## Aves

Se registraron en total 7 especies de aves, ubicadas en el área del proyecto, las cuales se enlistan a continuación:

Tabla IV-83 Especies de aves registradas

Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM-059	IUCN	Abundancia
Icteridae	<i>Icterus cucullatus</i>	Turpial encapuchado		LC	3
Mimidae	<i>Mimus gilvus</i>	Cenzonte tropical		LC	2
Cracidae	<i>Ortalis vetula</i>	Chachalaca Oriental		LC	2
Trochilidae	<i>Amazilia candida</i>	Colibrí Cándido		LC	1
Trochilidae	<i>Chlorostilbon canivetii</i>	Esmeralda tijereta		LC	1
Tyrannidae	<i>Pitangus sulphuratus</i>	Luisito Común		LC	3
Cathartidae	<i>Cathartes aura</i>	Zopilote aura		LC	3

\* LC: Least concern

De acuerdo con los muestreos realizados al grupo de las aves, ninguna de las presentes dentro del área de proyecto, se encuentra dentro alguna categoría de riesgo de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010. Por otra parte, todas las especies reportadas se encuentran dentro de la categoría de Preocupación menor, de acuerdo con la Lista Roja de las Especies en Peligro de la UICN (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza).

En cuanto a los índices de diversidad, se registraron 7 especies pertenecientes a este grupo, lo que arrojó una diversidad máxima de 1.946, mientras que el índice de Shannon-Weiner obtenido a partir de los datos de abundancia de cada una de las especies es de 1.864. Por otra parte, el índice de Pielou indica que las abundancias registradas fueron equitativas, ya que se obtuvo un valor de 0.958.

Tabla IV-84 Análisis de diversidad de aves

Grupo	Riqueza (S)	Diversidad calculada (H')	Diversidad máxima (H'max)	Equidad (J')
Aves	7	1.864	1.946	0.958

### IV.2.3 Caracterización y análisis retrospectivo de la calidad ambiental del SAR

A continuación, se presenta un análisis retrospectivo general de la región en la que se encuentra el proyecto particularizando, posteriormente, cambios espacio temporales registrados en el Sistema Ambiental Delimitado.

La Región Terrestre Prioritaria (RTP) 146, Dzilam-Ría Lagartos-Yum Balam, la cual comprende a los humedales del norte de Yucatán y Quintana Roo posee, de acuerdo con CONABIO<sup>31</sup>, un alto valor biogeográfico y ecosistémico. Es, desde la perspectiva topográfica, un área relativamente plana y homogénea en la cual predominan los manglares. En ella se tienen dos áreas naturales protegidas de carácter federal: la Reserva de la Biosfera Ría Lagartos y el Área de Protección de Flora y Fauna Yum Balam que es dónde se encuentra la Isla Chica de Holbox que es el Sistema Ambiental Delimitado y, por lo tanto, el ámbito espacial de análisis de esta MIA-P.

#### **IV.2.3.1 Análisis retrospectivo de la calidad ambiental de la región**

En este apartado general se realiza un análisis retrospectivo de la Región Terrestre Prioritaria 146, Dzilam-Ría Lagartos-Yum Balam. La revisión se centra, primordialmente, en señalar el grado de cambio en el tiempo en relación a un estado óptimo relativo en el cual la presencia humana no determinaba, aún, cambios a gran escala que pudieran traducirse en impactos adversos relevantes y visualmente evidentes como la ampliación de la frontera agropecuaria y la fragmentación del hábitat.

La Región posee, de acuerdo con CONABIO, una riqueza específica baja (1, baja). Se pueden encontrar diversas especies tales como la flor de mayo (*Plumeria obtusa*), kuká (*Pseudophoenix sargentii*), chit (*Thrinax radiata*), tasiste (*Acoelorrhaphe wrightii*), palma real (*Roystonea regia*.) y Palma nakás (*Coccothrinax readii*). En cuanto a la fauna, se tienen registros de varias especies de mamíferos en peligro de extinción como el mono araña (*Ateles geoffroyi* subsp. *yucatanensis*), el jaguar (*Panthera onca* subsp. *goldmani*), el ocelote (*Leopardus pardalis* subsp. *pardalis*), el leoncillo (*Puma yagouaroundi*) y tamandúa (*Tamandua mexicana*); entre las aves encontramos al flamenco rosa (*Phoenicopterus ruber*), el cormorán orejón (*Phalacrocorax auritus*), la garza tigre (*Tigrisoma mexicanum*), la cigüeña americana (*Mycteria americana*) entre otras. Además, dada la presencia de manglares, las áreas lagunares y marinas son un importante reservorio y áreas de reproducción y alevinaje de especies pesqueras de interés comercial.

La región tiene como límite al oeste la traza urbana de la Ciudad de Campeche en un continuo costero por el norte de la península de Yucatán se pasa por Celestún dónde se tiene la Reserva de la Biosfera Ría Celestún que es un sitio importante como refugio invernal de aves migratorias y su conformación única que deriva, entre otras cosas, de la combinación del agua dulce proveniente de la Ría Celestún y el agua salada del Golfo de México. Continuando se tiene una amplia superficie con escasa presencia humana en donde se localiza el área natural protegida del estado de Yucatán denominada Zona Sujeta a

---

<sup>31</sup> [http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion/doctos/rtp\\_146.pdf](http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion/doctos/rtp_146.pdf)



Conservación Ecológica El Palmar la cual llega hasta el Puerto de Sisal. Al Noreste de Sisal se tienen dos comunidades costeras que se transforman hacia el turismo que son Chuburná y Chelem; esta última ya ha alcanzado la traza urbana d Puerto Progreso que se convierte, paulatinamente, en una amplia ciudad costera cuyo desarrollo ha implicado la destrucción de manglares y rellenos de lagunas interiores alcanzado ya, al este, Chicxulub Puerto. La franja costera norte de la península se encuentra fraccionada ya que el uso que se la ha dado es, principalmente, turístico y de descanso de fin de semana de la sociedad meridana por lo que este espacio se encuentra particularmente fragmentado a modo de retícula que paulatinamente se ocupa por casas, villas y hoteles pequeños. Siguiendo hacia el este, se localizan San Bruno, Uaymitun y Telchac, en este último sitio se ha construido una marina; continúan, siempre hacia el este, San Crisanto, Chabihau y Santa Clara que son comunidades pesqueras que en las que también se ofrecen servicios turísticos como la pesca deportiva y vistas a las salineras al igual que Dzilam de Bravo que cuenta con una importante flota de pesca ribereña que aún es el soporte de la economía local aunque el ecoturismo se ha convertido en una de las actividades principales de la región. Las Bocas de Dzilam, que es un área natural protegida estatal, así como el Parque Natural San Felipe, constituyen un atractivo que atrae una gran cantidad de turistas locales y foráneos. Las comunidades costeras que siguen son San Felipe que es un pueblo particularmente pintoresco por la presencia de casas de madera. Las calles fueron de arena, de manera semejante a Isla Chica de Holbox, pero fueron recientemente pavimentadas con lo que los visitantes consideran que perdió, en gran medida, su atractivo. Al este se tiene Río Lagartos que es una Reserva de la Biósfera administrada por la CONANP y donde la pesca, el turismo y la sal sostienen la economía. Aquí se encuentra un punto interesante de convergencia entre una actividad semiindustrial y el turismo: Las salineras de Las Coloradas las que, por su color rosa, atraen a visitantes durante todo el año.



Imagen IV-60 En esta zona se observan caminos perpendiculares a la línea de costa que fragmentan el humedal, así como salineras que han modificado el entorno y cuya explotación representa ingresos a las comunidades y empresas locales.



Imagen IV-61 Las Coloradas y San Felipe son comunidades costeras con singularidades que favorecen la presencia turística nacional e internacional.

El Cuyo es otra comunidad costera que, en el pasado, fue un puerto maderero de relevancia en el cual buques nacionales y extranjeros arribaban en busca de la madera de los bosques nororientales. Actualmente se ha convertido en un puerto pesquero y es una zona protegida estatal a cargo de la Secretaría de Desarrollo Urbano y Medio Ambiente de Yucatán. Es la última población costera de este estado.



Imagen IV-62 El Cuyo es una comunidad predominantemente pesquera que paulatinamente se transforma hacia el turismo.

A continuación, se tiene Chiquilá que es el punto de embarque hacia la Isla de Holbox cruzando la laguna Yalahau encontrándose dentro del polígono del Área de Protección de Flora y Fauna Yum Balam. En Cabo Catoche se inicia el estado de Quintana Roo y el Mar Caribe donde la única comunidad costera es Puerto Juárez que se ha sujetado a la tendencia de urbanización y desarrollo turístico de Cancún. En este segmento de la RTP se han edificado macroproyectos turísticos, una marina y grandes propiedades habitacionales desde isla Blanca hasta Puerto Juárez.

La Región bajo análisis, corresponde, claramente, a un ecosistema costero ya que concuerda con la definición normativa expresada en el artículo 3, del inciso XIII Bis de la LEGEPA que define al ecosistema costero de la siguiente manera:

***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.*

La RTP corresponde a una franja costera en la cual únicamente se incluyen comunidades, ciudades y desarrollos costeros. En cuanto a su amplitud, esta es de 2 Km en su comienzo tomado en Campeche y 1.5 Km en su terminación en Puerto Juárez, Quintana Roo.

La anchura promedio de la franja es de 10.47 Km con unos máximos, de la costa hacia el centro de la península de 36.8 y 35.3 Km.



Imagen IV-63 La Región Terrestre Prioritaria 146, Dzilam-Ría Lagartos-Yum Balam, corresponde en su totalidad a una franja que contiene ecosistemas costeros.



Al igual que otros ecosistemas costeros de México y del mundo, los principales elementos de cambio adverso y riesgo ambiental resulta ser el crecimiento urbano desordenado, las actividades industriales laxamente reguladas y la tendencia de transformación socio económica hacia el turismo sin planes o programas claramente definidos.

Tierra adentro algunas de las comunidades hacen uso, principalmente agropecuario y forestal, de la Región y el cual se asocia, socioculturalmente, a la cacería de subsistencia de la cual no se tienen datos que permitan conocer la presión existente sobre la fauna. Este es el caso de poblados como Telchac, San Crisanto, Santa Clara, Dzilam de Bravo y El Cuyo, todos ellos en Yucatán. En Quintana Roo la transformación agropecuaria de la RTP se observa en las proximidades de Chiquilá. En todos los casos estas actividades ocurren fuera de las áreas húmedas aprovechándose las porciones más elevadas para usar el suelo en la producción de productos agrícolas y pecuarios.



Imagen IV-64 En la RTP se presentan acciones desreguladas predominando la cacería de subsistencia y el cambio de uso de suelo de forestal a agropecuario.

De lo anterior se tiene que el análisis retrospectivo de la calidad ambiental de la Región Terrestre Prioritaria 146, Dzilam-Ría Lagartos-Yum Balam arroja, como era de esperarse,

que son las actividades humanas las que imprimen cambios en el paisaje y en la estructura ecológica regional.

Los componentes productores de cambio adverso, impacto ambiental negativo, son aquellos que imprimen nuevos rasgos al paisaje tal como la eliminación de la cubierta vegetal que, a su vez, conlleva áreas relativamente fragmentadas sin cobertura continua para la fauna silvestre, aunque al ser agropecuarias, aún están en capacidad, ciertamente limitada, de ofrecer recursos y cobertura a la fauna que tolera la presencia humana e, incluso, se desarrolla apropiadamente en espacios perturbados.

Las tendencias principales de deterioro observadas a nivel de la RTP son:

- Tala de vegetación nativa/ pérdida de hábitat
- Fragmentación/deterioro del hábitat
- Disminución de poblaciones de flora y fauna
- Disminución variación en la riqueza específica de flora y fauna
- Ampliación de las trazas urbanas
- Ampliación de las industrias salineras
- Generación de residuos sólidos de municipales y de manejo especial
- Presencia de especies ferales e invasoras

El avance de la frontera agropecuaria y las nuevas tendencias turísticas son, en principio y al grado de análisis realizado en el marco de esta MIA-P, los principales agentes de cambio siendo capaces de desencadenar otros procesos adversos tales como la defaunación y el incremento en la producción de residuos sólidos municipales y de manejo especial muchos de los cuales no son gestionados siendo arrojados a la vera de las carreteras y caminos.

En cuanto al manglar se observa que la presión sobre este ensamble pudo haber disminuido después de la publicación de la NOM-022-SEMARNAT-2003 y la inclusión del artículo 60 Ter a la Ley General de Vida Silvestre.



Imagen IV-65 Afectaciones al humedal en Chiquilá, se observa un cambio adverso importante que inicia en 2011.

#### **IV.2.3.2 Análisis retrospectivo de la calidad ambiental del Sistema Ambiental Delimitado**

El Sistema Ambiental Delimitado es el área de análisis de esta MIA-P. Corresponde a la Isla Chica de Holbox en la cual existe un entorno ocupado por una traza urbana y una línea de costa sobre la cual se han desarrollado obras de tipo turístico-recreativas; ambas se encuentran inmersas dentro de una amplia matriz aun predominantemente natural.

Las tendencias en la Isla Chica de Holbox se asocian al crecimiento urbano que, si bien ocurren en un espacio definido para ello, es claro que una gran parte de las construcciones carecen de las autorizaciones en materia de cambio de uso de suelo forestal y de impacto ambiental. Es frecuente encontrar obras y predios clausurados por la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA).

Entre el 20 y 23 de marzo del presente (2018) la PROFEPA realizó un operativo de verificación del cumplimiento de la normatividad ambiental en diversos predios y proyectos resultando de ello 34 acciones, 17 en materia de cambio de uso de suelo forestal y 17 relativas al impacto ambiental; de ello derivaron 16 clausuras totales temporales y cinco clausuras parciales.

La remoción de mangle es un lugar común en los casos de predios clausurados lo que implica que la presión sobre este ensamble no deja de ser constante.

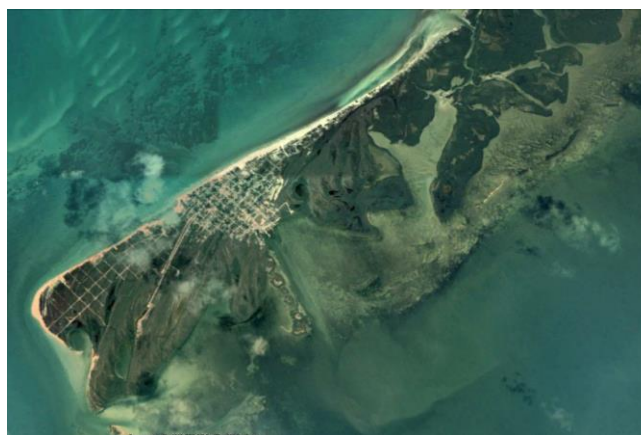
Por otra parte, la isla ha presentado problema en los servicios de conducción y tratamiento de aguas residuales lo cual ya ha sido abordado por la Comisión de Agua Potable y Alcantarillado y los gobiernos estatal y municipal. También se han hecho mejoras para ampliar y mejorar la cobertura de agua potable y electricidad, así como la recolección de residuos sólidos municipales.

Los problemas referentes a los servicios públicos indican que éstos no han sido mejorados en el tiempo y su colapso parcial en agosto de 2017 no necesariamente indica una crisis ambiental en la isla, pero sí una limitada capacidad y una modernización y acondicionamiento pospuestos.

La ocupación espacial urbana se tiene claramente registrada desde el año 2003 donde las calles de la ampliación poniente presentan el trazo simétrico decidido para formar las calles.



Año 2003



Año 2005





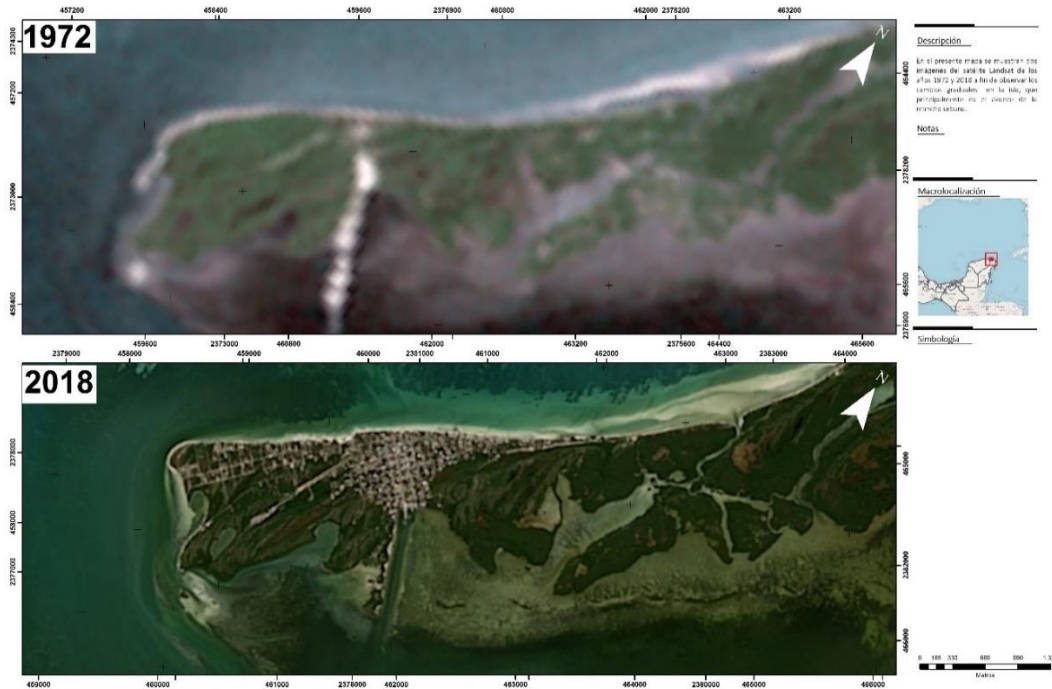
Año 2009



Año 2016

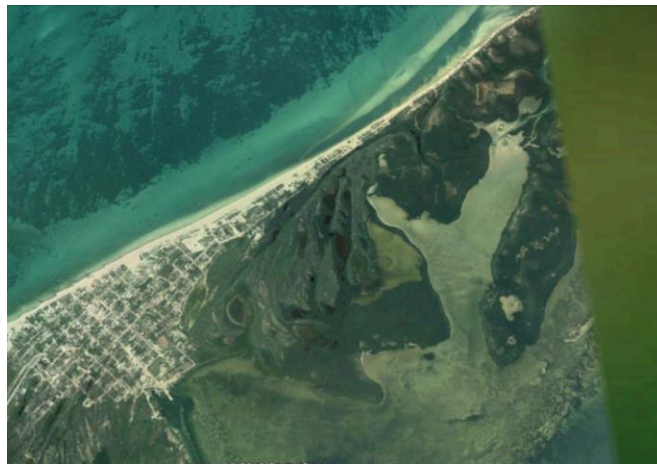
Las imágenes anteriores muestran que, en Holbox, la traza urbana no se ha sujetado a una expansión desmedida ya que mantiene la misma cobertura y forma de la retícula desde el año 2005. No obstante, el desarrollo de viviendas y centros de hospedaje ha ocurrido en ella ocupando paulatinamente el espacio que fue definido para ello. En número de unidades de alojamiento se estima, actualmente, en 589 cuartos repartidos en un total de 56 instalaciones hoteleras.

La siguiente comparación realizada con imágenes Landsat, desgraciadamente de resolución distinta dada por los sensores remotos existentes en 1972, deja ver que el elemento transformador del paisaje es el crecimiento urbano.



Para Isla Chica de Holbox se tiene que la estructura urbana de la isla se basa en una zona central que acumula la mayoría de los servicios turísticos y administrativos. Presenta un trazo vial ortogonal en el centro de la mancha urbana y lineal e irregular al desarrollarse las vías siguiendo la conformación de la isla. Al momento se observa que son las áreas naturales conformadas principalmente por manglares y cuerpos de agua los elementos que han limitado el crecimiento. Esto impone la realidad de que cualquier otra apertura de zonas habitacionales u hoteleras conllevará un elevado costo ambiental.

La densificación de la isla, sobre la misma traza, se expone a continuación:



2003



2017

En esta misma superficie, estimada en 114.11 Ha ya conformadas y saturadas, así como 229.82 incluyendo las zonas que actualmente se urbanizan, se tiene que:

El área destinada a la lotificación es de 180.86 hectáreas, de las cuales 44.93 hectáreas están ocupadas y representan el 24.84% del área, quedando disponibles aproximadamente 135.93 hectáreas para el crecimiento urbano, turístico y áreas verdes. Las calles y banquetas corresponden a 48.96 hectáreas.

Casi todas las construcciones son de block, concreto y madera en uno a dos niveles, aunque ya se presentan aisladamente construcciones de 3 niveles. Se encuentran algunas construcciones de madera que conservan la tipología de la arquitectura caribeña.

El uso del suelo que predomina es la vivienda con 49.79% del área ocupada, el turístico ocupa el 24.26%, el 10.41% lo ocupa el comercio, el 5.23% son edificaciones mixtas comercio-vivienda y el 10.31% está ocupado por el equipamiento y parques. El uso habitacional se ubica principalmente en el área central, se trata principalmente de uso habitacional unifamiliar.

Los usos comercial y mixto se ubican en la parte central del poblado donde también se concentran los principales servicios administrativos, eclesiásticos y equipamiento urbano.

Los hoteles se desarrollan a lo largo de la costa rumbo al noreste y al suroeste las viviendas residenciales.

Lo anterior muestra que los límites de desarrollo se impusieron por sí mismos y que la ampliación de la traza urbana, en caso de realizarse, puede resultar en un proceso complejo que deberá de valorarse cuidadosamente.

En la situación actual, que se define por la imposibilidad de aumentar la traza urbanizada, se tiene que los recursos y ensambles naturales aún predominan en el SAD donde los espacios actualmente modificados alcanzan el 25%.

#### IV.2.4 Características del ámbito predial como sitio de intervención.

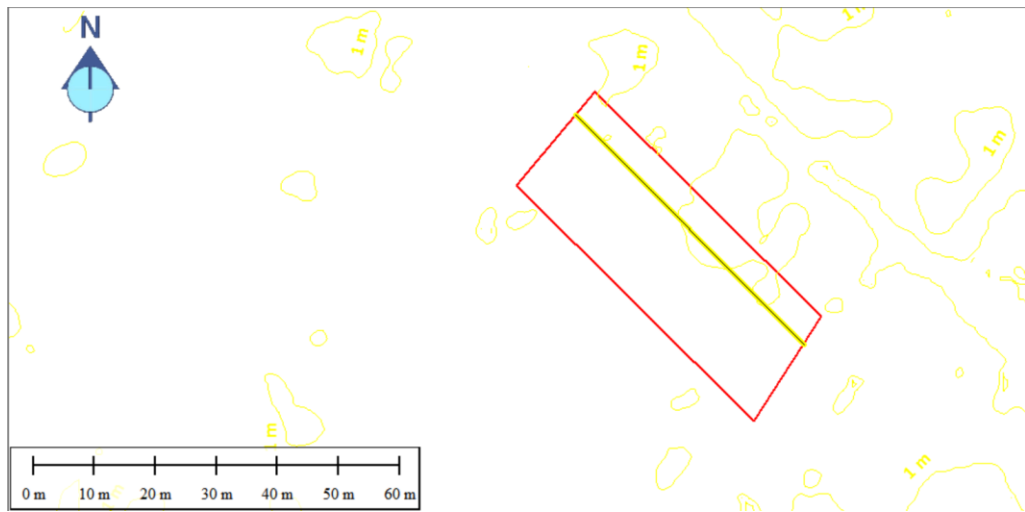
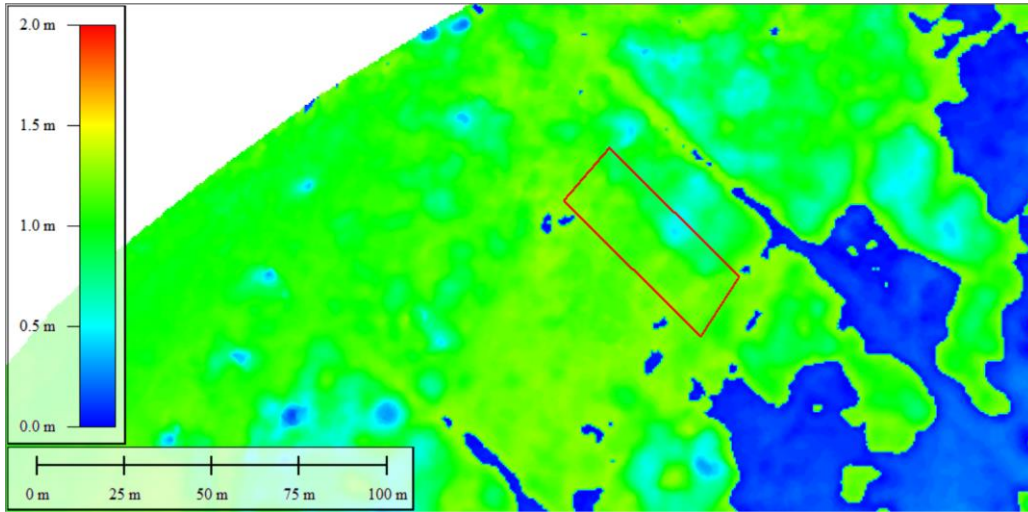
El predio se presenta como un espacio con un relieve topográfico relativamente plano con pendientes suaves que van de menor a mayor en dirección noroeste-sureste. A partir de los 0 msnmm en la línea costera, se inicia una suave pendiente ascendente hasta alcanzar entre 1.7 y 1.9 msnmm. En el frente costero no se percibe una duna consolidada.

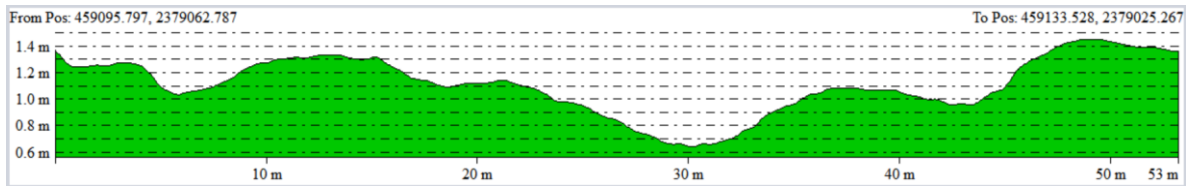
Utilizando la ortofoto de alta resolución obtenida, se está en posibilidad de definir, también, atributos prediales relevantes que se exponen a continuación.



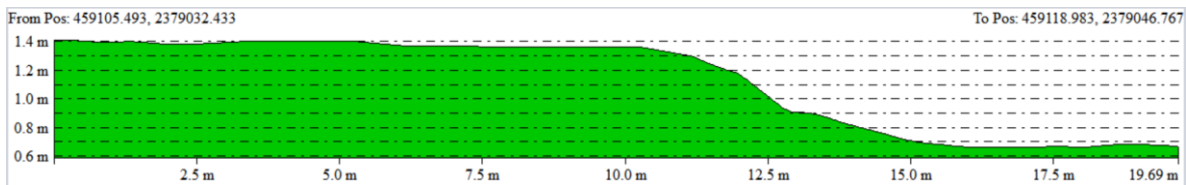
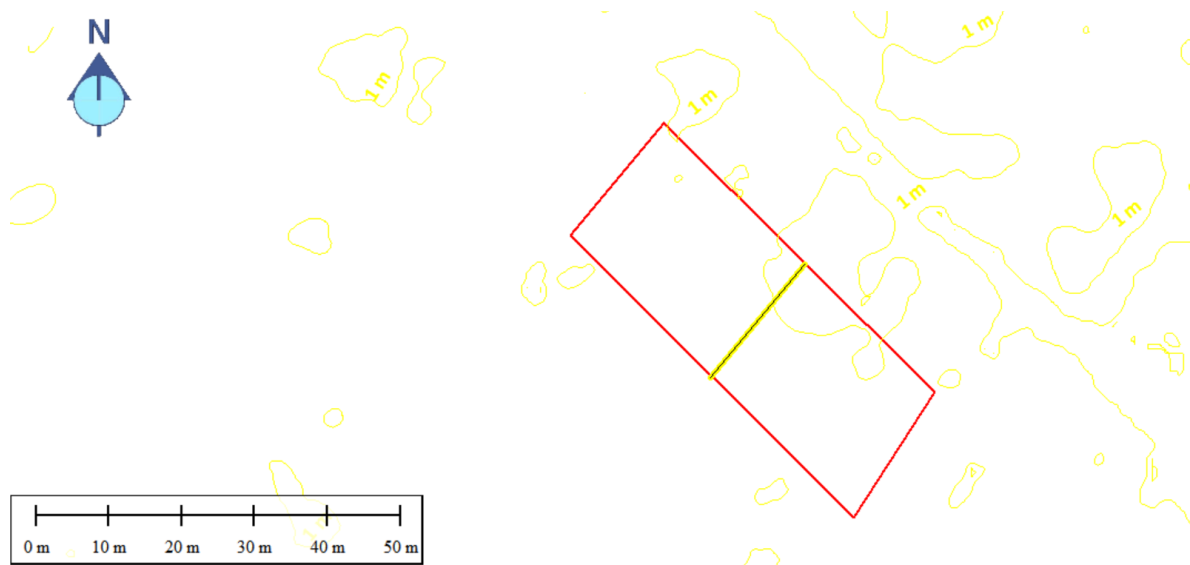
La propiedad se encuentra dentro de la traza urbana de la Isla de Holbox (Isla Chica) por lo que las obras y actividades de este proyecto no ocurren en un sitio natural. Respecto a los cuerpos de agua, la propiedad se ubica a 60 m de la costa marina (Golfo de México); a 1,240 m de la laguna Yalahau y a 500 m de una cuenca inundada con mangle. Por otra parte, también utilizando ortofoto de alta resolución, se llevó a cabo un proceso fotogramétrico digital mediante el software *Photoscan* de *Agisoft* a través del cual se logró un Modelo Digital de Superficie (MDS) con una resolución de 60.3 cm por pixel mismo que permite un análisis puntual de la propiedad.





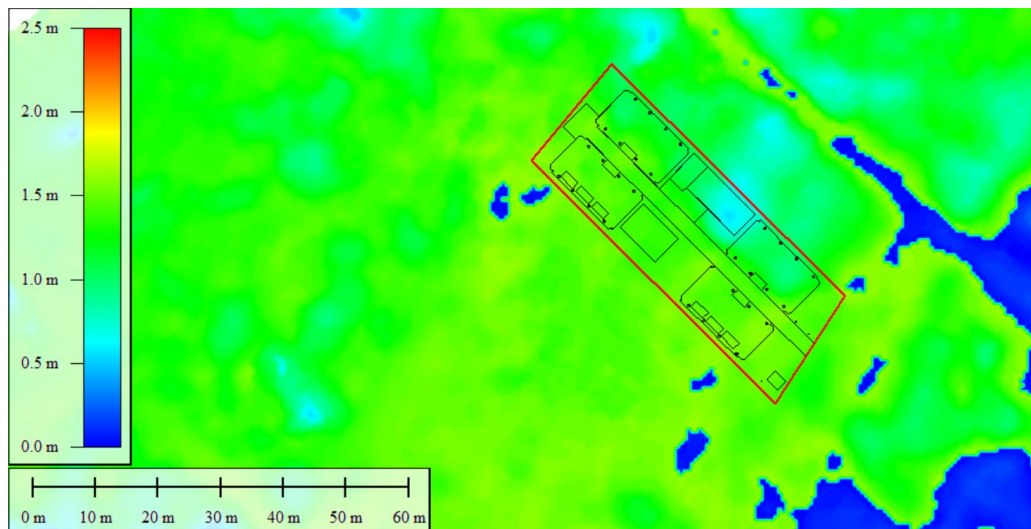
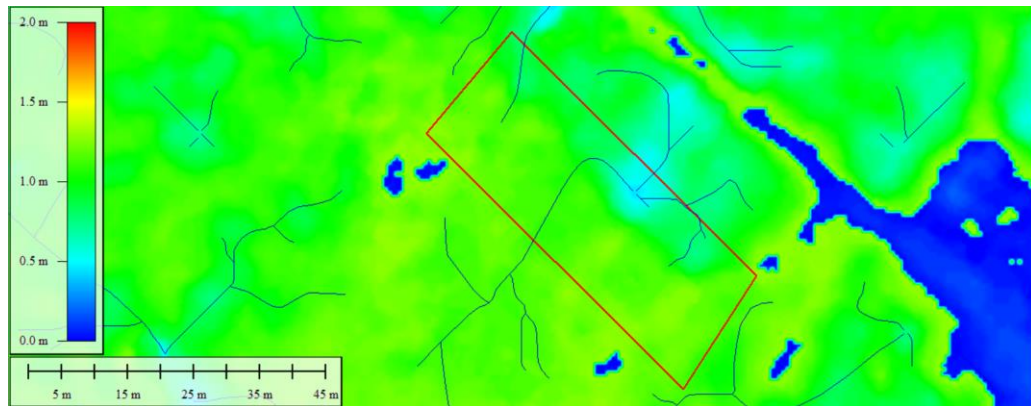
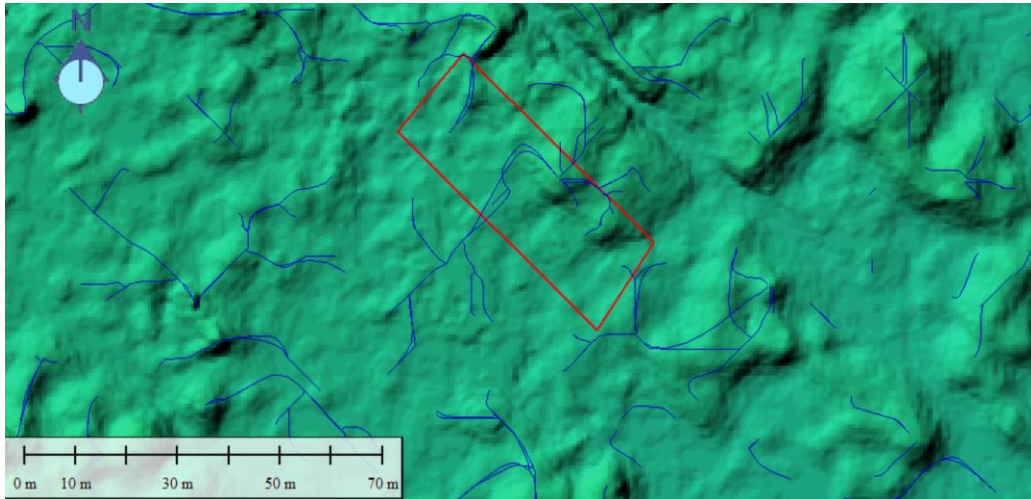


El perfil longitudinal muestra que el terreno es predominantemente plano encontrándose entre las cotas 1.4 al noroeste y 0.6 al sureste, es decir que presenta una pendiente leve.



En cuanto al perfil transversal la propiedad se muestra, también, predominantemente plana encontrándose entre las cotas 1.4 al suroeste y 0.6 al noreste, es decir que presenta una pendiente leve. El terreno es topográficamente plano y no presenta bajos inundables.





Los resultados del análisis de escorrentías superficiales indica su existencia y escurrimiento potencial. No obstante, éstas son efímeras dada la alta permeabilidad del suelo. Siendo que el terreno es prácticamente plano, no se espera acumulación de agua más que aquella que pudiera aflorar del freático somero en una conjunción de pleamar con lluvia torrencial en

la porción más baja; la permeabilidad del suelo permitirá la restitución natural del nivel del agua, como ocurre en la condición actual (sin proyecto), al minimizar el sellamiento del suelo.

En la zona urbana no existe una red de drenaje pluvial y el uso de vehículos menores ha provocado que el material de las calles, que es arena, se compacte en puntos a tal grado que no permite una filtración continua al subsuelo por lo que es frecuente, en temporada de lluvias, que se presenten encharcamientos. La administración municipal está realizando trabajos para contrarrestar este problema mediante pozos de absorción.

Estos atributos del espacio predial y del entono fueron considerados por los diseñadores del proyecto haciendo los ajustes pertinentes para evitar su fragmentación hidrológica procurando así la máxima integración ambiental.

#### **IV.2.5 Análisis geohidrológico.**

En esta zona, como prácticamente en toda la Península de Yucatán, no existen corrientes superficiales debido a que la alta permeabilidad de las calizas provoca una rápida penetración del agua hacia el nivel freático.

La erosión vertical y superficial provocada por el agua forma conos de disolución en la superficie, conductos y cavernas subterráneas a través de las cuales el agua fluye con gradiente prácticamente paralelo al relieve casi horizontal del terreno favorecido por el incremento en el nivel piezómetro que regula la dirección del flujo de acuerdo a la formación geológica considerando que la plataforma caliza puede considerarse como un medio homogéneo con relación al acuífero costero kárstico que fluye en su interior.

La conformación de la matriz de suelo en la zona de desarrollo del proyecto está conformada por un espesor de arenas de hasta 5 metros de profundidad y la presencia del nivel freático a 90 cm de profundidad aproximadamente coincidiendo en ocasiones con el nivel del suelo y su profundidad solo varía en relación con el relieve.

En este contexto, y como se mencionó previamente, la profundidad del nivel freático varía y es influenciada directamente por precipitaciones pluviales y mareas ya que a esta profundidad sub superficial el agua fluye conforme los cambios mareales y la resistencia que ejerce la misma o bien al bajar la marea se favorece el desplazamiento del agua radialmente hacia el mar y la laguna.

La marea, de acuerdo a la carta de mareas para la estación más cercana (Cancún, Quintana Roo), indica una pleamar máxima registrada 0,4 m y la altura mínima de -0,1 m con lo que la variación esperada puede llegar a los 0.5 metros.

En cuanto al subsuelo se tiene que después de aproximadamente 5 metros de profundidad se encuentra un manto de material de roca arenisca consolidada que en el interior de su matriz presenta formaciones de roca masiva caliza.

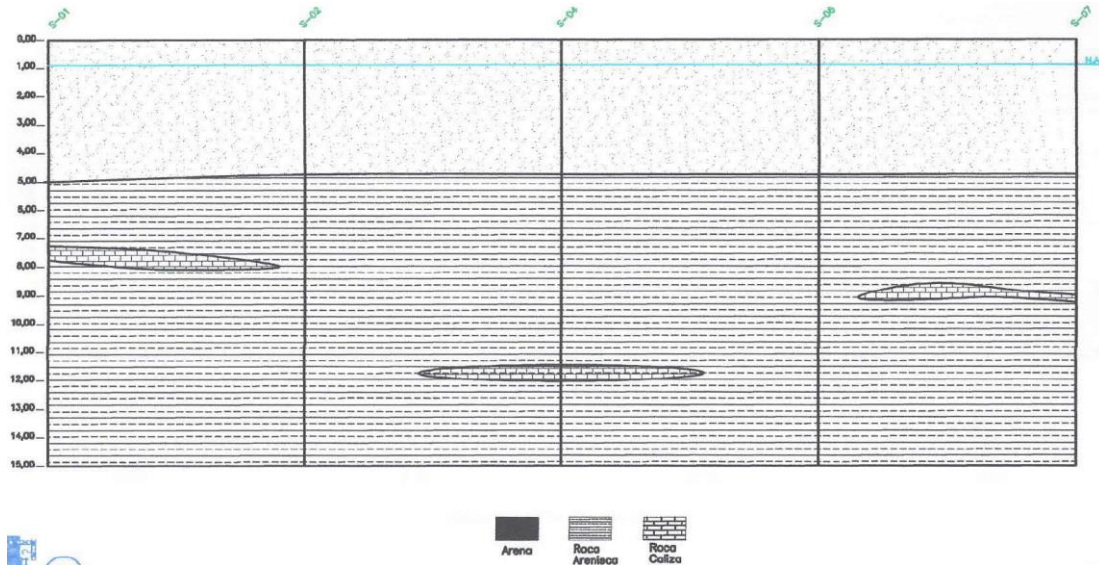
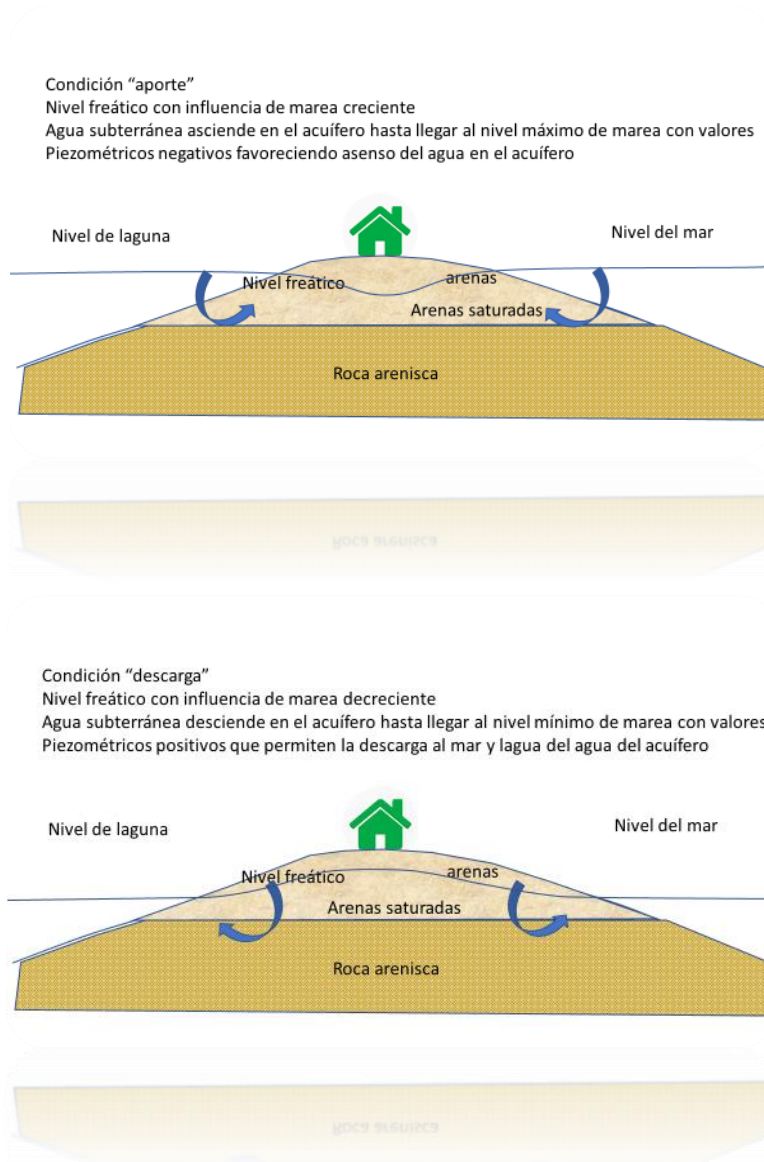


Imagen IV-66 Mecánica de suelos de la localidad que muestra las condiciones del subsuelo.

De acuerdo con las propiedades del subsuelo y mareas se tiene que el comportamiento que el agua debe de presentar en el sitio se corresponde con una red de equipotenciales que dominan la tendencia con flujo preferentemente norte sur o sur norte regido por la intensidad de las mareas.

Lo anterior se muestra en las imágenes siguientes:





El flujo regional del acuífero tiene una tendencia general sur norte, tal y como se presenta en la siguiente figura sin dejar de acotar que, en la franja de la isla, y en menor grado en la costa de la península, la influencia de las mareas es determinante en el ascenso y descenso, así como en la tendencia de flujo en el acuífero que, de acuerdo con las averiguaciones realizadas es norte-sur, sur-norte.



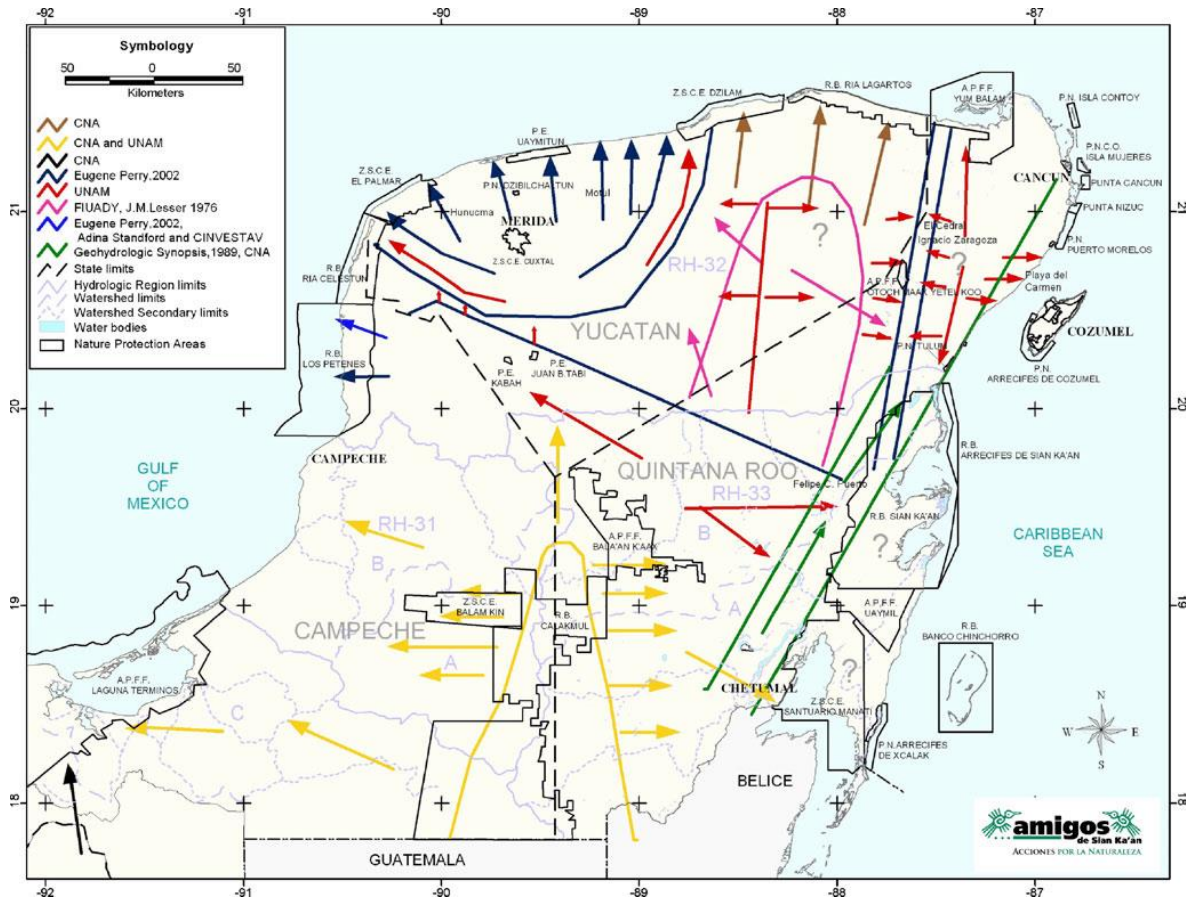


Imagen IV-67 ,Mapa regional de consenso de flujos de aguas subterráneas<sup>32</sup>.

Referencias de la imagen: CNA Comisión Nacional del Agua; UNAM Universidad Nacional Autónoma de México; Eugene Perry (Perry E, Velazquez-Oliman G, Marín L (2002) *The hydrogeochemistry of the karst aquifer system of the northern Yucatan Peninsula, Mexico*. Int Geol Rev 44(3):191–221 FIUADY Universidad Autónoma de Yucatán, Lesser (1976); CINVESTAV Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional.

En la imagen anterior las fallas o fracturas de la plataforma se indican con líneas aserradas y las direcciones de flujo de agua subterránea con flechas grandes y con estrellas donde no hay certeza. (Perry, E.C., Velázquez–Oliman & R.A. Socki, 2003).

Por otra parte, a nivel local, se tiene el nivel freático subsuperficial que aflora al sujetarse a mareas y a la lluvia.

<sup>32</sup> Amigos de Sian Ka'an 2003 en Bauer-Gottwein; Bibi R. N. et al *Review: The Yucatán Peninsula karst aquifer, Mexico*. Hydrogeology Journal (2011) 19: 507–524

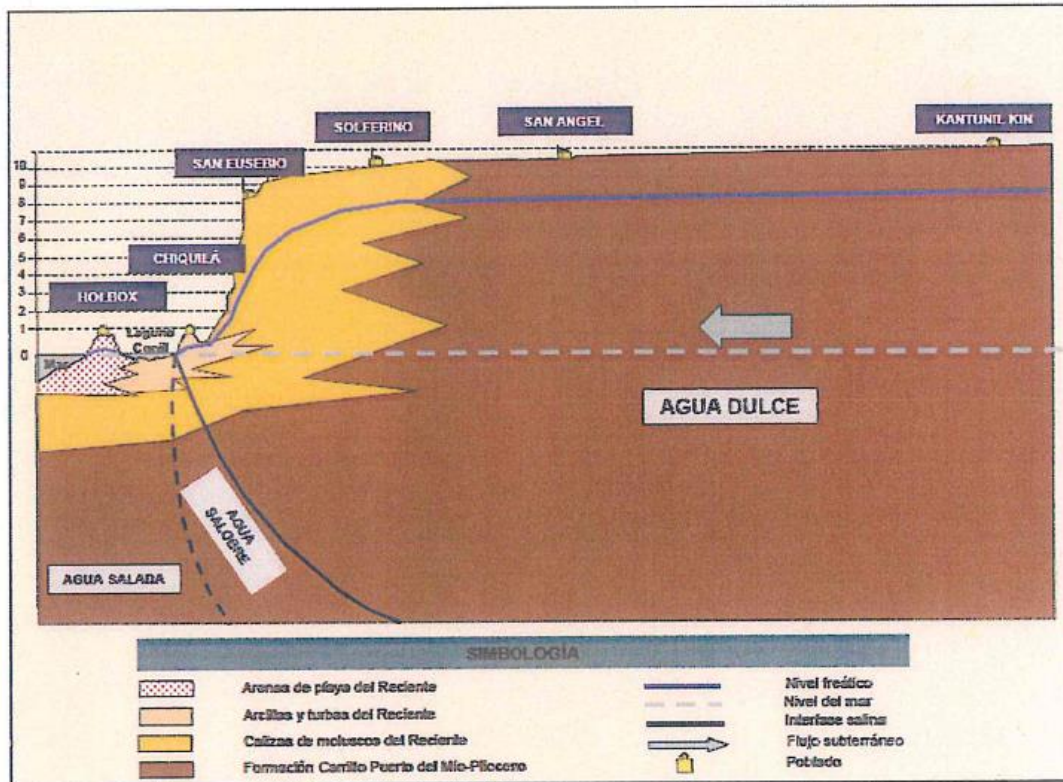


Imagen IV-68 Esquema litológico y salida del agua del acuífero del municipio de Lázaro Cárdenas, Quintana Roo según Back W. y Hanshaw BB (1980).

Es importante indicar que, en la Isla Chica de Holbox, dada su ubicación y propiedades geohidrológicas, no cuenta con acuíferos con agua dulce que puedan ser utilizados por lo que el agua potable es proporcionada por la Comisión de Agua Potable y Alcantarillado de Quintana Roo la cual es la responsable de la prestación de este servicio. Para lo anterior, se han perforado dos nuevos pozos de extracción en Chiquilá que aportarán 20 litros de agua por segundo más con lo que se tendrá una dotación de 43 l/s para enviar a Holbox con lo que se cubre la demanda. Por otra parte, la misma dependencia sustituirá 650 metros lineales de tubería de 6 pulgadas por una de 10 pulgadas de diámetro realizando también adecuaciones al cárcamo principal en Chiquilá para asegurar el servicio en la isla.

#### IV.2.5.1 Medio abiótico

##### IV.2.5.1.1 Temperatura media anual

México posee una diversidad de climas dadas sus condiciones geográficas y orográficas; por ejemplo, al Norte del paralelo 24 se tienen las temperaturas más bajas durante los meses de invierno, mientras que al Sur del paralelo la temperatura es constante y solo varía en función de la elevación.



En este caso, para determinar la temperatura media anual en el SAD se identificó la estación meteorológica más cercana a este, siendo la número **23-009 “Isla de Holbox, Isla Mujeres”** a 7.20 kilómetros al Noroeste con un valor de 26.4°C

Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
<b>Temperatura media</b>	24.8	24.8	25.8	26.4	27	27.1	27.3	27.4	27.4	26.8	26.2	25.3
<b>26.4</b>												

#### IV.2.5.1.2 Clima

la carta vectorial publicada por el INEGI indica que el clima es cálido subhúmedo con clave Aw0(x'), la cual tiene las siguientes características:

Clima	Descripción
<b>Aw0(x')</b>	Cálido subhúmedo, temperatura media anual mayor de 22°C y temperatura del mes más frío mayor de 18°C. Precipitación del mes más seco entre 0 y 60 mm; llluvias de verano con índice P/T menor de 43.2 y porcentaje de lluvia invernal del 5% al 10.2% del total anual.

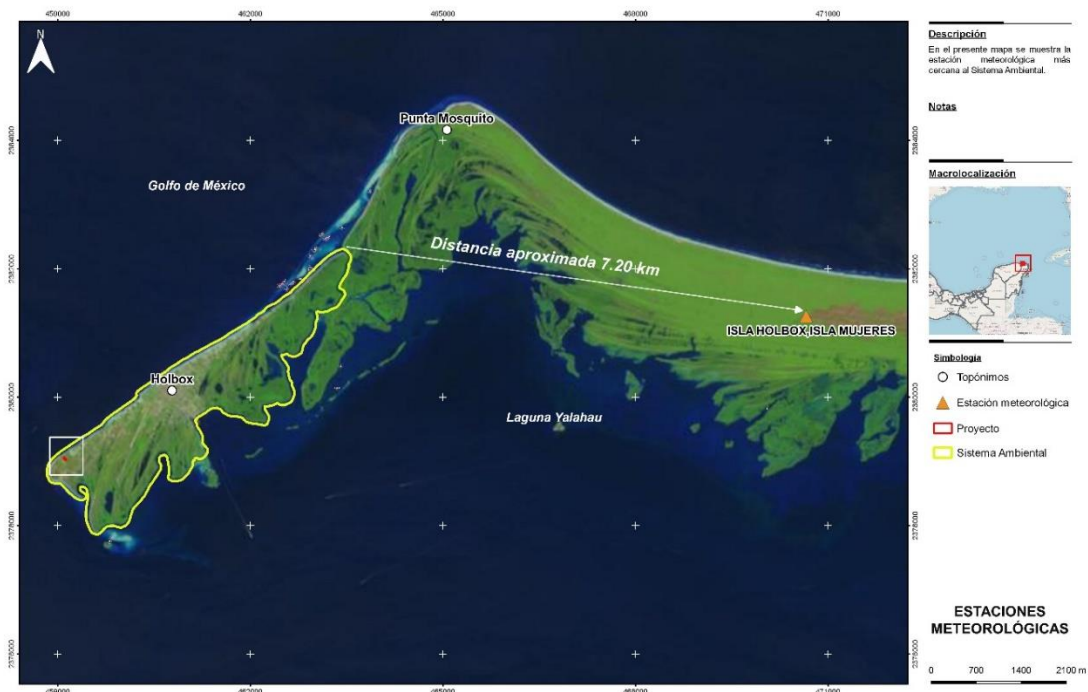


Imagen IV-69 Clima de acuerdo con la carta vectorial publicada por el INEGI

#### IV.2.5.1.3 Geología

De acuerdo con la carta vectorial publicada por el INEGI el proyecto se encuentra en suelo de la era cenozoica del sistema cuaternario.

El suelo se define como la acumulación de material granular suelto producto de los procesos de erosión e intemperismos.

Holbox (Isla Chica e Isla Grande) se desplanta como una formación geológica reciente que es producto de procesos acumulativos. Es entonces un a isla de barrera muy dinámica donde el transporte de sedimentos, paralelo a la costa, es uno de los principales fenómenos que modifican su perfil sujetándola a procesos de acreción-erosión que tienen lugar en sus costas.

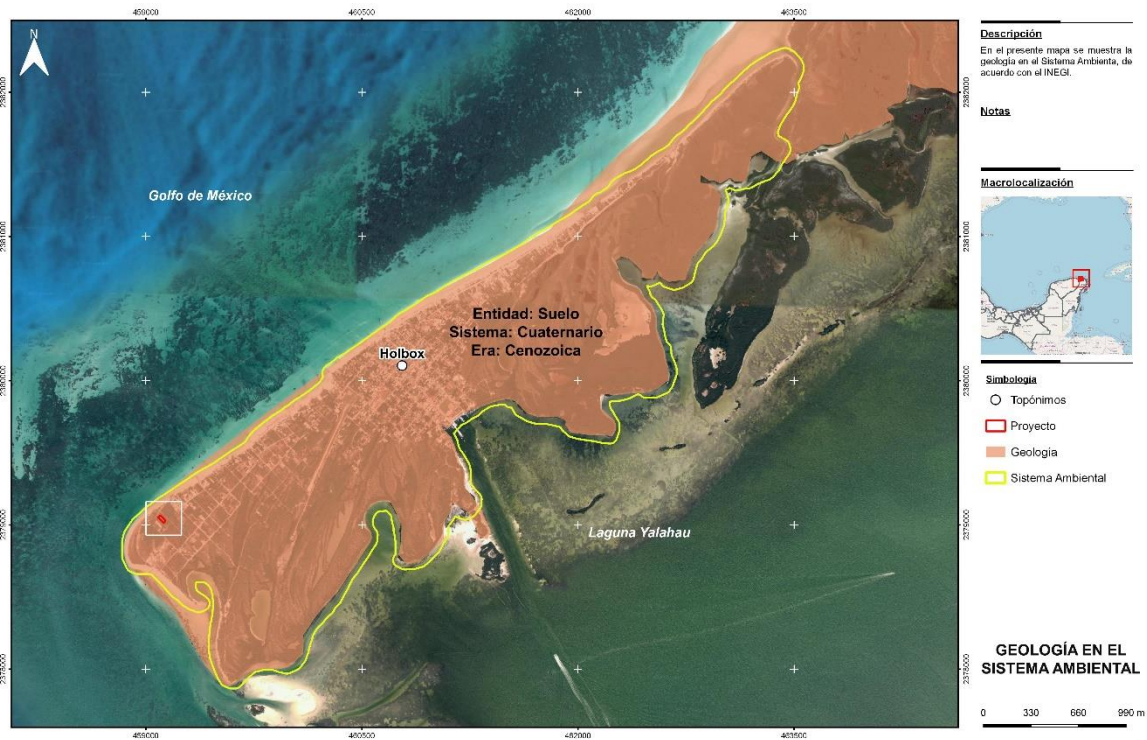
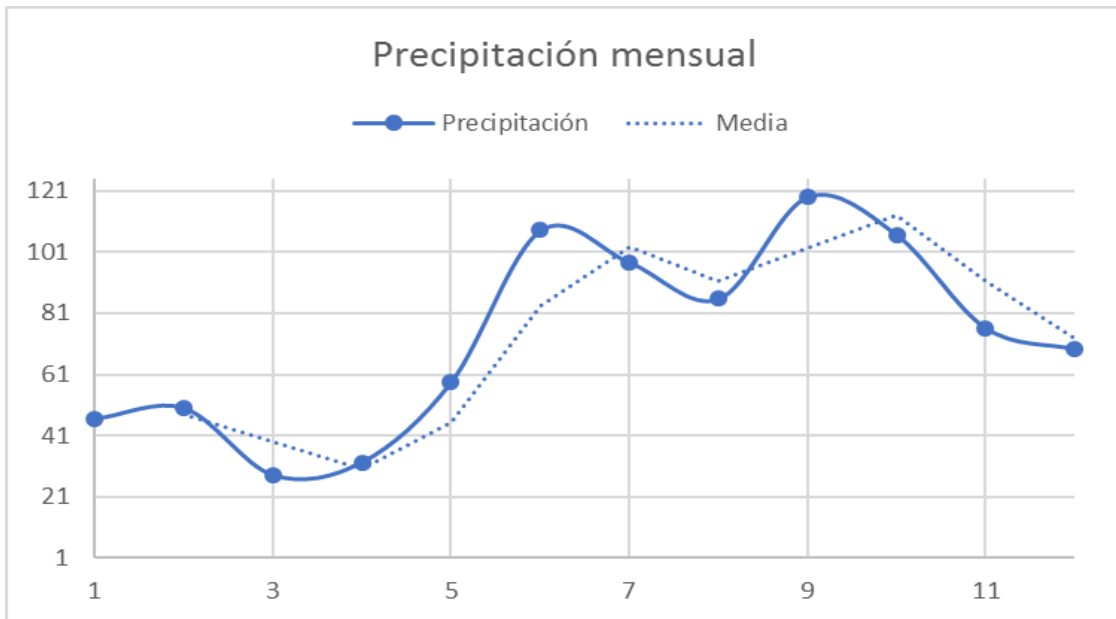


Imagen IV-70 Geología de acuerdo con el INEGI.

#### IV.2.5.1.4 Precipitación

De acuerdo con la estación meteorológica 23009 Isla Holbox, Isla Mujeres la precipitación anual es de 877.70 mm.

Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Precipitación	46.5	49.9	28	32.3	58.6	108.1	97.6	85.7	119.1	106.6	76.1	69.2
877.70												



#### IV.2.5.2 Medio socioeconómico

##### Demografía y proyecciones

De acuerdo al Censo general de población del INEGI para el año 2010, la población de Holbox se estimó alrededor de mil quinientos habitantes. En el siguiente cuadro se muestran los indicadores de población de: Holbox, el municipio de Lázaro Cárdenas y el estado de Quintana Roo.

LOCALIDAD	TOTAL	%
Quintana Roo	1,325,578	100
Lázaro Cárdenas	25,333	1.9
Holbox	1484	5.9

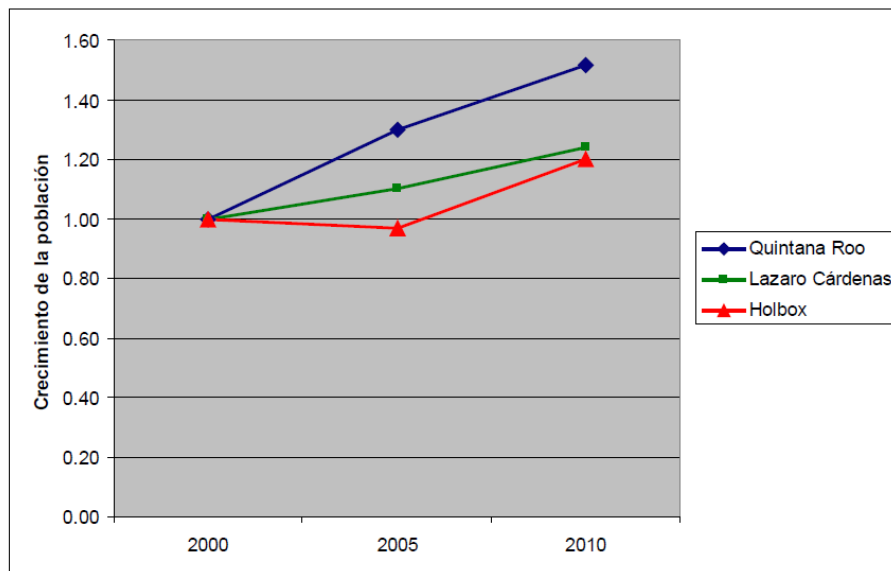
En el municipio de Lázaro Cárdenas vive alrededor del 2 % de la población total del estado de Quintana Roo mientras que en Holbox habita alrededor del 6 % de la población total del municipio.

La población de Holbox ha tenido un crecimiento menor al observado en el municipio, y sobre todo el del estado de Quintana Roo. Incluso Holbox tiene una merma en su población en el Censo de Población del año 2005. Esta información se presenta en el siguiente cuadro<sup>33</sup>.

LOCALIDAD	2000	2005	2010	Tasa Media de Crecimiento Anual (TMCA)
Quintana Roo	874,963	1,135,309	1,325,578	4.24 %
Lázaro Cárdenas	20,411	22,434	25,333	2.18%
Holbox	1,237	1,198	1,486	1.85%

Los datos disponibles muestran que a población de Holbox ha tenido un crecimiento menor al observado en el municipio y en el estado. Incluso, Holbox mostró tiene una reducción poblacional documentado en el Censo de Población del año 2005.

El crecimiento nominal de la población en el estado y el municipio, así como la evolución nominal de Holbox se muestran en la siguiente gráfica:

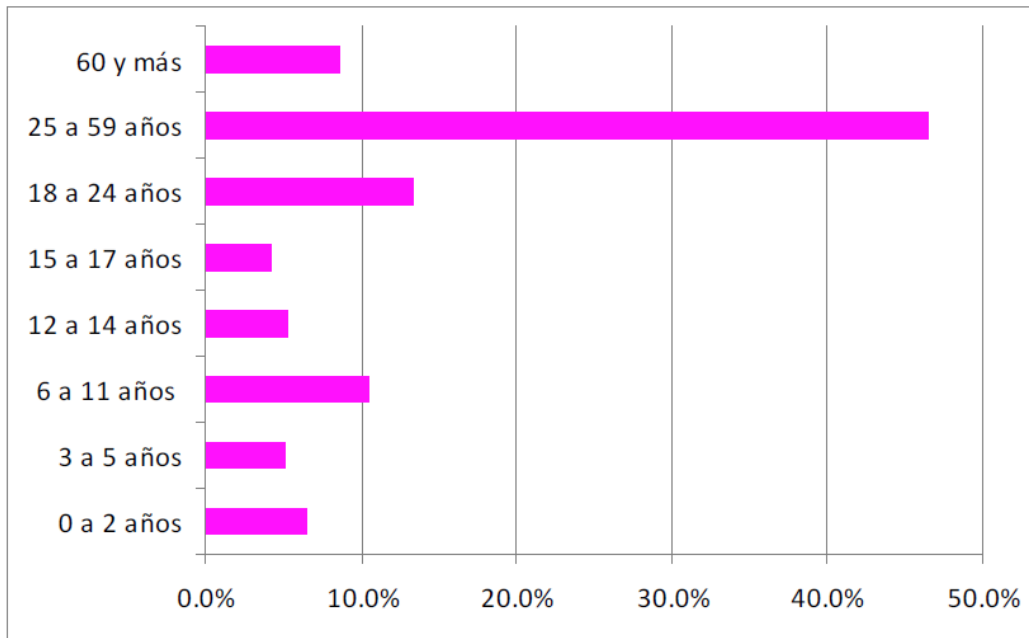


<sup>33</sup>INEGI. Censo de Población y Vivienda 2010. ITER Censo de Población 2005 y Censo de Población y Vivienda 2000

En cuanto a la distribución de géneros se tiene que en Holbox el 51.9 de los habitantes son hombres y el 48.1% mujeres.

Los grupos de edad en la isla son los siguientes:

GRUPOS	%
0 A 2 AÑOS	6.5
3 A 5 AÑOS	5.1
6 A 11 AÑOS	10.4
12 A 14 AÑOS	5.2
15 A 17 AÑOS	4.3
18 A 24 AÑOS	13.3
25 A 59 AÑOS	46.5
60 AÑOS O MÁS	8.6

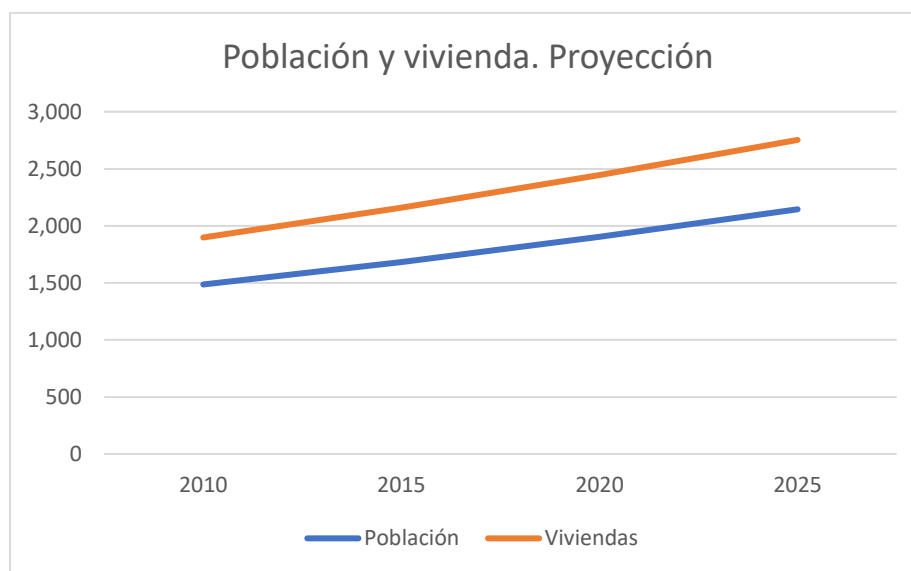


### **Tendencias**

*El Estudio que Permita Establecer las Proporciones y Límites de Cambio Aceptable para el Ordenamiento del Asentamiento Humano de la Isla Chica de Holbox, Municipio de Lázaro Cárdenas en el Área de Protección de Flora y Fauna Yum Balam (PLICAAH Holbox) presenta información interesante respecto a la población actual de Isla Holbox y sus proyecciones.*

La proyección de población y vivienda para la Isla Chica, según CONAPO, es la siguiente:

HOLBOX	2010	2015	2020	2025
Población	1,486	1,683	1,905	2,145
Viviendas	412	477	540	608



El pronóstico tendencial para población y vivienda arroja tres escenarios

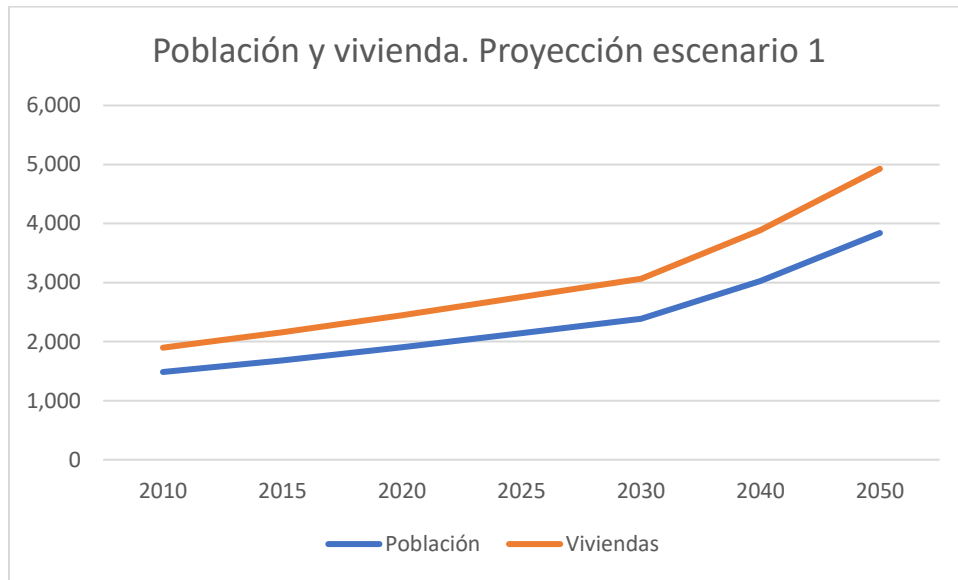
- 1) Es un escenario conservador. Parte de las proyecciones que considera el Consejo Nacional de Población en sus estimaciones por municipio hasta el año 2030; proyectándolas hasta el año 2050.
- 2) Este escenario se basa en los parámetros que se han establecido para Holbox en el cuanto al crecimiento urbano posible, dadas las características y restricciones que tiene la zona de estudio. Es decir, la capacidad de carga urbana teórica que puede contener el total del área de desarrollo de Holbox.
- 3) La tercera alternativa se basa en la correspondencia que se establece del crecimiento poblacional con sus respectivos requerimientos urbanos, en un área dedicada al turismo.

### ESCENARIO 1

El Consejo Nacional de Población establece una tasa media de crecimiento anual, en el periodo 2010-2030, para la localidad de Holbox de 2.4 % anual; que resulta ser un poco más baja que la proyectada para el Estado de Quintana Roo en el mismo período que es de 2.54 % anual. Lo anterior significa que la población de Holbox se incrementará en 2,354



habitantes para el año 2050; que significa un incremento total del 158 %. Esto es, un incremento de 1.5 veces la población actual.

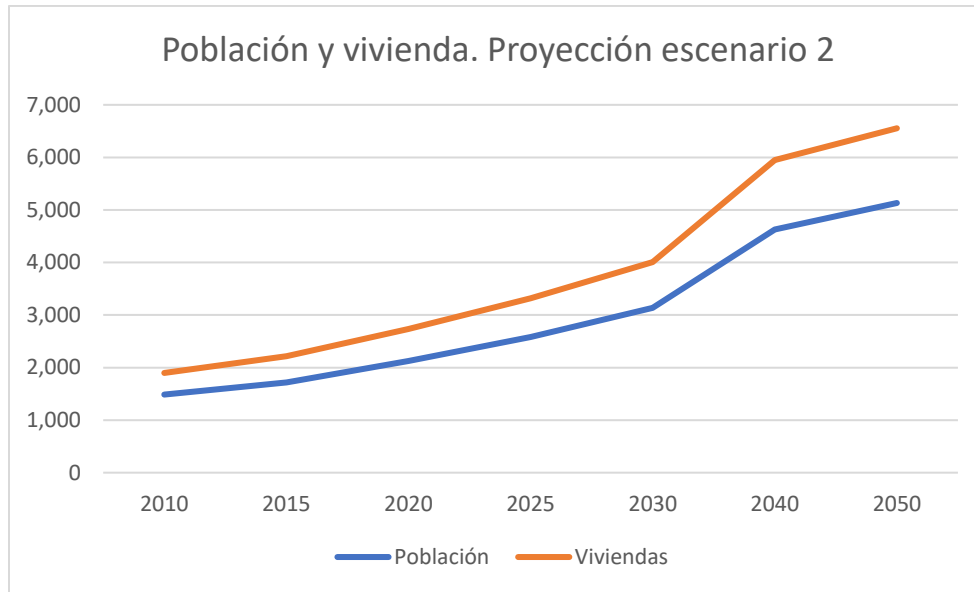


HOLBOX	2010	2015	2020	2025	2030	2040	2050
Población	1,486	1,683	1,905	2,145	2,389	3,029	3,840
Viviendas	412	477	540	608	677	858	1,088

Este escenario implica la posibilidad de que sea rebasada la capacidad de carga de la zona y que resulte necesario intervenir espacios naturales para dar cupo, a partir del año o proyección 2025, al desarrollo urbano o bien dar paso a edificaciones verticales multifamiliares.

## ESCENARIO 2

Parte de la premisa de que la isla no debe de rebasar el umbral de 5,200 habitantes en el año 2050. Se asume la isla como un escenario regulado por un PDU y lotificado con usos de suelo claramente designados.



HOLBOX	2010	2015	2020	2025	2030	2040	2050
Población	1,486	1,715	2,127	2,583	3,137	4,627	5,132
Viviendas	412	500	608	738	869	1322	1422

Este escenario impone un límite en el número de viviendas por lo que si la población rebasa el número de habitantes asignado debería de considerarse la gestión de la ampliación de otros centros de población

### ESCENARIO 3

Crecimiento asociado al turismo. Se considera un crecimiento poblacional estimado de al menos 15 habitantes por cuarto de hotel. Para Cancún, en 2005, se tenían 28, 861 cuartos y una población de 572,973, es decir 19.85 personas por cada habitación en operación. En otros estudios se ubica este índice en 14.2 habitantes por espacio de alojamiento.

Esta proyección considera el índice máximo de habitantes por cuarto de hotel en operación que pudieran permitirse que vivieran permanentemente en la zona de estudio. El parámetro utilizado fue el número de empleos directos generados por un cuarto de hotel de categoría turística, que oscila entre 1.7 y 2 directos por cuarto.

De los 7.8 millones de turistas que visitan Quintana Roo anualmente, se estima que Holbox capta el 0.69%, es decir 54,306.

Aplicando la siguiente fórmula se estima un número de cuartos futuros:

$$\frac{\text{turistas} * \text{estadia}}{\text{densidad} * \text{FO} * 365} = \text{Cuartos}$$

### Supuestos empleados.

Estadía: 4.7 días

Ocupación: 60% F.O

Densidad: 2 pax/cuarto

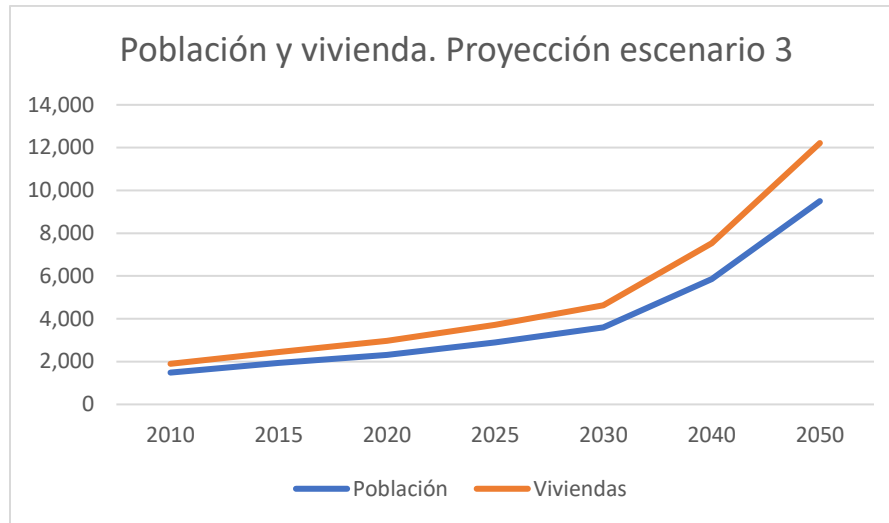
### Resultados

	2010	2015	2020	2025	2030	2040	2050
Turistas	54,306	71,713	93,656	122,409	159,958	272,949	465,965
Cuartos	589	770	1,005	1,314	1,716	2,929	5,000

El cálculo de la población residente en Isla Chica estaría determinado por el índice de empleos directos por cuarto, lo que arroja lo siguiente:

	2010	2015	2020	2025	2030	2040	2050
Cuartos	589	770	1,005	1,314	1,716	2,929	5,000
Habitantes/cto	2.52	2.52	2.30	2.20	2.10	2.00	1.90
Población	1486	1941	2312	2890	3604	5858	9500

La estimación del número de viviendas por año se realiza tomando en consideración un índice de 3.5 habitantes por vivienda lo que arroja lo siguiente:



	2010	2015	2020	2025	2030	2040	2050
Población	1,486	1,941	2,312	2,890	3,604	5,858	9,500
Viviendas	412	500	661	826	1030	1674	2714

## Conclusiones

Los tres escenarios teóricos constituyen un ejercicio que permite visualizar posibilidades demográficas en un espacio limitado y en el cual el valor del territorio se basa principalmente en su singularidad y alta naturalidad.

Actualmente, la composición y distribución urbana en la Isla mantiene un grado relativo de congruencia con los atributos naturales y una zonificación que ocurrió por sí misma.

Las posibilidades de mejorar el espacio, en concordancia con los deseos de la comunidad, la cual sin duda tiene visiones distintas, requerirá de consensos que permitan avanzar en un modelo de ocupación territorial apropiado para una ANP.

Este ejercicio permite determinar el potencial, en términos de turismo, de la isla. Sin embargo, aunque válido el enfoque de esta perspectiva, y el cual no es objeto de discusión para el caso que aquí nos ocupa, no se estima que el territorio pueda sostener una población de 10,000 personas manteniendo la calidad ambiental que es, justamente, lo que hasta ahora ha definido su éxito turístico.

El contexto demográfico municipal de Lázaro Cárdenas contó, en el censo de 2010, de acuerdo con INEGI, con una población total de 22,434 habitantes, el 65% de origen maya. Este municipio presenta un grado alto de marginación y un grado medio de rezago social

según los indicadores del gobierno federal. Con respecto al índice y grado de marginación reportado por CONAPO en 2005, de las localidades que están dentro del APFF Yum Balam, Kantunilkín, que es la cabecera municipal y Holbox, los índices son medio y muy bajo respectivamente.

#### IV.2.5.3 Agricultura

El municipio de Lázaro Cárdenas contribuye con el 4.6 % de la superficie sembrada total del estado. El cultivo sembrado más significativo para el municipio es el maíz grano, el cual cubre el 7 % de la superficie total sembrada del estado. Sin embargo, el volumen de la producción de este cultivo solo alcanza el 3.6 % de la producción del maíz grano estatal.

En cuanto al valor de la producción, el municipio solo alcanza el 1.4 % del valor de la producción total del estado. El cultivo más significativo en cuanto al valor de la producción es, igualmente, el maíz grano que significó en el año 2010 el 4.8 % del valor de la producción total del estado de Quintana Roo. Otro indicador agrícola significativo es el monto pagado al municipio durante 2010 en el programa PROCAMPO, que se elevó a poco más de 5 millones de pesos; lo que representó, a su vez, el 5 % del total pagado en el Estado.

Esta actividad es predominante en las comunidades de San Eusebio, San Ángel, Solferino y aún en Kantunilkín dónde se practica una agricultura de subsistencia con tecnología tradicional, dependiente del temporal de la región y de la poca calidad de los suelos, con el uso de los métodos de roza, tumba y quema para el desmonte y de siembra a espeque, teniendo que cambiar cada cuatro o cinco años de parcela. El maíz y el frijol son los cultivos más frecuentes.

#### IV.2.5.4 Ganadería y Apicultura

El campo del municipio de Lázaro Cárdenas aporta diversos insumos a la economía estatal:

PRODUCTO	LÁZARO CÁRDENAS (Tn)	QUINTA ROO (Tn)
Carne en canal de bovino	234	474
Carne en canal de porcino	2833	5693
Carne en canal de ovino	12	255
Carne en canal de gallina y pavo	87	5929
Leche de vaca	71	5921
Huevo	26	839
Miel	74	2270
Cera	2	69

#### **IV.2.5.5 Actividades forestales**

La actividad forestal presenta un buen potencial de manejo y aprovechamiento de maderas corrientes o tropicales; con más de 30 especies, destacando ciricote, ceiba o yaxché (*Ceiba pentandra*), chacah (*Bursera simaruba*), katalox (*Swatzia cubensis*) y chechem (*Metopium brownei*). Las maderas preciosas y duras tropicales como el cedro y la caoba están disminuidas. Adicionalmente se aprovecha la palma guano (*Sabal mexicana*) para techos, leña de especies diversas, obtención de carbón, chicle y plantas medicinales diversas.

#### **IV.2.5.6 Pesca**

La actividad económica pesquera en el municipio de Lázaro Cárdenas es importante a nivel estatal y Holbox constituye un pueblo de pescadores en el cual la actividad es fundamental dentro de la estructura económica produciendo casi el 30 % del volumen total estatal de escama y tiburón. La pesca es principalmente ribereña, predomina un conocimiento empírico de las tecnologías aplicadas, las áreas y temporadas de pesca. Los pescadores están integrados en cooperativas las que, en la actualidad, orientas los esfuerzos hacia el pulpo y langosta, por su volumen y valor. A las cooperativas se agregan, de manera temporal, pescadores de otros estados, Yucatán y Campeche. La zona de pesca abarca desde los límites con Yucatán hasta Cabo Catoche.

#### **IV.2.5.7 Turismo**

La actividad turística centra en la Isla Chica de Holbox, es un destino de parejas, sol y playa en el cual los visitantes desarrollan otras actividades como la observación y nado con tiburón ballena, observación de aves, senderismo y recientemente pesca deportiva.

#### **IV.2.5.8 Educación**

Los niveles educativos son más bajos que los promedios para el estado. Las características de la población y de su distribución determinan el tipo de programas educativos que deben ser aplicados, es decir, programas propios para una población dispersa y de habla maya. En la Isla Chica de Holbox se tiene un plantel para preescolar, una primaria y una secundaria.

#### **IV.2.5.9 Salud**

La atención a la salud en el municipio se atiende de diversas formas. Se tienen unidades móviles, un centro de salud con hospitalización de atención intermedia localizada en Kantunilkín y centros de salud distribuidos en las principales localidades del municipio. Aquellos pacientes que requieren de atención de segundo nivel, son trasladados a las ciudades de Cancún o Mérida. El personal sanitario actual del municipio es de 14 médicos y



32 enfermeras para una población de 20,411, teniéndose un médico por cada 1,400 habitantes (directorio de unidades médicas del sector salud, Programa de Salud).

#### **IV.2.5.10 Equipamiento**

Vías de comunicación.

La estructura vial de la zona continental del municipio de Lázaro Cárdenas se limita a un eje carretero que proviene de dos ciudades de importancia regional: Mérida y Cancún.

En Chiquilá se ubica el muelle para cruzar a Holbox en un área pavimentada que sirve de estacionamiento y patio de maniobras. Vía ferry se transportan autos y camiones con carga mientras que las personas lo hacen en barcos o lanchas.

#### **Vialidades en Holbox**

En Holbox las calles forman una malla con vías en dirección norte a sur y de este a oeste. Solo algunos tramos de las vialidades importantes como Tiburón Ballena, Paseo Kuká y Pedro J. Coldwell tienen camellones centrales. La mayoría de las vialidades cuentan con secciones de entre 7 y 8 m, y muy pocas presentan banquetas.

Todas las vialidades son de arena compactada y es deseable que así permanezcan de acuerdo a un consenso con la población ya que esto forma parte de la identidad local y, además, facilita la infiltración de aguas pluviales.

Aeropista

Holbox cuenta con una aeropista regional ubicada al sur de la isla con una extensión de 1,000 metros en su totalidad y 32 metros de ancho.

Servicios urbanos

Los servicios urbanos prestados en la isla son: recolección y disposición de residuos sólidos, para lo cual se cuenta con 1 camión, una cuadrilla de 20 personas y un terreno para la separación y relleno sanitario de 2.24 ha; una plantilla de 5 personas encargadas de la seguridad pública de la localidad; un cementerio. Existe una gasolinera que presta servicio a las embarcaciones y vehículos terrestres la que se localiza junto al puerto de arribo.

#### IV.2.6 Obtención del valor funcional del subsistema presente en el predio.

Para conocer el grado de alteración de la cobertura vegetal por unidades de paisajes en el SAR, se calculó el índice de antropización propuesto por Shishenko (1988), cuya ecuación es como sigue:

$$IACV = \sum ri \cdot Aij / ATj$$

Donde:

**IACV:** Índice de Antropización de la Cobertura Vegetal

**ri:** Ponderación del grado de transformación antropogénica de los paisajes del tipo “i” de cobertura vegetal.

**Aij:** Área (Km<sup>2</sup>) dedicada al tipo de utilización “i” en el SAR “j”.

**ATj:** Área total (Km<sup>2</sup>) del paisaje “j”.

El índice IACV permite conocer cuál es el grado de modificación que presenta la cobertura vegetal de interés en el ecosistema, ponderando los grados de transformación por tipos de utilización. Este autor propuso rangos de ponderación que se ajustan a los paisajes rusos por lo que, para el caso de Sistema Ambiental Delimitado tropical que nos ocupa se han adaptado tales grados de ponderación de acuerdo a la tabla siguiente donde se observó la experiencia de Domínguez (2002) en el uso de este indicador para una provincia del centro de Cuba y su adaptación, por Priego-Santander *et al.* (2005) en la cuenca Lerma-Chapala.

Tabla IV-85 Ponderación de los tipos de vegetación o uso de suelo para el cálculo del índice de antropización (IACV).

Tipo de Cobertura		Ponderación
Vegetación natural	Primario	0.01
	Primario y secundario	0.03
	Secundario	<b>0.15</b>
Plantación Forestal		0.30
Pastizal Inducido		0.40
Pastizal cultivado		0.50
Agricultura permanente		0.50
Agricultura de temporal permanente		0.60
Agricultura de riego		0.75
Asentamientos humanos e infraestructura		0.99

Las definiciones de los diferentes grados de antropización encontrados por unidad de paisaje identificadas para él se presentan en la tabla siguiente:

Tabla IV-86 Definición de los grados de antropización de la cobertura vegetal.

Grado de antropización	Índice de antropización	Definición
<b>Muy bajo</b>	$IACV \leq 20$	Unidades de Paisaje que mantienen su cobertura vegetal en estado natural y/o seminatural en más de 90 % del SAR. Menos del 10 % se aprovecha en actividades agropecuarias y no se encuentran elementos urbanos y/o industriales.
<b>Bajo</b>	$0.21 < IACV < 0.40$	Unidades ambientales que mantienen su cobertura vegetal en estado natural y/o seminatural en 55-60 % del SAD. Menos del 10 % se aprovecha en actividades agrícolas y las pecuarias hasta en un 25 %; no se encuentran elementos urbanos y/o industriales.
<b>Medio</b>	$0.41 < IACV < 0.60$	Unidades ambientales que mantienen su cobertura vegetal en estado natural y/o seminatural en 15-20 % del SAR. Las actividades agropecuarias se desarrollan hasta en 80 % del territorio y no se encuentran elementos urbanos y/o industriales.
<b>Alto</b>	$0.61 < IACV < 0.80$	Unidades ambientales que mantienen su cobertura vegetal en estado natural y/o seminatural en más de 2-3 % del SAR. Más del 87 % se aprovecha en actividades agropecuarias y se encuentran elementos urbanos y/o industriales hasta en 7 % de la unidad ambiental.
<b>Muy alto</b>	$IACV \geq 81$	Unidad ambiental que mantienen su cobertura vegetal en estado natural y/o seminatural en menos de 0.5 % del SAD. Más del 60 % se aprovecha en actividades agropecuarias y se encuentran elementos urbanos y/o industriales en 38-40 % de la unidad ambiental.

Los resultados obtenidos de la aplicación de la metodología del Índice de Antropización de la Cubierta Vegetal (IACV) indica el SAD del proyecto presenta un valor de 0.25, lo que expone que presenta un grado de antropización bajo de acuerdo a la clasificación previa. Este coeficiente obtenido servirá para determinar el valor funcional del ecosistema.

Unidad de Paisaje	Ponderación	Área (km <sup>2</sup> )	Índice de Antropización (IACV)
Vegetación secundaria de selva caducifolia	0.15	0.42	0.01
Área Urbanizada	0.99	1.14	0.18
Cuerpos de agua	0	1.23	0.00
Manglar	0.03	1.44	0.01
Vegetación de Dunas Costeras	0.15	0.34	0.01
Franja Costera Arenosa	0.15	0.07	0.00
VS/Manglar*	0.15	1.54	0.04
<b>Total</b>		<b>6.17</b>	<b>0.25</b>

\*Vegetación en estado secundario de acuerdo a los datos vectoriales de uso de suelo y vegetación (SERIE VI) de INEGI.

Una vez así establecido el índice de antropización, fueron aplicados en la superficie sujeta a CUSTF, el Valor funcional del ecosistema (VFE) mediante la siguiente expresión matemática:

$$VFE = \sum_{i=1}^n P_i \times CA_i$$

Donde:

**VFE** = Valor funcional del ecosistema

**P<sub>i</sub>** = Proporción de la superficie afectada por grado de modificación.

**CA** = Coeficiente de antropización.

Para el caso que nos atañe, únicamente se presenta para el Valor Funcional del Ecosistema para la “Selva Baja Caducifolia” ya que, en este caso es el único que se sujetará a cambios por el desarrollo del proyecto.

El Valor funcional refleja la eficacia, en términos biológicos, de la superficie del ecosistema en relación al grado de antropización que presenta. Dicho valor está dado en un rango entre el 0 y el 1, donde 0 es el peor escenario en cuando a la funcionalidad del ecosistema, mientras que 1 corresponde a un ecosistema con su máxima funcionalidad.

Tabla IV-87 Valores derivados de la aplicación del coeficiente de antropización y obtención del valor funcional de la UP Selva Baja Caducifolia.

Ecosistema	Superficie (ha)	P <sub>i</sub>	CA	VFE
<b>Selva Baja Caducifolia</b>	0.11	1.0*	0.25	<b>0.25</b>

\*El valor de P<sub>i</sub> es equivalente a 1 derivado que únicamente se valora un ensamble lo que equivale a 100%.

## V IDENTIFICACIÓN, CARACTERIZACIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL DELIMITADO

---

### V.1 PRESENTACIÓN

La evaluación de impacto ambiental es un proceso predictivo orientado a pronosticar, identificar, interpretar y dimensionar los grados de cambio, negativos y positivos, asociados al desarrollo de un proyecto siendo para ello indispensable observar y definir el alcance ambiental del conjunto de obras y actividades necesarias para su desarrollo y operación.

Toda intervención, al igual que la que en este documento se analiza, conlleva la ocurrencia, real y potencial, de transformaciones al medio que lo recibe. Estos cambios se presentan como adversos y benéficos siendo diferenciados en cuanto a su magnitud e importancia siempre en el contexto ambiental del medio que los recibe.

El proceso considera que el análisis de los impactos ambientales parte de la condición  $T_0$ , es decir que se analizan las desviaciones potenciales de la condición actual del sitio que pretende ocupar el proyecto y del propio Sistema Ambiental Delimitado; esto tiene la virtud de ofrecer una visión apropiada de las condiciones ambientales esperadas ante la eventualidad que ocurra el proyecto.

Así, la evaluación del impacto ambiental resulta ser un ejercicio metodológico que valora el grado en el que el proyecto se integra, o no, al entorno que le acoge exponiendo el estado o nivel de cambio lo que, al concretarse en valores, permite definir las variaciones ambientales esperadas por su construcción y operación en el ámbito geográfico definido por el SAD u otra área que se precise para lograr una aproximación objetiva.

Existen varias metodologías para la evaluación del impacto ambiental. Todas ellas se establecen bajo la misma lógica: identificar, caracterizar, y evaluar interacciones proyecto-entorno. En este caso, se trata de la ocupación espacial de un conjunto de departamentos en un ámbito urbanizado, en un espacio turístico que se presenta dentro de los límites geoespaciales de un área natural protegida cuyo marco de referencia ambiental deriva de estudios y análisis sistemáticos que corresponden al diagnóstico ambiental presentado en el Capítulo IV de este documento.

El enfoque utilizado para la evaluación de los impactos ambientales de este proyecto se planteó en tres vertientes metodológicas donde cada una arroja resultados y escenarios distintos. Estas son:

- 1) Valoración ponderada del impacto ambiental utilizando superficies equivalentes.
- 2) Evaluación del impacto ambiental por matrices de acuerdo con los planteamientos convencionales presentados por Conesa Fernández (1997)<sup>34</sup> y Gómez Orea (1999)<sup>35</sup>
- 3) Uso de una herramienta dinámica modificada para la evaluación de impactos ambientales basada en las publicaciones de Castilla-Gómez y Herrera-Herber<sup>36</sup> que expone los impactos ambientales acumulativos<sup>37</sup> y residuales.

A continuación, se desarrolla lo anterior.

### **V.1.1 Valoración ponderada del impacto ambiental utilizando superficies equivalentes**

En este apartado, la valoración del impacto ambiental se orienta a determinar el grado del impacto ambiental de forma cuantitativa reflejando primordialmente el cambio potencial en la cobertura vegetal y del suelo para lo cual se aplicaron las herramientas que ofrecen los Sistemas de Información Geográfica (SIG) lo que permite, también, potenciar la comprensión del entorno admitiendo la integración del proyecto a la matriz ambiental que lo recibe.

La utilización del SIG para la valoración del impacto ambiental permite, entre otras cosas, lo siguiente:

- Obtener, acopiar y sistematizar la información ambiental.
- Realizar un diagnóstico ambiental documentado.
- Analizar la información ambiental con base en datos numéricos con referencia espacial y temporal, lo que admite un mayor nivel de integración y procesamiento.
- Ofrece información detallada, confiable y referida geográficamente.
- Permite el planteamiento de preguntas y ofrece respuestas confiables.

---

<sup>34</sup> Conesa Fernández. 1997. Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental. Ediciones Mundi-Prensa, España.

<sup>35</sup> Gómez Orea, D. 1999 en "Evaluación de Impacto Ambiental, 2ª edición" Mundiprensa editores. Madrid, España.

<sup>36</sup> Castilla-Gomez, J., Herrera-Herbert, J. Environmental analysis of mining operations: Dynamic tools for impact assessment. Minerals Engineering (2014); doi: 10.1016/j.mineng.2014.10.024. [www.elsevier.com/locate/mineng](http://www.elsevier.com/locate/mineng)

<sup>37</sup> Artículo 2 REIA, VII. Impacto ambiental acumulativo: El efecto en el ambiente que resulta del incremento de los impactos de acciones particulares ocasionado por la interacción con otros que se efectuaron en el pasado o que están ocurriendo en el presente;

X. Impacto ambiental residual: El impacto que persiste después de la aplicación de medidas de mitigación;



El método que en este inciso se desarrolla parte de la realización de una ponderación que otorga un valor a los espacios que serán intervenidos en función de los siguientes criterios:

- Grado de cobertura de las Unidades de Paisaje
- Estructura espacial
- Diversidad en la etapa serial de la sucesión climática
- Estado de conservación (naturalidad)
- Endemismos/fragilidad

Según la importancia de los criterios anteriores, cada una de las Unidades de Paisaje discriminadas y descritas en el Capítulo IV de este documento, será valorada entre 1 y 10 donde a mayor coeficiente asignado, mayor importancia ambiental de la Unidad de Paisaje.

El índice de impacto en el cual se basa este ejercicio es el siguiente:

$$C_i = \frac{\sum S_u \cdot V}{S_e} \cdot 100$$

Donde:

**C<sub>i</sub>**= Índice de impacto

**S<sub>u</sub>** = Superficie de las unidades a valorar.

**V** = Valor de conservación.

**S<sub>e</sub>** = Superficie equivalente de las Unidades de Paisaje consideradas en el ámbito geográfico de referencia. Esta superficie equivalente se extrae de la sumatoria de todas las superficies de las Unidades consideradas en la región geográfica estudiada, multiplicadas por su correspondiente grado de conservación.

El resultado del cálculo del índice se expresa en porcentaje y para su interpretación se deberá tomar en cuenta la situación SIN PROYECTO, a la cual corresponderá un valor del índice del 100%; de tal forma que al valor del índice SIN PROYECTO (100%), se le restará el resultado del valor del índice CON PROYECTO. Si las pérdidas de superficie resultantes son superiores a un 30% o próximas a un tercio del 100%, el trazo del proyecto será considerado como inadmisibles, de tal forma que se deberá eliminar o modificar radicalmente la propuesta.

Para la realización del inventario presentado en el capítulo IV, se utilizó un mosaico digital integrado por una ortofoto con una resolución de 5 cm por pixel obtenida mediante un dron DJI *Phantom 3 Pro* (lente f/2.8 con campo de 94° sin distorsión, 12.4 megapíxeles) programado con la aplicación *Dronedeploy* para un vuelo a 100 m de altitud. La colección

de imágenes fue procesada usando el software *Photoscan-pro* de Agisoft lo que permitió la conjunción con una imagen satelital multiespectral de 13 bandas *Sentinel 2*<sup>38</sup> de 10 m de resolución.

Las Unidades de Paisaje así obtenidas, ofrecen la posibilidad de evaluar y cuantificar la oferta de recursos naturales, su condición y localización territorial ya que éstas corresponden a porciones diferenciados localizados en la superficie terrestre y las cuales establecen, entre ellas y con ellas, límites visibles naturales o producidos por el hombre. En estos espacios, los componentes naturales bióticos y abióticos, forman ensambles que se interrelacionan, o no, de manera clara y evidente.



Imagen V-1 Sistema Ambiental Delimitado y área del proyecto

Bajo el marco de referencia anterior y sobre el impacto ambiental, como elemento de cambio que aquí se describe y se valora se expone lo siguiente:

**Descripción:** Conforme al espacio estudiado y en base a la cartografía digital generada a escala 1:4,500 para la imagen *Sentinel 2* y 1: 500 para la ortofoto de alta resolución obtenidapara el caso, se realizó el inventario de las Unidades de Paisaje para determinar las

<sup>38</sup> Constelación de dos satélites poseídos y administrados por la Agencia Espacial Europea. (<https://sentinel.esa.int/web/sentinel/user-guides/sentinel-2-msi>)

superficies ocupadas por ellas dentro del Sistema Ambiental Delimitado definido que corresponde a una superficie de 6.17 Km<sup>2</sup> o 617 Ha.

En lo referente a la preparación, construcción y operación del proyecto Yum Balam se tiene, en cuanto a consumo del suelo, es decir su sellamiento, una superficie de 235.52 m<sup>2</sup> (0.02 ha) equivalente al 11.67% de la superficie total de los terrenos y, en cuanto a la reducción de *Vegetación de duna Costera* dada por las obras, es decir aquellas que modifican el suelo y cubren la luz impidiendo el óptimo desarrollo de las plantas, se tiene una ocupación de 798.72 m<sup>2</sup> que son 0.08 Ha. Las superficies de conservación en áreas verdes con vegetación de duna costera se establecen en 798.72 m<sup>2</sup> o 0.08 hectáreas.

Lo anterior se muestra en las siguientes imágenes:



Imagen V-2 Distribución y superficie de las obras que implican consumo del suelo.



MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL PARTICULAR  
Departamentos Yum Balam



Imagen V-3 Distribución y superficie de las obras que no implican consumo del suelo.



Imagen V-4 Superficie de conservación de suelo nativo.



Imagen V-5 Superficie que será conservada con vegetación de selva baja caducifolia bajo un programa de enriquecimiento. Se usarán especies propias del ensamble y ornamentales no invasivas.

Así, partiendo de las características, dimensión, ubicación y afectaciones potenciales asociadas a este proyecto en una propiedad predial de 1,068.06 m<sup>2</sup> (0.1 ha) se tiene lo siguiente:

Concepto	Superficie m <sup>2</sup>	Superficie Ha	%
Áreas de aprovechamiento del suelo (superficie de contacto)	192.27	0.02	18.00
Áreas de conservación de suelo nativo (superficies elevadas, y áreas de conservación)	654.64	0.06	61.29
Áreas de tableros (andadores permeables).	221.15	0.02	20.71
<b>TOTAL</b>	<b>1068.06</b>	<b>0.1</b>	<b>100</b>

En la consideración de que no existen regulaciones respecto al uso de suelo que impidan la intervención sobre estas superficies, se entiende que es legalmente posible por lo que se continúa con la ponderación y se expone que por el aprovechamiento del espacio propuesto



se afectan las siguientes superficies a nivel del predio de interés en el contexto del Sistema Ambiental Delimitado delimitado.

UNIDAD DE PAISAJE	SUPERFICIE ORIGINAL (HA) SAR	SUPERFICIE AFECTADA (HA)*	SUPERFICIE REMANENTE (HA) SAR
Manglar	297.98	0.00	297.98
Área Urbanizada	114.11	0.00	114.11
Laguna Yalahau	49.50	0.00	49.50
Vegetación secundaria de selva baja caducifolia	41.21	0.10	41.11
Aguas Interiores	37.82	0.00	37.82
Aguas del Golfo	35.57	0.00	35.57
Vegetación de Dunas Costeras	34.25	0.00	34.25
Franja Costera Arenosa	6.85	0.00	6.85
<b>Totales</b>	<b>617.29</b>	<b>0.20</b>	

\* Si bien la afectación absoluta sobre el suelo es de 413.42 m<sup>2</sup> (0.04 Ha), se toma, para la valoración del impacto ambiental a esta escala geográfica de análisis (SAD), la superficie predial que corresponde a 1,068.06 m<sup>2</sup> o 0.1 ha.

En cuanto a la biota, a nivel de predio se obtuvo registro de 13 familias, distribuidas en 15 especies. Las más abundantes corresponden a las familias Arecaceae y Compositae, ambas con dos especies.

El estrato herbáceo está principalmente formado por *Alternanthera ramosissima*, *Cenchrus echinatus* y *Cyperus planifolius* con un índice de valor de importancia (IVI) de 95.83, 58.33 y 45.83 respectivamente, mientras que el estrato arbustivo se conforma con 7 especies principales: *Ambrosia hispida*, *Croton punctatus*, *Flaveria linearis*, *Lantana involucrata*, *Pithecellobium keyense*, *Solanum donianum* y *Waltheria indica* y el estrato arbóreo se compone de 5 especies: *Acanthocereus tetragonus*, *Coccoloba uvifera*, *Cocos nucifera*, *Metopium brownei* y *Thrinax radiata*.

En cuanto a la fauna, en el predio se registraron anfibios, reptiles aves y mamíferos.

Los anfibios registrados fueron *Incilius valliceps*, *Scinax staufferi* y *Rhinella marina*; los reptiles fueron *Oxybelis aeneus*, *Ctenosaura similis*, que se encuentra listada por la NOM-059-SEMARNAT-2010 bajo la categoría de Amenazada y *Anolis sagrei*; las aves *Icterus cucullatus*, *Mimus gilvus*, *Ortalis vetula*, *Amazilia candida*, *Chlorostilbon canivetii*, *Pitangus sulphuratus* y *Cathartes aura* fueron avistadas y algunas fotografiadas y, en cuanto a los



mamíferos se tienen registros indirectos de la presencia de *Procyon lotor* y avistamiento y fotografía de *Felis catus* cuya existencia en el sitio podría ser un indicador de que existieran más individuos lo que implicaría un riesgo a la diversidad biológica ya que suelen cazar y comer crías de aves y reptiles. Es una especie asociada a las poblaciones humanas distribuyéndose en los núcleos poblacionales. El área de impacto, según CONABIO, es de un radio de aproximadamente 5 km alrededor de cada núcleo poblacional. Los gatos ferales son considerados como los depredadores con mayor impacto sobre las poblaciones de aves marinas de islas oceánicas<sup>39</sup>.

En este contexto, se tiene que de las 617.29 ha de la superficie total del Sistema Ambiental Delimitado 0.10 ha serán ocupadas por el proyecto y de las cuales únicamente se afectan recursos naturales en los espacios cubiertos por vegetación secundaria de selva baja caducifolia manteniendo los sitios frágiles del SAR, como las cuencas en las que se desarrolla manglar y franja costera arenosa, fuera de cualquier intervención que implique remoción de vegetación o cualquier otra afectación.

Adicionalmente, se definió una zona de influencia directa (AI) del proyecto la cual permite una valoración, a menor escala (1: 1,500), del impacto ambiental. El espacio se delimitó artificialmente considerando los límites que establecen el mar y la laguna y las obras, principalmente vialidades, que definen el contorno de la zona de interés que es un segmento la UP Área Urbanizada.

Lo anterior se expone en el mapa siguiente:

---

<sup>39</sup> <http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/exoticas/fichaexoticas/Felissilvestris00.pdf>

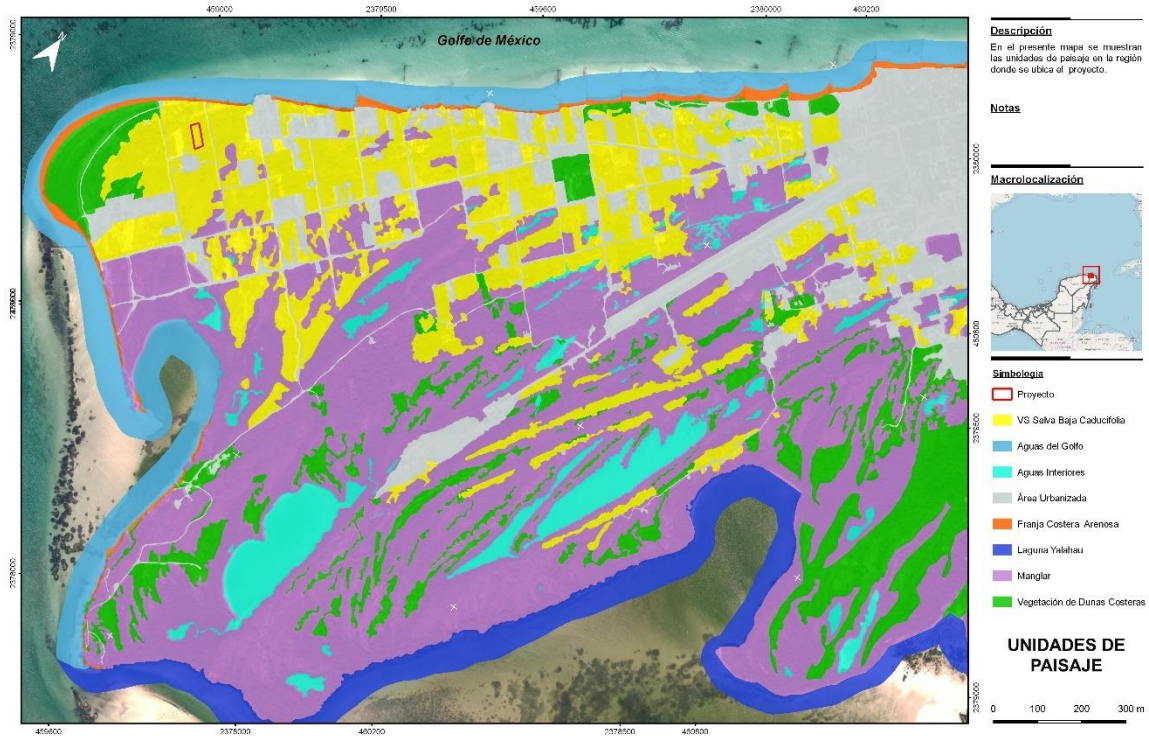


Imagen V-6 Área de Influencia del proyecto (AI). Corresponde a la UP Área Urbanizada.

De lo anterior se tiene lo siguiente:

UNIDAD DE PAISAJE	SUPERFICIE ORIGINAL (HA) AI	SUPERFICIE AFECTADA (HA)	SUPERFICIE REMANENTE (HA) AI
Selva Baja Caducifolia	31.59	0.1	31.49
Manglar	23.56	0.0	23.56
Área Urbanizada	21.48	0.0	21.48
Vegetación Dunas Costeras	5.26	0.0	5.26
Franja Costera Arenosa	2.64	0.0	2.64
Aguas Interiores	1.90	0.0	1.90
<b>Total</b>	<b>86.43</b>	<b>0.10</b>	

\* Si bien la afectación absoluta sobre el suelo es de 413.42 m<sup>2</sup> (0.04 Ha), se toma, para la valoración del impacto ambiental a esta escala geográfica de análisis (SAR), la superficie predial que corresponde a 1,068.06 m<sup>2</sup> o 0.1 ha.

A nivel del área de influencia se tiene que, de las 86.43 ha que la conforman, 0.10 ha serán transformadas por la existencia del proyecto sin afectarse recursos existentes fuera de la propiedad. El cambio previsto en 0.10 hectáreas manteniendo áreas de conservación de vegetación en 327.1 m<sup>2</sup> o (0.03 Ha) destacando que el ensamble botánico actualmente existente será enriquecido al introducir especies propias de selva baja caducifolia tales como las ceibas (*Ceiba acuminata* y *Ceiba pentandra*), chaká (*Bursera simaruba*) Uvero

(*Coccoloba uvifera*), Tsiw che' (*Pithecellobium keyense*), Se considera la introducción de especies botánicas locales que sean preferidas por polinizadores tales como Tzitzilché (*Gymnopodium floribundum*), y ornamentales locales como la flor de mayo (*Plumeria obtusa*), la palma de coco (*Cocos nucifera*) y la flor de tajonal (*Viguiera dentata*).

Partiendo de la información ambiental recabada se procede ahora a obtener el valor de conservación para cada una de las Unidades de Paisaje.

#### **V.1.1.1 Asignación del estado de conservación y naturalidad.**

A efecto de poder realizar la ponderación resulta necesario establecer el valor de conservación (V) el cual se relaciona con el estado de conservación y naturalidad de cada Unidad de Paisaje. Esto se realizó en la consideración de la distribución espacial potencial de las especies registradas en cada una de las UP utilizando la indexación propuesta por Inhaber (1976)<sup>40</sup>, en el que se obtiene un Índice de Similitud del Hábitat (HSI) lo cual permite comparaciones entre las condiciones de los espacios caracterizados y la condición ideal del hábitat o idóneo para las especies que ahí se distribuyen o que pudieron haberlo ocupado.

El indicador se obtiene así:

$$\text{HSI} = \frac{\text{CONDICIÓN DE LA UNIDAD DE PAISAJE}}{\text{HÁBITAT ÓPTIMO}}$$

El numerador y denominador se expresan en unidades de medida iguales y el rango del HSI se encuentra entre 0 y 1.0 siendo adimensional como cualquier otro índice.

El modelo parte de un índice aceptable derivado de la observación y conocimiento del sitio y se desarrolla para especies y grupos de especies observados en el Sistema Ambiental Delimitado o de distribución potencial.

A continuación, se exponen los resultados obtenidos para cada una de las Unidades de Paisaje discriminadas y descritas en el capítulo IV.

#### **1.- UNIDAD DE PAISAJE MANGLAR**

Esta Unidad de Paisaje (UP) tiene una cobertura de 297.98 ha que equivale al 48.27% % del Sistema Ambiental Delimitado. El área de estudio se ubica en la zona de influencia de las aguas del Golfo de México y la laguna Yalahau, por lo que este factor se habrá de reflejar directamente en los tipos de asociaciones vegetales presentes ya que los niveles de

---

<sup>40</sup> Inhaber, H. 1976. Environmental indices. John Wiley & Sons. New York. 178 pp

inundación que alcanzan estos espacios condicionan la distribución de las distintas comunidades vegetales.

En el contexto anterior, esta UP corresponde a una cubierta compuesta por comunidades constituidas por vegetación forestal hidrófila y tolerante a la sal. Todas las especies de mangle están legalmente protegidas, en la categoría de Amenazada, por la NOM-059-SEMARNAT 2010.

$$\text{HSI} = \frac{\text{CONDICIÓN DE LA UNIDAD DE PAISAJE}}{\text{HÁBITAT ÓPTIMO}}$$

CONDICIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO EN EL SISTEMA AMBIENTAL = 0.9

HÁBITAT ÓPTIMO= 1.0

$$\text{HSI} = \frac{0.9}{1.0} = 0.9$$

No se obtuvo el valor máximo porque el humedal se encuentra seccionado por lo que se ha perdido la integridad del sistema. No obstante, las porciones remanentes, corresponden a manglares bien conservados.

## **2.- Unidad de Paisaje Área Urbanizada**

Esta Unidad de Paisaje ocupa una superficie de 114.11 ha que equivale al 18.49% de la superficie caracterizada, corresponde a las intervenciones antrópicas que conforman las edificaciones que se encuentran dentro del Sistema Ambiental Delimitado. Son hospedajes turísticos, comercios, servicios y casas habitación acompañados de infraestructura civil todos ellos construidos de manera convencional por lo que constituyen los principales elementos antrópicos del SAR. En ellos se desarrolla y prevalece la actividad humana comercial, turística y de servicios.

$$\text{HSI} = \frac{\text{CONDICIÓN DE LA UNIDAD DE PAISAJE}}{\text{HÁBITAT ÓPTIMO}}$$

CONDICIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO EN EL SISTEMA AMBIENTAL = 0.4

HÁBITAT ÓPTIMO= 1.0

$$\text{HSI} = \frac{0.4}{1.0} = 0.4$$

Se le asigna este valor dado que las construcciones existentes sí ofrecen espacios útiles y recursos a la fauna silvestre que tolera la presencia humana.

### **3.- Laguna Yalahau (Conil)**

Esta Unidad de Paisaje (UP) tiene una cobertura de 49.50 ha que implican el 8.02% del Sistema Ambiental Delimitado. Corresponde a un espacio lagunar tropical donde el agua es salada y rica en nutrientes. La profundidad de este sistema fluctúa entre 1 y 2 m, el rango de mareas es pequeño, tan solo de 0.4 m, la precipitación media anual va de 700 a 900 mm del extremo oeste al este de la laguna, y la evaporación media anual es de 2,000 mm.

Es un espacio muy importante para la pesca comercial.

$$\text{HSI} = \frac{\text{CONDICIÓN DE LA UNIDAD DE PAISAJE}}{\text{HÁBITAT ÓPTIMO}}$$

CONDICIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO EN EL SISTEMA AMBIENTAL = 0.9

HÁBITAT ÓPTIMO= 1.0

$$\text{HSI} = \frac{0.9}{1.0} = 0.9$$

Se la ha asignado este valor en virtud de que el espacio se encuentra sujeto a diversas actividades turísticas y tráfico marítimo permanente por lo que se parte de que, aunque muy bien conservado, no se encuentra en una condición prístina.

### **4.- Vegetación secundaria de selva baja caducifolia**

La cobertura de esta UP es de 41.21 ha que equivale al 6.68% de la superficie del SAR. Corresponde a un bosque tropical que se caracteriza por una estacionalidad que le da un aspecto distinto en época de lluvias y en época seca. Durante las lluvias los árboles permanecen cubiertos de hojas y en la época seca, entre el 50 y el 75% de los árboles pierden sus hojas y muchos florecen, producen frutos y semillas.

Su distribución se presenta por fragmentos aislados relativamente bien conservados los cuales se segmentan por vialidades y obras.

$$\text{HSI} = \frac{\text{CONDICIÓN DE LA UNIDAD DE PAISAJE}}{\text{HÁBITAT ÓPTIMO}}$$

CONDICIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO EN EL SISTEMA AMBIENTAL = 0.6

HÁBITAT ÓPTIMO= 1.0

$$\text{HSI} = \frac{0.6}{1.0} = 0.6$$

Si bien se tienen porciones relativamente conservadas, se considera que pierde valor ambiental al encontrarse seccionada por las vialidades, es decir que se ha afectado la continuidad y la integridad de la masa forestal.

### 5.- Aguas Interiores

Esta Unidad de Paisaje corresponde a superficies libres de vegetación que se presentan en áreas inundables que son bajos topográficos ligeramente por debajo del nivel del suelo. Esta Unidad de Paisaje tiene una cobertura de 37.82 ha que es el 6.13% del Sistema Ambiental Delimitado. El caso de estos cuerpos de agua es particular ya que su permanencia, cantidad y cobertura depende de las lluvias y de eventuales afloramientos de agua freática.

$$\text{HSI} = \frac{\text{CONDICIÓN DE LA UNIDAD DE PAISAJE}}{\text{HÁBITAT ÓPTIMO}}$$

CONDICIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO EN EL SISTEMA AMBIENTAL = 9

HÁBITAT ÓPTIMO = 1.0

$$\text{HSI} = \frac{0.9}{1.0} = 0.9$$

Este espacio geográfico guarda una alta naturalidad en todo el sistema ambiental salvo por seccionamientos determinados por caminos costeros los que limitan, de manera mínima, el flujo hidrológico superficial.

### 6.- Aguas del Golfo

Esta Unidad de Paisaje tiene, en el ámbito del SAR, una cobertura de 35.57 ha que es el 5.76% del SAR. La problemática de este espacio marino es amplia; en él ocurren con frecuencia derrames de hidrocarburos de diversos alcances y dimensiones siendo, además, una zona en la que se sufren, desde hace más de 50 años, los efectos nocivos de la explotación agrícola, gasífera y petrolera ya que los canales de exploración y navegación que se han dragado han cambiado completamente la hidrología de amplios sectores de sus costas. Otro de los grandes problemas que afecta al Golfo desde hace años son los desechos que trae consigo el río Mississippi que acarrearán residuos de los sistemas de desagüe y una gran cantidad de fertilizantes y herbicidas utilizados en las cosechas que contienen nitrógeno y fósforo.

Si bien en Holbox lo anterior es imperceptible, sí se tiene que en las áreas costeras y marinas relativamente cercanas, por ejemplo Yucatán y Campeche, se registra deforestación, pesca y agricultura como las actividades económicas que en mayor medida afectan la calidad ambiental de estos ecosistemas en lo que participan combinaciones relacionadas con la



contaminación y sobreexplotación de los recursos pesqueros, teniendo como resultado la disminución de la productividad y pérdida de la biodiversidad.

$$\text{HSI} = \frac{\text{CONDICIÓN DE LA UNIDAD DE PAISAJE}}{\text{HÁBITAT ÓPTIMO}}$$

CONDICIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO EN EL SISTEMA AMBIENTAL = 6

HÁBITAT ÓPTIMO= 1.0

$$\text{HSI} = \frac{0.6}{1.0} = 0.6$$

El valor deriva de la existencia, a 240 Km de distancia, del puerto industrial de Progreso y 70 Km del Cancún. Las principales amenazas de contaminación terrestre para el Golfo son las aguas residuales urbano-industriales no tratadas. La recolección y disposición incorrecta de los residuos sólidos urbanos e industriales por la carencia de tecnologías adecuadas y la falta de tratamiento de las aguas residuales.

#### 7.- Vegetación de Dunas Costeras

Con una superficie de 34.25 ha o el 5.55% del SAR, esta Unidad de Paisaje corresponde a una comunidad vegetal diversa, conformada, entre otras especies por nopal (*Opuntia dillenii*), riñonina (*Ipomoea pes-caprae*), alfombrilla (*Abronia maritima*), (*Croton spp.*), verdolaga de mar (*Sesuvium portulacastrum*) pudiendo estar asociadas a uvero (*Coccoloba uvifera*), pepe o icaco (*Chrysobalanos icacos*), cruceto (*Randia sp.*), espino blanco (*Acacia sphaerocephala*) y zacate salado (*Distichlis spicata*). En el SAD se encuentra mezclada con palmas remanentes y vegetación secundaria de selva baja caducifolia

Son plantas pioneras cuyo atributo principal estriba en la sujeción del suelo y, con ello, establecer condiciones para otras plantas. Su sombra puede funcionar como nodriza para otras especies que, al crecer las desplazan. La distribución es primordialmente en la franja paralela a la línea de costa colindante y en áreas cuya elevación varía entre los 0 y 1 msnm crece formando parches o bien continuos monoespecíficos de amplitud variable.

$$\text{HSI} = \frac{\text{CONDICIÓN DE LA UNIDAD DE PAISAJE}}{\text{HÁBITAT ÓPTIMO}}$$

CONDICIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO EN EL SISTEMA AMBIENTAL = 8

HÁBITAT ÓPTIMO= 1.0

$$\text{HSI} = \frac{0.8}{1.0} = 0.8$$

Si bien esta UP no es un espacio particularmente biodiverso, dada su homogeneidad y su inestabilidad, esta vegetación provee de cobertura a ciertas especies como las lagartijas escamosas y ofrece recursos para aves y pequeños mamíferos.

## 8.- Franja Costera Arenosa

Al norte del Sistema Ambiental Delimitado(SAD)se presenta, previo a la línea de costa, la Unidad de Paisaje Franja costera arenosa cuya cobertura es de 6.85 ha que corresponden al 1.11% del área delimitada. Este espacio, junto con la UP Golfo de México, conforman un conjunto paisajístico de un alto valor intrínseco para el concepto turístico de sol y playa que es el objeto del proyecto.

Esta Unidad de Paisaje, de amplitud variable, está formada por restos completos y macerados de organismos marinos con partes corporales calcáreas, y restos de algas marinas.

$$\text{HSI} = \frac{\text{CONDICIÓN DE LA UNIDAD DE PAISAJE}}{\text{HÁBITAT ÓPTIMO}}$$

CONDICIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO EN EL SISTEMA AMBIENTAL = 0.8

HÁBITAT ÓPTIMO= 1.0

$$\text{HSI} = \frac{0.8}{1.0} = 0.8$$

Esta UP se encuentra en una condición relativamente buena en el contexto del Sistema Ambiental Delimitado. No obstante, se sujeta al uso turístico lo que se tiene una disminución en su naturalidad y continuidad esto aunado a procesos erosivos históricos.

### V.1.1.2 Valoración del impacto ambiental por superficies equivalentes a nivel del Sistema Ambiental Delimitado.

Con la información anterior se procede a realizar las ponderaciones que permiten evaluar el grado de cambio y con ello el impacto ambiental del proyecto.

CONDICIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL DELIMITADO SIN PROYECTO				
UNIDADES DE PAISAJE	Superficie en ha (Su) SAR	Valor de Conservación (V)	Superficie Equivalente (Se)	Índice de impacto (Ci) SIN PROYECTO
Manglar	297.98	0.9	268.18	
Área Urbanizada	114.11	0.4	45.64	
Laguna Yalahau	49.50	0.9	44.55	

<b>CONDICIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL DELIMITADO SIN PROYECTO</b>				
Vegetación secundaria de selva caducifolia	41.21	0.6	24.73	
Aguas Interiores	37.82	0.9	34.04	
Aguas del Golfo	35.57	0.6	21.34	
Vegetación de Dunas Costeras	34.25	0.8	27.40	
Franja Costera Arenosa	6.85	0.8	5.48	
<b>TOTAL SUPERFICIE EQUIVALENTE</b>			<b>471.36</b>	<b>100</b>
$Ci = \frac{\text{sup de Upaisaje (valor conservación)}}{\text{total Se}} \times 100 = 100.00$				

CONDICIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL DELIMITADO CON PROYECTO						
UNIDADES DE PAISAJE	Superficie en ha (Su) SAR	Superficie Afectada (ha)	Superficie Remanente (ha)	Valor de Conservación (V)	Superficie Equivalente (Se)	Índice de impacto (Ci) CON PROYECTO
Manglar	297.98	0.00	297.98	0.9	268.18	
Área Urbanizada	114.11	0.00	114.11	0.4	45.64	
Laguna Yehhau	49.50	0.00	49.50	0.9	44.55	
Vegetación secundaria de selva caducifolia	41.21	0.10	41.11	0.6	24.67	
Aguas Interiores	37.82	0.00	37.82	0.9	34.04	
Aguas del Golfo	35.57	0.00	35.57	0.6	21.34	
Vegetación Dunas Costeras	34.25	0.00	34.05	0.8		
Franja Costera Arenosa	6.85	0.00	6.85	0.8		
<b>TOTAL SUPERFICIE EQUIVALENTE C/PROYECTO</b>					<b>438.48</b>	
<b>TOTAL SUPERFICIE EQUIVALENTE S/PROYECTO</b>					<b>471.36</b>	<b>99.99</b>
$Ci = \frac{\text{sup de Upaisaje (valor conservación)}}{\text{total Se}} \times 100 = 99.99$						

<b>DIFERENCIA DE COEFICIENTES DE IMPACTO (PÉRDIDA DE SUPERFICIE EQUIVALENTE)</b>			
Índice de impacto (Ci) SIN PROYECTO	Índice de impacto (Ci) CON PROYECTO	DIFERENCIA ENTRE SITUACIÓN <u>CON</u> Y <u>SIN</u> PROYECTO	DIAGNÓSTICO
<b>100.00</b>	<b>99.99</b>	<b>0.01</b>	<b>COMPATIBLE</b>

Como sólo existe una diferencia de coeficientes, a nivel del sistema ambiental, de 0.01 entre la situación sin proyecto y con proyecto se califica, el impacto así valorado, como compatible. Lo anterior partiendo de que el resultado del cálculo del índice, expresado en % y para su interpretación, se ha de tener en cuenta la situación SIN PROYECTO, que debe ser del 100%; a esta condición sin proyecto se le resta el resultado de la estimación CON PROYECTO. Si las pérdidas de superficie equivalente son superiores a un 30%, lo que evidentemente no es el caso serían, entonces, consideradas incompatibles ya que en dicha situación la merma ambiental es cercana a un tercio.

El resultado expresa que por el desarrollo del proyecto Yum Balam que se pretende en el área urbanizada de la Isla Chica de Holbox no representa la posibilidad de un desequilibrio ecológico grave.

#### **V.1.1.3 Valoración del impacto ambiental por superficies equivalentes a nivel del Área de Influencia.**

El ejercicio, en igual planteamiento, se repite para analizar el impacto ambiental causado por la obra únicamente en el ámbito del área de influencia definida. Esto para evitar una subvaloración de las afectaciones que pudieran diluirse en el contexto del Sistema Ambiental Delimitado.

<b>CONDICIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA SIN PROYECTO</b>				
UNIDADES DE PAISAJE	Superficie en ha (Su) AI	Valor de Conservación (V)	Superficie Equivalente (Se)	Índice de impacto (Ci) SIN PROYECTO
Vegetación secundaria de selva caducifolia	31.59	0.6	18.95	
Manglar	23.56	0.9	21.20	
Área Urbanizada	21.48	0.4	8.59	
Vegetación Dunas Costeras	5.26	0.8	4.21	
Franja Costera Arenosa	2.64	0.8	2.11	
Aguas Interiores	1.9	0.9	1.71	
<b>TOTAL SUPERFICIE EQUIVALENTE</b>			<b>56.78</b>	<b>100</b>
$Ci = \frac{\text{sup de Upaisaje (valor conservación)}}{\text{total Se}} \times 100 = 100.00$				



CONDICIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA <u>CON</u> PROYECTO						
UNIDADES DE PAISAJE	Superficie en ha (Su) SAR	Superficie Afectada (ha)	Superficie Remanente (ha)	Valor de Conservación (V)	Superficie Equivalente (Se)	Índice de impacto (Ci) CON PROYECTO
Vegetación secundaria de selva caducifolia	31.59	0.1	31.49	0.6	18.95	
Manglar	23.56	0	23.56	0.9	21.20	
Área Urbanizada	21.48	0	21.48	0.4	8.59	
Vegetación Dunas Costeras	5.26	0.0	5.26	0.8	4.05	
Franja Costera Arenosa	2.64	0	2.64	0.8	2.11	
Aguas Interiores	1.9	0	1.90	0.9	1.71	
<b>TOTAL SUPERFICIE EQUIVALENTE C/PROYECTO</b>					<b>56.62</b>	
<b>TOTAL SUPERFICIE EQUIVALENTE S/PROYECTO</b>	<b>86.43</b>		86.23		<b>56.78</b>	<b>99.89</b>
Ci= $\frac{\text{sup de Upaisaje (valor conservación)} \times 100}{\text{total Se}}$ = <b>99.89</b>						

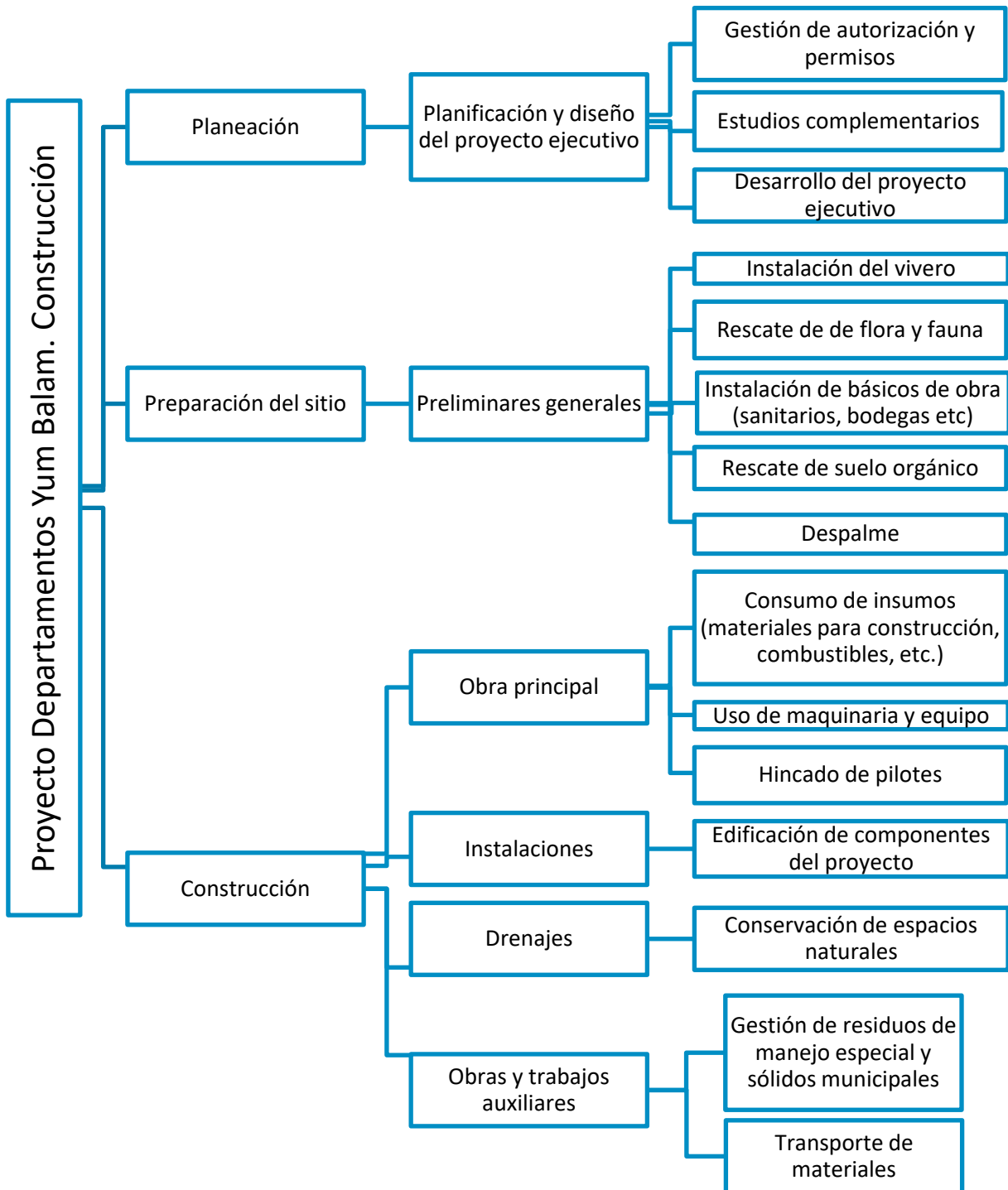
<b>DIFERENCIA DE COEFICIENTES DE IMPACTO (PÉRDIDA DE SUPERFICIE EQUIVALENTE</b>			
Índice de impacto (Ci) SIN PROYECTO	Índice de impacto (Ci) CON PROYECTO	DIFERENCIA ENTRE SITUACIÓN <u>CON Y SIN</u> PROYECTO	DIAGNÓSTICO
<b>100.00</b>	<b>99.89</b>	<b>0.11</b>	<b>COMPATIBLE</b>

Con el resultado obtenido a nivel del área de influencia definida, se observa una diferencia de coeficientes, mayor en comparación con el ejercicio anterior, de 0.11 entre la situación sin proyecto y la situación con proyecto. De este resultado se obtiene que la diferencia, en cuanto a superficie afectada entre la situación actual y la situación con proyecto, ponderando el estado de conservación de las UP existentes es razonable implicando una afectación de superficie de 0.1 ha por lo que se puede calificar el impacto ambiental, así valorado, como Compatible.

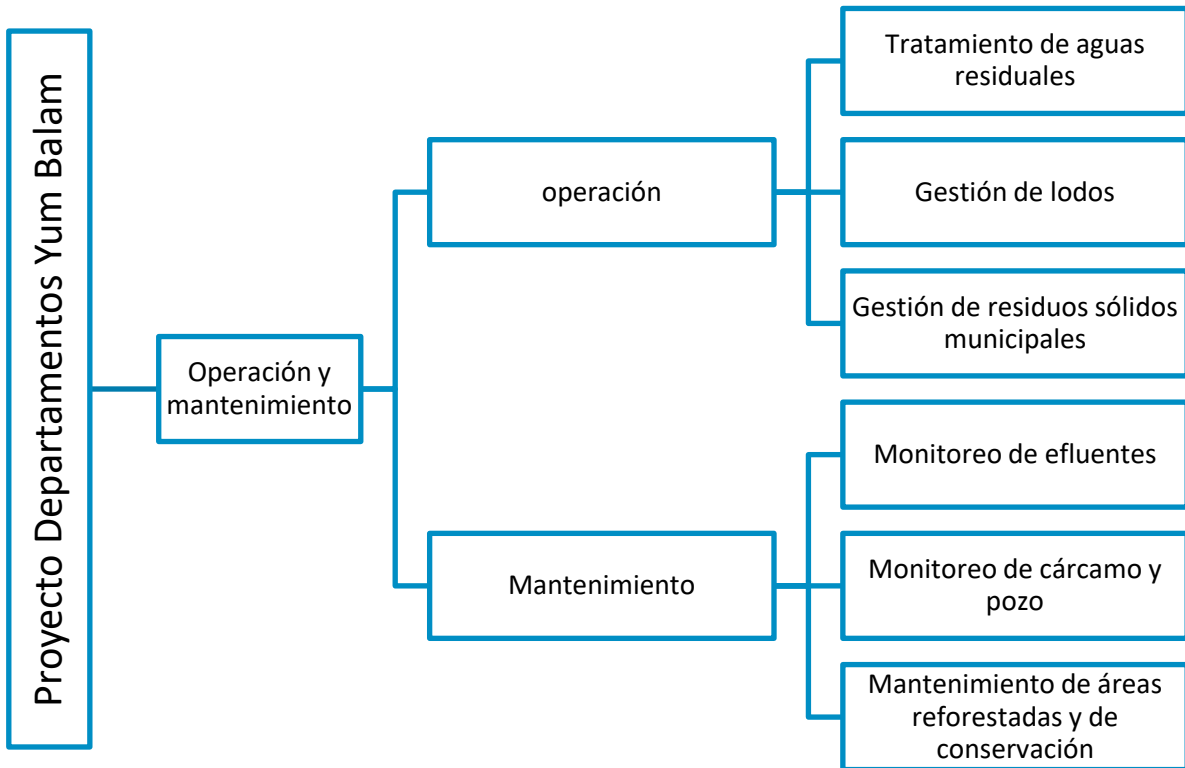
#### **V.1.2 Evaluación del impacto ambiental por método matricial**

Adicionalmente al tratamiento de valoración del impacto anteriormente presentado, se realizó una minuciosa revisión que procede del Capítulo II, dónde se enuncian y describen a detalle las actividades y obras relativas a las instalaciones con lo que se estuvo en posibilidad de realizar los diagramas siguientes:

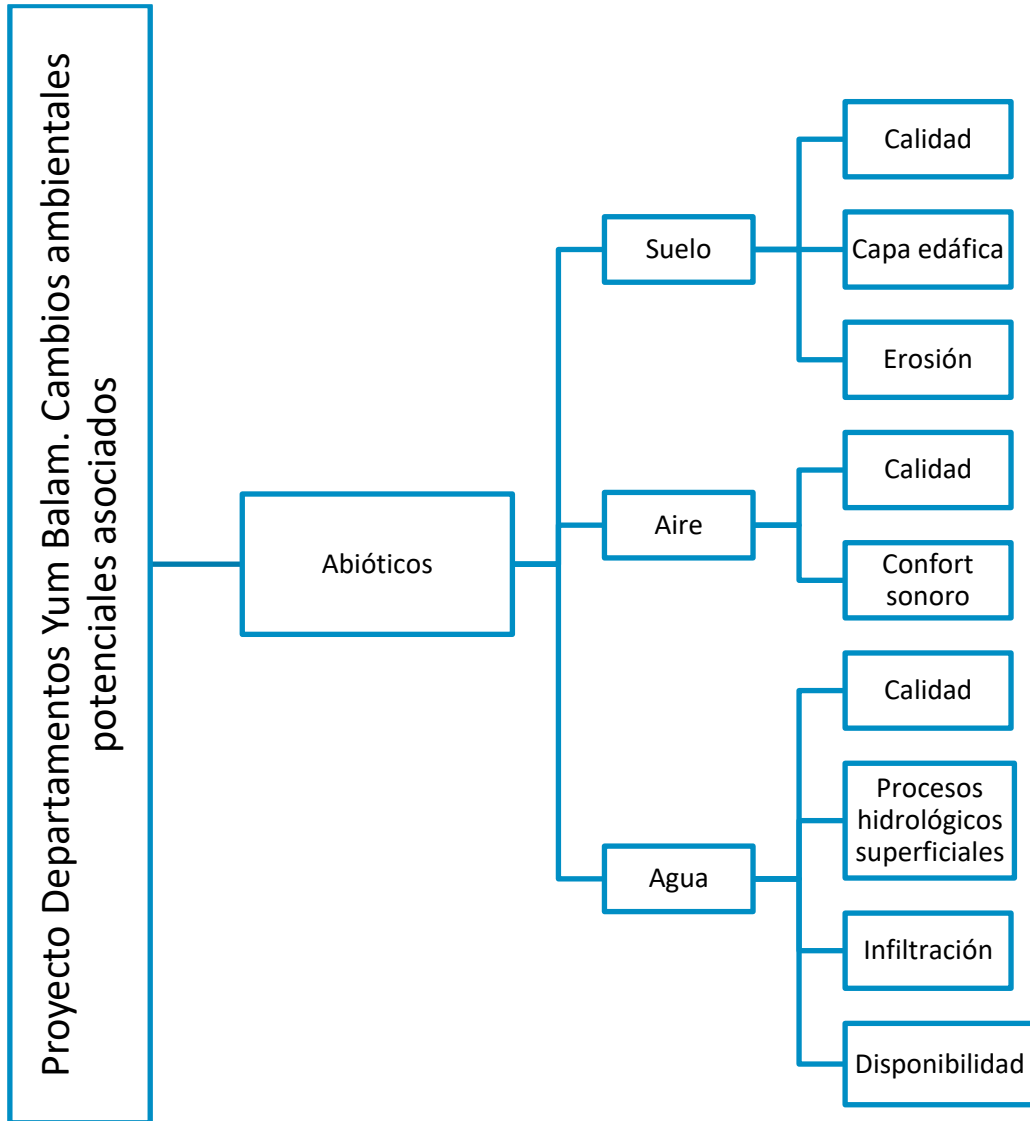
Para las etapas iniciales, preparación de sitio y construcción:

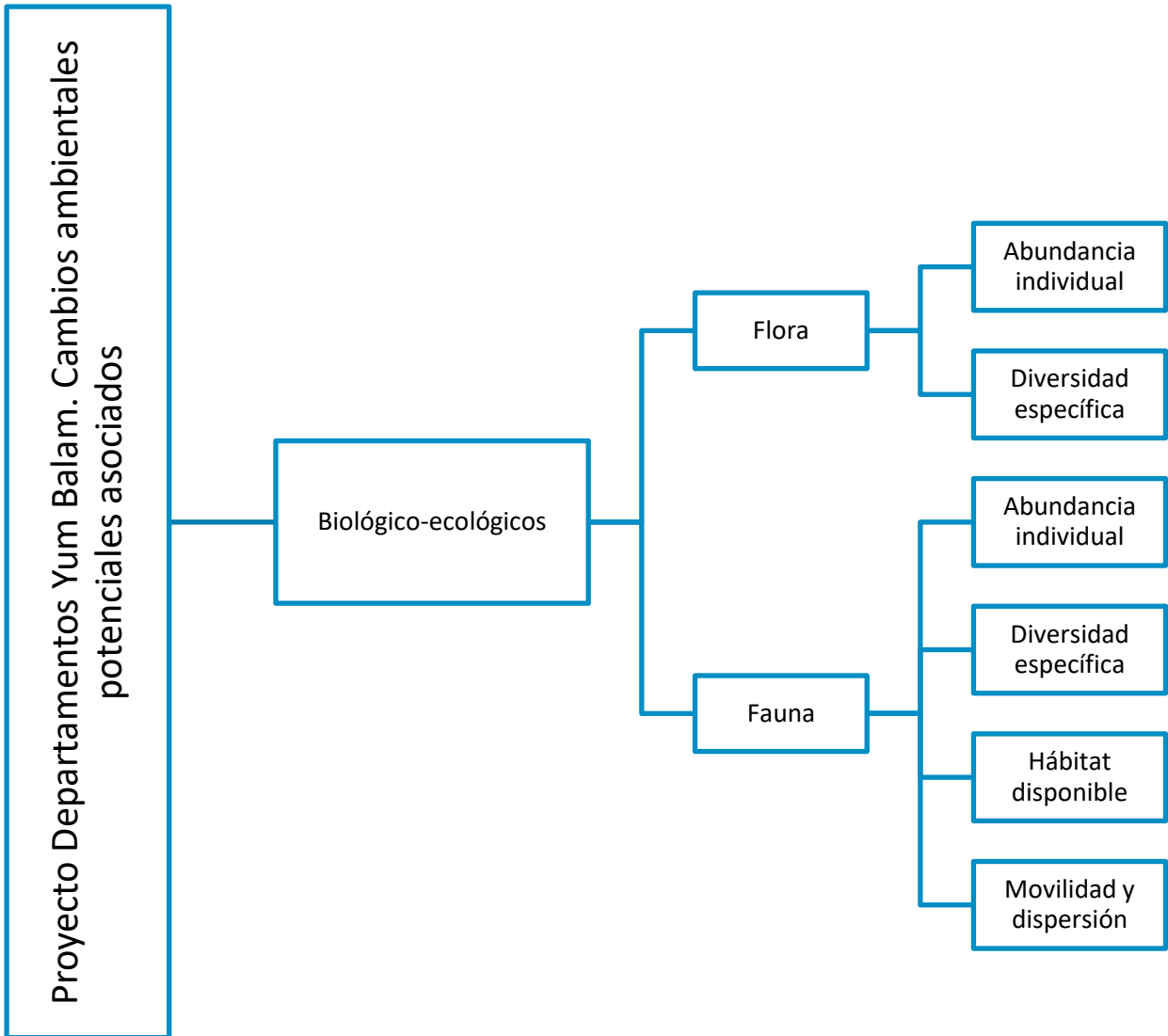


Una vez concluido el proyecto se prevén las siguientes actividades:

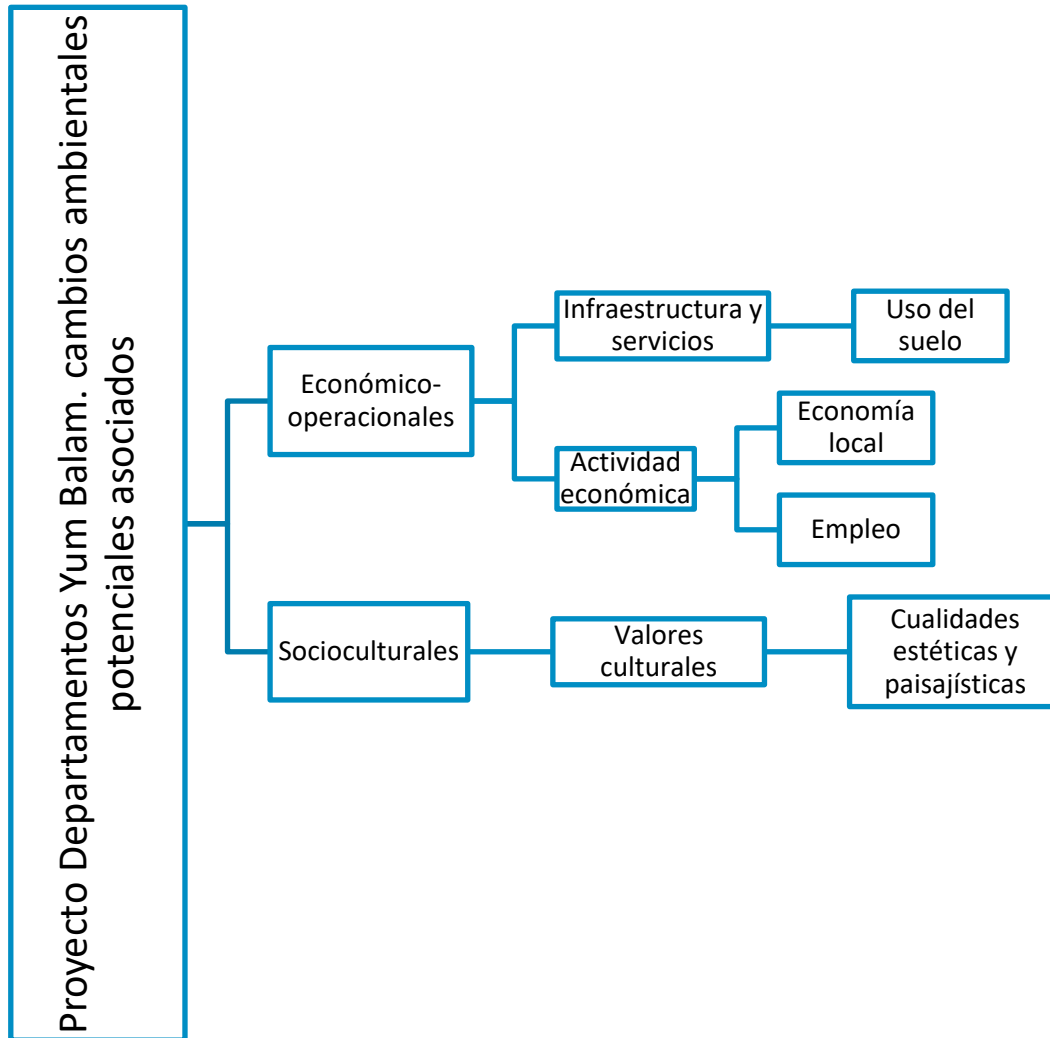


En lo referente a la potencial afectación de los factores ambientales se presentan a continuación los arboles correspondientes.









De acuerdo con los ejercicios de síntesis realizados y expuestos, se tiene que los factores ambientales que pueden ser modificados, es decir que pueden ser receptores del impacto ambiental de este proyecto, son los siguientes:

Tabla V-1 Identificación de factores ambientales en el SAD susceptibles de recibir impactos por las acciones del proyecto.

Factor ambiental	Subfactor ambiental	Descripción del impacto ambiental potencial
Morfología terrestre	Relieve	Se refiere a transformaciones del carácter topográfico y su morfología natural.
	Topografía	
Suelo	Calidad	Sustancias y elementos químicos agregados artificialmente al suelo y derrames accidentales que provienen de la preparación de sitio, establecimiento de instalaciones y operación del proyecto.
	Capa edáfica	Variaciones en la distribución y abundancia de suelo fértil derivadas de la implementación del proyecto.
	Erosión	Ausencia o presencia relativa de suelo arrastrado por agua y viento.
Aire	Calidad	Presencia o ausencia relativa de partículas suspendidas y gases producto de la combustión de motores y polvos provenientes de la preparación de sitio, establecimiento de las instalaciones y operación del proyecto.
	Confort sonoro	Nivel de ruido relativo derivado de la operación del proyecto.
Agua	Calidad del agua superficial	Partículas suspendidas y contaminantes. Derrames accidentales, Índice de Calidad del Agua (ICA).
	Calidad del agua de escorrentía superficial e infiltración	
	Área/infiltración	Presencia y distribución de elementos del proyecto que sellan el suelo.
	Disponibilidad de agua	Se refiere al consumo de agua por el proyecto en todas sus fases y el volumen de reserva local para otros usos.
Vegetación	Cobertura	Se refiere a la cobertura del ensamble botánico original que será modificado por el proyecto.
	Abundancia individual	Número de individuos de ciertas especies que se distribuyen en el sitio de actuación y que el proyecto pudiera desplazar.
	Diversidad específica	Se refiere a la variedad de géneros, especies, subespecies y variedades botánicas que se distribuyen en el sitio de actuación y que el proyecto pudiera desplazar.

Factor ambiental	Subfactor ambiental	Descripción del impacto ambiental potencial
	Especies protegidas	Especies botánicas protegidas por la normatividad federal (NOM-059-SEMARNAT-2010) de acuerdo con sus correspondientes categorías de riesgo.
Fauna	Abundancia de individuos	La reducción de los ensambles botánicos locales se asocia directamente a la disminución de individuos por especie de fauna en el Sistema Ambiental Delimitado.
	Diversidad específica	Se refiere a la variedad de géneros, especies, subespecies, variedades y formas zoológicas que se distribuyen en el sitio de actuación y que el proyecto pudiera desplazar.
	Hábitat disponible	Ensamblajes vegetales nativos que brindan refugio, alimentación, cobertura u otro recurso a la fauna silvestre local.
	Movilidad y dispersión zoológica	Se refiere a la continuidad y conectividad existente en y entre los hábitats existentes que son utilizados por la fauna silvestre para moverse, obtener alimento y reproducirse.
	Especies protegidas	Especies zoológicas protegidas por la normatividad federal (NOM-059-SEMARNAT-2010) de acuerdo con sus correspondientes categorías de riesgo.
Actividad económica	Economía local	Se refiere a la generación de empleo y cadenas productivas derivadas de la operación del proyecto.
Infraestructura	Infraestructura y servicios	Se refiere al conjunto de obras, servicios e instalaciones existentes en la zona que han sido diseñados y construidos para dar soporte a las actividades productivas. Tal es el caso de las vialidades y redes de distribución eléctrica y de agua potable entre otros.
Población	Salud pública	Se refiere a la posibilidad de que se presenten afectaciones a la salud humana.
Valores culturales, naturales y sociales	Cualidades estéticas y paisajísticas	Vistas escénicas desde y hacia el sitio del proyecto

En seguimiento de lo anterior, una vez definidos los factores y subfactores ambientales y considerada su afectación potencial, se identificaron las acciones del proyecto de manera estructurada, de la siguiente manera:

- Acciones que modifican la morfología del terreno
- Acciones que derivan en cambios fisicoquímicos del suelo
- Acciones que implican emisión de contaminantes y que afectan la calidad del aire.
- Acciones que generan ruido y afectan el confort sonoro.
- Acciones que implican cambios en la calidad del agua y que potencialmente afectan su cantidad.
- Acciones que actúan sobre el medio biótico, es decir, sobre la vegetación y la fauna.
- Acciones que modifican el entorno social y económico.
- Otras acciones que influyen en los procesos ecológicos que definen la integridad funcional de los ecosistemas presentes en el Sistema Ambiental.

Siendo que el proyecto se divide en etapas (planificación, preparación del sitio, construcción y operación-mantenimiento), dónde la primera atiende la concepción del proyecto y obtención de permisos y autorizaciones; la segunda implica la intervención inicial en el terreno a efecto de lograr el acondicionamiento del área para crear las condiciones propicias para establecer las instalaciones que definen al desarrollo; la tercera es aquella relacionada con incorporar los componentes del proyecto y la cuarta, que se refiere a la etapa de operación bajo mantenimiento del conjunto.

Así, las acciones del proyecto que se identifican como eventuales promotoras de cambio de las condiciones actuales del SAD se dividen en estas mismas etapas. Se muestra a continuación un resumen.

Tabla V-2 Identificación de las acciones del proyecto que pueden generar impactos ambientales.

Etapa	Acciones principales
Preparación del sitio	Intervenciones sobre espacios naturales que implican desmonte y despalme. Se trata de establecer la zonificación del proyecto y preparar los sitios requeridos para el establecimiento de las instalaciones y posterior operación del proyecto. Presencia de personas, vehículos y equipo.
Construcción y edificación	Formación de espacios, realización del estacionamiento, excavaciones para la cisterna prefabricada y la planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR).
	Para la construcción y edificación del proyecto es necesario trasladar insumos y personas al sitio.
	Se tienen tres aspectos constructivos distintos: <b>1.-</b> Hincado y colado de pilotes que implica la remoción parcial de la vegetación existente. <b>2.-</b> Excavaciones someras que permitirán alojar la cisterna prefabricada para el acopio de agua pluvial, la planta de tratamiento de aguas residuales y la

Etapa	Acciones principales
	<p>alberca.</p> <p><b>3.-</b> Armado y colado de las losas que son soportadas por los pilotes que corresponden a la base estructural que sostendrá los pisos y entrepisos sobre los que se formarán los departamentos con todas sus áreas de la manera en que se especificó en el Capítulo II de este documento.</p> <p>La madera será del tipo dura tropical previamente tratada y escalones de tablón de madera. Los baños requieren de una base que ha de permitir tener control sobre las instalaciones hidrosanitarias y sostener adecuadamente los muebles. Las paredes serán de block convencional pegados con mezcla cementante, las ventanas y puertas serán de madera. Todo ello implica personal en la zona de intervención.</p>
Operación y mantenimiento	<p>Durante la operación se realizan las acciones propias de una instalación habitacional. Se reciben propietarios o sus invitados y otros visitantes, en cada departamento se preparan alimentos y bebidas, se consume agua y se generan aguas residuales y residuos sólidos municipales.</p>
	<p>Durante esta fase se realiza el mantenimiento preventivo y correctivo que implica reparaciones a las instalaciones y equipos. Se monitorean las descargas de agua tratada de acuerdo a las especificaciones de la concesión otorgada por la CONAGUA.</p>

Con la información anterior se estuvo en la posibilidad de preparar una matriz de interacciones entre las actividades del proyecto y los factores ambientales susceptibles de una afectación potencial. En ella se identificaron las incidencias de cada actividad sobre cada factor ambiental dónde los efectos se calificaron de acuerdo a su cualidad en dos tipos: adversos y benéficos. Se incluyeron todos los casos en los que puede haber una relación actividad–factor ambiental, sin discriminar aquellos en que la interrelación no causa modificación o esta se percibe menor.

La matriz de interacciones del proyecto, entre las actividades que pueden generar impactos y los factores ambientales que los recibirán, se muestra a continuación:

MATRIZ DE IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS				PREPARACIÓN DEL SITIO				CONSTRUCCIÓN				OPERACIÓN				RESTAURACIÓN						
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content;">                     Interacciones e identificación de impactos ambientales:                       A: Adverso                      B: Benéfico                 </div>				Preliminares generales				Movimiento de tierras	Construcción y edificación		Trabajos auxiliares		Operación bajo mantenimiento				Restauración de suelos	Restauración de la vegetación				
				ACTIVIDADES Y FASES DEL PROYECTO	Creación del vivero	Rescate de flora y fauna	Desmonte	Despalme	Nivelaciones, excavaciones y compactaciones	Hincado y colado de pilotes, armado y colado de losas	Generación de residuos peligrosos y de manejo especial	Transporte de materiales, personal, equipo y maquinaria menor	Uso de equipos y maquinaria menor	Consumo de insumos (materiales para construcción, combustibles, etc.)	Tratamiento de aguas residuales y disposición	Mantenimiento de equipos e instalaciones	Generación de residuos sólidos urbanos	Monitoreo de calidad de las descargas	Gestión de lodos	Presencia de trabajadores y visitantes	Descompactación del suelo	Reforestación con especies nativas
Físico-Químicos	Morfología	Relieve y topografía	1				A															
		Calidad	2			A	A				A	A							B	B		
	Suelo	Capa edáfica	3			A	A								A					B		
		Erosión	4			A	A													B		
	Aire	Calidad	5			A	A	A			A	A										
		Confort sonoro	6			A	A	A	A		A	A										
Agua	Hydrología superficial	7			A		A												B			
	Calidad de agua superficial	8				A				A									B			
	Área-volumen de infiltración	9					A	A											B			
	Disponibilidad de agua cruda y potable	10											A						B			
Biológico-Ecológicos	Vegetación	Abundancia de individuos	11		B	A																
		Riqueza de especies	12			A														B		
		Especies protegidas (NOM-059-SEMARNAT 2010)	13			A														B		
	Fauna	Abundancia de individuos	14			B	A													B		
		Riqueza de especies	15				A													B		
		Especies protegidas (NOM-059-SEMARNAT 2010)	16				A													B		
Socioeconómicos y culturales	Actividad económica	Uso del suelo	17				A															
		Economía local	18		B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B		
	Valores culturales	Cualidades estéticas paisajísticas	19				A															



La matriz anterior presenta el panorama de las interacciones adversas y benéficas que cada actividad del proyecto pudiera producir sobre cada uno de los factores ambientales del Sistema Ambiental Delimitado.

Se observa la identificación de 69 relaciones potenciales entre actividades del proyecto y factores ambientales que pueden cambiar. De esta correspondencia, se tiene que 36 son adversas y 33 benéficas.

En la tabla siguiente se muestra la selección de aquellos impactos ambientales discriminados como potencialmente perceptibles en el Sistema Ambiental Delimitado.

Tabla V-3 Listado de 43 interacciones potencialmente causales de impactos ambientales e identificación de aquellas perceptibles en el Sistema Ambiental\*.

\*Se marcan, en rojo y negritas, las interrelaciones perceptibles que son aquellas potenciadoras de cambios que pueden derivar en impactos ambientales para su pronta ubicación a la vez que se asigna un consecutivo para su valoración posterior en la columna de la derecha (A=Adverso; B= Benéfico).

Interacción N°	Relación factor ambiental– actividad	Discusión	Relevancia a escala del SAR	Consecutivo y naturaleza
<b>RELIEVE Y TOPOGRAFÍA</b>				
1	Nivelación y compactación- <b>Relieve y topografía</b>	Estas actuaciones se relacionan con la excavación del sitio para alojar la cisterna prefabricada de almacenamiento de agua pluvial, la excavación para alojar la PTAR y la formación de áreas como el asador planta de emergencia y almacén, así como el cuarto de máquinas. Esta intervención es puntual y no relevante en el contexto del Sistema Ambiental. Su efecto es permanente No es perceptible. Únicamente se nivela el suelo para obras a nivel de piso. Implica 192.27 m <sup>2</sup> . Se incluyen 30 m <sup>2</sup> que corresponden a los pilotes.	<b>No perceptible</b>	
<b>CALIDAD DEL SUELO</b>				
2	Calidad del suelo– <b>Desmonte y despalme.</b>	<b>Las actividades necesarias para este proyecto implican la realización de actividades en una superficie total de 0.10 ha</b>	<b>Perceptible</b>	<b>1-A</b>

Interacción N°	Relación factor ambiental- actividad	Discusión	Relevancia a escala del SAR	Consecutivo y naturaleza
		<p>en un predio de 1068.06 m<sup>2</sup>, se conservarán 654.64 m<sup>2</sup> (61.29%) de superficie de suelo nativo y se forestarán 327.1 m<sup>2</sup> (30.63%) con especies propias de selva baja caducifolia enriqueciendo con ello el ensamble existente.</p> <p>La superficie total modificada por el proyecto es de 660.90 m<sup>2</sup> con una superficie de contacto de 192.27 m<sup>2</sup> sobre la cual se soportan las losas mediante pilotes. En esta superficie se construye la alberca y PTAR (50.52 m<sup>2</sup>), el área de asador y cisterna (39.91 m<sup>2</sup>) el espacio para la planta de emergencia y almacén (20.33 m<sup>2</sup>), el cuarto de máquinas (13.93 m<sup>2</sup>), los ductos de servicio (14.65 m<sup>2</sup>), el depósito temporal de basura (4.78 m<sup>2</sup>) y se consiera el espacio necesario para los pilotes (30.00 m<sup>2</sup>). Los senderos, realizados con tablones, (221.15 m<sup>2</sup>) no sellan el suelo. Las áreas con vegetación de selva baja caducifolia reforestada son de 327.1 m<sup>2</sup>.</p> <p>La intervención, en total de 1068.06 m<sup>2</sup> (0.1 Ha) que representa el 0.016% del Sistema Ambiental cuya superficie es de 617.29 Ha. Esta afectación incide únicamente sobre vegetación secundaria de selva baja caducifolia.</p> <p>En este ámbito se modifica la calidad del suelo en la superficie de afectación al perderse la cubierta vegetal y</p>		

Interacción N°	Relación factor ambiental– actividad	Discusión	Relevancia a escala del SAR	Consecutivo y naturaleza
		<p>exponerse al aire, sol y lluvia de manera temporal ya que será revegetada como se indicó previamente.</p> <p>El suelo es parcialmente recuperado para ser utilizado en el vivero temporal y en la jardinería y reforestación.</p>		
3	<p>Calidad del suelo– <b>Generación de residuos peligrosos y de manejo especial.</b> Transporte de materiales, personal y maquinaria.</p>	<p>La presencia de vehículos automotores para transportar insumos, la existencia de maquinaria ligera como Bobcat o tractores pequeños tipo D3 o D4, equipos y personal en la zona podría, eventualmente, derivar en derrames menores de hidrocarburos que, al tocar el suelo producen cambios químicos que degradan su calidad natural.</p> <p>Se prevé esta afectación dada la posibilidad de que ocurran rupturas de mangueras en vehículos y máquinas y derrames de combustibles, grasas y aceites usados en los equipos tales como motosierras.</p> <p>También podrán ocurrir vertimientos involuntarios o por descuido de materiales o residuos de estos por parte de trabajadores de la construcción.</p> <p>Esta interacción es negativa, puntual, reversible y desaparece una vez concluido el proyecto.</p>	<p><b>Perceptible</b></p>	<p>2-A</p>
4	<p>Calidad del suelo– <b>Generación de residuos sólidos municipales</b></p>	<p>Durante la construcción y operación existe la posibilidad de que se dispersen residuos sólidos municipales tales como</p>	<p><b>No perceptible</b></p>	

Interacción N°	Relación factor ambiental– actividad	Discusión	Relevancia a escala del SAR	Consecutivo y naturaleza
		<p>restos de alimentos, empaques y contenedores.</p> <p>La presencia de personas se asocia a la existencia de estos restos que al tocar el suelo producen cambios químicos que degradan su calidad natural.</p> <p>Se prevé esta afectación dada la posibilidad de que pudieran volcarse contenedores o que las personas no utilicen las instalaciones para su correcta disposición.</p> <p>Esta interacción es negativa, puntual, reversible y desaparece una vez concluido el proyecto.</p>		
5	<p>Calidad del suelo– <b>Descompactación del suelo Reforestación con especies nativas</b></p>	<p><b>El proyecto considera la descompactación del suelo que hubiera podido ocurrir durante la construcción, principal mete por la operación y tránsito de maquinaria ligera. Este proceso se continúa con la revegetación con especies características de selva baja caducifolia lo que habrá de derivar en la mejora del suelo. Esta interacción se estima benéfica, puntual el contexto del Sistema Ambiental y de efecto intenso ya que se recupera un ensamble botánico actualmente poco diverso. Permanece indefinidamente una vez que las actividades concluyen, es decir que este impacto es perceptible.</b></p>	<b>Perceptible</b>	<b>3-B</b>
<b>CAPA EDÁFICA</b>				
6	<p>Capa edáfica – <b>Desbroce y despalme.</b></p>	<p><b>Las actividades necesarias para este proyecto implican una superficie total de 0.1 Ha.</b></p>	<b>Perceptible</b>	<b>4-A</b>

Interacción N°	Relación factor ambiental– actividad	Discusión	Relevancia a escala del SAR	Consecutivo y naturaleza
		<p>De las cuales en su totalidad se presenta un ensamble conformado por estratos arbustivo, herbáceo y arbóreo en los que predominan <i>Alternanthera ramosissima</i>, <i>Cyperus planifolius</i>, <i>Ambrosia hispida</i>, <i>Croton punctatus</i>, <i>Acanthocereus tetragonus</i>, <i>Coccoloba uvifera</i>, <i>Cocos nucifera</i>, <i>Metopium brownei</i> y <i>Thrinax radiata</i>. Esta última es la única especie botánica presente en el predio que se encuentra en la categoría Amenazada, de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT 2010.</p> <p>La capa edáfica u horizonte húmico, es escaso en la zona por lo que será rescatado manualmente. Su recuperación será utilizada en la jardinería, basada en flora local y en el vivero temporal. Esta interacción es adversa, puntual, irreversible y permanece una vez concluido el proyecto.</p>		
7	Capa edáfica - Reforestación con especies nativas.	<p>La reforestación con especies nativas propias del ensamble como el Xtup-suk (<i>Cyperus planifolius</i>), Sak-chukum (<i>Croton punctatus</i>) y la manzanita (<i>Lantana involucrata</i>) la cactácea <i>Acanthocereus tetragonus</i> y (<i>Pitayita Selenicereus testudo</i>) reformarán un estrato arbustivo mientras que el arbóreo se formará usando palma chit (<i>Thrinax radiata</i>), las ceibas (<i>Ceiba acuminata</i> y <i>Ceiba pentandra</i>), chaká (<i>Bursera simaruba</i>) Uvero</p>	Perceptible	5-B

Interacción N°	Relación factor ambiental– actividad	Discusión	Relevancia a escala del SAR	Consecutivo y naturaleza
		<p>(<i>Coccoloba uvifera</i>), Tsiw che' (<i>Pithecellobium keyense</i>), Se considera la introducción de especies botánicas locales que sean preferidas por polinizadores tales como Tzitzilché (<i>Gymnopodium floribundum</i>), y ornamentales locales como la flor de mayo (<i>Plumeria obtusa</i>), la palma de coco (<i>Cocos nucifera</i>) y la flor de tajonal (<i>Viguiera dentata</i>) y otras plantas locales no invasivas se realizará en todas aquellas áreas que lo admitan de acuerdo con el diseño de paisaje que se determine. La acción reduce el impacto ambiental en 0.03 ha ya que implica recuperar parcialmente un componente formador y retenedor de suelo.</p> <p>Esta interacción es benéfica, puntual, irreversible que permanece una vez concluido el proyecto.</p>		
<b>EROSIÓN</b>				
8	Erosión - <b>Desmante y despalme.</b>	<p>El proceso de pérdida de suelo cuando ocurre de manera natural es relativamente lento, pero, al presentarse actividades antrópicas que conllevan la reducción de cobertura vegetal, el suelo queda expuesto a los agentes erosivos. Es claro que para que la erosión ocurra debe de haber suelo. Para el caso de esta actuación se estima que al reducirse la vegetación se tendrá un incremento en el potencial erosivo.</p> <p>Por lo anterior, es adversa, puntual, irreversible y</p>	<b>No perceptible</b>	



Interacción N°	Relación factor ambiental– actividad	Discusión	Relevancia a escala del SAR	Consecutivo y naturaleza
		permanece una vez concluido el proyecto.		
9	Erosión - Reforestación con especies nativas.	Una vez terminada la fase de construcción y mientras se llevan a cabo los acabados, se procede a la preparación del suelo para su revegetación y enriquecimiento del ensamble botánico original con plantas de las especies ya indicadas. Esta condición participa directamente en el proceso de regeneración edáfica y al llevarse a cabo ocurre una reducción de la erosión en el ámbito del Sistema Ambiental Delimitado. Esta interacción es benéfica, puntual y de efecto moderado y permanece indefinidamente.	<b>No perceptible</b>	
<b>CALIDAD DEL AIRE</b>				
10	Calidad del aire- Desmonte y despalde	Al remover la vegetación y la capa edáfica nativa para la preparación de sitio en 0.1 ha (0.016%) de las 617.29 que tiene el SAD se producirán polvos y finos que se dispersarán en el entorno inmediato de la zona de actuación lo que reducirá, de manera temporal, la calidad del aire. La ejecución de estas actividades sobre este factor es adversa puntual de intensidad baja y de extensión localizada no es perceptible en el ámbito geográfico del SAR.	<b>No perceptible</b>	
11	Calidad del aire- Excavaciones y compactaciones	Las intervenciones referentes a las excavaciones y compactación de superficies en el área del proyecto producirán polvos y finos provenientes del suelo mismos	<b>No perceptible</b>	

Interacción N°	Relación factor ambiental- actividad	Discusión	Relevancia a escala del SAR	Consecutivo y naturaleza
		que se dispersarán en el entorno inmediato reduciendo, de manera temporal, la calidad del aire. La interacción es adversa, puntual, de intensidad mínima, fugaz y de extensión localizada por lo que no es perceptible en el ámbito geográfico del SAR.		
12	Calidad del aire- <b>Transporte de materiales, personal, maquinaria y sus usos</b>	El transporte de materiales, maquinaria y personas de y hacia el área del proyecto producirá polvos y finos provenientes del suelo, así como gases derivados del proceso de combustión de los motores. Los gases y los polvos que derivan en pérdida de la calidad del aire atmosférico. Estas actividades que inciden sobre este factor resultan adversas, puntuales, de intensidad mínima, fugaz y de extensión localizada por lo que no son perceptibles en el ámbito geográfico del SAR.	<b>No perceptible</b>	
<b>CONFORT SONORO</b>				
13	Confort sonoro - <b>Desmante y despalde</b>	El desmante y despalde corresponden a la fase inicial de la actuación sobre el terreno, es la preparación de sitio. La remoción de vegetación y suelo en 0.1 ha pudiera implicar ruido proveniente de la maquinaria ligera, desbrozadoras y motosierras. Actualmente, en el sitio, no existe fuentes generadoras de ruido por lo que se actúa en un espacio silencioso. En este contexto, se tiene una interacción adversa circunscrita, en tiempo y espacio, a la superficie en la	<b>No perceptible</b>	

Interacción N°	Relación factor ambiental– actividad	Discusión	Relevancia a escala del SAR	Consecutivo y naturaleza
		que se llevan a cabo estas actividades por lo que resulta puntual, de intensidad mínima, y de extensión localizada por lo que no es perceptible en el ámbito geográfico del SAR		
14	Confort sonoro - y <b>Excavaciones compactaciones</b>	<p>Las excavaciones y compactaciones son indispensables para el desplante, construcción e instalación de algunos componentes del proyecto tales como la cisterna prefabricada para acopio de agua pluvial, la PTAR y el estacionamiento. La actividad se realizará utilizando maquinaria ligera y herramientas manuales como compactadoras y bailarinas por lo que se generará ruido de tipo industrial proveniente de esos motores.</p> <p>En cuanto a la edificación de los componentes del proyecto que se realizan en albañilería convencional no implican ruidos superiores a los 75dB ya que se utilizan herramientas manuales como lijadoras, cortadoras y compresores.</p> <p>Actualmente el sitio se corresponde con un espacio silencioso por lo que, en este contexto, se tiene una relación circunscrita, en tiempo y espacio, a la superficie en la que se llevan a cabo estas actividades por lo que la interacción resulta puntual, de intensidad mínima, y de extensión localizada, no es perceptible en el ámbito geográfico del SAR.</p>	<b>No perceptible</b>	

Interacción N°	Relación factor ambiental- actividad	Discusión	Relevancia a escala del SAR	Consecutivo y naturaleza
15	Confort sonoro - <b>Transporte y uso de materiales, personal y maquinaria</b>	<p>El transporte de personal, equipo y maquinaria hacia y desde la zona de actuación requieren del uso de vehículos como camionetas y camiones ligeros para movilizar los insumos y estos producen ruido. En el momento que esto ocurra en el sitio la presencia humana será notorio por lo que estos sonidos se agregarán a otros existentes.</p> <p>En este contexto, se tiene una interacción adversa circunscrita, en tiempo y espacio, a la superficie en la que se llevan a cabo estas actividades por lo que resulta puntual, de intensidad mínima, y de extensión localizada, no es perceptible en el ámbito geográfico del SAD y desaparece una vez que terminan las actividades causales.</p>	<b>No perceptible</b>	
<b>HIDROLOGÍA SUPERFICIAL</b>				
16	Hidrología superficial - <b>Desmante y despalle</b>	<p>La ejecución de obras y actividades sobre 0.1 ha de vegetación forestal se realizará primordialmente de forma manual pero sí se involucra maquinaria ligera de tipo Bobcat o tractores D3 o D4.</p> <p>En la zona este de obra ocurrirán cambios menores que pudieran derivar en cambios poco perceptibles en el perfil del suelo y variaciones topográficas a nivel puntual lo que ocasiona cambios mínimos en el patrón de escorrentías superficiales.</p> <p>Actualmente el sitio se encuentra cubierto por vegetación de porte herbáceo,</p>	<b>No perceptible</b>	

Interacción N°	Relación factor ambiental– actividad	Discusión	Relevancia a escala del SAR	Consecutivo y naturaleza
		<p>arbustivo y arbóreo lo cual encauza las aguas pluviales de manera natural mismas que son rápidamente transferidas al freático somero.</p> <p>Esta interacción, a nivel del SAR, resulta adversa, de baja intensidad, puntual y reversible por lo que se define como no perceptible.</p>		
17	<p>Hidrología superficial - <b>Excavaciones y compactaciones- Hincado y colado de pilotes.</b></p>	<p>La realización de excavaciones menores y compactaciones puntuales en el área del proyecto representa la fase de preparación de sitio que transforma los espacios produciendo variaciones ligeras en las escorrentías más no en la pendiente ni en la capacidad de infiltración del suelo.</p> <p>La nivelación no es necesaria, salvo para el área de alberca y PTAR (50.52 m<sup>2</sup>), porque el predio presenta ya una pendiente natural que permite la infiltración y traslado de las aguas fuera de la propiedad y permite su traslado al subsuelo.</p> <p>La compactación y la presencia de los pilotes impiden, de forma puntual la percolación del agua pluvial. Sin embargo, al no sellarse el suelo, el agua se infiltrará de igual forma por los costados.</p> <p>Las actuaciones no se realizan sobre cauces o interfaces acuáticas por lo que a nivel del SAD resulta adverso, de baja intensidad y puntual por lo que es no perceptible</p>	<p><b>No perceptible</b></p>	

Interacción N°	Relación factor ambiental– actividad	Discusión	Relevancia a escala del SAR	Consecutivo y naturaleza
18	Hidrología superficial – <b>Descompactación del suelo.</b>	La descompactación de suelos es una acción que se llevará a cabo una vez terminada la fase de construcción del proyecto. Se refiere a una acción benéfica que consiste en remover, aflojar, la superficie del suelo, por lo menos en los primeros 10 – 20 cm para que éste inicie, de manera natural e inducida, su recuperación de manera que admita la reintroducción de vegetación propia de selva mediana. Esta acción resulta favorable para las escorrentías superficiales y para la absorción del agua hacia el freático somero reestableciéndose las condiciones edáficas. Corresponde a una interacción positiva, puntual que no desaparece una vez realizada.	<b>No Perceptible</b>	
<b>CALIDAD DEL AGUA SUPERFICIAL</b>				
19	Calidad de agua superficial – <b>Desmonte.</b>	La reducción en 0.10 ha de vegetación forestal en el ámbito del polígono de actuación del proyecto se realizará utilizando maquinaria ligera, equipos a gasolina como motosierras y otros. La ausencia temporal de vegetación permite que el suelo sea arrastrado por las aguas pluviales produciéndose cambios negativos en la calidad del agua superficial. Actualmente el sitio se encuentra cubierto por vegetación lo cual retiene sedimentos y terrígenos. Esta interacción, a nivel del SAR, resulta adversa, de mediana intensidad, puntual y	<b>No Perceptible</b>	



Interacción N°	Relación factor ambiental– actividad	Discusión	Relevancia a escala del SAR	Consecutivo y naturaleza
		reversible por lo que se define como no perceptible.		
20	Calidad de agua superficial - <b>Generación de residuos peligrosos y de manejo especial.</b>	<p>Por la fase de preparación de sitio y la edificación de las instalaciones se tiene una intervención en 0.10 ha. Esta situación define que puedan producirse y dispersarse residuos tales como, trapos, estopas y contenedores usados para acopiar solventes e hidrocarburos los que eventualmente pueden alcanzar agua al ser arrastrados por las escorrentías superficiales. Adicionalmente se presenta la posibilidad de que ocurran derrames menores de hidrocarburos derivados de fallas mecánicas o fugas no atendidas en los equipos.</p> <p>Esta interacción es adversa, de baja intensidad, puntual por lo que se define como no perceptible a nivel del SAR.</p>	<b>No Perceptible</b>	
21	Calidad de agua superficial - <b>Generación de residuos sólidos urbanos.</b>	<p>Durante la operación y mantenimiento del proyecto se recibirán y procesarán alimentos y bebidas lo cual consecuentemente deriva en la generación de residuos sólidos semejantes a los domésticos ya que consisten en restos de productos de consumo tales como sobrantes de alimentos, envases, embalajes y empaques los que pudieran alcanzar y ser arrastrados por las escorrentías superficiales. Esta interacción es adversa, de baja intensidad y puntual por lo que</p>	<b>No Perceptible</b>	

Interacción N°	Relación factor ambiental- actividad	Discusión	Relevancia a escala del SAR	Consecutivo y naturaleza
		se define como no perceptible a nivel del SA.		
22	Calidad de agua superficial - Reforestación con especies nativas.	Se refiere a una acción benéfica considerada para la fase preoperativa del proyecto y la cual consiste en inducir artificialmente un nuevo ensamble vegetal, basado en el existente, que sea capaz de sostenerse por sí mismo, proteger el suelo, regular el arrastre de sedimentos. Corresponde a una interacción positiva, extensa que no desaparece una vez realizada.	Perceptible	6-B
23	Área-volumen de infiltración - Excavaciones y compactaciones	Se estima una variante en la captación de agua entre la condición con proyecto y sin proyecto que se asocia a la transformación física puntual del suelo en 0.02 ha. (192.27 m <sup>2</sup> ). En la consideración que se mantendrán libres de compactación y sellamiento 654.64 m <sup>2</sup> (0.065 ha) se estima que, en el ámbito de las superficies permeables del Sistema Ambiental la reducción de menos del 0.016% es irrelevante en el marco de la captación e infiltración de agua al subsuelo. Por lo anterior se estima que corresponde a una interacción adversa que es puntual y es mitigada desde el diseño de la propuesta.	No perceptible	
24	Área-volumen de infiltración - Construcción de acceso y establecimiento de las instalaciones	Se prevé una variante mínima en la captación e infiltración de agua entre la condición con proyecto y sin proyecto que se asocia al sellamiento en 192.27 m <sup>2</sup> (0.02 ha) se estima que, en	No perceptible	

Interacción N°	Relación factor ambiental– actividad	Discusión	Relevancia a escala del SAR	Consecutivo y naturaleza
		<p>el ámbito de las superficies permeables del Sistema Ambiental la reducción es irrelevante en el marco de la captación e infiltración de agua al subsuelo.</p> <p>Por lo anterior se estima que corresponde a una interacción adversa que es puntual y es reversible.</p>		
25	<p>Área-volumen de infiltración - <b>Descompactación del suelo</b></p>	<p>La ruptura de la capa superior que forma un sello compacto provocado por la obra, al ser removido de forma manual permite nuevamente la infiltración del agua.</p> <p>Esta interacción es benéfica, puntual, irreversible y permanece una vez concluido el proyecto.</p>	<b>No perceptible</b>	
26	<p>Área-volumen de infiltración - <b>Reforestación con especies nativas</b></p>	<p><b>La reforestación con especies nativas de selva baja caducifolia es un componente del proyecto que deriva en la restauración, a largo plazo, del suelo modificado. El restablecimiento de la cubierta vegetal, en 0.03 ha implica recuperar un componente formador y retenedor de suelo. Esta interacción es benéfica, irreversible que permanece una vez concluido el proyecto.</b></p>	<b>Perceptible</b>	<b>7 B</b>
<b>DISPONIBILIDAD DE AGUA CRUDA Y POTABLE</b>				
27	<p>Disponibilidad de agua cruda y potable – <b>Tratamiento de aguas residuales y disposición</b></p>	<p>El proyecto requiere de un caudal calculado, en ocupación plena, de 6.94 m<sup>3</sup>/día por un máximo de 2 horas. Esto implica una demanda de 6,939.40 litros por día lo cual puede considerarse como un consumo relativamente bajo.</p>	<b>No perceptible</b>	

Interacción N°	Relación factor ambiental– actividad	Discusión	Relevancia a escala del SAR	Consecutivo y naturaleza
		<p>Este volumen de aguas servidas deriva en la producción de 15,107.48 litros de aguas residuales crudas que serán dirigidas a la planta de tratamiento. Los límites de contaminantes en las descargas de aguas residuales (promedio mensual) serán los más rigurosos derivados de la conjunción de los límites de la NOM-003-SEMARNAT-1997 y la NOM-001-SEMARNAT-1996. (Ver Capítulo II)</p> <p>En cuanto al suministro, el cual será proporcionado por la Comisión de Agua Potable y Alcantarillado de Quintana Roo, se parte de que, de acuerdo a lo indicado en el <i>Acuerdo por el que se dan a conocer los estudios técnicos de aguas nacionales subterráneas del acuífero Península de Yucatán, clave 3105, estados de Yucatán, Campeche y Quintana Roo</i><sup>41</sup>, el acuífero del cual proviene el agua que se surte a Holbox tiene una disponibilidad estimada media anual del agua subterránea de 5,005.604766 millones de metros cúbicos anuales por lo que se tiene que este impacto es muy bajo, puntual y al cesa al momento que el proyecto deja de operar por lo que resulta reversible.</p>		
<b>VEGETACIÓN. ABUNDANCIA DE INDIVIDUOS</b>				
28	Abundancia de individuos vegetales – <b>Rescate</b>	Previo al inicio de los trabajos de preparación de sitio se ejecutará un programa de	<b>No perceptible</b>	

<sup>41</sup> ACUERDO por el que se dan a conocer los estudios técnicos de aguas nacionales subterráneas del acuífero Península de Yucatán, clave 3105, estados de Yucatán, Campeche y Quintana Roo. (DOF 04/09/2013).

Interacción N°	Relación factor ambiental– actividad	Discusión	Relevancia a escala del SAR	Consecutivo y naturaleza
		<p>rescate y reubicación de especies de flora. En el predio se encuentran dispersos por manchones individuos de palma chit (<i>Thrinax radiata</i>). Aquellos que no interfieran con la obra serán protegidos con malla ciclónica y los que sí serán rescatados. Adicionalmente se rescatarán individuos de otras especies no protegidas a efecto de reintroducirlos posteriormente.</p> <p>Esta interacción es benéfica, puntual -ya que solo sucede en las zonas de afectación y es irreversible.</p>		
29	<p>Abundancia de individuos vegetales – <b>Desmante</b></p>	<p>Las actividades necesarias para este proyecto implican una superficie total de afectación de 0.06 ha, aunque se valora el cambio potencial en 0.1 ha. El desmante selectivo es necesario para permitir la implementación de la propuesta constructiva la cual implica la reducción de la cubierta y del número de individuos que conforman la vegetación del predio.</p> <p>La recuperación del ensamble botánico en el tiempo de vida útil del proyecto es posible por lo que esta interacción se considera adversa, parcial y reversible.</p>	<p><b>No perceptible</b></p>	
30	<p>Abundancia de individuos vegetales – <b>Reforestación con especies nativas</b></p>	<p><b>La reforestación con especies nativas propias del ensamble existente como (<i>Cyperus planifolius</i>), Sak-chukum (<i>Croton punctatus</i>) y la manzanita (<i>Lantana involucrata</i>) la cactácea</b></p>	<p><b>Perceptible</b></p>	<p><b>8-B</b></p>

Interacción N°	Relación factor ambiental– actividad	Discusión	Relevancia a escala del SAR	Consecutivo y naturaleza
		<p><i>Acanthocereus tetragonus</i> y (<i>Pitayita Selenicereus testudo</i>) reformarán un estrato arbustivo mientras que el arbóreo se formará usando palma chit (<i>Thrinax radiata</i>), las ceibas (<i>Ceiba acuminata</i> y <i>Ceiba pentandra</i>), chaká (<i>Bursera simaruba</i>) Uvero (<i>Coccoloba uvifera</i>), Tsiw che' (<i>Pithecellobium keyense</i>), Se considera la introducción de especies botánicas locales que sean preferidas por polinizadores tales como Tzitzilché (<i>Gymnopodium floribundum</i>), y ornamentales locales como la flor de mayo (<i>Plumeria obtusa</i>), la palma de coco (<i>Cocos nucifera</i>) y la flor de tajonal (<i>Viguiera dentata</i>) entre otras, se realizará en todas aquellas áreas que lo admitan de acuerdo con el diseño de paisaje que se determine. La acción reduce el impacto ambiental en 0.03 ha ya que implica recuperar parcialmente un ensamble botánico actualmente disminuido.</p> <p>Esta interacción es benéfica, puntual, irreversible que permanece una vez concluido el proyecto.</p>		
<b>VEGETACIÓN. RIQUEZA DE ESPECIES</b>				
31	Riqueza de especies vegetales – <b>Desmorte</b>	La reducción de la vegetación que el proyecto requiere impacta de manera adversa sobre la riqueza específica botánica existente en el polígono de actuación implicando una reducción del ensamble existente lo cual	<b>No Perceptible</b>	



Interacción N°	Relación factor ambiental– actividad	Discusión	Relevancia a escala del SAR	Consecutivo y naturaleza
		<p>deriva en una disminución de la riqueza específica.</p> <p>El cambio impacta, entonces, de manera adversa sobre la riqueza específica botánica existente en el Sistema Ambiental.</p> <p>La interacción se considera adversa, parcial y reversible al aplicarse programas de reforestación con especies de duna costera.</p>		
32	<p>Riqueza de especies vegetales – Reforestación con especies nativas.</p>	<p>La reforestación con las especies nativas de selva baja caducifolia ya indicadas se realizará en aquellas áreas que lo admitan de acuerdo con la arquitectura y diseño de paisaje que se determine. La acción reduce el impacto ambiental en, por lo menos, 0.03 ha ya que implica recuperar parcialmente un ensamble biológico formador y retenedor de suelo.</p> <p>Esta interacción es benéfica, puntual, irreversible que permanece una vez concluido el proyecto.</p>	Perceptible	11-B
<b>VEGETACIÓN. ESPECIES PROTEGIDAS</b>				
33	<p>Especies botánicas Legalmente protegidas (NOM-059-SEMARNAT-2010) Desmonte.</p>	<p>En el sitio de intervención se distribuyen especies botánicas de valor biológico. De ellas se tienen individuos de especies legalmente protegidas como la palma chit <i>Thrinax Radiata</i> cuya categoría de riesgo es Amenazada (A). Para las especies protegidas en particular y sin excluir aquellas no protegidas, en el área de desmonte y de actuación se deberán de</p>	Perceptible	12-A

Interacción N°	Relación factor ambiental- actividad	Discusión	Relevancia a escala del SAR	Consecutivo y naturaleza
		realizar acciones de protección que incluyen el rescate y posterior reubicación siendo esto un aspecto a planificar, monitorear y documentar.		
<b>FAUNA. ABUNDANCIA DE INDIVIDUOS</b>				
34	Abundancia de individuos animales – <b>Rescate</b>	<p>Previo al inicio de los trabajos de preparación de sitio se ejecutará un programa de rescate y reubicación de especies de fauna silvestre, con especial interés en aquellas listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 como la iguana rayada (<i>Ctenosaura similis</i>) de la categoría “Amenazada” y otras, como la tortuga mojina (<i>Rhinoclemmys areolata</i>), la tortuga casquito (<i>Kinosternon scorpioides</i>) en categoría de “Protección especial” y la iguana gris (<i>Ctenosaura similis</i>). Toda la fauna rescatada será reubicada en sitios semejantes al lugar de captura.</p> <p>Esta interacción es benéfica, puntual -ya que solo sucede en las zonas de afectación y es irreversible.</p>	<b>No perceptible</b>	
35	Abundancia de individuos animales – <b>Desmonte</b>	<p>El desmonte implica afectación directa sobre 0.06 ha en el marco del proyecto. Esta acción repercute en la reducción de la selva baja que, aunque secundaria, es un hábitat que ofrece alimento y cobertura a la fauna silvestre por lo que su reducción es un factor de cambio adverso directo con respecto a la abundancia zoológica a nivel predial.</p>	<b>Perceptible</b>	<b>13-A</b>

Interacción N°	Relación factor ambiental– actividad	Discusión	Relevancia a escala del SAR	Consecutivo y naturaleza
		Este cambio es adverso, parcial y reversible al aplicarse programas de reforestación.		
36	Abundancia de individuos animales – Reforestación con especies nativas.	La reforestación con especies nativas se realizará en aquellas áreas que lo admitan de acuerdo con la arquitectura y diseño de paisaje que se determine. La acción reduce el impacto ambiental en, por lo menos, 0.03 ha ya que implica recuperar parcialmente un componente que ofrece hábitat, alimento y cobertura a la fauna silvestre por lo que incide directamente en la distribución y abundancia de ella. Además es formador y retenedor de suelo. Al usar especies nativas del ensamble la interacción resulta benéfica, puntual e irreversible ya que permanece una vez concluido el proyecto.	Perceptible	14-B
<b>FAUNA. RIQUEZA DE ESPECIES</b>				
37	Riqueza de especies zoológicas – Desmonte	Como consecuencia del desmonte en 0.06 ha y el cambio en 0.10 ha se espera la disminución de la riqueza específica de la fauna silvestre en la zona de intervención ya que el hábitat se reduce en proporción a la cubierta vegetal. No obstante, dada la superficie relativamente reducida de esta intervención y la calidad ambiental que guarda el ensamble en el predio, no se considera la posibilidad de que ocurran mermas en las poblaciones que deriven en extinciones de fauna silvestre locales ya que	Perceptible	15-A

Interacción N°	Relación factor ambiental- actividad	Discusión	Relevancia a escala del SAR	Consecutivo y naturaleza
		<p>las especies que utilizan el área se encuentran ampliamente representadas el SAD y en otros sitios cercanos.</p> <p>La recuperación del ensamble botánico en el tiempo a través de la ejecución de la reforestación implica la posibilidad de reducir el impacto por lo que la interacción se considera adversa, parcial y reversible.</p>		
38	<p>Riqueza de especies zoológicas - Reforestación con especies nativas.</p>	<p>La reforestación en el corresponde a una acción favorable respecto a la riqueza específica zoológica registrada. Si el programa de restauración es llevado a cabo de manera satisfactoria y se mantiene la mayor cobertura posible el beneficio se amplía proporcionando un hábitat forestal reconstituido en 0.03 ha el cual puede ser utilizado por la fauna silvestre derivando en un incremento local de la riqueza específica lo que, a escala del SAR, implicará una mejora ambiental.</p> <p>Esta interacción es benéfica, de efecto intenso y permanece indefinidamente una vez que la actividad concluye, es decir que es perceptible.</p>	Perceptible	16-B
<b>FAUNA. ESPECIES PROTEGIDAS</b>				
39	<p>Especies zoológicas Legalmente protegidas (NOM-059-SEMARNAT-2010) - Desmonte.</p>	<p>En el ámbito del SAD se comprobó la presencia de especies de vertebrados silvestres que se encuentran enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010. Algunas de</p>	Perceptible	17-A

Interacción N°	Relación factor ambiental– actividad	Discusión	Relevancia a escala del SAR	Consecutivo y naturaleza
		<p>ellas son: la culebra chirrionera (<i>Coluber mentovarius</i>), cocodrilo de pantano (<i>Crocodylus moreletii</i>), iguana rayada (<i>Ctenosaura similis</i>), Huilota caribeña (<i>Zenaida aurita</i>) y Flamenco rojo (<i>Phoenicopterus ruber</i>).</p> <p>Para las especies protegidas en particular y sin excluir aquellas no protegidas, en el área de intervención, como la iguana rayada, se deberán de realizar acciones de protección que incluyan el rescate, reubicación y desplazamiento inducido previendo el desplazamiento de los animales ahuyentados por lo que este también será un aspecto a planificar, programar y documentar.</p>		
40	Especies zoológicas Legalmente protegidas (NOM-059-SEMARNAT-2010) – Reforestación con especies nativas.	<p>La reforestación con especies nativas propias del ensamble como <i>Cyperus planifolius</i>, <i>Croton punctatus</i>, <i>Lantana involucrata</i>, <i>Acanthocereus tetragonus</i>, <i>Selenicereus testudo</i>, <i>Thrinax radiata</i>, <i>Ceiba acuminata</i>, <i>Ceiba pentandra</i>, <i>Bursera simaruba</i>, <i>Coccoloba uvifera</i>, <i>Pithecellobium keyense</i>, <i>Gymnopodium floribundum</i>, <i>Plumeria obtusa</i>, <i>Cocos nucifera</i> y <i>Viguiera dentata</i> entre otras plantas locales, se realizará en todas aquellas áreas que lo admitan de acuerdo con el diseño de paisaje que se determine. La acción reduce el impacto ambiental en 0.03 ha ya que implica recuperar</p>	Perceptible	18-B

Interacción N°	Relación factor ambiental- actividad	Discusión	Relevancia a escala del SAR	Consecutivo y naturaleza
		<p>parcialmente un componente que proporciona cobertura, refugio, áreas de reproducción y crianza a la fauna silvestre protegida y no protegida siendo además formador y retenedor de suelo.</p> <p>Esta interacción es benéfica, puntual, irreversible que permanece una vez concluido el proyecto</p>		
<b>USO DE SUELO</b>				
41	Uso de suelo – <b>Desmante.</b>	<p>El proyecto conlleva un cambio del uso de suelo actual a un uso habitacional.</p> <p>Esta variación implica la afectación de una superficie de 0.6 Ha.</p> <p>Esta interacción se considera adversa, parcial y reversible al implementarse un programa de restauración de suelos y reforestación en 0.03 Ha.</p>	<b>Perceptible</b>	19-A
<b>ECONOMÍA LOCAL, REGIONAL Y NACIONAL</b>				
42	Economía local y regional – <b>Todas las actividades.</b>	<p>La mano de obra y las horas de trabajo, así como la adquisición y el transporte de los distintos insumos necesarios para la implementación del proyecto y su operación representan un impulso para la economía local. La contratación del personal para ejecutar los distintos conceptos del proyecto, considerando desde las labores de preparación del sitio, hasta las relacionadas con la edificación de las instalaciones generará empleos temporales y durante la operación se tendrán empleos permanentes y eventuales.</p>	<b>Perceptible</b>	20-B

Interacción N°	Relación factor ambiental– actividad	Discusión	Relevancia a escala del SAR	Consecutivo y naturaleza
		Este efecto es benéfico a la economía de la isla de Cozumel. Es intenso y durable y se estima perceptible.		
<b>CUALIDADES ESTÉTICO PAISAJÍSTICAS</b>				
43	Cualidades estéticas paisajísticas – Desmonte /. Presencia de trabajadores y visitantes	<p>La reducción de la vegetación de secundaria de selva mediana duna costera en 0.6 ha y cambio d uso de suelo en 0.1 será visible desde las calles aledañas y colindancias inmediatas además del desorden visual que implica la presencia de personas, maquinaria y equipo .</p> <p>Por otra parte, las instalaciones que se pretenden son sobrias y ligeras siendo realizadas en parte con con madera, por lo que se estima que no son disruptivas en el entorno que han de ocupar.</p> <p>El proyecto busca, precisamente, no alterar las vistas y lograr una máxima integración ambiental. No obstante, sí será visible.</p> <p>Esta interacción es adversa, presenta un valor de incidencia bajo con una extensión puntual y es irreversible.</p>	Perceptible	21-A

### V.1.2.1 Impactos ambientales identificados

El ejercicio matricial de interacciones anteriormente realizado y mediante el cual han sido identificadas y descritas las interrelaciones perceptibles actividad del proyecto–factor ambiental permite ahora utilizar como base el factor ambiental para agrupar y nombrar el impacto ambiental a efecto de caracterizarlo y dimensionarlo.



Tabla V-4 Agrupación de las interacciones identificadas como perceptibles a nivel del SA e identificación, enunciación y caracterización de los impactos ambientales.

Factor ambiental impactado	Número de interrelaciones adversas	Actividades del proyecto causales de cambio	Efecto	Naturaleza
Calidad del suelo	5	Desmante	Se modifica la calidad del suelo en toda la superficie de intervención del proyecto (0.6 Ha) al perderse parte de la cubierta vegetal y exponerse al aire, sol y lluvia. La operación y tránsito de vehículos y personas que usan herramientas a gasolina puede implicar derrames accidentales de combustibles y lubricantes sobre el suelo natural dentro del polígono de intervención. Los restos de materiales son residuos de manejo especial durante la obra y sólidos urbanos durante la operación representa la posibilidad de su dispersión lo cual puede afectar la calidad del suelo.	<b>Adverso perceptible</b>
		Despalme		
		Generación de residuos peligrosos y de manejo especial		
		Transporte de materiales, personal y maquinaria		
		Generación de residuos sólidos urbanos		
<b>Impacto ambiental 1.</b> Modificación de las propiedades fisicoquímicas del suelo por la pérdida de la cubierta vegetal, el derrame de combustibles, lubricantes y dispersión de residuos (ADVERSO).				

Factor ambiental impactado	Número de interrelaciones adversas	Actividades del proyecto causales de cambio	Descripción el efecto	Naturaleza
Abundancia de individuos de especies botánicas	1	Desbroce	El desmante resulta indispensable para permitir la construcción de la infraestructura turística lo cual reduce la cubierta vegetal y, con ello, su abundancia individual.	<b>Adverso perceptible</b>

Factor ambiental impactado	Número de interrelaciones adversas	Actividades del proyecto causales de cambio	Descripción el efecto	Naturaleza
<b>Impacto ambiental 2.</b> Disminución de la abundancia individual de especies botánicas por la presencia del proyecto el cambio de uso de suelo en 0.1 ha de vegetación forestal. (ADVERSO).				

Factor ambiental impactado	Número de interrelaciones adversas	Actividades del proyecto causales de cambio	Descripción el efecto	Naturaleza
Riqueza botánica específica	1	Desbroce	El desmante es necesario para permitir la instalación y construcción de la infraestructura pretendida lo cual reduce la cubierta vegetal y, con ello, la riqueza específica en el polígono intervenido y en el SAR.	<b>Adverso perceptible</b>

**Impacto ambiental 3.** Reducción a la riqueza botánica por cambio de uso de suelo en 0.1 ha. (ADVERSO).

Factor ambiental impactado	Número de interrelaciones adversas	Actividades del proyecto causales de cambio	Descripción el efecto	Naturaleza
Abundancia de individuos zoológicos	1	Desbroce	El desmante resulta indispensable para permitir la construcción de la infraestructura turística lo cual reduce la cubierta vegetal y, con ello, la abundancia de individuos.	<b>Adverso perceptible</b>

**Impacto ambiental 4.** Disminución de la abundancia individual de especies zoológicas por el cambio de uso de suelo en 0.1 ha. (ADVERSO).

Factor ambiental impactado	Número de interrelaciones adversas	Actividades del proyecto causales de cambio	Descripción el efecto	Naturaleza
Riqueza zoológica específica	1	Desbroce	El desmonte es necesario para permitir la instalación y construcción de la infraestructura turística pretendida lo cual reduce la cubierta vegetal, el hábitat disponible y, con ello, la riqueza zoológica específica en el polígono intervenido.	<b>Adverso perceptible</b>
<b>Impacto ambiental 5.</b> Reducción a la riqueza zoológica por cambio de uso de suelo en 0.1 ha de vegetación. (ADVERSO).				

Factor ambiental impactado	Número de interrelaciones adversas	Actividades del proyecto causales de cambio	Descripción el efecto	Naturaleza
Especies zoológicas legalmente protegidas (NOM-059-SEMARNAT 2010)	1	Desbroce	En el sitio de intervención se distribuyen potencialmente especies zoológicas legalmente protegidas: la tortuga mojina ( <i>Rhinoclemmys areolata</i> ) en categoría de "Amenazada"; la tortuga casquito ( <i>Kinosternon scorpioides</i> ) en categoría de "Protección especial" y la iguana gris ( <i>Ctenosauria similis</i> ) "Amenazada". El desmonte necesario para permitir la	<b>Adverso perceptible</b>

Factor ambiental impactado	Número de interrelaciones adversas	Actividades del proyecto causales de cambio	Descripción el efecto	Naturaleza
			instalación y construcción de la infraestructura turística pretendida pudiera afectar algunos individuos de esta especie.	
<p><b>Impacto ambiental 6.</b> Afectación a individuos de especies zoológicas protegidas por la NOM-059-SEMARNAT 2010 al realizarse el cambio de uso de suelo en 0.1 ha de vegetación. (ADVERSO).</p>				

Factor ambiental impactado	Número de interrelaciones adversas	Actividades del proyecto causales de cambio	Descripción el efecto	Naturaleza
Uso de suelo	1	Desbroce	El proyecto conlleva un cambio del uso de suelo actual a un uso habitacional. Esta variación implica la afectación de una superficie de 0.10 Ha.	<b>Adverso perceptible</b>
<p><b>Impacto ambiental 7.</b> Modificación, transformación y cambio de uso de suelo en 0.1 ha (ADVERSO).</p>				

Factor ambiental impactado	Número de interrelaciones adversas	Actividades del proyecto causales de cambio	Descripción el efecto	Naturaleza
Economía local	0* * 18 benéficas	Todas las actividades del proyecto en fases de construcción y operación	La mano de obra y la adquisición de bienes y servicios necesarios para la construcción de los diferentes conceptos de obra representan un impulso para la economía local, así como a su participación tributaria.	<b>Benéfico perceptible</b>
<b>Impacto ambiental 8.</b> Aportación del proyecto a la economía regional (BENÉFICO).				

Factor ambiental impactado	Número de interrelaciones adversas	Actividades del proyecto causales de cambio	Descripción el efecto	Naturaleza
Cualidades estéticas y paisajísticas	2	Desbroce	La modificación y reducción de la cubierta vegetal define nuevas vistas que corresponden a un espacio antropizado. La presencia de infraestructura habitacional añade componentes a las vistas que hoy son inexistentes.	<b>Adverso perceptible</b>
		Presencia de las instalaciones		
<b>Impacto ambiental 9.</b> Modificación y reducción de la cubierta vegetal que define vistas de un espacio antropizado y presencia del proyecto en el paisaje (ADVERSO).				

Lo anterior expone que, después de cribar y agregar las 43 interacciones potencialmente causales de cambios en el Sistema Ambiental Delimitado, 9 se definen como impactos ambientales perceptibles. De estos, ocho son adversos y uno, que agrupa 19 relaciones, es benéfico.

En el contexto anterior se procedió a la evaluación de los impactos ambientales identificados, utilizando una matriz mediante la cual es posible realizar una valoración cualitativa de los impactos ambientales generados por el proyecto y obtener un valor de importancia. Así, la importancia del impacto es la proporción en la que se mide cualitativamente en función del grado de incidencia o intensidad de la alteración producida, y de la caracterización del efecto. Los atributos para valorar la importancia del impacto son de tipo cualitativo y se refieren a la intensidad, extensión, momento, persistencia, reversibilidad, sinergia, acumulación, efecto, periodicidad y recuperabilidad, referidos al efecto de la acción sobre el factor ambiental.

Estos atributos se describen en la tabla que se presenta a continuación:

Tabla V-5 Descripción de los atributos para valorar la importancia del impacto mediante una matriz de impactos.

Símbolo	Significado	Descripción
±	Naturaleza (Positivo- Negativo)	Indica el carácter <b>benéfico</b> (+) o <b>adverso</b> (-) del impacto ambiental.
I	Intensidad	Se refiere al <b>grado de incidencia</b> de la acción. El rango de valoración está comprendido entre 1 y 12, en donde el 12 expresa una destrucción total del factor en el área en la que se produce el efecto, y el 1 una afección mínima. Los valores comprendidos entre estos dos términos reflejan situaciones intermedias.
EX	Extensión	Se refiere al <b>área de influencia</b> teórica del impacto con relación al entorno del proyecto (% de área, respecto al entorno, en que se manifiesta el efecto). Si la acción produce un efecto muy localizado, se considera que el impacto tiene un carácter <b>Puntual</b> (1). Si el efecto no admite una ubicación precisa dentro del entorno del proyecto, teniendo una influencia generalizada, el impacto es <b>Total</b> (8), considerando situaciones intermedias, según su gradación, como impacto <b>Parcial</b> (2) y <b>Extenso</b> (4). En el caso de impactos positivos se toma en cuenta lo <b>Relevante</b> del impacto en términos de amplitud y se le asigna 4 puntos más.
MO	Momento	Se refiere al plazo de manifestación del impacto, alude al <b>tiempo</b> que transcurre entre la aparición de la <b>acción</b> y el comienzo de su <b>efecto</b> . Cuando el tiempo transcurrido es nulo, el momento es <b>Inmediato</b> , y cuando es inferior a un año es de <b>Corto Plazo</b> , el valor en ambos casos es de (4). Si el período de tiempo va de 1 a 5 años, <b>Medio Plazo</b> (2), y si el efecto tarda en

Símbolo	Significado	Descripción
		manifestarse más de cinco años, <b>Largo Plazo o Efímero</b> en el caso de impactos positivos, es (1).
PE	Persistencia	Se refiere al tiempo que, supuestamente, <b>permanecería el efecto</b> desde su aparición y, a partir del cual el factor afectado retornaría a las condiciones iniciales previas a la acción por medios naturales, o mediante la introducción de medidas correctoras. Si la permanencia del efecto tiene lugar durante menos de un año, la acción produce un efecto <b>Fugaz</b> , su valor es (1). Si dura entre 1 y 10 años, <b>Temporal</b> (2), y si el efecto tiene una duración superior a los 10 años, el efecto es <b>Permanente</b> y su valor (4).
RV	Reversibilidad	Se refiere a la posibilidad de reconstrucción del factor afectado por el proyecto, es decir, la <b>posibilidad de retornar a las condiciones iniciales previas a la acción</b> , por medios naturales, una vez aquella deja de actuar sobre el medio. Si es a <b>Corto Plazo</b> , su valor es (1), si es a <b>Medio Plazo</b> (2) y si el efecto es <b>Irreversible</b> su valor es (4).
SI	Sinergia	Este atributo <b>contempla el reforzamiento de dos o más efectos simples</b> . La componente total de la manifestación de los efectos simples, provocados por acciones que actúan simultáneamente, es superior a la que cabría esperar de la manifestación de efectos cuando las acciones que las provocan actúan de manera independiente no simultánea. Cuando una acción actuando sobre el factor, <b>no es sinérgica</b> con otras acciones que actúan sobre el mismo factor, el atributo tiene el valor (1), si presenta un <b>sinergismo moderado</b> (2) y si es <b>altamente sinérgico</b> (4).
AC	Acumulación	Este atributo da la idea del <b>incremento progresivo de la manifestación del efecto</b> , cuando persiste de forma continua o reiterada la acción que lo genera. Cuando una acción no produce efectos acumulativos (acumulación simple), el efecto se valora como (1). Si el efecto producido es acumulativo el valor se incrementa a (4).
EF	Efecto	Se refiere a <b>la relación causa-efecto</b> , o sea a la forma de manifestación del efecto sobre un factor, como consecuencia de una acción. El efecto puede ser directo primario, siendo en este caso la repercusión de la acción consecuencia directa de ésta. En el caso de que el efecto sea indirecto o secundario, su manifestación no es consecuencia directa de la acción, sino que tiene lugar a partir de un efecto primario, actuando éste como una acción de segundo orden. Este término toma el valor 1 en el caso de que sea secundario y el valor 4 cuando sea directo.



Símbolo	Significado	Descripción
PR	Periodicidad	Se refiere a la <i>regularidad de manifestación del efecto</i> , bien sea de manera cíclica o recurrente (efecto periódico), de forma impredecible en el tiempo (efecto irregular), o constante en el tiempo (efecto continuo). Los efectos continuos tienen un valor de (4), los periódicos (2) y los de aparición irregular, que deben evaluarse en términos de probabilidad de ocurrencia, y los discontinuos (1).
MC	Recuperabilidad	Se refiere a la <b>posibilidad de reconstrucción</b> , total o parcial, del factor afectado como consecuencia del proyecto, es decir, la posibilidad de retornar a las condiciones iniciales previas a la actuación, por medio de la intervención humana (introducción de medidas correctoras). Si el efecto es totalmente <b>Recuperable</b> , su valor es (1) o (2) según lo sea de manera <b>inmediata o a medio plazo</b> , si lo es parcialmente, el efecto es <b>Mitigable</b> , y toma un valor (4). Cuando el efecto es <b>Irrecuperable</b> (alteración imposible de reparar, tanto por la acción natural, como por la humana) su valor es (8). En el caso de ser irrecuperables, pero existe la posibilidad de introducir medidas compensatorias, el valor adoptado es (4).

De los valores asignados a los atributos descritos para evaluar la magnitud del impacto ambiental, se obtiene la importancia del impacto, tal como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla V-6 Valoración de la importancia del impacto.

NATURALEZA		INTENSIDAD (I)	
(Positivo-Negativo)		(Grado de afectación)	
Impacto benéfico	+	Baja	1
		Media	2
Impacto adverso	-	Alta	4
		Muy alta	8
		Total	12
EXTENSIÓN (EX)		MOMENTO (MO)	
(Área de influencia)		(Plazo de manifestación)	
Puntual	1	Largo plazo (-)/Efímero (+)	1
Parcial	2	Mediano plazo	2
Extenso	4	Inmediato	4
Total	8	Crítico (-)/Continuo (+)	(4)
Crítica (-)/Relevante (+)	(4)		
PERSISTENCIA (PE)		REVERSIBILIDAD (RV)	
(Permanencia del efecto)		(Retorno por medios naturales)	

Fugaz	1	Corto plazo	1
Temporal	2	Mediano plazo	2
Permanente	4	Irreversible	4
<b>SINERGI A (SI)</b>		<b>ACUMULACIÓN (AC)</b>	
(Regularidad de la manifestación)		(Incremento progresivo)	
Sin sinergismo (simple)	1	Simple	1
Sinérgico	2	Acumulativo	4
Muy sinérgico	4		
<b>EFECTO (EF)</b>		<b>PERIODICIDAD (PR)</b>	
(Relación causa-efecto)		(Regularidad de la manifestación)	
Indirecto (secundario)	1	Irregular o no periódico y discontinuo	1
Directo	4	Periódico	2
		Continuo	4
<b>RECUPERABILIDAD (MC)</b>			
(Reconstrucción por medios humanos)			
Impactos negativos (-)		Impactos positivos (+)	
<b>RECUPERABILIDAD (MC)</b>			
Recuperable de manera inmediata	1	Rehabilitación parcial	1
Recuperable a mediano plazo	2	Recuperación de hábitat	2
Mitigable/Compensable	4	Recuperación de ecosistemas	4
Irrecuperable	8	Recuperación de especies	8

Lo anteriormente mencionado se expresa numéricamente de la siguiente manera:

$$IM = \pm [3(I) + 2(EX) + SI + PE + EF + MO + AC + MC + RV + PR]$$

La importancia del impacto (IM) proporciona información para calificar cualitativamente los impactos ambientales evaluados, su interpretación es la siguiente:

Si  $IM \leq \pm 25$  el impacto es muy bajo.

Si  $IM > \pm 25$  y  $\leq \pm 50$  el impacto es moderado.

Si  $IM > \pm 50$  y  $< \pm 75$  el impacto es severo.

La naturaleza del impacto, es decir si es benéfico o adverso, se indica con los símbolos + o – respectivamente.

Posteriormente, se procede a la clasificación del impacto en función de los intervalos antes descritos, los resultados permiten la descripción de cada uno de los impactos ambientales. La matriz de valoración de la importancia del impacto obtenida es la siguiente:

IMPACTO AMBIENTAL A NIVEL DEL SAR	VALORACIÓN												CLASIFICACIÓN DEL IMPACTO A NIVEL DEL SAR
	ATRIBUTOS DE CARACTERIZACIÓN DEL IMPACTO												
	±	I	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	IM	
<b>Impacto ambiental 1.</b> Modificación de las propiedades fisicoquímicas del suelo por la pérdida de la cubierta vegetal, el derrame de combustibles, lubricantes y dispersión de residuos (ADVERSO).	-1	2	1	4	1	1	2	1	1	1	1	-20	MUY BAJO
<b>Impacto ambiental 2.</b> Disminución de la abundancia individual de especies botánicas por el cambio de uso de suelo en 0.1 ha de vegetación forestal. (ADVERSO).	-1	4	1	4	2	2	2	1	4	4	4	-37	MODERADO
<b>Impacto ambiental 3.</b> Reducción a la riqueza botánica por cambio de uso de suelo en 0.1 Ha de vegetación forestal. (ADVERSO).	-1	2	1	4	2	2	2	1	4	4	4	-31	MODERADO
<b>Impacto ambiental 4.</b> Disminución de la abundancia individual de especies zoológicas por el cambio de uso de suelo en 0.1 Ha de vegetación forestal. (ADVERSO).	-1	3	1	4	4	4	2	1	4	4	4	-38	MODERADO
<b>Impacto ambiental 5.</b> Reducción a la riqueza zoológica por cambio de uso de suelo en 0.1 Ha de vegetación forestal. (ADVERSO).	-1	4	1	4	2	2	2	1	4	4	4	-37	MODERADO
<b>Impacto ambiental 6.</b> Afectación a individuos de especies zoológicas protegidas por la NOM-059-SEMARNAT 2010 al realizarse el cambio de uso de suelo en 0.1 Ha de vegetación forestal. (ADVERSO).	-1	2	1	4	2	2	2	1	4	4	4	-31	MODERADO
<b>Impacto ambiental 7.</b> Modificación, transformación y cambio de uso de suelo forestal en 0.1 Ha (ADVERSO).	-1	4	1	4	2	2	2	1	4	4	4	-37	MODERADO
<b>Impacto ambiental 8.</b> Aportación del proyecto a la economía regional (BENÉFICO).	1	2	1	4	4	4	2	1	4	4	4	35	MODERADO
<b>Impacto ambiental 9.</b> Modificación y reducción de la cubierta vegetal que define vistas de un espacio antropizado y presencia del proyecto en el paisaje (ADVERSO).	-1	2	1	4	4	4	2	1	4	4	4	-35	MODERADO

### V.1.2.2 Descripción y evaluación de los impactos ambientales identificados.

Como se mencionó previamente, de las interrelaciones que se identificaron por provocar cambios perceptibles en el SAD se obtuvieron, 9 impactos ambientales, 8 de los cuales son adversos y 1, que corresponde a la agrupación de 19 interacciones, es benéfico.

A continuación, se presenta la descripción y evaluación de ellos agrupando aquellos semejantes que admiten una valoración conjugada.

**Impacto ambiental 1.** Modificación de las propiedades fisicoquímicas del suelo por la pérdida de la cubierta vegetal, el derrame de combustibles, lubricantes y dispersión de residuos **(ADVERSO)**.

**Acción:** Reducción de la cubierta vegetal en 0.1 hectáreas, que corresponde al cambio de uso de suelo y actuación en el predio (0.1 Ha) Esto implica la presencia de personas, maquinaria y equipo en el polígono predial. La operación y tránsito de vehículos y maquinaria ligera durante la fase de preparación de sitio que implica también el desmonte de la cubierta vegetal de vegetación de duna costera y el hincado y colado de pilotes conlleva, además, la posibilidad de que ocurran derrames accidentales de combustibles y lubricantes en el suelo natural. La existencia de insumos y personas se asocia a la dispersión de residuos de diversos tipos.

**Causa-efecto:** la dotación de insumos, las intervenciones para el desbroce y despalle necesarias para la preparación de sitio y el hincado y colado de pilotes requieren de maquinaria ligera y equipos a gasolina en el área por lo que pueden ocurrir derrames accidentales de hidrocarburos, grasas y lubricantes que merman, de forma puntual, la calidad del suelo. La realización de construcciones y preparación de instalaciones deriva en la producción de restos que deben de ser adecuadamente gestionados para evitar su dispersión y su eventual integración al suelo.

**Descripción del impacto:** Uno de los efectos ambientales asociados a las obras y actividades propuestas son cambios adversos de las propiedades fisicoquímicas del suelo del área que corresponde al estacionamiento y áreas de servicio.

CARACTERIZACIÓN DEL EFECTO		IMPORTANCIA DEL EFECTO	
SIGNO	NEGATIVO	$IM = \pm [3(I) + 2(E) + SI + PE + EF + MO + AC + MC + RV + PR]$	
INTENSIDAD	2- MEDIA		
EXTENSIÓN	1- PUNTUAL		
MOMENTO	4- INMEDIATO		
PERSISTENCIA	1- FUGAZ	<b>IM</b>	-20
REVERSIBILIDAD	1 CORTO PLAZO		

CARACTERIZACIÓN DEL EFECTO		IMPORTANCIA DEL EFECTO	
SINERGIA	2 SINÉRGICO		
ACUMULACIÓN	1 SIMPLE		
EFFECTO	1 INDIRECTO		
PERIODICIDAD	1 IRREGULAR		
RECUPERABILIDAD	1 INMEDIATA	<b>CLASIFICACIÓN DEL IMPACTO</b>	<b>MUY BAJO</b>

**Clasificación del impacto:**

**Indicador:** variaciones negativas en la calidad del suelo por derrames de hidrocarburos e incorporación de residuos sólidos urbanos, peligrosos y de manejo especial.

**Indicador antes del proyecto:** El predio actualmente se encuentra en condiciones en las que no presenta contaminación.

**Indicador después del proyecto:** La transformación del espacio para conformar el proyecto derivará en un suelo modificado del cual se retirará la capa fértil en las áreas que se desplantarán a nivel de piso.

Una vez realizado lo anterior el suelo dentro del área del proyecto, si bien modificado por la reducción de la cubierta vegetal, se encontrará libre de contaminación producida por hidrocarburos, residuos sólidos urbanos, peligrosos y de manejo especial. El impacto se considera muy bajo, con un valor de -20.

Por los volúmenes de combustibles y lubricantes que se emplearán no se esperan derrames significativos y en caso de que acontezcan se pueden llevar a cabo actividades de recolección total y, en su caso, de remediación. Se esperan mermas de obra, residuos de manejo especial y peligrosos mínimos, por lo que su gestión y disposición no habrán de representar complicaciones.

**Impacto ambiental 2.** Disminución de la abundancia individual y riqueza de especies botánicas por el cambio de uso de suelo en 0.10 ha de vegetación. (ADVERSO).

**Acción:** Las actividades de desbroce y despilme afectarán la abundancia y riqueza específica local de individuos vegetales. Si bien el cambio de uso de suelo se valora para 0.1 hectáreas, formadas por vegetación secundaria de selva baja, la cobertura de las obras a nivel de piso y elevadas, es decir aquellas que transforman o impiden el desarrollo de la vegetación es de 660.90 m<sup>2</sup> (0.06 ha).

**Causa-efecto:** Las intervenciones en el terreno implican el desmonte y despalme mismas que son necesarias para la preparación de sitio y posterior instalación de la infraestructura; es indispensable abrir y acondicionar el espacio, removiendo vegetación secundaria de selva baja caducifolia, para admitir las obras lo que consecuentemente implica la reducción de la cubierta vegetal conllevando la reducción de la abundancia individual y riqueza específica.

**Descripción del impacto:** Uno de los efectos ambientales asociados a las obras y actividades propuestas son cambios adversos que se definen como el cambio de uso de suelo en 0.1 ha y la cobertura elevada y cambios a nivel de suelo en 660.90 m<sup>2</sup> (0.6 ha).

Resulta importante contextualizar, nuevamente, que la intervención se pretende en un sitio en el cual se tiene la presencia de especies que se favorecen de los espacios perturbados tales como *Alternanthera ramosissima*, *Cenchrus echinatus* y *Cyperus planifolius* lo que hace evidente que el sitio no se incide en un hábitat prístino ni particularmente propicio para la conservación de la fauna silvestre.

CARACTERIZACIÓN DEL EFECTO		IMPORTANCIA DEL EFECTO	
SIGNO	NEGATIVO	$IM = \pm [3(I) + 2(E) + SI + PE + EF + MO + AC + MC + RV + PR]$	
INTENSIDAD	4- ALTA		
EXTENSIÓN	1- PUNTUAL		
MOMENTO	4- INMEDIATO		
PERSISTENCIA	2- TEMPORAL	IM	-37
REVERSIBILIDAD	2 MEDIANO PLAZO		
SINERGIA	2 SINÉRGICO		
ACUMULACIÓN	1 SIMPLE		
EFFECTO	4 DIRECTO		
PERIODICIDAD	4 CONTINUO		
RECUPERABILIDAD	4 MITIGABLE		

**Clasificación del impacto:**

**Indicador:** variaciones negativas en la abundancia y riqueza específica florística por cambio de uso de suelo en 0.1 ha y reducción de la superficie vegetal por cubrimiento (obras elevadas) y modificación (obras a suelo) de 0.1 ha de la cobertura vegetal en el SAD.

**Indicador antes del proyecto:** El indicador es la cubierta vegetal del predio determinada por vegetación secundaria de duna costera que es, a nivel de predio, de 1,068.06 m<sup>2</sup>.

**Indicador después del proyecto:** La transformación del espacio para conformar el proyecto derivará en un suelo modificado del cual se retirará la vegetación por lo que el impacto, grado de cambio, se establece como moderado -37 ya que sí representa una merma en la cubierta vegetal del SAR.

**Impacto ambiental 3.** Disminución de la abundancia individual y riqueza de especies zoológicas por el cambio de uso de suelo en 0.1 ha de vegetación. (ADVERSO).

**Acción:** La presencia humana, la operación de maquinaria y el desmonte y despalme, que son las actividades de mayor importancia en términos de impacto ambiental en este caso, ahuyentarán a la fauna silvestre determinando una reducción en la abundancia y riqueza específica a nivel predial.

**Causa-efecto:** La presencia humana, la operación de maquinaria para las intervenciones de desbroce y despalme son necesarias para la preparación de sitio y posterior instalación de la infraestructura. Se requiere la apertura de espacio mediante la remoción de la vegetación lo que ocasiona la reducción relativa del hábitat para la fauna silvestre que habita y utiliza el predio lo cual tiene como consecuencia la disminución de su abundancia y riqueza específica.

**Descripción del impacto:** Uno de los efectos ambientales asociados a las obras y actividades propuestas son cambios adversos que se definen como la reducción de la vegetación a nivel de predio lo que implica el desplazamiento de la fauna silvestre por reducción del hábitat útil y presencia de personas que usan equipos. En el predio no se reconoció una amplia diversidad ni riqueza zoológica dada la escasa cobertura vegetal y recursos limitados, registrándose la presencia de *Incilius valliceps*, *Scinax staufferi* y *Rhinella marina*; los reptiles *Oxybelis aeneus*, *Ctenosaura similis*, que se encuentra listada por la NOM-059-SEMARNAT-2010 bajo la categoría de Amenazada y *Anolis sagrei*; las aves *Icterus cucullatus*, *Mimus gilvus*, *Ortalis vetula*, *Amazilia candida*, *Chlorostilbon canivetii*, *Pitangus sulphuratus* y *Cathartes aura* y, en cuanto a los mamíferos, se tienen registros indirectos de la presencia de *Procyon lotor* y *Felis catus*.

CARACTERIZACIÓN DEL EFECTO		IMPORTANCIA DEL EFECTO	
SIGNO	NEGATIVO	$IM = \pm [3(I) + 2(E) + SI + PE + EF + MO + AC + MC + RV + PR]$	
INTENSIDAD	4- ALTA		
EXTENSIÓN	1- PUNTUAL		
MOMENTO	4- INMEDIATO		
PERSISTENCIA	2- TEMPORAL	<b>IM</b>	-37
REVERSIBILIDAD	2 MEDIANO PLAZO		



CARACTERIZACIÓN DEL EFECTO		IMPORTANCIA DEL EFECTO	
SINERGIA	2 SINÉRGICO		
ACUMULACIÓN	1 SIMPLE		
EFFECTO	4 DIRECTO		
PERIODICIDAD	4 CONTINUO		
RECUPERABILIDAD	4 MITIGABLE	<b>CLASIFICACIÓN DEL IMPACTO</b>	<b>MODERADO</b>

**Clasificación del impacto:**

**Indicador:** variaciones negativas en la abundancia y riqueza específica zoológica por el cambio de uso de suelo e intervención en 0.1 ha de la cobertura vegetal en el SAD de vegetación secundaria de selva mediana y la ocupación del predio por infraestructura habitacional.

**Indicador antes del proyecto:** El indicador es la cubierta vegetal del predio determinada por vegetación secundaria de selva baja caducifolia que es, a nivel de predio, 1,068.06 m<sup>2</sup>. los cuales son un hábitat modificado que es usado por fauna silvestre.

**Indicador después del proyecto:** La transformación del espacio para conformar el proyecto derivará en un hábitat, que, si bien no es prístino, será modificado.

El proyecto afectará la riqueza de fauna de manera puntual durante la etapa constructiva consecuencia, primordialmente, del desmonte y ocupación de la edificación, así como por el uso de equipo y maquinaria en las distintas actividades del proyecto; se prevé pérdida de hábitat y un aumento en la perturbación debida a causas antropogénicas, comparado con las condiciones actuales. Es probable que disminuya la riqueza de especies durante la preparación del sitio y construcción del proyecto, pero ésta no se asociada con la ocurrencia de extinciones locales. Implica el desplazamiento de los animales hacia otras áreas del SAD libres de perturbación. Es por ello que el impacto se establece como moderado con un valor de -37.

**Impacto ambiental 4.** Afectación a individuos de especies zoológicas protegidas por la NOM-059-SEMARNAT 2010 al realizarse el cambio de uso de suelo en 0.1 ha de vegetación. (ADVERSO).

**Acción:** La presencia humana, máquinas y en particular el desmonte de la vegetación pudiera, eventualmente, afectar individuos de especies de vertebrados protegidas por la NOM-059-SEMARNAT 2010. Si bien durante el trabajo de campo se registró la presencia de *Ctenosaura similis* la que se encuentra en la categoría de Amenazada.

Al intervenir en una superficie de 0.1 ha pudiera tenerse, además, la presencia de las tortugas *Rhinoclemmys areolata* (mojina) en categoría de “Amenazada”, *Kinosternon scorpioides* (tortuga casquito) en categoría de “Protección especial” y la culebra *Thamnophis proximus* (culebra listonada occidental) en categoría de “Amenazada”, entre otras.

**Causa-efecto:** Las intervenciones para el desmonte y despalme son necesarias para la preparación de sitio y posterior instalación de la infraestructura. Estas actividades conllevan la reducción en el hábitat disponible para las especies de fauna silvestre.

**Descripción del impacto:** Uno de los efectos ambientales asociados a las obras y actividades propuestas son cambios adversos que se definen como la reducción de vegetación forestal que es hábitat de especies silvestres.

CARACTERIZACIÓN DEL EFECTO		IMPORTANCIA DEL EFECTO	
SIGNO	NEGATIVO	$IM = \pm [3(I) + 2(E) + SI + PE + EF + MO + AC + MC + RV + PR]$	
INTENSIDAD	2- MEDIA		
EXTENSIÓN	1- PUNTUAL		
MOMENTO	4- INMEDIATO		
PERSISTENCIA	2- TEMPORAL		
REVERSIBILIDAD	2 MEDIANO PLAZO	IM	-31
SINERGIA	2 SINÉRGICO		
ACUMULACIÓN	1 SIMPLE		
EFFECTO	4 DIRECTO		
PERIODICIDAD	4 CONTINUO		
RECUPERABILIDAD	4 MITIGABLE		
		<b>CLASIFICACIÓN DEL IMPACTO</b>	<b>MODERADO</b>

**Clasificación del impacto:**

**Indicador:** Variaciones negativas por reducción de 0.1 ha de la cobertura vegetal que conforma el ensamble botánico del predio conformado por vegetación secundaria de duna costera.

**Indicador antes del proyecto:** El indicador es la cubierta vegetal del predio determinada por vegetación secundaria de duna costera que es de 1,068.06 m<sup>2</sup> los cuales son un hábitat modificado que, potencialmente, puede ser usado por diversas especies de fauna silvestre legalmente protegidas.

**Indicador después del proyecto:** La transformación del espacio para conformar el proyecto derivará en un suelo modificado del cual se retirará la vegetación.

Las modificaciones realizadas podrían resultar determinantes en la posterior composición de la comunidad zoológica. No obstante, por su desarrollo y operación no se considera la posibilidad de tener extinciones locales de ninguna de las especies registradas en el SAR. Con respecto a las especies protegidas que fueron registradas en el SAR, éstas, además de no ser raras desde el punto de vista demográfico local, presentan amplios rangos de distribución que incluso sobrepasan las fronteras nacionales.

El impacto se valora en -31, negativo moderado.

**Impacto ambiental 5. Aportación del proyecto a la economía local (BENÉFICO).**

**Acción:** todas las actividades relacionadas con la implementación y operación del proyecto conllevan beneficios de tipo económico que serán registrados a nivel local y regional.

**Causa-efecto:**

La adquisición y el transporte de los distintos insumos necesarios para la erigir el proyecto que implican diferentes conceptos de obra, incluyendo prefabricados, madera legal, renta de maquinaria y equipo y contratación de mano de obra representan un impulso considerable para la economía local y regional de manera temporal, al cual debe agregarse la adquisición y transportación de todo el equipamiento y los sistemas que serán montados para la operación del proyecto inmobiliario.

**Descripción del impacto:** la renta de maquinara y equipo, la compra de insumos y la contratación de personas para ejecutar los distintos conceptos constructivos del proyecto considerando desde las labores de preparación del sitio, hasta las relacionadas con los acabados generarán empleos temporales. Durante la operación se concretarán puestos de trabajo permanentes directos e indirectos.

CARACTERIZACIÓN DEL EFECTO		IMPORTANCIA DEL EFECTO	
SIGNO	POSITIVO	$IM = \pm [3(I) + 2(E) + SI + PE + EF + MO + AC + MC + RV + PR]$	
INTENSIDAD	2- MEDIA		
EXTENSIÓN	1- PUNTUAL		
MOMENTO	4- INMEDIATO		
PERSISTENCIA	4- PERMANENTE	IM	35
REVERSIBILIDAD	4 IRREVERSIBLE		
SINERGIA	2 SINÉRGICO		
ACUMULACIÓN	1 SIMPLE		
EFFECTO	4 DIRECTO		
PERIODICIDAD	4 CONTINUO		
RECUPERABILIDAD	4 POSITIVO	<b>CLASIFICACIÓN DEL IMPACTO</b>	<b>MODERADO</b>

**Clasificación del impacto:**

**Indicador:** la mayoría del personal que será contratado para la etapa constructiva y operacional del proyecto provendrá de Holbox, Chiquilá y Solferino. Por ello, y con el objetivo de no sobrevalorar este impacto de tipo benéfico, la escala ha sido considerada solamente de importancia local.

**Indicador antes del proyecto:** En cuanto a la generación de empleos, el espacio, en la condición en la que se encuentra, no provee la capacidad de proporcionarlos.

**Indicador después del proyecto:** Se espera un promedio de 30 trabajadores a lo largo de la fase de preparación de sitio y construcción y 24 durante la fase de operación del proyecto.

El impacto ambiental valorado es de 35 por lo que se establece como moderado.

**Impacto ambiental 6. Modificación de cualidades estético paisajísticas (ADVERSO)**

**Acción:** todas las actividades relacionadas con la implementación y operación del proyecto principalmente desmonte y despalme, así como la eventual dispersión de residuos. Presencia de personas y maquinaria, así como la existencia de la construcción.

**Causa-efecto:** La presencia de personas y maquinaria, la reducción de la cubierta vegetal y la propia existencia del proyecto implican cambios en las vistas.

**Descripción del impacto:** Los cambios en las vistas corresponden a un paisaje modificado. Para el caso se ha sido considerado de tipo permanente porque aun cuando al término de la etapa constructiva desaparezcan algunos de los factores promotores de la afectación al paisaje, las instalaciones permanecerán durante toda la vida útil del proyecto.

CARACTERIZACIÓN DEL EFECTO		IMPORTANCIA DEL EFECTO	
SIGNO	NEGATIVO	$IM = \pm [3(I) + 2(E) + SI + PE + EF + MO + AC + MC + RV + PR]$	
INTENSIDAD	2- MEDIA		
EXTENSIÓN	1- PUNTUAL		
MOMENTO	4- INMEDIATO		
PERSISTENCIA	4- PERMANENTE	IM	-35
REVERSIBILIDAD	4 IRREVERSIBLE		
SINERGIA	2 SINÉRGICO		
ACUMULACIÓN	1 SIMPLE		
EFFECTO	4 DIRECTO		
PERIODICIDAD	4 CONTINUO		
RECUPERABILIDAD	4 POSITIVO	<b>CLASIFICACIÓN DEL IMPACTO</b>	<b>MODERADO</b>

**Clasificación del impacto:**

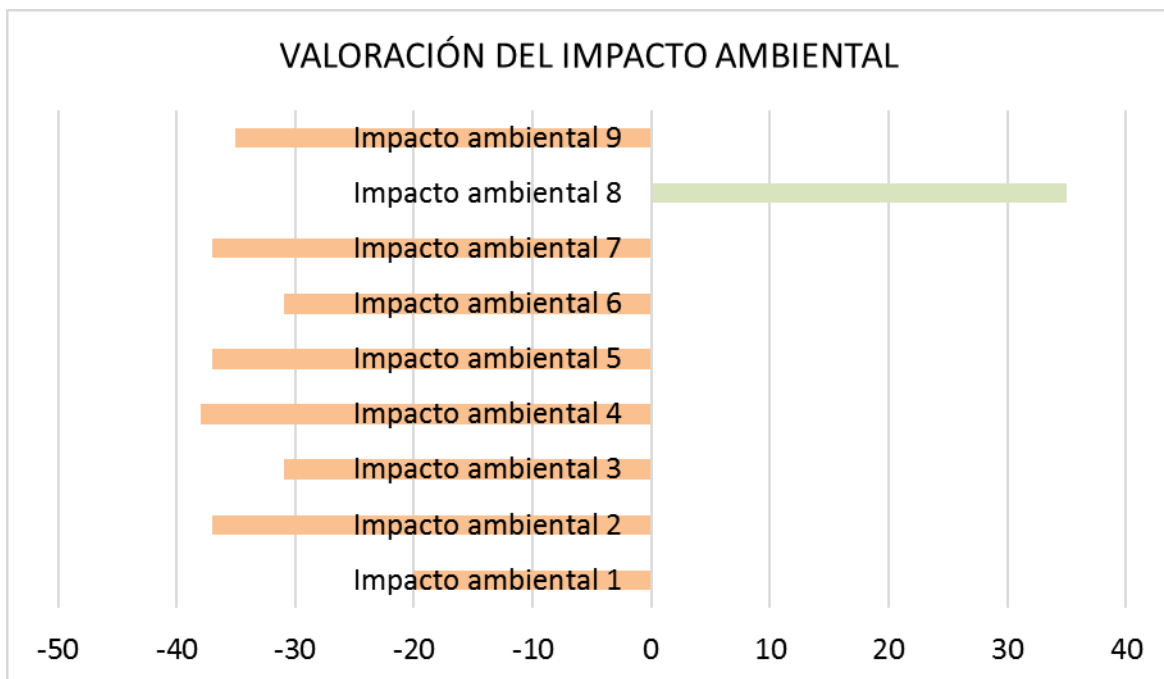
**Indicador:** Variaciones negativas a las vistas a causa de la presencia de personas, maquinaria, reducción de la vegetación y la propia presencia de las instalaciones que conforman el proyecto.

**Indicador antes del proyecto:** El sitio ofrece, en un marco urbano, un paraje solitario, silencioso con vistas que muestran aspectos naturales del entorno.

**Indicador después del proyecto:** Se espera una vista escénica modificada en concordancia con los espacios urbanizados existentes. Adicionalmente el proyecto procura la máxima integración ambiental al utilizar materiales y una arquitectura estética y concordante con el entorno.

La valoración de los impactos ambientales se expone, de manera gráfica a continuación.

Gráfica V-1 Resultado de la valoración matricial del impacto ambiental.



**V.1.3 Evaluación del efecto de las medidas de mitigación sobre los impactos ambientales. Obtención de los impactos ambientales residuales.**

Una vez aplicada esta técnica matricial de identificación y evaluación de impactos ambientales, se obtuvieron y señalaron los impactos ambientales que el proyecto potencialmente puede conllevar en el contexto del SAR. Estos, a su vez, constituyen la base

técnica para analizar y proponer las medidas de prevención, mitigación, y compensación que se presentan en el Capítulo VII.

Así, se tiene que las medidas propuestas se agrupan en un Programa de Manejo Ambiental (PMA) que integra en 5 subprogramas con medidas correctoras específicas.

Estas medidas se dirigen al agente causante del impacto para mejorar su comportamiento ambiental o al medio receptor para aumentar su homeostasia, su resiliencia o para atenuar los efectos adversos del proyecto en caso de que se produzcan.

Las medidas propuestas se valoraron usando un planteamiento análogo que el empleado para los impactos ambientales, en la consideración de que corresponden a acciones benéficas.

Una vez identificadas las medidas de mitigación para cada impacto ambiental, se volvieron a evaluar éstos a través del mismo método utilizado en la matriz de valoración de la importancia del impacto sólo que ahora evaluando los impactos ambientales previstos tras la aplicación de las medidas de mitigación consideradas en el PMA.

### V.1.3.1 Valoración de las medidas del Programa de Manejo Ambiental.

#### Subprograma 1. Supervisión Ambiental.

**Acción:** Labor programática que permite adoptar la responsabilidad de un seguimiento ambiental del proyecto asegurando su concordancia ambiental y normativa.

**Causa-efecto:** La verificación, supervisión y reporte a la autoridad son causa que conlleva, como consecuencia, la demostración del cumplimiento técnico y legal de las restricciones impuestas al proyecto. Asegura el seguimiento y ejecución de las medidas y ofrece posibilidad de corrección en caso de desviaciones no deseables.

**Descripción:** Corresponde a un mecanismo mediante el cual la promovente asume la responsabilidad de vigilar el cumplimiento de la normativa ambiental, de las medidas propuestas en este estudio de impacto ambiental y las establecidas en la resolución emitida por la autoridad

CARACTERIZACIÓN DEL EFECTO		IMPORTANCIA DEL EFECTO
SIGNO	POSITIVO	$IM = \pm [3(I) + 2(E) + SI + PE + EF + MO + AC + MC + RV + PR]$
INTENSIDAD	2- MEDIA	
EXTENSIÓN	2- PARCIAL	
MOMENTO	4- INMEDIATO	

CARACTERIZACIÓN DEL EFECTO		IMPORTANCIA DEL EFECTO	
PERSISTENCIA	2- TEMPORAL	IM	27
REVERSIBILIDAD	1 CORTO PLAZO		
SINERGIA	2 SINÉRGICO		
ACUMULACIÓN	1 SIMPLE		
EFFECTO	4 DIRECTO		
PERIODICIDAD	2-PERIÓDICO		
RECUPERABILIDAD	1 PARCIAL	CLASIFICACIÓN DEL IMPACTO	MODERADO

### Clasificación de la medida:

**Indicador:** variaciones positivas que conllevan y comprueban el correcto cumplimiento de los aspectos ambientales contenidos en las especificaciones del proyecto y en la autorización de impacto ambiental.

**Indicador antes de la medida:** El predio se encuentra sin actuaciones.

**Indicador después de la medida:** La transformación del espacio para conformar el proyecto deriva en un espacio modificado bajo los términos, condiciones y restricciones derivadas del documento y de la resolución correspondiente.

Se comprende y controla la evolución de los impactos adversos o la aparición de otros no previstos y se proponen medidas de control.

Se rinden los informes periódicos a satisfacción de la autoridad normativa. En caso de que PROFEPA realice una inspección no se inician procedimientos administrativos. Se comprueba el cumplimiento de la normatividad ambiental.

### Subprograma 2. Gestión de residuos y protección de suelos

**Acción:** Conlleva dos labores programadas: gestión de residuos y protección de suelos. Se evitan la dispersión de residuos, se garantiza su correcta gestión y se minimizan impactos ambientales adversos sobre las características fisicoquímicas del suelo.

**Causa-efecto:** La implementación de la medida conlleva el acopio diferenciado de residuos y su correcta disposición. Se mitigan afectaciones accidentales y, en su caso, se restaura la pérdida de la calidad de suelo. Las letrinas móviles evitan el fecalismo, se minimiza la reparación de motores y equipo en el predio.

**Descripción:** Se trata de acciones concretas que determinan la correcta operación de la obra en estricto cumplimiento de la normatividad, de las medidas propuestas en este estudio y



las establecidas en la resolución emitida por la autoridad. Se protege el suelo y no se dispersan residuos de la obra en la isla.

CARACTERIZACIÓN DEL EFECTO		IMPORTANCIA DEL EFECTO	
SIGNO	POSITIVO	$IM = \pm [3(I) + 2(E) + SI + PE + EF + MO + AC + MC + RV + PR]$	
INTENSIDAD	1- BAJA		
EXTENSIÓN	1- PUNTUAL		
MOMENTO	4- INMEDIATO		
PERSISTENCIA	2- TEMPORAL	IM	19
REVERSIBILIDAD	1 CORTO PLAZO		
SINERGIA	2 SINÉRGICO		
ACUMULACIÓN	1 SIMPLE		
EFFECTO	1 INDIRECTO		
PERIODICIDAD	2-PERIÓDICO		
RECUPERABILIDAD	1 PARCIAL		

#### Clasificación de la medida:

**Indicador:** variaciones positivas que se exponen en una obra limpia y ordenada, los residuos están separados por tipo y clase, el suelo no presenta contaminación fisicoquímica.

**Indicador antes de la medida:** El predio se encuentra sin actuaciones.

**Indicador después de la medida:** La transformación del espacio para conformar el conjunto inmobiliario deriva en mantener el área ordenada, con residuos acopiados, no se observa dispersión de basura. Los residuos peligrosos y de manejo especial han sido apropiadamente gestionados y se cuenta con la documentación que lo comprueba.

#### Subprograma 3. Manejo, protección y Reubicación de Flora

**Acción:** Se minimizan afectaciones a la vegetación mediante la aplicación de técnicas de manejo, rescate y posterior reintroducción. Se maximiza el cuidado de individuos que han sido integrados al proyecto.

El desmonte y despalde se programan junto con el rescate para evitar obstaculizar las actividades de la obra y maximizar resultados.

**Causa-efecto:** La implementación de la medida deriva en una zonificación del predio que deberá de permitir la obra en un marco de protección a la vegetación que no será removida.

**Descripción:** Se trata de llevar acciones que protejan a la vegetación excluida de área de intervención y que, posteriormente, deriven en mejoras ambiental de un predio que actualmente presenta una cubierta poco diversa.

CARACTERIZACIÓN DEL EFECTO		IMPORTANCIA DEL EFECTO	
SIGNO	POSITIVO	$IM = \pm [3(I) + 2(E) + SI + PE + EF + MO + AC + MC + RV + PR]$	
INTENSIDAD	2- MEDIA		
EXTENSIÓN	1- PARCIAL		
MOMENTO	4- INMEDIATO		
PERSISTENCIA	2- TEMPORAL	IM	22
REVERSIBILIDAD	1 CORTO PLAZO		
SINERGIA	2 SINÉRGICO		
ACUMULACIÓN	1 SIMPLE		
EFFECTO	1 INDIRECTO		
PERIODICIDAD	2-PERIÓDICO		
RECUPERABILIDAD	1 PARCIAL	CLASIFICACIÓN DEL IMPACTO	MUY BAJO

#### Clasificación de la medida:

**Indicador:** variaciones positivas que se exteriorizan en una obra limpia y ordenada, se mantienen confinados para su protección áreas con vegetación existente que se integra al proyecto.

**Indicador antes de la medida:** En el predio existen individuos que serán integrados al proyecto que deberá de protegerse *in situ*.

**Indicador después de la medida:** La presencia del proyecto integra individuos que se desarrollan dentro de la propiedad de manera natural. Las medidas adoptadas son documentadas y presentadas en los reportes.

#### Subprograma 4. Reforestación en predio

**Acción:** Se maximiza la posibilidad de reformar un ensamble vegetal con especies botánicas características de selva baja caducifolia. Tiene por objeto incrementar la diversidad florística y, con base en la arquitectura de paisaje, conformar un espacio estético y ambientalmente funcional ya que ofrecerá recursos a la fauna silvestre.

**Causa-efecto:** La implementación de la medida deriva en una zonificación del predio que deberá de permitir la existencia de la obra en un marco de protección a la vegetación que no será removida. La reforestación con especies propias del ensamble existente tales como

*Cyperus planifolius, Croton punctatus, Lantana involucrata, Acanthocereus tetragonus, Selenicereus testudo, Thrinax radiata, Ceiba acuminata, Ceiba pentandra, Bursera simaruba, Cocoloba uvifera, Pithecellobium keyense, Gymnopodium floribundum, Plumeria obtusa, Cocos nucifera y Viguiera dentata* entre otras plantas locales determinará áreas verdes y jardinadas de alto valor ambiental porque predominará vegetación local actualmente inexistente.

**Descripción:** Se trata de llevar acciones que protejan a la vegetación existente a la vez que se integran especies actualmente ausentes.

CARACTERIZACIÓN DEL EFECTO		IMPORTANCIA DEL EFECTO	
SIGNO	POSITIVO	$IM = \pm [3(I) + 2(E) + SI + PE + EF + MO + AC + MC + RV + PR]$	
INTENSIDAD	2- MEDIA		
EXTENSIÓN	1- PUNTUAL		
MOMENTO	2- MEDIANO PLAZO		
PERSISTENCIA	4- PERMANENTE	IM	31
REVERSIBILIDAD	4 IRREVERSIBLE		
SINERGIA	2 SINÉRGICO		
ACUMULACIÓN	1 SIMPLE		
EFFECTO	4 DIRECTO		
PERIODICIDAD	4-CONTINUO		
RECUPERABILIDAD	2 HÁBITAT		
		<b>CLASIFICACIÓN DEL IMPACTO</b>	<b>MODERADO</b>

#### Clasificación de la medida:

**Indicador:** variaciones positivas que se traduce en áreas verdes conformadas con vegetación nativa que ofrecen alimento y cobertura a la fauna silvestre local.

**Indicador antes de la medida:** El predio presenta una cobertura vegetal poco diversa.

**Indicador después de la medida:** en el predio se han plantado individuos de especies de flora característica de la selva baja caducifolia por lo que presenta un valor de biodiversidad mayor que el inicial. La vegetación introducida se sujeta a seguimiento, se rinden informes periódicos a la autoridad.

#### Subprograma 5. Rescate y protección de fauna

**Acción:** Se minimizan afectaciones a la fauna silvestre que pudiera presentarse en el predio al momento de la preparación de sitio y construcción. Se garantiza la localización, captura y liberación, en forma previa a cualquier intervención, de aquella fauna usuaria del terreno.

**Causa-efecto:** La implementación de la medida deriva en la protección de animales, principalmente aquellos de lento desplazamiento que pudieran encontrarse en el predio.

**Descripción:** Se trata de llevar acciones que protejan a la fauna silvestre. El alcance implica a todos los animales silvestres que puedan ser rescatados o ahuyentados con el objeto de garantizar su integridad, estén, o no, legalmente protegidos.

CARACTERIZACIÓN DEL EFECTO		IMPORTANCIA DEL EFECTO	
SIGNO	POSITIVO	$IM = \pm [3(I) + 2(E) + SI + PE + EF + MO + AC + MC + RV + PR]$	
INTENSIDAD	2- MEDIA		
EXTENSIÓN	1- PARCIAL		
MOMENTO	4- INMEDIATO		
PERSISTENCIA	2- TEMPORAL	IM	22
REVERSIBILIDAD	1 CORTO PLAZO		
SINERGIA	2 SINÉRGICO		
ACUMULACIÓN	1 SIMPLE		
EFFECTO	1 INDIRECTO		
PERIODICIDAD	2-PERIÓDICO		
RECUPERABILIDAD	1 PARCIAL		
		<b>CLASIFICACIÓN DEL IMPACTO</b>	<b>MUY BAJO</b>

**Clasificación de la medida:**

**Indicador:** Durante la preparación de sitio y construcción se maximiza el rescate de fauna silvestre, no se registran animales dañados. Se rescata la totalidad de la fauna avistada, se documenta el proceso hasta su liberación.

**Indicador antes de la medida:** En el predio no existe una comunidad vegetal que ofrezca amplios recursos a la fauna. Se tienen pocos avistamientos.

**Indicador después de la medida:** La presencia de fauna silvestre se tiene documentada. Se realizaron rescates y liberaciones de animales silvestres. Se evalúa la eficacia mediante indicadores de desempeño y la aportación, como hábitat, de las áreas verdes y jardinadas.

**Subprograma 5. Formación y forestación de isletas de manglar**

**Acción:** Se forma una nueva superficie con mangle (*Rhizophora mangle* y *Avicennia germinans*) en el ámbito lagunar del Sistema Ambiental Delimitado a través de una medida cuantificable de cumplimiento a lo establecido por la especificación 4.43 de la NOM-022-SEMARNAT-2003.

**Causa-efecto:** El cumplimiento a la directriz normativa 4.43 de la NOM-022-SEMARNAT-2003 tiene como consecuencia directa la ampliación de la cobertura de manglar en el Sistema Ambiental Delimitado.

**Descripción:** Se trata de formar isletas de mangle, mediante chinampas de dimensiones y formas variables, hasta alcanzar 0.25 ha. de cobertura. Se documenta el proceso de formación, forestación y crecimiento del manglar.

CARACTERIZACIÓN DEL EFECTO		IMPORTANCIA DEL EFECTO	
SIGNO	POSITIVO	$IM = \pm [3(I) + 2(E) + SI + PE + EF + MO + AC + MC + RV + PR]$	
INTENSIDAD	2- MEDIA		
EXTENSIÓN	4- EXTENSO		
MOMENTO	2- MEDIANO PLAZO		
PERSISTENCIA	4- PERMANENTE	IM	37
REVERSIBILIDAD	4 IRREVERSIBLE		
SINERGIA	2 SINÉRGICO		
ACUMULACIÓN	1 SIMPLE		
EFFECTO	4 DIRECTO		
PERIODICIDAD	4-CONTINUO		
RECUPERABILIDAD	2 HÁBITAT		
		<b>CLASIFICACIÓN DEL IMPACTO</b>	<b>MODERADO</b>

**Clasificación de la medida:**

**Indicador:** variaciones positivas en la cobertura de manglar en el Sistema Ambiental Delimitado, ampliándose la superficie ocupada por especies protegidas a la vez que se conforman espacios que pueden ser utilizados por la fauna silvestre

**Indicador antes de la medida:** la cobertura de manglar estimada en el SAD es de 297.98 ha.

**Indicador después de la medida:** la cobertura de manglar estimada en el SAD es de 298.23 ha.

Una vez valorados los subprogramas, se está en posibilidad de estimar los impactos ambientales residuales que son aquellos que perduran después de la aplicación de las medidas correctoras.

La matriz de valoración de las medidas y de la importancia del impacto después de la aplicación de los subprogramas se presentan a continuación; se exponen, únicamente, los impactos ambientales residuales que son de carácter adverso.

Tabla V-7 Matriz de evaluación de las medidas correctoras de impacto ambiental

PROGRAMA DE MANEJO AMBIENTAL (PMA)	VALORACIÓN DE LAS MEDIDAS											
	ATRIBUTOS DE CARACTERIZACIÓN DEL IMPACTO											
	±	I	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	IM
Subprograma 1. Supervisión Ambiental	1	2	2	4	2	1	2	1	4	2	1	27
Subprograma 2. Gestión de residuos y protección de suelos	1	1	1	4	2	1	2	1	1	2	1	19
Subprograma 3. Manejo, protección y Reubicación de Flora Silvestre	1	2	1	4	2	1	2	1	1	2	1	22
Subprograma 4. Reforestación en predio	1	2	1	2	4	4	2	1	4	4	2	31
Subprograma 5. Rescate y protección de fauna	1	2	1	4	2	1	2	1	1	2	1	22
Subprograma 6. Formación y forestación de isletas de manglar	1	2	4	2	4	4	2	1	4	4	2	37

La relación de cada impacto ambiental con los subprogramas es la siguiente:

IMPACTO AMBIENTAL	SUBPROGRAMA	VALORACIÓN
<b>Impacto ambiental 1.</b> Modificación de las propiedades fisicoquímicas del suelo por la pérdida de la cubierta vegetal, el derrame de combustibles, lubricantes y dispersión de residuos (ADVERSO).	<b>Subprograma 2.</b> Gestión de residuos y protección de suelos	+19
<b>Impacto ambiental 2.</b> Disminución de la abundancia individual de especies botánicas por el cambio de uso de suelo en 0.1 ha de vegetación. (ADVERSO).	<b>Subprograma 3.</b> Manejo, protección y Reubicación de Flora Silvestre	+22
<b>Impacto ambiental 3.</b> Reducción a la riqueza botánica por cambio de uso de suelo en 0.1 Ha de vegetación. (ADVERSO).	<b>Subprograma 4.</b> Reforestación en predio	+31

IMPACTO AMBIENTAL	SUBPROGRAMA	VALORACIÓN
<b>Impacto ambiental 4.</b> Disminución de la abundancia individual de especies zoológicas por el cambio de uso de suelo en 0.1 Ha de vegetación. (ADVERSO).	<b>Subprograma 5.</b> Rescate y protección de fauna	+22
<b>Impacto ambiental 5.</b> Reducción a la riqueza zoológica por cambio de uso de suelo en 0.1 Ha de vegetación. (ADVERSO).	<b>Subprograma 5.</b> Rescate y protección de fauna	+22
<b>Impacto ambiental 6.</b> Afectación a individuos de especies zoológicas protegidas por la NOM-059-SEMARNAT 2010 al realizarse el cambio de uso de suelo en 0.1 Ha de vegetación. (ADVERSO).	<b>Subprograma 5.</b> Rescate y protección de fauna	+22
<b>Impacto ambiental 7.</b> Modificación, transformación y cambio de uso de suelo en 01 Ha (ADVERSO).	<b>Subprograma 4.</b> Reforestación en predio	+31
<b>Impacto ambiental 9.</b> Modificación y reducción de la cubierta vegetal que define vistas de un espacio antropizado y presencia del proyecto en el paisaje (ADVERSO).	<b>Subprograma 4.</b> Reforestación en predio	+31

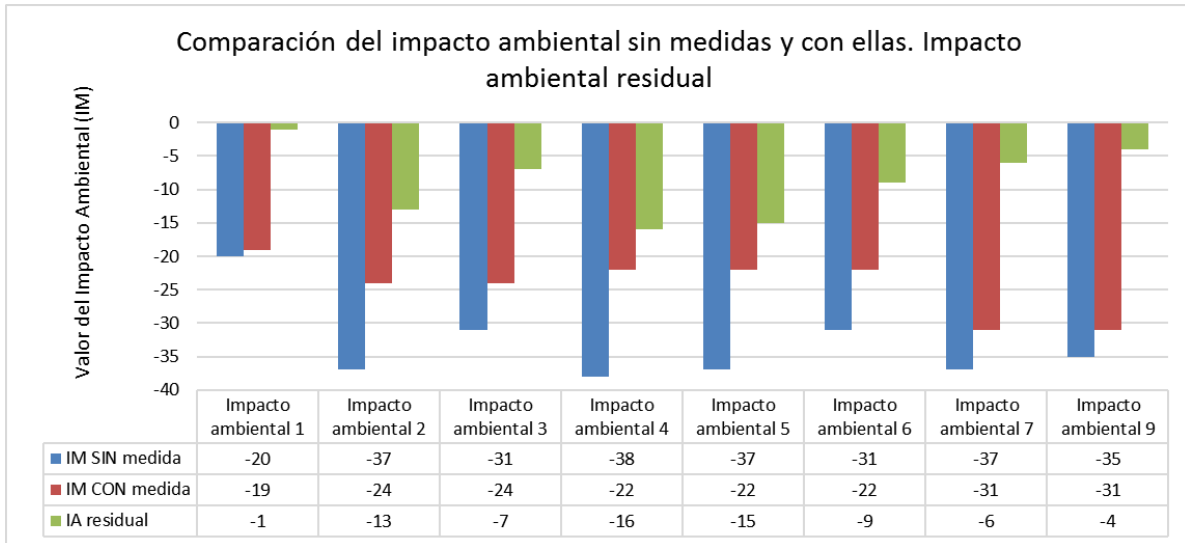
Nota: El Subprograma 1 corresponde a las acciones programáticas de seguimiento. Opera junto con los demás y el Subprograma 6 no tiene como origen un impacto ambiental a escala de predio si no que corresponde a la implementación de una medida de compensación derivada de la especificación 4.43 de la NOM-022-SEMARNAT-2003.



Tabla V-8 Matriz de valoración de la importancia de los impactos ambientales adversos después de la aplicación de las medidas correctoras.

IMPACTO AMBIENTAL A NIVEL DEL SAR	VALORACIÓN												CLASIFICACIÓN DEL IMPACTO SIN MEDIDA	VALOR DE LA MEDIDA CORRECTORA DE IMPACTO	VALOR DE IMPORTANCIA DEL IMPACTO RESIDUAL
	ATRIBUTOS DE CARACTERIZACIÓN DEL IMPACTO														
	±	I	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	IM			
<b>Impacto ambiental 1.</b> Modificación de las propiedades fisicoquímicas del suelo por la pérdida de la cubierta vegetal, el derrame de combustibles, lubricantes y dispersión de residuos (ADVERSO).	-1	2	1	4	1	1	2	1	1	1	1	-20	MODERADO	24	4
<b>Impacto ambiental 2.</b> Disminución de la abundancia individual de especies botánicas por el cambio de uso de suelo en 0.2 ha de vegetación forestal. (ADVERSO).	-1	4	1	4	2	2	2	1	4	4	4	-37	DESPRECIABLE	24	-13
<b>Impacto ambiental 3.</b> Reducción a la riqueza botánica por cambio de uso de suelo en 0.2 Ha de vegetación forestal. (ADVERSO).	-1	2	1	4	2	2	2	1	4	4	4	-31	MODERADO	24	-7
<b>Impacto ambiental 4.</b> Disminución de la abundancia individual de especies zoológicas por el cambio de uso de suelo en 0.2 Ha de vegetación forestal. (ADVERSO).	-1	3	1	4	4	4	2	1	4	4	4	-38	DESPRECIABLE	22	-16
<b>Impacto ambiental 5.</b> Reducción a la riqueza zoológica por cambio de uso de suelo en 0.2 Ha de vegetación forestal. (ADVERSO).	-1	4	1	4	2	2	2	1	4	4	4	-37	MODERADO	22	-15
<b>Impacto ambiental 6.</b> Afectación a individuos de especies zoológicas protegidas por la NOM-059-SEMARNAT 2010 al realizarse el cambio de uso de suelo en 0.2 Ha de vegetación forestal. (ADVERSO).	-1	2	1	4	2	2	2	1	4	4	4	-31	MODERADO	22	-9
<b>Impacto ambiental 7.</b> Modificación, transformación y cambio de uso de suelo forestal en 0.2 Ha (ADVERSO).	-1	4	1	4	2	2	2	1	4	4	4	-37	MODERADO	31	-6
<b>Impacto ambiental 9.</b> Modificación y reducción de la cubierta vegetal que define vistas de un espacio antropizado y presencia del proyecto en el paisaje (ADVERSO).	-1	2	1	4	4	4	2	1	4	4	4	-35	DESPRECIABLE	31	-4

Gráfica V-2 Escenarios del impacto ambiental con medidas y sin medidas. Impacto ambiental residual.



Lo anterior indica que se tienen 8 impactos ambientales adversos derivados de la preparación de sitio, construcción y operación del proyecto que se analiza. De ellos, después de la aplicación de las medidas, para todos, los valores residuales se establecen como muy bajos.

Una vez observado lo anterior, se está en la posibilidad de razonar que, a causa de la implementación y operación del proyecto, no ocurrirán daños graves al ecosistema, desequilibrios ecológicos graves<sup>42</sup>, ni impactos ambientales significativos o relevantes<sup>43</sup>

<sup>42</sup> REIA Artículo 3, Fracción V: Daño grave al ecosistema: Es aquel que propicia la pérdida de uno o varios elementos ambientales, que afecta la estructura o función, o que modifica las tendencias evolutivas o sucesionales del ecosistema.

<sup>43</sup> REIA Artículo 3, Fracción 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.

#### **V.1.4 Herramienta dinámica para la evaluación de impactos ambientales modificada de Castilla-Gómez y Herrera-Herber<sup>44</sup>.**

##### **V.1.4.1 Presentación de un modelo numérico para el análisis de los impactos ambientales acumulativos y residuales en el Sistema Ambiental Delimitado.**

A continuación, se presenta un modelo de evaluación acumulativa de los impactos ambientales de un proyecto fundamentado en las herramientas dinámicas para la evaluación de impactos ambientales derivado de actividades mineras propuesta por Castilla-Gómez y Herrera-Herbert.

#### **Fundamento teórico**

La elaboración de diversas herramientas para la cuantificación y evaluación de impactos ambientales generados por procesos mineros es un tema prioritario para el sector académico e industrial. En este sentido Castilla-Gómez y Herrera-Herbert (2015) proponen una metodología para la evaluación de los impactos ambientales generados por actividades a lo largo del tiempo de vida del proyecto. Asimismo, el objetivo inicial de esta metodología radica en generar un espacio de evaluación de los impactos, donde las posibles afectaciones al medio ambiente se acumulen y ponderen de acuerdo con su magnitud situación que es compatible con otras actividades tales como la construcción y operación del conjunto de departamentos que aquí se analiza.

Asimismo, esta metodología se origina de la Evaluación de Impacto Ambiental que, de acuerdo con Robinson (2005<sup>45</sup>), es una técnica académicamente reconocida y aceptada por las autoridades evaluadoras. En este contexto, para aplicar cualquier análisis ambiental a algún proyecto, se requiere un conocimiento del proceso de producción que sea desarrollado.

Este aspecto es un objetivo que permite desarrollar un análisis descriptivo de todas las fases o etapas involucradas.

Como se describió en extenso en el capítulo IV del presente capítulo; existen diversas actividades a desarrollar como parte de la construcción del proyecto y otras como parte de

---

<sup>44</sup> Castilla-Gomez, J., Herrera-Herbert, J., 2015. *Environmental analysis of mining operations: Dynamic tools for impact assessment*. Minerals Engineering. (2014); doi:10.1016/j.mineng.2014.10.024. [www.elsevier.com/locate/mineng](http://www.elsevier.com/locate/mineng)

<sup>45</sup> Robinson, C., 2005. *A tool for all seasons – risk assessment meets the unique needs of each stage over the life of a mine*. Canad. Min. J. 126 (3), 21–23, ISSN: 0008-4492.

su operación. Para efecto de los impactos ambientales acumulativos y sinérgicos con el Sistema Ambiental Delimitado, se consideraron las siguientes etapas:

1. Etapa de preparación del sitio. - Con una duración de 3 meses
2. Etapa de construcción. - Con una duración de 24 meses.
3. Etapa de operación. – Se espera una operación ininterrumpida del conjunto durante 50 años. Sin embargo, para efectos de la contextualización de los impactos ambientales, se realizó una ponderación finita acotada a 24 meses lo cual se estima suficiente para la valoración propuesta en virtud de que en ese lapso se harán evidentes los cambios asociados al proyecto.

El modelo presentado deriva del propuesto por Castilla-Gómez y Herrera-Herbert (*op cit*). Se basa en que los impactos ambientales potenciales dependen de una amplia gama de factores locales y también de aquellos que componen el Sistema Ambiental Delimitado (determinado como carga del sistema). La metodología propuesta incluye una modelación de los impactos ambientales que se aplicarán dentro de una determinada área. Este modelo considera el ciclo del proyecto con lo que se está en posibilidad de establecer el comportamiento dinámico en el tiempo de los impactos ambientales.

Una vez analizado este modelo, se deben ponderar las condiciones ambientales para evaluar el efecto del proyecto en su entorno y el efecto ambiental regional y para desarrollarlo no se abunda en la identificación de impactos ambientales, interacciones con el proyecto ni descripción general, ya que ello se realizó previamente en este capítulo utilizando métodos matriciales.

### **El modelo de Castilla-Gómez y Herrera-Herbert**

La metodología propuesta busca la forma de modelar el impacto cuantitativo, por lo que se basa en el desarrollo cualitativo asociado a cada nivel del fenómeno de impacto ambiental, estableciendo una evolución del nivel de este a lo largo del tiempo del proyecto. En caso de contar con más de un proyecto, cada obra o actividad puede sujetarse a una línea de tiempo diferente y a una valoración distinta pero agregada, así, cada proyecto requerirá más o menos tiempo para las etapas operacionales. El modelo se ha desarrollado estudiando cuánto dura cada etapa del proyecto.

Los gráficos están enunciados de manera que el eje X expresa la vida del proyecto en años y el eje Y el nivel de cambio que se refleja en el concepto de impacto ambiental en una

escala -1 a +1. Esta escala permite un marco comparativo, combinado con un conjunto de factores de ponderación<sup>46</sup>.

El modelo de impacto ambiental en un determinado punto del proceso y basado en las actividades que puedan causar impactos ambientales, puede considerarse como el agregado de todos los efectos individuales de acuerdo con la siguiente ecuación:

$$EIA = \sum_i f_i(t)$$

Donde  $f_i(t)$  representa cada efecto ambiental modelado.

Una vez que se han establecido los diferentes modelos, se puede hacer una estimación cuantitativa de la evaluación global del impacto ambiental. El primer paso para hacer esto es establecer una ponderación para cada impacto ambiental.

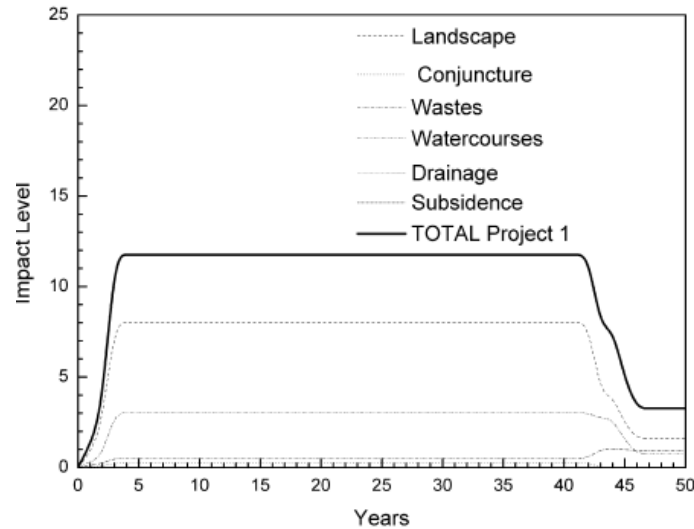
Vale la pena destacar que existen dos tipos de valores asignados dentro del modelo:

- a. Cuantificables. - Son los que se pueden estimar a través de la extrapolación o interpolación de valores existentes o reportados por las autoridades.
- b. No cuantificables. – Son los que proponen los autores para medir estos impactos ambientales. Lo anterior se realizó con base en los comentarios de los especialistas que conforman el grupo de trabajo y forman parte del equipo conformado para la elaboración del presente documento.

El resultado de aplicar esta metodología deriva en una gráfica que cuantifica los impactos a lo largo del tiempo.

---

<sup>46</sup> La escala de las ordenadas es meramente ilustrativa y sólo permite escalar los valores en una representación visual siempre y cuando sean congruentes con ellos y entre ellos.



Gráfica V-3. Ejemplo de curva de impactos a lo largo del tiempo<sup>47</sup>

#### V.1.4.2 Evaluación del proyecto empleando la parametrización propuesta por Castilla Gómez y Herrera-Herbert

La evaluación del impacto ambiental es un proceso técnico estandarizado, ampliamente reconocido y aceptado por las autoridades. Es una herramienta para identificar cómo una determinada actividad puede afectar la salud humana y el medio ambiente.

Los autores apuntan que en el contexto convencional y bajo determinados marcos de trabajo, la valoración del impacto ambiental se realiza a través de una interpretación subjetiva, apareciendo factores externos que influyen en el impacto ambiental. Por lo tanto, la ubicación del proyecto, la presencia de centros urbanos, la presencia de otras áreas ambientalmente sensibles cercanas, podrían causar un impacto intolerable en un área, mientras que en otro lugar podrían resultar inofensivos o, incluso, benéficos.

El enfoque de este método es distinto ya que considera la presencia o la acumulación de otras actividades semejantes en el área o bien pudiera abordar actuaciones diversas de un mismo proyecto con alcances ambientales diferentes, el punto de atención se desplaza hacia las áreas sensibles bajo estudio lo que eventualmente permite saber si una determinada operación genera mayor impacto ambiental que otra, y si se requerirán diferentes niveles de desempeño de las medidas de protección.

<sup>47</sup> Castilla-Gómez, J., Herrera-Herbert, J., 2015 *op cit*

**V.1.4.3 Identificación de los elementos que conforman el Sistema Ambiental y que son susceptibles de recibir impactos ambientales.**

Factor		Descripción de la causa de cambio	Etapa
Agua	1	Consumo de agua potable	Construcción/Operación
	2	Generación de agua residual	Construcción/Operación
	3	Captación de agua pluvial para reúso (25,000 l)	Operación
	4	Sellamiento del suelo (captación y acuífero)	Construcción/Operación
Residuos	5	Residuos sólidos urbanos, de manejo especial y peligrosos	Preparación del sitio/Construcción
	6	Programa de manejo de residuos	Construcción/Operación
Fauna silvestre	7	Pérdida de hábitat derivado del cambio de uso de suelo por el total del predio	Preparación del sitio
	8	Generación de hábitat a través de la formación y forestación de isletas de mangle.	Construcción/Operación
Flora silvestre	9	Remoción del total de la cobertura vegetal en sitio	Preparación del sitio
	10	Formar y forestar isletas de manglar	Construcción/Operación
	11	Restitución de vegetación de Selva Baja Caducifolia dentro de áreas verdes del proyecto.	Construcción
Suelos	12	Erosión de los suelos durante la preparación del sitio/construcción	Preparación del sitio/Construcción
	13	Erosión de los suelos durante la operación debido a erosión hídrica.	Operación
Social y económico	14	Generación de empleos	Construcción/Operación
	15	Generación de Turismo	Operación
	16	Mayor recaudación fiscal	Operación

Los impactos ambientales identificados usados para el modelo se pueden agrupar por etapa; ya que su magnitud varía con respecto a las actividades que se deberán llevar a cabo para la preparación de sitio, construcción y operación del proyecto. A efecto de poder mantener la objetividad durante el análisis, se realiza una breve descripción de cada impacto potencial. La numeración asignada a los impactos ambientales se mantiene de la tabla anterior a manera de referencia y orden como se expone a continuación:



#### V.1.4.4 Preparación del sitio

Factor		Descripción
Fauna silvestre	7	Pérdida de hábitat derivado del cambio de uso de suelo por el total del predio - La remoción de la vegetación en el predio y el destino de su superficie para actividades propias del conjunto implica una disminución del hábitat disponible para la fauna silvestre.
Flora silvestre	9	Disminución de la cubierta vegetal. - Derivado de la remoción de cubierta vegetal requerida para la construcción del complejo de departamentos.
Suelos	12	Erosión de los suelos. - Una vez se remueva la cubierta vegetal, la capa edáfica superficial será susceptible de erosión hídrica y eólica debido a que carece de protección.
Social y Económico	14	Generación de empleos. - Todas las obras y actividades a desarrollar en esta etapa requieren de mano de obra con distintos niveles de preparación que se traduce a su vez en un beneficio social y económico a nivel Sistema Ambiental Delimitado.

#### V.1.4.5 Etapa de construcción

Factor		Descripción
Agua	1	Consumo de agua potable. – Durante la construcción del proyecto se requiere de agua potable para abastecer la obra.
	4	Sellamiento del suelo (captación acuífero).- La construcción de obras que incurren en sellamiento del suelo evitan la infiltración sobre el acuífero
Residuos	5	Residuos sólidos urbanos, de manejo especial y peligrosos. – La presencia de obreros durante la construcción de la obra y las acciones de construcción generarán residuos que deberán ser gestionados por el municipio.
	6	Programa de manejo de residuos. - Debido a la generación de residuos mencionados en el impacto 5 se propone la creación de un programa de manejo de residuos que a través de medidas concretas disminuyan los impactos ambientales negativos.
Fauna Silvestre	8	Generación de hábitat a través de la formación y forestación de isletas de mangle. – Como medida de mitigación se formarán isletas de manglar dentro del SAR; mismas que constituirán una ampliación del hábitat disponible para especies de fauna silvestre.
Flora silvestre	10	Formar y forestar isletas de Manglar. – En compensación a los impactos ambientales cercanos a vegetación de manglar. <b>Cabe destacar que el proyecto no afectará comunidades de manglar en la isla.</b>
	11	Restitución de Vegetación de Selva Baja Caducifolia. - El proyecto contempla una fase de restitución de vegetación de dunas costeras dentro del proyecto; misma que mejorará de manera sustancial el ensamble de este tipo de vegetación.
Suelos	12	Erosión de los suelos durante la preparación del sitio/construcción. – A pesar de que se cuenta con actividades de mitigación de los impactos ambientales sobre el terreno, la construcción del proyecto podrá generar erosión del suelo en el predio donde se pretende desarrollar la obra.

Factor		Descripción
Social Económico	14	Generación de empleos. - Todas las obras y actividades a desarrollar en esta etapa requieren de mano de obra con distintos niveles de preparación que se traduce a su vez en un beneficio social y económico a nivel Sistema Ambiental Delimitado.

#### V.1.4.6 Etapa de operación

Factor		Descripción
Agua	1	Consumo de agua potable. - Consumo de agua potable. – Durante la construcción del proyecto se requiere de agua potable para abastecer la obra.
	2	Generación de agua residual. – La operación del proyecto incurrirá en un aumento de agua residual.
	3	Captación de agua pluvial para reúso (25,000). – El proyecto contará con una cisterna que permitirá la captación de 25,000 litros de agua pluvial.
	4	Sellamiento del suelo (captación acuífera). – El proyecto implicará el sellamiento de la totalidad del predio.
Residuos	5	Residuos de manejo especial y peligrosos. – La operación del proyecto incurrirá en la generación de residuos de manejo especial y peligrosos; básicamente derivados del mantenimiento de maquinaria y otros.
	6	Programa de manejo de residuos. – Se requiere de un programa que mitigue la generación de residuos durante la etapa de operación del proyecto.
Fauna silvestre	8	Generación de hábitat a través de la formación y forestación de isletas de mangle. – Como medida de compensación se formarán isletas de manglar dentro del SAR; mismas que constituirán una ampliación del hábitat disponible para especies de fauna silvestre.
Flora silvestre	10	Formar y forestar isletas de Manglar. – En compensación a los impactos ambientales cercanos a vegetación de manglar. <b>Cabe destacar que el proyecto no afectará directamente comunidades de manglar en la isla.</b>
Suelos	13	Erosión de los suelos durante la operación del proyecto. – A pesar de que se cuenta con actividades de mitigación de los impactos ambientales sobre el terreno, la construcción del conjunto de departamentos podrá generar erosión del suelo en el predio donde se pretende desarrollar la obra.
Social/ Económico	14	Generación de empleos. - Todas las obras y actividades a desarrollar en esta etapa requieren de mano de obra con distintos niveles de preparación que se traduce a su vez en un beneficio social y económico a nivel Sistema Ambiental Delimitado.
	15	Generación de Turismo. – El proyecto espera una ocupación mínima constante del 80% lo que implica un aumento de personas en la isla.
	16	Mayor recaudación por parte del municipio. – Se espera una mayor recaudación de impuestos municipales.

#### **V.1.4.7 Valoración de los impactos ambientales identificados por el desarrollo del proyecto**

Debido a que los impactos ambientales se presentan en diferente magnitud de acuerdo con la etapa que se suscitan, se realizaron valoraciones independientes para las tres fases en que se identificaron.

A su vez, los impactos ambientales que aquí se presentan y valoran se desarrollaron bajo una visión que integra su acumulación al Sistema Ambiental; es decir que, en apego al enfoque actual del impacto ambiental contemplarán, de manera adecuada, los cambios que suceden y sucederán en la amalgama de paisajes que interactúan en la unidad geográfica de estudio que es el Sistema Ambiental Delimitado.

Asimismo, se llevó a cabo un ejercicio en tres escenarios ambientales a efecto de estimar distintos alcances:

- T0 situación actual, considera el Sistema Ambiental Delimitado, con la urbanización existente y sus impactos ambientales derivados **sin la construcción del proyecto.**
- T1 situación actual, considera el Sistema Ambiental Delimitado, con la urbanización existente y sus impactos ambientales derivados, **con la construcción del proyecto.**
- T2 escenario catastrófico, considera una máxima urbanización de la Isla de Holbox **con el desarrollo del proyecto.** Para efecto de referencia, la siguiente imagen muestra la ampliación en la urbanización en la isla bajo el escenario catastrófico en el cual se asume una significativa reducción de los espacios naturales del SAR.

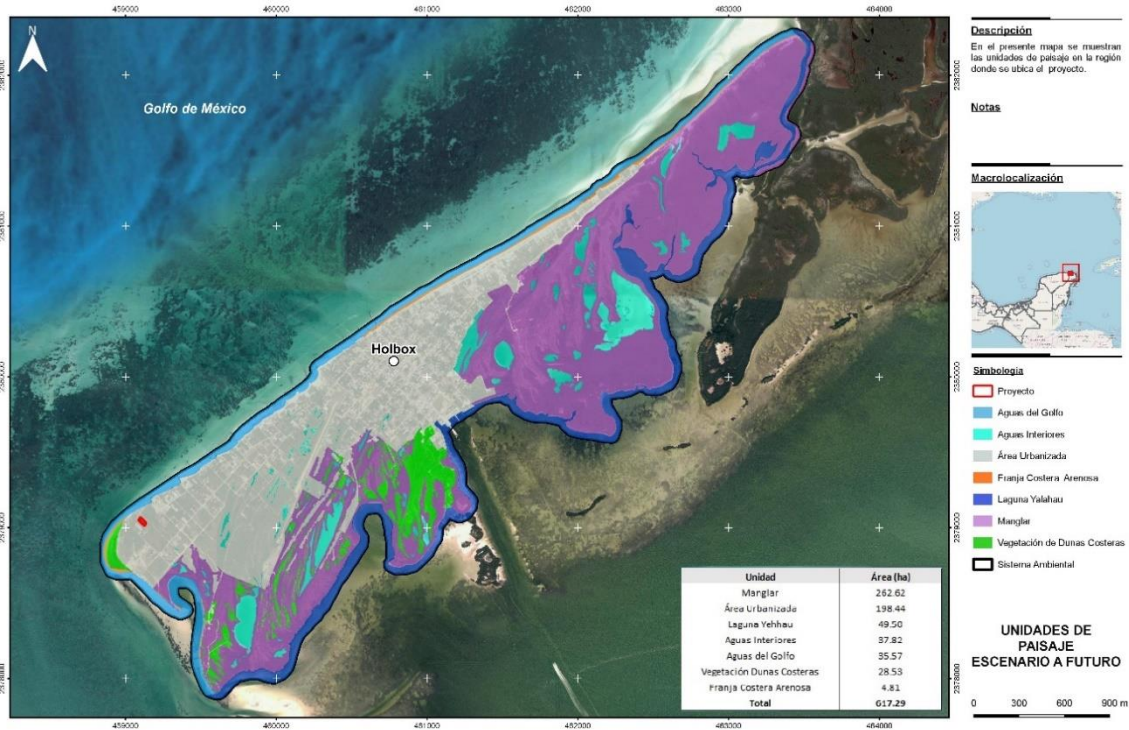


Imagen V-7 Sistema Ambiental Delimitado en un escenario catastrófico.

La imagen anterior asume que la principal amenaza en el sistema ambiental es una nueva ampliación de la traza urbana y donde la cobertura de la Unidad de Paisaje alcanza casi 200 hectáreas (198.44 ha).

A continuación, se presentan las constantes empleadas en el modelo (superficies):

- Total del predio: 1,068.06 m<sup>2</sup> o 0.107 ha.
- CUSTF: 1,068.06 m<sup>2</sup> o 0.107 ha.
- Superficie que se revegetará con vegetación de selva baja caducifolia: 681.64 m<sup>2</sup> (0.068 Ha)
- Selva Baja Caducifolia original en el SAR: 48.83 ha
- Selva Baja Caducifolia actual en el SAR: 41.21 ha
- Superficie forestal ampliada por el proyecto mediante islas de manglar: 0.25 ha.

Utilizando la información anterior, a continuación, se expone cada uno de los escenarios modelados por fase:

### V.1.4.8 Etapa de preparación del sitio.

#### V.1.4.8.1 Escenario T<sub>0</sub>. Situación actual y sus impactos ambientales derivados sin la construcción del proyecto.

Impactos ambientales	Magnitud	Justificación
<b>Pérdida de hábitat</b> <i>Cuantificable</i>	7 18.49%	La urbanización existente en la Isla de Holbox tiene una distribución espacial correspondiente al 18.49% del SAD identificado.
Valoración	<p>Para el cálculo del impacto se llevó a cabo la siguiente fórmula:</p> $Ph = A_u / A_{SAR}$ <p>Donde:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>Ph</math> = Pérdida de hábitat</li> <li>• <math>A_u</math> = Área urbanizada</li> <li>• <math>A_{SAR}</math> = Área del SAR</li> </ul>	
<b>Disminución de la cubierta vegetal</b> <i>Cuantificable</i>	9 15.61%	Se calculó que la disminución de la cubierta vegetal, <u>correspondiente a vegetación de selva baja caducifolia</u> , es de 15.60% del total original existente en el SAR.
Valoración	<p>Para el cálculo del impacto se llevó a cabo la siguiente fórmula:</p> $Dcv = 1 - \left(\frac{A_{vr}}{A_{vo}}\right)$ <p>Donde:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>Dcv</math> = Disminución de la cubierta vegetal</li> <li>• <math>A_{vr}</math> = Área restante cubierta con vegetación de duna costera</li> <li>• <math>A_{vo}</math> = Área original cubierta con vegetación de duna costera</li> </ul>	
<b>Suelos</b> <i>Cuantificable</i>	12 -27.69%	La erosión de los suelos resulta en uno de los impactos ambientales más importantes que deben considerarse en caso de una remoción de la cubierta vegetal. Para estimar la magnitud de este impacto se realizó el cálculo de la erosión que existiría en caso de una cubierta vegetal del 100% en la Isla y la erosión que sucede al realizar una urbanización del 18.49% de su superficie.
Valoración	<p>Para el cálculo del impacto se llevó a cabo la siguiente fórmula:</p> $Eh = 1 - \left(\frac{E_u}{E_o}\right)$ <p>Donde:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>Eh</math> = Erosión que sucede debido a la pérdida de cubierta vegetal</li> <li>• <math>E_o</math> = Erosión original del área</li> <li>• <math>E_u</math> = Erosión que sucede hoy debido a la urbanización del área</li> </ul>	

Impactos ambientales	Magnitud	Justificación
<b>Social/Económico</b> <i>Cuantificable/No cuantificable</i>	14	-0%
Valoración	Este indicador se obtiene a partir del concepto que la Isla es económicamente sustentable gracias a las actividades turísticas, comerciales y de servicios en general que se llevan a cabo. Se obtiene un beneficio (impacto ambiental positivo) de las actividades económicas y comerciales que se llevan a cabo.	

V.1.4.8.2 Escenario T1. Situación actual y sus impactos ambientales derivados con la construcción del proyecto.

Impactos ambientales	Magnitud	Justificación
<b>Pérdida de hábitat</b> <i>Cuantificable</i>	7	18.51%
Valoración	<p>La urbanización existente en la Isla de Holbox tiene una distribución espacial correspondiente al 18.49% del SAD identificado. A ello se le agrega la superficie para el desarrollo del proyecto.</p> <p>Para el cálculo del impacto se llevó a cabo la siguiente fórmula:</p> $Ph = (A_u - A_p) / A_{SAR}$ <p>Donde:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>Ph</math> = Pérdida de hábitat</li> <li>• <math>A_u</math> = Área urbanizada</li> <li>• <math>A_{SAR}</math> = Área del SAR</li> <li>• <math>A_p</math> = Área de proyecto</li> </ul>	
<b>Disminución de la cubierta vegetal</b> <i>Cuantificable</i>	9	15.83%
Valoración	<p>Se calculó que la disminución de la cubierta vegetal, <b>correspondiente a vegetación de selva baja caducifolia</b>, es de 15.60% del total original existente en el SAD más la superficie que se solicita como CUS.</p> <p>Para el cálculo del impacto se llevó a cabo la siguiente fórmula:</p> $Dcv = 1 - \left( \frac{A_{vr} - A_p}{A_{vo}} \right)$ <p>Donde:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>Dcv</math> = Disminución de la cubierta vegetal</li> <li>• <math>A_{vr}</math> = Área restante cubierta con vegetación de duna costera</li> <li>• <math>A_{vo}</math> = Área original cubierta con vegetación de duna costera</li> <li>• <math>A_p</math> = Área de proyecto</li> </ul>	
<b>Suelos</b> <i>Cuantificable</i>	12	-27.69%
	La erosión de los suelos resulta en uno de los impactos ambientales más importantes que deben considerarse en caso de una remoción de la cubierta vegetal. Para estimar la magnitud de este impacto se realizó el cálculo de la erosión que existiría en caso de una cubierta vegetal del 100% en la Isla y la erosión que sucede al realizar una urbanización del 18.49% de su superficie.	

Impactos ambientales	Magnitud	Justificación
Valoración		<p>Para el cálculo del impacto se llevó a cabo la siguiente fórmula:</p> $Eh = 1 - \left(\frac{E_{u+Ap}}{E_o}\right)$ <p>Donde:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>Eh</math> = Erosión que sucede debido a la pérdida de cubierta vegetal</li> <li>• <math>E_o</math> = Erosión original del área</li> <li>• <math>E_U</math> = Erosión que sucede hoy debido a la urbanización del área</li> </ul>
<b>Social/Económico</b> <i>Cuantificable/No cuantificable</i>	14	-2.86%
Valoración		<p>Este indicador se obtiene a partir del concepto que la Isla es económicamente sustentable gracias a las actividades turísticas, comerciales y de servicios en general que se llevan a cabo.</p> <p>Este indicador se calcula considerando que las actividades comerciales y económicas que se derivarán como parte de la ejecución del proyecto representan un aumento del 2.86%, considerando un agregado de 40 empleos directos e indirectos como parte del proyecto.</p>

V.1.4.8.3 Escenario T<sub>2</sub>. Escenario catastrófico, considera una máxima urbanización de la Isla de Holbox con el desarrollo del proyecto.

Impactos ambientales	Magnitud	Justificación
<b>Pérdida de hábitat</b> <i>Cuantificable</i>	7	32.15%
Valoración		<p>La urbanización existente en la Isla de Holbox tiene una distribución espacial correspondiente al 32.15% del SAD identificado.</p> <p>Para el cálculo del impacto se llevó a cabo la siguiente fórmula:</p> $Ph = A_c/A_{SAR}$ <p>Donde:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>Ph</math> = Pérdida de hábitat</li> <li>• <math>A_c</math> = Área urbanizada escenario catastrófico</li> <li>• <math>A_{SAR}</math> = Área del SAR</li> </ul>
<b>Disminución de la cubierta vegetal</b> <i>Cuantificable</i>	9	100%
Valoración		<p>Se calculó que la disminución de la cubierta vegetal, <b>correspondiente a vegetación secundaria de selva baja caducifolia</b>, en caso de un escenario catastrófico considerando la distribución espacial actual digitalizada empleando imágenes de satélite.</p> <p>Para el cálculo del impacto se llevó a cabo la siguiente fórmula:</p> $Dcv = 1 - \left(\frac{A_{rc}}{A_{vo}}\right)$ <p>Donde:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>Dcv</math> = Disminución de la cubierta vegetal</li> </ul>



Impactos ambientales	Magnitud	Justificación
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>A_{rc}</math> = Área restante cubierta con vegetación de duna costera en un escenario catastrófico</li> <li>• <math>A_{vo}</math> = Área original cubierta con vegetación de duna costera</li> </ul>	
<b>Suelos</b> <i>Cuantificable</i>	12 -36.27%	La erosión de los suelos resulta en uno de los impactos ambientales más importantes que deben considerarse en caso de una remoción de la cubierta vegetal. Para estimar la magnitud de este impacto se realizó el cálculo de la erosión que existiría en caso de una cubierta vegetal del 100% en la Isla y la erosión que sucede al realizar una urbanización del 32.15% de su superficie.
Valoración	<p>Para el cálculo del impacto se llevó a cabo la siguiente fórmula:</p> $Eh = 1 - \left(\frac{E_c}{E_o}\right)$ <p>Donde:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>Eh</math> = Erosión que sucede debido a la pérdida de cubierta vegetal</li> <li>• <math>E_o</math> = Erosión original del área</li> <li>• <math>E_c</math> = Erosión que sucede hoy debido a la urbanización del área en un escenario catastrófico.</li> </ul>	
<b>Social/Económico</b> <i>Cuantificable/No cuantificable</i>	14 -73.90%	Este indicador se obtiene partiendo de que en un escenario catastrófico de crecimiento de la mancha urbana el beneficio económico sería directamente proporcional al aumento de la mancha urbana existente (73.90%).
Valoración	Se obtiene el porcentaje que aumenta la traza urbana bajo este supuesto.	

#### V.1.4.9 Etapa de construcción

V.1.4.9.1 Escenario T<sub>0</sub>. Situación actual y sus impactos ambientales derivados sin la construcción del proyecto.

Impactos ambientales	Magnitud	Justificación
<b>Consumo de agua potable</b> <i>No Cuantificable</i>	1 0%	Actualmente existe un equilibrio entre la demanda de agua potable y la que es provista por CAPA-QR que es el organismo operador estatal.
Valoración	Para efectos de esta variable en este escenario se considera un impacto en equilibrio; ya que la demanda de líquido actual es atendida por el municipio de manera suficiente.	
<b>Sellamiento del suelo</b> <i>No Cuantificable</i>	4 18.49%	Se estima como la superficie de la isla que se encuentra urbanizada y que debido al concreto y a la canalización

Impactos ambientales	Magnitud	Justificación
		de drenaje urbano evita la infiltración del agua dentro del acuífero.
Valoración	El valor se asigna como el porcentaje de la isla que ha sido urbanizado.	
<b>Residuos (todos los tipos)</b> <i>Cuantificable</i>	5	0%
	Actualmente existe un equilibrio entre los residuos generados y la atención del municipio.	
Valoración	Para efectos de esta variable en este escenario se considera un impacto en equilibrio; ya que la demanda de disposición de residuos actual es atendida por el municipio de manera suficiente.	
<b>Programa de manejo de residuos</b> <i>Cuantificable</i>	6	0%
	En un escenario T0 el programa no existe ya que no se ha desarrollado la obra	
Valoración	No aplica, no existe el programa	
<b>Generación de hábitat</b> <i>Cuantificable</i>	8	15.60%
	Existe una disminución del hábitat debido a la urbanización del área.	
Valoración	15.60% es la superficie urbanizada del SAD y se estima como el porcentaje de hábitat para fauna silvestre que actualmente se ha perdido en el SAR.	
<b>Formar y forestar isletas de manglar</b> <i>Cuantificable</i>	10	0%
	En un escenario T0 el programa no existe ya que no se ha desarrollado la obra	
Valoración	No aplica, el programa no existe en este escenario	
<b>Restitución de vegetación de Selva Baja</b> <i>Cuantificable</i>	11	0%
	En un escenario T0 el programa no existe ya que no se ha desarrollado la obra	
Valoración	No aplica, no existe el programa	
<b>Suelos</b> <i>Cuantificable</i>	12	-27.69%
	La erosión de los suelos resulta en uno de los impactos ambientales más importantes que deben considerarse en caso de una remoción de la cubierta vegetal. Para estimar la magnitud de este se realizó el cálculo de la erosión que existiría en caso de una cubierta vegetal del 100% en la Isla y la erosión que sucede al realizar una urbanización del 18.49% de su superficie.	

Impactos ambientales	Magnitud	Justificación
Valoración	Para el cálculo del impacto se llevó a cabo la siguiente fórmula:  $Eh = 1 - \left(\frac{E_u}{E_o}\right)$ Donde: <ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>Eh</math> = Erosión que sucede debido a la pérdida de cubierta vegetal</li> <li>• <math>E_o</math> = Erosión original del área</li> <li>• <math>E_u</math> = Erosión que sucede hoy debido a la urbanización del área</li> </ul>	
<b>Social/Económico</b> <i>Cuantificable/No cuantificable</i>	14	-0%
Valoración	Este indicador se obtiene a partir del concepto que la Isla es económicamente sustentable gracias a las actividades turísticas, comerciales y de servicios en general que se llevan a cabo.	
Valoración	Se obtiene un beneficio (impacto ambiental positivo) de las actividades económicas y comerciales que se llevan a cabo.	

V.1.4.9.2 Escenario T<sub>1</sub>. Situación actual y sus impactos ambientales derivados con la construcción del proyecto.

Impactos ambientales	Magnitud	Justificación
<b>Consumo de agua potable</b> <i>Cuantificable</i>	1	1.60%
Valoración	Existirá un incremento en el consumo de agua potable derivado de la construcción de la obra.	
Valoración	Actualmente se abastece de agua potable a una tasa de 20 l/s. Se estima que de la construcción del proyecto, esta demanda incremente en 0.32 l/s lo que representa un aumento de 1.6% de la demanda actual.	
<b>Sellamiento del suelo</b> <i>No Cuantificable</i>	4	18.52%
Valoración	A pesar de que el proyecto incorpora áreas verdes en su jardinería y diseño, se considera, para el modelo, el máximo impacto ambiental posible, como un sellamiento del 100% de su superficie.	
Valoración	La urbanización en un área de 1,068.06 m <sup>2</sup> implica que existirá un aumento en la superficie sellada de la Isla en 0.02%.	
<b>Residuos (todos los tipos)</b> <i>Cuantificable</i>	5	0.05%
Valoración	El proyecto aumentará los residuos de diversos tipos que se generarán durante la etapa de construcción del proyecto.	
Valoración	Se estima que actualmente se generan 15,000 kg de basura anualmente en la Isla, el desarrollo del proyecto aumentará la generación de basura en 2 kg diarios, lo que representa un aumento en impacto ambiental de 0.05% con respecto a la basura que se produce actualmente.	

Impactos ambientales		Magnitud	Justificación
<b>Programa de manejo de residuos</b> <i>No Cuantificable</i>	6	-0.04%	Se requiere de un programa de manejo de residuos que permita minimizar los impactos ambientales que la construcción y operación del proyecto genere.
Valoración	Se estima que a pesar de que se estima manejar completamente los residuos generados durante las etapas de operación y construcción del proyecto, siempre existe un pequeño margen que escapa a la efectividad de cualquier proyecto. Logrando una mitigación del impacto ambiental en -0.04%.		
<b>Generación de hábitat</b> <i>Cuantificable</i>	8	15.82%	Existe una disminución del hábitat debido a la urbanización del área, sin embargo, la forestación de isletas de mangle generará nuevo hábitat disponible para la fauna local.
Valoración	<p>Para el cálculo del impacto se llevó a cabo la siguiente fórmula:</p> $Ght1 = Ght0 - \left(\frac{A_{Mg}}{A_{Ma}}\right)$ <p>Donde:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>Ght0</math> = Generación de hábitat en un tiempo 1</li> <li>• <math>Ght1</math> = Generación de hábitat en un tiempo 1</li> <li>• <math>A_{Mg}</math> = Área con manglar generada</li> <li>• <math>A_{Ma}</math> = Área con Manglar actual</li> </ul> <p>A pesar de que se realizará un trabajo de paisajismo en las áreas verdes y jardinadas que permitirá mejorar el ensamble vegetal en vegetación secundaria de selva baja caducifolia y por ello la diversidad vegetal. No se considera como hábitat potencial para todas las especies debido a la presencia humana.</p>		
Valoración	15.60% es la superficie urbanizada del SAD y se estima como el porcentaje de hábitat para fauna silvestre que actualmente se ha perdido en el SAR.		
<b>Formar y forestar isletas de manglar</b> <i>Cuantificable</i>	10	-0.28%	La forestación de isletas de mangle generará nuevo hábitat disponible para la fauna local y fomentará áreas para la regeneración de fauna marina y en general una mejora de la calidad ambiental de los humedales.
Valoración	<p>Para determinar la magnitud de la mejora se considera el porcentaje que aumentará la vegetación de manglar con respecto al total existente actualmente:</p> $Im = \left(\frac{A_{Mg}}{A_{Ma}}\right)$ <p>Donde:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>Gh</math> = Generación de hábitat</li> <li>• <math>A_{Mg}</math> = Área con manglar generada</li> <li>• <math>A_{Ma}</math> = Área con Manglar actual</li> </ul>		

Impactos ambientales	Magnitud	Justificación
<b>Restitución de vegetación de selva baja caducifolia</b> <i>Cuantificable</i>	11 -0.03%	Se realizará un trabajo de paisajismo en las áreas verdes privilegiando vegetación nativa que permitirá mejorar el ensamble vegetal en vegetación actual y por ello la diversidad vegetal.
Valoración	Se determinó que porcentaje de la vegetación remanente de dunas costeras se recuperará con el trabajo paisajístico dentro del proyecto.	
<b>Suelos</b> <i>Cuantificable</i>	12 -27.73%	La erosión de los suelos resulta en uno de los impactos ambientales más importantes que deben considerarse en caso de una remoción de la cubierta vegetal. Para estimar la magnitud de este impacto se realizó el cálculo de la erosión que existiría en caso de una cubierta vegetal del 100% en la Isla y la erosión que sucede al realizar una urbanización del 18.49% de su superficie.
Valoración	<p>Para el cálculo del impacto se llevó a cabo la siguiente fórmula:</p> $Eh = 1 - \left( \frac{E_{u+Ap}}{E_o} \right)$ <p>Donde:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>Eh</math> = Erosión que sucede debido a la pérdida de cubierta vegetal</li> <li>• <math>E_o</math> = Erosión original del área</li> <li>• <math>E_u</math> = Erosión que sucede hoy debido a la urbanización del área</li> </ul>	
<b>Social/Económico</b> <i>Cuantificable/No cuantificable</i>	14 -2.86%	Este indicador se obtiene a partir del concepto que la Isla es económicamente sustentable gracias a las actividades turísticas, comerciales y de servicios en general que se llevan a cabo.
Valoración	Se obtiene un beneficio (impacto ambiental positivo) de las actividades económicas y comerciales que se llevan a cabo.	

V.1.4.9.3 Escenario T<sub>2</sub>. Escenario catastrófico, considera una máxima urbanización de la Isla de Holbox con el desarrollo del proyecto.

Impactos ambientales	Magnitud	Justificación
<b>Consumo de agua potable</b> <i>No Cuantificable</i>	1 73.90%	Este indicador se obtiene partiendo de que en un escenario catastrófico de crecimiento de la mancha urbana el aumento del consumo de agua potable sería directamente proporcional al aumento de la mancha urbana existente (73.90%).
Valoración	Se obtiene el porcentaje que aumenta la traza urbana bajo este supuesto	
<b>Sellamiento del suelo</b>	4 32.15%	Este indicador se obtiene partiendo de que en un escenario catastrófico de crecimiento de la mancha

Impactos ambientales	Magnitud	Justificación
<i>No Cuantificable</i>		urbana donde el aumento del área sellada de suelo (evita la infiltración) sería directamente proporcional al aumento de la mancha urbana existente (32.15%).
Valoración	Se obtiene el porcentaje que aumenta la traza urbana bajo este supuesto	
<b>Residuos (todos los tipos)</b> <i>No Cuantificable</i>	5	73.90%
		Este indicador se obtiene partiendo de que en un escenario catastrófico de crecimiento de la mancha urbana el aumento de residuos sería directamente proporcional al aumento de la mancha urbana existente (73.90%).
Valoración	Se obtiene el porcentaje que aumenta la traza urbana bajo este supuesto	
<b>Programa de manejo de residuos</b> <i>Cuantificable</i>	6	-0.04%
		Se requiere de un programa de manejo de residuos que permita minimizar los impactos ambientales que la construcción y operación del proyecto genere. Sin embargo, este programa no considera los residuos que se generarán en caso de que se logre un escenario catastrófico.
Valoración	Se estima que a pesar de que se estima manejar completamente los residuos generados durante las etapas de operación y construcción del proyecto, siempre existe un pequeño margen que escapa a la efectividad de cualquier proyecto. Logrando una mitigación del impacto ambiental en -0.04%.	
<b>Generación de hábitat</b> <i>No Cuantificable</i>	8	15.32%
		Existe una disminución del hábitat debido a la urbanización del área, sin embargo, la formación de isletas de mangle generará nuevo hábitat disponible para la fauna local.
Valoración	Este valor es similar al T1; toda vez que no se podrá realizar urbanización en un caso catastrófico gracias a la NOM-022-SEMARNAT-2010	
<b>Formar y forestar isletas de manglar</b> <i>Cuantificable</i>	10	-0.28%
		Existe una disminución del hábitat debido a la urbanización del área, sin embargo, la formación de isletas de mangle generará nuevo hábitat disponible para la fauna local.
Valoración	Este valor es similar al T1; toda vez que no se podrá realizar urbanización en un caso catastrófico gracias a la NOM-022-SEMARNAT-2010	
<b>Restitución de vegetación de selva baja caducifolia</b> <i>Cuantificable</i>	11	-0.03%
		El aumento de vegetación de dunas costeras es igual en el T1 toda vez que los programas y mejoras al ecosistema se limitan al área del proyecto.
Valoración	Este valor es similar al T1; toda vez que las obras se limitan al área del proyecto.	

Impactos ambientales		Magnitud	Justificación
<b>Suelos</b> <i>No Cuantificable</i>	12	-36.31%	La erosión de los suelos resulta en uno de los impactos ambientales más importantes que deben considerarse en caso de una remoción de la cubierta vegetal. Para estimar la magnitud de este impacto se realizó el cálculo de la erosión que existiría en caso de una cubierta vegetal del 100% en la Isla y la erosión que sucede al realizar una urbanización del 18.49% de su superficie.
Valoración	Se determinó el porcentaje de sellamiento de suelo considerando el aumento de la traza urbana.		
<b>Social/Económico</b> <i>Cuantificable/No cuantificable</i>	14	-73.98%	Este indicador se obtiene a partir del concepto que la Isla es económicamente sustentable gracias a las actividades turísticas, comerciales y de servicios en general que se llevan a cabo.
Valoración	Se obtiene un beneficio (impacto ambiental positivo) de las actividades económicas y comerciales que se llevan a cabo.		

#### V.1.4.10 Etapa de operación

V.1.4.10.1 Escenario T<sub>0</sub>. Situación actual y sus impactos ambientales derivados sin la construcción del proyecto.

Impactos ambientales		Magnitud	Justificación
<b>Consumo de agua potable</b> <i>No Cuantificable</i>	1	0%	Actualmente existe un equilibrio entre la demanda de agua potable y la que es provista por el municipio.
Valoración	Para efectos de esta variable en este escenario se considera un impacto en equilibrio; ya que la demanda de líquido actual es atendida de manera suficiente por CAPA-QR que es el organismo operador.		
<b>Generación de agua residual</b> <i>No Cuantificable</i>	2	0%	Actualmente existe un equilibrio entre la demanda de descarga de agua residual y la que es provista por CAPA-QR que es el organismo operador.
Valoración	Para efectos de esta variable en este escenario se considera un impacto en equilibrio; ya que la demanda de líquido actual es atendida por CAPA-QR que es el organismo operador		
<b>Captación de agua pluvial</b> <i>Cuantificable</i>	3	0%	En esta etapa no se ha desarrollado el proyecto, por lo que esta variable permanece en 0%
Valoración	No aplica		



Impactos ambientales	Magnitud	Justificación
<b>Sellamiento del suelo</b> <i>Cuantificable</i>	4 18.49%	Se ha calculado de igual manera que en otras etapas del proyecto.
Valoración	<p>Para el cálculo del impacto se llevó a cabo la siguiente fórmula:</p> $Eh = 1 - \left(\frac{E_u}{E_o}\right)$ <p>Donde:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>Eh</math> = Erosión que sucede debido a la pérdida de cubierta vegetal</li> <li>• <math>E_o</math> = Erosión original del área</li> <li>• <math>E_u</math> = Erosión que sucede hoy debido a la urbanización del área</li> </ul>	
<b>Residuos de manejo especial y peligrosos</b> <i>Cuantificable</i>	5 0%	Actualmente existe un equilibrio entre la generación de residuos de manejo especial y peligrosos y los servicios de disposición del municipio.
Valoración	No aplica	
<b>Programa de manejo de residuos</b> <i>Cuantificable</i>	6 -0%	En esta etapa no se ha desarrollado el proyecto, por lo que esta variable permanece en 0%.
Valoración	No aplica	
<b>Generación de hábitat</b> <i>Cuantificable</i>	8 0%	En esta etapa no se ha desarrollado el proyecto, por lo que esta variable permanece en 0%
Valoración	No aplica	
<b>Formar y forestar islas de manglar</b> <i>Cuantificable</i>	10 -0%	En esta etapa no se ha desarrollado el proyecto, por lo que esta variable permanece en 0%
Valoración	No aplica	

Impactos ambientales		Magnitud	Justificación
<b>Erosión de los suelos</b> <i>Cuantificable</i>	13	-27.69%	La erosión de los suelos resulta en uno de los impactos ambientales más importantes que deben considerarse en caso de una remoción de la cubierta vegetal. Para estimar la magnitud de este impacto se realizó el cálculo de la erosión que existiría en caso de una cubierta vegetal del 100% en la Isla y la erosión que sucede al realizar una urbanización del 18.49% de su superficie.
Valoración	Para el cálculo del impacto se llevó a cabo la siguiente fórmula: $Eh = 1 - \left(\frac{E_{u+Ap}}{E_o}\right)$ Donde: <ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>Eh</math> = Erosión que sucede debido a la pérdida de cubierta vegetal</li> <li>• <math>E_o</math> = Erosión original del área</li> </ul> $E_U$ = Erosión que sucede hoy debido a la urbanización del área		
<b>Generación de empleos</b> <i>Cuantificable</i>	14	-0%	Actualmente existe un equilibrio en materia de generación de empleos y los impactos ambientales que derivan.
Valoración	No aplica		
<b>Generación de turismo</b> <i>Cuantificable</i>	15	-0%	Actualmente existe un equilibrio en materia de generación de turismo y los impactos ambientales que derivan.
Valoración	No aplica		
<b>Mayor recaudación</b> <i>Cuantificable</i>	16	-0%	Actualmente existe un equilibrio en materia de recaudación y los impactos ambientales que derivan.
Valoración	No aplica		

V.1.4.10.2 Escenario T<sub>1</sub>. Situación actual y sus impactos ambientales derivados con la construcción del proyecto.

Impactos ambientales		Magnitud	Justificación
<b>Consumo de agua potable</b> <i>Cuantificable</i>	1	1.40%	Se realizó el cálculo de la demanda de agua potable en el capítulo II del presente estudio; misma que requiere consumir agua para las actividades de operación y mantenimiento.
Valoración	Se espera un aumento en el consumo de agua surtida en 0.28lt/s		

Impactos ambientales		Magnitud	Justificación
<b>Generación de agua residual</b> No Cuantificable	2	1.40%	Se espera una generación de aguas residuales en misma proporción que el consumo de agua potable.
Valoración	Se espera una generación de aguas residuales en misma proporción que el consumo de agua potable.		
<b>Captación de agua pluvial</b> No Cuantificable	3	-1.40%	Se espera una captación de agua pluvial mediante una cisterna. Agua que será empleada para diversas actividades de operación y mantenimiento del proyecto.
Valoración	La capacidad de la cisterna será de 25,000 lt; lo que implica que se tendrá una ganancia de -1.40% sobre este recurso.		
<b>Sellamiento del suelo</b> Cuantificable	4	18.54%	Se ha calculado de igual manera que en otras etapas del proyecto.
Valoración	<p>Para el cálculo del impacto se llevó a cabo la siguiente fórmula:</p> $Eh = 1 - \left(\frac{E_u}{E_o}\right)$ <p>Donde:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>Eh</math> = Erosión que sucede debido a la pérdida de cubierta vegetal</li> <li>• <math>E_o</math> = Erosión original del área</li> <li>• <math>E_u</math> = Erosión que sucede hoy debido a la urbanización del área</li> </ul>		
<b>Residuos de manejo especial y peligrosos</b> No Cuantificable	5	0.05%	La operación del proyecto estima un crecimiento en la generación de residuos de manejo especial y peligrosos del 0.05% a una tasa de 2 kg diarios.
Valoración	La operación del proyecto estima un crecimiento en la generación de residuos de manejo especial y peligrosos del 0.05% a una tasa de 2 kg diarios.		
<b>Programa de manejo de residuos</b> Cuantificable	6	-0.04%	Se requiere de un programa de manejo de residuos que permita minimizar los impactos ambientales que la construcción y operación del proyecto genere.
Valoración	Se estima que a pesar de que se estima manejar completamente los residuos generados durante las etapas de operación y construcción del proyecto, siempre existe un pequeño margen que escapa a la efectividad de cualquier proyecto. Logrando una mitigación del impacto ambiental en -0.04%.		

Impactos ambientales	Magnitud	Justificación
<b>Generación de hábitat</b> <i>Cuantificable</i>	8 -0.14%	Existe una disminución del hábitat debido a la urbanización del área, sin embargo, la forestación de isletas de mangle generará nuevo hábitat disponible para la fauna local.
Valoración	<p>Para el cálculo del impacto se llevó a cabo la siguiente fórmula:</p> $Ght1 = Ght0 - \left(\frac{A_{Mg}}{A_{Ma}}\right)$ <p>Donde:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>Ght0</math> = Generación de hábitat en un tiempo 1</li> <li>• <math>Ght1</math> = Generación de hábitat en un tiempo 1</li> <li>• <math>A_{Mg}</math> = Área con manglar generada</li> <li>• <math>A_{Ma}</math> = Área con Manglar actual</li> </ul> <p>A pesar de que se realizará un trabajo de paisajismo dentro del conjunto que permitirá mejorar el ensamble vegetal en vegetación de duna costera y por ello la diversidad vegetal. No se considera como hábitat potencial debido a la presencia humana.</p>	
<b>Formar y forestar islas de manglar</b> <i>Cuantificable</i>	10 -0.14%	La formación y forestación de isletas de mangle generará nuevo hábitat disponible para la fauna local y fomentará áreas para la regeneración de fauna marina y en general una mejora de la calidad ambiental del humedal.
Valoración	<p>Para determinar la magnitud de la mejora se considera el porcentaje que aumentará la vegetación de manglar con respecto al total existente actualmente:</p> $Im = \left(\frac{A_{Mg}}{A_{Ma}}\right)$ <p>Donde:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>Gh</math> = Generación de hábitat</li> <li>• <math>A_{Mg}</math> = Área con manglar generada</li> </ul> <p><math>A_{Ma}</math> = Área con Manglar actual</p>	
<b>Erosión de los suelos</b> <i>Cuantificable</i>	13 -27.73%	La erosión de los suelos resulta en uno de los impactos ambientales más importantes que deben considerarse en caso de una remoción de la cubierta vegetal. Para estimar la magnitud de este impacto se realizó el cálculo de la erosión que existiría en caso de una cubierta vegetal del 100% en la Isla y la erosión que sucede al realizar una urbanización del 18.49% de su superficie.

Impactos ambientales	Magnitud	Justificación
Valoración	Para el cálculo del impacto se llevó a cabo la siguiente fórmula: $Eh = 1 - \left(\frac{E_{u+Ap}}{E_o}\right)$ Donde: <ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>Eh</math> = Erosión que sucede debido a la pérdida de cubierta vegetal</li> <li>• <math>E_o</math> = Erosión original del área</li> </ul> $E_U$ = Erosión que sucede hoy debido a la urbanización del área	
<b>Generación de empleos</b> <i>Cuantificable</i>	14	-2.86%
Valoración	Se espera un aumento del turismo en 2.86%	
Valoración	Los cálculos se presentan en la etapa de construcción del sitio	
<b>Generación de turismo</b> <i>Cuantificable</i>	15	-2.86%
Valoración	Se espera un aumento del turismo en 2.86%	
Valoración	Los cálculos se presentan en la etapa de construcción del sitio	
<b>Mayor recaudación</b> <i>Cuantificable</i>	16	-2.86%
Valoración	Se espera un aumento de la recaudación anual de 2.86%	
Valoración	Los cálculos se presentan en la etapa de construcción del sitio	

V.1.4.10.3 Escenario T<sub>2</sub>. Escenario catastrófico, considera una máxima urbanización de la Isla de Holbox con el desarrollo del proyecto.

Impactos ambientales	Magnitud	Justificación
<b>Consumo de agua potable</b> <i>No Cuantificable</i>	1	73.90%
Valoración	Este indicador se obtiene partiendo de que en un escenario catastrófico de crecimiento de la mancha urbana el aumento del consumo de agua potable sería directamente proporcional al aumento de la mancha urbana existente (73.90%).	
Valoración	No aplica	
<b>Generación de agua residual</b> <i>No Cuantificable</i>	2	73.90%
Valoración	Este indicador se obtiene partiendo de que en un escenario catastrófico de crecimiento de la mancha urbana el aumento de las aguas residuales sería directamente proporcional al aumento de la mancha urbana existente (73.90%).	
Valoración	No aplica	

Impactos ambientales		Magnitud	Justificación
<b>Captación de agua pluvial</b> <i>No Cuantificable</i>	3	-1.40%	Se espera una captación de agua pluvial mediante una cisterna. Agua que será empleada para diversas actividades de operación y mantenimiento del proyecto.
Valoración	La capacidad de la cisterna será de 25,000 lt; lo que implica que se tendrá una ganancia de -1.40% sobre este recurso.		
<b>Sellamiento del suelo</b> <i>Cuantificable</i>	4	32.15%	Se ha calculado de igual manera que en otras etapas del proyecto, donde la superficie que ha perdido la cubierta vegetal es igual a la de un escenario catastrófico.
Valoración	<p>Para el cálculo del impacto se llevó a cabo la siguiente fórmula:</p> $Eh = 1 - \left(\frac{E_u}{E_o}\right)$ <p>Donde:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>Eh</math> = Erosión que sucede debido a la pérdida de cubierta vegetal</li> <li>• <math>E_o</math> = Erosión original del área</li> <li>• <math>E_u</math> = Erosión que sucede hoy debido a la urbanización del área</li> </ul>		
<b>Generación de Residuos</b> <i>No Cuantificable</i>	5	73.90%	Este indicador se obtiene partiendo de que en un escenario catastrófico de crecimiento de la mancha urbana el aumento de la generación de residuos sería directamente proporcional al aumento de la mancha urbana existente (73.90%).
Valoración	No aplica		
<b>Programa de manejo de residuos</b> <i>Cuantificable</i>	6	-0.04%	Se requiere de un programa de manejo de residuos que permita minimizar los impactos ambientales que la construcción y operación del proyecto genere.
Valoración	Se estima que a pesar de que se estima manejar completamente los residuos generados durante las etapas de operación y construcción del proyecto, siempre existe un pequeño margen que escapa a la efectividad de cualquier proyecto. Logrando una mitigación del impacto ambiental en -0.04%.		
<b>Generación de hábitat</b> <i>Cuantificable</i>	8	-0.14%	Existe una disminución del hábitat debido a la urbanización del área, sin embargo, la formación y forestación de isletas de mangle generará nuevo hábitat disponible para la fauna local.

Impactos ambientales	Magnitud		Justificación
Valoración	<p>Para el cálculo del impacto se llevó a cabo la siguiente fórmula:</p> $Ght1 = Ght0 - \left(\frac{A_{Mg}}{A_{Ma}}\right)$ <p>Donde:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>Ght0</math> = Generación de hábitat en un tiempo 1</li> <li>• <math>Ght1</math> = Generación de hábitat en un tiempo 1</li> <li>• <math>A_{Mg}</math> = Área con manglar generada</li> <li>• <math>A_{Ma}</math> = Área con Manglar actual</li> </ul> <p>A pesar de que se realizará un trabajo de paisajismo dentro del conjunto de departamentos que permitirá mejorar el ensamble vegetal e y por ello la diversidad a nivel de predio. No se considera como hábitat potencial para todas las especies debido a la presencia humana.</p>		
<b>Formar y forestar islas de manglar</b> <i>Cuantificable</i>	10	-0.14%	La formación y forestación de isletas de mangle generará nuevo hábitat disponible para la fauna local y fomentará áreas para la regeneración de fauna marina y en general una mejora de la calidad ambiental de los humedales.
Valoración	<p>Para determinar la magnitud de la mejora se considera el porcentaje que aumentará la vegetación de manglar con respecto al total existente actualmente:</p> $Im = \left(\frac{A_{Mg}}{A_{Ma}}\right)$ <p>Donde:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>Gh</math> = Generación de hábitat</li> <li>• <math>A_{Mg}</math> = Área con manglar generada</li> </ul> <p><math>A_{Ma}</math> = Área con Manglar actual</p>		
<b>Erosión de los suelos</b> <i>Cuantificable</i>	13	-36.27%	La erosión de los suelos resulta en uno de los impactos ambientales más importantes que deben considerarse en caso de una remoción de la cubierta vegetal. Para estimar la magnitud de este impacto se realizó el calculo de la erosión que existiría en caso de una cubierta vegetal del 100% en la Isla y la erosión que sucede al realizar una urbanización en un escenario catastrófico.
Valoración	<p>Para el cálculo del impacto se llevó a cabo la siguiente fórmula:</p> $Eh = 1 - \left(\frac{E_{u+Ap}}{E_o}\right)$ <p>Donde:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>Eh</math> = Erosión que sucede debido a la pérdida de cubierta vegetal</li> <li>• <math>E_o</math> = Erosión original del área</li> </ul> <p><math>E_U</math> = Erosión que sucede hoy debido a la urbanización del área</p>		



Impactos ambientales	Magnitud	Justificación
<b>Generación de empleos</b> <i>Cuantificable</i>	14 -73.90%	Este indicador se obtiene partiendo de que en un escenario catastrófico de crecimiento de la mancha urbana el aumento en la generación de empleos sería directamente proporcional al aumento de la mancha urbana existente (73.90%).
Valoración	Los cálculos se presentan en la etapa de construcción del sitio	
<b>Generación de turismo</b> <i>Cuantificable</i>	15 -73.90%	Este indicador se obtiene partiendo de que en un escenario catastrófico de crecimiento de la mancha urbana el aumento de la generación de turismo directamente proporcional al aumento de la mancha urbana existente (73.90%).
Valoración	Los cálculos se presentan en la etapa de construcción del sitio	
<b>Mayor recaudación</b> <i>Cuantificable</i>	16 -73.90%	Este indicador se obtiene partiendo de que en un escenario catastrófico de crecimiento de la mancha urbana el aumento en la recaudación directamente proporcional al aumento de la mancha urbana existente (73.90%).
Valoración	Los cálculos se presentan en la etapa de construcción del sitio	

### V.1.1 Representación temporal de forma gráfica de los impactos ambientales.

La finalidad del ejercicio es poder representar temporalmente los impactos ambientales que la preparación de sitio, construcción y operación del proyecto pudiere generar. Para ello se determinó una magnitud calculada con base en las fórmulas presentadas anteriormente.

La utilidad del modelo recae en que esta magnitud tiene una representación mensual con base en las obras y actividades que se llevarán a cabo como parte integral del proyecto. Es así que se obtuvieron una serie de curvas con distinta magnitud, temporalidad y de aplicación diferenciada.

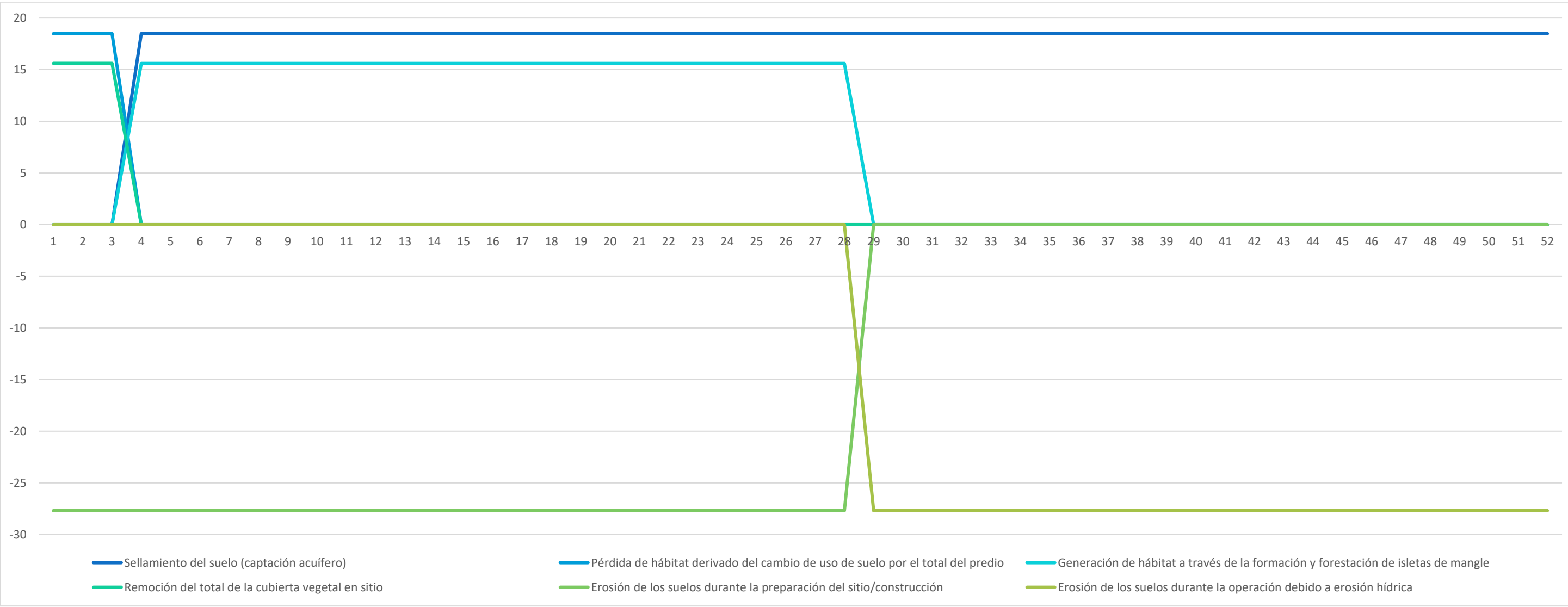
#### V.1.4.11 Magnitud de los impactos ambientales y comparativo de los escenarios de impacto ambiental en las distintas etapas del proyecto

A continuación, se presenta la dinámica de los impactos ambientales identificados de acuerdo a escenario ambiental modelado a lo largo del tiempo. Para este ejercicio se parte de considerar los siguientes supuestos:

- Los impactos ambientales se estiman con base en la mejor interpretación del crecimiento de la mancha urbana y mediante una digitalización en alta resolución de los usos de suelo y vegetación presentes en el SAR.
- En la etapa de operación, se estimó un tiempo finito de 24 meses para que los impactos ambientales fueran relevantes con respecto a la etapa de construcción. Sin embargo, no se estima una fecha determinada para el final de la vida útil del conjunto.
- Los estimadores de impacto se van ponderando en la segunda tabla, indicando el impacto ambiental residual. Se entiende como impacto ambiental residual aquel que permanece en el Sistema Ambiental Delimitado independientemente de las acciones de mitigación o compensación aplicadas.
- Las celdas vacías en las tablas siguientes corresponden a estimadores 0. Un estimador cero sucede cuando el impacto ambiental no es perceptible y no es cuantificable bajo el método.
- Los impactos ambientales negativos son aquellos que actúan en detrimento del medio ambiente y se representan mediante números positivos.
- Los impactos ambientales positivos son aquellos que mitigan o compensan los impactos ambientales que se generarían por el desarrollo del proyecto y se representan mediante indicadores negativos.
- Bajo los supuestos presentados, las curvas que se presenten sobre la línea punteada correspondiente a 0 de la gráfica implican impactos ambientales negativos que interactúan sobre el SAR; mientras que las curvas que se muestran bajo la línea correspondiente a la constante 0 son aquellos impactos ambientales positivos que interactúan sobre el SAR.

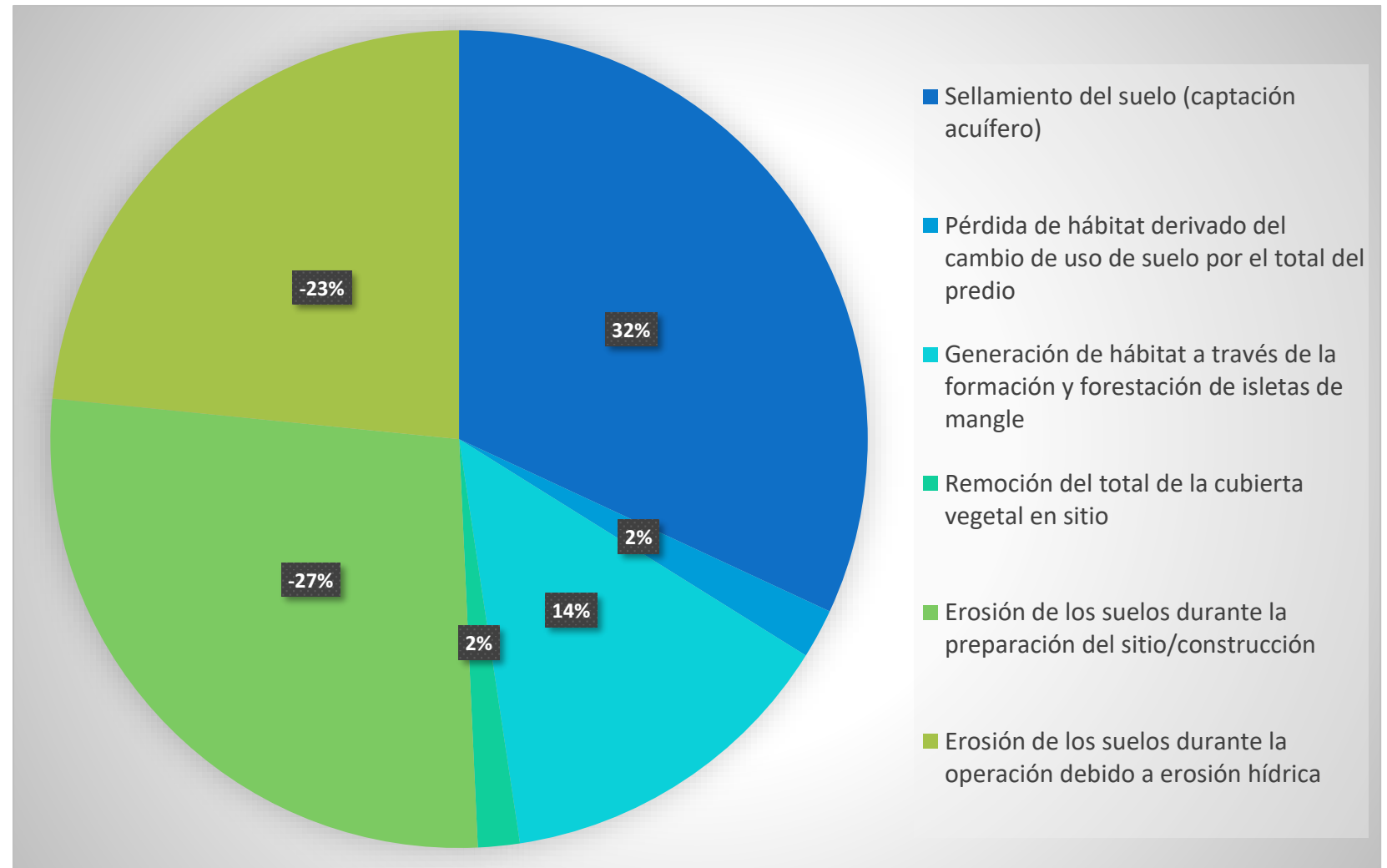


Residual	Impactos	Impactos	Descripci
6.41	-27.69	34.1	1
12.82	-27.69	34.1	2
19.23	-27.69	34.1	3
25.63	-27.69	34.09	4
32.03	-27.69	34.09	5
38.43	-27.69	34.09	6
44.83	-27.69	34.09	7
51.23	-27.69	34.09	8
57.63	-27.69	34.09	9
64.03	-27.69	34.09	10
70.43	-27.69	34.09	11
76.83	-27.69	34.09	12
83.23	-27.69	34.09	13
89.63	-27.69	34.09	14
96.03	-27.69	34.09	15
102.43	-27.69	34.09	16
108.83	-27.69	34.09	17
115.23	-27.69	34.09	18
121.63	-27.69	34.09	19
128.03	-27.69	34.09	20
134.43	-27.69	34.09	21
140.83	-27.69	34.09	22
147.23	-27.69	34.09	23
153.63	-27.69	34.09	24
160.03	-27.69	34.09	25
166.43	-27.69	34.09	26
172.83	-27.69	34.09	27
179.23	-27.69	34.09	28
170.03	-27.69	18.49	29
160.83	-27.69	18.49	30
151.63	-27.69	18.49	31
142.43	-27.69	18.49	32
133.23	-27.69	18.49	33
124.03	-27.69	18.49	34
114.83	-27.69	18.49	35
105.63	-27.69	18.49	36
96.43	-27.69	18.49	37
87.23	-27.69	18.49	38
78.03	-27.69	18.49	39
68.83	-27.69	18.49	40
59.63	-27.69	18.49	41
50.43	-27.69	18.49	42
41.23	-27.69	18.49	43
32.03	-27.69	18.49	44
22.83	-27.69	18.49	45
13.63	-27.69	18.49	46
4.43	-27.69	18.49	47
-4.77	-27.69	18.49	48
-13.97	-27.69	18.49	49
-23.17	-27.69	18.49	50
-32.37	-27.69	18.49	51
-41.57	-27.69	18.49	52



La gráfica de dispersión mostrada en la página anterior, muestra como uno de los impactos ambientales más significativos en el SAD ha sido la variación del ensamble botánico derivado del cambio de uso de suelo generado para la instalación de toda la infraestructura requerida por las actividades turísticas y comerciales de la isla.

Impactos ambientales acumulativos en este escenario	Magnitud del impacto
Sellamiento del suelo (captación acuífero)	906.01
Pérdida de hábitat derivado del cambio de uso de suelo por el total del predio	55.47
Generación de hábitat a través de la formación y forestación de isletas de mangle	390
Remoción del total de la cubierta vegetal en sitio	46.83
Erosión de los suelos durante la preparación del sitio/construcción	-775.32
Erosión de los suelos durante la operación debido a erosión hídrica	-664.56



Otro de los impactos ambientales que destaca es la erosión de los suelos, ya que la urbanización de cualquier área implica un sellamiento del suelo. El sellamiento del suelo afecta la infiltración, pero a su vez evita se pierda la capa edáfica superior debido a efector erosivos como la lluvia o el aire ya que en estas superficies no hay suelo que pueda ser arrastrado.

Para obtener la magnitud final de los impactos ambientales se realizó una suma algébrica de los valores mensuales obtenidos, resultando en la gráfica de pie y tabla mostrada, donde para el caso del escenario T0, se puede identificar el sellamiento del suelo (captación) y la pérdida de hábitat como los impactos ambientales negativos más significativos (32% y 14% del total); mientras que la retención del suelo sigue representando al impacto ambiental benéfico más significativo (entre 27% y 23%).

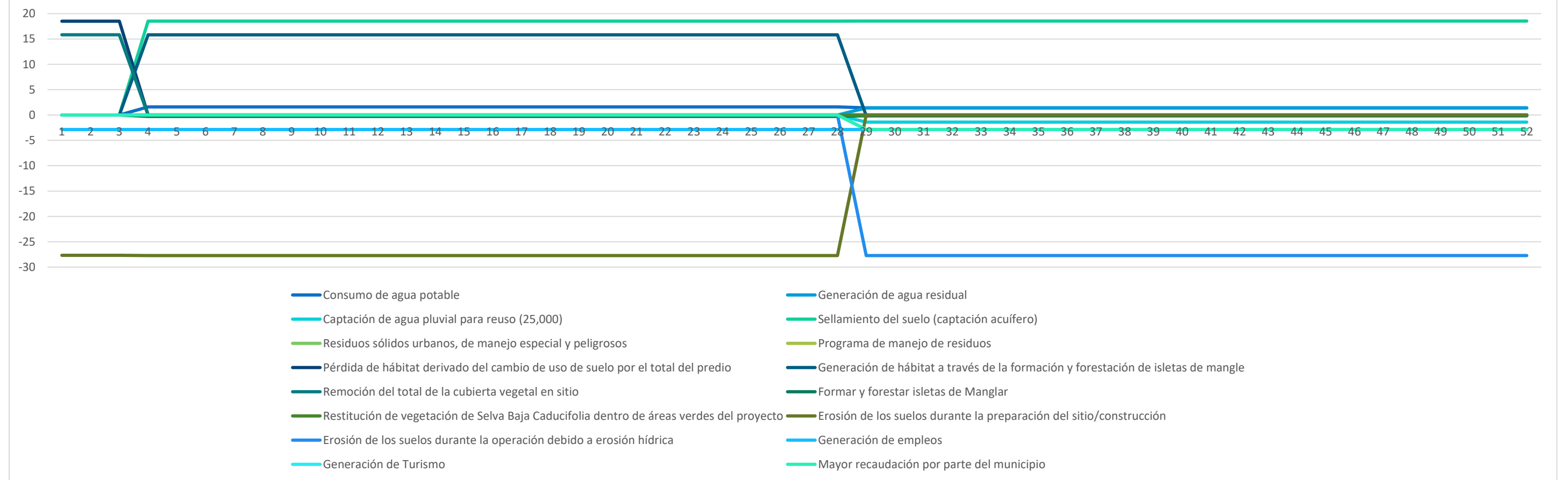


El escenario T1 corresponde a aquel donde se ha llevado a cabo el proyecto, se puede apreciar la gran cantidad de interacciones existentes en comparación con el escenario anterior T0.

La tabla anterior muestra claramente como los impactos ambientales que suceden durante los primeros tres meses del proyecto (preparación del sitio) son mayormente negativos y presentan los valores más altos, mientras que los impactos ambientales con una acción de compensar o reparar tienen una mayor presencia en la última etapa del proyecto que contempla el mantenimiento y consumo de recursos del bloque de departamentos.

Los impactos ambientales positivos como la generación de empleos, generación de turismo y mayor recaudación por parte del municipio se estiman con valores cercanos al 3%, considerando que se espera aumente entre 40 y 60 el número de empleos directos e indirectos que el proyecto generará sobre 1,000 residentes permanentes económicamente activos mas los nuevos inquilinos.

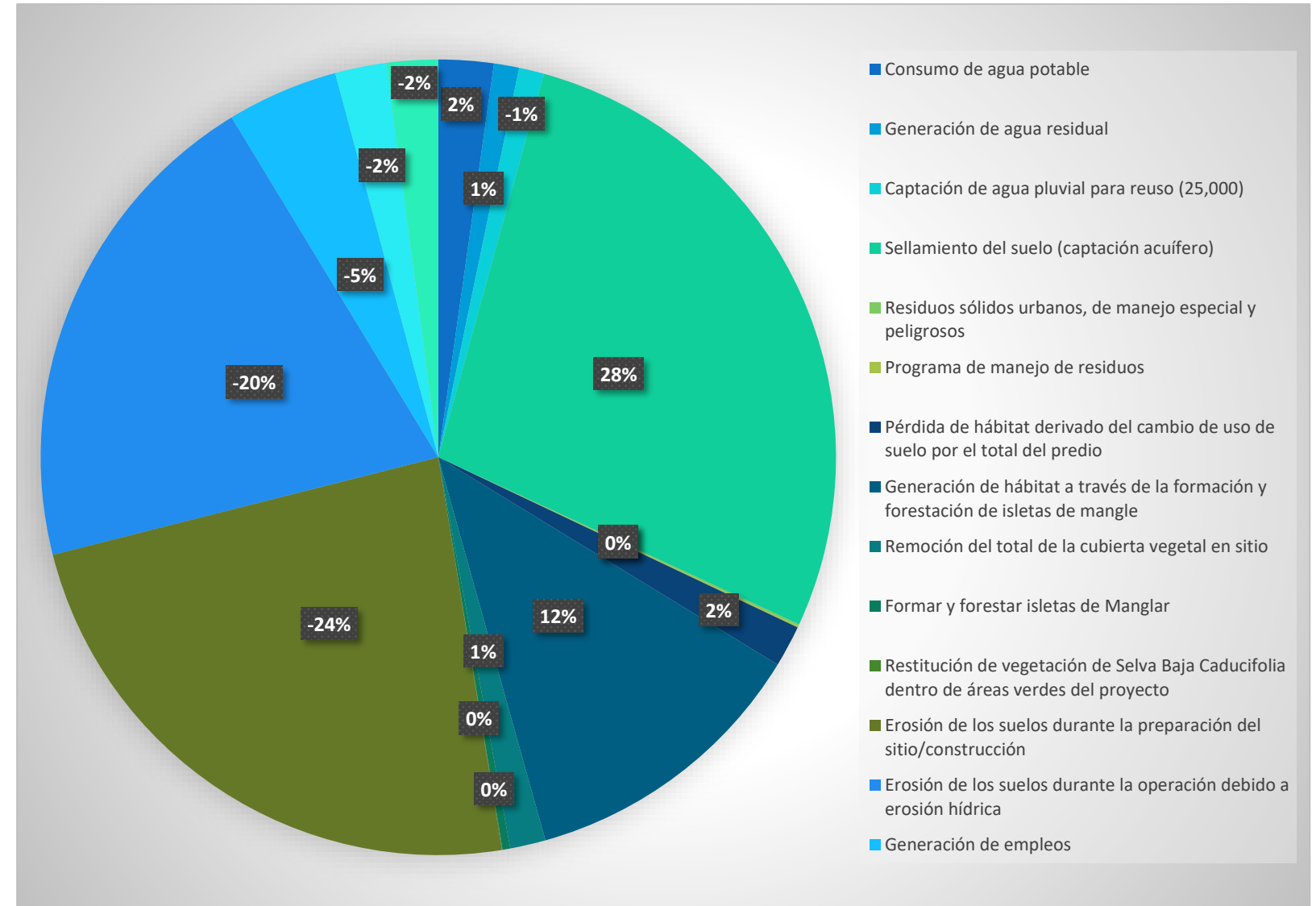
Residual	Impacto	Impacto	Descripci
3.79	-30.55	34.34	1
7.58	-30.55	34.34	2
11.37	-30.55	34.34	3
16.42	-30.94	35.99	4
21.47	-30.94	35.99	5
26.52	-30.94	35.99	6
31.57	-30.94	35.99	7
36.62	-30.94	35.99	8
41.67	-30.94	35.99	9
46.72	-30.94	35.99	10
51.77	-30.94	35.99	11
56.82	-30.94	35.99	12
61.87	-30.94	35.99	13
66.92	-30.94	35.99	14
71.97	-30.94	35.99	15
77.02	-30.94	35.99	16
82.07	-30.94	35.99	17
87.12	-30.94	35.99	18
92.17	-30.94	35.99	19
97.22	-30.94	35.99	20
102.27	-30.94	35.99	21
107.32	-30.94	35.99	22
112.37	-30.94	35.99	23
117.42	-30.94	35.99	24
122.47	-30.94	35.99	25
127.52	-30.94	35.99	26
132.57	-30.94	35.99	27
137.62	-30.94	35.99	28
120.98	-38.03	21.39	29
104.34	-38.03	21.39	30
87.7	-38.03	21.39	31
71.06	-38.03	21.39	32
54.42	-38.03	21.39	33
37.78	-38.03	21.39	34
21.14	-38.03	21.39	35
4.5	-38.03	21.39	36
-12.14	-38.03	21.39	37
-28.78	-38.03	21.39	38
-45.42	-38.03	21.39	39
-62.06	-38.03	21.39	40
-78.7	-38.03	21.39	41
-95.34	-38.03	21.39	42
-111.98	-38.03	21.39	43
-128.62	-38.03	21.39	44
-145.26	-38.03	21.39	45
-161.9	-38.03	21.39	46
-178.54	-38.03	21.39	47
-195.18	-38.03	21.39	48
-211.82	-38.03	21.39	49
-228.46	-38.03	21.39	50
-245.1	-38.03	21.39	51
-261.74	-38.03	21.39	52





La gráfica de dispersión mostrada en la página anterior, muestra como uno de los impactos ambientales más significativos en el SAD en caso de desarrollarse el proyecto consistiría en la pérdida de hábitat y disminución del ensamble vegetal sobre las comunidades de selva baja caducifolia durante la etapa de preparación del sitio, mientras que los impactos ambientales positivos son tangibles a partir de la etapa de operación del proyecto.

Impactos ambientales acumulativos en este escenario	Magnitud del impacto
Consumo de agua potable	73.6
Generación de agua residual	33.6
Captación de agua pluvial para reuso (25,000)	-33.6
Sellamiento del suelo (captación acuífero)	907.96
Residuos sólidos urbanos, de manejo especial y peligrosos	2.45
Programa de manejo de residuos	-1.96
Pérdida de hábitat derivado del cambio de uso de suelo por el total del predio	55.53
Generación de hábitat a través de la formación y forestación de isletas de mangle	392.14
Remoción del total de la cubierta vegetal en sitio	47.49
Formar y forestar isletas de Manglar	-10.36
Restitución de vegetación de Selva Baja Caducifolia dentro de áreas verdes del proyecto	-0.75
Erosión de los suelos durante la preparación del sitio/construcción	-776.32
Erosión de los suelos durante la operación debido a erosión hídrica	-665.52
Generación de empleos	-148.72
Generación de Turismo	-68.64
Mayor recaudación por parte del municipio	-68.64

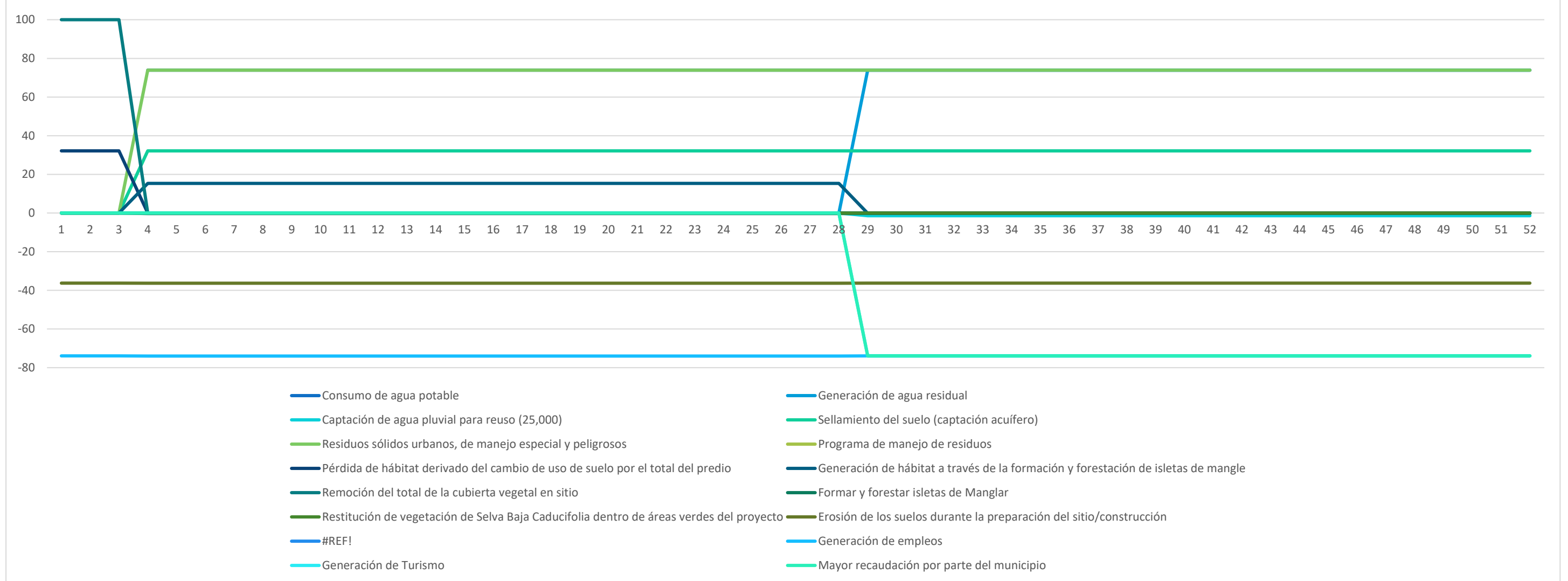


Para obtener la magnitud final de los impactos ambientales se realizó una suma algebraica de los valores mensuales obtenidos, resultando en la gráfica de pie y tabla anteriores, donde para el caso del escenario T1, se puede identificar a el sellamiento del suelo (captación) y la variación del ensamble botánico como los impactos ambientales negativos más significativos (28% y 12% del total); mientras que la retención del suelo sigue representando al impacto ambiental benéfico más significativo (24%).

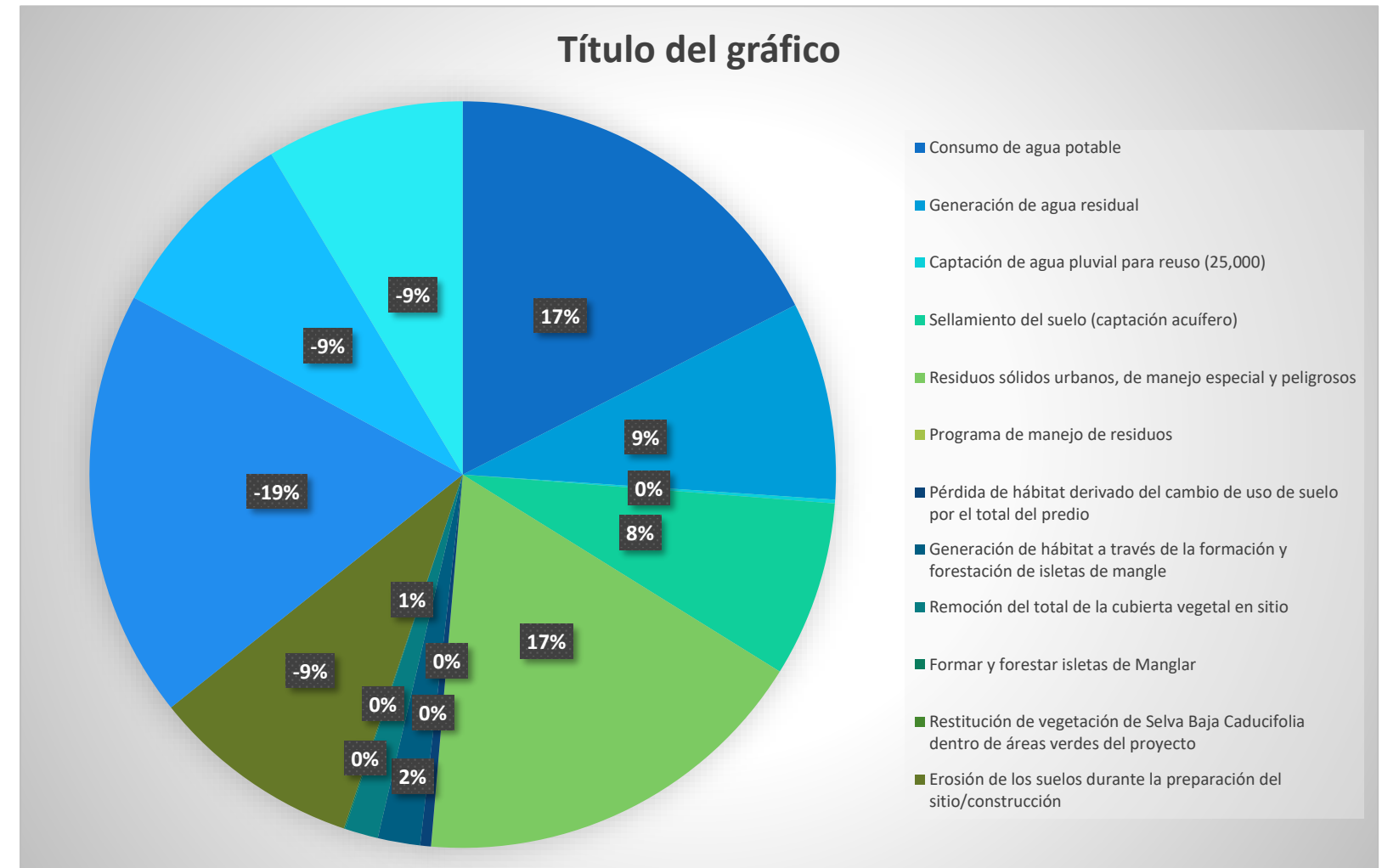


Los impactos ambientales positivos como la generación de empleos, generación de turismo y mayor recaudación por parte del municipio se estiman con valores cercanos al 74%, considerando que se espera aumente en ese valor el número de personas que habitaría permanentemente el área.

Residual	Impacto	Preduj	Descripci
21.98	-110.17	132.15	1
43.96	-110.17	132.15	2
65.94	-110.17	132.15	3
150.57	-110.64	195.27	4
235.2	-110.64	195.27	5
319.83	-110.64	195.27	6
404.46	-110.64	195.27	7
489.09	-110.64	195.27	8
573.72	-110.64	195.27	9
658.35	-110.64	195.27	10
742.98	-110.64	195.27	11
827.61	-110.64	195.27	12
912.24	-110.64	195.27	13
996.87	-110.64	195.27	14
1081.5	-110.64	195.27	15
1166.13	-110.64	195.27	16
1250.76	-110.64	195.27	17
1335.39	-110.64	195.27	18
1420.02	-110.64	195.27	19
1504.65	-110.64	195.27	20
1589.28	-110.64	195.27	21
1673.91	-110.64	195.27	22
1758.54	-110.64	195.27	23
1843.17	-110.64	195.27	24
1927.8	-110.64	195.27	25
2012.43	-110.64	195.27	26
2097.06	-110.64	195.27	27
2181.69	-110.64	195.27	28
2175.85	-259.69	253.85	29
2170.01	-259.69	253.85	30
2164.17	-259.69	253.85	31
2158.33	-259.69	253.85	32
2152.49	-259.69	253.85	33
2146.65	-259.69	253.85	34
2140.81	-259.69	253.85	35
2134.97	-259.69	253.85	36
2129.13	-259.69	253.85	37
2123.29	-259.69	253.85	38
2117.45	-259.69	253.85	39
2111.61	-259.69	253.85	40
2105.77	-259.69	253.85	41
2099.93	-259.69	253.85	42
2094.09	-259.69	253.85	43
2088.25	-259.69	253.85	44
2082.41	-259.69	253.85	45
2076.57	-259.69	253.85	46
2070.73	-259.69	253.85	47
2064.89	-259.69	253.85	48
2059.05	-259.69	253.85	49
2053.21	-259.69	253.85	50
2047.37	-259.69	253.85	51
2041.53	-259.69	253.85	52



Impactos ambientales acumulativos en este escenario	Magnitud del impacto
Consumo de agua potable	3621.1
Generación de agua residual	1773.6
Captación de agua pluvial para reuso (25,000)	-33.6
Sellamiento del suelo (captación acuífero)	1575.35
Residuos sólidos urbanos, de manejo especial y peligrosos	3621.1
Programa de manejo de residuos	-1.96
Pérdida de hábitat derivado del cambio de uso de suelo por el total del predio	96.45
Generación de hábitat a través de la formación y forestación de isletas de mangle	379.64
Remoción del total de la cubierta vegetal en sitio	300
Formar y forestar isletas de Manglar	-10.36
Restitución de vegetación de Selva Baja Caducifolia dentro de áreas verdes del proyecto	-0.75
Erosión de los suelos durante la preparación del sitio/construcción	-1887.04
Generación de empleos	-3844.8
Generación de Turismo	-1773.6
Mayor recaudación por parte del municipio	-1773.6



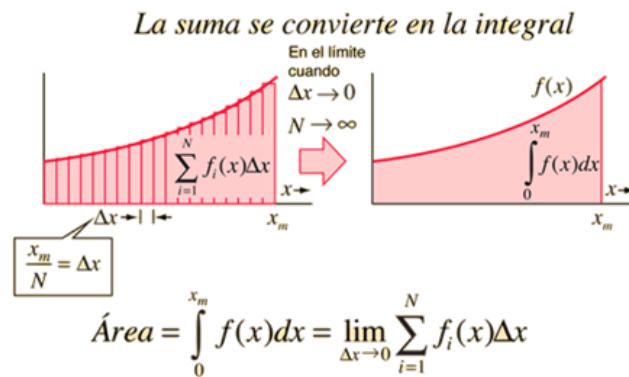
Para obtener la magnitud final de los impactos ambientales se realizó una suma algebraica de los valores mensuales obtenidos, resultando en la gráfica de pie y tabla anteriores, donde para el caso del escenario T2, la demanda de servicios como agua potable o la disposición correcta de residuos resultará en uno de los impactos ambientales más importantes en caso de un aumento desmedido del área urbanizada de la Isla.

Otro de los impactos ambientales que sucederían bajo este escenario que deben de considerarse es la generación de agua residual y el subsecuente sellamiento y contaminación potencial del acuífero el cual también podría presentar la incursión de una cuña salina.

## V.2 IMPACTOS AMBIENTALES ACUMULATIVOS

Los impactos ambientales acumulativos se modelaron empleando una función que se ajuste lo mejor posible a los resultados obtenidos. Para el caso del presente proyecto, se emplearon diversas funciones polinomiales. Cabe destacar que las funciones polinomiales definidas presentan los siguientes valores de R2 (certeza en su aproximación) considerando que, para obtener su magnitud a lo largo del tiempo, se emplea el concepto de integral, mismo que indica lo siguiente:

*La aproximación al valor del área bajo una curva se puede lograr obteniendo secciones rectangulares estrechas. La idea de la integral es incrementar el número de rectángulos N hacia el infinito, tomando el límite cuando el ancho del rectángulo tiende a cero.*

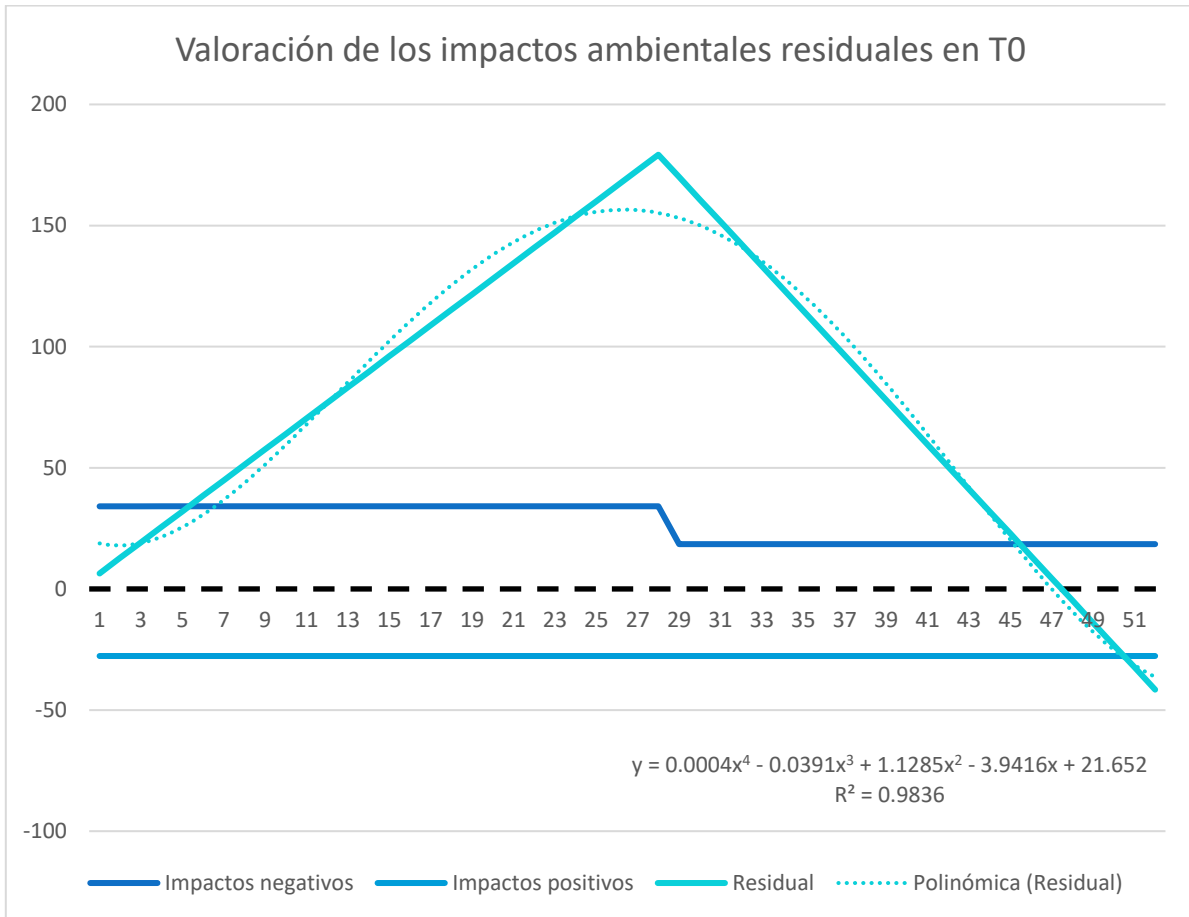


Para evaluar los impactos ambientales que suceden en el tiempo de vida del proyecto se empleó la expresión donde los límites de la integral corresponden al tiempo de ejecución del proyecto de acuerdo al cronograma general de actividades presentado en el capítulo II de esta MIA-P.

La metodología particular para generar las curvas se describe a continuación:

- Se realizó una suma algebraica de los impactos ambientales positivos contra los impactos ambientales negativos.
- El resultado de la suma algebraica puede ser positivo o negativo, donde el signo tiene el mismo carácter que el impacto ambiental (positivo o negativo)
- Una suma algebraica de los resultados permitirá determinar si los impactos ambientales continúan siendo positivos o negativos tras la aplicación de las medidas de mitigación o corrección.

### V.2.1 Valoración del escenario T<sub>0</sub>



La gráfica anterior muestra como los impactos acumulativos (línea gris) aumentan de manera intensa durante las primeras etapas del proyecto, disminuyendo de manera significativa una vez hayan concluido las actividades de construcción y preparación del sitio.

#### Ecuación

La gráfica anterior permitió generar una línea de tendencia para los impactos ambientales acumulativos de la línea gris. Esta línea de tendencia tiene características de curva con una R<sup>2</sup> de 0.98 lo que define un buen ajuste.

Para determinar la magnitud de los impactos, en caso de que no se desarrolle el proyecto proviene de la aplicación de la siguiente ecuación:

$$\int_0^{52} (0.0004x^4 - 0.0391x^3 + 1.1285x^2 - 3.9416x + 21.652) dx$$

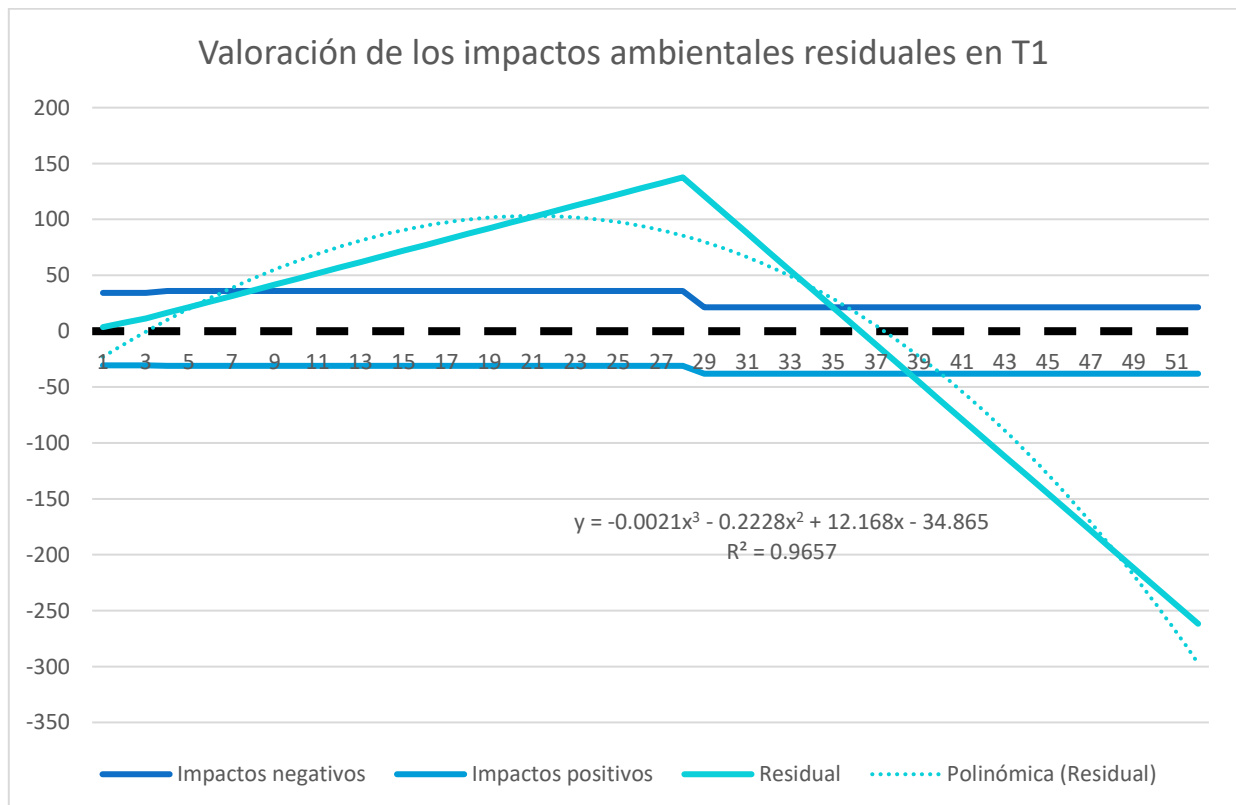
Para el caso los límites de la integral corresponden al periodo de 52 meses en la que se realizó el modelo.

Es importante destacar que en este escenario donde no se ha desarrollado el proyecto no tiene una periodicidad determinada, considerando afectaciones sobre el SAD llevadas a cabo antes de la ejecución del proyecto tal como el retiro de la cubierta vegetal. Sin embargo, esta estimación es útil para conocer, en términos de igualdad matemática, las implicaciones que la construcción del proyecto pudiere o no tener sobre el SAR.

La solución a la ecuación formulada con impactos residuales se puede dar por la siguiente expresión, donde evaluando el periodo entre 1 y 52 meses arroja un impacto ambiental de 7634.17 unidades.

$$\frac{x(48x^4 - 5865x^3 + 225700x^2 - 1182480x + 12991200)}{600000} + C = 7634.17 \text{ unidades}$$

### V.2.2 Valoración del escenario T<sub>1</sub>





La gráfica anterior es similar a la obtenida en el escenario T0; sin embargo, vale la pena hacer notar que la ecuación que ajusta tiene un grado menor, siendo este el tercero

### Ecuación

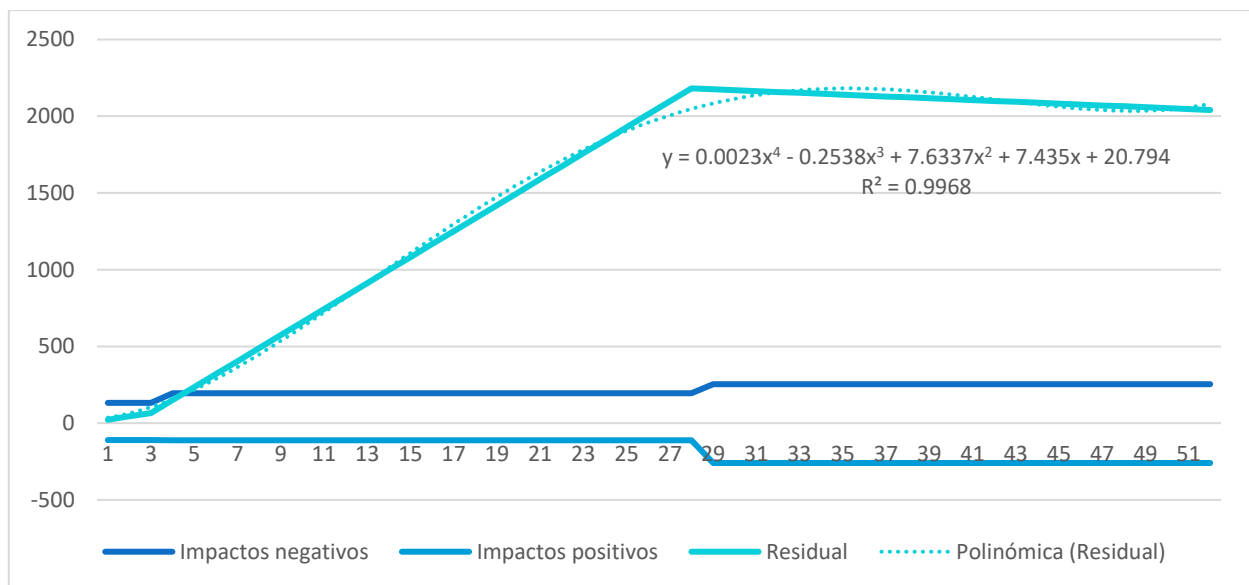
La ecuación que permite identificar el área bajo la curva es la siguiente:

$$\int_0^{52} (-0.0021x^3 - 0.2228x^2 + 12.168x - 34.865) dx$$

La solución a la ecuación formulada con impactos residuales se puede dar por la siguiente expresión, donde evaluando el periodo entre 1 y 52 meses arroja un impacto ambiental de 357.07 unidades.

$$\frac{x(63x^3 + 8912x^2 - 730080x + 4183800)}{120000} + C = 357.07 \text{ unidades}$$

### V.2.3 Valoración del escenario T<sub>2</sub>



El escenario catastrófico expone una curva de impactos residuales desmedida con una clara tendencia de incremento sin una muestra de estabilización o disminución de los impactos en el futuro.

### **V.3 COMPARATIVO DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES ACUMULATIVOS EN EL SAD EN ESCENARIO SIN PROYECTO VS CON LA CONSTRUCCIÓN DEL PROYECTO.**

Para determinar la pertinencia del proyecto se realiza un comparativo del área debajo de la curva en ambos escenarios. El área debajo de la curva representa la magnitud de los impactos ambientales. En este sentido la curva va acumulando los residuales de los impactos que se van generando en el tiempo si los residuales son positivos la línea de tendencia crece; si los impactos resultan negativos se tendría una línea que disminuya debajo de la normal (0).

Por lo tanto, al comparar los impactos se tiene:

<b>Impactos ambientales acumulativos sin el desarrollo del proyecto</b>	<b>Impactos ambientales acumulativos con el desarrollo del proyecto</b>
7634.17 Unidades de Impacto	357.07 Unidades de Impacto

Por lo tanto, queda demostrado que los impactos ambientales acumulativos que se sucederían en caso de desarrollar el proyecto serían menores debido a la aplicación de las medidas de mitigación y compensación ambiental descritas y propuestas para el proyecto.

### **V.4 SERVICIOS AMBIENTALES QUE PUDIERAN PONERSE EN RIESGO**

Los procesos ecológicos que ocurren en los ecosistemas permiten que estos ofrezcan servicios de los cuales, a su vez, dependen interacciones, sistemas, individuos y comunidades. Estos servicios fueron considerados inagotables lo cual dista de ser cierto por lo que actualmente las sociedades y los estados han considerado imperante la conservación y uso sustentable de los ecosistemas a efecto de que éstos mantengan la posibilidad de proveerlos.

La importancia de los servicios ambientales que proporcionan los ecosistemas radica, principalmente, en su estructura, composición, distribución y abundancia que finalmente conforma un paisaje el cual, si se fragmenta, implica cambios en el suelo y en la vegetación lo que a su vez deriva en una redistribución de la fauna y cambios en los procesos naturales.

Así, bajo una transformación, sea humana o natural, disminuyen las existencias arbóreas y pudiera impedirse o ralentizarse el inicio y establecimiento de las diferentes etapas de sucesión vegetal.

Los servicios ambientales influyen directamente en el mantenimiento de la biota y sus procesos, generando beneficios y bienestar para las personas y las comunidades.

En este contexto, y en el ámbito y alcance del proyecto se consideran los alcances y limitantes siguientes:

La disminución del banco de germoplasma nativo, a nivel de los parches de vegetación, que se encuentran en el predio. Esto en el sentido que dentro de la superficie de proyecto se realizarán cambios que, si bien estos no ocurrirán directamente sobre la superficie del suelo, porque la mayor parte de las obras se sostienen sobre pilotes, si impedirá la entrada de luz, situación que afectará que se establezca allí nuevamente la vegetación arbórea nativa, o al menos de aquellas especies intolerantes a la sombra.

Lo anterior conlleva la disminución de la calidad de un hábitat, aunque este se encuentre previamente modificado, lo que puede afectar en menor o mayor grado la presencia de fauna asociada a la vegetación secundaria de selva baja caducifolia, ya que de esta los animales obtienen alimento, refugio y protección.

También pudiera presentarse contaminación de suelo y agua si no se llevan a cabo las medidas preventivas para el manejo adecuado de residuos peligrosos y residuos sólidos urbanos.

En este sentido, se considera que la presencia de cualquier tipo de cubierta vegetal contribuye a la reducción de la velocidad del viento derivado de los eventos climatológicos que afectan a la región, el retiro de la vegetación invariablemente representa una disminución de la calidad de este servicio ambiental; sin embargo, esta situación se ve aminorada, respecto que la comunidad botánica que será modificada, que es “vegetación secundaria de selva baja caducifolia” la cual tiende a presentar una estructura poco desarrollada. Lo que significa que actualmente este servicio ambiental no encuentra formando un valor relevante dentro de la propiedad dado que el estado sucesional secundario se encuentra escasamente desarrollo en cuanto a su estructura y su baja composición de especies, hacen que esta comunidad presente pocos elementos para brindar este servicio ambiental.

En cuanto al carbono y su captación se tiene que el carbono inorgánico, en forma de dióxido de carbono, se incorpora a compuestos orgánicos por acción de los organismos fotosintéticos. Las plantas verdes toman el bióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) de la atmósfera en el

proceso de la fotosíntesis y lo utilizan para elaborar azúcares y otros compuestos orgánicos necesarios para su crecimiento y metabolismo. En este sentido el área modificada disminuirá temporalmente su capacidad de captación la cual habrá de mejorar una vez que se introduzcan un ensamble característico de selva baja caducifolia con mayor diversidad y mayor biomasa, el cual está planteado como una de las medidas de mitigación.

La biodiversidad, proporciona servicios como degradación de desechos orgánicos, formación de suelos y control de la erosión, fijación de nitrógeno, incremento de los recursos alimenticios, de las cosechas y su producción, control biológico de plagas, polinización de plantas, productos farmacéuticos, turismo de bajo impacto, captura de bióxido de carbono, infiltración del agua y mantenimiento de las cuencas hidrológicas. Estos aspectos no se verán comprometidos al implementar las medidas de mitigación y compensación de los impactos ambientales identificados y expuestos en el presente documento.

El estudio del estado de los servicios ambientales de un ecosistema particular, está limitado por la cantidad de información disponible, la cual está en relación a la importancia relativa que dichos servicios representan para las comunidades humanas (Balvanera, 2009). De acuerdo a lo anterior, las políticas definidas por la autoridad ambiental federal para proteger la biodiversidad en diferentes niveles, considera en particular lo siguiente:

**Ecosistemas** que se caracterizan por tener altos niveles de biodiversidad referido como riqueza de especies, elevado número de especies endémicas y algunas bajo protección jurídica por estar en alguna categoría de riesgo, importante flujo de especies migratorias; por su relevancia social a niveles económicos, culturales y científicos, y por ser la unidad de referencia en los procesos y ciclos bióticos y abióticos de nuestro planeta.

**Especies y comunidades** que se encuentran en alguna categoría de riesgo, aquellas que han sido domesticadas o cultivadas, también las que tienen un valor agregado del tipo médico, agrícola o social (económica, cultural o científica) y especies indicadoras (de deterioro o conservación).

**Genotipos** que se refieren al linaje y continuidad de las especies lo cual conlleva un significado social, económico y/o científico.

La riqueza biótica del área, de la propiedad en particular, en la cual se pretende el proyecto ha sido caracterizada a través de observaciones y conteos y expuesta en el capítulo IV. De lo anterior destaca que el enfoque se centra en la biodiversidad observable esto en virtud de que, debido a los alcances inherentes de este documento; no resulta posible, ni hay información disponible de la biodiversidad local a nivel genético. Con base en dicha

información, la línea base define el estatus de diversidad biológica bajo un enfoque ecosistémico, equivale a asegurar que los ecosistemas funcionan y que sostienen una cadena trófica a su nivel.

Así, al ser evaluados en los apartados correspondientes, para la fauna y la vegetación se utilizaron indicadores que reportaron proyecciones integrales y no necesariamente precisadas por límites artificiales para el caso del SAR.

El enfoque ecosistémico adoptado asume una perspectiva de largo plazo soportada en la determinación del estatus de la “línea-base de biodiversidad” que considera la dinámica natural de los ecosistemas, lo incierto e impredecible de sus funciones, sus conductas y sus respuestas. Esta fue la estrategia central, con la cual se orientó la integración de este apartado.

En una primera aproximación, el Sistema Ambiental Delimitado está formado por un grupo de subsistemas que interactúan entre sí y en el cual se presenta la Unidad de Paisaje de selva baja caducifolia la cual presenta, a nivel de predio, un grado de conservación secundario siendo aún y aunque aislada una unidad funcional compleja que incluye sus propias comunidades biológicas y condiciones ambientales particulares.

Los ecosistemas proporcionan un conjunto específico de servicios ambientales, y de la misma manera, entre ellos conforman un equilibrio individual. Por tal motivo es necesario particularizar en los servicios ambientales de los subsistemas en los cuales el proyecto incidirá.

Para la determinación del valor de los servicios ecosistémicos que proporcionan los subsistemas se adoptó una metodología que considera el valor general de la calidad de estos servicios y su oferta sin tomar en cuenta grado alguno de perturbación, es decir, se valoró la calidad de los ecosistemas prístinos (teóricos) en relación a los servicios ambientales que ofrecen.

Por otro lado, se estimó la calidad ambiental de los subsistemas en base al grado de antropización, con lo que se obtuvo un valor del ecosistema en base a un coeficiente de antropización, sumado a la verificación realizada en campo y los valores de riqueza y diversidad de vegetación estimados.

Con ambos valores (valor general de la calidad de los servicios, valor máximo ideal del sistema ambiental) y el valor antropizado del ecosistema (valor estimado de la superficie sometida a cambio por presencia del proyecto) se obtuvo el índice de la calidad de los servicios ambientales en la superficie de intervención.

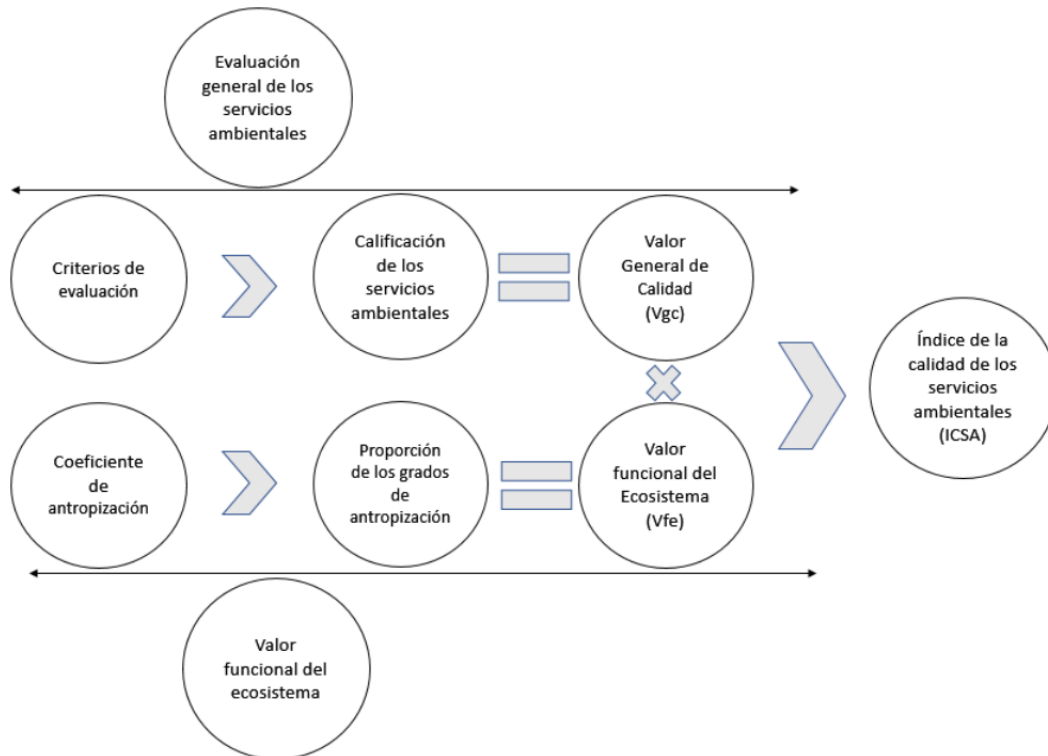


Imagen V-8 Metodología para la determinación de los servicios ambientales.

#### V.4.1 Evaluación general de los servicios ecosistémicos en el Sistema Ambiental Delimitado

En continuidad con lo anteriormente expuesto, se identifican siete categorías de servicios ambientales donde se resalta la importancia de éstos para el funcionamiento macroecosistémico y su relación con el bienestar social y económico. En estas siete categorías se identificaron los siguientes servicios ambientales:

##### 1. Provisión del Agua en Calidad y Cantidad.

- ✓ Captura de agua (incluye la infiltración al manto freático y acuíferos)
- ✓ Conservación de la calidad del agua (dependen en gran parte del uso que se da al suelo en las áreas que captan, conducen, almacenan, proveen y renuevan el recurso hídrico).

##### 2. Captura de Carbono, Contaminantes y/o componentes naturales.

- ✓ Captura de carbono (extracción y almacenamiento de carbono de la atmósfera en sumideros de carbono, como los océanos, los bosques o la tierra, a través de un proceso físico o biológico como la fotosíntesis).

- ✓ Sumideros de carbono (ecosistemas primarios cuya captura neta de carbono podría ser nula, pero su transformación liberaría grandes cantidades).

### **3. La generación de Oxígeno.**

#### **4. Amortiguamiento del impacto de los fenómenos naturales y la modulación o regulación climática.**

- ✓ Amortiguamiento de impactos de eventos hidrometeorológicos extremos.
- ✓ Regulación del clima (por evapotranspiración, amortiguamiento del viento, etcétera.).

#### **5. Protección de la Biodiversidad, de los Ecosistemas y Formas de Vida.**

- ✓ Conservación de biodiversidad (ecosistemas y especies).
- ✓ Conservación de acervos genéticos (árboles semilleros, otros).
- ✓ Provisión de hábitat para especies silvestres comerciales (peces y mariscos, fauna cinegética, plantas medicinales y comestibles, árboles maderables, etcétera).

#### **6. Protección y Recuperación de Suelos (erosión).**

- ✓ Conservación física del suelo (contra la erosión por lluvia y por viento).
- ✓ Conservación de la fertilidad del suelo (contra la lixiviación).
- ✓ Formación y recuperación de suelos.

#### **7. El Paisaje y la Recreación.**

- ✓ Medio para ecoturismo y recreación.
- ✓ Contribución a la belleza del paisaje.

Cabe señalar que la importancia del servicio ambiental depende del grupo de población que a nivel de área de estudio resulta beneficiado por el servicio ambiental, que presta dentro del área de intervención; de tal forma que un servicio ambiental puede ser de beneficio generalizado para la población, como el servicio de captura y secuestro de dióxido de carbono, o sólo de beneficio a grupos reducidos, como en el caso de usos no comerciales o porción extraíble como comida.

Como se mencionó con anterioridad, el ecosistema proporciona un conjunto particular de servicios ambientales y de igual forma, la calidad de los servicios que ofrece será diferencial dependiendo del ecosistema y sus características. Por lo cual, para el caso que aquí nos



ocupa, será valorada en relación al tipo de servicio ambiental que ofrece y a la calidad del mismo, únicamente la UP “vegetación secundaria de selva baja caducifolia”.

El rango de calificación fue determinado a partir de tres criterios de evaluación diferentes (Challenger, 2009) abundancia y riqueza relativa, tipo de especies características y tipo de suelo característico, calificados cualitativamente a partir del simple enjuiciamiento, estableciendo una escala entre 0 y 3, donde cero corresponde a un servicio ambiental ausente o mínimo; 1 corresponde a un servicio ambiental bajo; 2 corresponde a un servicio medio y 3 es el valor máximo en términos de la calidad del servicio ambiental.

La suma de todos los valores obtenidos por la vegetación de selva baja caducifolia corresponde al “Valor Obtenido del Servicio Ecosistémico” y el “Valor Total Máximo” corresponde a la suma de todos los valores obtenidos considerando el valor máximo.

Tabla V-9 Clasificación de los sistemas ambientales que brinda la “Vegetación de selva baja caducifolia”.

<b>Función</b>	<b>Bien o Servicio Ambiental</b>	<b>Descripción</b>	<b>Selva Baja Caducifolia</b>
Provisión de agua en calidad y cantidad.	Captura de agua.	Papel del ecosistema en la provisión de agua mediante cuencas, reservorios y acuíferos.	1
	Conservación de la calidad.		0
	Mantenimiento de ciclos minerales, de gases y del agua.		2
Captura de carbono y/o contaminantes.	Captura de carbono	Balance de niveles de CO <sub>2</sub> /O <sub>2</sub> , SO <sub>x</sub> y otros gases.	1
	Sumidero de carbono.		1
Amortiguamiento e integridad de los ecosistemas en respuesta a las fluctuaciones ambientales.	Amortiguamiento de los impactos naturales.	Capacidad del ecosistema de dar respuesta a adaptarse a fluctuaciones ambientales brindando protección de tormentas, inundaciones, recuperación por sequías y otros aspectos de respuesta de hábitat a los cambios ambientales principalmente controlados por la estructura de la vegetación.	0
	Protección de riberas.		1
	Protección de litorales.		0
Regulación de la temperatura global, la precipitación y	Modulación o regulación climática.	Regulación de la temperatura global, la precipitación y otros procesos biológicos	1

Función	Bien o Servicio Ambiental	Descripción	Selva Baja Caducifolia
otros procesos biológicos mediados por el clima a niveles local y global.		climáticos a nivel local y global a través de la regulación de gases de efectos invernadero.	
Riqueza de especies y hábitat para poblaciones residentes y bajo estatus de protección.	Conservación de la biodiversidad	Desempeña papel de semillero, hábitat de especies regionales y locales, y bajo estatus de protección.	2
	Conservación de acervos genéticos		2
	Provisión de hábitats de especies silvestres.		2
Protección y recuperación de suelos.	Formación y recuperación de suelos.	Prevención de la pérdida de suelo por el viento, escorrentía y otros procesos de remoción	1
	Conservación de la fertilidad del suelo.		1
	Conservación física del suelo		1
	Filtración de contaminantes del aire, del suelo y del agua.		1
Paisaje y recreación.	Belleza paisajística.	Proveer oportunidades para actividades recreacionales tales como ecoturismo, caza, pesca deportiva, campismo, observadores de aves y otras actividades de aprovechamiento no extractivo. Desarrollo de actividades económicas a partir de los valores estético, artístico, educacional, cultural, espiritual y científicos del ecosistema.	1
	Ecoturismo.		1
	Alimento.		2
Obtención de productos de uso comercial de forma directa.	Materias primas.	Proveer de materias primas tales como resinas, maderas, alimentos, agua, etc., que pueden ser aprovechados por el hombre.	1
<b>Total</b>			<b>22</b>

Tomado de Challenger, A. 2009. Introducción a los Servicios Ambientales. Instituto Nacional de Ecología ([https://tabasco.gob.mx/sites/all/files/sites/sernapam.tabasco.gob.mx/files/dpcc\\_introduccion\\_servicios\\_ambientales.pdf](https://tabasco.gob.mx/sites/all/files/sites/sernapam.tabasco.gob.mx/files/dpcc_introduccion_servicios_ambientales.pdf)).

Tomando en cuenta todos los servicios ecosistémicos empleados para clasificarlo, el valor general de la calidad de los servicios que se puede obtener de la “selva baja caducifolia”, son de 23 puntos. Por lo que el valor final de calificación será estandarizado mediante la siguiente función:

$$VGC = \frac{VSE}{VTM} = \frac{22}{60} = 0.37$$

Donde:

VGC=Valor General de la Calidad.

VSE= Valor Obtenido del Servicio Ecosistémico = 22

VTM=Valor Total Máximo = 60

De forma práctica, el índice de la calidad del servicio puede ser definido como el valor estandarizado de la calidad global de servicios ambientales que un ecosistema determinado puede ofrecer, sin tomar en cuenta su calidad ambiental.

Tabla V-10 Índice de la calidad de los servicios ecosistémicos que ofrece la vegetación de selva baja caducifolia identificada en el Sistema Ambiental.

Subsistema (Unidad de Paisaje)	Valor general de Calidad	Conclusión
Selva baja caducifolia	0.37	Este valor es la calidad óptima que este tipo de ecosistema nos puede ofrecer.

Con base a los servicios ecosistémicos evaluados con anterioridad, podemos concluir que la Unidad de Paisaje de Selva Baja Caducifolia, es un ecosistema que presta servicios ambientales limitados. Sin embargo, como se ha mencionado con anterioridad, este valor fue calculado únicamente a nivel de predio. El valor expresado corresponde al general de esta UP en el Sistema Ambiental por lo que no lo relaciona directamente con el sitio de intervención.

#### **V.4.2 Determinación de la calidad de los servicios ambientales del subsistema presente en el Sistema Ambiental.**

Finalmente, habiendo obtenido el Valor General de la Calidad (VGC) y el Valor Funcional del Ecosistema (VFE) para el área del proyecto, es posible calcular el Índice de la Calidad de los Servicios Ambientales que ofrece el área de proyecto mediante la aplicación de la siguiente expresión:

$$ICSA = VGC \times VFE$$

Donde:

**ICSA** = Índice de la Calidad de los Servicios Ambientales

**VGC** = Valor General de la Calidad

**VFE** = Valor Funcional del Ecosistema

Derivado de lo anterior se obtiene el Índice de la calidad de los servicios ambientales:

Tabla V-11 Valores del Índice de la Calidad de los Servicios Ambientales para el Subsistema.

Ecosistema (UP)	Sustitución de la formula	Índice de calidad de los servicios ambientales	Proporción de la reducción en la calidad de los servicios ambientales (%)*
Selva Baja Caducifolia	$ICSA=0.37 \times 0.25$	0.09	28.00

\*Este porcentaje se obtiene en función a la diferencia de los índices de calidad de los servicios ambientales (0.04) y el valor general de calidad (0.16) identificados en el Sistema Ambiental, multiplicado por 100 para obtener el porcentaje.

Habiendo obtenido el Índice de la calidad del servicio ambiental para la Selva Baja Caducifolia, es posible calificar la aptitud de los servicios en la superficie del proyecto bajo el principio de que el ensamble no presta una gama elevada de servicios ambientales; ahora bien, comparando dichos valores contra los datos del valor general óptimo se registra una modificación del 28.00% que representa una variación baja.

Finalmente, derivado del análisis realizado sobre la UP Selva Baja Caducifolia presente en el Sistema Ambiental Delimitado, se puede concluir que, en el área sometida a intervención, sólo se modificarán 0.11 ha (0.26%) de la cobertura total existente sin alterar 42 ha inventariadas de selva baja caducifolia.

Por otra parte, el grado de afectación, entendido esto como cambio adverso, se plantea en función de la disminución del valor ambiental que se da como resultado de la ejecución del proyecto en una superficie de 0.11 hectáreas, en comparación con la disponibilidad del recurso forestal en el SAD y consecuentemente de la disponibilidad del servicio ambiental.

La superficie que ocuparía el proyecto en el Sistema Ambiental representa el 0.02% de la superficie del SAD (617.29 ha). También debe considerarse que esta misma superficie corresponde a un ensamble de Vegetación Secundaria de Selva Baja Caducifolia y que esta vegetación en el mediano plazo será removida para los fines expuestos anteriormente.

Tomando en consideración estas condiciones, se espera que la afectación de los servicios ambientales por la presencia del proyecto es mínima y no será causal de pérdida irreversible en la prestación de los servicios ambientales del Sistema Ambiental Delimitado.

## **V.5 EROSIÓN DE LOS SUELOS**

Para los efectos de esta Manifestación de Impacto Ambiental modalidad particular se entenderá por erosión de suelo al proceso de desprendimiento y arrastre de las partículas de suelo. De manera natural esta acción es relativamente lenta, no obstante, al presentarse actividades antrópicas que conlleven a la reducción de cobertura vegetal, el suelo quedará más expuesto a los agentes erosivos, facilitando su degradación.

Por tal motivo para conocer la erosión hídrica presente en el área de proyecto se empleó la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo, donde se estimó la pérdida de suelo en las condiciones actuales, con la remoción de la vegetación (suelo desnudo), así como el suelo que será retenido por las medidas de mitigación.

El área de proyecto se encuentra cubierta por Vegetación secundaria de selva baja caducifolia, por lo que el análisis de la erosión se evaluó para la condición actual, con las acciones del proyecto y la remoción de vegetación. Además, se estimó la cantidad de suelo que retendrán las acciones de conservación así como actividades de reforestación.

### **V.5.1 Desarrollo de los Servicios Ambientales.**

#### **V.1.1.1 Provisión del agua en calidad y cantidad.**

Este servicio ambiental está relacionado con la función de la vegetación como reguladora del agua y su calidad. Muchos de los patrones hídricos observados en la región forestal analizada, al igual que la cantidad y calidad del agua que en ella circula, dependen de su relieve, tamaño, ubicación geográfica, tipo de suelo y, por supuesto, del conjunto de los ecosistemas que la conforman (SEMARNAT).

Los múltiples estratos de la vegetación captan el agua de la lluvia y la canalizan lentamente por hojas, ramas y troncos hacia el suelo, de manera que regulan el escurrimiento pluvial y evitan que el suelo se sature. A su vez, la escasa hojarasca y suelos altamente permeables permiten la filtración rápida hacia el subsuelo generando un reservorio de agua en el freático somero. Chow, *et al* (1994), mencionan que el coeficiente de escurrimiento está en función del tipo de suelo y cubierta vegetal presente, de tal manera que una zona con suelo de textura arenosa y vegetación en abundancia, tendrá menor capacidad de escurrimiento (mayor filtración) que una zona carente de vegetación donde no existen horizontes

edáficos. El retiro de la vegetación potencializa el escurrimiento de agua en una microcuenca, proceso que incide en el balance hídrico de la misma al variar el suministro gradual de agua al acuífero. Sin embargo, tomando en cuenta las dimensiones del proyecto, con respecto a la de la unidad hidrológico-forestal que se analiza (SAR), se entiende que el proyecto no podrá alterar el flujo ni cantidad disponible de agua.

La superficie de proyecto es de 0.1 ha, el tipo de asociación vegetal se encuentra representado por Vegetación Secundaria de Selva Baja Caducifolia en estado de conservación bajo como se expuso en el Capítulo IV ya que corresponde a una cubierta primordialmente monoespecífica formada por *Coccoloba uvifera* en el estrato arbóreo.

En continuidad de lo anterior y con el fin de realizar un análisis de valoración de este servicio ambiental en las áreas del proyecto, se retomó la metodología mencionada por Torres y Guevara (2002) en la cual se emplea el modelo de Coeficiente de escurrimiento desarrollado por el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua.

El modelo asume que el coeficiente de escurrimiento ( $C_e$ ) se puede estimar como sigue:

$C_e = K (P-500) / 2000$  cuando  $K$  es igual o menor a 0.15 y

$C_e = K (P-250) / 2000 + (K-0.15) / 1.5$  cuando  $K$  es mayor que 0.15

$K$  es un factor que depende de la cobertura arbolada y del tipo de suelo mientras que  $P$  es la precipitación promedio anual

Tabla V-12 Valores de  $K$  para diferentes tipos de suelo y diferentes coberturas arboladas (el señalado con negrita corresponde al que aplica para el proyecto).

Cobertura del bosque	Tipo de suelo		
	A	B	C
Más del 75 %	0.07	0.16	0.24
Entre 50–75%	0.12	0.22	0.26
Entre 25-50 %	<b>0.17</b>	0.26	0.28
Menos del 25%	0.22	0.28	0.3

Suelo A: Suelos permeables (arenas profundas y loes poco compactos).

Suelo B: Suelos medianamente permeables (arenas de mediana profundidad, loes y migajón).

Suelo C: Suelos casi impermeables (arenas o loes delgados sobre capa impermeable, arcillas).

Fuente: Instituto Mexicano de Tecnología del Agua 1999.

El valor de  $K$  para el área de proyecto (AP) corresponde a **0.17**, ya que el sitio presenta un tipo de suelo Arenosol, con arenas profundas y su cobertura vegetal, si bien incipiente, esta entre el 25 y 50 %.

Aplicando la fórmula anterior y obteniendo un promedio de precipitación anual con base en los valores promedio de precipitación (periodo 1951-2010) de las normales climatológicas de los datos publicados por la Comisión Nacional del Agua en la estación meteorológica No. 00023009 (Isla Holbox); el cual es de 877.7 mm anuales; se obtiene un  $C_e$  para la zona donde se ubica el proyecto de 0.033 es decir que de la lluvia total que cae en esta zona escurre el 3.3 %, entonces se infiltra el 96.7% de la lluvia lo que corresponde a la captura de agua.

Valor de K	Formula	Sustitución de la formula	Coefficiente de escurrimiento ( $C_e$ )
0.17	$C_e = K (P-500) / 2000$	$C_e = 0.07 (877.7-500) / 2000$	0.033

Entonces, si en la zona llueven 877.7 mm anuales, esto es equivalente a 0.8777 m, lo que quiere decir que en una hectárea al año caen 8,777 m<sup>3</sup>; y si la captura de agua es del 96.7% de este total, entonces, al año, la vegetación de la superficie de proyecto es capaz de capturar, en la forma estimada, 8,487.36 m<sup>3</sup> de agua por unidad de superficie (Ha).

Ahora bien, el desarrollo propuesto requiere una superficie de 0.11 Ha, por lo que el agua que captura el predio en esta superficie equivale a 933.61 m<sup>3</sup> de agua anuales en las 0.11 ha a solicitar para el cambio de uso de suelo forestal.

### Agua

El precio del agua lo define el Estado en función del valor agregado que se le pueda dar al líquido, así como a su disponibilidad. Para ello el país se ha dividido en zonas y para cada una de ellas existe un precio por metro cúbico. Las zonas de disponibilidad 1 corresponden a regiones de baja disponibilidad o alta demanda, mientras que las de disponibilidad 4 corresponden a zonas de alta disponibilidad de agua.

De acuerdo con el Párrafo A del *“ACUERDO por el que se dan a conocer las zonas de disponibilidad que corresponden a las cuencas y acuíferos del país para el ejercicio fiscal 2017”* (Disposiciones Aplicables en Materia de Aguas Nacionales) se establece que para la explotación, uso o aprovechamiento de aguas nacionales a que se refiere este Capítulo, se pagará el derecho sobre agua, de conformidad con la zona de disponibilidad de agua en que se efectúe su extracción y de acuerdo a las siguientes cuotas:

Tabla V-13 Precio por metro cúbico de agua dependiendo la zona de disponibilidad.



ZONAS DE DISPONIBILIDAD	PRECIO POR METRO CÚBICO (pesos)
I. Zona de disponibilidad 1	19.8199
II. Zona de disponibilidad 2	7.6719
III. Zona de disponibilidad 3	2.6713
IV. Zona de disponibilidad 4	1.9418

El área del proyecto, de acuerdo a su ubicación geográfica se inscribe en la Zona de Disponibilidad Número 4, por lo que le corresponde una Cuota de 1.9418 pesos por cada m<sup>3</sup> para el uso de aguas para la explotación, uso o aprovechamiento de aguas nacionales.

Con los datos anteriores se realizó la valoración Económica del Servicio Ambiental por captura de agua que se verá afectado por cambios en 0.1 Ha. Realizando la siguiente multiplicación: Cantidad de agua capturada en las 0.1 ha por el precio por m<sup>3</sup> de agua en función de la zona de disponibilidad, con lo que se tiene que, en este servicio ambiental se estarían perdiendo 1,812.88 pesos al año derivados del CUSTF en la superficie propuesta.

Mediante el cálculo anterior, se obtiene una cifra monetaria que se puede considerar muy baja, sin embargo, con la intención de presentar los elementos que justifiquen que con el CUSTF propuesto no se compromete la provisión de agua en cantidad y calidad dentro de la microcuenca hidrográfica donde se pretende desarrollar el proyecto; a continuación, se presenta una serie de elementos que permiten obtener una conclusión en este sentido:

Conforme a la división definida por el gobierno federal, en función del valor agregado que se le pueda dar al agua, así como a su disponibilidad; la superficie de proyecto queda enmarcada dentro de la zona de disponibilidad 4; lo que significa que es una zona con una disponibilidad de agua de carácter alto.

Con respecto a la superficie del Sistema Ambiental Delimitado el polígono predial en el que se pretende el proyecto representa el 0.02% del SAD.

Conforme a la caracterización de uso de suelo y vegetación que se realizó a nivel del SAD, dentro de esta se distribuyen 373.44 ha de vegetación forestal que aún conservan características originales; con respecto a esta cobertura la superficie de intervención representa el 0.03%.

Como medida de compensación, se propone la formación y forestación en chinampas de manglar en aguas someras de la laguna Yalahau en una superficie de 0.25 ha lo que implica formar y reforestar isletas de manglar usando mangle rojo y negro. Se estima que esta

medida es apropiada para consolidar la cobertura de este ensamble formado por especies protegidas.

A nivel predial se llevará a cabo una labor de restitución del ensamble característico de vegetación secundaria de selva baja caducifolia en 681.64 m<sup>2</sup> (0.068 Ha), con especies como *Coccoloba uvifera* (uvero), la cual es la especie más abundante con un Índice de Valor de Importancia (IVI) de 158.124. también se enriquecerá este espacio con especies, entre otras, tales como *Acanthocereus tetragonus*, *Thrinax radiata*, y *Pithecellobium keyense*. Dentro del área de proyecto se encontraron 13 familias y 15 especies estimándose un índice de diversidad de Shannon-Wiener de 0.9 para el estrato herbáceo, de 1.521 para el estrato arbustivo y de 1.211 para el estrato arbóreo. Con las acciones de reforestación se espera esta diversidad se restituya en el mediano plazo.

Tabla V-14 Indicadores relevantes en cuanto al papel que juegan las superficies vegetadas dentro del SAD y como se verán modificadas con el proyecto propuesto.

Elemento de comparación	Indicador relevante (Ha)	% que representa el cambio previsto
Superficie total del Sistema Ambiental Delimitado	617.29	0.02
Superficie con vegetación del Sistema Ambiental Delimitado conforme al análisis específico de vegetación forestal	373.44	0.03
superficie total de proyecto	0.11	100.00
Superficie formada con isletas de manglar como medida de compensación ambiental	0.25	127.27*
Superficie de manglar en el SAD una vez que se ejecuten las obras y las medidas propuestas	297.98	298.23
Índice de Shannon-Wiener en el área de proyecto para el estrato herbáceo	0.9	70%
Índice de Shannon-Wiener en el área de proyecto para el estrato arbustivo	1.521	
Índice de Shannon-Wiener en el área de proyecto para el estrato arbóreo	1.211	
Número de familias botánicas en el área de proyecto	15	100%

\*La superficie de manglar a reforestar es mayor en 127.27% a la afectada por el proyecto en 0.11 ha

Con la ejecución del proyecto y la aplicación programada de las medidas correctoras propuestas se tendrá mayor cobertura de manglar y un ensamble de vegetación de selva baja caducifolia funcional, por consiguiente, el proyecto permite garantizar un incremento en la superficie de vegetación autóctona del Sistema Ambiental Delimitado lo que significa, en estos términos, una compensación eficaz.

Por otra parte, en cuanto a la calidad del suelo y su aptitud para trasladar las aguas pluviales al freático somero, se tiene que la superficie de contacto del proyecto con el terreno, es decir aquella que modifica el suelo, es de muy baja derivado que le proyecto será piloteado por lo que el volumen pluvial no encontrará obstáculos para alcanza el subsuelo siendo posible asegurar que la provisión de agua en calidad y cantidad no se verá disminuida en el futuro con la ejecución del proyecto por lo que no se prevé un riesgo para el servicio ambiental.

El proyecto propone medidas importantes para disminuir los posibles riesgos en cuanto a la disminución de la calidad de este servicio ambiental, las cuales se enlistan a continuación: Mantenimiento a los vehículos y equipo utilizados en el proyecto, para evitar posibles riesgos de vertidos de hidrocarburos, colocación de letrinas portátiles en proporción de una por cada 10 trabajadores, para evitar el fecalismo al aire libre y la prohibición en obra de realizar cualquier vertido de aguas residuales o residuos sólidos al suelo. Se instalará una planta de tratamiento de aguas residuales para que durante la operación del proyecto todas las aguas son tratadas con la finalidad que cubran, de manera estricta, la normatividad ambiental.

#### **La generación de oxígeno.**

Este servicio ambiental al igual que el anterior, está ligado con el proceso de la fotosíntesis que realizan las plantas y otros organismos fotosintéticos. Sin embargo, resulta difícil determinar la cantidad de oxígeno que genera una planta al día, no obstante, se puede calificar de manera cualitativa considerando el grado de madurez y el tipo de vegetación de que se trate. La afectación a este servicio ambiental se valora como muy bajo considerando los mismos argumentos expuestos en el análisis del servicio de captura de carbono, debido a que se relacionan de manera directa con la fisiología de las plantas y sus procesos biológicos; por lo tanto, también se asume que su afectación será puntual y de muy baja magnitud.

La generación de oxígeno, es un servicio ambiental que se verá disminuido con el desarrollo del proyecto en muy baja proporción. Este servicio ambiental es proporcionado por las plantas que se distribuyen en la superficie de proyecto. No obstante, la propuesta presenta medidas de compensación dentro del Sistema Ambiental Delimitado en una superficie de

0.25 ha y el enriquecimiento del ensamble botánico actual que se mantendrá, en 0.068 ha de la propiedad. Teniendo en consideración lo anterior, se puede concluir que, en principio, existirá una disminución mínima del servicio ambiental en cuestión y una vez concluido el proyecto y ejecutadas las medidas de mitigación anteriormente señaladas, este servicio rebasará, incluso, su estado inicial con lo que se asegura que la disminución no será evidente y que el servicio ambiental que se discute será afectado de manera temporal.

#### **V.1.1.2 Amortiguamiento ante fenómenos naturales y modulación climática.**

Siendo incipiente la cobertura vegetal existente en el predio no resulta difícil estimar que reviste poca importancia para el amortiguamiento ante fenómenos naturales y modulación climática. Al respecto, la mayoría de los autores que tratan este tema estiman esta importancia de manera indirecta, basándose en los costos o daños que provoca la presencia de inundaciones o tempestades y su relación con la remoción de vegetación. Todo ello sustentado en el hecho de que la remoción de vegetación es uno de los factores que potencializa la pérdida de suelos y su capacidad de retención de agua.

Se infiere que la cubierta vegetal cumple con la función de reducir el potencial destructivo de fenómenos naturales como los huracanes; sin embargo, no existe investigación que arroje resultados concluyentes al respecto. Lo que es un hecho, es que la vegetación arbórea sí mitiga el daño e impacto de rachas de vientos superiores a 180 km/hr, funcionando como barrera rompe viento. Siendo que la Vegetación secundaria de selva baja caducifolia presenta poca abundancia de especies de porte arbóreo este servicio difícilmente se verá mermado por la reducción del ensamble que ocurre en el predio.

Ahora bien, de la misma forma que para el servicio ambiental anterior, el amortiguamiento del impacto de los fenómenos naturales y la modulación o regulación climática del Sistema Ambiental, están directamente relacionados con la cobertura vegetal principalmente arbórea, por consiguiente, estos no se verán disminuidos con el desarrollo del proyecto ya que la baja abundancia de especies con porte arbóreo (la remoción de únicamente 21 individuos) , como lo es el caso que nos ocupa, no ofrece el servicio. Sin embargo, las medidas de mitigación propuestas, específicamente el rescate, colecta y reubicación de flora silvestre para la reforestación de 0.068 ha participarán en la reconstitución parcial de este servicio en la Isla Chica de Holbox.

#### **V.1.1.3 La protección de la biodiversidad, de los ecosistemas y formas de vida.**

La biodiversidad juega un papel fundamental en el funcionamiento de los ecosistemas y por lo tanto en los servicios que ofrecen beneficios que se obtienen de forma directa o indirecta y los que son de distintos tipos:

Los servicios de soporte son los que mantienen los procesos de los ecosistemas, que mantienen y permiten la provisión espacio temporal del resto de los servicios los que pueden, o no, tener implicaciones directas sobre el bienestar humano. Entre ellos se encuentra el mantenimiento de la biota, los ciclos del carbono, agua e hidrológico entre otros.

Servicio de soporte. - Aseguran la permanencia de procesos ecológicos de amplio beneficio como lo es la polinización.

Servicios de provisión. - se refiere a recursos tangibles y finitos, que se contabilizan y consumen. Además, pueden ser o no renovables. Entre ellos se encuentra la provisión de agua para consumo humano, la provisión de productos como la madera y la producción de alimentos.

Servicios de regulación. - Son complejos ya que de su interrelación deriva la permanencia de procesos y funciones ecosistémicas a través de las cuales se regulan las condiciones del ambiente incluido el humano. Entre ellos encontramos la regulación del clima y gases como los de efecto invernadero, el control de la erosión o de las inundaciones.

Servicios culturales. - pueden ser tangibles e intangibles y son producto de percepciones individuales o colectivas siendo interdependientes del contexto socio-cultural. Intervienen en la forma en que interactuamos con nuestro entorno y con las demás personas. Entre ellos se encuentra la belleza escénica de los ecosistemas como fuente de inspiración y la capacidad recreativa que ofrece el entorno natural a las sociedades humanas.

Ahora bien, respecto a las afectaciones a la biodiversidad de acuerdo a lo antes descrito, se identifica que una posible afectación por el desarrollo del proyecto será a los servicios de mantenimiento o estructura; por lo que, conforme a los resultados obtenidos en el presente capítulo IV, en lo que a diversidad florística y faunística se refiere a continuación, se presenta un listado de los resultados relevantes:

Se realizó la revisión de la categoría de riesgo y grado de protección otorgado por la NOM-059-SEMARNAT-2010 a las especies de flora identificadas durante el levantamiento de información de campo a nivel SAD y superficie predial encontrando que, a nivel Sistema Ambiental Delimitado, se reportan 25 especies, 3 herbáceas, 6 arbustivas y 16 arbóreas de las cuales 4 se encuentran en alguna categoría de riesgo conforme a la norma referente: *Laguncularia racemosa*, *Avicennia germinans*, *Conocarpus erectus* y *Thrinax radiata*, todas ellas como Amenazadas. Por otra parte, dentro del polígono solicitado para CUSTF se registró un total de 15 diferentes especies 3 herbáceas, 7 arbustivas y 5 arbóreas de las cuales únicamente se afectará un individuo de *Thrinax radiata* la cual se encuentra

amenazada conforme a la citada norma; sin embargo, este individuo será rescatado y reubicado.

Derivado de la información obtenida en campo y del conocimiento del proyecto se tiene que la superficie de afectación es de 0.1 ha en la cual ocurre una asociación forestal<sup>48</sup> correspondiente a Vegetación Secundaria de Selva Baja Caducifolia.

Independientemente de lo anterior, el ensamble botánico existente será reforzado con la introducción de especies, ahora inexistentes, de esta comunidad vegetal además de rescatar y mantener en la propiedad las plantas rescatadas.

Por otra parte, el proyecto considera la formación de islas de manglar en la porción lagunar del SAD conformando una superficie de 0.25 ha como principal medida de compensación ambiental.

En lo referente a fauna silvestre, en el Sistema Ambiental Delimitado se registró un total de 33 familias, 53 géneros y 66 especies de fauna silvestre mientras que, a nivel del predio y superficie de proyecto únicamente se registraron tres anfibios, *Incilius valliceps* y *Scinax staufferi*, tres reptiles: *Oxybelis aeneus*, *Ctenosaura similis* y *Anolis sagrei*; ocho aves: *Icterus cucullatus*, *Mimus gilvus*, *Ortalis vetula*, *Icterus cucullatus*, *Amazilia candida*, *Chlorostilbon canivetii*, *Pitangus sulphuratus* y *Cathartes aura*. En cuanto a los mamíferos se avistó únicamente *Procyon lotor* y gatos domésticos *Felis catus*.

De igual manera que para el caso de la flora, como parte de las medidas de mitigación se propone que, previo a la realización de cualquier transformación, se deberá contar con un grupo de especialistas en fauna silvestre para que realicen y supervisen todo lo relacionado con actividades de manejo y rescate de fauna ya que no se descarta su presencia.

En caso de registrarse especies de fauna silvestre cerca del sitio de desbroce, ésta será ahuyentada de manera paulatina hacia áreas alejadas del predio. Con relación a las especies de lento desplazamiento y las incluidas en alguna categoría de riesgo, o no, de acuerdo a la serán rescatadas y reubicadas en sitios que presenten las mismas condiciones ambientales al sitio donde fueron capturadas, pero lejos de las áreas de obra, de tal manera que se asegure una alta posibilidad de supervivencia a los individuos.

Derivado de lo anterior, se puede resumir que durante la ejecución del CUSTF, por las características propias de la vegetación existente y la aplicación de las medidas de

---

<sup>48</sup> ARTICULO 7. Para los efectos de esta Ley se entenderá por: XLVIII. Vegetación forestal: El conjunto de plantas y hongos que crecen y se desarrollan en forma natural, formando bosques, selvas, zonas áridas y semiáridas, y otros ecosistemas, dando lugar al desarrollo y convivencia equilibrada de otros recursos y procesos naturales;

mitigación propuestas en el presente documento se puede asegurar que, en ningún momento, se pondrá en riesgo la biodiversidad del SAD ni sus ecosistemas.

#### **V.1.1.4 La protección y recuperación de los suelos**

La vegetación funge como fijador del suelo lo cual es importante ya que minimiza la erosión, la pérdida de materia orgánica y la contaminación. El cuidado del suelo es fundamental ya que corresponde a un recurso no renovable con una cinética de degradación relativamente rápida en comparación con las tasas de su formación y regeneración

Los objetivos que el proyecto debe alcanzarse en la protección del suelo son:

- Evitar la erosión
- Mantener la materia orgánica
- Proteger su estructura evitando su compactación.

En el caso del suelo, que es Arenosol, se tiene que su textura es arenosa, medianamente consolidado sin rocas silíceas aparentes y sostiene una cubierta Arborea poco diversa y dominada por *Coccoloba uvifera*, y un estrato medio y bajo también poco abundante dominado por *Pithecellobium keyense* y *Alternanthera ramosissima* respectivamente, que han jugado un papel importante en el proceso sucesional protegiéndolo de la erosión.

Una vez que se estimó la pérdida de suelo dentro del Sistema Ambiental, se realizó el cálculo de la pérdida de suelo en la superficie de proyecto que se presenta en la actualidad, resultando en 0.36 toneladas de suelo al año en las 0.1 ha. Por otra parte, una vez que se lleve a cabo la remoción de la vegetación, la erosión aumentará a 0.6 toneladas por año, lo que implica un aumento en la erosión de 0.24 toneladas por año.

Sin embargo, con el fin de mitigar el impacto que será generado por la pérdida de la vegetación forestal, se plantea considerar como medida de mitigación al sellamiento que será generado al suelo por la construcción piloteada de diferentes obras que conforman el proyecto. Asimismo, se propone la reubicación de las especies de flora, así como revegetación de áreas dentro del proyecto. Estas medidas permitirán la retención de 0.32 toneladas anuales, con lo cual se mitigaría la totalidad del impacto que se generaría con la implementación del proyecto.

#### **V.5.1.1 Paisaje y recreación**

El estudio del paisaje ha sido tradicionalmente objeto de interés de la Geografía y, desde principios del Siglo XX siendo también abordado como tema de interés científico por parte de otras disciplinas como la botánica, las ciencias tecnológicas, la ecología, la geografía entre otras.



El concepto ha sido utilizado a lo largo de la historia con diversos significados, existiendo actualmente varias maneras de concebirlo y de abordar su examen y tratamiento. Una de las vías adoptadas ha adquirido tal relevancia que estudia al paisaje en sí mismo, habiéndose construido a partir de ella una rama de la ciencia llamada ecología del paisaje y geoecología (Troll, 1971)<sup>49</sup> o Ecogeografía<sup>50</sup> (Tricart y Kilian,1982) las cuales tienen un carácter interdisciplinar y convergente entre la geografía y la ecología; combinan los aspectos globales y sectoriales, cualitativos y cuantitativos, y se apoya, en definitiva, en las cartografías integradas a diferentes escalas.

Por otra parte, el interés no ha sido meramente científico, sino también estético. Desde el punto de vista artístico, el paisaje ha estimulado a pintores, especialmente en los tiempos modernos, con una copiosísima producción en la historia de la pintura. Será el paisajismo una de las especialidades pictóricas más cultivadas y en la que creadores han mostrado su destreza y genio pudiendo mencionar a Turner, Cézanne, Matisse, Van Gogh y los mexicanos como José María Velasco, Gerardo Murillo (Dr. Atl), Joaquín Clausell y el propio Rufino Tamayo. Este valor estético del paisaje constituye, además, un aspecto que el conocimiento científico definitivamente aprecia. La inquietud científica del hombre se somete al disfrute estético, interesándose por el paisaje de modo unitario. Reviste, entonces, un doble valor: estético y científico.

El concepto de paisaje contiene, intrínsecamente, una componente visual. Se contempla o se analiza aquello se ve, que son los aspectos visibles de la realidad y a partir de esa percepción se describe el territorio, el espacio geográfico. Así, el primer paso del estudio del paisaje sería la descripción de lo que se ve, dando lugar, en un segundo peldaño, a la interpretación y explicación en las cuales intervienen la interacción de elementos tales como los conceptos, los estereotipos y los valores.

Lo anterior exhibe que la valoración del paisaje, como recurso y componente de la recreación, es compleja ya que la propia definición es multidimensional con una elevada carga de subjetividad.

Para el caso que aquí nos ocupa hemos considerado la definición propuesta por el Convenio Europeo de Paisaje (2000) que dicta: *Paisaje es cualquier parte del territorio, tal como la percibe la población, cuyo carácter es el resultado de la interacción entre el hombre, la naturaleza y el tiempo.*

---

<sup>49</sup> Troll, C. (1971): "Landscape Ecology (Geoecology) and Biogeocenology. A terminological study"en Geoforum, 8. pp. 43-4

<sup>50</sup> Tricart, J. y Kilian, J. (1982): La Eco-geografía y la ordenación del medio natural. Barcelona. Anagrama. 288 pp.

De acuerdo con lo anterior, un paisaje va desde lo excepcional, como puede ser playas con vistas marinas, cumbres montañosas pobladas por coníferas e, incluso, espacios urbanos singulares que ofrecen vistas escénicas, su apreciación parte de una concepción humana definida por componentes culturales, sensoriales y bagaje histórico y social del observador.

De acuerdo con el Convenio Europeo del paisaje, éste tiene un papel importante de interés público en los campos cultural, ecológico, medioambiental y social, y constituye un recurso favorable para la actividad económica y cuya protección, gestión y ordenación pueden contribuir a la creación de empleos; el paisaje es una parte importante de la calidad de vida de las personas en todas partes: en las zonas urbanas y en el campo, en las zonas degradadas, así como en las zonas de alta calidad, en las zonas reconocidas como de gran belleza, entre otras.

El paisaje, como una manifestación externa y conspicua del medio, es un indicador del estado de los ecosistemas, de la salud de la vegetación, de las comunidades animales, del uso y aprovechamiento del suelo y por tanto, del estilo de desarrollo de la sociedad en una región.

En el caso del Sistema Ambiental Delimitado en el que se pretende este proyecto, la concentración demográfica local es baja y el flujo de visitantes elevado en ciertas épocas del año. Sin duda el paisaje marítimo y la experiencia recreativa de la Isla chica de Holbox es percibido un gran número de individuos.

El paisaje que actualmente se percibe en la zona próxima al sitio de intervención, es el resultado de la interacción del uso del suelo y las edificaciones donde estas, diseminadas en una retícula urbana, forman unidades en el área en la cual se integra la propuesta constructiva. Así visto, el proyecto resulta coherente en términos urbanos, ambientales, paisajísticos, territoriales, sociales e institucionales. Esto porque este proyecto parte de un diseño de la construcción planteado en función de su entorno y es congruente con el uso de suelo existente en la porción urbana insular.

Al momento de realizar la fase de preparación de sitio las consecuencias sobre el paisaje inmediato serán desfavorables ya que se interviene una superficie para dar cupo al desarrollo. Esta transformación es, perceptualmente, temporal sin conllevar amenazas a un paisaje excepcional.

Por otra parte, el paisaje con el proyecto terminado fue objeto de valoración a través de vistas potenciales obtenidas mediante un modelo que permite conocer su visibilidad de la presencia del proyecto no interfiere con paisajes y vistas excepcionales.

La afirmación anterior se basa en los resultados obtenidos a través de un análisis de visibilidad respecto a puntos colocados en el SAR. Para determinar los puntos de observación, se empleó un modelo informático en el que en una cuenca visual digital se identifican las celdas de un ráster de entrada que pueden visualizarse desde una o más ubicaciones modeladas.

La visibilidad de cada centro de celda se calcula comparando el ángulo de altitud hacia el centro de celda con el ángulo de altitud hacia el horizonte local. El horizonte local se obtiene teniendo en cuenta el terreno que se interviene y la ubicación de la edificación entre el punto de observación y el centro de la celda actual. Si el punto se encuentra por encima del horizonte local, se considera visible.

Con la finalidad de reconocer todas las zonas visibles, se analizaron diversos puntos de observación.



Imagen V-9 al centro se muestra el proyecto con elevación exagerada. Dentro de los círculos se muestran los observadores.

Como resultado de este ejercicio basado en el modelo digital de elevación y render tridimensional del proyecto, se logra el ángulo de altitud hacia el centro de cada celda y el ángulo de altitud (puntos de observación) hacia el horizonte local (Proyecto). En color verde se muestran las áreas visibles hacia el desarrollo desde los puntos teóricos de observación, en cambio, las zonas de color rosa no son visibles o minimizan la vista.

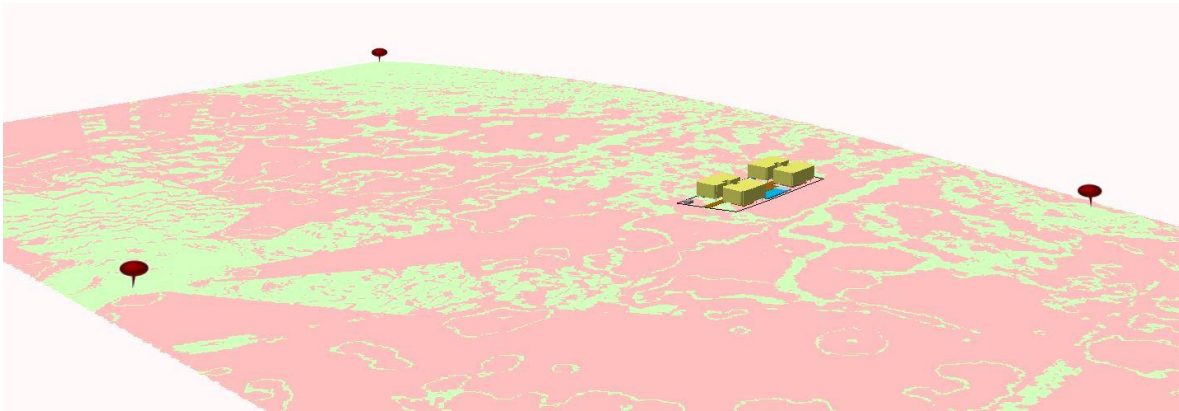


Imagen V-10 intervisibilidad del proyecto, con altitud exagerada, desde cuatro puntos de observación. En verde líneas visibles.

La forma de ejecución del proyecto permite la permanencia de una porción del ensamble botánico existente que será enriquecido con especies propias del ensamble manteniéndose bajo el cuidado de la promotora por lo que alcanzarán la edad adulta. Esta situación se estima ventajosa, así como la conservación del suelo en virtud de su mínima ocupación ya que el proyecto que se presenta es predominantemente elevado sobre pilotes.

Desde las vistas posibles desde el conjunto, partiendo de lo visual, este está en una condición que permitirá vistas de diversos ensambles vegetales y cuencas visuales por lo que es posible considerar que la territorialidad y las instalaciones concuerdan al mantener y utilizar los recursos paisajísticos que el área ofrece.

Teniendo lo anterior en consideración, se puede considerar que la calidad del paisaje en la el Sistema Ambiental Delimitado es alta y que en las superficies donde se pretende construir el proyecto es baja por encontrarse en una zona fragmentada por la traza de vialidades que conforman una retícula urbana y permite la ampliación de la infraestructura habitacional y de servicios.

Por consiguiente, la construcción del proyecto planteado no modificará vistas excepcionales y sí participará en una ocupación ordenada, con alta calidad arquitectónica, en el desarrollo de la traza urbana que se desarrolla en la Isla Chica de Holbox.

### **V.5.1.2 Erosión hídrica**

#### **V.5.1.2.1 Erosión actual**

De acuerdo con los resultados obtenidos de la erosión actual en la superficie de 1,068.06 metros cuadrados (0.1 ha) consideradas para el proyecto, resultó ser de 0.36 toneladas anuales.

Tabla V-15 Erosión actual dentro del AP

Tipo de suelo	Erosión actual (toneladas por hectárea al año)	Superficie CUSTF (hectáreas)	Erosión total en el predio
Arenosol	3.33	0.106806	0.36
	<b>3.33</b>	<b>0.106806</b>	<b>0.36</b>

#### V.5.1.2.2 Erosión con presencia del proyecto

Se estimó la erosión que se presentaría si la superficie de intervención quedara totalmente expuesta a los agentes erosivos durante un año, para lo cual se obtuvo que la erosión podría alcanzar la cantidad de 0.60 toneladas anuales, tal como se presenta en la siguiente tabla:

Tabla V-16 Erosión estimada con proyecto

Tipo de suelo	Erosión con proyecto (toneladas por hectárea al año)	Superficie de proyecto (hectáreas)	Erosión total en el predio
Arenosol	5.66	0.106806	0.60
	<b>5.66</b>	<b>0.106806</b>	<b>0.60</b>

#### V.5.1.2.3 Medidas de mitigación

##### Reubicación de flora y revegetación con herbáceas

Esta medida de mitigación será implementada en una superficie de 681.64 metros cuadrados, correspondientes a las áreas verdes propias del proyecto en las que, además de la plantación de las especies rescatadas, se incluirán otras pertenecientes al ensamble vegetal de la vegetación que será afectado por la implementación del proyecto. La ejecución de estas actividades aportará una serie de beneficios y servicios tales como el aumento de la fertilidad del suelo, aumento de la retención de humedad, la estructura y contenido de nutrientes. La siembra de elementos vegetales estabilizará los suelos, reduciendo la erosión hídrica.

De acuerdo con lo anterior, la implementación de las actividades de forestación traerá consigo importantes beneficios, por tal motivo, a continuación, se presenta la estimación de la erosión en la superficie destinada a la implementación de las medidas de mitigación,

partiendo de la condición “con proyecto”, hasta el momento en el que la vegetación haya sido establecida.

Por otra parte, es importante considerar que, de acuerdo con la naturaleza de las obras que componen el proyecto que pretende construirse, existen áreas que, una vez que la fase de construcción termine, reducirán la erosión a cero, debido a que el suelo quedará completamente sellado evitando, de esta forma, que ésta ocurra. Dichas áreas corresponden al área de tableros, alberca, planta de tratamiento de aguas residuales, área de asador y cisterna, planta de emergencia y almacén, baños, ducto de servicio, cuarto de máquinas y depósito de basura, así como los pilotes sobre los que se sostendrán las construcciones principales. Esto significa que, por sí misma, la construcción evitará que los suelos se pierdan por la acción del agua de lluvia. Sin embargo, se presentan las siguientes medidas de mitigación con el fin de generar una mayor ganancia ambiental.

**Erosión inicial en el área propuesta para reubicar plantas rescatadas y revegetar.**

Para determinar la ganancia de suelo derivado de las medidas de mitigación, se requiere calcular la pérdida de suelo que existiría inicialmente en las áreas donde se llevarán a cabo las actividades de reubicación, la cual presenta una superficie de 681.64 metros cuadrados. Es importante destacar que, debido a que esta medida se implementará en el área de proyecto, el escenario inicial será condición que se presentará una vez que la vegetación sea removida.

Tabla V-17 Erosión inicial en las áreas de reubicación y revegetación

Tipo de suelo	Erosión de suelo sin cobertura vegetal en toneladas por hectárea al año	Superficie (hectáreas)	Erosión total
Arenosol	5.66	0.068164	0.39
	<b>5.66</b>	<b>0.068164</b>	<b>0.39</b>

Lo anterior obedece a un valor de Cobertura vegetal (C) de 0.85 que corresponde a suelos sin vegetación aparente. Se estima que la erosión inicial en la superficie propuesta (681.64 metros cuadrados) para realizar las acciones de reubicación de especies de flora y revegetación es de 0.39 toneladas anuales.

**Erosión una vez establecida la vegetación**

Una vez realizadas las acciones de reforestación, se estima que la erosión disminuirá paulatinamente en un periodo aproximado de 1 año, por lo tanto, al término de este



periodo de tiempo, se logrará retener la cantidad de 0.32 toneladas anuales a partir del primer año.

Tabla V-18 Erosión final en las áreas de reubicación y revegetación

Tipo de suelo	Erosión de suelo con cobertura vegetal en toneladas por hectárea al año	Superficie (hectáreas)	Erosión total
Arenosol	4.66	0.068164	0.32
	<b>4.66</b>	<b>0.068164</b>	<b>0.32</b>

Lo anterior obedece a la modificación que tendrá el factor C conforme aumente la cobertura de la vegetación en el área donde se llevarán a cabo las actividades de reubicación y revegetación hasta llegar a un factor C de 0.70, el cual es un valor intermedio entre el valor que le corresponde a la selva baja caducifolia (0.5) y la condición de suelo desnudo, debido a que el área en la que se llevarán a cabo estas actividades de reubicación no presentarán una alta desidad. Para conocer la cantidad de suelo que se retendrá (Ganancia ambiental) se restará la erosión que existirá sin cobertura vegetal menos la erosión que se obtenga tras las medidas de mitigación. Por lo tanto, se logrará retener una cantidad de 0.06 toneladas de suelo.

De acuerdo con los cálculos mostrados, al establecer una cubierta vegetal compuesta principalmente por individuos de porte arbustivo, así como de algunas herbáceas, se reduciría la erosión que se presenta actualmente, disminuyendo la erosión potencial de 0.39 toneladas a 0.32 toneladas al año, lo cual refleja la importancia de las actividades de reforestación y reubicación de individuos de flora planteadas para el Proyecto, sin embargo, con esta actividad únicamente se mitigan 0.06 toneladas de las 0.25 toneladas que deberán recuperarse, restando un total de 0.19 toneladas las cuales deberán ser mitigadas con alguna otra actividad.

### Infraestructura del proyecto

La colocación de infraestructura en el área del proyecto, pese a que, de manera estricta, representa un impacto potencial a los diferentes elementos que conforman el ecosistema, también representa un elemento capaz de retener suelo debido a que las áreas en las que se ve presentar un sellamiento total del suelo no se provocará la erosión, funcionando como un estabilizador del mismo. Es por ello que para la cuantificación del suelo que sería retenido en estas superficies se consideraron las áreas de tableros, alberca, planta de



tratamiento de aguas residuales, área de asador, cisterna, planta de emergencia y almacén, baños, ductos de servicio, cuarto de máquinas, depósito de basura y pilotes.

### Erosión inicial en el área con infraestructura

Para determinar la ganancia de suelo derivado de construcción del proyecto, se requiere calcular la pérdida de suelo que existiría inicialmente en esta área, la cual presenta una superficie de 386.42 metros cuadrados. Es importante destacar que, debido a que esta medida se implementará en el área de proyecto, el escenario inicial será condición que se presentará una vez que la vegetación sea removida.

Tabla V-19 Erosión inicial en las áreas de con infraestructura

Tipo de suelo	Erosión de suelo sin cobertura vegetal en toneladas por hectárea al año	Superficie (hectáreas)	Erosión total
Arenosol	5.66	0.038642	0.22
	<b>5.66</b>	<b>0.038642</b>	<b>0.22</b>

Lo anterior obedece a un valor de Cobertura vegetal (C) de 1 que corresponde a suelos desnudos. Se estima que la erosión inicial en la superficie propuesta (217.01 metros cuadrados) para realizar las acciones de reubicación de especies de flora y revegetación es de 0.18 toneladas anuales.

### Erosión una vez realizada la construcción

Una vez establecidas las obras antes mencionadas, se estima que la erosión disminuirá a cero, debido a que las obras se colocarán de manera permanente en el área, evitando, de esta manera que los procesos erosivos continúen.

Tabla V-20 Erosión final en las áreas con infraestructura

Tipo de suelo	Erosión de suelo con cobertura vegetal en toneladas por hectárea al año	Superficie (hectáreas)	Erosión total
Arenosol	-	0.038642	0
	-	<b>0.038642</b>	<b>0</b>

De acuerdo con los cálculos mostrados, al establecer la infraestructura dentro del área del proyecto, la erosión en una superficie de 386.42 metros cuadrados se reducirá de 0.22 a 0 toneladas anuales.

En resumen, dentro de los 1,068.06 metros cuadrados, una vez que se haya establecido la vegetación, así como la infraestructura, se presentará una erosión anual de 0.32 toneladas. Por lo tanto, si se considera que la erosión inicial es de 0.60 toneladas anuales y la que se obtendría un año después del establecimiento de los individuos de flora y la construcción del proyecto es de 0.32, refleja una ganancia ambiental de 0.032 toneladas anuales.

Tabla V-21 Compensación estimada de erosión una vez aplicadas las medidas de mitigación

Concepto	Toneladas anuales
Erosión hídrica por mitigar	0.249
Retención de suelo que se obtendrá por la reubicación de especies de flora en 693.86 metros cuadrados a partir del año 1	0.06
Cantidad de suelo que será retenido en 217.01 metros cuadrados correspondientes a las áreas que presentarán sellamiento	0.22
Diferencia (Ganancia ambiental)	0.032

Por lo tanto, y en virtud de lo anteriormente expuesto, queda demostrado técnicamente que el desarrollo del proyecto no provocará la erosión de los suelos.

#### V.5.2 No se disminuirá la captación de agua

La construcción de toda obra de infraestructura conlleva a afectaciones, entre ellas está la reducción de los servicios ambientales, tales como la captación de agua. Sin embargo, estas afectaciones pueden ser disminuidas con la conservación de las zonas vegetadas, ya que estas impiden el rápido escurrimiento del agua de lluvia precipitada y permiten que sea canalizada lentamente por las hojas, ramas y troncos hacia el suelo.

La conservación del agua como recurso es de suma importancia, por lo que para este Proyecto se realizó un análisis comparativo de la infiltración que se tiene actualmente, la captación que se tendría bajo el supuesto de haber realizado el proyecto, así como la cantidad de agua que captarían las medidas de mitigación, lo anterior para demostrar que con éstas este servicio ambiental no se verá afectado por la construcción del Proyecto.

### V.5.2.1 Captación actual

La precipitación actual en la superficie de proyecto para el cambio de uso de suelo en terrenos forestales es de 937.44 metros cúbicos de agua, un escurrimiento superficial de 62.52 metros cúbicos de agua y una infiltración de 151.86 metros cúbicos de agua:

Tabla V-22 Balance hídrico actual en la superficie de proyecto

Rubros	Cantidad por año	Porcentaje (%)
Precipitación anual (m <sup>3</sup> )	937.44	100.00%
Evapotranspiración (m <sup>3</sup> )	723.06	77.13%
Escurrecimiento superficial (m <sup>3</sup> )	62.52	6.67%
Infiltración (m <sup>3</sup> )	151.86	16.20%

### V.5.2.2 Captación con proyecto

Bajo el supuesto de haber realizado el proyecto, donde el predio quedaría desprovisto de vegetación, sin tomar en cuenta ninguna medida de mitigación se tiene que el volumen de escurrimiento aumenta de 62.52 a 145.24 metros cúbicos por año, y el volumen de infiltración disminuiría 82.73 metros cúbicos anualmente, tal como se muestra a continuación:

Tabla V-23 Balance hídrico una vez que se remueva la vegetación

Rubros	Cantidad por año	Porcentaje (%)
Precipitación anual (m <sup>3</sup> )	937.44	100.00%
Evapotranspiración (m <sup>3</sup> )	723.06	77.13%
Escurrecimiento superficial (m <sup>3</sup> )	145.24	15.49%
Infiltración (m <sup>3</sup> )	69.14	7.38%

Estos valores indican que con la implementación del proyecto la cantidad de agua que puede captar disminuirá con la remoción de la cobertura vegetal actual, sin embargo, con las medidas de mitigación propuestas, se demuestra que al ejecutar las acciones diseñadas se podrá captar una cantidad mayor de agua que la que se capta actualmente, generando una ganancia ambiental relativa.

### V.5.2.3 Medidas de compensación

Una vez estimada la captación de agua para la condición actual, así como la cantidad de agua que se infiltraría en el suelo una vez que se lleve a cabo el proyecto, se obtuvo que la

cantidad que deben retener las medidas de mitigación es de por lo menos 82.73 metros cúbicos anuales.

La revegetación y reubicación de los individuos rescatados dentro de las áreas verdes del proyecto aportará una serie de beneficios, ya que, al incrementarse la cobertura vegetal, en consecuencia, la diversidad de especies, habrá un aumento de la fertilidad del suelo, mejorará la retención de la humedad, la estructura y contenido de nutrientes, favoreciendo la estabilización de los suelos y el aumento del agua que puede ser captada. A continuación, se presenta la estimación del balance hídrico actual y después de realizar la reforestación, con la finalidad de comprobar la eficiencia de dicha medida dentro de la superficie propuesta.

### **Balance hídrico inicial en la superficie de reubicación y reforestación y suelo permeable**

A partir de la metodología empleada, que corresponde a la presentada en la NOM-011-CONAGUA-2015, y cuya memoria de cálculo se encuentra anexa al presente documento, se obtuvo lo siguiente:

Tabla V-24 V-25 Balance hídrico inicial de la superficie por reforestar

<b>Rubros</b>	<b>Cantidad por año</b>	<b>Porcentaje (%)</b>
Precipitación anual (m <sup>3</sup> )	598.28	100.00%
Evapotranspiración (m <sup>3</sup> )	461.46	49.23%
Escorrentamiento superficial (m <sup>3</sup> )	92.69	9.89%
Infiltración (m <sup>3</sup> )	44.12	4.71%

De acuerdo con lo anterior se estima un volumen de escurrimiento superficial de 92.69 metros cúbicos y un volumen de infiltración de 44.12 metros cúbicos en los 618.64 metros cuadrados correspondientes tanto a las áreas verdes del proyecto. De igual manera, se consideran aquellas áreas cuyo suelo permanecerá desnudo, ya que, por las condiciones edafológicas que se presentan en la zona, caracterizadas por tener una alta permeabilidad, aunado al hecho de que la pendiente es nula y que únicamente permite escurrimientos temporales que pueden ser captados de manera inmediata por el mismo suelo.

### **Balance hídrico una vez implementadas las medidas**

Una vez realizadas las acciones de reforestación, se estima que la captación de agua se incrementará paulatinamente, por lo tanto, se logrará retener una cantidad de 66.41 metros cúbicos de agua a partir del primer año.

Tabla V-26 V-27 Balance hídrico a partir del año 1 en la superficie por mitigar.

Rubros	Cantidad por año	Porcentaje (%)
Precipitación anual (m <sup>3</sup> )	1,216.36	100.00%
Evapotranspiración (m <sup>3</sup> )	938.19	53.45%
Escorrimento superficial (m <sup>3</sup> )	53.45	3.04%
Infiltración (m <sup>3</sup> )	224.72	12.80%

De acuerdo a los cálculos mostrados en la tabla anterior, al proveer de vegetación a la superficie antes referida, la cantidad de agua que el suelo es capaz de retener aumenta significativamente respecto a la cantidad que se infiltra en las condiciones iniciales incrementándose de 44.12 a 110.53 metros cúbicos anuales en un periodo de un año, esto debido a que las plantas que se establecerán en forestación y jardinería presentarán el tamaño adecuado en ese lapso de tiempo siempre que no se presenten contratiempos de proyecto. Lo anterior permite determinar que, una vez que el conjunto Yum Balam se encuentre en funcionamiento y se hayan implementado las medidas de mitigación, se obtendrá una ventaja ambiental en términos del balance hídrico de 66.41 metros cúbicos de agua anualmente.

### **V.5.3 No se compromete la diversidad**

#### **V.5.3.1 Flora**

La superficie de proyecto es de 1,068.06 metros cuadrados que, en su totalidad, corresponde a Vegetación secundaria de selva baja caducifolia. De acuerdo con la Serie V de INEGI (2013), dentro del Sistema Ambiental Delimitado este tipo de vegetación no se encuentra distribuido; sin embargo, el área de proyecto representa el 0.02% del total del Sistema Ambiental Delimitado. Esta referencia es una primera aproximación para discernir sobre las afectaciones potenciales a la biodiversidad, en particular a las especies que conforman este ensamble botánico que es el que se encuentra en el área del proyecto. Para obtener la información de la diversidad florística dentro del SAD se levantaron 7 sitios de muestreo, dos dentro de la vegetación de dunas costeras, así como 5 en la vegetación secundaria de selva baja caducifolia. Mientras que, en el AP, se levantaron un total de 2 sitios de muestreo.

Debido a que, para el SAD y para el tipo de vegetación por afectar, se obtuvo información en 5 sitios de muestreo y en el área del proyecto se realizaron 2. A efecto de estar en posibilidad de efectuar un análisis comparativo fue necesario ponderar resultados a una hectárea de modo que las unidades de cotejo fueran equitativas.

A continuación, se presenta la comparación de la abundancia por hectárea, índice de valor de importancia de las especies registradas tanto en el SAR, como en el AP, así como el índice de diversidad de Shannon-Wiener.

V.5.3.1.1 Comparativo de abundancias de las especies en el SAD y en el área del proyecto

**Estrato herbáceo**

Respecto a los datos obtenidos de abundancia por hectárea en el SAD y en el Área de Proyecto (AP) nos muestra una diferencia poco significativa, ya que en la unidad de análisis se obtuvo un total de 32,000 individuos por hectárea distribuidos en 3 especies, a diferencia del Área de Proyecto donde se registró una abundancia por hectárea de 40,000 individuos, las cuales se distribuyen en tres especies. Debido a que, difícilmente se puede inferir cuál de las dos unidades de análisis es más diversa, a continuación, se presenta un análisis más completo.

Tabla V-28 Comparativa de las abundancias y valor de importancia en el SAD y el AP

Nombre científico	Abundancia por hectárea en SAR	Abundancia por hectárea AP	IVI SAR	IVI AP
<i>Alternanthera ramosissima</i>	16000	25000	90.000	95.833
<i>Cenchrus echinatus</i>		10000		58.333
<i>Cyperus planifolius</i>		5000		45.833
<i>Dactyloctenium aegyptium</i>	10000		51.250	
<i>Hyparrhenia rufa</i>	6000		58.750	

Al comparar el valor de importancia dentro de la superficie de proyecto, se observó que la especie que presenta el valor de importancia más alto es *Alternanthera ramosissima* con un valor de 95.833, siendo también la especie con el valor de importancia más alto a nivel de SAR. Por otra parte, la especie que presenta el valor de importancia más bajo es *Cyperus planifolius* con 45.833. es importante mencionar que esta especie no se registró en los muestreos realizados en el SAR, es una especie no protegida de amplia distribución que se encuentra en las islas, en ambientes costeros, playas altas de arena calcárea o de coral, matorrales rocosos en calizas, reportándose desde el sureste de los Estados Unidos de Norte América, México a Brasil, Venezuela y las Antillas. De esta especie se mantendrán parches representativos en las áreas jardinadas del proyecto por lo que se sujetará al Programa de rescate y reubicación.

**Valores de diversidad de especies en el estrato herbáceo**

Al analizar los resultados obtenidos se está en posibilidad de concluir que la estructura de la vegetación de este estrato no se verá afectada por el proyecto, donde en el SAD se encontró una riqueza de 16 especies, contrario a la superficie de intervención donde se encontraron 5. Por su parte, el valor de diversidad obtenido para el SAD es de 1.024, mientras que en la superficie de proyecto se tiene 0.900.

En cuanto al valor de equidad resultó menor en la superficie de proyecto (0.819), a diferencia del SAD donde se obtuvo un valor de 0.932 lo que indica que las especies se encuentran distribuidas de una manera más homogénea dentro del SAR, además, pese a que el número de especies es igual en ambas unidades, dentro del SAR, este tipo de vegetación se encuentra en un mejor estado de conservación.

Es importante mencionar que, pese a que dos de las especies no se reportaron dentro del SAR, *Cenchrus echinatus* corresponde a una especie característica de zonas alteradas de la selva baja caducifolia. Esta especie, de amplia distribución, no se encuentra legalmente protegida y no será reintroducida al predio ya que sus espinas penetran la piel causando dolor. Por otra parte, en cuanto a *Cyperus planifolius* la cual es una especie perteneciente a diferentes tipos de vegetación en su estado primario si se ha considerado como elemento que estará presente en las áreas verdes siendo sujeta a rescate y propagación en el vivero temporal.

Tabla V-29 Parámetros poblacionales del SAD y del AP.

Unidad de análisis	Estrato	Riqueza (S)	Diversidad calculada (H')	Diversidad máxima (H'max)	Equidad (J')	Diferencia (H'max-H')
SAR	Herbáceo	3	1.024	1.099	0.932	0.075
AP		3	0.900	1.099	0.819	0.198



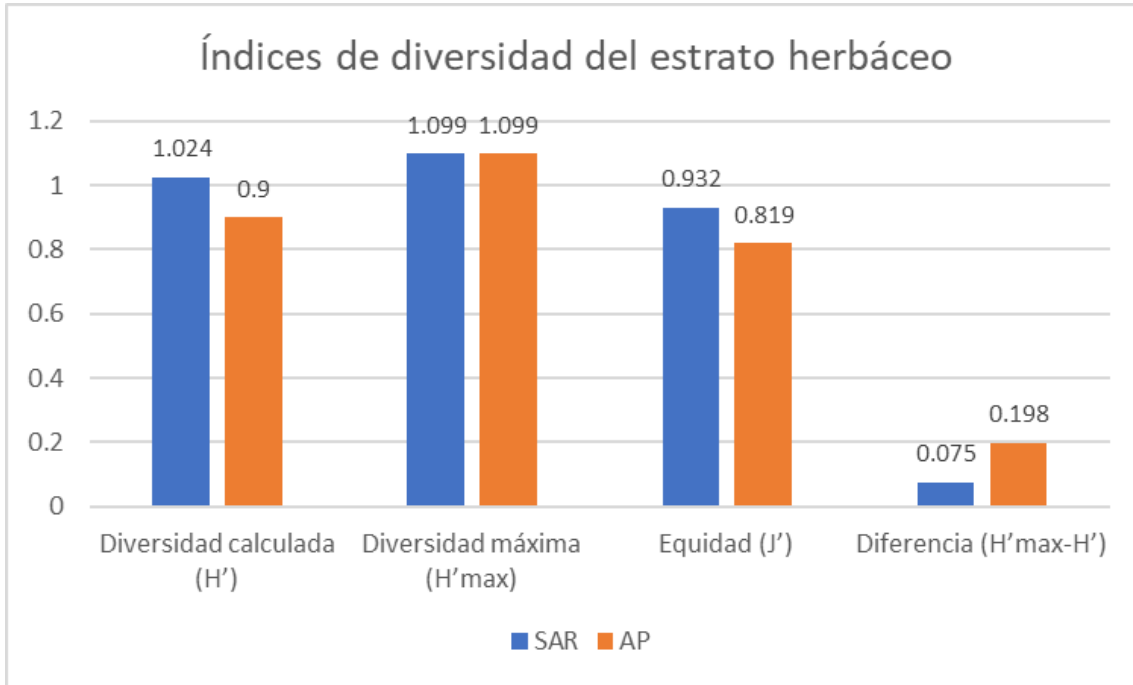


Figura V-1 Comparación de índices de diversidad del estrato herbáceo

Con la finalidad de conocer si las diferencias existentes entre los resultados de diversidad obtenidos para el SAD y para el Área de Proyecto son significativas, se procedió a la aplicación de la prueba de T de Student, la cual es utilizada para detectar la existencia de diferencias significativas entre las medias de una determinada variable cuantitativa en dos grupos de datos. El modelo numérico utilizado es el siguiente:

$$t_{cal} = \frac{H_1 - H_2}{S_{H_1-H_2}}$$

Dónde:

$$S_{H_1-H_2} = \sqrt{S^2_{H_1} + S^2_{H_2}}$$

Dónde:

$$S^2_{H_i} = \frac{\sum_{i=1}^s f_i \log^2 f_i - (\sum_{i=1}^s f_i \log f_i)^2 / n}{n^2}$$

Dónde:

H<sub>1</sub> y H<sub>2</sub>: Valores del índice de Shannon del SAD y del AP, respectivamente.

$S^2H_i$ : Varianza de los valores de Shannon de cada una de las especies, tanto del Área de Proyecto como del SAR.

Posteriormente, para conocer los grados de libertad aproximados por el procedimiento t se utilizó el siguiente modelo:

$$v = \frac{(S^2_{H_1} + S^2_{H_2})^2}{\frac{(S^2_{H_1})^2}{n_1} + \frac{(S^2_{H_2})^2}{n_2}}$$

El valor resultante de lo obtenido con la fórmula anterior se cotejó con la tabla que se presenta a continuación con la finalidad de conocer el valor crítico de t con una probabilidad del 95% (confiabilidad 0.5), que posteriormente servirá para determinar si ambos valores de diversidad son significativamente similares.

Tabla V-30 Valores de grados de libertad y su confiabilidad.

Grados de libertad	Confiabilidad					
	0.5	0.2	0.1	0.05	0.02	0.01
1	1	3.078	6.314	12.706	31.821	63.657
2	0.816	1.886	2.92	4.303	6.965	9.925
3	0.765	1.638	2.353	3.182	4.541	5.841
4	0.741	1.533	2.132	2.776	3.747	4.604
5	0.727	1.476	2.015	2.571	3.365	4.032
6	0.718	1.44	1.943	2.447	3.143	3.707
7	0.711	1.415	1.895	2.365	2.998	3.499
8	0.706	1.397	1.86	2.306	2.896	3.355
9	0.703	1.383	1.833	2.262	2.821	3.25
10	0.7	1.372	1.812	2.228	2.764	3.169
11	0.697	1.363	1.796	2.201	2.718	3.106
12	0.695	1.356	1.782	2.179	2.681	3.055
13	0.694	1.35	1.771	2.16	2.65	3.012
14	0.692	1.345	1.761	2.145	2.624	2.977
15	0.691	1.341	1.753	2.131	2.602	2.947
16	0.69	1.337	1.746	2.12	2.583	2.921
17	0.689	1.333	1.74	2.11	2.567	2.898
18	0.688	1.33	1.734	2.101	2.552	2.878
19	0.688	1.328	1.729	2.093	2.539	2.861
20	0.687	1.325	1.725	2.086	2.528	2.845
21	0.686	1.323	1.721	2.08	2.518	2.831
22	0.686	1.321	1.717	2.074	2.508	2.819
23	0.685	1.319	1.714	2.069	2.5	2.807

Confiabilidad						
Grados de libertad	0.5	0.2	0.1	0.05	0.02	0.01
24	0.685	1.318	1.711	2.064	2.492	2.797
25	0.684	1.316	1.708	2.06	2.485	2.787
26	0.684	1.315	1.706	2.056	2.479	2.779
27	0.684	1.314	1.703	2.052	2.473	2.771
28	0.683	1.313	1.701	2.048	2.467	2.763
29	0.683	1.311	1.699	2.045	2.462	2.756
30	0.683	1.31	1.697	2.042	2.457	2.75
40	0.681	1.303	1.684	2.021	2.423	2.704
50	0.679	1.299	1.676	2.009	2.403	2.678
60	0.679	1.296	1.671	2	2.39	2.66
70	0.678	1.294	1.667	1.994	2.381	2.648
80	0.678	1.292	1.664	1.99	2.374	2.639
90	0.677	1.291	1.662	1.987	2.368	2.632
100	0.677	1.29	1.66	1.984	2.364	2.626
z	0.674	1.282	1.645	1.96	2.326	2.576

A partir de esta metodología, para este estrato se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla V-31 Valores de varianza obtenidos para el estrato herbáceo.

Predio (AP)				
Especie	Abundancia	f log f	f log f2	Varianza
<i>Alternanthera ramosissima</i>	5	3.495	2.443	
<i>Cenchrus echinatus</i>	2	0.602	0.181	
<i>Cyperus planifolius</i>	1	0.000	0.000	
	8	4.097	2.624	8.2180E-03
SAR				
Especie	Abundancia	f log f	f log f2	Varianza
<i>Alternanthera ramosissima</i>	8	7.225	6.525	
<i>Dactyloctenium aegyptium</i>	5	3.495	2.443	
<i>Hyparrhenia rufa</i>	3	1.431	0.683	
	16	12.151	9.650	1.6503E-03

A partir de los datos obtenidos de las varianzas en ambos escenarios, se obtuvo que:

Tabla V-32 Valores de T obtenidos para el estrato herbáceo.

$S(H_1-H_2)$	0.099
--------------	-------

VALOR DE $t_{cal}$	1.245
Grados de libertad	11.308
Valor de $t_{crit}$	2.201

En conclusión, si el valor de  $t_{cal}$  es menor al que se obtiene de  $t_{crit}$  por lo que se acepta la hipótesis de que no existen diferencias significativas entre los valores de diversidad de Shannon, indicando que la diferencia existente entre los valores de diversidad en ambas unidades de análisis no es significativa y, estadísticamente, la diversidad es similar. Sin embargo, con la finalidad de no comprometer la diversidad de las especies de vegetación primaria, se considera a *Cyperus planifolius* dentro del programa de rescate de flora.

### Estrato arbustivo

Para el caso de este estrato, se observó que dentro del SAD existen 6 especies con una abundancia por hectárea de 10,560 individuos, mientras que, dentro de la superficie predial, es de 21,800 individuos distribuidos en 7 especies. Es importante destacar que, pese a que en el área del proyecto la riqueza específica es mayor, las especies presentes corresponden principalmente a las típicas de ecosistemas alterados.

Tabla V-33 Comparativa de las abundancias y valor de importancia en el SAD y el AP

Nombre científico	Abundancia por hectárea en SAR	Abundancia por hectárea AP	IVI SAR	IVI AP
<i>Ambrosia hispida</i>		600		13.304
<i>Bonellia macrocarpa</i>	640		33.065	
<i>Cascabela gaumeri</i>	80		10.326	
<i>Croton punctatus</i>		800		25.177
<i>Flaveria linearis</i>	2480	1200	38.014	24.528
<i>Lantana involucrata</i>		400		13.588
<i>Lycium carolinianum</i>	3920		59.619	
<i>Pithecellobium keyense</i>	2320	7200	128.310	106.614
<i>Solanum donianum</i>	1120	5200	30.667	43.952
<i>Waltheria indica</i>		6400		72.838

Al comparar el valor de importancia dentro de la superficie de proyecto, se observó que la especie que presenta el valor de importancia más alto es *Pithecellobium keyense* con un valor de 106.614, destacando que a nivel de SAD esta especie también presentó el valor más alto con un valor de 128.310. Por otra parte, la especie que muestra el valor de

importancia más bajo es *Lantana involucrata* con 13.588. es importante mencionar que esta especie no se encuentra representada dentro del SAR, sin embargo, será considerada en las actividades de rescate y reubicación.

Tabla V-34 Parámetros poblacionales del SAD y del AP.

Unidad de análisis	Estrato	Riqueza (S)	Diversidad calculada (H')	Diversidad máxima (H'max)	Equidad (J')	Diferencia (H'max-H')
SAR	Arbustivo	6	1.486	1.792	0.829	0.306
AP		7	1.521	1.946	0.781	0.425

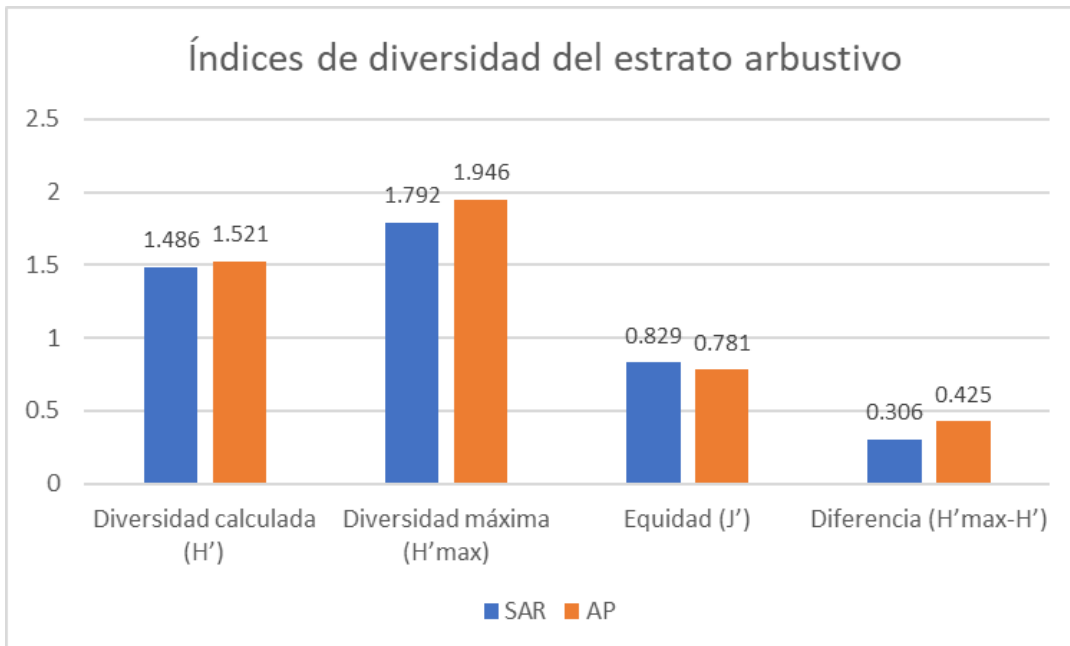


Figura V-2 Comparación de índices de diversidad del estrato arbustivo

Con la finalidad de conocer si las diferencias existentes entre los resultados de diversidad obtenidos para el SAD y para el Área de Proyecto son significativas, se procedió a la aplicación de la prueba de T de Student, la cual es utilizada para detectar la existencia de diferencias estadísticamente significativas entre las medias de una determinada variable cuantitativa en dos grupos de datos.

Tabla V-35 Valores de varianza obtenidos para el estrato arbustivo.

Predio				
Especie	Abundancia	f log f	f log f <sup>2</sup>	Varianza
<i>Ambrosia hispida</i>	3	1.431	0.683	
<i>Croton punctatus</i>	4	2.408	1.450	
<i>Flaveria linearis</i>	6	4.669	3.633	
<i>Lantana involucrata</i>	2	0.602	0.181	
<i>Pithecellobium keyense</i>	36	56.027	87.195	
<i>Solanum donianum</i>	26	36.789	52.056	
<i>Waltheria indica</i>	32	48.165	72.495	
	109	150.092	217.693	9.2745E-04
SAR				
Especie	Abundancia	f log f	f log f <sup>2</sup>	Varianza
<i>Bonellia macrocarpa</i>	8	7.225	6.525	
<i>Cascabela gaumeri</i>	1	0.000	0.000	
<i>Flaveria linearis</i>	31	46.232	68.949	
<i>Lycium carolinianum</i>	49	82.820	139.981	
<i>Pithecellobium keyense</i>	29	42.410	62.020	
<i>Solanum donianum</i>	14	16.046	18.391	
	132	194.732	295.865	4.9291E-04

A partir de los datos obtenidos de las varianzas en ambos escenarios, se obtuvo que:

Tabla V-36 Valores de T obtenidos para el estrato arbóreo.

S(H <sub>1</sub> -H <sub>2</sub> )	0.038
VALOR DE t <sub>cal</sub>	0.923
Grados de libertad	207.298
Valor de t <sub>crit</sub>	1.96

En conclusión, si el valor de t<sub>cal</sub> es menor al que se obtiene de t<sub>crit</sub> se acepta la hipótesis de que no existen diferencias significativas entre los valores de diversidad de Shannon, indicando que la discrepancia existente entre los valores de diversidad en ambas unidades de análisis no es significativa y, estadísticamente, la diversidad es similar. Sin embargo, con la finalidad de no comprometer la diversidad de las especies de vegetación primaria, se considera a las especies *Croton punctatus* y *Lantana involucrata* dentro del programa de rescate de flora y propagación en el vivero temporal.

### Estrato arbóreo

Para el caso de este estrato se observó que, dentro del SAR, existen 16 especies con una abundancia por hectárea de 5,835 individuos, mientras que dentro de la superficie predial, ésta es de 263 individuos distribuidos en 5 especies. Es importante destacar que, dentro del AP, la riqueza es muy baja debido a que la totalidad del predio se encuentra dominada por la presencia de especies arbustivas.

Tabla V-37 Comparativa de las abundancias y valor de importancia en el SAD y el AP

Nombre científico	Abundancia por hectárea en SAR	Abundancia por hectárea AP	IVI SA	IVI AP
<i>Acanthocereus tetragonus</i>	400	13	18.158	19.075
<i>Agave vivipara</i>	1170		27.845	
<i>Ardisia escallonioides</i>	190		11.083	
<i>Avicennia germinans</i>	115		3.900	
<i>Bursera simaruba</i>	70		12.260	
<i>Coccoloba uvifera</i>	80	138	7.687	158.124
<i>Cocos nucifera</i>		75		76.595
<i>Conocarpus erectus</i>	745		67.435	
<i>Cordia sebestena</i>	430		17.890	
<i>Gymnanthes lucida</i>	25		4.513	
<i>Laguncularia racemosa</i>	1450		41.588	
<i>Metopium brownei</i>	640	25	34.900	27.132
<i>Opuntia stricta</i>	60		8.798	
<i>Selenicereus testudo</i>	35		4.554	
<i>Sideroxylon americanum</i>	65		13.757	
<i>Sophora tomentosa</i>	25		2.651	
<i>Thrinax radiata</i>	335	13	22.980	19.075

Al comparar el valor de importancia dentro de la superficie de proyecto, se observó que la especie que presenta el valor de importancia más alto es *Coccoloba uvifera* con un valor de 158.124, destacando que, a nivel de SAR, pese a estar presente, el valor de importancia obtenido en esta unidad de análisis es menor (7.687) debido a que esta especie tiene mayor presencia dentro de la vegetación de duna costera. Por otra parte, las especies que presentan los valores de importancia más bajos son *Thrinax radiata* y *Acanthocereus*



*tetragonus*, ambas con 19.075. Es importante mencionar que dichas especies se encuentran bien representadas dentro del SAR

Por otra parte, de las especies presentes dentro del predio, *Cocos nucifera* únicamente se reporta para el área del proyecto, sin embargo, es importante destacar el hecho de que esta especie es introducida y se ha distribuido a lo largo de las costas del país, tiene valor ornamental por lo que se sujetará al Programa de rescate junto con *Acanthocereus tetragonus*, *Coccoloba uvifera* y *Thrinax radiata*.

Tabla V-38 Parámetros poblacionales del SAD y del AP.

Unidad de análisis	Estrato	Riqueza (S)	Diversidad calculada (H')	Diversidad máxima (H'max)	Equidad (J')	Diferencia (H'max-H')
SAR	Arbóreo	16	2.189	2.773	0.789	0.584
AP		5	1.211	1.609	0.752	0.399

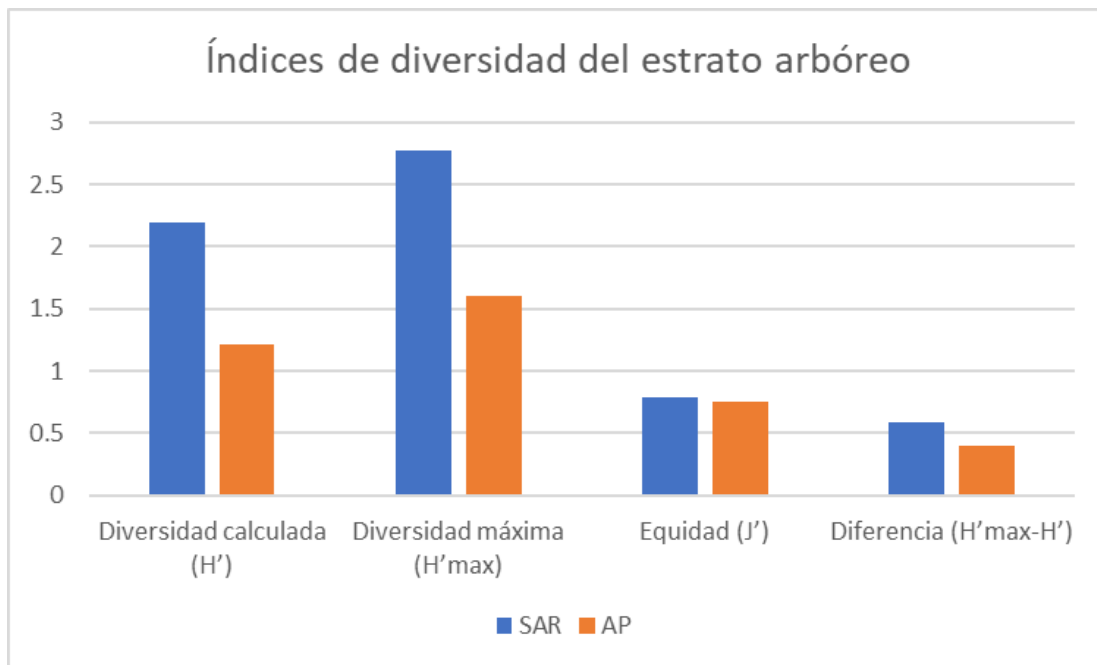


Figura V-3 Comparación de índices de diversidad del estrato arbóreo

Con la finalidad de conocer si las diferencias existentes entre los resultados de diversidad obtenidos para el SAD y para el Área de Proyecto son significativas, se procedió a la aplicación de la prueba de T de Student, la cual es utilizada para detectar la existencia de diferencias significativas entre las medias de una determinada variable cuantitativa en dos grupos de datos.

Tabla V-39 Valores de varianza obtenidos para el estrato arbóreo.

Predio				
Especie	Abundancia	f log f	f log f2	Varianza
<i>Acanthocereus tetragonus</i>	1	0.000	0.000	
<i>Coccoloba uvifera</i>	11	11.455	11.929	
<i>Cocos nucifera</i>	6	4.669	3.633	
<i>Metopium brownei</i>	2	0.602	0.181	
<i>Thrinax radiata</i>	1	0.000	0.000	
	21	16.726	15.744	5.4910E-03
SAR				
Especie	Abundancia	f log f	f log f2	Varianza
<i>Acanthocereus tetragonus</i>	80	152.247	289.740	
<i>Agave vivipara</i>	234	554.397	1313.485	
<i>Ardisia escallonioides</i>	38	60.032	94.837	
<i>Avicennia germinans</i>	23	31.320	42.649	
<i>Bursera simaruba</i>	14	16.046	18.391	
<i>Coccoloba uvifera</i>	16	19.266	23.198	
<i>Conocarpus erectus</i>	149	323.805	703.688	
<i>Cordia sebestena</i>	86	166.367	321.836	
<i>Gymnanthes lucida</i>	5	3.495	2.443	
<i>Laguncularia racemosa</i>	290	714.095	1758.387	
<i>Metopium brownei</i>	128	269.723	568.363	
<i>Opuntia stricta</i>	12	12.950	13.976	
<i>Selenicereus testudo</i>	7	5.916	4.999	
<i>Sideroxylon americanum</i>	13	14.481	16.131	
<i>Sophora tomentosa</i>	5	3.495	2.443	
<i>Thrinax radiata</i>	67	122.347	223.415	
	1167	2469.981	5397.981	1.2498E-04

A partir de los datos obtenidos de las varianzas en ambos escenarios, se obtuvo que:

Tabla V-40 Valores de T obtenidos para el estrato arbóreo.

S(H <sub>1</sub> -H <sub>2</sub> )	0.075
VALOR DE t <sub>cal</sub>	13.053
Grados de libertad	21.967
Valor de t <sub>crit</sub>	2.074

En conclusión, si el valor de  $t_{cal}$  es mayor al que se obtiene de  $t_{crit}$  se acepta la hipótesis de que existen diferencias significativas entre los valores de diversidad de Shannon, indicando que la diferencia existente entre los valores de diversidad en ambas unidades de análisis significativa, por lo tanto, la diversidad dentro del SAD es mayor respecto a lo que se puede observar en el área del proyecto (AP).



Figura V-4 Áreas en las que se realizará la reubicación y reforestación con vegetación de selva baja caducifolia.

### V.5.3.2 Fauna

Al comparar el Sistema Ambiental Delimitado y el Área de Proyecto (AP), se observa que la riqueza específica es mayor dentro del SAD para el caso de los cuatro grupos faunísticos reportados. Para el caso de los anfibios se registran 3 especies dentro del SAD y 1 en la superficie de proyecto; para el caso de los reptiles se reportan 2 en el AP y 8 especies dentro del SA, para el caso de los mamíferos se reportan 1 en el AP y 4 especies dentro del SAR, finalmente, para el grupo de las aves, se reportan 8 en el AP y 79 especies dentro del SAR.

#### Anfibios

Se observaron 3 especies pertenecientes a este grupo faunístico dentro del SAD y 2 dentro del área de proyecto. La especie *Scinax staufferi* fue la que presentó la mayor abundancia

registrada dentro del SAD con 10 avistamientos y, en el área del proyecto únicamente se registró un individuo.

Ninguna de las especies reportadas, tanto en el área del proyecto, como en el SAR, se encuentra en categoría de riesgo de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Tabla V-41 Comparativo de las abundancias dentro del SAD y el AP

Nombre científico	NOM-059	UICN	Abundancia relativa en SA	Abundancia relativa en AP
<i>Incilius valliceps</i>		LC	15.385	0.500
<i>Scinax staufferi</i>		LC	76.923	0.500
<i>Rhinella marina</i>		LC	7.692	

\*LC: Least concern (Preocupación menor)

Respecto a los valores de diversidad obtenidos, se tiene que dentro de la superficie de proyecto, la diversidad calculada es de 0.693, mientras que dentro del SAD el valor obtenido es de 0.687 que, si bien en ambos casos es un valor bajo, posteriormente se presenta el análisis estadístico para determinar si las diferencias existentes son significativas en términos estadísticos.

Es importante mencionar que aquellas especies que pudieran presentarse previo a la realización del proyecto, aunque no hayan sido reportadas para el AP, serán consideradas dentro del programa de rescate y alejamiento de fauna silvestre, principalmente debido a que, en caso de que ocurran se prevé que serán aquellas de menor capacidad de movilidad.

## Reptiles

Se observaron 8 especies pertenecientes a este grupo faunístico dentro del SAD y 3 dentro del área de proyecto. La especie *Ctenosaura similis* fue la que presentó la mayor abundancia registrada dentro del SAD con 59 avistamientos mientras que en el área del proyecto únicamente se reportan 3 individuos en la proximidad de las calles. Por otra parte, la especie que presenta la mayor abundancia dentro del AP es *Anolis sagrei* con 3 registros mientras que en el SAD fue avistada 34 veces.

De las especies reportadas dentro del predio en el que pretende llevarse a cabo el proyecto, *Ctenosaura similis* se encuentra protegida por la NOM-059-SEMARNAT-2010 bajo la categoría de Amenazada; sin embargo, dentro del SAR, se presentó *Crocodylus moreletti* la cual se cataloga como especie Sujeta a Protección Especial, así como *Ctenosaura similis*, la cual se encuentra en la categoría Amenazada.

Tabla V-42 Comparativo de las abundancias dentro del SAD y el AP

Nombre científico	NOM-059	UICN	Abundancia relativa en SAR	Abundancia relativa en AP
<i>Agkistrodon russeolus</i>			1.942	
<i>Anolis sagrei</i>			34	66.667
<i>Basiliscus vittatus</i>		LC	0.971	
<i>Botrops asper</i>			0.971	
<i>Coluber mentovarius</i>		LC	0.971	
<i>Crocodylus moreletii</i>	Pr	LC	2.913	
<i>Ctenosaura similis</i>	A	LC	57.282	25.000
<i>Norops sagrei</i>			33.010	
<i>Oxybelis aeneus</i>			1.942	8.333

Respecto a los valores de diversidad obtenidos, se tiene que, dentro de la superficie de proyecto, la diversidad calculada es de 0.824, lo que es considerado como un valor relativamente bajo, mientras que, para el SAR, el valor obtenido es de 1.076, que si bien es también bajo, resulta mayor que en área de proyecto. Respecto a los valores de equidad, en el SAD se observa que las abundancias de las especies se encuentran distribuidas de una manera menos uniforme respecto a lo observado dentro de la superficie de proyecto al obtener valores de 0.517 y 0.750 respectivamente.

Es importante mencionar que para aquellas especies reportadas dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010, aunque no hayan sido observadas durante los muestreos en campo, se les prestará especial atención dentro del programa de rescate y alejamiento de fauna silvestre, principalmente debido a que son especies de menor movilidad en comparación con las aves y los mamíferos.

### Aves

Se observaron 79 especies de aves dentro del SAD y 7 dentro del área de proyecto. La especie *Leucophaeus atricilla* fue la que presentó la mayor abundancia registrada dentro del SAD con 329 avistamientos, seguida por *Tachycineta albilinea* con 183 individuos avistados.

Por otra parte, en el AP, las especies que presentan la mayor abundancia son *Icterus cucullatus*, *Pitangus sulphuratus* y *Cathartes aura*, todas ellas bien representadas dentro del SAR.

De las especies reportadas para el predio, ninguna se encuentra en alguna categoría de riesgo de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010. Por otra parte, en del SAD se registraron especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, particularmente águila negra mayor (*Buteo urubitinga*), zopilote sabanero (*Cathartes burrovianus*), huilota caribeña (*Zenaida aurita*) en la categoría de Sujetas a protección especial y al flamenco rojo (*Phoenicopterus ruber*) y cotara cuellirrufa o Rascón Cuello Canela (*Aramides axillaris*) se encuentran bajo la categoría de Amenazadas. Por otra parte, todas las especies reportadas se encuentran dentro de la categoría de Preocupación menor, de acuerdo con la Lista Roja de las Especies en Peligro de la UICN (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza), a excepción de la garza rojiza (*Egretta rufescens*) y el playero semipalmeado (*Calidris pusilla*), los cuales presentan la categoría de Casi amenazadas.

Tabla V-43 Comparativo de las abundancias dentro del SAD y el AP.

Nombre científico	NOM-059	UICN	Abundancia relativa en SAR	Abundancia relativa en AP
<i>Agelaius phoeniceus</i>		LC	0.568	
<i>Amazilia rutila</i>		LC	0.284	
<i>Amazilia candida</i>		LC	0.071	6.667
<i>Aramides axillaris</i>	A	LC	0.071	
<i>Ardea alba</i>		LC	0.674	
<i>Ardea herodias</i>		LC	0.248	
<i>Arenaria interpres</i>		LC	1.597	
<i>Basileuterus rufifrons</i>		LC	0.177	
<i>Bubulcus ibis**</i>		LC	1.490	
<i>Buteo urubitinga</i>	Pr	LC	0.071	
<i>Buteo plagiatus</i>		LC	0.035	
<i>Calidris alba</i>		LC	2.307	
<i>Calidris pusilla</i>		NT	3.194	
<i>Cardinalis cardinalis</i>		LC	0.106	
<i>Cathartes aura</i>		LC	0.355	20.000
<i>Cathartes burrovianus</i>	Pr	LC	0.035	
<i>Chaetura vauxi</i>		LC	0.674	

Nombre científico	NOM-059	UICN	Abundancia relativa en SAR	Abundancia relativa en AP
<i>Charadrius wilsonia</i>		LC	0.603	
<i>Chloroceryle americana</i>		LC	0.071	
<i>Chlorostilbon canivetii</i>		LC	0.177	6.667
<i>Columba livia</i>		LC	1.136	
<i>Columbina passerina</i>		LC	1.136	
<i>Columbina talpacoti</i>		LC	0.923	
<i>Coragyps atratus</i>		LC	4.081	
<i>Crotophaga sulcirostris</i>		LC	1.810	
<i>Cyanocorax yucatanicus</i>		LC	0.213	
<i>Dives dives</i>		LC	0.106	
<i>Dumetella carolinensis</i>		LC	0.071	
<i>Egretta caerulea</i>		LC	0.355	
<i>Egretta rufescens**</i>		NT	0.639	
<i>Egretta thula</i>		LC	0.248	
<i>Egretta tricolor</i>		LC	0.248	
<i>Eudocimus albus</i>		LC	1.100	
<i>Eumomota superciliosa</i>		LC	0.071	
<i>Fregata magnificens</i>		LC	3.478	
<i>Glaucidium brasilianum</i>		LC	0.035	
<i>Himantopus mexicanus</i>		LC	1.348	
<i>Icterus cucullatus</i>		LC	0.603	20.000
<i>Icterus spurius</i>		LC	0.035	
<i>Leucophaeus atricilla</i>		LC	11.675	
<i>Limnodromus griseus</i>		LC	2.058	
<i>Melanerpes aurifrons</i>		LC	0.497	
<i>Mimus gilvus</i>		LC	4.329	13.333
<i>Mniotilta varia</i>		LC	0.142	
<i>Molothrus aeneus</i>		LC	0.426	
<i>Molothrus bonariensis</i>		LC	2.981	
<i>Myiozetetes similis</i>		LC	0.426	
<i>Nyctanassa violacea</i>		LC	0.071	
<i>Ortalis vetula</i>		LC	0.142	13.333



Nombre científico	NOM-059	UICN	Abundancia relativa en SAR	Abundancia relativa en AP
<i>Pandion haliaetus</i>		LC	0.142	
<i>Parkesia noveboracensis</i>		LC	1.029	
<i>Passerina caerulea</i>		LC	0.106	
<i>Pelecanus erythrorhynchos</i>		LC	3.939	
<i>Pelecanus occidentalis</i>		LC	5.607	
<i>Phalacrocorax auritus</i>		LC	0.071	
<i>Phalacrocorax brasilianus</i>		LC	3.123	
<i>Phoenicopterus ruber</i>	A	LC	1.703	
<i>Pitangus sulphuratus</i>		LC	1.136	20.000
<i>Platalea ajaja</i>		LC	2.271	
<i>Psilorhinus morio</i>		LC	0.142	
<i>Quiscalus mexicanus</i>		LC	2.129	
<i>Rupornis magnirostris</i>		LC	0.035	
<i>Saltator coerulescens</i>		LC	0.071	
<i>Setophaga citrina</i>		LC	0.035	
<i>Setophaga palmarum</i>		LC	4.400	
<i>Setophaga petechia</i>		LC	1.703	
<i>Setophaga ruticilla</i>		LC	0.106	
<i>Setophaga virens</i>		LC	0.035	
<i>Streptopelia decaocto</i>		LC	1.313	
<i>Tachycineta albilinea</i>		LC	6.494	
<i>Thalasseus maximus</i>		LC	1.632	
<i>Thalasseus sandvicensis</i>		LC	1.632	
<i>Tringa flavipes</i>		LC	0.035	
<i>Tringa melanoleuca</i>		LC	1.916	
<i>Trogon melanocephalus</i>		LC	0.035	
<i>Turdus grayii</i>		LC	0.035	
<i>Tyrannus couchii</i>		LC	5.252	
<i>Tyrannus forficatus</i>		LC	0.071	
<i>Zenaida aurita</i>	Pr	LC	0.603	

Respecto a los valores de diversidad obtenidos, se define que dentro de la propiedad, la diversidad calculada implica un valor de diversidad medio con 1.864, mientras que para el SAR, el valor obtenido es de 3.586, considerado como un valor de diversidad relativamente alto. Respecto a los valores de equidad, en el SAR, se observa que las abundancias de las especies se encuentran distribuidas de una manera menos uniforme respecto a lo observado dentro de la superficie de proyecto al obtener valores de 0.821 y 0.958 respectivamente.

Es importante mencionar que este grupo faunístico será considerado dentro de las actividades de alejamiento de fauna del proyecto. En caso de que se tengan nidos el sitio serán protegidos hasta que los polluelos lo abandonen.

### **Mamíferos**

Se observaron 4 especies de mamíferos dentro del SAD y 2 dentro del área de proyecto, correspondiente a *Procyon lotor* con 3 individuos y *Felis catus* con 1 individuo. Por otra parte, dentro de la superficie del SAR, dicha especie es la que presenta la mayor cantidad de registros (57). Es importante mencionar que dicha especie se ha adaptado, como en otras partes del país y del mundo, a vivir en áreas urbanas, donde se pueden alimentar de basura. Se nos informó que con frecuencia los mapaches entran a las casas y patios en búsqueda de alimento. Por su parte, el gato doméstico, pese a que no forma parte como tal de la fauna nativa del SAD su presencia juega un papel importante, ya que la existencia de gatos ferales es un factor de riesgo importante para la fauna silvestre en particular para las aves y reptiles.

Es importante mencionar que las especies reportadas para el AP, así como las que se presentan en el SAR, ninguna se encuentra listada en alguna categoría de riesgo de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010 y, en cuanto al tlacuache tropical (*Didelphis marsupialis*), mapache (*Procyon lotor*) y la ardilla yucateca (*Ardilla yucatanensis*) se encuentran en la categoría de Preocupación menor, de acuerdo con la Lista Roja de las Especies en Peligro de la UICN (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza).

Tabla V-44 Comparativo de las abundancias dentro del SAD y el AP

Nombre científico	NOM-059	UICN	Abundancia relativa en SAR	Abundancia relativa en AP
<i>Artibeus sp</i>			11.765	
<i>Didelphis marsupialis</i>		LC	1.471	
<i>Felis catus</i>				25.000
<i>Procyon lotor</i>		LC	83.824	75.000
<i>Sciurus yucatanicus</i>		LC	2.941	

Es importante mencionar que para aquellas especies reportadas únicamente en SAD y que, en determinado momento pudieran presentarse en el AP, se les prestará especial atención durante la ejecución del programa de rescate y alejamiento de fauna silvestre.

Una vez conocidos los datos de diversidad dentro del predio, se llevó a cabo un análisis estadístico mediante la aplicación de la prueba T de student, mediante la cual se obtuvo lo siguiente:

### Anfibios

Tabla V-45 Valores de varianza obtenidos para anfibios

Predio				
Especie	Abundancia	f log f	f log f2	Varianza
<i>Incillus valliceps</i>	1	0.000	0.000	
<i>Scinax staufferi</i>	1	0.000	0.000	
	2	0.000	0.000	0.0000E+00
Región forestal (Isla Chica)				
Especie	Abundancia	f log f	f log f2	Varianza
<i>Incillus valliceps</i>	2	0.602	0.181	
<i>Scinax staufferi</i>	10	10.000	10.000	
<i>Rhinella marina</i>	1	0.000	0.000	
	13	10.602	10.181	9.0817E-03

A partir de los datos obtenidos de las varianzas en ambos escenarios, se obtuvo que:

Tabla V-46 Valores de T obtenidos para anfibios

S(H <sub>1</sub> -H <sub>2</sub> )	0.095
VALOR DE t <sub>cal</sub>	0.064
Grados de libertad	13.000
Valor de t <sub>crit</sub>	2.16

En conclusión, si el valor de t<sub>cal</sub> es menor al valor de t<sub>crit</sub> se acepta la hipótesis de que no existen diferencias significativas entre los valores de diversidad en ambas unidades de análisis, por lo tanto, se puede concluir que, estadísticamente, son igual de diversas. Sin embargo, con la finalidad de no comprometer la diversidad faunística o, en su caso, las poblaciones de las especies presentes, con las actividades del proyecto, se llevará a cabo un programa de alejamiento y rescate de fauna.

## Reptiles

Tabla V-47 Valores de varianza obtenidos para reptiles

Predio				
Especie	Abundancia	f log f	f log f2	Varianza
<i>Oxybelis aeneus</i>	1	0.000	0.000	
<i>Ctenosaura similis</i>	3	1.431	0.683	
<i>Anolis sagrei</i>	8	7.225	6.525	
	12	8.656	7.208	6.6911E-03
Región forestal (Isla Chica)				
Especie	Abundancia	f log f	f log f2	Varianza
<i>Crocodylus moreletii</i>	3	1.431	0.683	
<i>Ctenosaura similis</i>	59	104.480	185.019	
<i>Norops sagrei</i>	34	52.070	79.745	
<i>Coluber mentovarius</i>	1	0.000	0.000	
<i>Agkistrodon russeolus</i>	2	0.602	0.181	
<i>Oxybelis aeneus</i>	2	0.602	0.181	
<i>Basiliscus vittatus</i>	1	0.000	0.000	
<i>Botrops asper</i>	1	0.000	0.000	
	103	159.186	265.809	1.8652E-03

A partir de los datos obtenidos de las varianzas en ambos escenarios, se obtuvo que:

Tabla V-48 Valores de T obtenidos para reptiles

S(H <sub>1</sub> -H <sub>2</sub> )	0.093
VALOR DE t <sub>cal</sub>	2.726
Grados de libertad	19.447
Valor de t <sub>crit</sub>	2.052

En conclusión, si el valor de t<sub>cal</sub> es mayor o igual al valor de t<sub>crit</sub> se acepta la hipótesis de que la diferencia entre los valores de diversidad, en ambas unidades de análisis, es distinto lo que quiere decir que, para el grupo de los reptiles, el SAD es más diverso que el área donde se pretende la realización del proyecto. Sin embargo, con la finalidad de no comprometer la diversidad faunística o, en su caso, las poblaciones de las especies presentes, con las actividades del proyecto, se llevará a cabo un programa de alejamiento y rescate de fauna.

### Mamíferos

Tabla V-49 Valores de varianza obtenidos para mamíferos

Predio				
Especie	Abundancia	f log f	f log f2	Varianza
<i>Procyon lotor</i>	3	1.431	0.683	
<i>Felis catus</i>	1	0.000	0.000	
	4	1.431	0.683	1.0671E-02
Región forestal (Isla Chica)				
Especie	Abundancia	f log f	f log f2	Varianza
<i>Didelphis marsupialis</i>	1	0.000	0.000	
<i>Sciurus yucatanicus</i>	2	0.602	0.181	
<i>Procyon lotor</i>	57	100.085	175.737	
<i>Artibeus sp</i>	8	7.225	6.525	
	68	107.912	182.442	2.4207E-03

A partir de los datos obtenidos de las varianzas en ambos escenarios, se obtuvo que:

Tabla V-50 Valores de T obtenidos para mamíferos

S(H <sub>1</sub> -H <sub>2</sub> )	0.114
VALOR DE t <sub>cal</sub>	0.027
Grados de libertad	6.003
Valor de t <sub>crit</sub>	2.447

En conclusión, si el valor de  $t_{cal}$  es menor al valor de  $t_{crit}$  se acepta la hipótesis de que no existen diferencias significativas entre los valores de diversidad en ambas unidades de análisis, por lo tanto, se puede concluir que, estadísticamente, son igual de diversas, pese a que dentro del SAD la riqueza específica es mayor. Sin embargo, con la finalidad de no comprometer la diversidad faunística o, en su caso, las poblaciones de las especies presentes, con las actividades del proyecto, se llevará a cabo un programa de alejamiento y rescate de fauna.

## Aves

Tabla V-51 Valores de varianza obtenidos para aves

Predio				
Especie	Abundancia	f log f	f log f2	Varianza
<i>Icterus cucullatus</i>	3	1.431	0.683	
<i>Mimus gilvus</i>	2	0.602	0.181	
<i>Ortalis vetula</i>	2	0.602	0.181	
<i>Amazilia candida</i>	1	0.000	0.000	
<i>Chlorostilbon canivetii</i>	1	0.000	0.000	
<i>Pitangus sulphuratus</i>	3	1.431	0.683	
<i>Cathartes aura</i>	3	1.431	0.683	
	15	5.49821128	2.411	1.7597E-03
Región forestal (Isla Chica)				
Especie	Abundancia	f log f	f log f2	Varianza
<i>Agelaius phoeniceus</i>	16	19.266	23.198	
<i>Amazilia rutila</i>	8	7.225	6.525	
<i>Amazilia candida</i>	2	0.602	0.181	
<i>Aramides axillaris</i>	2	0.602	0.181	
<i>Ardea alba</i>	19	24.296	31.069	
<i>Ardea herodias</i>	7	5.916	4.999	
<i>Arenaria interpres</i>	45	74.395	122.990	
<i>Basileuterus rufifrons</i>	5	3.495	2.443	
<i>Bubulcus ibis**</i>	42	68.176	110.667	
<i>Buteo urubitinga</i>	2	0.602	0.181	
<i>Buteo plagiatus</i>	1	0.000	0.000	
<i>Calidris alba</i>	65	117.839	213.633	
<i>Calidris pusilla</i>	90	175.882	343.716	
<i>Cardinalis cardinalis</i>	3	1.431	0.683	
<i>Cathartes aura</i>	10	10.000	10.000	
<i>Cathartes burrovianus</i>	1	0.000	0.000	
<i>Chaetura vauxi</i>	19	24.296	31.069	
<i>Charadrius wilsonia</i>	17	20.918	25.738	

<i>Chloroceryle americana</i>	2	0.602	0.181	
<i>Chlorostilbon canivetii</i>	5	3.495	2.443	
<i>Columba livia</i>	32	48.165	72.495	
<i>Columbina passerina</i>	32	48.165	72.495	
<i>Columbina talpacoti</i>	26	36.789	52.056	
<i>Coragyps atratus</i>	115	236.980	488.345	
<i>Crotophaga sulcirostris</i>	51	87.086	148.706	
<i>Cyanocorax yucatanicus</i>	6	4.669	3.633	
<i>Dives dives</i>	3	1.431	0.683	
<i>Dumetella carolinensis</i>	2	0.602	0.181	
<i>Egretta caerulea</i>	10	10.000	10.000	
<i>Egretta rufescens**</i>	18	22.595	28.363	
<i>Egretta thula</i>	7	5.916	4.999	
<i>Egretta tricolor</i>	7	5.916	4.999	
<i>Eudocimus albus</i>	31	46.232	68.949	
<i>Eumomota superciliosa</i>	2	0.602	0.181	
<i>Fregata magnificens</i>	98	195.140	388.568	
<i>Glaucidium brasilianum</i>	1	0.000	0.000	
<i>Himantopus mexicanus</i>	38	60.032	94.837	
<i>Icterus cucullatus</i>	17	20.918	25.738	
<i>Icterus spurius</i>	1	0.000	0.000	
<i>Leucophaeus atricilla</i>	329	828.157	2084.635	
<i>Limnodromus griseus</i>	58	102.279	180.361	
<i>Melanerpes aurifrons</i>	14	16.046	18.391	
<i>Mimus gilvus</i>	122	254.536	531.053	
<i>Mniotilta varia</i>	4	2.408	1.450	
<i>Molothrus aeneus</i>	12	12.950	13.976	
<i>Molothrus bonariensis</i>	84	161.639	311.039	
<i>Myiozetetes similis</i>	12	12.950	13.976	
<i>Nyctanassa violacea</i>	2	0.602	0.181	
<i>Ortalis vetula</i>	4	2.408	1.450	
<i>Pandion haliaetus</i>	4	2.408	1.450	
<i>Parkesia noveboracensis</i>	29	42.410	62.020	
<i>Passerina caerulea</i>	3	1.431	0.683	
<i>Pelecanus erythrorhynchos</i>	111	227.031	464.351	
<i>Pelecanus occidentalis</i>	158	347.388	763.787	
<i>Phalacrocorax auritus</i>	2	0.602	0.181	
<i>Phalacrocorax brasilianus</i>	88	171.114	332.729	
<i>Phoenicopterus ruber</i>	48	80.700	135.675	
<i>Pitangus sulphuratus</i>	32	48.165	72.495	
<i>Platalea ajaja</i>	64	115.596	208.786	



<i>Psilorhinus morio</i>	4	2.408	1.450	
<i>Quiscalus mexicanus</i>	60	106.689	189.709	
<i>Rupornis magnirostris</i>	1	0.000	0.000	
<i>Saltator coerulescens</i>	2	0.602	0.181	
<i>Setophaga citrina</i>	1	0.000	0.000	
<i>Setophaga palmarum</i>	124	259.584	543.419	
<i>Setophaga petechia</i>	48	80.700	135.675	
<i>Setophaga ruticilla</i>	3	1.431	0.683	
<i>Setophaga virens</i>	1	0.000	0.000	
<i>Streptopelia decaocto</i>	37	58.023	90.992	
<i>Tachycineta albilinea</i>	183	414.029	936.719	
<i>Thalasseus maximus</i>	46	76.487	127.179	
<i>Thalasseus sandvicensis</i>	46	76.487	127.179	
<i>Tringa flavipes</i>	1	0.000	0.000	
<i>Tringa melanoleuca</i>	54	93.549	162.064	
<i>Trogon melanocephalus</i>	1	0.000	0.000	
<i>Turdus grayii</i>	1	0.000	0.000	
<i>Tyrannus couchii</i>	148	321.199	697.085	
<i>Tyrannus forficatus</i>	2	0.602	0.181	
<i>Zenaida aurita</i>	17	20.918	25.738	
	2818	5333.804	10632.053	6.7551E-05

A partir de los datos obtenidos de las varianzas en ambos escenarios, se obtuvo que:

Tabla V-52 Valores de T obtenidos para aves

$S(H_1-H_2)$	0.043
VALOR DE $t_{cal}$	40.273
Grados de libertad	16.174
Valor de $t_{crit}$	2.12

En conclusión, si el valor de  $t_{cal}$  es mayor o igual al valor de  $t_{crit}$  se acepta la hipótesis de que la diferencia entre los valores de diversidad en ambas unidades de análisis es significativa, lo que quiere decir que, para el grupo de las aves, el SAD es más diverso que el área donde se pretende la realización del proyecto, lo cual resulta evidente debido a la cantidad de especies reportadas en el SAR, en comparación con el agua del proyecto. Sin embargo, con la finalidad de no comprometer la diversidad faunística o, en su caso, las poblaciones de las especies presentes, con las actividades del proyecto, se llevará a cabo un programa de alejamiento y rescate de fauna.

Al analizar la diversidad se observa que no existen especies que únicamente se encuentran reportadas dentro del AP, sin embargo, al ejecutar el programa de rescate y reubicación anexo a este estudio, así como el alejamiento, se evita poner en riesgo a las especies que, en determinado momento, pudieran presentarse en la superficie de proyecto, en especial aquellas que se encuentra en la NOM-059-SEMARNAT-2010. Con la implementación de las medidas de mitigación durante las etapas de desmonte y despalme la afectación se minimiza, por lo que se espera que cualquier efecto negativo generado hacia la fauna silvestre se puede mitigar y, en algunos casos, anular. Es por ello que se concluye que, con el proyecto, no se comprometerá la diversidad faunística del Sistema Ambiental Delimitado.

## VI ESTRATEGIAS PARA LA PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL DELIMITADO

---

### VI.1 DESCRIPCIÓN DE LA ESTRATEGIA O SISTEMA DE MEDIDAS DE MITIGACIÓN

#### VI.1.1 Marco conceptual

Las formas de prevenir, mitigar y corregir los impactos ambientales negativos derivados de la actuación que se pretende han sido consideradas por cada fase que involucra este proceso. En todas ellas se incorporan elementos que permiten la reducción de riesgos.

Las medidas de prevención, mitigación y compensación serán dirigidas hacia los agentes causales de impacto con el objeto único de orientar acciones hacia el medio receptor para incrementar su homeostasis y resiliencia o bien para paliar los efectos de la intervención una vez producidos (Gómez Orea, 2003).

Dichas medidas se aplican de acuerdo a su carácter e importancia en relación con el impacto y se definen de la siguiente manera:

**Preventiva (P):** Conjunto de actividades o disposiciones anticipadas, para suprimir o reducir los impactos negativos que pudieran causarse hacia un determinado recurso o atributo ambiental.

**Mitigación (M):** Conjunto de acciones propuestas para reducir o atenuar los impactos ambientales negativos.

**Compensación (C):** Conjunto de acciones que compensan los impactos ambientales negativos, de ser posible con medidas de forestación o con acciones de la misma naturaleza (v.gr. Reforestación, creación de zonas verdes con vegetación rescatada, compensación por contaminación).

En el presente capítulo se plantean las medidas orientadas a reducir oportunamente los impactos negativos, con lo que se asume que:

- a) evitar completamente el impacto al no desarrollar una determinada acción;
- b) disminuir impactos al limitar el grado o magnitud de la acción y su implementación
- c) rectificar el impacto al reparar, rehabilitar o restituir la calidad ambiental al factor afectado; y
- d) reducir o eliminar el impacto con operaciones de conservación y mantenimiento.

### **VI.1.2 Criterios para la adopción de medidas**

La adopción de las medidas de los impactos potenciales identificados versa sobre los siguientes criterios:

- Viabilidad técnica contextualizada en las condiciones ambientales del entorno en el que ocurre la actuación.
- Eficacia o capacidad estimada de la medida para cubrir los objetivos que se pretenden.
- Eficiencia, o relación existente entre los objetivos que consigue y los medios necesarios para conseguirlos.
- Viabilidad económica de las medidas en el contexto de los costos de la actuación.
- Aptitud de implementación, mantenimiento, seguimiento y control.
- Sinergia y búsqueda de reforzamiento entre sí de las medidas adoptadas.

De la valoración realizada en el capítulo V del presente documento se desprende que, derivado de la preparación, construcción y operación que se pretenden, no se causarán impactos ambientales que pongan en riesgo especies o poblaciones silvestres, no se desarrollarán actividades que pudieran poner en riesgo la continuidad de procesos ecológicos en el humedal, la salud humana o la integridad funcional de los ecosistemas o de los ensambles naturales próximos al sitio de intervención.

De los impactos previstos se determinó que ninguno es negativo severo valorándose éstos como negativos muy bajos y moderados. Para estos impactos las medidas correctoras, de mitigación, prevención y compensación habrán de ser programadas, aplicadas, documentadas y evaluadas con el objeto de estar en condición objetiva de demostrar que las predicciones inferidas, el seguimiento, así como su eficacia son acertadas.

Así, como resultado de la aplicación de las técnicas de identificación y evaluación de impactos ambientales desarrollada en el capítulo anterior, se obtuvieron y señalaron los impactos acumulativos y residuales en el contexto del SAR, o que derivan en efectos adversos; éstos sirvieron de base para analizar y proponer medidas de prevención, mitigación, y compensación.

Tabla VI-1 Impactos ambientales adversos y medidas de control

IMPACTOS AMBIENTALES ADVERSOS IDENTIFICADOS Y MEDIDAS ADOPTADAS		
Impacto	Clasificación del impacto	Medida que se adopta
<p><b>Impacto ambiental 1.</b> Modificación de las propiedades fisicoquímicas del suelo por la pérdida de la cubierta vegetal, el derrame de combustibles, lubricantes y dispersión de residuos (ADVERSO).</p>	Negativo Despreciable (-20)	<p>Prevención. Se minimiza la posibilidad de ocurrencia de derrames, se contienen y acopian los residuos por clase y tipo.</p> <p>Restauración. Se restablecen las condiciones del suelo en caso de afectación a través de medidas específicas como recolección total y saneamiento.</p>
<p><b>Impacto ambiental 2.</b> Disminución de la abundancia individual y riqueza de especies botánicas por el cambio de uso de suelo en 0.1 ha de vegetación. (ADVERSO).</p>	Negativo Moderado (-37)	<p>Prevención. Se evitan afectaciones a la vegetación fuera de las áreas de intervención.</p> <p>Mitigación Se ejecuta un programa de rescate y reubicación que permite proteger individuos.</p> <p>Restauración. Se reforestan y enriquece el ensamble botánico en 0.3 ha en las áreas de conservación del proyecto con vegetación nativa propia de duna costera.</p>
<p><b>Impacto ambiental 3.</b> Disminución de la abundancia individual y riqueza de especies zoológicas por el cambio de uso de suelo en 0.1 ha de vegetación. (ADVERSO).</p>	Negativo Moderado (-31)	<p>Prevención. Se evitan afectaciones a la vegetación fuera de las áreas de intervención.</p> <p>Mitigación. Se ejecuta un programa de rescate y reubicación de fauna silvestre con</p>

IMPACTOS AMBIENTALES ADVERSOS IDENTIFICADOS Y MEDIDAS ADOPTADAS		
Impacto	Clasificación del impacto	Medida que se adopta
		<p>enfoque particular sobre individuos de lento desplazamiento. Restauración. Se reforestan y enriquece el ensamble botánico en 0.3 ha en las áreas de conservación del proyecto con vegetación nativa propia de duna costera.</p>
<p><b>Impacto ambiental 4.</b> Afectación a individuos de especies zoológicas protegidas por la NOM-059-SEMARNAT 2010 al realizarse el cambio de uso de suelo en 0.1 ha de vegetación. (ADVERSO).</p>	Negativo Moderado (-37)	<p>Prevención. Se evitan afectaciones a la vegetación fuera de las áreas de intervención. Mitigación. Se ejecuta un programa de rescate y reubicación con enfoque particular sobre individuos de especies protegidas. Restauración. Se reforestan y enriquece el ensamble botánico en 0.3 ha en las áreas de conservación del proyecto con vegetación nativa propia de duna costera.</p>
<p><b>Impacto ambiental 5.</b> Aportación del proyecto a la economía local (BENÉFICO).</p>	Positivo Moderado (37)	No requiere medidas
<p><b>Impacto ambiental 6.</b> Modificación de cualidades estético paisajísticas (ADVERSO)</p>	Negativo Moderado (-35)	<p>Prevención. Se evitan afectaciones fuera de las áreas de intervención. Por ningún motivo se realizan actividades fuera del polígono predial.</p>

IMPACTOS AMBIENTALES ADVERSOS IDENTIFICADOS Y MEDIDAS ADOPTADAS		
Impacto	Clasificación del impacto	Medida que se adopta
		Restauración. Se reforestan y enriquece el ensamble botánico en 0.3 ha en las áreas de conservación del proyecto con vegetación nativa propia de duna costera.

**VI.1.3 Medida de compensación en beneficio del humedal. Especificación 4.43. NOM-022-SEMARNAT-2003**

Adicionalmente a lo anterior, se tiene que la promovente asume el postulado de la especificación 4.43 de la Norma Oficial Mexicana NOM-022-SEMARNAT-2003<sup>51</sup> que indica lo siguiente:

**4.43.** *La prohibición de obras y actividades estipuladas en los numerales 4.4 y 4.22 y los límites establecidos en los numerales 4.14 y 4.16 podrán exceptuarse siempre que en el informe preventivo o en la manifestación de impacto ambiental, según sea el caso se establezcan medidas de compensación en beneficio de los humedales y se obtenga la autorización de cambio de uso de suelo correspondiente.*

Si bien la actuación no se vincula *sensu stricto* con el numeral 4.16 que se refiere a una colindancia de 100 m, se tiene, como se expuso en el Capítulo IV de este documento que todas las actuaciones en la Isla Chica de Holbox ocurren dentro del humedal. No obstante, ha de plantearse que sí se rebasa el límite relativo a la presencia del predio y su distancia con un manglar cercano por lo que se propone, como medida de compensación en beneficio del humedal, la formación y forestación de islas de manglar con una superficie de 0.25 hectáreas, poniendo a disposición de la comisión de áreas naturales protegidas las siguientes posibles ubicaciones:

<sup>51</sup> Acuerdo que adiciona la especificación 4.43 a la Norma Oficial Mexicana NOM-022-SEMARNAT-2003, publicado en el Diario Oficial de la Federación el día 7 de mayo de 2004.





Imagen VI-1 Ubicaciones con potencial para la formación de isletas de manglar. El proyecto participará en la formación y forestación de 0.25 ha (2,500 m<sup>2</sup>) en sitios aptos para su desarrollo.

La recuperación se define como una serie de actividades que intentan rescatar o rehabilitar la salud, la integridad y la sustentabilidad de un ecosistema (Moreno-Casasola, 2009<sup>52</sup>). La recuperación de un ambiente natural parte del postulado de Gauss, que dice: “dentro de una comunidad en equilibrio los procesos evolutivos, y en particular la selección natural, llevará a que las especies ocupen diferentes nichos. De esta manera se evitaría la exclusión competitiva y en consecuencia la extinción de las especies menos competentes.” Cuando ha ocurrido un disturbio o perturbación, la desaparición de la cobertura vegetal iniciará un proceso de colonización de los espacios vacíos por especies muy competitivas, que en forma sucesiva irán modificando las condiciones ambientales (bióticas y abióticas) lo que podría ayudar al establecimiento de las especies originales o de especies nuevas. Este proceso se denomina sucesión ecológica, es un proceso de cambio direccional en la vegetación que puede llevar a cambios en la composición de una comunidad (Begon y Townsend, 1990<sup>53</sup>). En consecuencia, la recuperación de un ecosistema es en sentido a su trayectoria histórica,

<sup>52</sup> Moreno-Casasola P. y B. Warner. Eds. 2009. Breviario para describir, observar y manejar humedales. Serie Costa Sustentable no 1. RAMSAR, Instituto de Ecología A.C., CONANP, US Fish and Wildlife Service, US State Department. Xalapa, Ver. México. 406 pp.

<sup>53</sup> Begon, M., Harper, J.L. & Townsend, C.R. 1990. Ecology: Individuals, Populations and Communities. Blackwell Scientific Publications, Oxford.

pero probablemente no a su estado inicial. De acuerdo a Bradshaw (1997a)<sup>54</sup> cuando un ecosistema no llega a recuperar su estado original pero sí recupera parte de su estructura y función, se dice que el ecosistema se ha rehabilitado.

Los manglares son ecosistemas que se caracterizan por tres condiciones interrelacionadas (CONABIO, 2008; CONABIO, 2009):

- Presencia de agua que inunda la superficie del suelo o que la satura.
- Modificaciones físicas y químicas (hidromorfo) del suelo por las inundaciones.
- Presencia de vegetación acuática y subacuática.

Los manglares, y en particular los humedales, son áreas de transición entre la tierra y los sistemas acuáticos, el agua interactúa con la tierra, controla el ambiente y determina las características de la flora y fauna asociada a estos ecosistemas.

Una de las principales características de los humedales es que los suelos permanecen inundados o saturados de agua durante cierto tiempo, esto produce condiciones anaeróbicas (Moreno-Casasola, 2009 *op.cit.*) que inhiben el ciclo de los ácidos tricarbónicos y de la respiración (Sánchez-Guillén, 1996)<sup>55</sup>. Se ha observado que el nivel de inundación o saturación del suelo afecta el desarrollo de las especies vegetales hidrófitas (acuáticas y subacuáticas) y sobre todo en las especies facultativas (Flores-Verdugo et al., 2007; López-Barrera et al., 2005; Moreno-Casasola, 2009; Sánchez-García, 2013).

Según Flores-Verdugo et al. (2007)<sup>56</sup> y Benítez-Pardo (2007)<sup>57</sup> los factores más importantes para la recuperación de un humedal y un manglar costero son el perfil topográfico y el hidropériodo. El primero se refiere a la distribución espacial de los tipos de manglar, el segundo de las inundaciones, la intensidad de las mareas y el flujo de agua dulce. La topografía y el hidropériodo tienen efectos sobre las condiciones de salinidad, concentración de oxígeno, turbidez, potencial Redox (óxido-reducción), entre otros del manglar (Flores-Verdugo et al., 2007; Moreno-Casasola, 2009).

---

<sup>54</sup> Bradshaw, A.D. (1997a). What do we mean by restoration? In *Restoration Ecology and Sustainable Development*, eds. K. M. Urbanska, N.R. Webb & P.J. Edwards, pp. 8–16. Cambridge: Cambridge University Press.

<sup>55</sup> Sánchez-Guillén I. y J. Alvarez-Sánchez. 1996. Root productivity in a lowland tropical rain forest in Mexico. *Vegetatio* 123: 109-115.

<sup>56</sup> Flores Verdugo, Francisco et al. La topografía y el hidropériodo: dos factores que condicionan la restauración de los humedales costeros. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*, 2007.

<sup>57</sup> Benítez-Pardo D. 2003. Creación de Áreas de Manglares en Islas de Dragados como Apoyo Potencial a las Pesquerías en la Bahía de Navachiste, Sinaloa, México. Universidad Autónoma de Sinaloa y Comisión Nacional de Pesca y Acuicultura, Mazatlán.

#### VI.1.4 Objetivos

- Establecer medidas concretas de compensación en beneficio de los humedales de Isla Chica de Holbox dando cumplimiento a lo establecido por la especificación 4.43 de la NOM-022-SEMARNAT-2003.
- Formar una nueva superficie, en el ámbito lagunar del Sistema Ambiental Delimitado, con una cobertura de 0.25 ha de manglar.
- Establecer una plantación inducida, en isletas, de mangle rojo (*Rhizophora mangle*) y mangle negro (*Avicennia germinans*) en el ámbito lagunar del Sistema Ambiental Delimitado (Unidad de Paisaje Yalahau) en las áreas propuestas u otras definidas por la Dirección del Área Natural Protegida.
- Evaluar el desarrollo de la plantación.

#### Metas

- Ampliar la cobertura de manglar en el Sistema Ambiental Delimitado en 0.25 ha mediante islas formadas en aguas someras que admitan la proliferación de mangle rojo (*Rhizophora mangle*) y mangle negro (*Avicennia germinans*).
- Confirmar, en el tiempo, el desarrollo e instalación del manglar inducido a través de evaluación (física, sanitaria y estructural).

#### Método

Las isletas se conformarán en círculos o rectángulos delimitados por un tablestacado de madera sin tratamiento a efecto de que, con el tiempo, se deteriore y sea incorporada. Los espacios se llenarán, hasta el nivel de pleamar máxima, con sustrato obtenido del fondo lagunar en sitios que lo admitan y no presenten pastos marinos.

Las superficies de plantación podrán ser circulares, rectangulares o irregulares, pero siempre conformando 50 m<sup>2</sup> a efecto de asegurar su control y seguimiento. Los espacios serán preparados a modo de chinampa, en la cual se valorará la salinidad intersticial y el hidroperíodo previo a la plantación.



Imagen VI-2 Chinampa para manglar. Reforestación humedales de Veracruz. (Foro Israel López)

Una vez que se tengan las superficies de siembra, se recolectarán, con la autorización correspondiente emitida por la Dirección General de Vida Silvestre, propágulos de al menos 25 individuos de cada especie elegida a fin de asegurar la diversidad genética de la plantación.

### **Indicadores**

Los indicadores para la formación y forestación de isletas de manglar se plantean en función de la cantidad, cobertura y densidad, de las especies de interés los indicadores a estimar serán (Moreno-Casasola, 2009):

- Indicador del hidropériodo: tiempo, profundidad y frecuencia de inundación.
- Indicadores de la formación de la estructura: porcentaje de supervivencia de plantas introducidas, regeneración natural de especies nativas (densidad de plántulas), porcentaje de cobertura por especies nativas seleccionadas (dominancia, estructura de la comunidad).
- Indicadores de la recuperación de la función ecológica del ecosistema: abundancia de crustáceos, insectos, peces, anfibios y aves.

Esta propuesta es relevante porque atiende los requerimientos legales derivados de la NOM-022-SEMARNAT-2003, en particular la especificación 4.43. Adicionalmente, destaca que la medida, más allá del cumplimiento normativo, se dirige al incremento de la cobertura de manglar en el SAR. Este aumento en 0.25 ha implica mayor cobertura de especies en riesgo, hábitat para fauna silvestre y espacios apropiados para el alevinaje, todos ellos servicios ambientales de alta relevancia y los cuales hoy en día están reducidos o amenazados en el espacio analizado.

La situación descrita que corresponde a una propuesta conceptual se dirigirá al responsable de la ejecución para las definiciones finales.

#### **VI.1.5 Criterios generales para la gestión del impacto ambiental**

En función de las valoraciones realizadas y de la calidad ambiental existente en el medio circundante, se estima que no se generarán impactos graves al sistema natural, al subsistema perceptual ni al socio económico. Sin embargo, se requiere de la implementación de medidas preventivas, de mitigación y compensadoras, así como su correspondiente documentación durante el periodo de actuación para estar en condición objetiva de demostrar que las predicciones inferidas, así como la eficacia de las medidas propuestas para el proyecto, son acertadas.

De manera previa a la iniciación de las obras, se elaborarán documentos y señales relativos a las buenas prácticas ambientales que han de ser observadas por todos los participantes en la construcción del proyecto; al menos se enunciarán los siguientes lineamientos:

- La obra deberá estar limpia y ordenada en todo momento.
- No tirar desperdicios o basura al suelo, cuidar el orden general de las instalaciones, recoger lo que se vea fuera de sitio o que implique riesgos.
- No levantar polvo ni hacer ruidos innecesarios.
- Circular y mover equipo y máquinas exclusivamente dentro de los límites de la obra.
- Situar las instalaciones de apoyo en los espacios, preferentemente sin vegetación, que serán destinados para ello a fin de proteger el suelo y su cubierta vegetal.
- Reducir la cantidad de residuos. Todo elemento que se pueda reutilizar o reciclar deberá serlo, evitando su prematura eliminación o vertido en todos los casos posibles. Prolongar su vida y su uso tanto como sea cualitativa y económicamente viable.
- No mezclar los residuos. Éstos deberán ser depositarlos, por su clase y tipo, en los contenedores dispuestos para ello; esto servirá para facilitar la recuperación o el reciclado y para evitar un aumento de su peligrosidad o dificultad en su tratamiento.
- La reparación de máquinas y equipo que funcione con combustibles de origen fósil deberá hacerse en taller siempre, a efecto de evitar vertidos accidentales al suelo. Si fuese necesario e imponderable realizarlo en la obra, asegurar que se eviten vertidos.



- No está permitido hacer fogatas ni incinerar desperdicios. En particular no se deben de quemar plásticos ya que su combustión genera gases altamente tóxicos y peligrosos.
- La ubicación de los elementos auxiliares temporales como almacenes de materiales, instalaciones provisionales, almacenes de residuos entre otros, se realizará en los lugares que serán posteriormente utilizados por infraestructura del proyecto. No se admiten fuera de los polígonos de actuación.
- La gerencia del proyecto gestionará los residuos de acuerdo con la normativa vigente para restos de aceites, combustibles, polvos finos y otros sólidos procedentes de las zonas de obra, de tal manera que, en ningún caso, se dispersen en la zona de trabajo o fuera del predio.
- Como norma general, se extremará el cuidado para evitar los daños accidentales que pueda producir la maquinaria a la vegetación existente en las zonas adyacentes a las obras; en este sentido, los ejemplares o zonas de vegetación que pudieran ser afectados por accidentes de los maquinistas se rodearán con un cercado o delimitación que asegure la salvaguardia tanto de la parte aérea como de las raíces.

Siendo que la operación de obras implica la potencial afectación a la fauna silvestre, se emiten criterios de trabajo para minimizar y, en lo posible, evitar afectaciones sobre la fauna con los siguientes objetivos:

- Establecer prácticas necesarias y adecuadas para realizar el rescate en caso de presentarse organismos de lento desplazamiento.
- Establecer prácticas adecuadas para ahuyentar temporalmente a la fauna silvestre que se encuentre presente en el área del proyecto.
- Identificar sitios que pueden ser usados para liberar la fauna silvestre rescatada en caso de que se presente la situación.

La ejecución de las medidas incluidas en el proyecto ejecutivo se programará dentro del Plan de Obra, teniendo en cuenta:

- Que la integración ambiental no es un tema menor ni está subordinado a la funcionalidad de la obra.
- En consecuencia, las medidas de integración deben programarse en igualdad con el resto de las operaciones constructivas.

Todas las medidas irán presupuestadas en la misma forma que el conjunto del proyecto. La única peculiaridad estriba en prever un periodo de tiempo hasta su total implantación.

## **VI.2 PROGRAMA DE MANEJO AMBIENTAL**

Se presenta a continuación el Programa de Manejo Ambiental (PMA) que incluye los aspectos relacionados con impactos ambientales cuya ocurrencia fue prevista en el capítulo V de este documento.

El PMA es un documento, a modo de manual, que permite el seguimiento ambiental de las obras y actividades asociadas al proyecto que se evalúa siendo su objetivo primordial asegurar la efectividad de las medidas propuestas y, si fuera el caso, modificarlas, corregirlas o articularlas con otras estrategias para maximizar la integración ambiental del proyecto. Consta de 5 subprogramas: 1.- Supervisión Ambiental, 2.- Gestión de residuos y protección de suelos, 3.- Manejo, protección y Reubicación de Flora Silvestre, 4.- Reforestación en predio, 5.- Rescate y protección de fauna, 6.- Monitoreo de la formación y forestación de isletas de manglar.

Así, el PMA tiene por objetivo determinar la evolución de los componentes ambientales una vez realizada la aplicación de las acciones que mitigarán, prevendrán o compensarán las afectaciones ocasionadas por el desarrollo del proyecto y, particularmente lo siguiente:

- Asegurar la correcta aplicación de las medidas de mitigación, prevención y compensación establecidas tanto en la autorización que eventualmente se emita y las propuestas en esta MIA-P.
- Realizar el monitoreo de las medidas aplicadas con el fin de asegurar su éxito.
- Identificar y corregir posibles desviaciones de las variables bajo control, una vez aplicadas las medidas de mitigación, prevención y compensación.

El cumplimiento del PMA habrá de concretarse a través de la ejecución de los Subprogramas que lo integran los cuales presentan medidas particulares vinculadas a los impactos ambientales previstos para el proyecto mismas que, a efecto de permitir su valoración y seguimiento, se han asociado a indicadores de desempeño y eficiencia de manera que, en caso de que se presenten desviaciones negativas, puedan ser corregidas y reorientadas. A continuación, se presentan los Subprogramas que conforman el PMA propuestos para el control ambiental del proyecto.



### **VI.2.1.1 Subprograma de Supervisión ambiental.**

El Subprograma de Supervisión Ambiental es el mecanismo mediante el cual la promovente asume la responsabilidad de vigilar el cumplimiento de la normativa ambiental, de las medidas propuestas en este estudio de impacto ambiental y las establecidas en la resolución emitida por la autoridad. Establece las acciones a seguir para verificar el avance de las actividades del proyecto y el cumplimiento de las medidas, términos y condicionantes a la vez que permite evaluar las medidas que se lleven a cabo durante las diferentes etapas, identificar impactos ambientales no previstos y proponer las medidas correctivas adicionales que, en su caso, sean necesarias.

#### **Objetivo General**

- Verificar y supervisar el cumplimiento de las disposiciones en materia ambiental de aquellas obras y actividades que puedan producir el deterioro al ambiente.

#### **Objetivos Particulares**

- Verificar la correcta ejecución de las medidas ambientales propuestas en el estudio de impacto ambiental y en la autorización de impacto ambiental para las distintas etapas del proyecto.
- Comprobar el correcto cumplimiento de los aspectos ambientales contenidos en las especificaciones del proyecto y en la autorización de impacto ambiental.
- Controlar la evolución de los impactos previstos y la eficacia de las medidas propuestas, a través del control de los valores alcanzados por los indicadores ambientales propuestos.
- Controlar la evolución de los impactos o la aparición de otros no previstos y proponer las medidas de control pertinentes.
- Garantizar el cumplimiento de la normativa ambiental vigente relacionada con el proyecto.
- Garantizar la conservación de la calidad ambiental del área de influencia del proyecto.

El responsable ambiental del proyecto deberá de:

- Coordinar, supervisar, organizar y planificar todas y cada una de las acciones que se requieran realizar durante las etapas de preparación del sitio y construcción.

- Vigilar que, en todo momento, se cumpla con las acciones de prevención, mitigación y compensación ambiental emanadas de la autorización otorgada.
- Coordinar la elaboración de los reportes del seguimiento ambiental del proyecto, en los términos establecidos en la autorización de impacto ambiental emitida por la autoridad.
- Vigilar que se entreguen de manera oportuna los reportes y bitácoras que, en su caso, solicite la autoridad ambiental en la autorización otorgada.

#### VI.2.1.2 Informes de Supervisión ambiental.

Los informes que se elaboren deberán contener, por lo menos, lo siguiente:

- Introducción
- Antecedentes
- Aspectos técnicos
- Resultados obtenidos.
- Análisis espacial y temporal de los resultados (En el caso de presentarse impactos no previstos, deberán ser analizados en este apartado; asimismo, de presentarse, deberán ser analizadas las desviaciones de las variables bajo control, una vez aplicadas las medidas de mitigación, prevención y compensación).
- Discusión sobre el seguimiento realizado al PMA, como a las condicionantes establecidas en la autorización en materia de impacto ambiental.
- Conclusiones y recomendaciones

Los indicadores de seguimiento que mínimamente debe atender este programa son los siguientes.

Tabla VI-2 Indicadores de Seguimiento - Supervisión Ambiental.

Indicador de Seguimiento	Eficiencia de la medida
$c = \left(\frac{j}{t}\right) \times 100$ <p>En donde:                      c = cumplimiento de las medidas establecidas                      j = Número de medidas cumplidas                      t = Número total de medidas establecidas</p>	$c = 100\%$

Una vez que el proyecto sea puesto en marcha, junto con la supervisión ambiental del mismo se podrán obtener otros índices que demostrarán el nivel de cumplimiento ambiental durante las diferentes etapas del proyecto, a través del siguiente cálculo:

En donde:

ICA= Índice de Cumplimiento Ambiental

x = número de criterio de evaluación de la medida i, durante la actividad j

i = medida

j = actividad

X = número total de evaluaciones por período (de acuerdo al criterio)

Los indicadores de desempeño miden el logro de los objetivos de programas o actividades que reflejan el cumplimiento de la misión y las metas del proyecto. En este caso, para determinar el desempeño ambiental del proyecto se propone utilizar el promedio de las valoraciones dadas a las diferentes medidas a implementar, durante una actividad determinada por la etapa del proyecto. Los resultados de este indicador serán útiles en cualquier momento a lo largo del desarrollo de la construcción y operación del proyecto en cuestión, para ello se hará uso del siguiente cálculo:

$$IDA = \frac{ICA_{ij}}{M}$$

En donde:

IDA= Índice de Desempeño Ambiental

i = medida

j = actividad

M = número de medidas totales del proyecto

### **VI.2.1.3 Subprograma de gestión de residuos y protección de suelos**

Los residuos sólidos generados en la etapa de preparación del sitio serán producto de las actividades de remoción de vegetación por desbroce se propone que sean triturados y utilizados para la preparación de sustrato asociado con el suelo rescatado el cual podrá ser utilizado en el vivero y después para enriquecer el suelo en las áreas verdes proyectadas. Durante la etapa de construcción del proyecto se generarán residuos sólidos urbanos y residuos de manejo especial y en menor proporción residuos peligrosos.

Con el fin de elaborar el presente Subprograma se partió de una caracterización de los posibles residuos que se puedan generar, agrupándolos de acuerdo a sus características:

Residuos Sólidos Urbanos (RSU), Residuos de Manejo Especial (RME) y Residuos Peligrosos (RP) definiendo el manejo y disposición para cada uno de ellos.

Los residuos deberán de gestionarse y acopiarse, por clase y tipo, en un área específica de almacenamiento asegurando que éstos no se mezclarán de manera que se esté en cumplimiento de las condiciones básicas señaladas en el artículo 82 del Reglamento de la Ley General Para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos.

#### **VI.2.1.4 Residuos sólidos urbanos (RSU)**

De Acuerdo a la LGPGIR, los RSU son *“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; los residuos que provienen de cualquier otra actividad dentro de establecimientos o en la vía pública que genere residuos con características domiciliarias, y los resultantes de la limpieza de las vías y lugares públicos, siempre que no sean considerados por esta Ley como residuos de otra índole;”*

Estos residuos se sub-clasifican en orgánicos e inorgánicos con objeto de facilitar su separación primaria y secundaria.

La separación de los residuos en orgánicos e inorgánicos trae consigo los siguientes beneficios:

- Incrementa el acopio de desperdicios reciclables, al facilitar la tarea de selección de los residuos inorgánicos.
- Abre la posibilidad de producir composta para fertilizar los suelos de parques y jardines

Se colocarán contenedores con tapa en las áreas de trabajo con el objeto de maximizar la captación de residuos de manera separada, es decir orgánicos e inorgánicos.

Durante todas las fases del proyecto se contará con una cuadrilla encargada de mantener los espacios limpios y ordenados siendo una de sus labores principales asegurar que los residuos se acopien apropiadamente en los contenedores.

La promovente o en su caso la empresa contratista responsable de la construcción deberá de convenir los servicios de recolección procurando que los contenedores no sean rebasados. Los residuos deberán de ser dispuestos de acuerdo con la normativa que el municipio de Lázaro Cárdenas defina para el caso.

### **VI.2.1.5 Residuos de manejo especial (RME)**

Los Residuos de Manejo Especial (RME), “Son 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.

De acuerdo al Artículo 19 de la LGPGIR Los residuos de manejo especial se clasifican como se indica a continuación:

- I. Residuos de las rocas o los productos de su descomposición que sólo puedan utilizarse para la fabricación de materiales de construcción o se destinen para este fin, así como los productos derivados de la descomposición de las rocas, excluidos de la competencia federal conforme a las fracciones IV y V del artículo 5 de la Ley Minera;*
- II. Residuos de servicios de salud, generados por los establecimientos que realicen actividades médico-asistenciales a las poblaciones humanas o animales, centros de investigación, con excepción de los biológico-infecciosos;*
- III. Residuos generados por las actividades pesqueras, agrícolas, silvícolas, forestales, avícolas, ganaderas, incluyendo los residuos de los insumos utilizados en esas actividades;*
- IV. Residuos de los servicios de transporte, así como los generados a consecuencia de las actividades que se realizan en puertos, aeropuertos, terminales ferroviarias y portuarias y en las aduanas;*
- V. Lodos provenientes del tratamiento de aguas residuales;*
- VI. Residuos de tiendas departamentales o centros comerciales generados en grandes volúmenes;*
- VII. Residuos de la construcción, mantenimiento y demolición en general;*
- VIII. Residuos tecnológicos provenientes de las industrias de la informática, fabricantes de productos electrónicos o de vehículos automotores y otros que al transcurrir su vida útil, por sus características, requieren de un manejo específico, y*
- IX. Otros que determine la Secretaría de común acuerdo con las entidades federativas y municipios, que así lo convengan para facilitar su gestión integral.*

De acuerdo con lo anterior se tiene que los desechos producto de las obras serán acopiados y confinados en un sitio específico dentro del predio de la obra para su manejo y

almacenamiento temporal para, después, ser transportados al sitio de disposición final determinado por la autoridad municipal competente.

En cuanto a los lodos sépticos provenientes de la planta de tratamiento de aguas residuales, se gestionarán a través de empresas autorizadas para ello que existen en el estado a los que se les solicitará que garanticen, mediante documentos, que los entregan a la Comisión de Agua Potable y Alcantarillado del Estado de Quintana Roo que, como ente regulador, los desactiva de acuerdo con la normativa aplicable o a otra instancia facultada para ello.

#### **VI.2.1.6 Residuos peligrosos (RP)**

De estos residuos se espera una generación mínima.

Los Residuos Peligrosos (RP): Son aquellos que poseen alguna de las características de corrosividad, reactividad, explosividad, toxicidad, inflamabilidad, o que contengan agentes infecciosos que les confieran peligrosidad, así como envases, recipientes, embalajes y suelos que hayan sido contaminados cuando se transfieran a otro sitio, de conformidad con lo que se establece en la Ley;

La empresa o las empresas encargadas de la construcción deberán darse de alta ante la SEMARNAT, como generadores de residuos peligrosos, además de entregar cada que se solicite los manifiestos de entrega-recepción del tratamiento de los residuos que se generen por el mantenimiento preventivo y correctivo, de máquinas y equipos utilizados en la obra, además del registro (bitácoras) de la generación por tipo de residuo peligroso (aceites gastados, estopas y trapos impregnados, filtros, por ejemplo).

La metodología que se propone para administrar y controlar los residuos peligrosos generados por el proyecto, incluye lo siguiente:

a) Identificación y clasificación de las sustancias, materiales manejados, los residuos peligrosos generados y sus características de peligrosidad.

Para identificar los residuos peligrosos generados, se procederá a consultar la clasificación CRETIB establecida en la NOM-052-SEMARNAT-2005. Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los peligrosos.

b) Conocer las características de incompatibilidad de almacenamiento de materiales, sustancias y residuos peligrosos, para manejar en forma separada aquellos que sean incompatibles entre sí.

La Norma Oficial Mexicana NOM-054-SEMARNAT-1993, establece el procedimiento para determinar la incompatibilidad entre dos o más residuos considerados como peligrosos.

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

c) Determinar las áreas, procesos y puntos específicos de generación de residuos peligrosos en las actividades de la obra.

Para poder implantar medidas de control y minimización de la generación de residuos peligrosos, se determinarán las áreas, procesos y puntos específicos donde se generan y manejan los residuos peligrosos o susceptibles de convertirse en estos.

d) Establecer sistemas, métodos y procedimientos para el manejo adecuado de los residuos peligrosos de los puntos de generación hacia el almacén temporal.

Los residuos peligrosos se mantendrán en tambos plásticos de 200 litros con tapa de color rojo en buen estado.

e) Habilitar un área de almacenamiento de residuos peligrosos de conformidad con las disposiciones del Reglamento de la LGEEPA en Materia de Residuos Peligrosos que a modo de resumen, son las siguientes:

1. Deberán de estar separados de áreas de servicios, oficinas y de almacenamiento.
2. Deberán de ubicarse en zonas donde se reduzcan los riesgos de emisiones, incendios e inundaciones.
3. Deberán contar con fosas de retención para la captación de residuos o escurrimientos.
4. Los frentes de los almacenes serán de malla ciclónica para mantener una adecuada ventilación.
5. Los techos de los almacenes serán de lámina para protección de la intemperie.
6. Los pisos contarán con trincheras para conducir potenciales derrames a una fosa de retención con una capacidad mínima de la quinta parte de lo almacenado.
7. Se tendrán accesos amplios para las maniobras y atención de posibles incendios y dispondrán de extintores tipo ABC.
8. Tendrán señalamientos alusivos a la peligrosidad de cada residuo confinado.



Aquellos residuos peligrosos que fueron temporalmente almacenados dentro de la obra, serán transportados y gestionados para su disposición final por una empresa especializada y autorizada por la Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT).

Los indicadores de seguimiento y la valoración de la eficiencia de la medida se presentan a continuación.

Tabla VI-3 Residuos No Peligrosos

Indicador de Seguimiento	Eficiencia de la medida
$lru = \left(\frac{j}{s}\right) \times 100$ <p>En donde: lru = limpieza de residuos urbanos j= Superficie (m<sup>2</sup>) en la que se realiza la limpieza y recolección s= Superficie (m<sup>2</sup>) total del frente de trabajo</p>	$lru = 100\%$
$tru = \left(\frac{v}{v_t}\right) \times 100$ <p>En donde: tru = tratamiento final de residuos urbanos v = volumen (m<sup>3</sup>) de residuos urbanos almacenados en el frente de trabajo v<sub>t</sub> = volumen (m<sup>3</sup>) total de residuos urbanos trasladados para su depósito final</p>	$tru = 100\%$
$mru_i = \left(\frac{lru}{tru}\right)$ <p>En donde: mru<sub>i</sub> = Índice de manejo de residuos urbanos</p>	$mru_i = 1$
$sp = \left(\frac{j}{k}\right) = ss$ <p>En donde: sp = sanitarios portátiles suficientes j = número de trabajadores en el frente de la obra k = 15 ss = número de sanitarios portátiles suficientes.</p>	$e_i = \left(\frac{si}{ss}\right) \times 100$ <p>En donde: ei = Índice de eficiencia = 100% si = Número de sanitarios instalados en el frente de la obra. ss = número de sanitarios portátiles suficientes.</p>
$rrs = \left(\frac{s}{s_t}\right) \times 100$ <p>En donde: rrs = retiro de residuos sanitarios s = número de sanitarios en los que se realizó el retiro y limpieza de residuos</p>	$rrs = 100\%$

Indicador de Seguimiento	Eficiencia de la medida
$s_t = \text{número total de sanitarios en el frente de la obra}$	
$ls = \left(\frac{l}{k}\right) \times 100$ <p>En donde:                      ls = limpieza de sanitarios                      l = número de ocasiones semanales en que la empresa especializada realiza limpieza de sanitarios                      k = 2</p>	$ls = 100\%$
$mrs_i = \left(\frac{e_i + rrs + ls}{k}\right) \times 100$ <p>En donde:                      mrs<sub>i</sub> = Índice de manejo de residuos sanitarios                      k = 3</p>	$mrs_i = 100\%$
$cl = \left(\frac{li}{lp}\right) \times 100$ <p>En donde:                      cl = colocación de letreros                      li = número de letreros instalados                      lp = número de letreros proyectados</p>	$cl = 100\%$

Tabla VI-4 Indicadores de Seguimiento - Manejo de Residuos Peligrosos.

Indicador de Seguimiento	Eficiencia de la medida
$lrp = \left(\frac{j}{s}\right) \times 100$ <p>En donde:                      lrp = limpieza de residuos peligrosos                      j = Superficie (m<sup>2</sup>) en la que se realiza la limpieza y recolección                      s = Superficie (m<sup>2</sup>) total del frente de trabajo</p>	$lrp = 100\%$
$trp = \left(\frac{v}{v_t}\right) \times 100$ <p>En donde:                      trp = tratamiento final de residuos peligrosos                      v = volumen (m<sup>3</sup>) de residuos peligrosos almacenados en el frente de trabajo                      v<sub>t</sub> = volumen (m<sup>3</sup>) total de residuos peligrosos tratados por la empresa especializada</p>	$trp = 100\%$
$mrp_i = \left(\frac{lrp}{trp}\right)$ <p>En donde:                      mrp<sub>i</sub> = Índice de manejo de residuos peligrosos</p>	$mrp_i = 1$

Indicador de Seguimiento	Eficiencia de la medida
$sct = \left( \frac{vsc}{vst} \right) \times 100$ <p>En donde:  sct = suelo contaminado tratado.  vsc = volumen (m<sup>3</sup>) de suelo contaminado almacenado en el frente de trabajo.  vst = volumen (m<sup>3</sup>) total de suelo contaminado tratado por la empresa especializada y regresado al lugar de origen.</p>	<p>sct = 100%</p>

### VI.2.1.7 Protección de suelos

El suelo constituye la interface entre la litósfera y la atmosfera en la cual, al igual que la hidrósfera, se desarrolla la vida. De naturaleza compleja, el suelo está constituido por una fase sólida compuesta por sustancias minerales orgánicas, incluyendo además agua y aire. Todo esto le confiere las características apropiadas para el desarrollo vegetal y de ello se deriva, precisamente, su importancia:

- a) Es la base sobre la cual se realiza la producción agropecuaria y forestal.
- b) Es el filtro, amortiguador y transformador de diversas sustancias.
- c) Constituye una invaluable reserva genética.
- d) Fuente de materia prima.

El suelo es un recurso natural considerado como no renovable debido a lo difícil y costoso que resulta recuperarlo o mejorar sus propiedades después de haber sido erosionado o deteriorado física o químicamente.

#### Degradación del suelo

El suelo puede degradarse o perderse por diversas causas. Sin embargo, en el contexto de la dimensión ambiental del proyecto que aquí se analiza se tiene que los riesgos son primordialmente los cambios físicos y químicos.

La degradación física del suelo se refiere al deterioro de la estructura del suelo favorable para el buen desarrollo vegetal, menoscabo que afecta a la porosidad, densidad permeabilidad y otras propiedades del suelo. En un suelo ideal, la fase sólida ocupa aproximadamente la mitad del volumen total, correspondiendo en menos de un 5 % a la fracción orgánica; el restante espacio volumétrico en dicho suelo, debe ser ocupado por aire y agua, en una proporción de 3:2 a 1:1 respectivamente. Además, estas últimas fases, y sobre todo el aire, deben renovarse constantemente para mantener la concentración adecuada de sus componentes.

Pero si por alguna circunstancia, la estructura del suelo se deteriora y el suelo se compacta, o se le forma una costra superficial, los procesos de intercambio de aire y agua entre el suelo y la atmósfera no se pueden dar adecuadamente, generándose condiciones desfavorables para las plantas, las cuales reducirán su productividad. Un bajo contenido de materia orgánica puede asociarse con este deterioro, el cual también puede inducirse por erosión, exceso de labranza, tránsito de maquinaria entre otros.

Por otra parte, la degradación química comprende dos aspectos a) la condición de acidez del suelo y b) los procesos de contaminación, sobre todo por desechos urbanos o industriales. Sobre el primer aspecto, cabe recordar que la mayoría de las plantas se desarrollan adecuadamente en suelos de pH neutro o ligeramente ácido (6.0 a 7.5), debido a que, en ese rango, prácticamente todos los nutrientes del suelo están disponibles.

En cuanto a la degradación por contaminación todos los tipos de toxicidad del suelo diferente de la salinidad, son considerados en este rubro. Aunque existen fuentes naturales de contaminación, las principales causas de este problema son debido a las actividades antrópicas, las cuales generan residuos sólidos y efluentes potencialmente dañinos para el suelo.

#### **VI.2.1.8 Aplicación programática**

Dentro de las actividades que contempla el proyecto, se tienen acciones que son causales de cambio potencial en la calidad del suelo como lo es la remoción de la cubierta vegetal y el despalme. Por lo tanto, es necesario aplicar medidas que promuevan la conservación y/o restauración del suelo.

Es en este contexto que se implementa un programa de protección y conservación de suelos el cual se divide en dos etapas:

La primera, que ocurre durante la preparación del terreno y construcción. Las actividades se orientan a la minimización de los impactos, es decir, a la prevención, mitigación o eventual eliminación de impactos negativos.

La segunda fase acontece después de terminadas las actividades constructivas y se orienta a la restauración de espacios afectados por la obra o bien a la aplicación de medidas de restauración del ensamble botánico lo cual se atiende con otro subprograma específico.

#### **Objetivo General**

- Mitigar los impactos ambientales adversos sobre las características físicas y químicas del suelo que puedan ocasionarse por la construcción y operación del proyecto.

### Objetivos particulares

- Proteger el suelo en el predio.
- Rehabilitar las características físicas y químicas del suelo que se puedan ver afectadas en superficies no ocupadas por el proyecto.
- Restaurar todo el suelo que resulte contaminado por vertimientos accidentales de aceites, grasas y combustibles.

Las medidas que se implementarán para la protección del suelo se basan primordialmente en la correcta gestión de residuos, la instalación de sanitarios portátiles, la supervisión ambiental y el mantenimiento de máquinas y equipos.

Se realizarán recorridos para ubicar sitios en los que se presente suelo deteriorado por compactación o vertimientos.

Tabla VI-5 Indicadores de Seguimiento - Conservación y Restauración de suelos

Indicador de Seguimiento	Eficiencia de la medida
$\sum_{hc=x}^n hc = hc_1 + hc_2 + \dots + hc_n$ <p>En donde:                      hc = superficie (m<sup>2</sup>) de horizontes compactados o contaminados durante la construcción del proyecto                      hc<sub>1</sub> = superficie (m<sup>2</sup>) de horizontes compactados o contaminados durante la construcción del proyecto en el sitio Núm. 1                      hc<sub>n</sub> = superficie (m<sup>2</sup>) de horizontes compactados o contaminados durante la construcción del proyecto en el sitio Núm. n</p>	$hd = \left( \frac{hda}{hc_t} \right) \times 100 = 100\%$ <p>En donde:                      hd = superficie total (m<sup>2</sup>) de horizontes descompactados                      hda = superficie (m<sup>2</sup>) de horizontes descompactados en el área del proyecto                      hc = superficie (m<sup>2</sup>) de horizontes compactados y/o endurecidos durante la construcción del proyecto</p>
$rco = \left( \frac{co}{co_t} \right) \times 100$ <p>En donde:                      rco = reutilización de la capa orgánica de suelo                      co = volumen (m<sup>3</sup>) de la capa orgánica, incorporada a las zonas afectadas                      co<sub>t</sub> = volumen (m<sup>3</sup>) totales de capa orgánica rescatada</p>	$rco = 100\%$
$\sum_{rv=x}^n rv = rv_1 + rv_2 + \dots + rv_n$ <p>En donde:</p>	$rvs = \left( \frac{rvi}{rv_t} \right) \times 100 = 100\%$ <p>En donde:</p>

Indicador de Seguimiento	Eficiencia de la medida
<p>rv = volumen (m<sup>3</sup>) de residuos vegetales triturados  rv<sub>1</sub> = volumen (m<sup>3</sup>) de residuos vegetales triturados, obtenidos en el sitio de desmonte y despalme Núm. 1, incorporados a las áreas verdes y suelos escarificados  rv<sub>n</sub> = volumen (m<sup>3</sup>) de residuos vegetales triturados, obtenidos en el sitio de desmonte y despalme Núm. n, incorporados a las áreas verdes y suelos escarificados</p>	<p>rvs = incorporación total de residuos vegetales al suelo y áreas verdes  rvi = volumen (m<sup>3</sup>) de residuos vegetales, incorporados al suelo escarificado y áreas verdes  rvt = volumen (m<sup>3</sup>) total de residuos vegetales, generados en las actividades de desbroce y despalme.</p>
<p>Medición de los parámetros establecido en la Norma Oficial Mexicana NOM-138-SEMARNAT/SS-2003 que establece límites máximos permisibles de hidrocarburos en suelos y las especificaciones para su caracterización y remediación.</p>	<p>Valores de los parámetros medidos dentro de lo establecido en la NOM-138-SEMARNAT/SS-2003</p>

#### VI.2.1.9 Subprograma de Manejo, protección y Reubicación de Flora Silvestre

Partiendo de las especies vegetales que se distribuyen en el conjunto predial se presenta el Subprograma de manejo y reubicación de flora silvestre el cual toma en consideración la presencia de individuos de especies legalmente protegidas que no serán removidos y no protegidas. El predio no es característicamente rico ni diverso en términos biológicos por lo que se deberá de proteger, de manera particular, el mangle que se distribuye de forma dispersa y que se integra al proyecto.

##### Objetivo General

- Minimizar las afectaciones a la vegetación, incluyendo especies protegidas, mediante la aplicación de técnicas de manejo, rescate y reintroducción.

##### Objetivos Particulares

- Realizar las acciones de manejo de vegetación que permitan maximizar el cuidado de especies protegidas y asegurar el manejo óptimo de aquellos individuos que admitan traslado y reintroducción.

##### Indicadores

El desbroce y despalme deberán estar programados junto con el rescate para evitar obstaculizar las actividades de la obra.

Tabla VI-6 Indicadores de seguimiento. Flora silvestre

Indicador de Seguimiento	Eficiencia de la medida
$rp = \left( \frac{sr}{st} \right) \times 100$ <p>En donde: rp = recorridos de prospección sr = superficie de terreno recorrida con fines de prospección st = superficie total de terreno determinada para realizar la prospección.</p>	$rp = 95\%$ <p>Los recorridos de prospección deberán garantizar cubrir mínimamente el 95% de la obra.</p>

El subprograma se enfoca, también, a la protección de plantas que no serán removidas y que posteriormente se integrarán a las áreas verdes del proyecto.

Tabla VI-7 Indicadores de seguimiento. Monitoreo de la flora protegida *in situ*.

Indicador de Seguimiento	Eficiencia de la medida
$sp = \left( \frac{ov}{ort} \right) \times 100$ <p>En donde: sp = supervivencia ov = número de organismos vivos ort = número total de organismos protegidos <i>in situ</i></p>	$sp = 99\%$
$sa = \left( \frac{oe}{ov} \right) \times 100$ <p>En donde: sa= sanidad (vigor) oe = número de organismos enfermos ov = número de organismos vivos</p>	$sa = 95\%$
$h_n = h_{n-1} + ch$ <p>En donde: h<sub>n</sub>= altura (cm) de la planta en el tiempo n h<sub>n-1</sub>= altura (cm) de la planta en el tiempo anterior al de la altura n</p>	$h_n = + c$ <p>Se considerará que se tuvo éxito cuando se registre crecimiento positivo.</p>



Indicador de Seguimiento	Eficiencia de la medida
ch= crecimiento en altura (cm) que manifestó la planta en el tiempo n	
$d_n = d_{n-1} + cd$ <p>En donde:</p> <p><math>d_n</math>= diámetro (cm) de la planta en el tiempo n</p> <p><math>d_{n-1}</math>= diámetro (cm) de la planta en el tiempo anterior al del diámetro n</p> <p>cd= crecimiento del diámetro (cm) que manifestó la planta en el tiempo n</p>	$d_n = + d$ <p>Se considerará que se tuvo éxito cuando se registre crecimiento positivo en el diámetro</p>

Se llevará un registro de las causas observadas que ocasionan la pérdida o daño a efecto de optimizar actividades. Asimismo, se realizará un análisis de dichas causas, a partir de las cuales se propondrán medidas correctivas a ser aplicadas con la consecuente revisión del éxito.

#### VI.2.1.10 Subprograma de reforestación en predio

El propósito de la reforestación en este caso es garantizar la compensación al ambiente por la pérdida de superficies que actualmente cuentan con cobertura de vegetación y que será eliminada parcialmente, compuesta principalmente por pasto salado (*Distichlis spicata*), por las acciones del proyecto. Si bien la superficie forestal, en este caso, se trata de un ensamble disminuido de vegetación de duna costera sí se reduce por lo que debe de ser compensado de preferencia en el propio predio.

El objeto del Subprograma es mantener una cobertura vegetal propia de dunas costeras bajo manejo en el interior de la propiedad asegurando su viabilidad y permanencia en el tiempo de forma que la fauna silvestre pueda usar recursos y servicios que esta comunidad brinda lo que la vez mejora las características físicas y químicas del suelo de las áreas de conservación.

#### Objetivo General

- Restaurar las áreas afectadas por la implementación del proyecto al interior del polígono predial.

#### Objetivos Particulares

- Mantener la conectividad entre manchones de vegetación que permita la movilidad de fauna silvestre.

### **Aspectos técnicos**

Para el correcto desarrollo de este subprograma se deberá contar con un vivero para la propagación del material vegetal necesario. El vivero debe contar con el 50 % de su superficie cubierta con malla de sombra del 70%.

Los individuos que se emplearán en los trabajos de reforestación pertenecen a especies representativas de vegetación de duna costera tales como *Coccoloba uvifera*, *Thrinax radiata*, *Brahea dulcis*, *Ipomoea pes-caprae*, *Cocos nucifera* y *Sesuvium portulacastrum* entre otras afines que serán propagadas, a partir de semillas y esquejes, en el sitio.

#### 1) Recolección de semillas

Se recolectarán semillas de varias plantas procurando mantener la riqueza genética. Las semillas serán secadas al sol y se guardarán en bolsas de papel de estraza o botes de vidrio siendo previamente fumigadas con bromuro de metilo o tratadas con algún fungicida en las cantidades indicadas por el fabricante; si las semillas están cubiertas por algún tejido carnoso o por algún tipo de cubierta dura, ésta deberá eliminarse perfectamente empleando el método apropiado al caso (remojo, secado, raspado o tamizado).

#### 2) Almacigos

El almacigo permite reproducir plantas a partir de sus semillas en aquellos casos en que la siembra directamente sobre el terreno puede presentar dificultades. Además, admite mantener bajo control las condiciones de germinación de la semilla y el posterior desarrollo de la planta hasta el momento del trasplante.

Para aumentar la germinación de las semillas se recomienda que, previo a su siembra, se remojen en agua limpia a temperatura ambiente, por espacio de 24 horas. Además, es importante que la siembra se efectúe a una densidad adecuada, con el fin de obtener plántulas de buena calidad. Las densidades óptimas varían, para este caso, de 200 a 300 plántulas por metro cuadrado.

#### 3) Riegos

Se deben aplicar riegos ligeros a razón de 5 litros de agua por metro cuadrado de almacigo, durante los primeros 30 días. Cuando el viento es fuerte y la temperatura alta, la capa superior del suelo del almacigo se seca rápidamente, en cuyo caso se recomienda dar dos riegos ligeros al día. Uno por la mañana y otro por la tarde. Con esto se asegura el mantener

la humedad del suelo y evitar que la planta se seque. Se deberá utilizar una regadera con una cebolleta de perforaciones finas, para evitar que al efectuar el riego sean desenterradas las semillas.

#### 4) Preparación de suelo para bolsas de vivero

Para que las plantas tengan un buen crecimiento, es necesario preparar una mezcla de suelo que proporcione los nutrimentos necesarios que ayuden a su buen desarrollo. El suelo para el llenado de bolsas de vivero se prepara con dos cuartas partes de tierra, una cuarta parte de tierra de hoja y una cuarta parte de arena común o bien con suelo rescatado. Se usarán bolsas negras de plástico de 25 centímetros de largo por 12 centímetros de ancho, con perforaciones en la base para permitir que escurra el exceso de agua y evitar la pudrición de la planta. La capacidad de estas macetas es de aproximadamente un kilogramo de sustrato.

#### 5) Trasplante

Es necesario el trasplante de las plántulas cuando tengan de 8 a 10 centímetros de alto o al mes de edad. Un día antes, el almácigo se anega con agua, para que al sacar las plántulas las raíces no se dañen.

El arreglo de las cepas y la plantación se realizará considerando el ensamble con una visión de arquitectura de paisaje siempre en una distribución que proteja el suelo y favorezca la infiltración de agua al subsuelo.

#### 6) mantenimiento de las plantas en el vivero.

- Durante el crecimiento de las plántulas, se necesitan realizar las siguientes acciones de mantenimiento:
- Las bolsas deberán de estar colocadas en una superficie que permita drenar el exceso de agua.
- Los riegos se aplicarán de manera programada asegurando la humedad del suelo.
- Se mantendrán las bolsas libres de malezas.
- Las plantas deberán revisarse periódicamente, pues algunas especies tienden a formar una raíz fuerte y penetrante que sobrepasa la capacidad del envase; en este caso es necesaria su poda.
- Es necesario realizar una apropiada planeación del destino de las plantas para evitar que permanezcan más del tiempo necesario en el vivero.

Para el éxito de este Subprograma es necesario considerar los siguientes aspectos:

- Planificar con antelación los trabajos de reforestación, identificando requerimientos de personal, de equipo y materiales necesarios para realizar estos trabajos.
- Unir los trabajos de rescate y reforestación, con el objeto de aprovechar los individuos que se rescatarán, reubicándolos en áreas donde es necesario incrementar la densidad de individuos y la riqueza de especies, con el objeto de propiciar la restauración del sitio.
- Privilegiar la selección de especies nativas ya que se encuentran adaptadas al sitio por lo que requieren de menos cuidados y la sobrevivencia es mayor.

### Indicadores

Esta actividad se realizará a través del seguimiento de los individuos plantados con el fin de garantizar su sobrevivencia. Para evaluar el éxito de los resultados de los trabajos de reforestación, los indicadores que se utilizarán son los siguientes:

Tabla VI-8 Indicadores de seguimiento de la reforestación

Indicador de Seguimiento	Eficiencia de la medida
$\sum_{sr=x}^n sr = sr_1 + sr_2 + \dots + sr_n$ <p>En donde:                      sr= superficie de terreno (Ha) reforestado                      sr<sub>1</sub> = superficie de terreno (Ha) reforestado en el sitio Núm. 1                      sr<sub>n</sub> = superficie de terreno (Ha) reforestado en el sitio Núm. n</p>	$\sum_{sr=x}^n sr = 0.8 \text{ ha}$
$\sum_{sp=x}^n tv = tv_1 + tv_2 + \dots + tv_n$ <p>En donde:                      tv = tipo de vegetación existente en la zona utilizada para la reforestación                      tv<sub>1</sub> = Tipo de vegetación: en el sitio Núm 1.                      tv<sub>n</sub> = Tipo de vegetación: Núm. N</p>	<p>tv = x                      Se considerará que se tuvo éxito cuando se instale el tipo de vegetación elegido (VSDC).</p>
$\sum_{d=x}^n d = d_1 + d_2 + \dots + d_n$ <p>d = número de plantas utilizadas para la reforestación (densidad)                      d<sub>1</sub> = número de plantas utilizadas para la reforestación en el sitio Núm. 1                      d<sub>n</sub> = número de plantas utilizadas para la reforestación en el sitio Núm. n</p>	$\sum_{d=x}^n d = x \text{ plantas/ha}$ <p>X= Entre 300 y 600 plantas.</p>

Indicador de Seguimiento	Eficiencia de la medida
$sp = \left( \frac{ov}{op_t} \right) \times 100$ <p>En donde:                      sp = supervivencia                      ov = número de organismos vivos de una muestra determinada                      op<sub>t</sub> = número total de organismos plantados de una muestra determinada</p>	$sp = \geq 85\%$
$sa = \left( \frac{oe}{ov} \right) \times 100$ <p>En donde:                      sa= sanidad (vigor)                      oe = número de organismos enfermos de una muestra determinada                      ov = número de organismos vivos de una muestra determinada</p>	$sa = \geq 95\%$
$h_n = h_{n-1} + ch$ <p>En donde:                      h<sub>n</sub>= altura (cm) de la planta en el tiempo n                      h<sub>n-1</sub>= altura (cm) de la planta en el tiempo anterior al de la altura n                      ch= crecimiento en altura (cm) que manifestó la planta en el tiempo n</p>	$h_n = + c$ <p>Se considerará que se tuvo éxito cuando se registre crecimiento positivo</p>
$d_n = d_{n-1} + cd$ <p>En donde:                      d<sub>n</sub>= diámetro (cm) de la planta en el tiempo n                      d<sub>n-1</sub>= diámetro (cm) de la planta en el tiempo anterior al del diámetro n                      cd= crecimiento del diámetro (cm) que manifestó la planta en el tiempo n</p>	$d_n = + d$ <p>Se considerará que se tuvo éxito cuando se registre crecimiento positivo</p>

#### VI.2.1.11 Subprograma de rescate y protección de fauna

Este Subprograma está integrado por los componentes de rescate y reubicación de fauna. Se enfoca a mitigar los impactos ambientales que ocasionarán en las etapas de preparación del sitio y construcción asociados principalmente a las actividades de desbroce y despalme del terreno, y de manejo de maquinaria y vehículos, haciendo énfasis en las especies bajo régimen de protección legal y en aquellas de lento desplazamiento.

A través de este subprograma se garantiza que, en forma previa a cualquier intervención, se hayan identificado y localizado aquellos los animales que deben ser rescatados.

#### Objetivo General

- Evitar la afectación a individuos de las especies de fauna presentes en el área del proyecto a causa de la ejecución de las diferentes obras y actividades.

Si bien el espacio de intervención se presenta con un ensamble vegetal que no favorece la presencia y abundancia de fauna silvestre, se tiene claro que en el área se distribuyen potencialmente especies como la tortuga mojina (*Rhinoclemmys areolata*) en categoría de “Amenazada”; la tortuga casquito (*Kinosternon scorpioides*) en categoría de “Protección especial” y la iguana gris (*Ctenosauria similis*) “Amenazada” por lo que sí se ejecutará este subprograma.

El alcance de la protección y manejo de este Subprograma implica a todos los animales que puedan ser rescatados o ahuyentados con el objeto de garantizar su integridad. Se atenderá con particular atención aquellos que se encuentran en alguna categoría de riesgo conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010 aunque esto, desde luego, tiene únicamente variaciones administrativas relativas a la documentación. En este sentido, deberá de considerarse, para la selección de las especies sujetas a rescate, el medio y forma de desplazamiento y su capacidad de movilidad. Partiendo de lo anterior, serán prioritarias aquellas especies de hábitos terrestres cuya capacidad de movilidad sea baja o media ya que esta situación las hace vulnerables.

### **Aspectos técnicos**

1) Dispersión de la fauna. Durante las diferentes etapas del proyecto, en particular durante la fase de preparación de sitio, se ahuyentará a los animales por medio de ruidos o por persecución. De manera particular, las especies de aves y mamíferos de talla mediana y grande, serán ahuyentadas por la mera presencia humana.

2) Captura. Las técnicas y métodos que serán empleados para la captura y reubicación de animales fueron elegidos por considerarse seguros para la fauna y sus manejadores.

Para los anfibios y reptiles se realiza la captura directamente con la mano, salvo en el caso de especies venenosas, para las que se utilizarán pinzas o ganchos herpetológicos. Para los mamíferos pequeños no voladores, tales como ratones, la captura se realizará por medio de trampas Sherman. Mientras que para mamíferos de talla mediana y grande se emplean trampas Tomahawk.

### **3) Reubicación. Criterios**

El SAD definido para el proyecto presenta áreas en distintos grados de conservación que pueden, en un momento dado, recibir fauna rescatada.

Los criterios que definen la elegibilidad de un sitio para la liberación de fauna son los siguientes:

- Deberán ser zonas conservadas, que estén alejadas del proyecto u otras actividades antropogénicas que pudieran representar un riesgo para la fauna a liberar en el corto o mediano plazo.
- En caso de que la especie presente hábitos especialistas, es decir, que esté estrictamente asociada a un tipo de hábitat, entonces no podrán hacerse liberaciones en zonas que no presenten las mismas características, por ejemplo: presencia de cuerpos de agua, vegetación acuática, majagual, cuevas, entre otras.
- La distancia recomendada para establecer un sitio de reubicación no debe de ser mayor a 10 km de distancia con respecto al sitio de rescate, y el tiempo de traslado debe ser menor de una hora.
- Los sitios de reubicación deben de estar alejados de zonas con presencia humana, de preferencia a más de 3 Km de distancia.

Para cada individuo rescatado, se registrará el tipo de vegetación y las coordenadas del lugar dónde fue capturado y reubicado. Se tomarán también fotografías de ambos sitios y de los individuos.

### **Indicadores**

Los criterios empleados para determinar la eficacia de las actividades de conservación y rescate de vertebrados serán:

1) Disminución de la riqueza y abundancia de vertebrados en las áreas que serán intervenidas.

Se utilizará el programa Species Accumulation Vers. Beta (Soberón y Llorente 2005) para crear una curva de acumulación empleando individuos en lugar de especies, para estimar el número de ellos que se encuentran dentro del área sujeta a rescate y que aún no habrían sido capturados. El empleo de diferentes estimadores permitirá determinar el momento en el cual es apropiado cesar las actividades de rescate lo cual ocurrirá cuando un aumento en el esfuerzo de campo no incremente el número de organismos capturados.

Para realizar estas estimaciones, será necesario elaborar una lista de todos los organismos capturados y establecer una medida estándar del esfuerzo con la que fueron detectados.

2) Alta sobrevivencia de los individuos rescatados durante su manejo.

Las medidas que se tomarán para garantizar la sobrevivencia de organismos comienzan desde la aplicación correcta de las técnicas de captura y manejo de fauna silvestre, evitando que los animales sean sujetos a estrés innecesario durante su captura, manejo,



transportación y liberación. Aun cuando las medidas propuestas para garantizar la sobrevivencia de los ejemplares a reubicar son prácticas y seguras, siempre que se manipulan ejemplares vivos y se mantienen en condiciones de cautiverio existe un riesgo asociado. En caso de que la tasa de mortalidad durante el procedimiento sea superior al 3%, se suspenderán las actividades de rescate y se hará una revisión de todas las operaciones involucradas a fin de tomar las medidas correctivas necesarias.

Con la aplicación de las siguientes ecuaciones se podrá evaluar en qué medida fueron exitosas las acciones de rescate y reubicación.

### Indicadores

Tabla VI-9 Indicadores de Seguimiento - Rescate y reubicación de fauna

Indicador de Seguimiento	Eficiencia de la medida
$ea = \left( \frac{af}{ai} \right) \times 100$ <p>En donde: ea = eficiencia af = animales ahuyentados al final del esfuerzo ai= animales ahuyentados al inicio del esfuerzo</p>	$ea = \leq 3\%$
$or = \left( \frac{orb}{oip} \right) \times 100$ <p>En donde: or = organismos rescatados orb = número de organismos rescatados durante las brigadas oip = número organismos identificados en los recorridos previos</p>	$or = 100\%$
<p>Indicador:</p> $nr = \left( \frac{nrb}{nlp} \right) \times 100$ <p>En donde: or = nidos o madrigueras activos rescatados orb = número de nidos o madrigueras activos rescatados durante las brigadas oip = número nidos o madrigueras activos identificados en los recorridos previos</p>	$nr = 100\%$
$\varphi_t = \left( \frac{ol}{or_t} \right) \times 100$ <p><math>\varphi_t</math> = probabilidad de supervivencia pl = población liberada</p>	$\varphi_t = 100\%$

Indicador de Seguimiento	Eficiencia de la medida
pr <sub>t</sub> = población rescatada	

#### **VI.2.1.12 Subprograma monitoreo de la formación y forestación de isletas de manglar**

Este Subprograma se plantea para documentar el estado actual de los sitios en los que se fomentará el crecimiento del manglar mediante chinampas. Corresponde a una superficie de 0.5 ha cuya ubicación precisa no se ha definido. Se tiene, al momento una superficie de 1.83 ha con el potencial para recibir esta reforestación.

Una vez definidos los espacios se formarán las chinampas y se sembrarán propágulos de mangle rojo (*Rhizophora mangle*) y mangle negro (*Avicennia germinans*).

Una vez instaladas las plantas será necesario registrar el proceso y los cambios que eventualmente puedan ocurrir en la plantación a efecto de tener un mejor entendimiento del desarrollo lo que, además, permitirá planificar acciones de protección y tomar decisiones eficientes en el ámbito de su conservación y manejo adaptativo. Este componente obedece a la necesidad de establecer un protocolo de seguimiento que consienta evidenciar variaciones e identificar factores de cambio y entender su dinámica en términos espaciotemporales en el entendido de que esta superficie se establece como un área de protección permanente dentro de la laguna Yalahau.

La estructura, funcionamiento y permanencia de los manglares, por su condición de ambientes costeros y ecosistemas terminales de las cuencas hidrográficas dependen, en buena medida, de factores externos de gran escala como el clima y los cambios en la cobertura y usos humanos próximos ya que la constante interacción de los manglares con este tipo de factores trae consigo cambios en el ecosistema que llegan a determinar, entre otras características, su distribución espacial y temporal.

#### **Objetivo General**

Contar con un procedimiento de monitoreo a mediano y largo plazo del manglar presente en el predio con el propósito de determinar el estado y las tendencias de cambio (pérdida, deterioro o recuperación) así como las amenazas existentes y latentes, con el fin de definir acciones para su conservación.

#### **Objetivo particular**

Identificar cambios en el manglar existente dentro de la propiedad a través de la evaluación de su distribución espacial y su condición a través del tiempo de forma que se tenga un

soporte objetivo para la toma de decisiones en torno a su conservación, manejo y gestión de riesgos.

### **Antecedentes**

Para la realización de este monitoreo se parte parcialmente del planteamiento propuesto por Esquivel Bustamante<sup>58</sup> en su tesis de posgrado. El autor analiza cuidadosamente el uso de vehículos aéreos no tripulados (VANT) y sus ventajas para el monitoreo de vegetación mediante imágenes cenitales obtenidas y la paquetería de proceso adecuada para su análisis e interpretación.

Las imágenes obtenidas mediante VANT son un insumo que se puede utilizar como para lograr mosaicos fotogramétricos de alta resolución y mapas 3D que se pueden procesar en Sistemas de Información Geográfica (SIG) y herramientas de Arc Scene para medir y analizar las características de los ecosistemas fomentando nuevas posibilidades para mapear y estimar sus propiedades biofísicas con ventajas adicionales en términos de resolución espacial, bajo costo y flexibilidad de implementación. Las principales ventajas de esta estrategia se resumen en el esquema siguiente:

---

<sup>58</sup> Esquivel B. Luis Antonio, (2015) Forest Monitoring with Drones: Application Strategies for Protected Riverine Forest Ecosystems in the Atlantic Forest of Rio de Janeiro, Brazil (Tesis de maestría). TH Köln (University of Applied Sciences), Alemania.

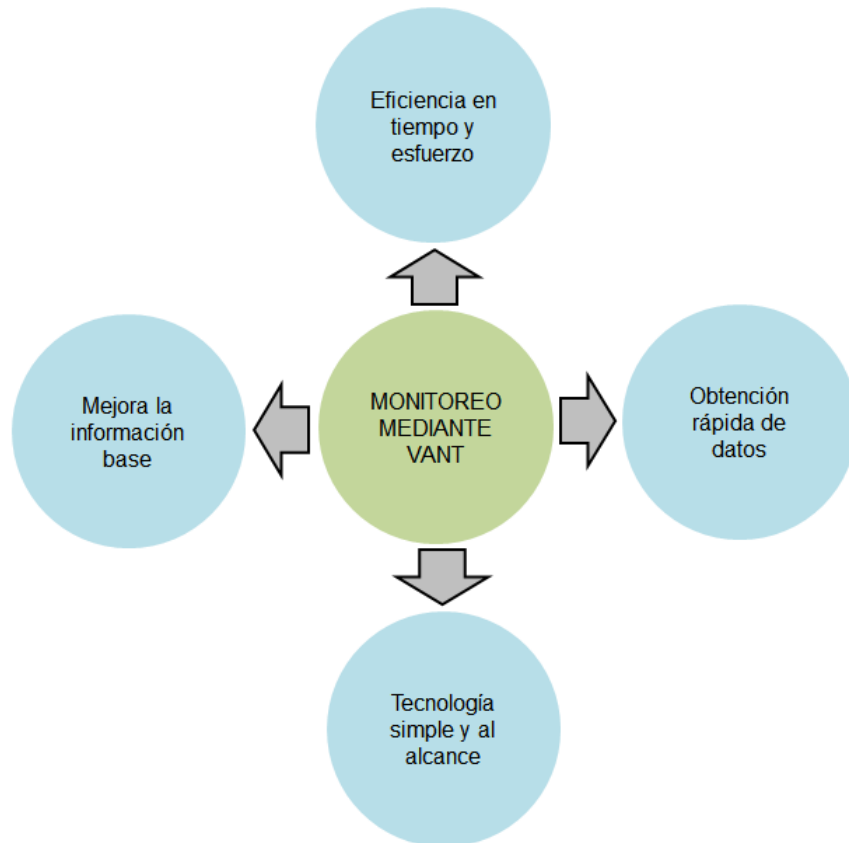


Imagen VI-3 Ventajas principales del monitoreo de vegetación mediante VANT

Incluso, según el PNUMA (2013)<sup>59</sup>, la tecnología VANT puede proporcionar una solución de bajo costo para los administradores ambientales que trabajan en una variedad de ecosistemas al ofrecer agilidad y calidad de imagen para el monitoreo ambiental al permitir, además, la elaboración de una base de información sólida capaz de servir para el análisis y la planificación ambiental.

### **Método**

El método considerado para el monitoreo del desarrollo de la formación y plantación en isletas de manglar, parte de un flujo ordenado de actividades. Primero se verificará y se definirá la situación del espacio en el que se instalarán las chinampas al momento inmediato previo a cualquier intervención. Segundo, se utilizará un método óptico de detección remota con tecnología VANT para recopilar datos geográficos. Tercero, se procesarán las imágenes obtenidas y se obtendrán los mosaicos fotogramétricos necesarios manteniendo una resolución de 5 cm por pixel o menor.

---

<sup>59</sup> UNEP. (2013). A new eye in the sky: Eco-drones. Obtenido del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, Global Environmental Alert Service (GEAS): <http://unep.org/geas/>

Se formarán las islas y se sembrarán los propágulos repitiéndose la toma de datos.

Se analizarán las imágenes obtenidas mediante un Sistema de Información Geográfico (SIG). De esta forma se obtendrá la condición inicial (T0). Los monitoreos subsecuentes se realizarán con una periodicidad semestral durante la ejecución de la obra y posteriormente de manera anual.

El monitoreo comprenderá la totalidad de las isletas formadas a efecto de documentar el desarrollo y garantizar la superficie lograda. Las misiones de vuelo se programarán para vuelos autónomos a por lo menos 40 m de altura con una superposición mínima frontal de 75% y lateral del 65% atendiendo en todo momento la normativa de la Dirección General de Aeronáutica Civil de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes.

La información obtenida mediante el VANT será procesada usando el software Agisoft PhotoScan o similar a efecto de producir ortomosaicos, modelos digitales de superficie (MDS) y mapas de vegetación de alta resolución.

El análisis se realizará utilizando un Sistema de Información Geográfica o un conjunto de ellos tales como Arc Gis y Global Mapper seguido de la corroboración en campo particularmente de los límites del manglar.

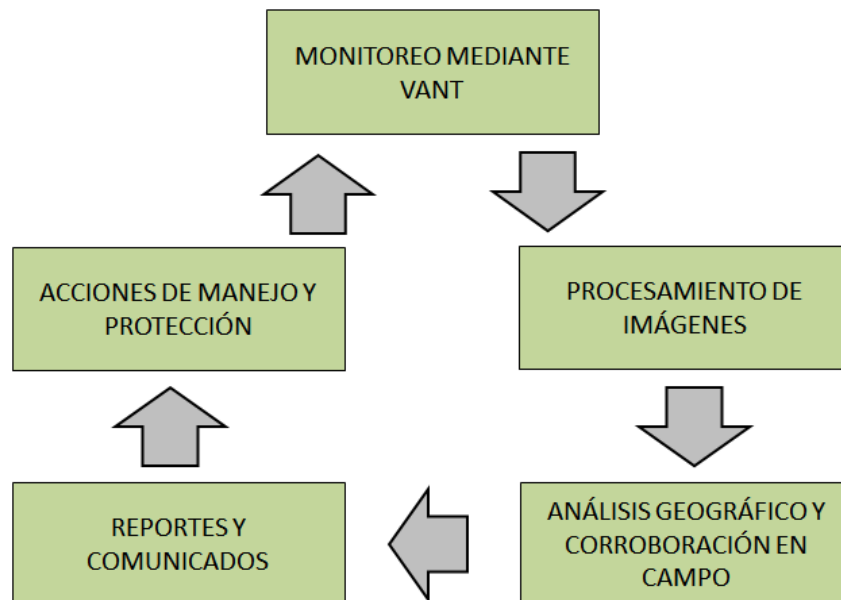


Imagen VI-4 Resumen de la estrategia de monitoreo de manglar

### Indicadores

El desarrollo y uso de indicadores en la estrategia de monitoreo es un componente fundamental para tener parámetros de medición y comparación. A continuación, se muestran los indicadores que serán utilizados para monitorear el desarrollo de la plantación.

Tabla VI-10 Indicadores ambientales para el monitoreo de manglar

Número	Nombre	Tipo	Unidad de medición	Datos	Relevancia
1	Ampliación	Cuantitativo	%	Manglar instalado o afectado/cobertura total	Ofrece información sobre la cobertura de manglar.
2	Altura media de la vegetación	Cuantitativo	Metros	Altura media de las plantas en la totalidad de la plantación de mangle en isletas	Permite determinar patrones del crecimiento del manglar.
3	Estimación del volumen forestal	Cuantitativo	Metros cúbicos	Modelos digitales/corroboración en campo por chinampas	Proporciona información aproximada para determinar el estado de la plantación
4	Densidad de la copa arbórea	Cuantitativo	Gramos por metro cúbico	Masa de la corona/volumen de la corona. Con corroboraciones de campo.	Permite estimar la biomasa y la acumulación de carbono.

Habiéndose expuesto lo anterior, y en la consideración de que la Regla de manejo 123, en su inciso V, limita y restringe el uso de drones exclusivamente para *investigación científica, operación, manejo, administración, y difusión sin fines de lucro*, Se solicita que, en caso de aprobarse este método de monitoreo propuesto se indique en la resolución correspondiente.

## VII PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y, EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

---

### VII.1 ESCENARIO AMBIENTAL. CONDICIÓN CON Y SIN PROYECTO

La preparación de sitio, construcción y operación de los departamentos Yum Balam representa, en términos de paisaje, una expresión de la evolución del sitio que, como se ha expuesto a lo largo del documento corresponde a una retícula urbana formada por vialidades. Estos cambios en el tiempo han de ocurrir en pocas décadas en el SAD delimitado; su ocupación territorial, el uso y aprovechamiento de los recursos que ofrece y, también, la valoración y conservación de áreas de relevancia y valores ambientales exclusivos como lo es la Isla Grande de Holbox la cual se mantiene en una alta naturalidad que contrasta con la Isla Chica.

En este proceso de ocupación territorial intrínsecamente humano, la propuesta de construcción del proyecto aquí presentado, puede considerarse y discriminarse como un elemento que no se contrapone al sitio que lo recibe ni al medio natural circundante sobre el cual no representa amenaza alguna como se demostró con las valoraciones del impacto ambiental realizadas.

El proyecto constructivo implica afectaciones mínimas al suelo ya que se plantea sobre pilotes lo que define el consumo total de este recurso en 0.01 ha. que es el 0.003% del Sistema Ambiental Delimitado. En cuanto al alcance del proyecto, que es de 0.1 ha, éste implica el 0.016% del SAR.

La vegetación implicada es un ensamble de vegetación secundaria de selva baja caducifolia conformada por *Alternanthera ramosissima*, *Cenchrus echinatus* y *Cyperus planifolius*, mientras que el estrato arbustivo se conforma con 7 especies principales: *Ambrosia hispida*, *Croton punctatus*, *Flaveria linearis*, *Lantana involucrata*, *Pithecellobium keyense*, *Solanum donianum* y *Waltheria indica* y el estrato arbóreo se compone de 5 especies: *Acanthocereus tetragonus*, *Coccoloba uvifera*, *Cocos nucifera*, *Metopium brownei* y *Thrinax radiata*.

Si bien el proyecto es evidentemente una intervención, sí se asocia a medidas de control ambiental que han de derivar en beneficios locales, estos son, primordialmente, la operación de una planta de tratamiento de aguas residuales de altas especificaciones, captación de agua pluvial, generación de energía eléctrica mediante fotoceldas, la formación de áreas verdes en 0.3 ha utilizando especies características del ensamble tales como el el Xtup-suk (*Cyperus planifolius*), Sak-chukum (*Croton punctatus*) y la manzanita (*Lantana involucrata*) la cactácea *Acanthocereus tetragonus* y (*Pitayita Selenicereus*



*testudo*) reformarán un estrato arbustivo mientras que el arbóreo se formará usando palma chit (*Thrinax radiata*), las ceibas (*Ceiba acuminata* y *Ceiba pentandra*), chaká (*Bursera simaruba*) Uvero (*Coccoloba uvifera*), Tsiw che' (*Pithecellobium keyense*), Se considera la introducción de especies botánicas locales que sean preferidas por polinizadores tales como Tzitzilché (*Gymnopodium floribundum*), y ornamentales locales como la flor de mayo (*Plumeria obtusa*) y la palma de coco (*Cocos nucifera*) y la flor de tajonal (*Viguiera dentata*).

Adicionalmente, en atención a la especificación 4.43 de la NOM-022-SEMARNAT-2003, se plantea una medida concreta de beneficio al humedal costero que es la formación de isletas de manglar utilizando mangle rojo y mangle negro (*Rhizophora mangle* y *Avicennia germinans*) en 0.25 ha. en la laguna Yalahau. Se estima que esta medida implica, también, atender la reducción de esta cubierta vegetal evitando también procesos erosivos dentro del Sistema Ambiental Delimitado.

Los cambios en el SAD continuarán y su evolución no deriva de la construcción, o no, del este proyecto inmobiliario. Las actividades existentes, otros proyectos que pueden avanzar de manera irregular, la construcción de viviendas de los pobladores locales y otros cambios de uso de suelo, así como aprovechamientos diversos de recursos naturales que los procesos humanos conllevan, habrán de prevalecer en el tiempo y modificar el espacio que se ha analizado.

Considerando la integración documental que ofrece esta MIA-P y en base a la información generada, analizada y valorada se está en posibilidad de describir e identificar las modificaciones y eventuales afectaciones que se puedan imprimir al Sistema Ambiental Delimitado para este proyecto.

El sitio que habrá de recibir al proyecto es un sistema ambiental complejo en el que ya interactúan aprovechamientos del espacio por proyectos semejantes, han ocurrido cambios de uso de suelo por razones diversas y, no obstante lo anterior, se mantienen ensambles naturales bien conservados que albergan una amplia diversidad biológica.

La existencia y permanencia funcional del humedal costero es, sin duda, un atributo esencial en el contexto del análisis realizado quedando claro que su integralidad no será afectada por la construcción y operación del conjunto que se evalúa sin dejar de haber considerado que el Sistema Ambiental es un espacio geográfico delimitado con objeto de estudiarlo en el contexto de la interrelación de la obra de interés y el sitio que lo recibe el cual se conforma por un conjunto de ensambles ecosistémicos que se interrelacionan de manera relativamente funcional y en cuya interacción se incluyen subsistemas culturales, económicos y sociales.

Por ello la construcción y operación de este proyecto corresponde, precisamente, a una propuesta de importancia económica y social que habrá de formar parte, por integración, del Sistema Ambiental en el cual incide como una intervención adicional producto del desarrollo gradual de la isla de Holbox.

El análisis realizado en el marco de esta MIA-P, permite prever que, por la ejecución de las obras y actividades que se pretenden, los impactos ambientales derivados del proyecto, dentro de los límites del SAD estudiado, son mínimos en cuanto a afectación de la superficie predial y del propio Sistema Ambiental. Por ello se considera que con la presencia de estas no se modificará la funcionalidad ecosistémica, pues no se alterará, porque no hay manera de que ocurra, la dinámica de los procesos naturales y productivos que el sitio actualmente sostiene.

No se omite indicar que, hasta cierto punto, existe un grado de incertidumbre sobre los impactos ambientales derivados de la complejidad del sistema ambiental. Para minimizar esta posible fluctuación, el proyecto se basa en la adopción del principio de precaución que lleva a proponer medidas, incluso, para los impactos ambientales de mínima magnitud. Las medidas, planteadas bajo programas, acciones y criterios de actuación permitirán que el proyecto se integre apropiadamente al Sistema Ambiental.

Partiendo de lo anteriormente expuesto, se tiene, como escenario que:

- El proyecto no representa riesgos a poblaciones de especies protegidas, no se prevé la generación de afectaciones significativas que pudieran desencadenar un desequilibrio ecológico. Tampoco implica fragmentar un ecosistema y no conlleva riesgos a la salud humana.
- En el presente documento se han propuesto medidas y estrategias tendientes a la minimización, prevención y compensación de los impactos ambientales identificados que son técnicamente posibles, financieramente viables y admiten seguimiento y documentación.

Por otra parte, considerando como escenario la instalación del proyecto sin las medidas de control ambiental propuestas derivaría en una alternativa poco favorable para el espacio estudiado teniendo que:

- El proyecto, dada su concepción integradora, tampoco representaría riesgos a poblaciones de especies protegidas. Sin embargo, al no realizarse los rescates y los monitoreos no se contaría con la posibilidad de evitar la pérdida de individuos de especies botánicas y de fauna silvestre que serían sin duda afectadas. Sin las medidas no se estaría

en posibilidad de incrementar la superficie de manglar en 0.25 ha y en 0.3 ha la vegetación de selva baja; ambas favorecen, en menor medida, la conectividad entre Unidades de Paisaje. Dada la dimensión ambiental del proyecto, incluso sin medidas, se estima que no conllevaría impactos ambientales severos ni riesgos a la salud humana.

Finalmente, en un escenario sin proyecto y sin medidas correctoras de impacto, se implica mantener los predios de interés en la condición en la que se encuentran restando la posibilidad de un desarrollo de alcance y dimensión ambiental bajo. Esta situación de orientación a la naturalidad no se relaciona con el concepto de aprovechamiento sustentable que implica la utilización de los recursos naturales en forma que se mantenga la integridad funcional y las capacidades de carga de los ecosistemas de los que forman parte dichos recursos por periodos indefinidos de tiempo.

## **VII.2 DIAGNÓSTICO AMBIENTAL**

### **VII.2.1 Fragilidad ecológica. Concepto**

La fragilidad ecológica es un elemento integrador que permite lograr una percepción del entorno la cual varía de acuerdo a los fines del análisis al que un espacio dado se sujeta por lo que, en el caso de la valoración del impacto ambiental su comprensión resulta fundamental para orientar y concretar la toma de decisiones con respecto a obras y actividades.

Contar con un modelo de fragilidad ecológica, entonces, resulta apropiado en virtud de que éste permite valorar un espacio en particular en función de la sensibilidad ambiental diferenciada de sus diversas coberturas y sus correspondientes atributos en un marco conceptual determinado por las actividades humanas y la propia calidad ambiental del lugar que se estudia ponderando, en este ejercicio, la dimensión y alcance ambiental del proyecto que se analiza.

Se parte, en este caso en particular, de que un entorno frágil es aquel que es, a la vez, fácilmente perturbado y difícil de restaurar si se altera. Este precepto puede relacionarse y acotarse a un único elemento del ensamble el cual, en caso de ser frágil, pudiera ser determinante para el desencadenamiento de procesos adversos. Esto puede ser observado, en tiempo ecológico, en espacios en los que se ha eliminado la cubierta vegetal que sostiene suelos ligeros por lo que la pérdida del primero deriva en la rápida erosión del segundo.

Así, es posible considerar que el concepto fragilidad ecológica de un ensamble o de un elemento ambiental está relacionado con su capacidad intrínseca para soportar acciones alteradoras sin variar esencialmente su cualidad y sin derivar en transformaciones hacia

otra forma sustancialmente distinta a la original; lo anterior implica, entonces, considerar la realidad de ecosistemas frágiles que se corresponden con entornos locales extremadamente sensibles a los cambios en la temperatura, la calidad del aire y del agua y otras condiciones ambientales que, a su vez, se relacionan con otros conceptos afines tales como vulnerabilidad y sensibilidad. Todo ello emana de la capacidad de adaptación y respuesta a cambios.

De esta forma, entendemos que un elemento es frágil frente a una acción potencialmente alteradora si reacciona modificando o perdiendo su cualidad de forma parcial o total por lo que la fragilidad radica en los efectos adversos cuantificables, en tiempos ecológicos, de cambio como respuesta a una acción transformadora lo que, a *contrario sensu*, se comprende cuando la acción no encuentra respuesta en forma de cambio o efecto y el elemento ambiental afectado se muestra poco frágil a dicha acción.

Resulta primordial discriminar los componentes relevantes del ecosistema y, de ser el caso, identificar los procesos relevantes existentes y necesarios para asegurar la continuidad de la integridad funcional y estructural del ecosistema a una escala y tiempo determinados.

En el ámbito del Sistema Ambiental Delimitado(SAD)definido para el proyecto inmobiliario objeto de esta MIA-P se tiene, de acuerdo con las Unidades de Paisaje identificadas, que el espacio en el cual incide la propuesta se encuentra modificado y que su transformación hacia el paisaje urbano continúa en un ámbito que aún mantiene rasgos de naturalidad mismos que, por ser escasos, merecen atención.

### VII.2.2 Fragilidad Ecológica en el Sistema Ambiental Delimitado (SAR)

Para determinar la fragilidad ecológica en el SAD se elaboró una base de datos georreferenciada basada en cartografía temática la cual, una vez organizada, mediante un Sistema de Información Geográfica, permitió la diferenciación de 8 Unidades de Paisaje cuyo inventario es el siguiente:

Tabla VII-1 Unidades de Paisaje en el Sistema Ambiental Delimitado.

No.	Uso de Suelo y/o Vegetación	Superficie (ha)	%
1	Manglar	297.98	48.27
2	Área Urbanizada	114.11	18.49
3	Laguna Yalahau	49.50	8.02
4	Vegetación secundaria de selva caducifolia	41.21	6.68
5	Aguas Interiores	37.82	6.13
6	Aguas del Golfo	35.57	5.76

7	Vegetación de Dunas Costeras	34.25	5.55
8	Franja Costera Arenosa	6.85	1.11
<b>Totales</b>		<b>617.29</b>	<b>100</b>

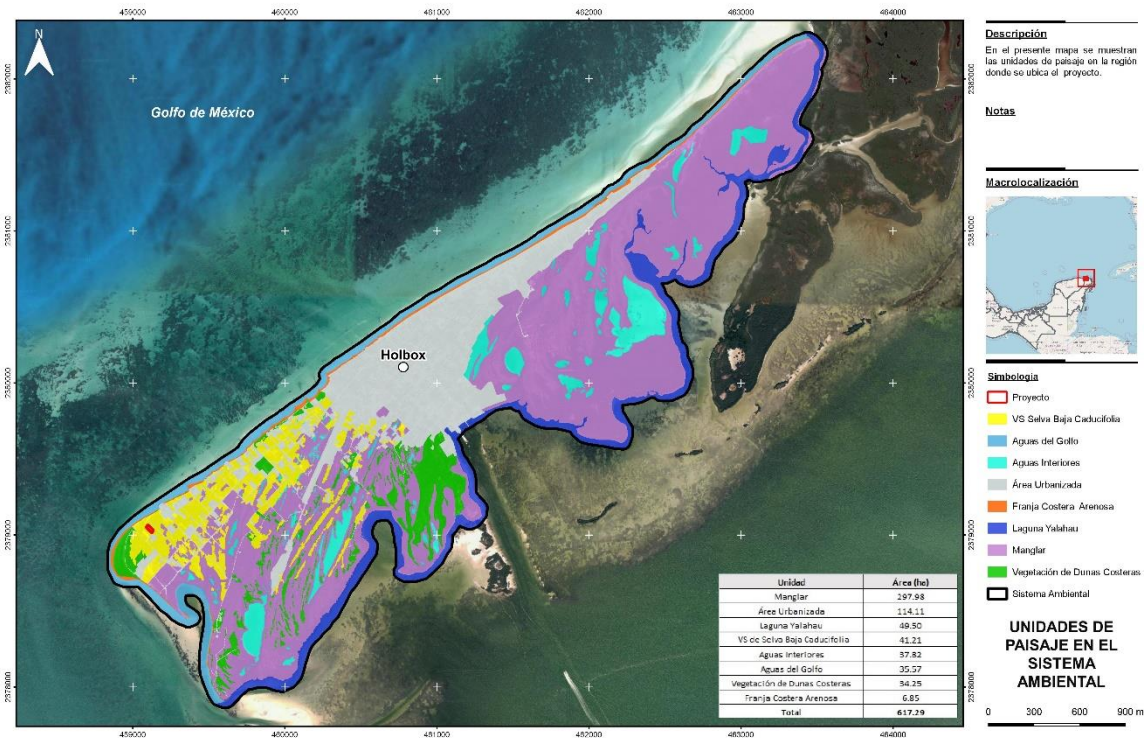


Imagen VII-1 Inventario, por Unidades de Paisaje, del Sistema Ambiental Delimitado.

Con esta determinación de superficies se estuvo en la posibilidad de realizar el análisis de la fragilidad ecológica para cada uno de los componentes del conjunto siempre en la consideración de que el contexto corresponde a un espacio diferenciado en el cual en una superficie definida las condiciones ambientales tienden hacia la urbanización y otros espacios se presentan predominantemente naturales.

### VII.2.3 Contexto histórico de la transformación del Sistema Ambiental Delimitado (SAR)

De acuerdo con la recopilación histórica *Holbox: una historia contada por la cadencia del mar*<sup>60</sup>, los primeros datos documentales de la ocupación de la isla datan de diciembre de 1852, a través del reporte del comisionado militar Juan Díaz y el oficio del Juez De Paz de Isla Mujeres, Don Bartolomé Magaña dirigido al gobernador de Yucatán, Tomás López Medel. Poco tiempo antes, habitantes de la costa de tierra firme en Yalahau habían sido atacados por mayas rebeldes de la revolución campesina conocida regionalmente como “la

<sup>60</sup> <http://age.groo.gob.mx/porta/Archivo/MiradaPasado/Holbox.php>

guerra de castas” que iniciara en 1847, tomando prisioneros a vecinos cuando estos trabajaban sus milpas, los restantes pobladores se embarcaron en sus canoas rumbo a la isla Holbox a refugiarse. Al enterarse de los acontecimientos, el comandante militar del ejército yucateco en Río Lagartos, encomendó la evacuación de los refugiados en la isla, recibiendo la negativa de este grupo a abandonar el lugar. Fue hacia 1854 que los habitantes de la isla, fueron reconocidos como vecinos de Holbox, es decir, holboxeños, cuyo asentamiento estaba en la punta de la isla, conocida como el “Viejo Holbox”.

Los primeros europeos que llegaron a establecerse en la isla hacia el año 1856 venían en busca de palo de tinte, y algunos sorprendidos por la belleza de la isla iban permaneciendo hasta formarse la villa Holbox. Desde aquella época se distinguió esta región por su inclinación hacia actividades relacionadas primordialmente con la pesca y habitada por individuos provenientes principalmente de Yucatán, España y Cuba.

Por el recuento poblacional de la municipalidad de Isla Mujeres de octubre de 1866, censos nacionales realizados durante la administración del Emperador Maximiliano, sabemos que en Holbox vivían 30 personas entre niños y adultos de 2 a 71 años de edad; los mayores Don Luis Vacelis de 71 años y Dña. Ma. de la Cruz Zetina de 50 años. Otros apellidos que aparecen en este Padrón de Isla Mujeres y su Municipio, Yucatán en 1866 (AGEQROO) son Gómez, Chan, Cahum, Correa, López, Peña, Balencia, Osorio, Sánchez, y Méndez. Cuando los mayas *cruzoob* de la región costera de Tulum atacaron y quemaron Kantunilkín en 1872 y Xuxub y Puntatunich en 1874 muchas de aquellas familias buscaron refugio en la Isla de Holbox.

En la región se inició la explotación del palo de tinte (*Haematoxylum campechianum*) cuyo éxito comercial marcó una época de bonanza para la península de Yucatán. Durante esta etapa los navíos incluyeron en su ruta a Holbox atracando y comercializando bienes diversos entra la Isla, puerto Progreso, Cozumel y Belice.

Holbox se consolida políticamente por una resolución presidencial del 12 de enero de 1938<sup>61</sup> signada por el General Lázaro Cárdenas y ejecutada fecha 27 de junio 1942 la cual dio cumplimiento a la posesión final y dotación de 8,864 ha de tierras ejidales a los vecinos del poblado de Holbox bajo títulos comunales.

Durante la Segunda Guerra Mundial, la pesca de tiburón, para producir aceite, fue la principal actividad económica de los habitantes de Holbox vendiendo el producto a barcos cubanos y a la flota de Progreso. Esta pesquería se sustituyó, en la década de 1970 por la siembra extensiva de palmas cocoteras y, durante los años 80 por la captura de langosta.

---

<sup>61</sup> Periódico Oficial TQR, Núm. 10, Tomo III, Chetumal, 31 de mayo de 1938



En particular la siembra de la palma de coco (*Cocos nucifera*) representó una importante alternativa de para aquellos productores con terrenos no aptos para otros cultivos, como es el caso de la Isla quienes obtenían aceite y copra. Sin embargo, esta fuente de ingresos se agotó a partir de 1977 con el surgimiento del amarillamiento letal del cocotero (ALC), causado por un fitoplasma, el cual invadió toda la península de Yucatán, pasando a Campeche y a Tabasco.

Actualmente la economía de Holbox se transforma nuevamente y se orienta a la prestación de servicios de hospedaje y turismo los que basan el éxito en el paisaje y atributos naturales de la isla con una población reportada de 1,486 habitantes de los cuales 819 personas son nacidas ahí con una Población Económicamente activa de 700 personas (INEGI, 2010).

La utilización de los recursos costeros sigue siendo el foco del desarrollo de la isla donde, actualmente, se prestan servicios y tours diversos ofrecidos por personas locales de los cuales destacan el avistamiento y nado con el tiburón ballena (*Rhincodon typus*), salidas de pesca, renta de kayaks, avistamiento de aves y paseos en la laguna Yalahau los que representan una importante fuente de ingresos.

Este marco de referencia se ha considerado necesario para abordar y discernir sobre la fragilidad ambiental del espacio en el cual se pretende este proyecto estableciendo que el área de interés presenta, como línea base ambiental, un espacio costero históricamente ocupado desde 1854 el cual en estos 164 años ha consolidado una población que ha hecho uso de sus recursos naturales en concordancia con las demandas que el mercado de bienes y servicios ha demandado.

#### **VII.2.4 Evaluación de la fragilidad ecológica**

Como se indicó previamente, la fragilidad ecológica es el grado de debilidad intrínseca que hace que un ambiente pueda deteriorarse con facilidad. Para la realización de esta evaluación se parte de la cartografía mediante la cual se determinaron las Unidades de Paisaje al interior del SAD definido para el proyecto, sus atributos y cobertura.

A continuación, se presenta un resumen de los atributos principales de las ocho Unidades de Paisaje discriminadas en el SAR.

##### **1.- Unidad de Paisaje Manglar (297.98 Ha)**

Esta UP corresponde al 48.27% del Sistema Ambiental Delimitado, se ubica en la zona de influencia de las aguas del Golfo de México y la laguna Yalahau (Conil) situación que se refleja directamente en los tipos de asociaciones vegetales presentes ya que los niveles de



inundación y salinidad que alcanzan estos espacios condicionan la distribución de las distintas comunidades vegetales.

El manglar corresponde a un bosque formado primordialmente por árboles de alguna o varias de las especies de mangle que son plantas tolerantes a la sal y a la inundación del suelo por lo que se distribuyen, mayormente, en espacios intermareales, lagunas o cuencas costeras tropicales. Así, entre las áreas con manglares se incluyen estuarios y zonas costeras. Son bosques altamente productivos y son utilizados por aves, peces, crustáceos y moluscos como sitios de crianza, alimentación y refugio.

Esta UP corresponde a una cubierta poco diversa compuesta por una comunidad constituida principalmente por mangle rojo (*Rhizophora mangle*), sin embargo, también es posible encontrar algunos manchones donde, dependiendo de las condiciones de inundación, dominan las especies mangle blanco (*Laguncularia racemosa*), mangle negro (*Avicennia germinans*) y en las áreas con menor inundación se observa el mangle botoncillo (*Conocarpus erectus*).

## **2.- Unidad de Paisaje Área Urbanizada (114.11 Ha)**

Esta Unidad de Paisaje corresponde a obras humanas concluidas y que se encuentran en operación dentro del Sistema Ambiental Delimitado por lo cual para su existencia se ha cambiado el uso del suelo. Tiene una cobertura de 114.11 ha que equivale al 18.49% de la superficie caracterizada en el SAR. Para el caso en particular de Holbox, se tiene una diferenciación a nivel de suelo determinada por usos tales como hospedajes turísticos, comercios, servicios y habitacional los cuales en ocasiones se entremezclan de manera que en una propiedad se venden misceláneos o se alquilan habitaciones o se presentan servicios.

## **3.- Unidad de Paisaje Laguna Yalahau (Conil) (49.50 Ha)**

Esta Unidad de Paisaje corresponde a un cuerpo lagunar costero de 30 km de largo por 11 km en la porción más ancha teniendo, al oeste, comunicación con el Golfo de México a través de una entrada de 5 Km de amplitud comunicándose también con el mar a través de un canal somero que establece el límite este del SAR. Las aguas de esta laguna son saladas y ricas en nutrientes recibiendo aportes marinos, así como de aguas dulces continentales a través de la fractura Xelha-Holbox al sur de la cuenca. Esta laguna, entonces, está parcialmente aislada del mar isla Holbox (Isla Grande e Isla Chica) y, en términos geográficos, se encuentra formalmente donde termina el Golfo de México, pero está fuertemente afectada por el Mar Caribe

#### **4.-Unidad de Paisaje Vegetación secundaria de selva baja caducifolia (41.21 Ha)**

La vegetación secundaria surge cuando un tipo de vegetación es eliminado o alterado por diversos factores humanos o naturales, resultando en una comunidad vegetal significativamente diferente a la original y con estructura y composición florística heterogénea, dominada principalmente por especies de porte arbóreo. Los componentes arbóreos de esta selva presentan baja altura, normalmente de 4 a 10 m y no más de 15 m. El estrato herbáceo es reducido presentando plantas crasas y suculentas. En el SAR, esta UP se encuentra distribuida en parches aislados donde las condiciones de suelo y de inundación permiten el desarrollo de especies poco tolerantes a condiciones extremas, por la misma razón, es común encontrar individuos de manglar en asociación a este tipo de vegetación, principalmente las especies mangle botoncillo (*Conocarpus erectus*) y mangle blanco (*Laguncularia racemosa*).

#### **5.- Unidad de Paisaje Aguas interiores (37.82 Ha)**

Esta Unidad de Paisaje corresponde a superficies libres de vegetación que se presentan en el Sistema Ambiental Delimitado ocupando bajos topográficos ligeramente más profundos y donde el fondo es menos permeable por lo que se acumula agua pluvial y de escorrentía o bien por su carácter topográfico se expone de manera permanente el acuífero somero. Esta Unidad de Paisaje tiene una cobertura de 37.82 ha que es el 6.13% del Sistema Ambiental Delimitado.

El caso de estos cuerpos de agua es particular ya que su permanencia, cantidad y cobertura depende de las lluvias y de eventuales afloramientos de agua freática. Es decir que no se sujetan, como en otros humedales, a los ciclos de marea, por lo que el agua en ellos contenida corresponde a un ambiente de tipo léntico en el que las corrientes superficiales son forzadas por el viento y la columna de agua varía entre los 10 y los 60 cm de profundidad.

#### **6.- Unidad de Paisaje Aguas del Golfo (35.57 Ha)**

El Golfo de México es una amplia cuenca marina que colinda con el Mar caribe estando ambos unidos al océano Atlántico. No obstante, esta contigüidad, el intercambio de masas de agua entre las distintas cuencas marinas es relativamente limitado, dado que las zonas de comunicación suelen ser aguas poco profundas. El canal de Yucatán es la vía de agua principal que une el mar Caribe con el Golfo de México con una amplitud de 220 Km, medidos entre Cabo Catoche en Quintana Roo y Cabo San Antonio en Cuba, y una profundidad de 1,800 m las masas de agua que se transportan por este van del Caribe hacia el Golfo en dirección al estrecho de Florida que conecta las aguas del océano Atlántico, al este, con las del golfo de México, al oeste.

La gran diversidad de ambientes y recursos biológicos que existe en el Golfo de México crea condiciones favorables para la existencia de una amplia diversidad ecosistémica en la que interactúan elementos neárticos y neotropicales. Destacan, para el área de interés, la presencia de pastos marinos, lagunas costeras, estuarios y manglares.

#### **7.-Unidad de Paisaje Vegetación de Dunas Costeras (34.25 Ha)**

Esta Unidad de Paisaje corresponde a una comunidad vegetal que se establece a lo largo de las costas, se caracteriza por 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 (*Ipomoea pes-caprae*), alfombrilla (*Abronia maritima*), (*Croton* spp.), verdolaga (*Sesuvium portulacastrum*), etcétera. 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 juliflora*), zacate salado (*Distichlis spicata*), zacate (*Sporobolus* sp.) entre otros. Para el caso particular del SAR, este tipo de vegetación se encuentra mezclado con algunas palmas remanentes y vegetación secundaria de selva baja caducifolia, integra la mayor parte de la vegetación entre los manglares y las dunas playeras, así como de las dunas pioneras y vegetación sucesional en el lado de la isla orientada hacia el Golfo.

#### **8.-Unidad de Paisaje Franja costera arenosa (34.25 Ha)**

Esta Unidad de Paisaje costero, de amplitud variable, está formada por restos completos y macerados de organismos marinos con partes corporales calcáreas, y restos de algas marinas. Se presenta de dos formas por tramos; en algunos segmentos de la franja abundan en restos completos de bivalvos mientras que en otros los granos son finos. En ambos casos la arena es blanca-amarillenta. Esta condición diferenciada pudiera obedecer a la presencia de espigones que imprimen variantes al transporte litoral produciendo zonas de erosión y zonas de deposición, en las porciones en los que existe erosión permanecen las conchas y granos más gruesos porque el oleaje remueve los granos más pequeños mientras que en los segmentos que presentan acreción se acumulan los granos más finos.

La franja arenosa costera, en este caso, no es un amplio reservorio de diversidad biológica, es físicamente homogénea, se sujeta a una alta turbulencia y su productividad primaria es baja. Sin embargo, es un sitio importante para el descanso y forrajeo de algunas especies de aves marinas, como soporte de comunidades botánicas especializadas y fundamentales para el desove de tortugas marinas.

### VII.2.5 Atributos del modelo empleado

El ambiente es un sistema complejo que incluye diversos elementos del medio biofísico y socioeconómico, cuyas características varían según distintas escalas espaciales y temporales. En los procesos de toma de decisión se vuelve necesario simplificar y cuantificar esta complejidad del sistema ambiental.

El desarrollo de programas y proyectos, por su parte, implica la ejecución de acciones y actividades cuyo potencial de impacto sobre el ambiente es difícil de predecir. Desde el punto de vista técnico, deben ser definidos por tanto los distintos niveles y escalas de afectación, identificando las relaciones causales de los proyectos.

El modelo que se utiliza permite definir un Índice de Fragilidad Ecológica (IFE) el cual está dado por la función de indicadores específicos de acuerdo a las características del espacio de interés exponiendo el grado de fragilidad en el que su estructura o función es alterada por alguna intervención o perturbación antrópica (Gaviño N, 1997)<sup>62</sup>.

La ecuación del IFE utilizada en este modelo es la siguiente:

$$\text{IFE} = \text{E} \times 0.25 + \text{W} \times 0.25 + \text{B} \times 0.20 + \text{P} \times 0.20$$

Donde:

**E:** Índice de Erodabilidad.

**W:** Índice de Vulnerabilidad Hídrica.

**B:** Índice de Vulnerabilidad Biótica.

**P:** Índice de Fragilidad del Paisaje.

Valoración: 0) nulo; 1) Muy bajo; 2) Bajo; 3) Medio; 5) Alto y 10) Muy alto.

La propuesta se basa en el análisis del ambiente y la selección de variables clave relacionadas con la fragilidad del área, sitio o región. Para ello es necesario identificar aquellos factores ambientales más frágiles frente a una actividad determinada. La fragilidad debe estar relacionada a la susceptibilidad del ambiente a cambiar de manera significativa su estructura y función. La selección de variables debe ser acorde con la disponibilidad de información necesaria para caracterizar el ambiente o la capacidad de generar nueva información. Cada indicador es un índice en sí mismo; por ejemplo, el Índice de Erodabilidad (E) valora el riesgo de erosión y es una función de la vegetación, el grado de cobertura, y de la pendiente del terreno. Un bosque, con más de 80 % cobertura, en terrenos de pendiente menor a 5º corresponde el máximo grado de protección del suelo y mínimo de erodabilidad: E = 0 (cero). Por el contrario, un área desmontada, con menos del 50% de cobertura, en

---

<sup>62</sup>. Gaviño, Novillo. J. M.; 1997a. Indicadores ambientales y su aplicación, Textos seleccionados, Cátedra UNESCO para el Desarrollo Sustentable, Flacam, La Plata.

terrenos de pendientes mayores a 15º corresponde al mínimo grado de protección del suelo y el máximo de erodabilidad: E = 10 (diez).

### VII.2.6 Desarrollo del modelo y resultados

Una vez establecidas las valoraciones y ejecutado el modelo, se tiene lo siguiente:

Tabla VII-2 Valores modelados para el IFE por cada Unidad de Paisaje registrada en el SAR.

	1	2	3	4	5	6	7	8
	UP Manglar	UP Área urbanizada	UP Laguna Yalahau	UP Vegetación secundaria de selva baja caducifolia	UP Aguas interiores	UP Paisaje Aguas del Golfo	UP Vegetación de Dunas Costeras	UP Franja costera arenosa
E: Índice de Erodabilidad	1	3	0	2	0	0	3	5
W: Índice de Vulnerabilidad Hídrica	10	5	5	3	5	5	5	3
B: Índice de Vulnerabilidad Biótica	10	1	10	5	10	5	2	5
P: Índice de Fragilidad del Paisaje	10	2	10	10	10	5	2	10
<b>IFE =</b>	<b>6.75</b>	<b>2.6</b>	<b>5.25</b>	<b>4.25</b>	<b>5.25</b>	<b>3.25</b>	<b>2.8</b>	<b>5</b>
Valor mínimo de referencia	0	0	0	0	0	0	0	0
Valor máximo de referencia	10	10	10	10	10	10	10	10

### VII.2.7 Discusión y conclusiones.

En el seno de una matriz que conforma un ambiente predominantemente natural con transformaciones localizadas dentro de una retícula urbana, se puede observar que en el Sistema Ambiental Delimitado se presentan ocho Unidades de Paisaje; se procede a discutir sobre los Índices de Fragilidad Ecológica (IFE) determinados mediante el modelo propuesto por Gaviño.

#### 1.- Unidad de Paisaje Manglar (297.98 Ha)

Es un componente arbóreo que se distribuye principalmente en áreas inundadas por lo que la erodabilidad es nula o muy baja, en cuanto a la vulnerabilidad hídrica se considera alta ya que es un ensamble que depende del agua y su calidad. Es un componente arbóreo con alta capacidad para alojar especies silvestres de fauna en un entorno que provee cobertura, el alimento y el refugio y su presencia conforma paisajes característicos. Por lo anterior su Índice de Fragilidad Ecológica (IFE) es 6.75, es decir entre alto y muy alto.

## **2.- Unidad de Paisaje Área Urbanizada (114.11 Ha)**

Es un componente primordial del Sistema Ambiental Delimitado que corresponde, precisamente, a los ámbitos antropizados que reflejan la condición actual y tendencia del SAR. Se valora con un Índice de Fragilidad Ecológica (IFE) de 2.6, es poco vulnerable porque sus componentes naturales son escasos o inexistentes.

## **3.- Unidad de Paisaje Laguna Yalahau (Conil) (49.50 Ha)**

Esta UP bordea el SAD entre el suroeste, sur y sureste. Siendo un cuerpo lagunar no puede ser erosionado. No obstante, en cuanto su potencial a la vulnerabilidad hídrica se estimó alto (5) ya que sus procesos dependen de la calidad del agua. Es un espacio que ofrece un hábitat importante para especies marinas por lo que las variaciones negativas en ella conllevan riesgos a la biota local. La laguna Yalahau ofrece vistas escénicas de alto valor paisajístico. De esta forma se estimó un Índice de Fragilidad Ecológica (IFE) de 5.25, es decir alto.

## **4.-Unidad de Paisaje Vegetación secundaria de selva baja caducifolia (41.21 Ha)**

Conformado por parches aislados, el Índice de Fragilidad Ecológica (IFE) para esta unidad de Paisaje se fijó en 4.25, es decir que se asume que la cubierta vegetal es capaz de retener el suelo, de proveer soporte para evitar la erosión hídrica y eólica del suelo y aloja especies silvestres en un entorno donde existe la cobertura, el alimento y el refugio para ella. En términos de paisaje su fragilidad es elevada ya que es un ensamble escaso que no se corresponde con un espacio particularmente escénico ni único.

## **5.- Unidad de Paisaje Aguas interiores (37.82 Ha)**

Esta UP corresponde a espacios abiertos con poca o nula vegetación presentándose en bajos topográficos por lo que se les conoce como zonas inundables. Si bien su superficie es reducida en el contexto del SAD el Índice de Fragilidad Ecológica (IFE) que arroja es de 5.25, es decir alto. La vulnerabilidad biótica alta en virtud de que es, sin duda, un espacio importante para anfibios, reptiles, aves y mamíferos.

Estos espacios naturales sostienen aves acuáticas migratorias durante el invierno las que dependen de la calidad y cantidad de sus aguas.

#### **6.- Unidad de Paisaje Aguas del Golfo (35.57 Ha)**

Esta UP conlleva una gran diversidad de ambientes y recursos biológicos y en la porción noroeste, norte y noreste del SAD este es un recurso paisajístico recreativo primordial de Isla Holbox ya que de su calidad escénica depende el éxito del destino. Esta calidad se asocia también a la calidad del agua la cual a su vez es un factor esencial para la manutención de la biota local. el Índice de Fragilidad Ecológica (IFE) obtenido es de 3.25.

#### **7.-Unidad de Paisaje Vegetación de Dunas Costeras (34.25 Ha)**

Para esta UP formada por un conjunto predominantemente herbáceo compuesto por gramíneas y arbustos que cubren suelos con alta salinidad intersticial se obtuvo un Índice de Fragilidad Ecológica (IFE) de 2.80. Ello por corresponder a una cobertura que protege de forma relativamente baja el suelo de la vulnerabilidad hídrica y eólica. En esta comunidad se encuentra, si bien escasa, fauna silvestre cuya diversidad es mínima por lo que la vulnerabilidad biótica, entendida como la posibilidad de perder o de afectar de manera irreversible ensambles biológica es, también, baja. En lo correspondiente al paisaje, éste se encuentra transformado en todo el frente costero por actividades humanas. En términos escénicos, no es un paisaje de gran potencia visual.

#### **8.-Unidad de Paisaje Franja costera arenosa (34.25 Ha)**

Este uso de suelo presenta un Índice de Fragilidad Ecológica (IFE) valorado en 5, es decir alto. Es importante destacar que dada la carencia de una cubierta vegetal permanente la arena se traslada tierra adentro por la acción del viento y es medianamente susceptible a las afectaciones hídricas. Son espacios importantes para la fauna silvestre ya que son el hábitat de anidación de tortugas marinas. Sin embargo no ofrecen cobertura amplia ni hábitat de anidación o refugio pero sí de forrajeo de aves playeras por lo que su permanencia es importante aunado a que, en términos de paisaje, es una zona primordial que ofrece, por segmentos, vistas extraordinarias.

### **VII.2.8 Conclusiones.**

El Índice de Fragilidad Ambiental promedio obtenido para el SAD es de 4.39, 2.21 es decir que la fragilidad ecológica del conjunto es media tendiendo a alta. Las Unidades de Paisaje que más aportan a este promedio son la UP Manglar y dos cuerpos de agua: UP Laguna Yalahau y UP Aguas interiores seguidas de la UP Vegetación secundaria de selva baja caducifolia. Las que menos aportan son la UP Área urbanizada y UP Vegetación de dunas



costeras. Se considera que el índice obtenido sí refleja de manera apropiada la realidad del espacio en el cual se pretende el proyecto esto en el entendido de que las coberturas que más aportan al promedio guardan un elevado grado de naturalidad por lo que son aquellas que pueden ser afectadas negativamente.

En particular, para la Isla Chica de Holbox, se tiene un área ecológica con un alto grado de naturalidad y una fragilidad media que tiende a alta. Resulta importante considerar que las coberturas de tipo arbóreo y arbustivo aún bien conservadas en un 75% del SAD son elementos clave para el mantenimiento de la biodiversidad y sus procesos. En este entorno, donde los espacios modificados se establecen en el orden del 25% se tiene la traza urbanizada y el frente hotelero de cara al Golfo de México.

De lo anterior se tiene que, partiendo del modelo de fragilidad presentado y de los antecedentes ambientales expuestos, es posible determinar áreas definidas para la conservación. No obstante, y en cuanto a la conectividad estructural del paisaje, no resulta complejo establecer, por mera observación directa, que el casco original del poblado, por su ubicación y dimensión conforma un eje transformador que fragmenta la isla



Imagen VII-2 El casco original del poblado de Holbox, por su ubicación y dimensión conforma un eje antrópico transformador que fragmenta la isla.

En cuanto a la conectividad es posible definir que, en la traza urbana, sus valores son bajos dada la escasa disponibilidad de hábitat para las especies que no toleran la presencia humana. En este aspecto no se descarta el valor que pudieran tener los parches como contribución individual a la conectividad, en particular la vegetación asociada a los cuerpos de aguas interiores y los manglares remanentes. Sin duda entre más grande sea el parche mayor será su capacidad de dispersión de las especies.

No obstante lo anterior, y en lo referente al uso de suelo urbano que ya se encuentra trazado y corresponde a propiedad privada o ejidal, es fundamental apuntar que esta superficie no aporta a la biodiversidad que es la base de los beneficios económicos y sociales de la isla y es una de las razones por las que el IFE alcanza un valor bajo.

Resulta primordial evitar nuevas calles y formación de otras lotificaciones ya que la pérdida de más superficie o su transformación a lo urbano serían irreversibles y su costo ambiental elevado.

Finalmente, en el entendido de que la fragilidad ecológica valorada para el sitio de estudio, de manera particular en las 8 Unidades de Paisaje y en la totalidad del SAR, se relaciona con su capacidad de resiliencia para volver a un estado semejante a aquel existente previo a la perturbación se tiene, en este caso, que la fragilidad es media con tendencia a alta (4.39) en el espacio así estudiado ya se encuentra parcialmente modificado por la presencia humana histórica.

### **VII.3 CONCLUSIONES**

Considerando que la construcción del desarrollo habitacional en función del espacio estudiado, el espacio que le acoge, la valoración de los impactos ambientales adversos potenciales previstos y las medidas de protección propuestas, se estima que el cambio ambiental adverso en el en el SAD a consecuencia de esta obra es muy bajo en términos de ocupación territorial y consumo de recursos naturales.

De la valoración realizada, se estimó que existirán impactos positivos que, dadas las condiciones socioeconómicas de la zona, pueden ser potenciados, por ejemplo, privilegiando la oferta de trabajo a gente local y adquiriendo materiales e insumos producidos en el municipio. Los negativos, al ser prevenidos, mitigados y compensados resultan en residuales muy bajos que, en el contexto del SAD son nimios.

Como se mencionó previamente, la evaluación del impacto ambiental es una herramienta predictiva por lo que existe un grado de incertidumbre relativo sobre los resultados. La aplicación de criterios precautorios es primordial lo cual se refleja en el Programa de Manejo Ambiental (PMA) presentado.

Partiendo de lo anteriormente expuesto, se tiene, como escenario que:

- Se reconocen los impactos ambientales potenciales principales por tres vías: ponderación, matricial y dinámica.

- El Impacto ambiental adverso muy bajo se asocia con el consumo del suelo y su fragilidad y su proximidad al nivel freático lo que, en consecuencia, pudiera derivar en un impacto menor a la calidad del agua debido al derrame incidental de hidrocarburos y dispersión de residuos.
- Los impactos adversos de carácter moderado se relacionan con la disminución de la cubierta vegetal, que es ya incipiente, disminución en la riqueza de flora y fauna, el cambio de uso de suelo y el paisaje.
- Mediante la herramienta dinámica se valoraron cambios potenciales al agua, flora, fauna, suelo y medio socioeconómico agrupados por etapa. Esto es relevante porque los cambios que se presentan durante la preparación de sitio conllevan afectaciones diferenciadas que aquellos que, por ejemplo, acontecen durante la construcción.
- Se realizó un ejercicio que plantea tres escenarios ambientales a efecto de estimar distintos alcances:
  - T0 situación actual, considera el Sistema Ambiental Delimitado, con la urbanización existente y sus impactos ambientales derivados sin la construcción del proyecto.
  - T1 situación actual, considera el Sistema Ambiental Delimitado, con la urbanización existente y sus impactos ambientales derivados, con la construcción del proyecto.
  - T2 escenario catastrófico, considera una máxima urbanización de la Isla de Holbox con el desarrollo del proyecto.
- Cualquier actuación en un humedal conlleva medidas normativas de compensación. Para este caso se propone la formación de 0.25 ha d isletas para ser forestadas con mangle rojo y negro de manera que, en el mediano plazo, se ampliará la cobertura de la Unidad de Paisaje Manglar en el SAR. Esto se considera un impacto positivo que favorecerá la permanencia e incrementará la presencia de especies protegidas, así como su función y estructura ecológica.
- Se determinó un impacto positivo asociado a la generación de empleos. Ambos definen un impulso a la economía local y regional.
- No se comprobó la posibilidad de que ocurra daño ambiental grave como consecuencia de la preparación, construcción y operación del proyecto. Los impactos ambientales negativos que se predicen son, en la escala analizada (SAR delimitado), mitigables, compensables y moderados o muy bajos.

- De acuerdo con la valoración realizada no se esperan impactos ambientales significativos o relevantes, es decir que las obras y actividades asociadas al proyecto no provocarán alteraciones en el ecosistema y sus recursos naturales, ni en la salud humana, ni obstaculizará la continuidad de los procesos naturales.
- Los impactos positivos permanecerán durante la vida útil del proyecto y favorecerán el entorno socioeconómico local y regional.
- En términos ambientales, el proyecto se califica como viable, pues no representará riesgos a las poblaciones de especies en categoría de riesgo.
- De las unidades de paisaje con vegetación natural o legalmente protegida dentro del SAR, se observa que el proyecto no incide sobre ellas. Esta situación define una correcta planificación conceptual de la obra lo que permite inferir una acertada integración ambiental.
- La Unidad de Paisaje Área Urbanizada se encuentra limitada a la traza urbana de la Isla Chica de Holbox, enmarcada por el Golfo de México y la laguna Yalahau. Esta condición determina un espacio finito para el desarrollo en el cual, en principio, no se abren nuevos espacios en superficies naturales para el crecimiento del centro de población.
- Desde la perspectiva del análisis realizado, se hace evidente una aún baja proporción de superficies transformadas.
- El SAD estudiado posee condiciones particulares que van desde su relieve, clima e, incluso, una reducida superficie transformada que se establece en un 25%; caracterizándose como un lugar donde se ha restringido el uso urbano del suelo.
- El SAD delimitado no puede ya ser sometido a un proceso adicional de ocupación ya que el consumo de recursos o transformación de grandes espacios no es deseable. La ocupación ordenada y regulada de las trazas urbanas existentes impone, al momento, el límite del desarrollo inmobiliario y hotelero. En este sentido, el planteamiento del proyecto es acertado puesto que se diseña sobre calles y la intervención sobre un predio de características urbanas.
- Las condiciones actuales que presentan en la isla chica de Holbox dejan poco margen para la implementación de medidas de compensación por lo que estas deben de realizarse en los predios o en el ámbito lagunar, e incluso en Chiquilá, donde la aplicación de medidas de restauración es deseable.

- El uso de indicadores ambientales asociados a las medidas correctoras es indispensable para corroborar su funcionamiento y evidenciar su eficacia.

En virtud de lo anterior expuesto, se tiene que el proyecto aquí planteado se considera como ambientalmente viable, compatible con el entorno del sistema ambiental en el que se pretende, así como congruente con los ordenamientos jurídicos y administrativos existentes y aplicables para el sitio.

## VIII IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN SEÑALADA

---

### VIII.1 PRESENTACIÓN DE LA INFORMACIÓN

Si bien el origen de los datos, métodos de procesos y otros elementos metodológicos se han explicado en cada capítulo que lo amerita, se tiene que la integración de este Capítulo tiene como objetivo el dar cumplimiento a lo dispuesto por la Fracción VIII del Artículo 13 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental, el cual establece que las Manifestaciones de Impacto Ambiental, en este caso una MIA-P deberán contener la siguiente información:

- Identificación de los instrumentos metodológicos y elementos técnicos que sustentan los resultados de la manifestación de impacto ambiental.

De conformidad con lo anterior, en este apartado se establece la base metodológica comúnmente utilizada por la comunidad científica del país, haciendo uso de la mayor información disponible, se mostrarán los elementos técnicos que sustentan los resultados de la manifestación de Impacto Ambiental, tales como:

- Delimitación del SAD: a través del análisis espacial de una imagen de satélite, ortofoto digital, fotointerpretación y datos de campo de las Unidades de Paisaje.
- Inventario Ambiental de Flora y Fauna
- Descripción y Caracterización de Flora y Fauna
- Identificación de Usos de Suelo y Vegetación (Unidades de Paisaje)
- Determinación de la Fragilidad Ambiental en el SAR
- Identificación y Evaluación de los Impactos Ambientales

La base del modelo de valoración del impacto ambiental que se utilizó, se fundamenta en las propuestas de uso territorial expuestas por Gómez Orea, D. 1999 en "Evaluación de Impacto Ambiental, 2ª edición" Mundiprensa editores.

Se desarrolló una matriz de importancia, en donde la valoración se realiza a partir de una matriz de impactos, de acuerdo con el método propuesto por Conesa (1993).

Se parte de un modelo que inicia con el conocimiento del medio, del proyecto y de las interacciones entre ambos durante las fases de preparación, y realización de actividades, así como su operación. La valoración ambiental del proyecto inicia con diseño del modelo

conceptual mediante un diagrama de flujos o grafo, el cual indica, no limitativamente los submodelos que se insertan en él. El proyecto es tamizado en dos matrices de importancia de la cual se evidencian los impactos más importantes y posteriormente se realiza la matriz depurada de impactos.

Este estudio se apoya en estudios técnicos, a través de los cuales se imponen medidas correctoras o protectoras, para mitigar los efectos de las acciones a realizar y prevenir aquellos que se pudieran generar en la etapa de operación bajo el siguiente contenido:

- Identificación de impactos
- Valoración de impactos
- Prevención de impactos
- Programa de vigilancia ambiental

La integración como tal (Gómez Orea, D. 1999. Evaluación de Impacto Ambiental. Mundi Prensa. Capítulo 4: Integración Ambiental) significa que un proyecto y su entorno deben entenderse como subsistemas de un sistema más amplio que los engloba. El proyecto ya no puede ser algo sobrepuesto al medio, y mucho menos contrapuesto a él, sino que la relación proyecto-entorno debe entenderse como las partes de un sistema coherente, armónico y funcional. Por lo que la incoherencia del tipo de proyecto, la sobreexplotación de los recursos, la discordancia -ecológica, paisajística, social o territorial- y la contaminación de los vectores ambientales -aire, agua y suelo-, son los problemas que se intentan identificar y reducir.

Este razonamiento conduce al inicio de la evaluación del impacto ambiental en términos de su integración en el entorno, y se divide en los siguientes puntos:

1. En qué medida el proyecto es razonable desde el punto de vista del entorno.
2. En qué medida el proyecto se localiza de acuerdo con la “lectura” del territorio.
3. En qué medida la concepción del proyecto ha incluido el comportamiento de los “influentes” que utiliza, de los efluentes que emite y de los elementos físicos que la forman.
4. La cartografía se generó con el sistema de información geográfica basado en Arc Gis sobre fotografía aérea en color normal, blanco y negro e imágenes aéreas.
5. Los modelos digitales de terreno se procesaron expresamente para este proyecto utilizando el software Agisoft PhotoScan y algunos procesos , como escorrentías, con Global Mapper v18.0.0.



Adicionalmente se expone un ejercicio dinámico de valoración del impacto ambiental diferenciado por actividades distintas a lo largo del tiempo de vida del proyecto que es una modificación al método propuesto por Castilla-Gómez y Herrera-Herber publicado en la revista *Environmental analysis of mining operations: Dynamic tools for impact assessment*. Minerals Engineering. (2014); doi:10.1016/j.mineng.2014.10.024.

Los modelos digitales de elevación producidos se utilizan para determinar la configuración y la altura del terreno; a partir de ellos se pueden modelar las alturas y obtener, entre otros aspectos, las pendientes, secciones, desniveles, áreas sujetas a inundación, generación de curvas de nivel, delimitación de cuencas, etc., que pueden ser útiles en aplicaciones de cartografía, estudios hidráulicos e hidrológicos, ingeniería civil, gestión de zonas de costa, estudios de la vegetación, mantenimiento y gestión de líneas eléctricas, etc.

Pueden distinguirse cinco grandes categorías de aplicaciones que utilizan los modelos digitales de geodesia y fotogrametría, ingeniería civil, planeación y manejo de recursos naturales, ciencias de la tierra y en aplicaciones militares. Se pueden usar para una gran variedad de propósitos, que van desde estudios ecológicos, de impacto ambiental, evaluación de riesgos, planeación de obras, en la localización de sitios para instalaciones de comunicación; en infraestructura, tal como aeropuertos, presas, carreteras; en urbanismo vial, urbanismo industrial, urbanismo recreativo, urbanismo habitacional y como insumo en la orto-rectificación de imágenes y para la definición de un nuevo geoide. Además, es útil como cubierta en los Sistemas de Información Geográfica para realizar análisis de información. A partir del modelo y en combinación con otros tipos de información y utilizando herramientas especializadas se pueden generar sombreado digital de relieve, mapas de pendiente de terreno, mapas de visibilidad, imágenes en perspectiva.

Los Modelos Digitales de Superficie se proporcionan en archivos binarios crudos e incluyen archivos de texto con datos auxiliares para su utilización, como son las dimensiones del modelo, el tipo de datos, la proyección cartográfica y el Datum de referencia, entre otros y metadatos conforme a un estándar internacional. A partir del modelo, o combinado con otros tipos de información y aplicando las herramientas digitales se puede generar un sombreado digital de relieve, mapas de pendiente, imágenes en perspectiva. Las alturas geodésicas preliminares de la malla se transformaron a alturas ortométricas, utilizando el modelo Geoidal Gravimétrico Mexicano GGM05 elaborado por el INEGI. Ver 692. El intervalo entre ejes X-Y es de forma regular en unidades de metro. La cobertura geográfica por cada modelo puede estar definida de acuerdo a la dimensión que cubre una escala cartográfica o a las dimensiones del área de estudio a modelar. Los Modelos Digitales de Superficie pueden ser distribuidos a través de disco compacto y vía internet (ftp). Además se cuenta con un archivo de datos auxiliares que incluye información relativa a la longitud,

latitud, bits por píxel. Coordenada n max, coordenada n min, proceso de obtención, sistema de producción, así como liga norte, liga sur, liga este, liga oeste, y fecha de generación del auxiliar.

## VIII.2 BIBIOGRAFÍA

American Ornithologist's Union. 1998. Check-list of North American birds. 7th Edition. Allen, USA. [www.aou.org](http://www.aou.org).

Aranda M. 2000. Huellas y otros rastros de los mamíferos grandes y medianos de México. Instituto de Ecología, A.C. y Comisión Nacional para el conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México. 212 p.

Begon, M., J. L. Harper and C. R. Townsend. 1990. Ecology individuals, populations and communities. 2ª Ed. Blackwell Scientific Publications. Massachusetts, USA. p. 47-121.

Beyer, H. L. 2004. Hawth's Analysis Tools for ArcGIS. Available at <http://www.spatial ecology.com/htools>.

Cabrera Cano Edgar. 1982. Imágenes de la Flora de Quintana Roo. Centro de Investigaciones de Quintana Roo, A.C. Quintana Roo.

Ceballos, G., y G. Oliva. (Coords.). 2005. Los mamíferos silvestres de México. Fondo de Cultura Económica, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México. 987 p.

CONABIO. 2008. Manglares de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México. 38 p.

CONABIO. 2009. Manglares de México: Extensión y distribución. 2ª ed. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México. 99 p.

CONABIO. 2014. Red Mundial de Información sobre Biodiversidad de México (REMIB). Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad ([www.conabio.gob.mx/remib/doctos/remib\\_esp.html](http://www.conabio.gob.mx/remib/doctos/remib_esp.html)).

CONAGUA. 2013. Reporte anual del clima en México. Comisión Nacional del Agua, Servicio Meteorológico Nacional. 23 p.

Damgaard, C. 2005. Evolutionary ecology of plant-plant interactions, an empirical modelling approach. AARHUS UNIVERSITY PRESS, Dinamarca, 151 p.

Dugés, A. D. 1870. Catálogo de animales vertebrados observados en la República Mexicana. *La Naturaleza* (1ª Serie), 1: 137-145.

Duran García Rafael, Dorantes Euan Alfredo, Sima Polanco Paulino, Méndez González Martha. (2000). *Manual de Propagación de Plantas Nativas de la Península de Yucatán Volumen II*. Centro de Investigación Científica de Yucatán, A.C. Mérida, Yucatán. México.

Duran García Rafael, Torres Avilés Wendy Marisol, Espejel Carvajal Ileana (s.f.) *Vegetación de dunas costeras*. Biodiversidad y Desarrollo Humano en Yucatán. Ecosistemas y Comunidades.

Flores-Verdugo, F., P. Moreno-Casasola, C. M. Agraz-Hernández, H. López-Rosas, D. Benítez-Pardo y A. C. Travieso-Bello. 2007. La topografía y el hidroperíodo: dos factores que condicionan la restauración de los humedales costeros. *Boletín de Sociedad Botánica México*, Suplemento 80: 33-47.

García-Gil, G., y E. Graniel-Castro. 2010. Capítulo 1 Contexto físico: Geología. En *Biodiversidad y desarrollo humano en Yucatán*. Programa de pequeñas donaciones del fondo para el medio ambiente mundial (PNUD), Comisión nacional para el conocimiento y uso de la biodiversidad (CONABIO). <http://www.seduma.yucatan.gob.mx/biodiversidad-yucatan/libro-biodiversidad-yucatan.php>

Gentry, H. A. 1995. Diversity and floristic composition of neotropical dry forests. En: S. H. Bullock, H. A. Mooney y E. Medina (Eds.). Cambridge University Press. 146-194, pp.

Howell S.N.G y S. Webb. 1995. *A guide to the birds of Mexico and Northern Central America*. Oxford University Press, 851 pp.

INEGI. 2003. *Conjunto de Datos Vectoriales de la Carta de Vegetación Primaria, Escala 1:1 000 000*. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. México.

INEGI. 2009. *Guía para la interpretación de cartografía uso de suelo y vegetación, escala 1: 250 000*. Instituto Nacional de Estadística y Geografía, México. [http://www.inegi.org.mx/prod\\_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/geografia/publicaciones/guias-carto/sueloyveg/1\\_250\\_III/Suelo\\_Vegeta.pdf](http://www.inegi.org.mx/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/geografia/publicaciones/guias-carto/sueloyveg/1_250_III/Suelo_Vegeta.pdf)

INEGI. 2013. *Conjunto de datos vectoriales de uso de suelo y vegetación, escala 1:250 000, serie 5 (continuo nacional, en borrador)*. Instituto Nacional de Geografía y Estadística, Dirección General de Geografía, Aguascalientes.

Jiménez-Valverde, A., y J. Hortal. 2003. Las curvas de acumulación de especies y la necesidad de evaluar la calidad de los inventarios biológicos. *Revista Ibérica de Aracnología*, 8(31): 151-161.

Koleff, P., J. Soberón et al. 2008. Patrón de diversidad espacial en grupos selectos de especies, en *Capital Natural de México*, vol. I: Conocimiento actual de la biodiversidad. CONABIO, México, 323 – 364.

Magurran, A. E. 1988. Diversity indices and species abundance models. *Ecological diversity and its measurement*. Princeton University Press, Princeton, New Jersey. Cap. 2, 7 – 48 pp.

Matteucci, S. D., y F. Miranda. 1982. Metodología para el estudio de la vegetación. Secretaría General De la OEA. Programa Regional de Desarrollo Científico y Tecnológico. 62 p.

Mostacedo, B., y T. S. Fredericksen. 2000. Manual de métodos básicos de muestreo y análisis en ecología vegetal. Proyecto de Manejo Forestal Sostenible (BOLFOR), Bolivia, 92 p.

Pozo, C., et al. 2011. Riqueza Biológica de Quintana Roo. Un análisis para su conservación, Tomo 2. El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR), Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), Gobierno del Estado de Quintana Roo y Programa de Pequeñas Donaciones. México.

Romahn de la Vega, C. F., H. Ramírez Maldonado and J. L. Treviño García. 2010. Dendrometría. UACH, Chapingo, México. 312 p.  
<http://www.chapingo.mx/dicifo/publicaciones/dendrometria.pdf>

Romero-Almaraz, M. L., H. C. Sánchez, E. C. García y R. D. Owen. 2000. Mamíferos pequeños: manual de técnicas de captura, preparación, preservación y estudio. UNAM-UAEM. México. 151 p.

Rzedowski, J. 2006. Vegetación de México. 1ra. Ed. Digital, CONABIO, México, 504 p.

Sánchez-García, E. A. 2013. Germinación de seis especies de humedal de agua dulce bajo distintas condiciones de salinidad e inundación. Tesis, Universidad Veracruzana, Facultad de Biología. 63 p.

Schreuder, H. T., R. Ernst and H. Ramírez. 2005. Statistical techniques for sampling and monitoring natural resources. U. S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station. 154 p.

Seaby, R. M. H., y P. A. Henderson. 2007. Species diversity and richness IV. Pisces Conservation, United Kindom. 132 p.

SEMARNAT (Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales). 2010. 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. Pp. 1-78.

Smith, H. M. y E. H. Taylor. 1945. Herpetology of Mexico. An annotated Checklist and Keys to the snakes of Mexico. Smithsonian Institution United States National Museum. Bulletin 187. 239 pp.