

**Contenido**

<b>I.</b>	<b><i>DATOS GENERALES DEL PROYECTO.</i></b>	<b>10</b>
I.1.	Datos generales del proyecto	10
I.1.1.	Nombre del proyecto	10
I.1.2.	Ubicación del proyecto	10
I.1.3.	Duración del proyecto.	11
I.1.4.	Dimensiones del proyecto.	12
I.2.	Datos generales del Promovente	13
I.2.1.	Nombre o razón social	13
I.2.2.	Registro Federal de Contribuyentes (RFC)	13
I.2.3.	Nombre y cargo del representante legal	13
I.2.4.	Dirección del Promovente para recibir u oír notificaciones	13
I.2.5.	Nombre del consultor que elaboró el estudio.	13
<b>II.</b>	<b><i>DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS Y ACTIVIDADES</i></b>	<b>14</b>
II.1.	Naturaleza del proyecto.	14
II.1.1.	Ubicación.	16
II.1.2.	Inversión requerida.	19
II.2.	Características particulares del proyecto	19
II.2.1.	Preparación del sitio y construcción.	19
II.2.1.1.	Actividades preliminares	21
II.2.1.2.	Fabricación	21
II.2.1.3.	Traslado terrestre	22
II.2.1.4.	Trazo de los elementos a desplantar.	22
II.2.1.5.	Capacitación de lineamientos durante la estadía del personal en la obra.	22
II.2.1.6.	Programa de rescate y reubicación de fauna marina de lento desplazamiento.	22
II.2.1.7.	Traslado marítimo y colocación de los AMA®.	23
II.2.1.8.	Bombeo de arena.	27
II.2.1.9.	Señalización de seguridad e informativa.	27
II.2.1.10.	Instalación de Geocilindro.	28
II.2.1.11.	Señalización de seguridad e informativa.	28
II.3.	Recomendaciones y procedimientos.	28
II.4.	Requerimiento de personal e insumos.	29
II.4.1.	Personal.	29
II.4.2.	Insumos.	29
II.4.3.	Calendario de Obra:	31

II.4.4. Medidas de Monitoreo: .....	32
<b>III. VINCULACIÓN CON LOS INSTRUMENTOS DE PLANEACIÓN Y ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES.....</b>	<b>33</b>
III.1. Vinculación con Programas de Ordenamiento Ecológico del Territorio, Áreas Naturales Protegidas, sitios RAMSAR y zonificaciones prioritarias para la conservación. ....	33
III.1.1. ACUERDO por el que se expide la parte marina del Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe y se da a conocer la parte regional del propio Programa. ....	33
III.1.2. Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Solidaridad, Quintana Roo. ....	51
III.1.3. Áreas Naturales Protegidas.....	79
III.1.4.2. Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP).....	87
III.1.4.3. Regiones Marinas Prioritarias (RMP) .....	89
III.1.4.4. Áreas de Importancia para la Conservación de Aves. ....	91
III.2. Vinculación con Leyes, Reglamentos y Normas Oficiales aplicables. ....	93
III.2.1. Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.....	93
III.2.2. Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA). ....	94
III.2.3. Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Impacto Ambiental (REIA).....	98
III.2.4. Ley General de Vida Silvestre. ....	101
III.2.6. Reglamento para el uso y aprovechamiento del mar territorial, vías navegables, playas, zona federal marítimo terrestre y terrenos ganados al mar. ....	104
III.2.5. Normas Oficiales Mexicanas. ....	105
<b>IV. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL (SAR) Y SEÑALAMIENTO DE TENDENCIAS DEL DESARROLLO Y DETERIORO DE LA REGIÓN. ....</b>	<b>111</b>
IV.1. Caracterización y análisis del sistema ambiental (SA).....	111
IV.1.1.1. Medio abiótico. ....	114
IV.1.1.1.1. Clima .....	114
IV.1.1.1.2. Temperatura.....	115
IV.1.1.1.3. Presión atmosférica .....	116
IV.1.1.1.4. Vientos .....	116
IV.1.1.1.5. Precipitación.....	116
IV.1.1.1.6. Humedad relativa .....	117
IV.1.1.1.7. Nubosidad .....	117
IV.1.1.1.8. Huracanes.....	117

IV.1.1.1.9. Atmósfera.....	119
IV.1.1.1.10. Fisiografía .....	120
IV.1.1.1.11. Geología y geomorfología.....	121
IV.1.1.1.12. Condiciones Oceanográficas. ....	122
IV.1.1.1.13. Condiciones físicas del Banco de arena y Calidad de la Arena. ....	144
IV.1.1.1.14. Perfiles de la zona de playa a restaurar.....	146
IV.1.1.1.15. Hidrología superficial y subterránea .....	163
IV.1.2. Medio biótico. ....	163
IV.2. Medio Socioeconómico y cultural .....	191
IV.2.1. Medio Socioeconómico.....	191
IV.2.1.1. Demografía.....	191
IV.2.1.2. Población.....	192
IV.2.1.3. Distribución de población .....	192
IV.2.1.4. Pobreza y marginación.....	193
IV.2.1.5. Datos de migración .....	194
IV.2.1.6. Evolución Demográfica .....	194
IV.2.1.7. Educación .....	195
IV.2.1.8. Urbanización.....	195
IV.2.1.8.1. Salud .....	195
IV.2.1.8.2. Abasto .....	195
IV.2.1.8.3. Vías de Comunicación .....	196
IV.2.1.8.3.1. Vialidades .....	196
IV.2.1.8.3.2. Transporte .....	197
IV.2.1.8.4. Religión .....	197
IV.2.1.9. Actividad Económica.....	197
IV.2.1.9.1. Principales Sectores, Productos y Servicios.....	197
IV.2.1.9.1.1. Estatal.....	198
IV.2.1.9.1.2. Sector Terciario .....	199
IV.2.1.9.1.2.1. Turismo.....	200
IV.2.1.9.1.2.2. Comercio.....	200
IV.2.1.9.1.3. Municipio Solidaridad .....	201
IV.2.1.9.1.4. Playa del Carmen .....	202
<b>V. IDENTIFICACIÓN, CARACTERIZACIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL.....</b>	<b>204</b>
V.1. Metodología para identificar y evaluar los impactos ambientales .....	204

<b>VI. MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES .....</b>	<b>231</b>
<b>VI.1. Descripción de la medida o programa de medidas de mitigación por componente ambiental.....</b>	<b>231</b>
<b>VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES REGIONALES Y EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS. ...</b>	<b>248</b>
<b>VII.1. Descripción y análisis del escenario considerando las medidas de mitigación. ....</b>	<b>248</b>
<b>VII.2. Programa de Vigilancia Ambiental .....</b>	<b>251</b>
<b>VII.3. Conclusiones.....</b>	<b>252</b>
<b>VIII. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LOS RESULTADOS DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL. ....</b>	<b>254</b>
<b>VIII.1 Formatos de presentación. ....</b>	<b>254</b>
<b>VIII.1.1 Planos. ....</b>	<b>254</b>
<b>VIII.1.2 Videos. ....</b>	<b>254</b>
<b>VIII.2 Otros anexos. ....</b>	<b>254</b>
<b>VIII.3. Glosario de términos .....</b>	<b>255</b>
<b>VIII.2 LITERATURA CITADA.....</b>	<b>260</b>

## Índice de Figuras

Figura 1. Localización del proyecto y su área de influencia. ....	11
Figura 2. Croquis de distribución de los elementos que conformarán el proyecto. ....	19
Figura 3. Método constructivo de los AMA® .....	21
Figura 4. Traslado terrestre de los AMA®. En la imagen derecha se observa el camino de acceso (línea amarilla) por el cual se llevarán los AMAs hasta la playa del Hotel Paradisus. ....	22
Figura 5. Colocación de los AMAs en la zona marina. ....	23
Figura 6. Ejemplo de la barcaza que será utilizada para la colocación de los AMA® en el sitio de pretendida ubicación del proyecto. ....	24
Figura 7. Ejemplo de configuración final de un sistema de AMAs.....	25
Figura 8. Descripción esquemática de los AMA® y del anclaje que será utilizado.....	25
Figura 9. Cronograma de actividades del proyecto.....	31
Figura 10. Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe .....	34
Figura 11. Ubicación del proyecto dentro del Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Solidaridad, Quintana Roo. ....	77
Figura 12. Ubicación de las estructuras del proyecto dentro del Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Solidaridad, Quintana Roo. ....	78
Figura 13. Localización del proyecto en el contexto de las ANPs de competencia Federal y Estatal en el Estado de Quintana Roo.....	80
Figura 14. Ubicación del proyecto respecto a las RTP. ....	87
Figura 15. Ubicación del proyecto respecto a las RHP.....	88
Figura 16. Ubicación del proyecto de acuerdo a las RMP. ....	91
Figura 17. Ubicación del proyecto respecto a las AICAs. ....	92
Figura 18. Sistema ambiental en el cual se encuentra inserto el proyecto. ....	112
Figura 19. Área de influencia del proyecto.....	113
Figura 20. Tipo de clima presente en el sitio del proyecto. ....	115
Figura 21. Incidencia y trayecto de huracanes presentes en la Península de Yucatán, que han tenido presencia en el Municipio de Solidaridad (.http://www.csc.noaa.gov/hurricanes/#app=3d30&3e3d-selectedIndex=1). ....	119
Figura 22.Frecuencia de ocurrencia de las olas que se aproximan de los 16 ángulos.....	124
Figura 23. Promedio de altura de las olas y el período de olas en pico en términos de los 16 ángulos de la olas incidentes. ....	125
Figura 24. Promedio de la ola más alta del 2% y el período de ola en pico en términos de los 16 ángulos de ola incidente. ....	126
Figura 25. Incidencia de las olas más frecuentes. Las olas que vienen del Este se aproximan a la costa en un ángulo oblicuo y conducen un transporte de sedimentos de la costa hacia el oeste...	127
Figura 26. Batimetría en la costa del Paradisus. Tenga en cuenta el sistema de arrecifes en alta mar. ....	129

<b>Figura 27. Batimetría mar adentro en el Paradisus.....</b>	<b>129</b>
<b>Figura 28. Campo de olas cerca de la costa bajo la ola que se aproxima del norte. Panel superior: condición promedio de ola con <math>H_{sig}=0.52m</math>, <math>T_p=2.74s</math>. Panel inferior: promedio del 2% de la ola alta con <math>H_{sig}=0.74 m</math>, <math>T_p=2.89 s</math>. .....</b>	<b>131</b>
<b>Figura 29. Campo de olas cerca de la costa bajo ola que se aproxima del NNE. Panel superior: condición promedio de ola con <math>H_{sig}=0.35 m</math>, <math>T_p=7.31</math>. Panel inferior: promedio del 2% de la ola alta con <math>H_{sig}=0.70 m</math>, <math>T_p=9.98 s</math>. .....</b>	<b>132</b>
<b>Figura 30. Campo de olas cerca de la costa bajo la ola que se aproxima del NE. Panel superior: condición promedio de ola con <math>H_{sig}=0.67 m</math>, <math>T_p=6.09 s</math>. Panel inferior: promedio del 2% de la ola alta con <math>H_{sig}=1.66 m</math>, <math>T_p=7.68 s</math>. .....</b>	<b>133</b>
<b>Figura 31. Campo de ola costera bajo la ola aproximándose de ENE. Panel superior: condición promedio de ola con <math>H_{sig}=0.82m</math>, <math>T_p=5.90s</math>. Panel inferior: promedio del 2% de la ola alta con <math>H_{sig}=1.74 m</math>, <math>T_p=7.68 s</math>.....</b>	<b>136</b>
<b>Figura 32. Campo de ola costera bajo la ola de aproximación del Este. Esta es la segunda ola que ocurre con más frecuencia en 29.6% de las veces. Panel superior: condición promedio de ola con <math>H_{sig}=0.91m</math>, <math>T_p=6.24s</math>. Panel inferior: promedio del 2% de la ola alta con <math>H_{sig}=2.17m</math>, <math>T_p=8.20s</math>.....</b>	<b>137</b>
<b>Figura 33. Campo de ola costera bajo ola aproximándose del ESE. Esta es la ocurrencia más frecuente el 57.8% de las veces. Panel superior: condición promedio de ola con <math>H_{sig}=0.67m</math>, <math>T_p=6.09s</math>. Panel inferior: promedio del 2% de la ola alta con <math>H_{sig}=1.66m</math>, <math>T_p=7.68s</math>. .....</b>	<b>138</b>
<b>Figura 34. Campo de ola costera bajo ola aproximándose del SE. Panel superior: condición promedio de ola con <math>H_{sig}=0.74m</math>, <math>T_p=5.78s</math>. Panel inferior: promedio del 2% de la ola alta con <math>H_{sig}=1.94m</math>, <math>T_p=8.34s</math>. .....</b>	<b>139</b>
<b>Figura 35. Campo de ola costera bajo ola aproximándose del SSE. Panel superior: condición promedio de ola con <math>H_{sig}=0.54m</math>, <math>T_p=4.79s</math>. Panel inferior: promedio del 2% de la ola alta con <math>H_{sig}=0.93m</math>, <math>T_p=8.01s</math>. .....</b>	<b>140</b>
<b>Figura 36. Campo de ola costera bajo ola aproximándose del Sur. Panel superior: condición promedio de ola con <math>H_{sig}=1.64m</math>, <math>T_p=5.39s</math>. Panel inferior: promedio del 2% de la ola alta con <math>H_{sig}=4.31 m</math>, <math>T_p=8.42 s</math>. La ola incidente de esta dirección es muy rara a 0.06%. La ola alta de esta dirección fue influenciada por el huracán Wilma. ....</b>	<b>141</b>
<b>Figura 37. Campo de ola costera bajo ola aproximándose del SSW. Panel superior: condición promedio de ola con <math>H_{sig}=1.06m</math>, <math>T_p=3.95s</math>. Panel inferior: promedio del 2% de la ola alta con <math>H_{sig}=3.42m</math>, <math>T_p=7.50s</math>. La ola incidente de esta dirección es muy rara a 0.03%. La ola alta de esta dirección fue influenciada por el huracán Wilma. ....</b>	<b>142</b>
<b>Figura 38. Campo de ola costera bajo ola aproximándose de SW. Panel superior: condición promedio de ola con <math>H_{sig}=1.39m</math>, <math>T_p=4.85s</math>. Panel inferior: promedio del 2% de la ola alta con <math>H_{sig}=3.00m</math>, <math>T_p=6.38s</math>. La ola incidente de esta dirección es muy rara ocurriendo a 0.02% del tiempo. La alta ola de esta dirección fue influenciada por el huracán Wilma. ....</b>	<b>143</b>
<b>Figura 39. Foto subacuática de la ubicación del núcleo 3 en el sitio del préstamo, sin vegetación. Esto representa un caso típico en toda la zona. ....</b>	<b>144</b>

Figura 40. Fotos de sedimentos tomadas del sitio del préstamo. La arena del sitio es compatible con la arena de la playa en el Paradisus. ....	146
Figura 41. Perfiles de playa encuestados en el sitio del proyecto Paradisus. Se propone una restauración de la playa entre la línea 1 y la línea 17. ....	147
Figura 42. Perfil de playa en línea 1 (línea azul) y el diseño de relleno de la playa (línea roja). ....	148
Figura 43. Perfil de la playa en la línea 2 (línea azul) y el diseño de relleno de la playa (línea roja). ....	149
Figura 44. Perfil de la playa en línea 3 (línea azul) y el diseño de relleno de la playa (línea roja). ..	149
Figura 45. Perfil de la playa en línea 4 (línea azul) y el diseño de relleno de la playa (línea roja). ..	150
Figura 46. Perfil de la playa en línea 5 (línea azul) y el diseño de relleno de playa (línea roja). ....	150
Figura 47. Perfil de la playa en la Línea 6 (línea azul) y el diseño de relleno de la playa (línea roja). ....	151
Figura 48. Perfil de la playa en línea 7 (línea azul) y el diseño de relleno de la playa (línea roja). ...	151
Figura 49. Perfil de la playa en la Línea 8 (línea azul) y el diseño de relleno de la playa (línea roja). ....	152
Figura 50. Perfil de la playa en línea 9 (línea azul) y el diseño de relleno de playa (línea roja). ....	152
Figura 51. Perfil de la playa en línea 10 (línea azul) y el diseño de relleno de playa (línea roja). ....	153
Figura 52. Perfil de la playa en línea 11 (línea azul) y el diseño de relleno de playa (línea roja). ....	153
Figura 53. Perfil de la playa en línea 11 (línea azul) y el diseño de relleno de playa (línea roja). ....	154
Figura 54. Perfil de la playa en línea 13 (línea azul) y el diseño de relleno de la playa (línea roja). ..	154
Figura 55. Perfil de la playa en línea 14 (línea azul) y el diseño de relleno de la playa (línea roja). ..	155
Figura 56. Perfil de la playa en línea 15 (línea azul) y el diseño de relleno de la playa (línea roja). ..	155
Figura 57. Perfil de la playa en la Línea 16 (línea azul) y el diseño de relleno de la playa (línea roja). ....	156
Figura 58. Perfil de la playa en línea 17 (línea azul) y el diseño de relleno de la playa (línea roja). ..	156
Figura 59. Perfil de la playa en la línea 18 (línea azul). No hay relleno de playa diseñado en esta línea. ....	157
Figura 60. Perfil de la playa en la línea 19 (línea azul). No hay relleno de playa diseñado en esta línea. ....	158
Figura 61. Perfil de la playa en la línea 20 (línea azul). No hay relleno de playa diseñado en esta línea. ....	158
Figura 62. Perfil de la playa en la línea 21 (línea azul). No hay relleno de playa diseñado en esta línea. ....	159
Figura 63. Perfil de la playa en la línea 22 (línea azul). No hay relleno de playa diseñado en esta línea. ....	159
Figura 64. Perfil de la playa en la línea 23 (línea azul). No hay relleno de playa diseñado en esta línea. ....	160
Figura 65. Perfil de la playa en la línea 24 (línea azul). No hay relleno de playa diseñado en esta línea. ....	160

Figura 66. Perfil de la playa en la línea 25 (línea azul). No hay relleno de playa diseñado en esta línea.....	161
Figura 67. Perfil de la playa en la línea 26 (línea azul). No hay relleno de playa diseñado en esta línea.....	161
Figura 68. Ubicación de los transectos de muestreo para la caracterización de flora y fauna marina. ....	166
. Figura 69. Ejemplificación del método de muestreo de transecto en banda a utilizar durante la caracterización de flora y fauna marina. ....	168
Figura 70. Número total de individuos para los transectos realizados en Playa del Carmen, junio 2017.....	169
Figura 71. Densidades de peces (ind/120 m <sup>2</sup> ) registradas en Playa del Carmen, junio 2017. ....	170
Figura 72. Riqueza (S) de especies de peces registrados en Playa del Carmen, junio 2017.....	171
Figura 73. Cobertura por componente bentónico.....	172
Figura 74. Gráfica de cobertura de macroalgas .....	172
Figura 75. Fondo arena grano fino.....	173
Figura 76. Cobertura por componente bentónico.....	173
Figura 77. Gráfica de cobertura de macroalgas .....	174
Figura 78. <i>Syringodium</i> .....	174
Figura 79. Gráfica de cobertura bentónica .....	175
Figura 80. Gráfica de cobertura de corales.....	176
Figura 81. Gráfica de cobertura macroalgal .....	176
Figura 82. <i>Acropora palmata</i> .....	176
Figura 83. <i>Pseudiploria strigosa</i> .....	176
Figura 84. Cobertura de corales duros .....	177
Figura 85. Gráfica de cobertura de macroalgal.....	177
Figura 86. Cobertura por componente bentónico.....	178
Figura 87. A la izq <i>Agaricia tenuifolia</i> , a la der, <i>Orbicella faveolata</i> .....	178
Figura 88. Gorgonáceos.....	178
Figura 89. Cobertura por componente bentónico.....	179
Figura 90. Cobertura de corales duros .....	179
Figura 91. <i>Pseudodiploria strigosa</i> .....	180
Figura 92. Cobertura por componente bentónico.....	180
Figura 93. Gráfica de cobertura de macroalgal.....	181
Figura 94. Fondo rocoso con macroalgas .....	181
Figura 95. Cobertura por componente bentónico.....	182
Figura 96. Gráfica de cobertura de macroalgas .....	182
Figura 98. Vista del punto Playa8. Como se observa predomina el sustrato arenoso. ....	183
Figura 97. Fondo arenoso.....	183
Figura 99. Gráfica de abundancia de reclutas por sitio de muestreo .....	184
Figura 100. Frecuencia de erizos.....	185

<b>Figura 101. Dinámica demográfica. CEURA S.A. de C.V. con base, en los Censos Generales de Población y Vivienda de 1990, 2000 Y 2010; conteos de población y vivienda 1995 y 2005, del INEGI. Proyección de población 2015 – 2020 con base en datos de Consejo estatal de Población de Quintana Roo. ....</b>	<b>191</b>
<b>Figura 102. Población en el Estado de Quintana Roo. Fuente: CEURA con base Censo población y vivienda 2010 INEGI.....</b>	<b>192</b>
<b>Figura 103. Pirámide poblacional Quintana Roo 2010 - 2020. Panorama socio demográfico de Quintana Roo. INEGI.2010 – CONAPO proyecciones año 2020.....</b>	<b>193</b>
<b>Figura 104. Pirámide poblacional municipio de Solidaridad 2010. Panorama sociodemográfico de Quintana Roo. INEGI.2010 .....</b>	<b>193</b>
<b>Figura 105. Marginación en el municipio de Solidaridad basado en la vivienda. Fuente CEURA S.A. de C.V con base en datos de Consejo estatal de Población de Quintana Roo 2010 .....</b>	<b>194</b>
<b>Figura 106. Características Económicas Municipio De Solidaridad .....</b>	<b>201</b>
<b>Figura 107. Comparación de impactos previstos para el proyecto.....</b>	<b>229</b>
<b>Figura 108. Magnitud e importancia de los impactos en las diferentes etapas del proyecto. ....</b>	<b>230</b>

## I. DATOS GENERALES DEL PROYECTO.

### I.1. Datos generales del proyecto

#### I.1.1. Nombre del proyecto

RESTAURACIÓN DE PLAYA Y PROTECCIÓN DE LA COSTA DEL HOTEL PARADISUS RESORT

#### I.1.2. Ubicación del proyecto

El proyecto se llevará a cabo en la Zona Marina localizada frente al Hotel Paradisus Resort, en la ciudad de Playa del Carmen, municipio de Solidaridad, Quintana Roo.

Comprende la instalación de 5 módulos arrecifales artificiales, así como el relleno de 40,000 m<sup>3</sup> de playa adyacente al Hotel, y la instalación de un geotubo como estructura de apoyo para la conservación de la playa. Como obra asociada se propone un área de extracción de arena ubicado a aproximadamente 800 metros de la costa del Hotel Paradisus.

Con la finalidad de facilitar la representación gráfica del proyecto y delimitar las posibles afectaciones que las diferentes área del proyecto pudieran generar en el sistema ambiental inmediato, se propone un área de influencia con una extensión aproximada de 1'044,224.33 m<sup>2</sup> (104.42 ha) (Tal como se muestra en la figura 1). Esta área de influencia se ubica en las coordenadas extremas geográficas, referidas al Datum de referencia geográfica WGS84, Cuadrante 16 siguientes:

**Tabla 1. Coordenadas extremas geográficas del área de influencia del proyecto (Proyección UTM, Datum WGS84, Cuadrante 16 N).**

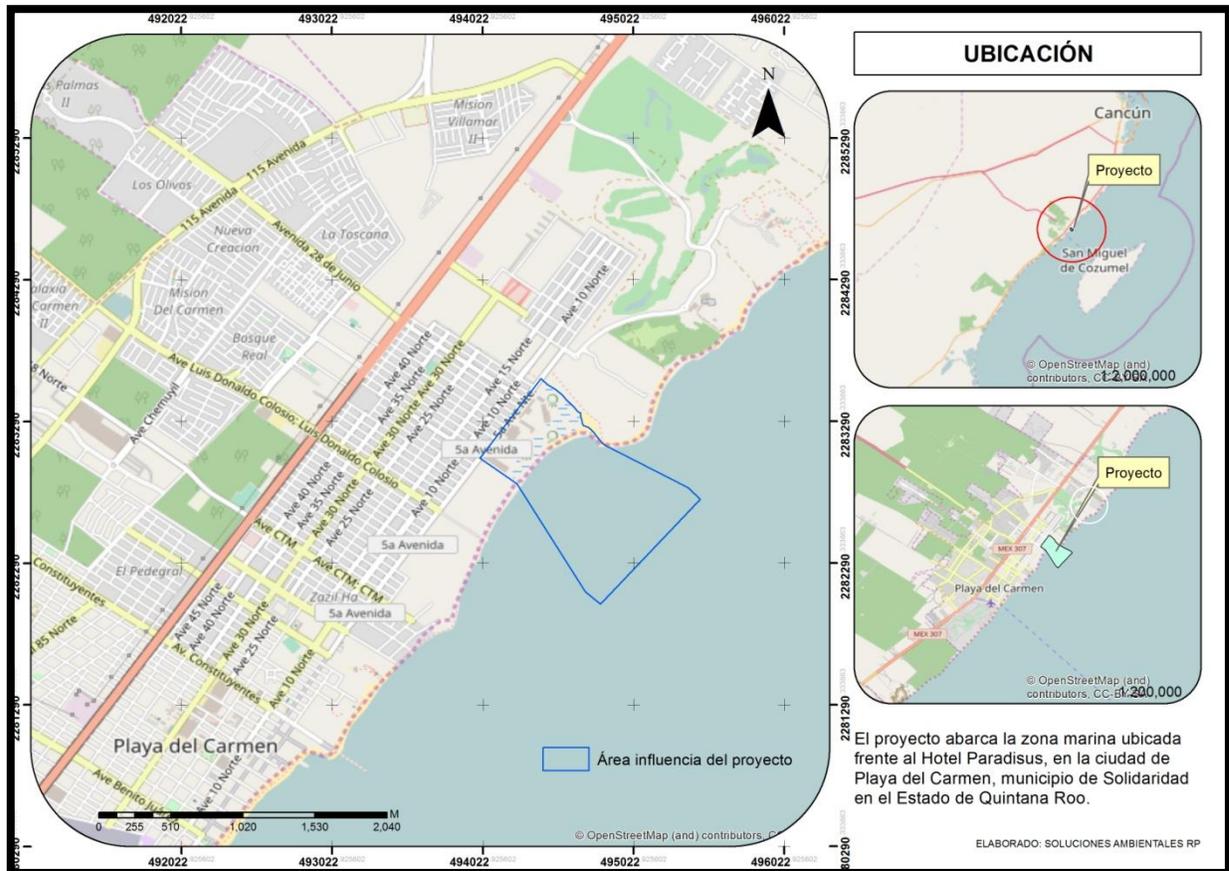
VERTICE	X	Y
1	494232.0000	2282857.0000
2	494003.6977	2283031.7330
3	494410.9231	2283594.0795
4	494429.9995	2283571.2641
5	494452.6268	2283548.6068
6	494504.5414	2283518.2253
7	494552.4322	2283475.0697
8	494579.2064	2283440.1515
9	494612.9102	2283408.1574
10	494636.7626	2283381.5127

VERTICE	X	Y
11	494653.3208	2283360.0954
12	494673.4674	2283350.0839
13	494672.0338	2283328.8426
14	494679.9906	2283301.5716
15	494682.0955	2283281.8747
16	494690.0591	2283262.3054
17	494720.3348	2283248.9578
18	494746.8093	2283228.4070
19	494760.3682	2283210.3672
20	494783.8888	2283178.1475

VERTICE	X	Y
21	494817.1882	2283135.6904
22	494834.8660	2283120.9497
23	495433.0000	2282884.0000

VERTICE	X	Y
24	495534.0000	2282820.0000
25	494762.0000	2282037.0000
26	494660.0000	2282101.0000

En el siguiente mapa se puede observar la ubicación del proyecto y su área de influencia.



**Figura 1.** Localización del proyecto y su área de influencia.

### I.1.3. Duración del proyecto.

Se estima que las etapas de preparación del sitio y construcción se lleven a cabo en 5 meses a partir de tener todas las autorizaciones pertinentes. Mientras que la etapa de Operación y Mantenimiento se estima en 20 años al término de las primeras dos etapas. Este último período podría prolongarse debido a que mediante las actividades de mantenimiento se podría prolongar la vida útil de las estructuras arrecifales y el geotubo. Así mismo, se estima

que el banco de arena podría suministrar el material necesario para dar mantenimiento por 20 años a la playa recuperada.

#### I.1.4. Dimensiones del proyecto.

Como ya se mencionó previamente, se propone un área de influencia con una extensión aproximada de 1'044,224.33 m<sup>2</sup> (104.42 ha); dentro de este polígono se encuentran todas las estructuras y/o secciones del proyecto.

El proyecto se compone de 4 secciones:

1. **Geocilindro** de 2 m de ancho por 45 metros la largo. Será enterrado bajo el relleno de playa sirviendo de estructura de soporte en el límite poniente. Área total: 95.00 m<sup>2</sup>.
2. **Relleno de playa.** Área total aproximada: 25,140.00 m<sup>2</sup>.
3. **Arrecife artificial.** Se instalarán 5 secciones de AMAs (Arrecife Modular Artificial) paralelos a la línea de costa. La superficie total del arrecife tendrá 1,107.707 m<sup>2</sup>. Cada sección tendrá las siguientes dimensiones:
  - a. Sección 1: 271.623 m<sup>2</sup>
  - b. Sección 2: 168.644 m<sup>2</sup>
  - c. Sección 3: 210.974 m<sup>2</sup>
  - d. Sección 4. 225.337 m<sup>2</sup>
  - e. Sección 5. 231.129 m<sup>2</sup>
4. **Banco de extracción de arena.** Ubicado a aproximadamente 800 metros de la costa del Hotel Paradisus. Tiene una superficie total de 128,914.50 m<sup>2</sup>.

De tal manera que la tabla de superficies del proyecto quedaría de la siguiente manera:

**Tabla 2. Superficies del proyecto.**

Estructura / sección	Superficie (m <sup>2</sup> )	Porcentaje
Geocilindro	95.00	0.009
Zona de relleno de playa	25,140.00	2.41
Arrecife artificial	1,107.707	0.106
Banco de extracción de arena	128,914.50	12.35

<b>Área a impactar</b>	<b>155,257.207</b>	<b>14.87%</b>
<b>Área de influencia</b>	<b>1'044,224.33</b>	<b>100 %</b>

## **I.2. Datos generales del Promovente**

### **I.2.1.Nombre o razón social**

CORPORACIÓN HOTELERA HISPANO MEXICANA S.A. DE C.V. Se anexa copia simple del acta constitutiva en el Anexo 1.

### **I.2.2.Registro Federal de Contribuyentes (RFC)**

CHH870930HNO

### **I.2.3.Nombre y cargo del representante legal**

Ana Rosa López Hernández. Apoderada Legal.

Se anexa copia del poder e identificación oficial en el Anexo 1

### **I.2.4. Dirección del Promovente para recibir u oír notificaciones**

Marina Kaybal, planta alta, local #2. Blvb. Kukulkan km 3.5, Zona Hotelera, Cancún, Q. Roo. C.P. 77500

Tel. (998) 688 40 88

### **I.2.5. Nombre del consultor que elaboró el estudio.**

RP Soluciones SCP

Blvb. Kukulkan km 3.5, Zona Hotelera, Cancún, Q. Roo

Marina Kaybal, planta alta, local #2. CP. 77500.

Teléfonos: (998) 6884088, (999) 944 47 90.

Email: sandra.garcia@rp-soluciones.com.

Responsable técnico:

Biol. Sandra A. García Peregrina. Cédula Profesional no. 6526888 (Anexo 4)

Colaboradores:

M. en C. Roberto Domínguez Maldonado. Cédula Profesional no. 7994903

Ing. Amb. Carmen Cecilia Torres Tapia

## II. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS Y ACTIVIDADES

### II.1. Naturaleza del proyecto.

La costa del Hotel Paradisus se localiza hacia el sur de la isla de Cozumel, está protegido de las olas del mar abierto del Caribe en cierta medida por la isla y sus aguas poco profundas de alrededor. Actualmente, existe una playa arenosa a lo largo de la costa; sin embargo, la playa tiene menos de 10 m de ancho de la franja de vegetación a la línea del agua.

Para mejorar las condiciones de la playa, es crucial permitir más áreas recreativas y de nuevo proteger mejor las olas de tormentas energéticas. Los objetivos de este proyecto son:

- 1) Restaurar la playa actual hasta 40 de ancho desde la franja de vegetación, y
- 2) Proteger la playa restaurada de las condiciones de olas enérgicas.

Como ya se mencionó, el proyecto corresponde a la instalación de 5 módulos arrecifales artificiales, una estructura de geotubo y el relleno de 40,000 m<sup>3</sup> de playa. Así como el aprovechamiento de un banco de arena para el bombeo de un volumen de 120,000 m<sup>3</sup> de arena frente a la zona de playa del hotel Paradisus, durante los siguientes 20 años.

Derivado de esto, y toda vez que las obras y actividades que se pretende realizar son previstas en el Artículo 28 de Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA), cayendo en los supuestos de las fracciones IX y XI; así como del supuesto del Artículo 5 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Evaluación del Impacto Ambiental (REIA), cuyos incisos Q y S incluyen las obras y actividades que conforman el proyecto que nos ocupa, sujeta al proyecto a lo dispuesto por los artículos antes mencionados de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente y su Reglamento en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental (REIA), los cuales prevén lo siguiente:

- *De la Ley (LGEEPA):*

**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:

Párrafo reformado DOF 23-02-2005

IX.- Desarrollos inmobiliarios que afecten los ecosistemas costeros;

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

- Del Reglamento (REIA):

Artículo 5, del REIA

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

**Construcción y operación** de hoteles, casa habitación, villas, desarrollos habitacionales y urbanos, restaurantes, instalaciones de comercio y servicios en general, marinas, muelles, rompeolas, campos de golf, infraestructura turística o urbana, vías generales de comunicación, **obras de restitución o recuperación de playas, o arrecifes artificiales, que afecte ecosistemas costeros**, con excepción de:

- a) Las que tengan como propósito la protección, embellecimiento y ornato, mediante la utilización de especies nativas;
- b) Las actividades recreativas cuando no requieran de algún tipo de obra civil, y
- c) La construcción de viviendas unifamiliares para las comunidades asentadas en los ecosistemas costeros.

**Inciso S) OBRAS EN ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS:**

Cualquier tipo de obra o instalación dentro de las áreas naturales protegidas de competencia de la Federación,...

Es importante referir que se considera que la construcción del Proyecto en los términos que se plantea, no causará desequilibrios ecológicos ni rebasará los límites y condiciones

establecidos en las disposiciones jurídicas relativas a la protección al ambiente y a la preservación y restauración de los ecosistemas.

### II.1.1. Ubicación.

El proyecto se llevará a cabo en la Zona Marina localizada frente al Hotel Paradisus Resort, en la ciudad de Playa del Carmen, municipio de Solidaridad, Quintana Roo.

Con la finalidad de facilitar la representación gráfica del proyecto y delimitar las posibles afectaciones que las diferentes áreas del proyecto pudieran generar en el sistema ambiental inmediato, se propone un área de influencia con una extensión aproximada de 1'044,224.33 m<sup>2</sup> (104.42 ha) (Tal como se muestra en la figura 1). Esta área de influencia se ubica en las coordenadas extremas geográficas, referidas al Datum de referencia geográfica WGS84, Cuadrante 16 siguientes:

**Tabla 3. Coordenadas extremas geográficas del área de influencia del proyecto (Proyección UTM, Datum WGS84, Cuadrante 16 N).**

VERTICE	X	Y
1	494232.0000	2282857.0000
2	494003.6977	2283031.7330
3	494410.9231	2283594.0795
4	494429.9995	2283571.2641
5	494452.6268	2283548.6068
6	494504.5414	2283518.2253
7	494552.4322	2283475.0697
8	494579.2064	2283440.1515
9	494612.9102	2283408.1574
10	494636.7626	2283381.5127

VERTICE	X	Y
11	494653.3208	2283360.0954
12	494673.4674	2283350.0839
13	494672.0338	2283328.8426
14	494679.9906	2283301.5716
15	494682.0955	2283281.8747
16	494690.0591	2283262.3054
17	494720.3348	2283248.9578
18	494746.8093	2283228.4070
19	494760.3682	2283210.3672
20	494783.8888	2283178.1475

El proyecto se compone de 4 secciones:

1. **Geocilindro.** Área total: 95.00 m<sup>2</sup>. En la siguiente tabla se muestran las coordenadas de delimitación de esta estructura.

**Tabla 4. Coordenadas extremas geográficas del geocilindro (Proyección UTM, Datum WGS84, Cuadrante 16 N).**

VÉRTICE	X	Y
1	494232	2282857
2	494268	2282830

2. **Relleno de playa.** Área total aproximada: 25,140.00 m<sup>2</sup>.

**Tabla 5. Coordenadas extremas geográficas (vértices en dirección al mar) del área de relleno de playa (Proyección UTM, Datum WGS84, Cuadrante 16 N).**

VÉRTICE	X	Y
1	494268	2282830
2	494516	2283104
3	494608	2283150

3. **Arrecife artificial.** La superficie total del arrecife tendrá 1,107.707 m<sup>2</sup> divididos en 5 secciones. Las coordenadas de cada sección se muestran en la siguiente tabla:

**Tabla 6. Coordenadas extremas geográficas de las secciones del arrecife artificial (Proyección UTM, Datum WGS84, Cuadrante 16 N).**

SECCIÓN	VÉRTICE	X	Y
1	1	494350.28	2282827.98
	2	494350.18	2282832.31
	3	494346.93	2282833.14
	4	494316.61	2282801.86
	5	494317.54	2282798.64
	6	494319.98	2282796.70
2	7	494380.17	2282862.31
	8	494376.92	2282863.10
	9	494358.54	2282843.70
	10	494359.37	2282840.50

SECCIÓN	VÉRTICE	X	Y
	11	494361.80	2282838.56
	12	494380.28	2282858.01
3	13	494413.21	2282891.97
	14	494413.18	2282896.30
	15	494409.95	2282897.18
	16	494386.25	2282873.50
	17	494387.12	2282870.26
	18	494389.53	2282868.28
	4	19	494471.62
20		494469.18	2282959.31
21		494465.93	2282960.12
22		494440.38	2282933.56
23		494442.82	2282931.63
24		494446.07	2282930.83
5	25	494505.29	2282990.98
	26	494505.18	2282995.31
	27	494501.92	2282996.13
	28	494476.34	2282969.61
	29	494477.27	2282966.39
	30	494479.71	2282964.45

4. **Banco de extracción de arena.** Tiene una superficie total de 128,914.50 m<sup>2</sup>.

**Tabla 7. Coordenadas extremas geográficas del banco de extracción de arena (Proyección UTM, Datum WGS84, Cuadrante 16 N).**

VÉRTICE	X	Y
1	494660	2282101
2	494762	2282037
3	495433	2282884
4	495534	2282820



**Figura 2. Croquis de distribución de los elementos que conformarán el proyecto.**

### II.1.2. Inversión requerida.

Se estima una inversión de 1 millón cien mil dólares norteamericanos.

## II.2. Características particulares del proyecto.

### II.2.1. Preparación del sitio y construcción.

Las acciones de esta etapa consistirán básicamente en asegurar la disponibilidad de los materiales, vehículos, maquinaria y equipamiento adecuados y su transporte así como el ensamblado de cada uno de los elementos del proyecto y los señalamientos de seguridad.

La maquinaria y equipo necesarios para el desarrollo de las obras es:

- Camiones de cama baja para el transporte terrestre de los AMA®.
- Barcaza para el traslado marítimo de los AMA®.
- Embarcación tiburonera.
- Balsa con capacidades de 20 toneladas
- Bolsas de levantamiento tipo Pillow Liftbag de 2000Lb
- Equipo de Buceo.
- Señalamientos de Equipo de seguridad

La construcción considera: (Etapas de construcción)

1. Construcción en planta concretera (fabricación)
2. Traslado Terrestre
3. Trazo de los elementos a desplantar
4. Capacitación de lineamientos durante la estadía del personal en la obra
5. Programa de rescate y reubicación de flora marina
6. Programa de rescate y reubicación de fauna marina
7. Señalización de seguridad e informativa
8. Traslado marítimo y colocación de los AMA®
9. Medidas de Mitigación del Impacto Ambiental

Durante esta etapa se considera la habilitación de un área de maniobras ubicada en la playa adyacente al Hotel Paradisus. Esta zona será utilizada de manera temporal y servirá para la llegada de camiones que trasladen los AMAs y para el embarque de dichas estructuras a la Barcaza. Tendrá una superficie de 300.082 m<sup>2</sup> y se ubicará en las coordenadas siguientes:

**Tabla 8. Coordenadas de ubicación del área temporal de maniobras. (Proyección UTM, Datum WGS84, Cuadrante 16 N).**

VÉRTICE	X	Y
1	494289.65	2282858.10
2	495281.30	2282863.60
3	494264.22	2282838.93
4	494272.57	2282833.43

### II.2.1.1. Actividades preliminares

En primera instancia se deben verificar coordenadas de arrecifes modulares artificiales, batimetrías, topografías y perfiles de playa para desplante de duna artificial.

Se marcarán con boyas los arrecifes naturales, que se encuentran desprotegidos de embarcaciones.

Se marcarán con boyas de otro color los puntos de inicio y fin de cada barrera de arrecifes modulares artificiales.

### II.2.1.2. Fabricación

Una vez obtenida la autorización correspondiente en materia de impacto ambiental, se iniciarán los trabajos de construcción de los AMA®. Esto se contratará a una empresa concretera que los fabrique dentro sus instalaciones. En el anexo 3 se adjunta el Manual de Procedimiento con detalles de la fabricación e instalación de los AMAs.

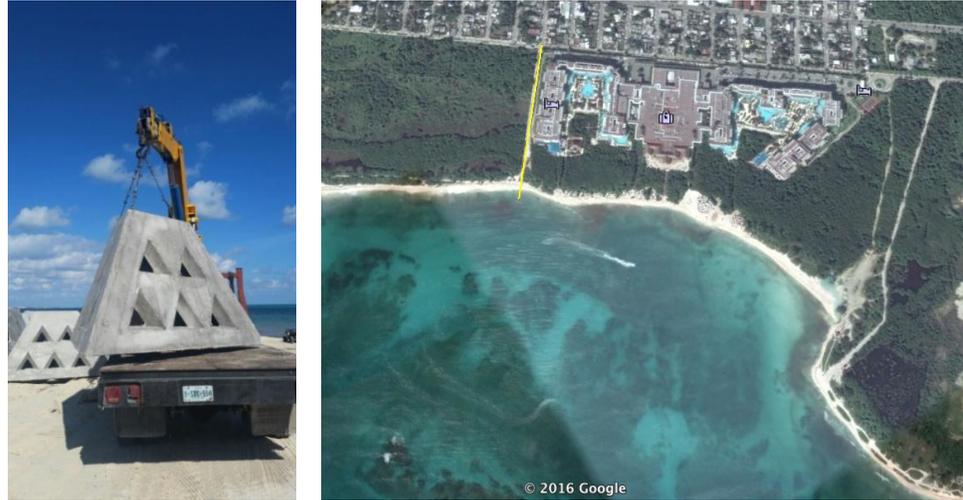
Como primer paso, se diseñan y fabrican moldes para el colado de los arrecifes modulares artificiales



**Figura 3. Método constructivo de los AMA®**

### II.2.1.3. Traslado terrestre

Estos serán trasladados a la propiedad en plataformas y serán ingresados a la playa a través del acceso al Sur Oeste de la propiedad.



**Figura 4. Traslado terrestre de los AMA®. En la imagen derecha se observa el camino de acceso (línea amarilla) por el cual se llevarán los AMAs hasta la playa del Hotel Paradisus.**

Previo a la carga en la embarcación de las piezas a colocarse en el sitio de pretendida ubicación del proyecto, se realizarán las siguientes actividades.

### II.2.1.4. Trazo de los elementos a desplantar.

De manera preliminar se ubicarán los sitios en donde serán colocados los AMA®. Esto se realizará en una embarcación con GPS y marcando los sitios con rosarios de boyas.

### II.2.1.5. Capacitación de lineamientos durante la estadía del personal en la obra.

Se impartirán pláticas informativas tanto al personal que labore en la empresa que realizará la obra como en el personal del Club de Playa Mamitas a fin de brindar una idea clara del proyecto.

### II.2.1.6. Programa de rescate y reubicación de fauna marina de lento desplazamiento.

Previo al inicio de trabajos de colocación de los AMA®, se realizará una revisión para validar las opciones de rescatar y reubicar a aquellos individuos de fauna de lento desplazamiento

que sean susceptibles de ser rescatados. Esto se realizará de manera diaria previa a la colocación de cada módulo. Estos serán reubicados fuera del sitio de intervención pero en una zona cercana que tenga las mismas características de sustrato en el cual se encontraron.

#### **II.2.1.7. Traslado marítimo y colocación de los AMA®.**

Una vez concluidas las actividades enlistadas anteriormente, se procederá a la carga de los módulos arrecifales a la embarcación.

Se utilizarán piezas prefabricadas de concreto de los Arrecifes Modulares Artificiales (AMA®) con un pH próximo al neutro; el concreto que se utilizará tendrá una dureza de 350Kg/cm<sup>2</sup>, de grado marino, de distintos tamaños dependiendo del sitio en donde se vayan a colocar.

Los arrecifes modulares artificiales se descargan a 1.0 m de profundidad sin arrastrarse por la playa.



**Figura 5. Colocación de los AMAs en la zona marina.**

Estos son recogidos por una chalana auto propulsada, con dos pontones en configuración de catamarán.



**Figura 6. Ejemplo de la barcaza que será utilizada para la colocación de los AMA® en el sitio de pretendida ubicación del proyecto.**

Para la colocación de los módulos arrecifales, en cada traslado, la barcaza llegara al sitio de localización definido para cada una de las secciones, utilizando un GPS.

A continuación, en los sitios de colocación se instalará una malla geotextil para impedir la dispersión de sedimentos.

Posteriormente, serán descargadas las unidades AMA® sobre el arenal, libre de vegetación o fauna marina, donde se ubicará cada sección, sin que estas sean acomodadas; el acomodo final se realiza de manera manual con buzos, bolsas de levantamiento y balsas.

Por último, los arrecifes modulares artificiales serán acomodados en su configuración final.



**Figura 7. Ejemplo de configuración final de un sistema de AMAs.**

Los AMA<sup>®</sup> se anclarán al fondo marino principalmente por el peso, y como un soporte, se colocarán sobre tapetes anti socavación costurando un pequeño geocilindro que atrape las piezas en una configuración adecuada



**Figura 8. Descripción esquemática de los AMA<sup>®</sup> y del anclaje que será utilizado**

Al concluir con el acomodo de arrecifes modulares artificiales, en la configuración predefinida, de acuerdo a las siguientes coordenadas (Proyección UTM, DATUM WGS 84, Zona 16N):

**Tabla 9. Coordenadas extremas geográficas de las secciones del arrecife artificial (Proyección UTM, Datum WGS84, Cuadrante 16 N).**

SECCIÓN	VÉRTICE	X	Y	LONGITUD
1	1	494350.28	2282827.98	48
	2	494350.18	2282832.31	
	3	494346.93	2282833.14	
	4	494316.61	2282801.86	
	5	494317.54	2282798.64	
	6	494319.98	2282796.70	
2	7	494380.17	2282862.31	30
	8	494376.92	2282863.10	
	9	494358.54	2282843.70	
	10	494359.37	2282840.50	
	11	494361.80	2282838.56	
	12	494380.28	2282858.01	
3	13	494413.21	2282891.97	39
	14	494413.18	2282896.30	
	15	494409.95	2282897.18	
	16	494386.25	2282873.50	
	17	494387.12	2282870.26	
	18	494389.53	2282868.28	
4	19	494471.62	2282957.38	39
	20	494469.18	2282959.31	
	21	494465.93	2282960.12	
	22	494440.38	2282933.56	
	23	494442.82	2282931.63	
	24	494446.07	2282930.83	
5	25	494505.29	2282990.98	42
	26	494505.18	2282995.31	
	27	494501.92	2282996.13	
	28	494476.34	2282969.61	
	29	494477.27	2282966.39	
	30	494479.71	2282964.45	

#### **II.2.1.8. Bombeo de arena.**

Por la profundidad a la que se encuentra el banco de arena, el oleaje de la zona, la abundancia de arena y la poca distancia de la playa (menos de 1 Km), se ha optado por instalar una chalana de dragado, capaz de soportar el oleaje y poder operar flexiblemente, que sea remolcable y desarmable, para sacar a la playa en caso de mal clima. Estas chalanas cuentan con un generador de combustible, y 6 bombas de dragado sumergibles, las cuales, tienen un rendimiento de  $5\text{m}^3$  por hora, un total de  $35\text{ m}^3$  por hora o  $350\text{ m}^3$  por turno, el dragado se ha calculado en un área extensa, solo retirando una capa muy delgada de sedimento, para poder causar el menor impacto ecológico posible, este trabajo contempla la extracción de 40 mil  $\text{m}^3$  de sedimento y requiere de 150 mil  $\text{m}^3$  adicionales para mantenimientos por los próximos 20 años, procurando tener suficiente arena para recuperar la playa después de algún evento meteorológico extremo.

Se instalarán cortinas antidispersión de sedimento, siendo extremadamente cautelosos de no afectar el arrecife al este de la playa de la propiedad, y evitar una pluma de sedimento.

Se procederá a instalar tuberías y equipos de dragado sumergibles.

Se ingresan las dragas por el mismo acceso que los arrecifes modulares artificiales y son ensambladas en sitio. Se ingresan al agua, por una grúa.

Estas son autopropulsadas y se anclan en el banco de arena.

Se procede a bombear arena a la playa.

Esta arena será confinada en tarquinas temporales para catalizar su secado y ayudar a su acomodo final.

Se procederá a la limpieza de obra, desmovilización de maquinaria y equipos de dragado y entrega de la obra.

Sobre el mantenimiento, se han solicitado  $150,000\text{ m}^3$  de arena para el mantenimiento de la playa.

#### **II.2.1.9. Señalización de seguridad e informativa.**

Una vez concluida la colocación de los módulos arrecifales correspondientes a cada elemento del proyecto, y de manera previa al retiro del boyado de seguridad que fue colocado previo a los trabajos, se instalará un boyado y una señalización informativa en superficie como en la zona del proyecto a fin de brindar instrucciones claras en los temas de seguridad, tipo de ecosistema y especies que lo habitan.

#### **II.2.1.10. Instalación de Geocilindro.**

Se propone instalar una estructura terminal de bajo perfil en el extremo oeste de la playa del complejo Paradisus. La estructura terminal se construirá utilizando un tubo geo-textil lleno de arena de la playa local. La estructura se extenderá hacia el mar desde el borde de la vegetación hacia el mar hasta el límite de la alimentación de la playa. La elevación superior estará a 0.9 m sobre el nivel del mar, o 0.1m debajo de la elevación superior del alimento de la playa. Por lo tanto, la estructura terminal geo-tubo será enterrada a 0,1 m por debajo de la superficie de la playa. Una zona cónica del alimento de la playa será construida al oeste de la estructura terminal.

El propósito de la estructura terminal es prevenir la pérdida de la arena de llenado de la playa hacia el oeste, como es impulsado por el transporte de arena de la costa oeste hacia el oeste. El diseño de bajo perfil y la estructura enterrada no será intrusiva y no será visible para los amantes de la playa. La estructura quedará expuesta, probablemente en el extremo del mar, sólo si la playa se retira hacia tierra debido a la extensión de la costa y al transporte hacia el oeste. La estructura expuesta funcionará entonces para evitar la pérdida de arena hacia el oeste. Dado que la estructura está diseñada para extenderse sólo al límite de la costa del relleno de la playa y una zona cónica será construida al oeste de la estructura terminal, no debería inducir una erosión adicional a lo largo de la costa al oeste del área del proyecto. La arena que se mueve hacia el oeste por el proceso natural debe poder contornear la playa alimentada, la estructura terminal, y la zona cónica para alcanzar la playa al oeste.

#### **II.2.1.11. Señalización de seguridad e informativa.**

Una vez concluida la colocación de los módulos arrecifales correspondientes a cada elemento del proyecto, y de manera previa al retiro del boyado de seguridad que fue colocado previo a los trabajos, se instalará un boyado y una señalización informativa en superficie como en la zona del proyecto a fin de brindar instrucciones claras en los temas de seguridad, tipo de ecosistema y especies que lo habitan.

### **II.3. Recomendaciones y procedimientos.**

Para llevar a cabo los trabajos descritos anteriormente se deberán observar las siguientes prácticas:

- En caso de pronosticarse oleaje fuerte, cerrarse el puerto o de la amenaza de una tormenta extraordinaria se suspenderán labores, se deben extraer equipos de

bombeo y resguardar los mismos fuera de la playa.

- Los trabajos de mantenimiento a la maquinaria (compresores, bombas, camionetas de apoyo, maquinaria pesada) deberán ser realizados lejos del área de maniobras en la costa para evitar derrames de hidrocarburos; las operaciones de mantenimiento en embarcaciones de apoyo serán realizadas en el puerto de abrigo correspondiente.
- Si por alguna razón existiera un derrame ligero de hidrocarburos el procedimiento a seguir es: 1) interrumpir las operaciones; 2) colocar en la zona donde se encuentre el fluido derramado los flotadores absorbentes que se tendrán a bordo de las embarcaciones y en la costa listos para ser usados; y 3) en caso de ser posible y no causar derrames adicionales, navegar de manera inmediata hacia el puerto más cercano.

#### **II.4. Requerimiento de personal e insumos.**

##### **II.4.1. Personal.**

Los requerimientos de personal van a ser variables y el empleo específico dependerá de la velocidad de trabajo que sea requerido por las obras. En términos generales se considera trabajar sistemática e ininterrumpidamente, siempre y cuando el clima lo permita, en cada sitio, 10 horas diarias (06:00 am a 18:00 pm con dos horas para comer) durante 6 días de la semana.

Para la operación de los equipos anteriormente descritos, el personal se asignará como sigue:

<b>Personal</b>	<b>Cantidad</b>
Director Operativo	1
Supervisor Control de Calidad	2
Encargado de Brigada	3
Buzos	25

##### **II.4.2. Insumos.**

La naturaleza del proyecto y sus características de diseño hacen que los únicos insumos requeridos sean los correspondientes al concreto para la construcción en planta de los módulos arrecifales.

El volumen estimado de cada módulo AMA® es de 2.50 metros cúbicos de concreto, resultando un volumen para éstos módulos de 1,767.50 metros cúbicos de concreto; mientras que para las bases para las esculturas, y los módulos temáticos, están formados por 3 a 5 distintas unidades prefabricadas de 2.5 metros cúbicos.

Adicionalmente se requerirán boyas, cabo de seda, malla geotextil (para evitar dispersión), de 6 a 8 bombas sumergibles de 20 HP, demás aditamentos y combustibles.

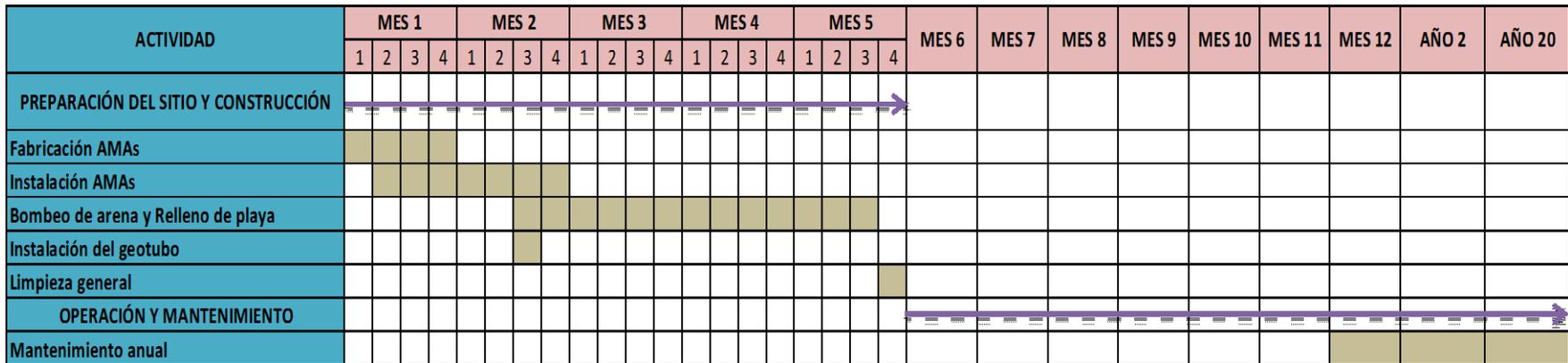
### **Volúmenes de Obra**

Concepto	Unidad	Totales
Arrecifes Modulares Artificiales	AMA	Aprox. 180 a 200 AMA®
Bombeo de Arena	M3	Aprox. 40,000 m <sup>3</sup>

**II.4.3. Calendario de Obra:**

Se estima que la instalación de los arrecifes, el relleno de playa y la instalación del geotubo tengan una duración aproximada de 5 meses.

Se estima que la operación y mantenimiento tenga un período de al menos 20 años. Este período podría prolongarse a consideración del estado que guarden las estructuras arrecifales y el geotubo.



**Figura 9. Cronograma de actividades del proyecto.**

#### **II.4.4. Medidas de Monitoreo:**

Las medidas de monitoreo sugeridas son:

- Levantamientos Topo batimétricos anuales o después de periodos de oleaje extraordinario, para comprobar que los perfiles de diseño se mantienen.
- Inspecciones visuales periódicas a las áreas de acumulación y erosión después de periodos de oleaje extraordinario y de forma semestral, esta inspección deberá de ser documentada con fotos tomadas siempre desde el mismo ángulo y tanto fuera como dentro del agua.
- Monitoreo de tubos de geotextil que conformarán el espigón sumergido, es necesaria la supervisión de la estabilidad de los mismos debido a que el objetivo principal de estas estructuras es la de la protección de la arena. La supervisión requiere de buceos periódicos para identificar rasgamientos, rompimientos y anticipar daños mayores.

Mantenimiento a largo plazo:

Como parte del proceso de toda obra, con el interés de mejorar las condiciones del entorno y mantenerlas, se ha considerado como parte del mismo proyecto, autorizar un dragado de arena, de 150 mil metros cúbicos, del mismo banco de arena, dando mantenimiento al mismo y creando una condición optima que permita mantener el volumen de diseño en la playa del hotel Paradisus y sus vecinos, controlar erosión y mantener perfiles de las playas adjuntas.

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

#### **III.1. Vinculación con Programas de Ordenamiento Ecológico del Territorio, Áreas Naturales Protegidas, sitios RAMSAR y zonificaciones prioritarias para la conservación.**

##### **III.1.1. ACUERDO por el que se expide la parte marina del Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe y se da a conocer la parte regional del propio Programa.**

(Diario Oficial de la Federación, 24 de noviembre de 2012).

Con fecha 24 de noviembre del año 2012, publica EL ACUERDO por el que se expide la parte marina del Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe y se da a conocer la parte regional del propio Programa, tal y como se muestra a continuación.

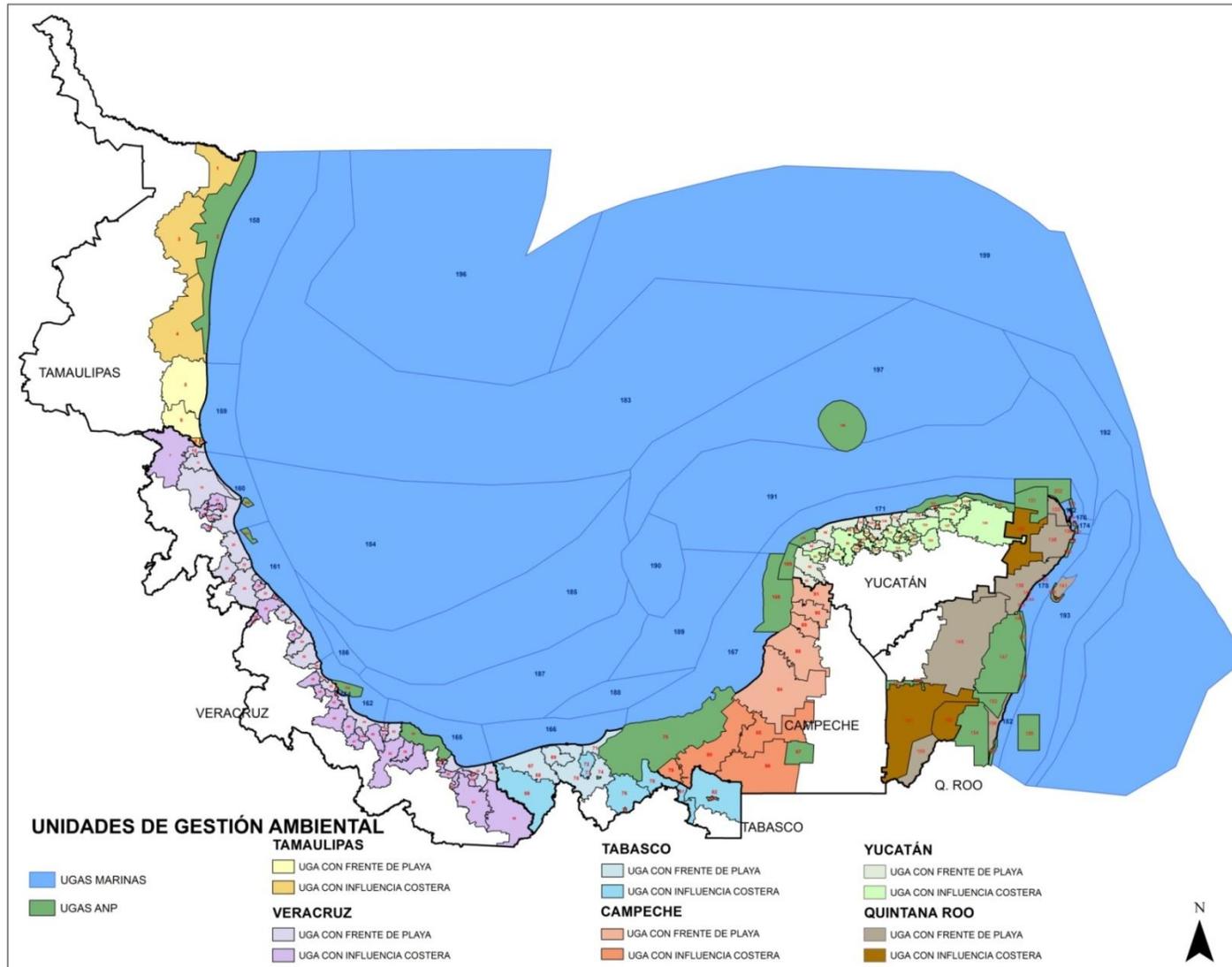


Figura 10. Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe

Este acuerdo establece que el proyecto, se ubica en la UGA 178 denominada Zona Marina de Competencia Federal, misma que tiene las siguientes características.

**Tabla 10. Descripción de la UGA 178, Zona Marina de Competencia Federal.**

<b>Tipo de UGA</b>	Marina	<p style="text-align: center;"><b>Mapa</b></p> <p>Mapa que muestra la UGA 178 (Zona Marina de Competencia Federal) en la costa de Quintana Roo. El mapa incluye los municipios de Kantunilkin, Fopelnah, Leon a Vitarío, Joaquín Zeñina Gasca, Playa del Carmen, Cozumel y Tulum. Se muestran zonas numeradas: 175, 174, 177, 179, 180, 178, 194, 193, 181, 192, 199. El mar Caribe está etiquetado en la parte inferior derecha. Hay una brújula en la parte superior derecha del mapa.</p>
<b>Nombre:</b>	Zona Marina de Competencia Federal	
<b>Municipio:</b>		
<b>Estado:</b>		
<b>Población:</b>	0 Habitantes	
<b>Superficie:</b>	311,046.005 Ha.	
<b>Subregión:</b>	Aplicar criterios de Zona Costera Inmediata (ZCI) Mar Caribe	
<b>Islas:</b>	Presentes: Aplicar criterios para Islas	
<b>Puerto Turístico</b>		
<b>Puerto Comercial</b>		
<b>Puerto Pesquero</b>		
<b>Nota:</b>	En la unidad existe una zonificación marina a mayor detalle entre la línea de alta marea a la isóbata de 50 m, a lo largo del litoral, desde Punta Maroma (20°45'3.42"N y 86°56'55.85"W) hasta Punta John (20°31'32.35"N y 87°10'24.45"W), donde aplican algunos criterios para la zona costera inmediata (ZCI) al municipio de Solidaridad, Quintana Roo.	

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

Para el caso del proyecto que nos ocupa, se analizan las acciones de carácter general y específico que le son aplicables de acuerdo a la UGA en donde se ubica, tal y como se muestra a continuación:

**Tabla 11. Tabla de Acciones Generales.**

CLAVE	ACCIONES GENERALES	VINCULACIÓN
<b>G001</b>	Promover el uso de tecnologías y prácticas de manejo para el uso eficiente del agua en coordinación con la CONAGUA y demás autoridades competentes.	No aplica al presente proyecto ya que se trata de un proyecto en zona marina.
<b>G002</b>	Promover el establecimiento del pago por servicios ambientales hídricos en coordinación con la CONAGUA y las demás autoridades competentes.	
<b>G003</b>	Impulsar y apoyar la creación de UMA para evitar el comercio de especies de extracción y sustituirla por especies de producción.	
<b>G004</b>	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).	No se pretende realizar actividades extractivas de flora y fauna en ninguna de las etapas del proyecto.
<b>G005</b>	Establecer bancos de germoplasma, conforme a la legislación aplicable.	No aplica al presente proyecto ya que se trata de un proyecto en zona marina.

CLAVE	ACCIONES GENERALES	VINCULACIÓN
<b>G006</b>	Reducir la emisión de gases de efecto invernadero.	El proyecto no generará gases de efecto invernadero durante su operación.
<b>G007</b>	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.	No aplica al presente proyecto ya que se trata de un proyecto en zona marina.
<b>G008</b>	El uso de Organismos Genéticamente Modificados debe realizarse conforme a la legislación vigente.	
<b>G009</b>	Planificar las acciones de construcción de infraestructura, en particular la de comunicaciones terrestres para evitar la fragmentación del hábitat.	
<b>G010</b>	Instrumentar campañas y mecanismos para la reutilización de áreas agropecuarias para evitar su expansión hacia áreas naturales.	
<b>G011</b>	Instrumentar medidas de control para minimizar las afectaciones producidas a los ecosistemas costeros por efecto de las actividades humanas.	El proyecto propone la implementación de medidas de mitigación de los impactos que se prevé serán generados durante la construcción y operación del proyecto.
<b>G012</b>	Impulsar la ubicación o reubicación de parques industriales en sitios ya perturbados o de escaso valor ambiental.	No aplica al presente proyecto ya que se trata de un proyecto en zona marina.
<b>G013</b>	Evitar la introducción de especies potencialmente invasoras en o cerca de las coberturas vegetales nativas.	No aplica al presente proyecto ya que se trata de un proyecto en zona marina.
<b>G014</b>	Promover la reforestación en los márgenes de los ríos.	
<b>G015</b>	Evitar el asentamiento de zonas industriales o humanas en los márgenes o zonas inmediatas a los cauces naturales de los ríos.	
<b>G016</b>	Reforestar las laderas de las montañas con vegetación nativa	

CLAVE	ACCIONES GENERALES	VINCULACIÓN
	de la región.	
<b>G017</b>	Desincentivar las actividades agrícolas en las zonas con pendientes mayores a 50%.	
<b>G018</b>	Recuperar la vegetación que consolide las 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.	
<b>G019</b>	Los planes o programas de desarrollo urbano del área sujeta a ordenamiento deberán tomar en cuenta el contenido de este Programa de Ordenamiento, incluyendo las disposiciones aplicables sobre riesgo frente a cambio climático en los asentamientos humanos.	
<b>G020</b>	Recuperar y mantener la vegetación natural en las riberas de los ríos y zonas inundables asociadas a ellos.	
<b>G021</b>	Promover las tecnologías productivas en sustitución de las extractivas.	No aplica al presente proyecto ya que no se trata de un proyecto productivo.
<b>G022</b>	Promover el uso de tecnologías productivas intensivas en sustitución de las extensivas.	
<b>G023</b>	Implementar campañas de control de especies que puedan convertirse en plagas.	La Promovente se da por enterada de la presente estrategia y reafirma su compromiso de evitar la introducción de especies exóticas.
<b>G024</b>	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.	No aplica al presente proyecto ya que se trata de un proyecto en zona marina.

CLAVE	ACCIONES GENERALES	VINCULACIÓN
<b>G025</b>	Fomentar el uso de especies nativas que posean una alta tolerancia a parámetros ambientales cambiantes para las actividades productivas.	
<b>G026</b>	Identificar las áreas importantes para el mantenimiento de la conectividad ambiental en gradientes altitudinales y promover su conservación (o rehabilitación).	
<b>G027</b>	Promover el uso de combustibles de no origen fósil.	
<b>G028</b>	Promover el uso de energías renovables.	
<b>G029</b>	Promover un aprovechamiento sustentable de la energía.	
<b>G030</b>	Fomentar la producción y uso de equipos energéticamente más eficientes.	
<b>G031</b>	Promover la sustitución a combustibles limpios, en los casos en que sea posible, por otros que emitan menos contaminantes que contribuyan al calentamiento global.	
<b>G032</b>	Promover la generación y uso de energía a partir de hidrógeno.	
<b>G033</b>	Promover la investigación y desarrollo en tecnologías limpias.	
<b>G034</b>	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.	
<b>G035</b>	Establecer medidas que incrementen la eficiencia energética de las instalaciones domésticas existentes.	
<b>G036</b>	Establecer medidas que incrementen la eficiencia energética de las instalaciones industriales existentes.	

CLAVE	ACCIONES GENERALES	VINCULACIÓN
<b>G037</b>	Elaborar modelos (sistemas mundiales de zonificación agro-ecológica) que permitan evaluar la sostenibilidad de la producción de cultivos; en diferentes condiciones del suelo, climáticas y del terreno.	
<b>G038</b>	Evaluar la potencialidad del suelo para la captura de carbono.	
<b>G039</b>	Promover y fortalecer la formulación e instrumentación de los ordenamientos ecológicos locales en el ASO.	
<b>G040</b>	Fomentar la participación de las industrias en el Programa Nacional de Auditoría Ambiental.	
<b>G041</b>	Fomentar la elaboración de Programas de Desarrollo Urbano en los principales centros de población de los municipios.	
<b>G042</b>	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.	
<b>G043</b>	LA SEMARNAT, considerará el contenido aplicable de este Programa. En su participación para la actualización de la Carta Nacional Pesquera, Asimismo, lo considerará en las medidas tendientes a la protección de quelonios, mamíferos marinos y especies bajo un estado especial de protección, que dicte de conformidad con la Ley General de Pesca y Acuicultura Sustentable.	No aplica al presente proyecto ya que se trata de un proyecto en zona marina que no contempla el aprovechamiento y/o pesca de especies marinas.
<b>G044</b>	Contribuir a la construcción y reforzamiento de las cadenas productivas y de comercialización interna y externa de las especies pesqueras.	
<b>G045</b>	Consolidar el servicio de transporte público en las localidades	

CLAVE	ACCIONES GENERALES	VINCULACIÓN
	nodales.	
<b>G046</b>	Fomentar la ampliación o construcción de infraestructuras que liberen tránsito de paso, corredores congestionados y mejore el servicio de transporte.	
<b>G047</b>	Impulsar la diversificación de actividades productivas.	A pesar de que el proyecto no es de índole productiva, uno de sus objetivos es el fortalecimiento de actividades del sector turístico-inmobiliario.
<b>G048</b>	Instrumentar y apoyar campañas para la prevención ante la eventualidad de desastres naturales.	Como parte de las campañas de prevención de desastres naturales, el Hotel Paradisus cuenta con programas internos de protección civil que permiten actuar en consecuencia.
<b>G049</b>	Fortalecer la creación o consolidación de los comités de protección civil.	
<b>G050</b>	Promover que las construcciones de las casas habitación sean resistentes a eventos hidrometeorológicos.	No aplica al presente proyecto ya que se trata de un proyecto en zona marina que no contempla la construcción de casas habitación.
<b>G051</b>	Realizar campañas de concientización sobre el manejo adecuado de residuos sólidos urbanos.	El proyecto prevé la separación de residuos en todas sus etapas.
<b>G052</b>	Implementar campañas de limpieza, particularmente en asentamientos suburbanos y urbanos (descacharrización, limpieza de solares, separación de basura, etc.).	No aplica al presente proyecto ya que se trata de un proyecto de protección de playas en zona marina.
<b>G053</b>	Instrumentar programas y mecanismos de reutilización de las aguas residuales tratadas.	
<b>G054</b>	Promover en el sector industrial la instalación y operación adecuada de plantas de tratamiento para sus descargas.	
<b>G055</b>	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	

CLAVE	ACCIONES GENERALES	VINCULACIÓN
	forestales y preferentemente forestales, sólo podrá llevarse a cabo de conformidad con la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y demás disposiciones jurídicas aplicables.	
<b>G056</b>	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.	
<b>G057</b>	Promover los estudios sobre los problemas de salud relacionados con los efectos del cambio climático.	No aplica al presente proyecto ya que se trata de un proyecto de protección de playas en zona marina.
<b>G058</b>	La gestión de residuos peligrosos deberá realizarse conforme a lo establecido por la legislación vigente y los lineamientos de la CICOPLAFEST que resulten aplicables.	<p>Durante las diferentes actividades de construcción del proyecto, posiblemente se presente la generación de residuos peligrosos tales como estopas impregnadas con grasas o aceites, estopas con thinner, aceite gastado y suelo impregnado con hidrocarburos. Los volúmenes generados de estos últimos son muy pequeños, sin embargo debido a su toxicidad deben tener un manejo adecuado.</p> <p>La empresa contratada para llevar a cabo la construcción del proyecto, deberá contar con su Registro como generador de residuos peligrosos y, además de contar con un contenedor para el almacenamiento temporal de estos residuos, deberá garantizar la contratación de una empresa registrada para que realice la recolección, manejo, traslado y disposición final de dichos residuos.</p> <p>No obstante se tomarán medidas preventivas y de mitigación para evitar que se presente la generación</p>

CLAVE	ACCIONES GENERALES	VINCULACIÓN
		de residuos peligrosos en el área del proyecto.
<b>G059</b>	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.	No se establecerá ningún tipo de infraestructura dentro de los límites de alguna ANP.
<b>G060</b>	Ubicar la construcción de infraestructura costera en sitios donde se minimice el impacto sobre la vegetación acuática sumergida.	El proyecto prevé la instalación de los módulos en zonas desprovistas de vegetación marina. En orden de reforzar esta acción, se propone la implementación de un Programa de Rescate de Flora y de Fauna de lento desplazamiento de manera previa a la colocación de los AMA®.
<b>G061</b>	La construcción de infraestructura costera se deberá realizar con procesos y materiales que minimicen la contaminación del ambiente marino.	El proyecto no prevé la utilización de compuestos que pudieren generar contaminación en el ambiente marino.
<b>G062</b>	Implementar procesos de mejora de la actividad agropecuaria y aplicar mejores prácticas de manejo.	
<b>G063</b>	Promover la elaboración de ordenamientos pesqueros y acuícolas a diferentes escalas y su vinculación con los ordenamientos ecológicos.	
<b>G064</b>	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.	No aplica al presente proyecto ya que se trata de un proyecto de protección de playas en zona marina.
<b>G065</b>	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.	En cumplimiento al presente criterio, y al estar la zona de extracción de arena dentro de los límites de la ANP Caribe Mexicano, se somete a evaluación el presente documento.

La vinculación del proyecto con las Acciones específicas aplicables a esta UGA se presentan en la tabla siguiente:

**Tabla 12. Tabla de Acciones Específicas.**

CLAVE	ACCIONES ESPECÍFICAS	VINCULACIÓN
A007	Promover la constitución de áreas destinadas voluntariamente a la conservación o ANP en áreas aptas para la conservación o restauración de ecosistemas naturales.	En cumplimiento al presente criterio, y al estar la zona de extracción de arena dentro de los límites de la ANP Caribe Mexicano, se somete a evaluación el presente documento, para determinar que no se realizarán impactos significativos sobre las áreas dentro de la ANP.
A013	Establecer las medidas necesarias para evitar la introducción de especies potencialmente invasoras por actividades marítimas en los términos establecidos por los artículos 76 y 77 de la Ley de Navegación y Comercio Marítimo.	No se contempla la introducción de especies marinas invasoras, antes bien, el proyecto proporcionará sitios de refugio y/o alimentación para especies marinas nativas.
A016	Establecer corredores biológicos para conectar las ANP existentes o las áreas en buen estado de conservación dentro del ASO.	El proyecto no promoverá la interrupción de corredores biológicos dentro de la ANP Caribe Mexicano.
A018	Promover acciones de protección y recuperación de especies bajo algún régimen de protección considerando en la Norma Oficial Mexicana, Protección ambiental-Especies Nativas de México de Flora y Fauna Silvestre-Categoría de Riesgo y Especificaciones para su Inclusión, Exclusión o Cambio-Lista de Especies en Riesgo (NOM-059 SEMARNAT-2010).	Se realizará un Programa de rescate y reubicación de especies, con énfasis en la protección de aquellas listadas dentro de esta NOM.
A022	Fomentar programas de remediación y monitoreo de zonas y aguas costeras afectadas por los hidrocarburos.	No aplica al proyecto ya que no se presentan zonas afectadas por hidrocarburos en el área de influencia del mismo.
A025	Promover la participación de las industrias en acciones tendientes a una gestión adecuada de residuos peligrosos, con el objeto de prevenir la contaminación de suelos y fomentar su preservación.	No aplica al presente proyecto ya que se trata de un proyecto de protección de playas en zona marina.

CLAVE	ACCIONES ESPECÍFICAS	VINCULACIÓN
A029	Promover la preservación del perfil de la costa y los patrones naturales de circulación de las corrientes alineadas a la costa, salvo cuando dichas modificaciones correspondan a proyectos de infraestructura que tengan por objeto mitigar o remediar los efectos causados por alguna contingencia meteorológica o desastre natural.	El objeto de este proyecto es precisamente la modificación del perfil de costa para mitigar y remediar los efectos causados por eventos meteorológicos extremos a los que ha sido sujeta el área del proyecto.
A033	Fomentar el aprovechamiento de la energía eólica, excepto cuando su infraestructura pueda afectar corredores de especies migratorias.	No aplica al presente proyecto ya que se trata de un proyecto de protección de playas en zona marina.
A034	Promover mecanismos de generación de energía eléctrica usando la fuerza mareomotriz.	No aplica al presente proyecto ya que se trata de un proyecto de protección de playas en zona marina.
A040	Impulsar la sustitución de las actividades de pesca extractiva por actividades de producción acuícola con especies nativas de la zona en la cual se aplica el programa y con tecnologías que no contaminen el ambiente y cuya infraestructura no afecte los sistemas naturales.	
A041	Fortalecer los mecanismos de seguimiento y control de las pesquerías comerciales para evitar su sobreexplotación.	
A042	Instrumentar o en su caso reforzar las campañas de vigilancia de las actividades extractivas de especies marinas de captura comercial, especialmente aquellas que se encuentran en las categorías en deterioro o en su límite máximo de explotación.	
A044	Diversificar la base de especies en explotación comercial en las pesquerías.	
A045	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	

CLAVE	ACCIONES ESPECÍFICAS	VINCULACIÓN
	complementos nutricionales.	
A046	Incentivar el cumplimiento de los mecanismos existentes para controlar el vertido y disposición de residuos de embarcaciones, en las porciones marinas tanto costeras como oceánicas.	Se establecerán medidas preventivas de vertido de residuos de embarcaciones que participen durante la implementación del proyecto al prohibirles realizar tales actividades.
A047	Monitorear las comunidades planctónicas y áreas de mayor productividad marina para ligar los programas de manejo de pesquerías de manera predictiva con estos elementos.	No aplica al presente proyecto ya que se trata de un proyecto de protección de playas en zona marina.
A048	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.	
A071	Diseñar e instrumentar acciones coordinadas entre sector turismo y sector conservación para reducir al mínimo la afectación de los ecosistemas en zonas turísticas y aprovechar al máximo el potencial turístico de los recursos. Impulsar y fortalecer las redes de turismo de la naturaleza (ecoturismo) en todas sus modalidades como una alternativa al desarrollo local respetando los criterios de sustentabilidad según la norma correspondiente.	No aplica al presente proyecto ya que se trata de un proyecto de protección de playas en zona marina..
A073	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.	No aplica al presente proyecto ya que se trata de un proyecto de protección de playas en zona marina.

CLAVE	ACCIONES ESPECÍFICAS	VINCULACIÓN
A074	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.	

**Tabla 13. Criterios de Aplicación para la Zona Costera Inmediata (ZCI) Mar Caribe.**

CLAVE	CRITERIO DE REGULACIÓN ECOLÓGICA	VINCULACIÓN
<b>ZMC-01</b>	Con el fin de proteger y preservar las comunidades arrecifales, principalmente las de mayor extensión, y/o riqueza de especies en la zona, y aquellas que representan valores culturales particulares, se recomienda no construir ningún tipo de infraestructura en las áreas ocupadas por dichas formaciones.	El proyecto no se realizará en áreas ocupadas por arrecifes coralinos.
<b>ZMC-02</b>	Dado que los pastos marinos representan importantes ecosistemas para la fauna marina, debe promoverse su conservación y preservación, por lo que se debe evitar su afectación y pérdida en caso de alguna actividad o proyecto. La evaluación del impacto ambiental correspondiente deberá realizarse conforme a lo dispuesto en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, así como a las demás disposiciones jurídicas que resulten aplicables.	El proyecto no prevé la afectación de pastos marinos, toda vez que se pretende desplantar sobre arenal sin presencia de vegetación o escasa presencia de algas marinas, dando cumplimiento al presente criterio.
<b>ZMC-03</b>	Sólo se permitirá la captura de mamíferos marinos, aves y reptiles para fines de investigación, rescate y traslado con fines de conservación y preservación, conforme a lo dispuesto en la Ley General de Vida Silvestre y demás disposiciones jurídicas	El proyecto no prevé la captura de ningún individuo de fauna en ninguna de las etapas del proyecto.

CLAVE	CRITERIO DE REGULACIÓN ECOLÓGICA	VINCULACIÓN
	aplicables.	
<b>ZMC-04</b>	Con el fin de preservar zonas coralinas, principalmente las más representativas por su extensión, riqueza y especies presentes, la ubicación y construcción de posibles puntos de anclaje deberán estar sujetas a estudios específicos que la autoridad correspondiente solicite.	El área de colocación de los AMAs no se ubicará en áreas ocupadas por arrecifes coralinos.
<b>ZMC-05</b>	La recolección, remoción o trasplante de organismos vivos o muertos en las zonas arrecifales u otros ecosistemas representativos, sólo podrá llevarse a cabo bajo las disposiciones aplicables de la Ley General de Vida Silvestre y demás normatividad aplicable.	El proyecto no considera la recolección, remoción o transplante de organismos arrecifales.
<b>ZMC-06</b>	La construcción de estructuras promotoras de playas deberán estar avaladas por las autoridades competentes y contar con los estudios técnicos y específicos que la autoridad requiera para este fin.	Se presenta la Manifestación ambiental del proyecto para dar elementos técnicos a la autoridad competente que soporten la autorización del proyecto.
<b>ZMC-07</b>	Como una medida preventiva para evitar contaminación marina no debe permitirse el vertimiento de hidrocarburos y productos químicos de ningún tipo en los cuerpos de agua en esta zona.	Se implementará como medida de prevención la obligación de que las embarcaciones cuenten con mantenimientos periódicos realizados en talleres fuera de la zona marina. Se prohibirá cargar combustibles en mar abierto, a menos que sea un caso de emergencia.
<b>ZMC-08</b>	Con el objeto de coadyuvar en la preservación de las especies de tortugas que año con año arriban en esta zona costera, es recomendable que las actividades recreativas marinas eviten llevarse a cabo entre el ocaso y el amanecer, esto en la temporada de anidación, principalmente en aquellos sitios de mayor incidencia de dichas especies.	El proyecto no incide en zonas de arribazón de tortuga marina, por lo que se considera que el presente criterio no le es aplicable.

CLAVE	CRITERIO DE REGULACIÓN ECOLÓGICA	VINCULACIÓN
<b>ZMC-09</b>	Con el objetivo de preservar las comunidades arrecifales en la zona, es importante que cualquier actividad que se lleve a cabo en ellos y su zona de influencia estén sujetas a permisos avalados que garanticen que dichas actividades no tendrán impactos adversos sobre los valores naturales o culturales de los arrecifes, con base en estudios específicos que determinen la capacidad de carga de los mismos.	Como ya se mencionó, el área de colocación de los AMAs no se ubicará en zonas ocupadas por arrecifes coralinos. De la misma manera, todas las actividades del proyecto se llevarán a cabo en sitios no ocupados por arrecifes coralinos.
<b>ZMC-10</b>	Con el fin de prevenir la contaminación y deterioro de las zonas marinas, es recomendable la difusión de las normas ambientales correspondientes en toda actividad náutica en la zona.	El proyecto contempla la instalación de una señalización informativa y de seguridad. En complemento, se impartirá al personal que labore capacitación enfocada en las normas ambientales que deberán cumplirse en toda actividad náutica dando cumplimiento al presente criterio.
<b>ZMC-11</b>	Se requerirá que en caso de alguna actividad relacionada con obras de canalización y dragado debidamente autorizadas, se utilicen mallas geotextiles y otras tecnologías que eviten la suspensión y dispersión de sedimentos, en el caso de que exista el riesgo de que se afecten o resulten dañados recursos naturales por estas obras.	No aplica al presente proyecto ya que se trata de un proyecto en zona marina que no contempla ni el dragado ni la canalización.
<b>ZMC-12</b>	La construcción de proyectos relacionados con muelles de gran tamaño (para embarcaciones mayores de 500TRB [Toneladas de Registro Bruto] y/o 49 pies de eslora), deberá incluir medidas para mantener los procesos de transporte litoral y la calidad del agua marina, así como para evitar la afectación de comunidades marinas presentes en la zona.	No aplica al presente proyecto ya que se trata de un proyecto en zona marina que no contempla la construcción de muelles.
<b>ZMC-13</b>	Las embarcaciones utilizadas para la pesca comercial o deportiva deberán portar los colores y claves distintivas asignadas por la Comisión Nacional de Pesca y Acuicultura, en los Lineamientos para los Mecanismos de Identificación y Control del Esfuerzo	No aplica al presente proyecto ya que se trata de un proyecto que no contempla la pesca.

CLAVE	CRITERIO DE REGULACIÓN ECOLÓGICA	VINCULACIÓN
	Pesquero, así como el permiso de pesca correspondiente.	
<b>ZMC-14</b>	<p>Por las características de gran volumen de los efluentes subterráneos de los sistemas asociados a la zona oriente de la Península de Yucatán y por la importancia que revisten los humedales como mecanismo de protección del ecosistema marino ante el arrastre de contaminantes de origen terrígeno en particular para esta región los fosfatos y algunos metales pesados producto de los desperdicios generados por el turismo, se recomienda en las UGA regionales correspondientes (UGA:139, UGA:152 y UGA:156) estudiar la factibilidad y promover la creación de áreas de protección mediante políticas, estrategias y control de uso del suelo en esquemas como los Ordenamientos Ecológicos locales o mediante el establecimiento de ANP federales, estatales, municipales, o áreas destinadas voluntariamente a la conservación que actúen de manera sinérgica para conservar los atributos del sistema costero colindante y contribuyan a completar un corredor de áreas protegidas sobre toda la zona costera del Canal de Yucatán y Mar Caribe, en particular para mantener o restaurar la conectividad de los sistemas de humedales de la Península de Yucatán.</p>	<p>No aplica al presente proyecto ya que se trata de un proyecto de protección de playas en zona marina.</p>

### III.1.2. Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Solidaridad, Quintana Roo.

El estado de Quintana Roo no cuenta con un ordenamiento territorial de carácter estatal, el ordenamiento del territorio se realiza a través de instrumentos de alcance municipal (Programas de Ordenamiento Ecológico Local).

En el caso del área del proyecto, es aplicable el Decreto por el que se establece el Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Solidaridad, Quintana Roo. Publicado en el Periódico Oficial el 25 de Mayo de 2009.

De conformidad con dicho ordenamiento, la zona terrestre del Área de influencia del proyecto (zona de las instalaciones del Hotel Paradisus); así como el geotubo y una sección del área de relleno de playa, se ubican dentro de los límites de la Unidad de Gestión Ambiental (UGA) 10 = Zona Urbana de Playa del Carmen (figuras 11 y 12).

Esta UGA cuenta con Política Ambiental de Aprovechamiento sustentable; teniendo vocación de uso de suelo Urbana.

El uso de suelo Urbano se define como: *“Aprovechamiento del territorio al interior de los centros de población legalmente establecidos, para el desarrollo de proyectos que cumplan con los usos y destinos del suelo en los términos que se indiquen en el Plan o Programa de Desarrollo Urbano vigente y de acuerdo con la Ley de Asentamientos Humanos del Estado de Quintana Roo y la Ley de Fraccionamientos del Estado de Quintana Roo.”*

Las características de la UGA 10 se detallan en la siguiente tabla:

**Tabla 14. Características, actividades y usos de suelo aplicables a la UGA 10.**

UNIDAD DE GESTIÓN AMBIENTAL		10	
<b>NOMBRE</b>	ZONA URBANA DE PLAYA DEL CARMEN		
<b>POLÍTICA AMBIENTAL</b>	Aprovechamiento sustentable		
<b>SUPERFICIE</b>	9,343.99 hectáreas	<b>PORCENTAJE MUNICIPAL</b>	3.93%
<b>ESCENARIO INICIAL</b>	La ciudad de playa del Carmen representa el centro urbano con la mayor tasa de crecimiento del estado, por lo que las reservas urbanas se agotan rápidamente, ocasionando que día a día se incremente la mancha urbana. Esta dinámica responde al crecimiento y diversificación de la oferta turística del municipio, la cobertura de los servicios básicos es buena, no obstante existe un importante rezago en el manejo y disposición final de los residuos		

	sólidos. De acuerdo con las estimaciones realizadas este centro urbano seguirá creciendo por lo que se requiere prever la dotación de nuevas reservas urbanas para contener y controlar de manera eficiente el crecimiento urbano.
<b>TENDENCIAS</b>	Se considera que la zona urbana llega a una saturación en el lapso de tiempo comprendido entre los 5 y 10 años, por lo que se han adicionado zonas de reserva urbana suficientes que permitan contener el acelerado crecimiento de la ciudad, el cual continuará en la medida que se continúe ampliando el sector turístico del municipio. La ciudad tiende hacia la ecoeficiencia con la aplicación de diferentes acciones, técnicas, procedimientos y equipo para la reducción de la contaminación.
<b>LINEAMIENTO AMBIENTAL</b>	La ciudad presenta un crecimiento ordenado en apego a programa director de desarrollo urbano, el manejo de las aguas residuales, así como la disposición de los residuos se realiza con estándares por encima de lo establecido en la normatividad vigente. La ciudad presenta áreas verdes suficientes
<b>ESTRATEGIAS AMBIENTALES</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se deberá llevar a cabo una bitácora ambiental del cambio de uso del suelo para este centro urbano.</li> <li>• Se instalan oportunamente plantas de tratamiento y la red de drenaje sanitario en las nuevas áreas de crecimiento.</li> <li>• Las aguas residuales se tratan con una eficiencia del 95%.</li> <li>• Se establece un adecuado sistema de recolección, acopio y disposición final de residuos sólidos.</li> <li>• Se ofrecen espacios verdes suficientes a los habitantes (9 m<sup>2</sup> de área verde por persona).</li> <li>• Se instalan sistemas alternativos para la generación de energía eléctrica para el uso público (alumbrado público y de oficinas gubernamentales).</li> <li>• La ciudad cuenta con un sistema vial moderno y eficiente.</li> <li>• La ciudad mantiene la cobertura actual de manglares.</li> </ul>
<b>VOCACIÓN DE USO DEL SUELO</b>	URBANA
<b>USOS CONDICIONADOS</b>	Los que establezca el Programa Director de Fortalecimiento Urbano 2002-2026 (P.O. 1 de abril de 2002) y el Plan Parcial de Desarrollo Urbano número 1 del Centro Urbano de Población de Playa del Carmen 2008-2013, Municipio Solidaridad, Quintana Roo, denominado “del fuego y del agua”. (P.O. 29 de mayo de 2008).
<b>USOS</b>	Los que establezca el Programa Director de Fortalecimiento Urbano

<b>INCOMPATIBLES</b>	2002-2026 (P.O. 1 de abril de 2002) y el Plan Parcial de Desarrollo Urbano número 1 del Centro Urbano de Población de Playa del Carmen 2008-2013, Municipio Solidaridad, Quintana Roo, denominado “del fuego y del agua”. (P.O. 29 de mayo de 2008).	
<b>CRITERIOS DE REGULACIÓN ECOLÓGICA</b>	USO	<b>CRITERIOS DE REGULACIÓN ECOLÓGICA APLICABLES A LAS ÁREAS URBANAS</b>
	Urbano	1 al 33
	USO	<b>CRITERIOS ESPECÍFICOS</b>
	Urbano	39, 79, 95, 98, 103, 104, 105, 106.

Los criterios de regulación ecológica establecidos para el Programa Ordenamiento Ecológico Local del Municipio Solidaridad han sido organizados de la siguiente manera:

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

En las tablas siguientes se realiza la vinculación de la obra con los diferentes criterios de regulación ecológica aplicables a la UGA donde se encuentra inmerso el proyecto:

**Tabla 15. Criterios de regulación ecológica de aplicación general (aplicables a todas las UGAs).**

CRITERIO	DESCRIPCIÓN	VINCULACIÓN
<b>CG-01</b>	<p>Las actividades, obras y proyectos que se pretendan desarrollar dentro del área municipal, deberán dar cabal cumplimiento a lo establecido en el marco normativo ambiental vigente, considerando de manera enunciativa pero no limitativa, Tratados Internacionales suscritos por México, Leyes Generales, Leyes Estatales, Normas Oficiales Mexicanas, Reglamentos Federales, Estatales y Municipales, Declaratorias y Decretos, Planes y Programas de Manejo aplicables en materia ambiental, urbana, manejo de residuos, protección de flora y fauna y emisión de contaminantes, uso y goce de la Zona Federal Marítimo Terrestre; por lo que no se describen como criterios las obligaciones, límites máximos permisibles o cualquier otro parámetro establecido por estos instrumentos de carácter obligatorio.</p>	<p><i>Motivado de este criterio y para dar cumplimiento al mismo se presenta y se somete a evaluación la presente Manifestación de Impacto Ambiental.</i></p>
<b>CG-02</b>	<p>Antes del inicio de cualquier obra o actividad se deberá ejecutar el rescate selectivo de vegetación en el área de aprovechamiento proyectada. La selección de las especies, el número de individuos por especie a rescatar y la densidad mínima de rescate, los métodos y técnicas aplicables, así como el monitoreo del programa, se determinarán y propondrán en un estudio técnico o programa que deberá acompañar al estudio de impacto ambiental aplicable al proyecto. Las actividades de rescate de vegetación deberán obtener de manera previa a su inicio la autorización</p>	<p><i>El área terrestre donde se establecerá el proyecto carece de vegetación por lo que no será necesario realizar ni reubicar especies.</i></p>

CRITERIO	DESCRIPCIÓN	VINCULACIÓN
	correspondiente.	
<b>CG-03</b>	<p>Previo al inicio de cualquier obra o actividad de cada proyecto se deberán ejecutar medidas preventivas orientadas a la protección de los individuos de fauna silvestre presentes en el área de aprovechamiento proyectada. La selección de los métodos y técnicas a aplicar se determinará con base en un estudio técnico o programa que deberá acompañar al estudio de impacto ambiental aplicable al proyecto. Las medidas deberán obtener de manera previa a su inicio la autorización correspondiente.</p>	<p><i>Las áreas terrestres a afectar no se consideran sitios utilizados como hábitat para las especies de fauna de la zona, ya que la zona de playa es usada primordialmente como zona de paso de fauna. No obstante, se considera que cualquier individuo de fauna que esté presente en la zona previo al inicio de los trabajos, se retirará del sitio debido a la presencia de personal y maquinaria.</i></p>
<b>CG-04</b>	<p>Los proyectos de cualquier índole deberán incorporar a sus áreas verdes vegetación nativa propia del ecosistema en el cual se realice el proyecto. Únicamente se permite el empleo de flora exótica que no esté incluida en el listado de flora exótica invasiva de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). La selección de especies a incluir en las áreas verdes, así como el diseño de jardines deberá sustentarse en un programa de arborización y ajardinado que deberá acompañar al estudio de impacto ambiental aplicable al proyecto. Se deberá emplear una proporción de 4 a 1 entre plantas de especies nativas y especies ornamentales, excluyendo los pastos.</p>	<p><i>Por la naturaleza de las obras, no se considera la incorporación de áreas verdes.</i></p>
<b>CG-05</b>	<p>Con la finalidad de evitar el fraccionamiento de los ecosistemas y el aislamiento de las poblaciones, se deberán agrupar las áreas de aprovechamiento y mantener la continuidad</p>	<p><i>Las áreas a impactar carecen de vegetación nativa por estar ubicadas en la zona de playa.</i></p>

CRITERIO	DESCRIPCIÓN	VINCULACIÓN
	de las áreas con vegetación natural. Para lo cual, el promovente deberá presentar un estudio de zonificación ambiental que demuestre la mejor ubicación de la infraestructura planteada por el proyecto, utilizando preferentemente las áreas perturbadas por usos previos o con vegetación secundaria o acahual.	
<b>CG-06</b>	En el desarrollo de los proyectos se debe realizar el aprovechamiento integral de los recursos naturales existentes en el predio, por lo que será obligatorio realizar la recuperación de tierra vegetal en las superficies que se desmonten, así como el triturado y composteo de la madera resultante del desmonte que se autorice. Los materiales obtenidos no podrán ser comercializados –salvo autorización expresa de la autoridad correspondiente-, sino aprovechados en el mejoramiento de áreas verdes, de equipamiento o de donación.	<i>Por la naturaleza de la obra no aplica el presente criterio.</i>
<b>CG-07</b>	Los proyectos que generen aguas residuales (grises, negras, azules o jabonosas) deberán disponerlas a través de un sistema de tratamiento de aguas residuales propio que cumpla con la normatividad vigente aplicable. La descripción del sistema de tratamiento deberá incorporarse en el estudio de impacto ambiental aplicable al proyecto. Sólo se permitirá la reutilización de las aguas residuales tratadas cuando éstas cumplan con la normatividad ambiental vigente.	<i>Únicamente se considera la generación de aguas residuales por el servicio sanitario de los empleados que trabajen durante la colocación de las AMAs y el relleno de la playa; no obstante se utilizarán los servicios sanitarios del hotel Paradisus, por lo que no se contempla la construcción de sistemas de tratamiento adicionales.</i>
<b>CG-08</b>	En cualquier obra deberá estar separada la canalización del drenaje pluvial del drenaje	<i>Por la naturaleza de la obra no</i>

CRITERIO	DESCRIPCIÓN	VINCULACIÓN
	sanitario.	<i>aplican estos criterios.</i>
<b>CG-09</b>	La canalización del drenaje pluvial hacia el mar o cuerpos de agua superficiales o pozos de absorción, podrá realizarse previa filtración de sus aguas con sistemas de decantación, trampas de grasas y sólidos u otros que garanticen la retención de sedimentos o contaminantes y deberá ser aprobada por la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA).	
<b>CG-10</b>	Los materiales calizos y los recursos naturales que se utilicen durante la construcción de un proyecto deberán provenir de fuentes o bancos de material autorizados.	<i>La arena que será utilizada para el llenado del geotubo y el relleno de playa provendrá del banco de arena que se manifiesta como parte del proyecto, por lo que se solicita la autorización del mismo.</i>
<b>CG-11</b>	En el manejo de áreas verdes, campos, canchas, pistas, viveros, plantaciones o sembradíos y para el control de pestes y plagas, sólo se permite el uso de sustancias autorizadas por la Comisión Intersecretarial para el Control del Proceso y Uso de Plaguicidas, Fertilizantes y Sustancias Tóxicas (CICOPLAFEST).	<i>Por la naturaleza del proyecto, no se contempla la realización de estas actividades.</i>
<b>CG-12</b>	Los proyectos que se realicen fuera de los centros de población, en predios mayores a 5 hectáreas, deberán llevar a cabo un monitoreo del desempeño ambiental del proyecto, el cual deberá sustentarse en un estudio técnico o programa en el que se establezcan los indicadores de calidad ambiental que permitan identificar la eficacia de las medidas sobre los principales componentes de la biota,	<i>Como parte de este estudio, en el capítulo VII se presenta un Programa de Vigilancia Ambiental el cual pretende asegurar el cumplimiento de las medidas de mitigación y/o prevención de impactos; además se ajustará a los términos y condicionantes establecidos por la SEMARANT en el</i>

CRITERIO	DESCRIPCIÓN	VINCULACIÓN
	<p>así como los métodos, técnicas que permitan medir tales indicadores y los tiempos y mecanismos para la interpretación de los resultados. Este estudio deberá acompañar al estudio de impacto ambiental aplicable al proyecto. El promovente deberá entregar copia de los reportes a la SEDUMA para su inclusión en la Bitácora Ambiental.</p>	<p><i>Resolutivo correspondiente.</i></p>
<b>CG-13</b>	<p>Los residuos derivados de las obras no se dispondrán sobre la vegetación remanente dentro del predio, ni sobre la vegetación circundante, debiéndose trasladar al sitio de disposición final de residuos de manejo especial que establezca el municipio o el estado.</p>	<p><i>Se cumplirá con lo establecido, la zona de trabajo será diariamente revisada para recoger los residuos y se trasladará a las instalaciones correspondientes dentro del Hotel Paradisus.</i></p>
<b>CG-14</b>	<p>Está prohibida la introducción de especies de flora o fauna exóticas o invasoras incluidas en los listados de la CONABIO, en áreas naturales, cavernas y cuerpos de agua superficiales o subterráneos. La introducción y manejo de especies exóticas sólo se permite en áreas modificadas previa autorización de la SEMARNAT o la SAGARPA. Se excluye de esta restricción las especies de plantas ornamentales tropicalizadas de uso común en la zona Norte de Quintana Roo que se destinen a la conformación de áreas verdes o jardines.</p>	<p><i>No se contempla la introducción de especies exóticas como resultado del proyecto.</i></p>
<b>CG-15</b>	<p>Los promoventes que pretendan llevar a cabo obras o actividades en zonas que se constituyan como sitios de anidación o reproducción de una o más especies de fauna incluida en la Norma Oficial Mexicana NOM-</p>	<p><i>El área del proyecto no se contempla como zona de anidación o reproducción de fauna incluida en la NOM 059 SEMARNAT 2010.</i></p>

CRITERIO	DESCRIPCIÓN	VINCULACIÓN
	<p>059-SEMARNAT-2001, deberán implementar acciones que aseguren la disponibilidad de sitios de anidación y reproducción de tales especies. Estas acciones deberán estar sustentadas en un plan de manejo de acuerdo con la Ley General de Vida Silvestre, que deberá acompañar al manifiesto de impacto ambiental o al informe preventivo aplicable al proyecto. Las acciones deberán obtener de manera previa a su inicio la autorización correspondiente.</p>	
<b>CG-16</b>	<p>Los campamentos para trabajadores de la construcción deberán ser dignos para la vida humana, contar con servicios sanitarios, agua potable, un reglamento para el manejo de residuos sólidos, así como una estrategia de protección civil para atender las alertas por fenómenos hidrometeorológicos. La proporción de servicios sanitarios será de al menos 1 por cada 25 trabajadores.</p>	<p><i>No se contempla la instalación de campamentos, ni contratación de servicios sanitarios, etc; esto debido a que los servicios para los trabajadores serán suministrados por las instalaciones del Hotel Paradisus.</i></p>
<b>CG-17</b>	<p>El uso del fuego estará condicionado a lo establecido en la Norma Oficial Mexicana NOM-015-SEMARNAP/SAGAR-1997.</p>	<p><i>Se vigilará el estricto cumplimiento de la presente medida. No se contempla el uso del fuego; así mismo se informará esta medida a los trabajadores para indicarles la prohibición del uso del fuego para cualquier actividad.</i></p>
<b>CG-18</b>	<p>Los proyectos que se realicen fuera de los centros de población, en predios mayores a 5 hectáreas, durante las etapas de preparación del sitio y construcción, deberán presentar de manera semestral a la SEDUMA para su inclusión en la Bitácora Ambiental, un plano</p>	<p><i>En primer lugar es necesario mencionar que el proyecto no se encuentra fuera del centro de población, ya que se encuentra dentro de la mancha urbana de la ciudad de Playa del Carmen. Por</i></p>

CRITERIO	DESCRIPCIÓN	VINCULACIÓN
	georreferenciado (UTM, Datum WGS-84, Zona 16Q) de las áreas aprovechadas dentro del predio, en donde se especifiquen los tipos de vegetación afectados y su superficie.	<i>otro lado, en el sitio donde se llevarán a cabo las obras no se presenta ningún tipo de vegetación.</i>
<b>CG-19</b>	Para la apertura de caminos de acceso y vialidades de cualquier tipo fuera de los centros de población se requiere contar con la autorización en materia de impacto ambiental, así como de la autorización de cambio de uso del suelo que por excepción emite la autoridad federal correspondiente.	<i>No se realizará la apertura de n nuevos caminos ni vialidades.</i>
<b>CG-20</b>	El establecimiento de viviendas o unidades de hospedaje de cualquier tipo, deberá ubicarse a una distancia mayor a 1,000 metros medidos a partir del pozo de extracción de agua potable de la red pública para abasto urbano más cercano.	<i>El proyecto no contempla el establecimiento de viviendas ni unidades de hospedaje.</i>
<b>CG-21</b>	En el desarrollo u operación de cualquier tipo de proyecto se debe evitar el derrame al suelo o cuerpos de agua de combustibles, lubricantes, grasas, aceites, pinturas u otras sustancias potencialmente contaminantes. De igual manera, se deberá evitar la disposición inadecuada de materiales impregnados con estas sustancias o de sus recipientes. En este sentido el promovente deberá manifestar el tipo de sustancias potencialmente contaminantes que empleará en las distintas etapas del proyecto, así como las medidas de prevención, mitigación y, en su caso, corrección, que aplicará en cada etapa. Para el almacenamiento de este tipo de sustancias o sus residuos se deberá contar con un almacén	<i>Se vigilará el estricto cumplimiento de la presente medida.  Durante todas las etapas del proyecto se contará con la aplicación y ejecución de las medidas de prevención, mitigación y compensación propuestas que incluye el manejo adecuado de los residuos.</i>

CRITERIO	DESCRIPCIÓN	VINCULACIÓN
	que cumpla con las especificaciones establecidas en la normatividad aplicable y se deberá llevar el registro de su manejo en la bitácora del almacén.	
<b>CG-22</b>	El uso de explosivos, estará regulado por los lineamientos de la Secretaría de Defensa Nacional y la normatividad aplicable. Previamente a la utilización de explosivos deberá entregarse a la autoridad competente en materia de protección civil, el cronograma de detonaciones y el programa de protección civil correspondiente que deberá estar disponible al público en general.	<i>No se usarán explosivos en ninguna etapa del proyecto.</i>
<b>CG-23</b>	Todos los proyectos que en cualquiera de sus etapas de desarrollo generen residuos peligrosos deberán contar con un almacén de residuos peligrosos y disponerlos a través de una empresa autorizada en el manejo de los mismos, conforme a la legislación y normatividad ambiental aplicable en la materia.	<p><i>No se prevé la generación de residuos peligrosos, ya que los vehículos que intervenga en las etapas del proyecto recibirán mantenimiento preventivo y correctivo en talleres autorizados, fuera del sitio.</i></p> <p><i>Durante la operación no se contempla la generación de este tipo de residuos.</i></p>
<b>CG-24</b>	Para los fines de aplicación de este instrumento, en particular para la definición de competencias para la evaluación en materia de impacto ambiental, la zona costera o ecosistema costero del Municipio Solidaridad fuera de los centros de población está delimitada entre la zona federal marítimo terrestre y la carretera federal 307. El territorio localizado al poniente de la carretera	<i>El proyecto se encuentra en la ZOFEMAT, de tal manera que se considera de competencia federal.</i>

CRITERIO	DESCRIPCIÓN	VINCULACIÓN
	federal 307 se considera zona continental.	
<b>CG-25</b>	<p>La superficie que se permite ocupar en un predio será el área de aprovechamiento máxima permitida para el desplante de las obras provisionales o definitivas proyectadas, incluyendo obras de urbanización (red de abasto de agua potable, red de alcantarillado sanitario, planta de tratamiento de aguas residuales o fosas sépticas, red de electrificación y alumbrado, obras viales interiores, estacionamientos y las que se requieran para la incorporación del proyecto a la red vial), las obras o edificaciones de que conste el proyecto, así como los jardines, áreas públicas, albercas y áreas verdes. La superficie restante deberá mantenerse en condiciones naturales siendo responsabilidad del propietario su preservación y protección. No se contabilizan los senderos, brechas o andadores peatonales al interior de las áreas naturales que se conserven dentro del predio y que sirvan para intercomunicar las diferentes áreas de instalaciones o servicios dentro del proyecto. Las áreas previamente desmontadas o sin vegetación dentro del predio podrán formar parte del área de aprovechamiento permitida y deben considerarse en primer lugar para el desplante de las obras que se proyecten. Cuando por motivo del diseño y funcionalidad de un proyecto no resulte conveniente el uso de las áreas previamente desmontadas, podrá solicitarse el aprovechamiento de otras áreas siempre que el promovente se obligue a reforestar las áreas</p>	<p><i>El proyecto se refiere a obras para la recuperación de playa y la protección de la misma. De tal manera que no aplica lo manifestado en el presente criterio.</i></p>

CRITERIO	DESCRIPCIÓN	VINCULACIÓN
	<p>afectadas que no utilizará, situación que deberá realizar de manera previa a la etapa de operación del proyecto. Cuando el área afectada dentro del predio sea mayor al área de aprovechamiento máxima permitida en el mismo, el propietario deberá implementar medidas tendientes a la restauración ambiental de la superficie excedente de manera previa a la conclusión de la etapa de construcción. Dichas medidas deberán sustentarse en un estudio técnico o programa de restauración que deberá acompañar al manifiesto de impacto ambiental o al informe preventivo aplicable al proyecto. Las actividades de restauración ambiental deberán obtener de manera previa a su inicio la autorización correspondiente.</p>	
<b>CG-26</b>	<p>Para el aprovechamiento de predios, cuerpos de agua o cavernas en los que se detecten vestigios arqueológicos, deberá obtenerse de manera previa al inicio de obras la autorización del Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH). Si el hallazgo arqueológico se realiza durante el desarrollo del proyecto se deberá informar de manera inmediata al INAH.</p>	<p><i>En el sitio no se detectaron vestigios arqueológicos.</i></p>
<b>CG-27</b>	<p>Las obras de infraestructura o equipamiento regional de interés público sólo se permiten con la aprobación del H. Cabildo de Solidaridad y/u otras autoridades competentes, previa autorización en materia de impacto ambiental y de cambio de uso del suelo de terrenos forestales.</p>	<p><i>El proyecto no contempla las obras mencionadas.</i></p>

CRITERIO	DESCRIPCIÓN	VINCULACIÓN
<b>CG-28</b>	Para el aprovechamiento o uso de especies vegetales o animales silvestres o nativas, partes de ellas o subproductos de los mismos, así como de los recursos forestales, se requiere que éstos productos provengan de UMA's o Productores Forestales autorizados y den cumplimiento a lo establecido en la normatividad aplicable.	<i>No se hará el aprovechamiento o uso de especies vegetales o animales silvestres o nativas.</i>
<b>CG-29</b>	Con la finalidad de garantizar la estabilidad de las edificaciones, así como evitar el desplome o alumbramiento innecesario del acuífero o la afectación de estructuras y sistemas cársticos, los promoventes deberán realizar de manera previa al inicio de obras un estudio de mecánica de suelos avalado por un laboratorio acreditado ante la Entidad Mexicana de Acreditación.	<i>Por la naturaleza del proyecto, no es aplicable el presente criterio.</i>
<b>CG-30</b>	Los promoventes deberán implementar un programa de información y capacitación ambiental para los trabajadores que viven en los campamentos de construcción, que los ilustre sobre las especies de flora y fauna que cuentan con protección especial, para evitar su depredación.	<i>Durante la implementación del proyecto se llevará a cabo la capacitación del personal que labore respecto a las condicionantes ambientales que deberán cumplirse.</i>
<b>CG-31</b>	En caso que se autorice la ejecución de obras o construcciones sobre cavernas, secas o inundadas, deberá realizarse programa de monitoreo de la misma, el cual deberá acompañar al manifiesto de impacto ambiental, para su aprobación y, en su caso, implementación.	<i>Por la naturaleza del proyecto, no es aplicable el presente criterio.</i>

CRITERIO	DESCRIPCIÓN	VINCULACIÓN
<b>CG-32</b>	En predios en los que existan manglares deberá cumplirse lo establecido en la Ley General de Vida Silvestre y las Normas Oficiales Mexicanas aplicables.	<i>Las obras del proyecto no afectarán vegetación de manglar.</i>
<b>CG-33</b>	Para la práctica de actividades autorizadas al interior de cavernas o cenotes, únicamente se permite el uso de luz amarilla o roja, la cual solamente se encenderá durante la estancia de los usuarios.	<i>Por la naturaleza del proyecto, no es aplicable el presente criterio.</i>
<b>CG-34</b>	Se prohíbe la disposición de aguas residuales, con o sin tratamiento, en cenotes, cuevas inundadas o cuevas secas.	<i>No se realizará la disposición de aguas residuales en cenotes, cuevas inundadas ni cuevas secas.</i>
<b>CG-35</b>	En los términos que establece la Ley para la Gestión Integral de Residuos del Estado de Quintana Roo, los promoventes deberán aplicar el Plan de Manejo de residuos correspondiente durante las distintas etapas de desarrollo y operación de las obras o actividades que se le autoricen.	<i>Los residuos que se generen en las etapas del proyecto serán recogidos de manera diaria y llevados a las instalaciones de acopio temporal en las instalaciones del Hotel Paradisus.</i>
<b>CG-36</b>	En el caso de fraccionamientos que se desarrollen fuera de los centros urbanos, el área de aprovechamiento máxima del predio o lote será la que establece la Ley de Fraccionamientos del Estado de Quintana Roo. La superficie remanente deberá mantenerse en condiciones naturales.	<i>Por la naturaleza del proyecto, no es aplicable el presente criterio.</i>

**Tabla 16. Criterios de regulación ecológica aplicables a las áreas urbanas (aplicables a todas las UGAs).**

CRITERIO	DESCRIPCIÓN	VINCULACIÓN
CU-01	<p>Las actividades, obras y proyectos que se pretendan desarrollar dentro del área municipal, deberán dar cabal cumplimiento a lo establecido en el marco normativo ambiental vigente, considerando de manera enunciativa pero no limitativa, Tratados Internacionales suscritos por México, Leyes Generales, Leyes Estatales, Normas Oficiales Mexicanas, Reglamentos Federales, Estatales y Municipales, Declaratorias y Decretos, Planes y Programas de Manejo aplicables en materia ambiental, urbana, manejo de residuos, protección de flora y fauna y emisión de contaminantes, uso y goce de la Zona Federal Marítimo Terrestre; por lo que no se describen como criterios las obligaciones, límites máximos permisibles o cualquier otro parámetro establecido por estos instrumentos de carácter obligatorio.</p>	<p><i>En el presente capítulo se realiza la vinculación del proyecto con el marco normativo ambiental vigente y aplicable al sitio donde se desarrollará.</i></p>
CU-02	<p>Antes del inicio de cualquier obra o actividad se deberá ejecutar el rescate selectivo de vegetación en el área de aprovechamiento proyectada. La selección de las especies, el número de individuos por especie a rescatar y la densidad mínima de rescate, los métodos y técnicas aplicables, así como el monitoreo del programa se determinarán y propondrán en un estudio técnico o programa que deberá acompañar al estudio de impacto ambiental aplicable al proyecto. Las actividades de rescate de vegetación deberán obtener de manera previa a su inicio la autorización correspondiente.</p>	<p><i>Como ya se mencionó previamente, en los sitios donde se llevará a cabo el proyecto no se encontró ningún tipo de vegetación, ya que se encuentra dentro de la zona de playa.</i></p>
CU-03	<p>Previo al inicio de cualquier obra o actividad de</p>	<p><i>Aun cuando la zona terrestre del</i></p>

CRITERIO	DESCRIPCIÓN	VINCULACIÓN
	<p>cada proyecto se deberán ejecutar medidas preventivas orientadas a la protección de los individuos de fauna silvestre presentes en el área de aprovechamiento proyectada. La selección de los métodos y técnicas a aplicar se determinará con base en un estudio técnico o programa que deberá acompañar al estudio de impacto ambiental aplicable al proyecto. Las medidas deberán obtener de manera previa a su inicio la autorización correspondiente.</p>	<p><i>proyecto solamente es utilizada como zona de paso por la fauna local (aves principalmente), previo al inicio de actividades del proyecto se realizará el ahuyentamiento y/o rescate de individuos que puedan ser afectados por las obras.</i></p>
<b>CU-04</b>	<p>Los proyectos de cualquier índole deberán incorporar a sus áreas verdes vegetación nativa propia del ecosistema en el cual se realice el proyecto. Únicamente se permite el empleo de flora exótica que no esté incluida en el listado de flora exótica invasiva de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). La selección de especies a incluir en las áreas verdes, así como el diseño de jardines deberá sustentarse en un programa de arborización y ajardinado que deberá acompañar al estudio de impacto ambiental aplicable al proyecto. Se deberá emplear una proporción de 4 a 1 entre plantas de especies nativas y especies ornamentales, excluyendo los pastos.</p>	<p><i>Por la naturaleza del proyecto, no es aplicable el presente criterio.</i></p>
<b>CU-05</b>	<p>Para el desplante de cualquier obra o instalación se deberán utilizar preferentemente las áreas perturbadas por usos previos o con vegetación secundaria o acahual.</p>	<p><i>En la zona donde se llevará a cabo el proyecto no se encontró ningún tipo de vegetación.</i></p>
<b>CU-06</b>	<p>En el desarrollo de los proyectos se debe realizar el aprovechamiento integral de los recursos naturales existentes en el predio, por lo que será obligatorio realizar la recuperación</p>	<p><i>Por la naturaleza del proyecto, no es aplicable el presente criterio.</i></p>

CRITERIO	DESCRIPCIÓN	VINCULACIÓN
	de tierra vegetal en las superficies que se desmonten, así como el triturado y composteo de la madera resultante del desmonte que se autorice. Los materiales obtenidos no podrán ser comercializados –salvo autorización expresa de la autoridad correspondiente-, sino aprovechados en el mejoramiento de áreas verdes, de equipamiento o de donación.	
<b>CU-07</b>	En cualquier obra deberá estar separada la canalización del drenaje pluvial del drenaje sanitario.	<i>Por la naturaleza del proyecto, no es aplicable el presente criterio.</i>
<b>CU-08</b>	La canalización del drenaje pluvial hacia el mar o cuerpos de agua superficiales o pozos de absorción, podrá realizarse previa filtración de sus aguas con sistemas de decantación, trampas de grasas y sólidos u otros que garanticen la retención de sedimentos o contaminantes y deberá ser aprobada por la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), de conformidad con la normatividad aplicable.	<i>Por la naturaleza del proyecto, no es aplicable el presente criterio.</i>
<b>CU-09</b>	Los materiales calizos y los recursos naturales que se utilicen durante la construcción de un proyecto deberán provenir de fuentes o bancos de material autorizados.	<i>La arena que se utilizará para el llenado del geotubo y el relleno de playa provendrá del banco de arena propuesto dentro de las obras del proyecto, por lo cual se solicita su autorización.</i>
<b>CU-10</b>	En el manejo de áreas verdes, campos, canchas, pistas, viveros, plantaciones, sembradíos, y para el control de pestes y plagas, sólo se permite el uso de sustancias autorizadas por la Comisión Intersecretarial para el Control del Proceso y Uso de Plaguicidas, Fertilizantes y Sustancias Tóxicas (CICOPLAFEST).	<i>Por la naturaleza del proyecto, no es aplicable el presente criterio.</i>
<b>CU-11</b>	Los residuos derivados de las obras no se	<i>Se cumplirá con lo establecido, la</i>

CRITERIO	DESCRIPCIÓN	VINCULACIÓN
	dispondrán sobre la vegetación remanente dentro del predio, ni sobre la vegetación circundante, debiéndose trasladar al sitio de disposición final de residuos de manejo especial que establezca el municipio o el estado.	<i>zona de trabajo será diariamente revisada para recoger los residuos y se trasladará a las instalaciones correspondientes dentro del Hotel Paradisus.</i>
<b>CU-12</b>	Los campamentos para trabajadores de la construcción deberán ser dignos para la vida humana, contar con servicios sanitarios, agua potable, un reglamento para el manejo de residuos sólidos, así como una estrategia de protección civil para atender las alertas por fenómenos hidrometeorológicos. La proporción de servicios sanitarios será de al menos 1 por cada 25 trabajadores.	<i>No se contempla la instalación de campamentos, ni contratación de servicios sanitarios, etc; esto debido a que los servicios para los trabajadores serán suministrados por las instalaciones del Hotel Paradisus.</i>
<b>CU-13</b>	En ningún caso se permite el uso del fuego para el desmonte de predios urbanos o suburbanos, ni para la disposición de residuos sólidos en áreas abiertas.	<i>Se vigilará el estricto cumplimiento de la presente medida. No se contempla el uso del fuego; así mismo se informará esta medida a los trabajadores para indicarles la prohibición del uso del fuego para cualquier actividad.</i>
<b>CU-14</b>	Todos los proyectos que en cualquiera de sus etapas de desarrollo generen residuos peligrosos deberán contar con un almacén de residuos peligrosos y disponerlos a través de una empresa autorizada en el manejo de los mismos, conforme a la legislación y normatividad ambiental aplicable en la materia.	<i>Se vigilará el estricto cumplimiento de la presente medida.  Durante todas las etapas del proyecto se contará con la aplicación y ejecución de las medidas de prevención, mitigación y compensación propuestas que incluye el manejo adecuado de los residuos.</i>
<b>CU-15</b>	En los términos que establece la Ley para la Gestión Integral de Residuos del Estado de Quintana Roo, los promoventes deberán aplicar el Plan de Manejo de residuos	<i>Los residuos que se generen en las etapas del proyecto serán recogidos de manera diaria y llevados a las instalaciones de acopio temporal en</i>

CRITERIO	DESCRIPCIÓN	VINCULACIÓN
	correspondiente durante las distintas etapas de desarrollo y operación de las obras o actividades que se le autoricen.	<i>las instalaciones del Hotel Paradisus.</i>
<b>CU-16</b>	Para los fines de aplicación de este instrumento, en particular para la definición de competencias para la evaluación en materia de impacto ambiental, la zona costera o ecosistema costero del Municipio Solidaridad al interior de los centros de población con programa de desarrollo urbano decretado incluye únicamente a los predios colindantes con la zona federal marítimo terrestre.	<i>La presente obra se llevará a cabo en la ZOFEMAT, por lo tanto es de competencia federal.</i>
<b>CU-17</b>	Para el aprovechamiento de predios, cuerpos de agua o cavernas en los que se detecten vestigios arqueológicos, deberá obtenerse de manera previa al inicio de obras la autorización del Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH). Si el hallazgo arqueológico se realiza durante el desarrollo del proyecto se deberá informar de manera inmediata al INAH.	<i>En el sitio no se detectaron vestigios arqueológicos.</i>
<b>CU-18</b>	Las reservas territoriales destinadas a aprovechamiento urbano y las áreas de preservación ecológica establecidas en el programa de desarrollo urbano deberán mantener su cobertura vegetal original mientras no se incorporen al desarrollo y se autorice su aprovechamiento por las autoridades competentes.	<i>Por la naturaleza del proyecto, no es aplicable el presente criterio.</i>
<b>CU-19</b>	El desarrollo de proyectos en las áreas de reserva urbana se realizará de acuerdo con la programación prevista en el plan o programa director de desarrollo urbano que le corresponda.	<i>Por la naturaleza del proyecto, no es aplicable el presente criterio.</i>
<b>CU-20</b>	Alrededor de los cenotes y accesos a cuevas se deberá mantener una franja perimetral de	<i>Por la naturaleza y ubicación del proyecto, no es aplicable el presente</i>

CRITERIO	DESCRIPCIÓN	VINCULACIÓN
	protección constituida por vegetación natural, con una anchura equivalente a la anchura máxima del espejo de agua. En esta franja sólo se permitirá el aclareo de hasta el 10 %de su cobertura y la remoción de árboles jóvenes de hasta 10 cm de diámetro, siempre y cuando la autoridad competente por excepción otorgue el cambio de uso de suelo en esta superficie.	<i>critério.</i>
<b>CU-21</b>	En el aprovechamiento de los cuerpos de agua continentales (cenotes, cuevas inundadas o lagunas) y otras formaciones cársticas (cuevas secas, rejolladas o chuntunes) sólo se permite el establecimiento de estructuras ligeras y de tipo temporal fuera del cuerpo de agua o estructura cárstica y de la franja de protección.	<i>Por la naturaleza y ubicación del proyecto, no es aplicable el presente criterio.</i>
<b>CU-22</b>	Las aguas residuales deberán canalizarse hacia las plantas de tratamiento de aguas residuales operadas por la Comisión de Agua Potable y Alcantarillado o el organismo operador autorizado por esta instancia. En el caso de que no existan plantas de tratamiento que puedan atender la demanda del proyecto, el promovente deberá instalar una planta que cumpla con las condiciones establecidas en la normatividad vigente en materia de aguas residuales tratadas.	<i>Únicamente se considera la generación de aguas residuales por el servicio sanitario de los empleados que trabajen durante la colocación de las AMAs y el relleno de la playa; no obstante se utilizarán los servicios sanitarios del hotel Paradisus, por lo que no se contempla la construcción de sistemas de tratamiento adicionales.</i>
<b>CU-23</b>	El manejo y disposición final de los lodos y otros residuos generados en el tratamiento de las aguas residuales es responsabilidad del propietario del sistema de tratamiento que los genere, quien deberá presentar un reporte semestral ante la autoridad correspondiente, turnando una copia a la SEDUMA para la inclusión de los resultados en la Bitácora Ambiental, que indique el volumen de agua	

CRITERIO	DESCRIPCIÓN	VINCULACIÓN
	tratado, tipo y características de los lodos y otros residuos generados, tratamiento aplicado a los lodos, resultados del análisis CRETIB y sitio o forma de disposición final.	
<b>CU-24</b>	En las áreas de aprovechamiento proyectadas se deberá mantener en pie la vegetación arbórea y palmas de la vegetación original que por diseño del proyecto coincidan con las áreas destinadas a camellones, parques, jardines, áreas verdes, áreas de donación o áreas de equipamiento, de tal forma que estos individuos se integren al proyecto.	<i>Por la naturaleza y ubicación del proyecto, no es aplicable el presente criterio.</i>
<b>CU-25</b>	<p>La superficie de aprovechamiento de un predio, así como sus coeficientes de uso (CUS) y ocupación del suelo (COS), estarán en función de lo que determine el programa o plan de desarrollo urbano vigente que le aplique.</p> <p>Sólo se permite el desmonte de la superficie que resulte de multiplicar el Coeficiente de Modificación del Suelo por la superficie total del predio, para lo cual deberá obtener de manera previa la autorización por excepción del cambio de uso del suelo en terrenos forestales y las autorizaciones estatales y municipales respectivas. Será obligatorio mantener la superficie remanente con la vegetación original. En el caso que la superficie remanente se encuentre afectada o que carezca de vegetación, el promovente deberá procurar su restauración o reforestación.</p>	<i>El proyecto se refiere a obras para la recuperación de playa y la protección de la misma. De tal manera que no aplica lo manifestado en el presente criterio.</i>
<b>CU-26</b>	Para el aprovechamiento o uso de especies vegetales o animales silvestres o nativas, partes de ellas o subproductos de los mismos, así como de los recursos forestales, se	<i>No se hará el aprovechamiento o uso de especies vegetales o animales silvestres o nativas.</i>

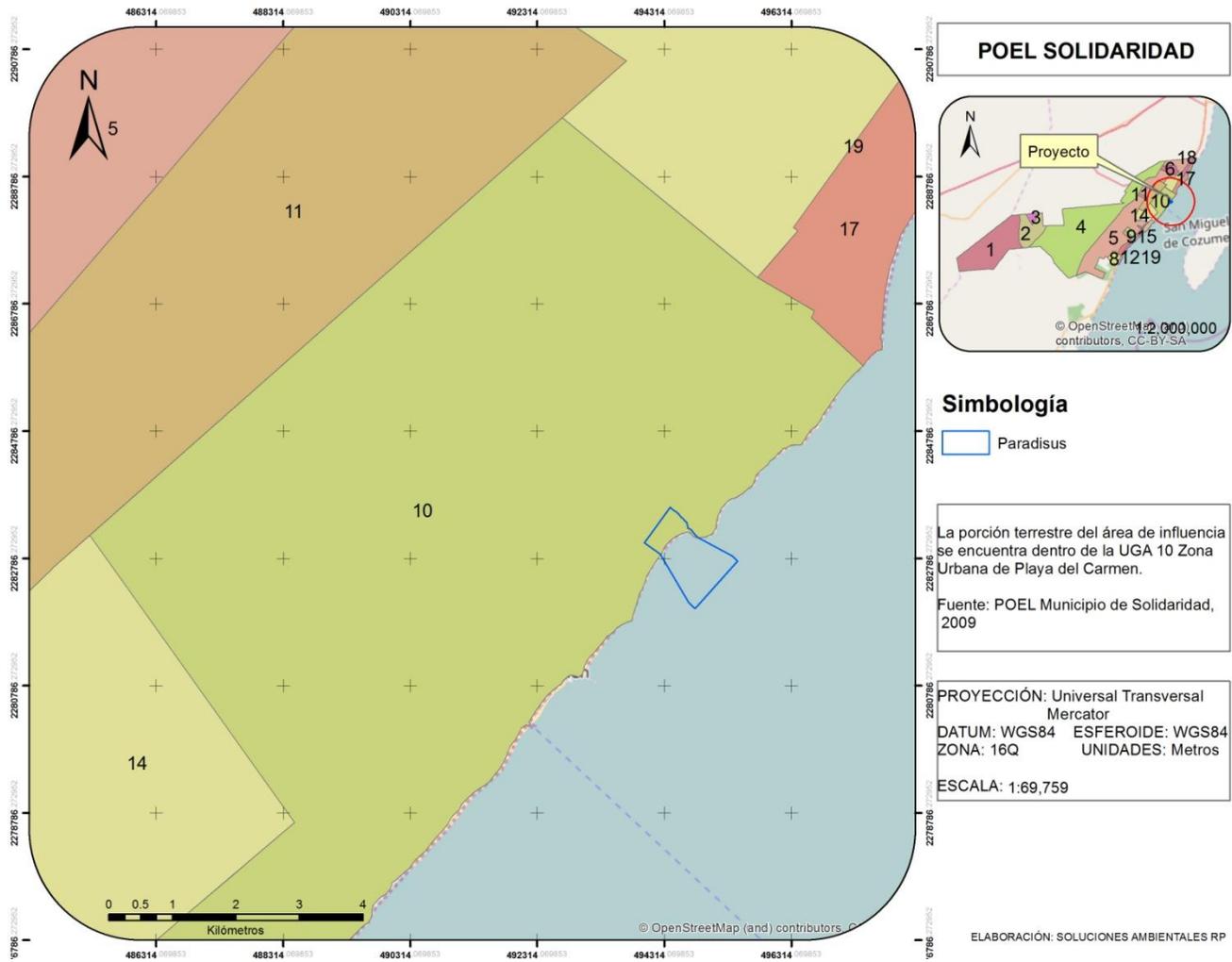
CRITERIO	DESCRIPCIÓN	VINCULACIÓN
	requiere que éstos productos provengan de UMA's o Productores Forestales autorizados y den cumplimiento a lo establecido en la normatividad aplicable.	
<b>CU-27</b>	Se deberán mantener en pié e integrar al diseño del proyecto los árboles con diámetro normal (1.30 cm del suelo) igual o mayor a 40 cm. Para evitar daño a las raíces deberá establecerse un radio de protección de 5 m alrededor del tronco del árbol.	<i>En el sitio del proyecto no se encuentra ningún tipo de vegetación.</i>
<b>CU-28</b>	Se permite la instalación temporal de plantas de premezclado, dosificadoras o similares dentro del área de desmonte permitida en el interior de predios para abastecer al proyecto, únicamente durante su construcción. Debiendo ser retiradas una vez que se concluya la construcción del mismo. El área ocupada por la planta deberá integrarse al proyecto.	<i>Por la naturaleza del proyecto, no es aplicable el presente criterio.</i>
<b>CU-29</b>	Las plantas de premezclado, dosificadoras o similares deberán contar con un programa de cumplimiento ambiental autorizado por la SEDUMA para la regulación de emisiones a la atmósfera, ruido y generación de residuos peligrosos, que dé cumplimiento a la normatividad vigente. Este programa se deberá presentar junto con la manifestación de impacto ambiental de la planta.	<i>Por la naturaleza del proyecto, no es aplicable el presente criterio.</i>
<b>CU-30</b>	Se deberá instalar una malla perimetral para reducir la emisión de polvos hacia el exterior de las áreas de trabajo y reducir el impacto visual.	<i>Debido a que la arena se manejará húmeda, no se contempla la generación de polvos (o bien, se generarán de manera mínima). Además, debido a que el proyecto se encuentra en la ZOFEMAT, no será posible la delimitación con mallas</i>

CRITERIO	DESCRIPCIÓN	VINCULACIÓN
		<i>perimetrales que impidan el paso.</i>
<b>CU-31</b>	Durante el transporte de materiales pétreos éstos deberán humedecerse y cubrirse con una lona antidispersante, la que se debe sujetarse adecuadamente y encontrarse en buen estado, con objeto de minimizar la dispersión de partículas de polvo.	<i>Debido a que la arena se manejará húmeda, no se contempla la generación de polvos (o bien, se generarán de manera mínima).</i>
<b>CU-32</b>	En predios urbanos en los que existan manglares, deberá cumplirse lo establecido en la Ley General de Vida Silvestre y las Normas Oficiales Mexicanas aplicables.	<i>No se afectará vegetación de manglar durante la implementación del proyecto.</i>
<b>CU-33</b>	<p>En el desarrollo u operación de cualquier tipo de proyecto se debe evitar el derrame al suelo o cuerpos de agua de combustibles, lubricantes, grasas, aceites, pinturas u otras sustancias potencialmente contaminantes. De igual manera, se deberá evitar la disposición inadecuada de materiales impregnados con estas sustancias o de sus recipientes.</p> <p>En este sentido el promovente deberá manifestar el tipo de sustancias potencialmente contaminantes que se empleará en las distintas etapas del proyecto, así como las medidas de prevención, mitigación y, en su caso corrección, que aplicará.</p> <p>Para el almacenamiento de este tipo de sustancias se deberá contar con un almacén que cumpla con las especificaciones establecidas en la normatividad aplicable y se deberá llevar el registro de su manejo en la bitácora del almacén.</p>	<p><i>Se vigilará el estricto cumplimiento de la presente medida.</i></p> <p><i>Durante todas las etapas del proyecto se contará con la aplicación y ejecución de las medidas de prevención, mitigación y compensación propuestas que incluye el manejo adecuado de los residuos.</i></p>

**Tabla 17. Criterios de regulación ecológica de carácter específico, aplicables a las UGA 10.**

CRITERIO	DESCRIPCIÓN	VINCULACIÓN
CE-39	Si un predio está dividido en dos o más UGA, la superficie máxima de aprovechamiento de cada porción será la que se establezca para cada uso y unidad. La superficie máxima de aprovechamiento no es acumulativa entre usos o unidades de gestión.	<i>El proyecto se encuentra en una sola UGA, por lo cual se ajusta a los lineamientos aplicables.</i>
CE-79	Los proyectos que pretendan realizarse en predios que colinden con playas aptas para la anidación de tortugas marinas deberán incorporar medidas preventivas que minimicen el impacto negativo a estos animales tanto durante la temporada de arribo y anidación de las hembras como durante el período de desarrollo de los huevos y eclosión de las crías.  Dichas medidas deberán manifestarse en el estudio de impacto ambiental aplicable al proyecto, para su valoración y en su caso, validación y autorización por la Dirección de Vida Silvestre de la SEMARNAT.	El proyecto no se llevará a cabo en una playa apta para la anidación de tortugas debido a su estrechez. No obstante, se implementarán medidas preventivas y de mitigación de impactos tales como: Que se laborará en horario diurno, evitando la iluminación del sitio y con ello la afectación a tortugas marinas que puedan anidar en la zona de playa.  Además, en caso de observar la anidación de tortugas, se dará aviso a la delegación de PROFEPA y SEMARNAT para que tomen conocimiento y las medidas de protección pertinentes.
CE-95	En los predios en los que exista vegetación exótica o invasora deberá llevarse a cabo un programa de erradicación de dichas especies.	<i>Por la naturaleza del proyecto, no es aplicable el presente criterio.</i>
CE-98	Las reservas urbanas destinadas a aprovechamiento urbano deberán mantener su cobertura vegetal original en tanto no sean urbanizadas.	<i>Por la naturaleza del proyecto, no es aplicable el presente criterio.</i>
CE-103	En el caso de que el ecosistema de duna costera se encuentre afectado o carezca de vegetación, ésta se deberá restaurar o reforestar con la finalidad de promover la protección de las playas, de la zona de anidación de las tortugas marinas y para el	<i>El proyecto no se llevará a cabo en la duna costera, sino más bien, en la zona de playa.</i>

CRITERIO	DESCRIPCIÓN	VINCULACIÓN
	<p>mantenimiento de la vegetación costera.</p> <p>Para el cumplimiento de este criterio deberá presentarse de manera conjunta con el estudio ambiental correspondiente, el programa de restauración de vegetación costera. La restauración se realizará en el primer año a partir de la fecha de inicio de obras del proyecto autorizado. Las actividades de restauración deberán obtener de manera previa a su inicio la autorización correspondiente.</p>	
CE-104	<p>La estructura de la duna costera o bermas rocosas, así como la vegetación que las ocupa se debe mantener en estado natural en por lo menos el 75 % de su superficie dentro del predio.</p>	<p><i>El proyecto no se llevará a cabo en la duna costera, sino más bien, en la zona de playa.</i></p>
CE-105	<p>Se permiten los andadores de acceso a la playa de conformidad con lo establecido en la normatividad vigente, los cuales siempre tendrán un trazo que atraviese la franja de vegetación costera en forma diagonal con la finalidad de evitar la erosión de la duna o playa. Los andadores o accesos a la playa tendrán una anchura máxima de tres metros y se podrá establecer uno por cada 100 metros de frente de playa de cada predio.</p>	<p><i>El proyecto no contempla la abertura de andadores de acceso a la playa.</i></p>
CE-106	<p>Los andadores de acceso a la playa se establecerán sobre el terreno natural, sin rellenos, ni pavimentos, sólo se permitirá la delimitación del mismo con rocas u otros ornamentos no contaminantes. Se permite el establecimiento de andadores elevados que respeten el relieve natural de la duna.</p>	<p><i>El proyecto no contempla la abertura de andadores de acceso a la playa.</i></p>



**Figura 11. Ubicación del proyecto dentro del Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Solidaridad, Quintana Roo.**

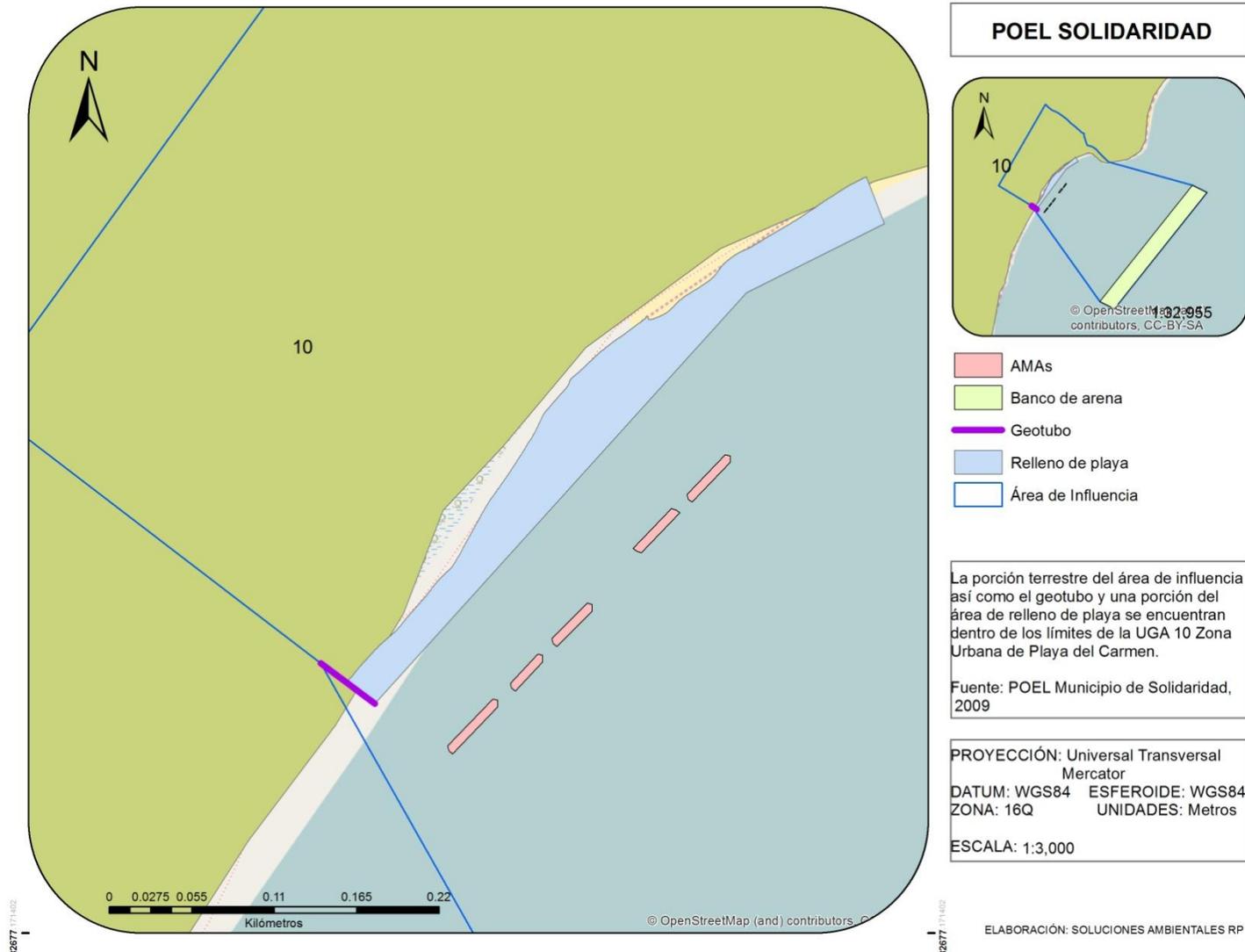


Figura 12. Ubicación de las estructuras del proyecto dentro del Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Solidaridad, Quintana Roo.

### III.1.3. Áreas Naturales Protegidas

Las Áreas Naturales Protegidas (ANP) son las zonas del territorio que han quedado sujetas al régimen de protección para preservar ambientes naturales, salvaguardar la diversidad genética de las especies silvestres, lograr el aprovechamiento sustentable de los bienes y servicios ambientales brindados por los ecosistemas y mejorar la calidad de vida en los centros de población y sus alrededores.

De la totalidad de las estructuras del proyecto, únicamente el área del banco de material se encuentra dentro de los límites de la ANP Reserva de la Biósfera Caribe Mexicano (Figura 9).

Esta ANP fue decretada como tal en el Diario Oficial de la Federación el día 7 de diciembre del año 2016<sup>1</sup>. Se encuentra localizada en los municipios de Isla Mujeres, Benito Juárez, Tulum y frente a las costas de Puerto Morelos, Solidaridad, Cozumel, Bacalar y Othón P. Blanco, en el Estado de Quintana Roo, con una superficie total de 5,754,055-36-31.60 hectáreas (cinco millones setecientos cincuenta y cuatro mil cero cincuenta y cinco hectáreas, treinta y seis áreas, treinta y una punto sesenta centiáreas), de las cuales 5,725,465-86-57.50 hectáreas (cinco millones setecientos veinticinco mil cuatrocientas sesenta y cinco hectáreas, ochenta y seis áreas, cincuenta y siete punto cincuenta centiáreas) corresponden a la porción marina y 28,589-49-74.10 hectáreas (veintiocho mil quinientas ochenta y nueve hectáreas, cuarenta y nueve áreas, setenta y cuatro punto diez centiáreas) corresponden a la porción terrestre.

El área natural protegida presenta seis zonas núcleo con una superficie total de 1,932,648-48-79.18 hectáreas (un millón novecientos treinta y dos mil seiscientos cuarenta y ocho hectáreas, cuarenta y ocho áreas, setenta y nueve punto dieciocho centiáreas), mientras que la zona de amortiguamiento queda comprendida por 3,821,406-87-52.42 hectáreas (tres millones ochocientos veintiún mil cuatrocientas seis hectáreas, ochenta y siete áreas, cincuenta y dos punto cuarenta y dos centiáreas).

---

<sup>1</sup> Diario Oficial de la Federación. Miércoles 7 de diciembre del 2016. Decreto por el que se declara Área Natural Protegida, con el carácter de reserva de la biósfera, la región conocida como Caribe Mexicano.

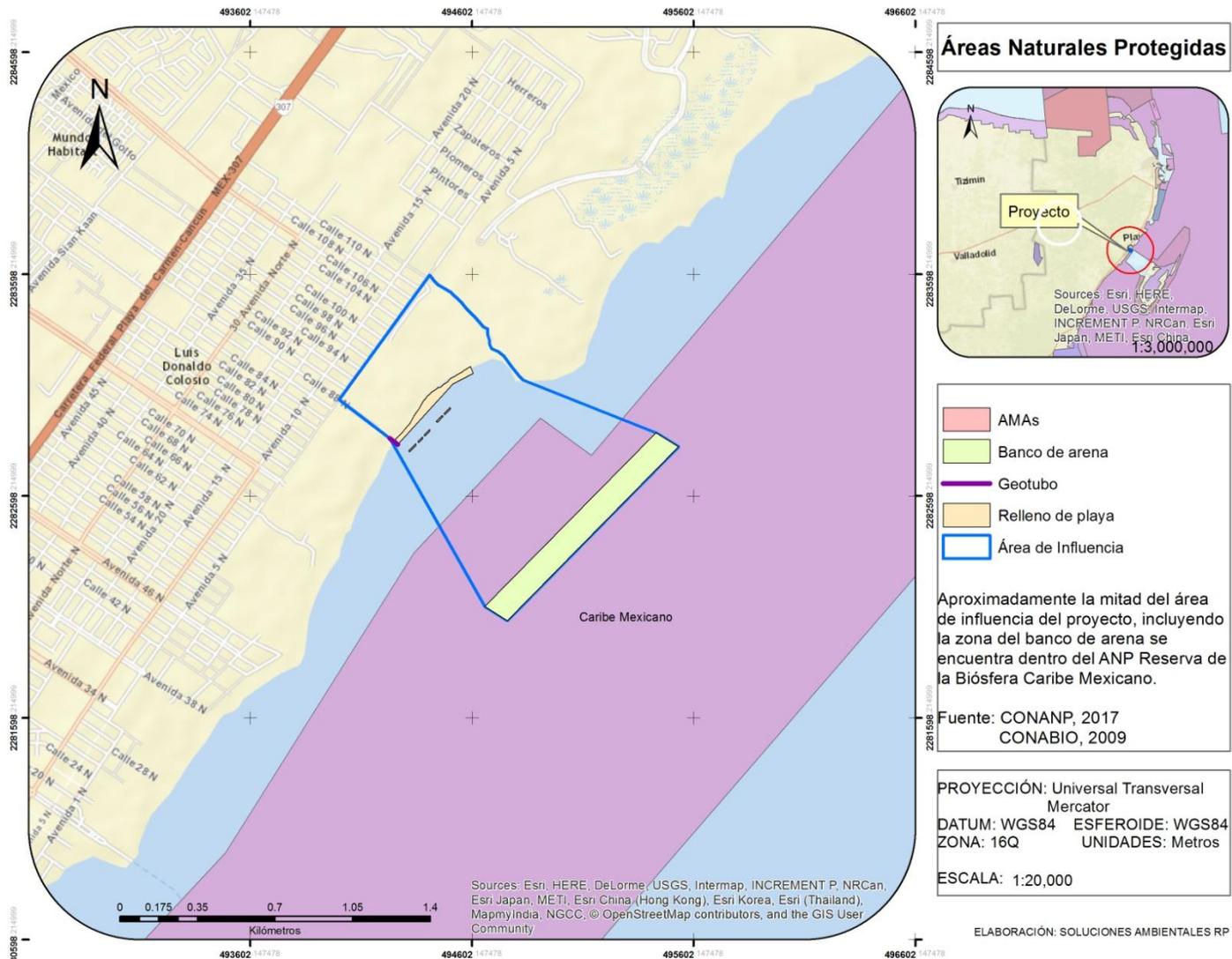


Figura 13. Localización del proyecto en el contexto de las ANPs de competencia Federal y Estatal en el Estado de Quintana Roo

Se señalan las especificaciones en profundidad para las zonas núcleo:

ID	Zonas núcleo desde los 0 msnm hasta el piso oceánico	Superficie (hectáreas)
1	Humedales de Boca Iglesias	3,407.79
2	Laguna Chacmochuch	6,354.68
3	Zona Marina Xcacel-Xcacelito	326.58
	Subtotal	10,089.05

ID	Zonas núcleo desde los 100 m de profundidad hasta el piso oceánico	Superficie (hectáreas)
4	Banco Chinchorro Profundo	484,416.33
5	Colinas Submarinas de Colmer	1,005,010.33
6	Cordillera Submarina Caimán	433,132.78
	Subtotal	1,922,559.44

De acuerdo a la zonificación establecida, el proyecto se encuentra dentro de una Zona de Amortiguamiento.

Vale la pena mencionar que hasta el momento no se ha publicado el Plan de manejo de esta ANP, por lo cual se vinculará el proyecto con los Artículos aplicables del Decreto de creación.

**ARTÍCULO SÉPTIMO.** Dentro de la zona de amortiguamiento de la reserva de la biosfera Caribe Mexicano, podrán realizarse las siguientes actividades:

*I. Investigación y colecta científicas;*

*II. Monitoreo ambiental;*

*III. Educación ambiental;*

*IV. Turísticas;*

*V. Turismo náutico;*

*VI. Aprovechamiento no extractivo de la vida silvestre;*

*VII. Aprovechamiento extractivo de vida silvestre;*

*VIII. Pesca y acuicultura;*

*IX. Restauración de ecosistemas, reintroducción y repoblación de especies;*

*X. Erradicación o control de especies de vida silvestre que se tornen perjudiciales;*

*XI. Construcción de instalaciones de apoyo a la investigación, monitoreo y educación ambientales; así como para el turismo, el turismo náutico y para la administración y vigilancia del área natural protegida;*

*XII. Instalación de señalización marítima;*

*XIII. Mantenimiento de la infraestructura fija existente;*

*XIV. Mantenimiento y desarrollo de infraestructura portuaria;*

- XV. Construcción de infraestructura exclusivamente cuando conforme a las atribuciones de la Secretaría de Marina, se requiera para la defensa exterior y coadyuvancia en la seguridad interior del país o para atender una situación de emergencia;*
- XVI. Mantenimiento y dragado de los canales de navegación;*
- XVII. Extracción de arena, siempre y cuando cuente con la autorización en materia de impacto ambiental;*
- XVIII. Navegación de embarcaciones;*
- XIX. Regatas o competencias deportivas náuticas;*
- XX. Instalación de arrecifes artificiales promotores de nuevos hábitats para la flora y fauna marina, así como para los proyectos de recuperación de playas, y*
- XXI. Las demás previstas en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, de acuerdo con la subzona en donde se pretendan realizar, así como las consideradas como permitidas en las reglas de carácter administrativo contenidas en el programa de manejo correspondiente.*

*Para las actividades a que se refiere el presente artículo y que requieran de autorización, la unidad administrativa correspondiente deberá contar con la opinión previa de la Comisión y, en todo caso, las autoridades competentes deberán observar los plazos de respuesta previstos en la normatividad aplicable.*

**Vinculación:** *El proyecto se encuentra entre las actividades que se pueden llevar a cabo en las zonas de amortiguamiento de la ANP, ya que únicamente el área del banco de arena se encuentra dentro de esta ANP, por lo que esta actividad se clasifica como "Extracción de arena, siempre y cuando cuente con la autorización en materia de impacto ambiental".*

**ARTÍCULO OCTAVO.** *El uso y aprovechamiento de los recursos naturales dentro de la zona de amortiguamiento de la reserva de la biosfera Caribe Mexicano, se realizará de conformidad con la subzonificación correspondiente y se sujetará a las siguientes modalidades:*

- I. Las actividades de observación, investigación científica, colecta científica, monitoreo ambiental y educación ambiental, se llevarán a cabo de tal forma que no alteren los ecosistemas, los hábitats o la viabilidad de las especies de vida silvestre;*
- II. El desarrollo de actividades de turismo terrestre o turismo náutico pueden llevarse a cabo respetando la capacidad de carga o límite de cambio aceptable de los ecosistemas, evitando en todo momento la fragmentación o la alteración de los elementos naturales que lo conforman;*

*III. Los aprovechamientos no extractivos distintos a los enunciados en las fracciones I y II del presente artículo, se realizarán manteniendo los procesos ecológicos esenciales y ayudando a conservar los recursos naturales y la diversidad biológica;*

*(...)*

*XI. Respetar la señalización marítima, rutas de navegación y áreas de fondeo ya establecidas por las autoridades competentes y por el programa de manejo;*

*XII. El mantenimiento y construcción de infraestructura se realizarán únicamente en las subzonas en las que el programa de manejo lo permita y se ejecutarán conforme a las reglas específicas que dicho programa prevea;*

*(...)*

***Vinculación:*** *El proyecto contempla el establecimiento de medidas de prevención, mitigación y/o compensación de los posibles impactos que se pudieran generar durante su implementación. Vale la pena mencionar que los arrecifes artificiales proveerán de sitios de refugio para especies marinas nativas, dando lugar a un ecosistema arrecifal que se irá conformando paulatinamente. No se realizará aprovechamiento extractivo de flora y/o fauna en el sitio y se contará con señalización adecuada y un reglamento para los turistas y los prestadores de servicios.*

**ARTÍCULO NOVENO.** *Dentro de la zona de amortiguamiento de la reserva de la biosfera Caribe Mexicano, queda prohibido:*

*I. Arrojar, verter, almacenar, descargar o depositar desechos derivados de actividades altamente riesgosas en virtud de las características corrosivas, reactivas, radioactivas, explosivas, tóxicas, inflamables o biológico-infecciosas, que pueden afectar el equilibrio ecológico o el ambiente; así como desechar otras sustancias contaminantes como insecticidas, fungicidas y pesticidas, o los envases que las contienen;*

*II. Construir confinamientos o terminales de almacenamiento de materiales y sustancias peligrosas;*

*III. Construir sitios de disposición final o rellenos sanitarios de residuos sólidos, salvo el mantenimiento y mejoramiento de los existentes;*

*IV. Emplear equipos y artes de pesca fijas permanentes o de arrastre sobre el fondo marino, salvo para la pesquería de camarón en la zona Noroeste de Isla Contoy, y para la instalación del arte de pesca conocida como "casita cubana" para la pesca de langosta en la Laguna Chacmochuch;*

*V. Utilizar sistemas, métodos y técnicas de captura prohibidos en la pesca en aguas de jurisdicción federal de los Estados Unidos Mexicanos, de conformidad con la Norma Oficial Mexicana NOM-064-SAG/PESC/SEMARNAT-2013 o la Norma Oficial*

*Mexicana que la sustituya;*

**VI.** *Introducir especies exóticas invasoras;*

**VII.** *Alimentar, tocar o perseguir a los ejemplares de la vida silvestre, salvo que se cuente con la autorización correspondiente;*

**VIII.** *Colocar iluminación dirigida hacia el mar y las playas, que altere el ciclo reproductivo de las tortugas marinas, así como su ingreso o tránsito; a excepción del señalamiento marítimo que determine la autoridad competente;*

**IX.** *Remover el fondo marino o generar la suspensión de sedimentos, aguas fangosas o limosas sobre los ecosistemas costeros, salvo para recuperación de playas y arrecifes artificiales que cuenten con la autorización correspondiente;*

**X.** *Usar explosivos, salvo para las actividades que en el ejercicio de sus atribuciones requiera la Secretaría de Marina;*

**XI.** *Realizar exploración y explotación tanto minera como de hidrocarburos y extracción de material pétreo;*

**XII.** *Carga, descarga, recarga y almacenamiento de hidrocarburos en zonas arrecifales;*

**XIII.** *Verter aguas de lastre y achicar sentinas, salvo en situaciones de emergencia cuando se trate de embarcaciones mayores, y*

**XIV.** *Las demás que ordenen las leyes generales del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente; de Vida Silvestre; de Pesca y Acuicultura Sustentables, y demás disposiciones jurídicas que resulten aplicables.*

**Vinculación:** *El proyecto no contempla la construcción de sitios de confinamiento de sustancias peligrosas ni tampoco de sitios de disposición de residuos sólidos. Además, no se realizará la pesca ni captura de fauna nativa, no la extracción de flora, así como se evitará la introducción de especies invasoras exóticas. Por otro lado, durante la colocación de los arrecifes se establecerán medidas para minimizar la suspensión de sedimentos, y no se utilizarán explosivos, ni se realizará la carga ni descarga de hidrocarburos.*

*Se prohibirá también el vertimiento de aguas de lastre y sentinas en el sitio del proyecto así como depositar residuos sólidos en el medio marino.*

#### **III.1.4. Regiones prioritarias para la conservación.**

**Como parte de las actividades que realiza la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) se encuentra la regionalización, la cual 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 proteger hábitats y áreas con funciones ecológicas vitales para la biodiversidad, las cuales no hubiesen sido consideradas con otro tipo de análisis.

En México ha habido diferentes experiencias al respecto, dentro de las que destaca la Regionalización Ecológica del Territorio de la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología de 1986, la cual ha constituido el marco territorial de referencia en el ordenamiento ecológico del país.

Cabe destacar que para los componentes bióticos y ecosistémicos en México, destacan varios estudios de regionalización en el ámbito terrestre, marítimo e hidrológico. Para citar algunos ejemplos en el ámbito terrestre se destaca la regionalización biogeográfica propuesta por la CONABIO en 1987, en la que se representan unidades básicas de clasificación, constituidas por áreas que albergan grupos de especies con un origen común y patrones similares de fisiografía, clima, suelo y fisonomía de la vegetación. Asimismo, las eco-regiones, también propuestas por esta institución, constituyen otro tipo de regionalizaciones definidas como áreas que constituyen conjuntos distintivos de comunidades naturales, las cuales comparten especies y condiciones ambientales.

Respecto al ámbito marino, existen diversos trabajos como la regionalización de sus ecosistemas, determinados por las características ambientales y principales recursos y usos costeros. De manera más particular, se han llevado a cabo trabajos sobre la delimitación de regiones de distribución de algas y de peces marinos.

En el caso de los recursos hidrológicos y su biodiversidad, se tienen como antecedentes importantes los estudios de clasificación de regiones hidrológicas de la Secretaría de Recursos Hidráulicos en 1976. Son también importantes la clasificación de recursos acuáticos lénticos y lóticos y diversas regionalizaciones limnológicas. Asimismo, destaca la regionalización hidrológica de la Comisión Nacional del Agua de 1997.

De la regionalización realizada por la CONABIO destacan área o zonas que son de importancia para la biodiversidad: Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves, Regiones Terrestres Prioritarias de México, Regiones Hidrológicas Prioritarias de

México y Regiones Marinas Prioritarias de México. En los apartados siguientes se ubicará el área del proyecto con respecto a las áreas antes mencionadas.

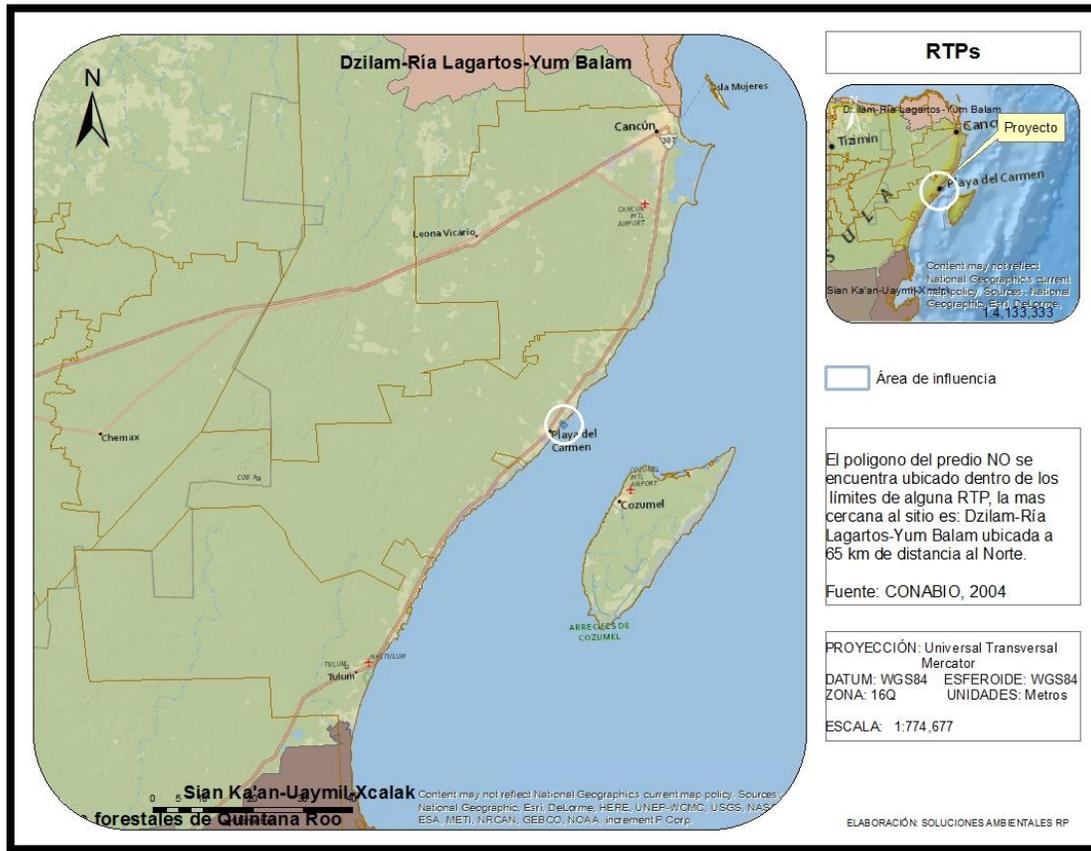
#### **III.1.4.1. Regiones Terrestres Prioritarias (RTP)**

La acelerada pérdida y modificación de los sistemas naturales que ha presentado México durante las últimas décadas requiere, con urgencia, que se fortalezcan los esfuerzos de conservación de regiones con alta biodiversidad.

En este contexto, el Programa Regiones Prioritarias para la Conservación de la Biodiversidad de la CONABIO se orienta a la detección de áreas, cuyas características físicas y bióticas favorezcan condiciones particularmente importantes desde el punto de vista de la biodiversidad.

El Proyecto Regiones Terrestres Prioritarias (RTP), en particular, tiene como objetivo general la determinación de unidades estables desde el punto de vista ambiental en la parte continental del territorio nacional, que destaquen 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.

**Análisis:** Al respecto, el proyecto no se encuentra ubicado dentro de los límites de ninguna RTP



**Figura 14. Ubicación del proyecto respecto a las RTP.**

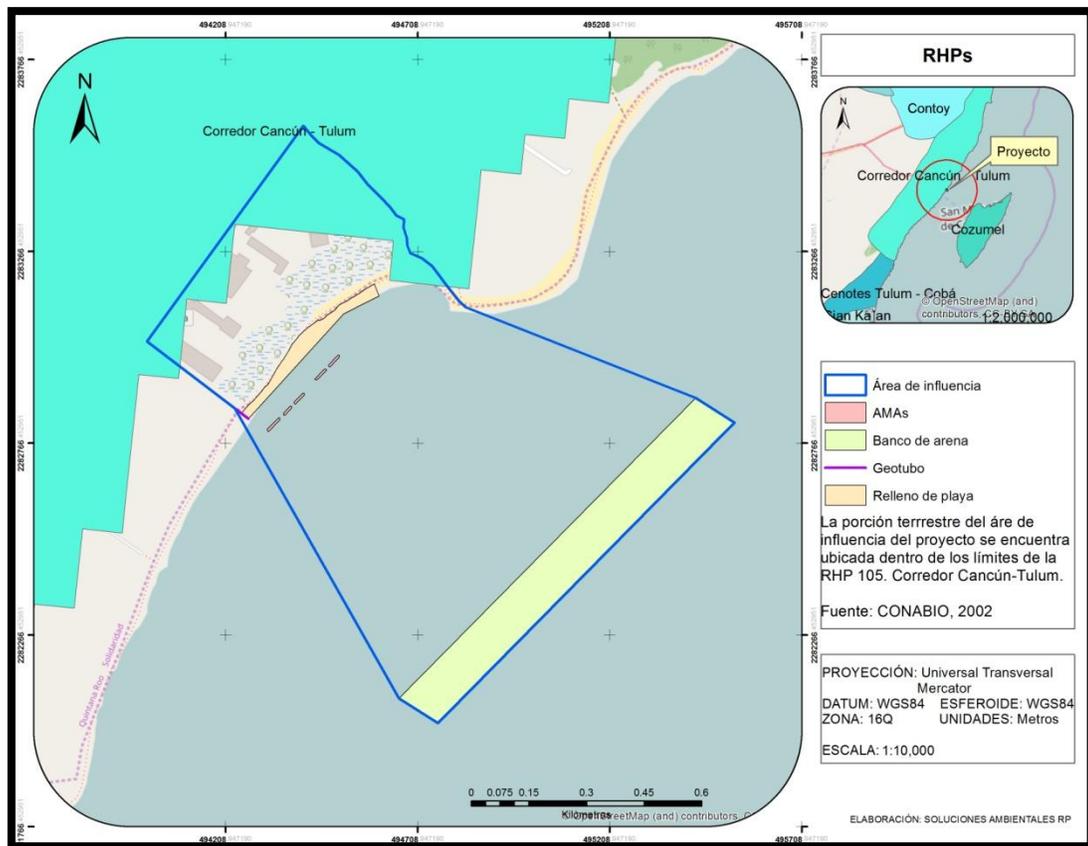
### III.1.4.2. Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP).

En México, la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad pues tiene como función coordinar, apoyar y promover acciones relacionadas con el conocimiento y uso de la diversidad biológica mediante actividades orientadas hacia su conservación y manejo sostenible. En mayo de 1998, la CONABIO inició 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 sostenido.

Como parte de dicho programa, se realizaron dos talleres interdisciplinarios con la participación de 45 especialistas del sector académico, gubernamental y de organizaciones no gubernamentales coordinados por la CONABIO. Este programa contó con el apoyo

económico del Fideicomiso Fondo para la Biodiversidad, The David and Lucile Packard Foundation, The United States Agency for International Development, el Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza y el fondo Mundial para la Naturaleza.

Se identificaron 110 regiones hidrológicas prioritarias por su biodiversidad, de las cuales 82 corresponden a áreas de uso y 75 a áreas de alta riqueza biológica con potencial para su conservación; dentro de estas dos categorías, 75 presentaron algún tipo de amenaza. Se identificaron también 29 áreas que son importantes biológicamente pero carecen de información científica suficiente sobre su biodiversidad<sup>2</sup>.



**Figura 15. Ubicación del proyecto respecto a las RHP.**

En la figura 5 se observa que el proyecto se encuentra inmerso en la RHP Corredor Cancún Tulum.

<sup>2</sup> <http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion/doctos/hidrologicas.html>

Esta RHP cubre una superficie de aproximadamente 1715 km<sup>2</sup>, cubriendo las ciudades y poblados de Cancún, Playa del Carmen, Puerto Morelos, Tulum y Akumal. De acuerdo a la CONABIO, se necesita restaurar la vegetación, frenar la contaminación de acuíferos y dar tratamiento a las aguas residuales ya que en esta RHP se presentan los siguientes problemas<sup>3</sup>:

- Modificación del entorno: perturbación por complejos turísticos, obras de ingeniería para corredores turísticos, desforestación, modificación de la vegetación (tala de manglar) y de barreras naturales, relleno de áreas inundables y formación de canales.
- Contaminación: aguas residuales y desechos sólidos.
- Uso de recursos: pesca ilegal en la laguna de Chakmochuk y plantaciones de coco *Cocos nucifera tasiste*.

**Análisis:** Al respecto, las obras del proyecto en cuestión se ubicarán fuera de los límites de esta RHP. No obstante se propone realizar un adecuado manejo de los residuos para evitar contaminar los cuerpos de agua. Vale la pena mencionar que para los servicios sanitarios se utilizarán los servicios del Hotel Paradisus, evitando así contaminación por el vertido inadecuado de aguas residuales contaminadas.

### III.1.4.3. Regiones Marinas Prioritarias (RMP)

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.

Bajo esta perspectiva, la CONABIO instrumentó el *Programa de Regiones Marinas Prioritarias de México* con el apoyo de la agencia The David and Lucile Packard Foundation (PACKARD), la Agencia Internacional para el Desarrollo de la Embajada de los Estados Unidos de América (USAID), el Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza (FMCN) y el Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF por sus siglas en inglés).

---

<sup>3</sup> [http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion/doctos/rhp\\_105.html](http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion/doctos/rhp_105.html)

Con base en la información y conocimiento compartido de los participantes, se identificaron, delimitaron y caracterizaron 70 áreas costeras y oceánicas consideradas prioritarias por su alta diversidad biológica, por el uso de sus recursos y por su falta de conocimiento sobre biodiversidad. De la misma forma, se identificaron las amenazas al medio marino de mayor incidencia o con impactos significativos en nuestras costas y mares, de acuerdo con las cuales se hicieron recomendaciones para su prevención, mitigación, control o cancelación. Se elaboraron las fichas técnicas para cada área prioritaria identificada, las cuales contienen información general de tipo geográfico, climatológico, geológico, oceanográfico, así como el consenso generado por los participantes al taller respecto de la información biológica, de uso de los recursos, aspectos económicos y problemáticas de conservación y uso<sup>4</sup>.

Tal como se observa en la **Figura 6**, el proyecto se encuentra inmerso en la RMP Punta Maroma-Nizuc, la cual cubre una superficie de 1 005 km<sup>2</sup>. Presenta vegetación de manglar y selva baja inundable, así como zonas de reproducción de tortugas. Entre los aspectos económicos más importantes de esta RHP se encuentra la pesca de crustáceos y peces, turismo de alto impacto, ecoturismo y buceo. Además de zonas de porcicultura en la localidad de Puerto Morelos. De la misma manera presenta las siguientes problemáticas<sup>5</sup>:

- **Modificación del entorno:** por tala de manglar, relleno de áreas inundables (pérdida de permeabilidad de la barra), remoción de pastos marinos, construcción sobre bocas, modificación de barreras naturales. Daño al ambiente por embarcaciones pesqueras, mercantes y turísticas. Existe deforestación (menor retención de agua) e impactos humanos (Cancún y otros desarrollos turísticos). Blanqueamiento de corales.
- **Contaminación:** por descargas urbanas y falta de condiciones de salubridad.
- **Uso de recursos:** presión sobre peces (boquinete) y langostas. Pesca ilegal en la laguna Chakmochuk; campamentos irregulares en el área continental del Municipio de Isla Mujeres.
- **Especies introducidas** de *Cassuarina* spp y *Columbrina* spp.

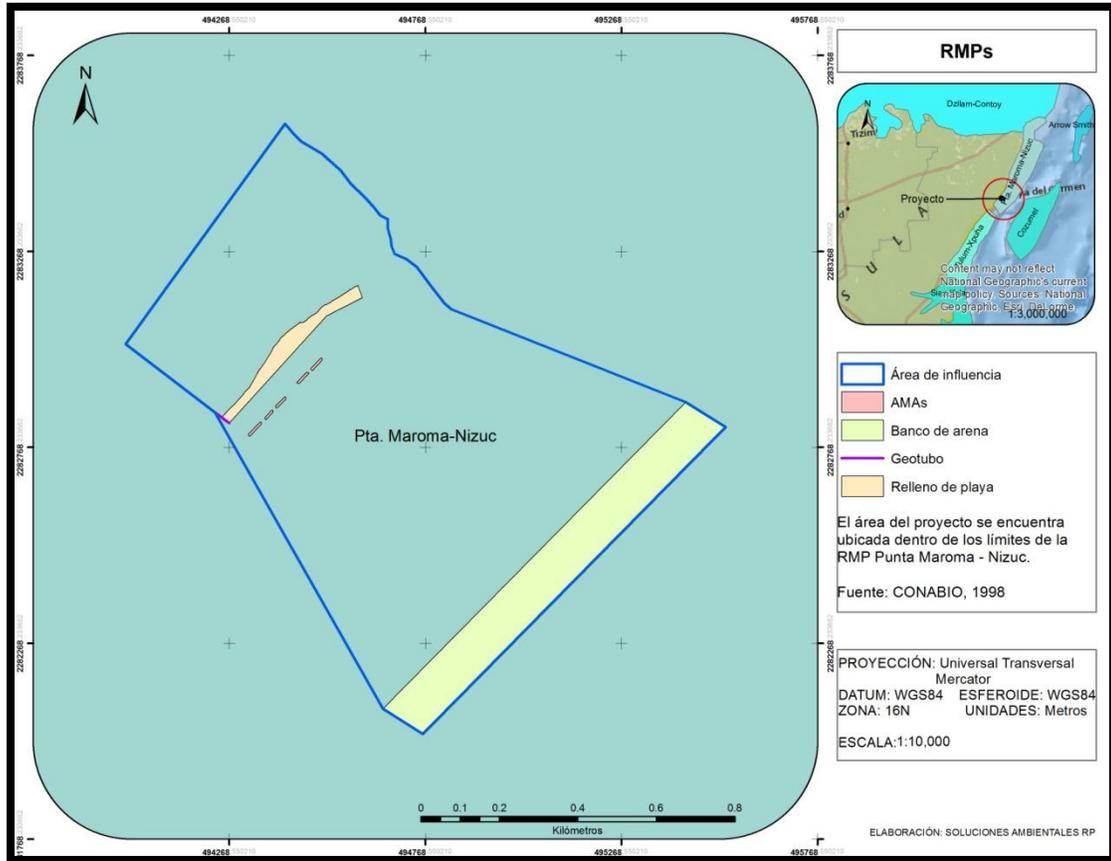
**Análisis:** Al respecto, el presente proyecto no implica la introducción de especies, ni la tala de manglar, relleno de áreas inundables, remoción de pastos marinos, daño a corales ni modificación de barreras naturales. Tampoco se realizan actividades de aprovechamiento o extracción de especies. Las aguas residuales producto del servicio sanitario de los

---

<sup>4</sup> <http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion/doctos/marinas.html>

<sup>5</sup> [http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion/doctos/rmp\\_063.html](http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion/doctos/rmp_063.html)

trabajadores serán tratadas en las instalaciones del Hotel Paradisus. Además, se realizará un adecuado manejo de los residuos sólidos urbanos evitando su dispersión en la playa y el mar.



**Figura 16. Ubicación del proyecto de acuerdo a las RMP.**

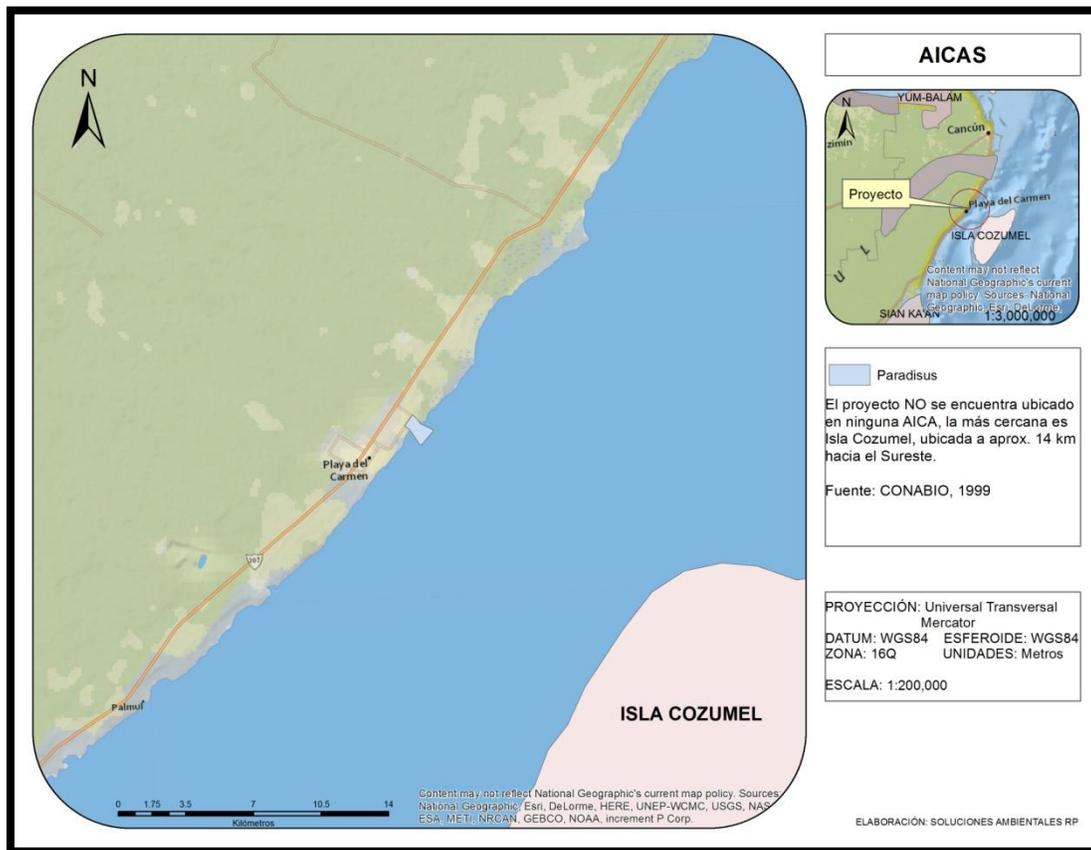
#### III.1.4.4. Áreas de Importancia para la Conservación de Aves.

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.

Durante 1998 el programa entró a una segunda fase en la cual se regionalizó, con el apoyo financiero del Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza A.C., (FMCN) formándose 4 coordinaciones regionales (Noreste, Noroeste, Sur y Centro). En cada región se organizaron dos talleres para revisar las AICAS, anexándose y eliminándose aquellas áreas que de acuerdo a la experiencia de los grupos de expertos así lo ameritaron, concluyendo

con un gran total de 230 AICAS, las cuales quedaron clasificadas dentro de alguna de las 20 categorías definidas con base en criterios de la importancia de las áreas en la conservación de las aves; dichos criterios resultaron de discusiones trilaterales y se adaptaron a partir de los utilizados por BirdLife International<sup>6</sup>.

**Análisis:** Al respecto el proyecto no se encuentra dentro de los límites de ningún área catalogada como AICA.



**Figura 17. Ubicación del proyecto respecto a las AICAS.**

<sup>6</sup> <http://conabioweb.conabio.gob.mx/aicas/doctos/aicas.html>

## III.2. Vinculación con Leyes, Reglamentos y Normas Oficiales aplicables.

### III.2.1. Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.

Artículos 1, 4 párrafo 4º; 5, 8, 14, 25; 27 párrafos 4º, 5º y 6º; 42 fracciones IV, V y VI.

***Artículo 5.-** A ninguna persona podrá impedirse que se dedique a la profesión, industria, comercio o trabajo que le acomode, siendo lícitos. El ejercicio de esta libertad sólo podrá vedarse por determinación judicial, cuando se ataquen los derechos de tercero, o por resolución gubernativa, dictada en los términos que marque la ley, cuando se ofendan los derechos de la sociedad. Nadie puede ser privado del producto de su trabajo, sino por resolución judicial.*

***Artículo 27.** La propiedad de las tierras y aguas comprendidas dentro de los límites del territorio nacional, corresponde originariamente a la Nación, la cual ha tenido y tiene el derecho de transmitir el dominio de ellas a los particulares, constituyendo la propiedad privada.*

...

*En los casos a que se refieren los dos párrafos anteriores, el dominio de la Nación es inalienable e imprescriptible y la explotación, el uso o el aprovechamiento de los recursos de que se trata, por los particulares o por sociedades constituidas conforme a las leyes mexicanas, no podrá realizarse sino mediante concesiones, otorgadas por el Ejecutivo Federal.*

El proyecto contempla el aprovechar la zona marina adyacente al Hotel Paradisus para el relleno de playa y la protección de la misma la mediante la colocación de AMAs®; por tal motivo será solicitada en concesión el área marina que ocupa al proyecto.

### III.2.2. Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA).

Esta ley contiene diversas disposiciones relacionadas con el desarrollo de un proyecto, como la implementación de obras para la restitución y protección de playa.

Así, en el Artículo 28 se establece que:

***“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:*

*(...)*

***IX.-** Desarrollos inmobiliarios que afecten los ecosistemas costeros;*

*(...)*

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

La evaluación del impacto ambiental es un procedimiento mediante el cual la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) busca evitar o reducir al mínimo los efectos negativos que la realización de obras o actividades podría tener sobre el ambiente. Con este procedimiento se busca establecer las condiciones a que se sujetarán los proyectos 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. En este sentido, para la construcción del proyecto inmobiliario es necesario obtener la autorización previa en materia de impacto ambiental de la SEMARNAT.

**Tabla 18. Vinculación con Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) y propuesta de cumplimiento.**

Artículo	Vinculación
<p><b>Artículo 28.</b> 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.</p> <p>Para ello, en los casos en que determine el Reglamento que al efecto se expida, quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización en materia de impacto ambiental de la Secretaría:</p> <p><i>IX.- Desarrollos inmobiliarios que afecten los ecosistemas costeros;</i>  <i>XI. Obras y actividades en áreas naturales protegidas de competencia de la Federación;</i></p>	<p>Este proyecto corresponde a obras para la recuperación de playa y la protección de la misma en la zona marina de Playa del Carmen. Como tal, corresponde al inciso IX, bajo el rubro de Desarrollos inmobiliarios que afecten ecosistemas costeros, por considerar que la implementación del proyecto recae en un ecosistema costero; y dentro del inciso XI ya que el Banco de arena se encuentra dentro de los límites de la ANP Reserva de la Biósfera Caribe Mexicano.</p> <p>Por consiguiente, el Promovente del proyecto presenta esta Manifestación de Impacto Ambiental con la finalidad de obtener la autorización en materia de impacto ambiental correspondiente.</p>
<p><b>Artículo 30.</b> Para obtener la autorización a que se refiere el artículo 28 de esta Ley, los interesados deberán presentar a la Secretaría una <b><u>manifestación de impacto ambiental</u></b>, la cual deberá contener, por lo menos, una descripción de los posibles efectos en el o los ecosistemas que pudieran ser afectados por la obra o actividad de que se trate, considerando el conjunto de los elementos que conforman dichos ecosistemas, así</p>	<p>En cumplimiento de esta disposición, se elaboró y se somete la presente manifestación al procedimiento de evaluación de impacto ambiental ante la instancia federal competente.</p>

Artículo	Vinculación
<p>como las medidas preventivas, de mitigación y las demás necesarias para evitar y reducir al mínimo los efectos negativos sobre el ambiente.</p>	
<p><b>Artículo 35.</b> Una vez presentada la manifestación de impacto ambiental, la Secretaría iniciará el procedimiento de evaluación, para lo cual revisará que la solicitud se ajuste a las formalidades previstas en esta Ley, su Reglamento y las normas oficiales mexicanas aplicables, e integrará el expediente respectivo en un plazo no mayor de diez días.</p> <p>Para la autorización de las obras y actividades a que se refiere el artículo 28, la Secretaría se sujetará a lo que establezcan los ordenamientos antes señalados, así como los programas de desarrollo urbano y de ordenamiento ecológico del territorio, las declaratorias de áreas naturales protegidas y las demás disposiciones jurídicas que resulten aplicables.</p> <p>Asimismo, para la autorización a que se refiere este artículo, la Secretaría deberá evaluar los posibles efectos de dichas obras o actividades en el o los ecosistemas de que se trate, considerando el conjunto de elementos que los conforman y no únicamente los recursos que, en su caso, serían sujetos de aprovechamiento o afectación. Una vez evaluada la manifestación de impacto ambiental, la Secretaría emitirá, debidamente fundada y motivada, la resolución correspondiente ...</p>	<p>En este Capítulo se analiza la congruencia del proyecto con lo que indican, la legislación vigente y las normas oficiales mexicanas aplicables. Tal y como se muestra en el contenido del presente Capítulo, no se identificaron instrumentos de política ambiental o normatividad alguna que limite el desarrollo de este proyecto.</p> <p>Es importante considerar que con relación al Segundo Párrafo del Artículo 35 de la LGEEPA en análisis, el presente estudio fue elaborado considerando no solo la afectación puntual que un proyecto de esta naturaleza pueda tener, sino también se consideraron las implicaciones potenciales a los ecosistemas y los procesos que los definen. Es decir, la evaluación de impacto ambiental llevada a cabo fue desarrollada bajo el enfoque ecosistémico.</p>
<p><b>Artículo 35 Bis 1.</b> Las personas que presten servicios de impacto ambiental, serán responsables ante la Secretaría de los informes</p>	<p>Al respecto se anexa una carta protesta de decir la verdad así como implementar los mejores métodos y</p>

Artículo	Vinculación
<p>preventivos, manifestaciones de impacto ambiental y estudios de riesgo que elaboren, quienes declaran bajo protesta de decir la verdad que en ellos se incorporan las mejores técnicas y metodologías existentes, así como la información y medidas de prevención y mitigación más efectivas.</p>	<p>técnicas para la realización de la presente manifestación de impacto ambiental, dando por cumplido el artículo anterior.</p>
<p><b>Artículo 98.</b> Para la preservación y aprovechamiento sustentable del suelo se considerarán los siguientes criterios:</p> <p>I. El uso del suelo debe ser compatible con su vocación natural y no debe alterar el equilibrio de los ecosistemas;</p> <p>IV. En las acciones de preservación y aprovechamiento sustentable del suelo, deberán considerarse las medidas necesarias para prevenir o reducir su erosión, deterioro de las propiedades físicas, químicas o biológicas del suelo y la pérdida duradera de la vegetación natural;</p> <p>VI. La realización de las obras públicas o privadas que por sí mismas puedan provocar deterioro severo de los suelos, deben incluir acciones equivalentes de regeneración, recuperación y restablecimiento de su vocación natural.</p>	<p>El proyecto en comento es compatible con la vocación natural del suelo así como los usos establecidos en los Ordenamientos Territoriales, Áreas Naturales protegidas y Áreas prioritarias para la conservación.</p>
<p><b>Artículo 110.-</b> “Para la protección a la atmósfera se considerarán los siguientes criterios:</p> <p>II. Las emisiones de contaminantes de la atmósfera, sean de fuentes artificiales o naturales, fijas o móviles, deben ser reducidas y controladas, para asegurar una calidad del aire satisfactoria para el bienestar de la población y el equilibrio ecológico.”</p>	<p>Durante las diferentes etapas del proyecto, se utilizarán vehículos y equipos que generarán emisiones a la atmósfera. Cabe mencionar que dentro de las medidas de mitigación se establece que se contará con supervisión en campo para que todos los vehículos y equipos se encuentren en buen estado y con mantenimientos recientes a fin de evitar que se generen más emisiones de las contempladas.</p>

Artículo	Vinculación
<p><b>Artículo 134.-</b> Para la prevención y control de la contaminación del suelo, se considerarán los siguientes criterios:</p> <p>III.- Es necesario prevenir y reducir la generación de residuos sólidos, municipales e industriales; incorporar técnicas y procedimientos para su reúso y reciclaje, así como regular su manejo y disposición final eficientes</p>	<p>De manera diaria, se realizará la limpieza del lugar, recogiendo los residuos sólidos que puedan haberse generado; estos serán enviados al sitio de disposición final autorizado más cercano.</p>
<p><b>Artículo 136.-</b> Los residuos que se acumulen o puedan acumularse y se depositen o infiltren en los suelos deberán reunir las condiciones necesarias para prevenir o evitar:</p> <p>I.- La contaminación del suelo;</p> <p>II.- Las alteraciones nocivas en el proceso biológico de los suelos;</p> <p>III.- Las alteraciones en el suelo que perjudiquen su aprovechamiento, uso o explotación, y</p> <p>IV.- Riesgos y problemas de salud.</p>	<p>Con respecto a este artículo, se hace referencia que no se llevará a cabo la disposición final de residuos dentro del sitio del proyecto. Estos residuos serán enviados al sitio de disposición final autorizado más cercano.</p>

### III.2.3. Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Impacto Ambiental (REIA).

El Reglamento de la presente Ley en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental define con mayor precisión las atribuciones de la Secretaría y los tipos de obra que requieren manifestar el impacto ambiental, la modalidad correspondiente y el alcance de los estudios.

#### **ARTÍCULO 28.- de la LGEEPA...**

...

*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...*

**Tabla 19. Vinculación con el Reglamento de la LGEEPA en materia de evaluación del impacto ambiental y propuesta de cumplimiento.**

Artículo	Vinculación
<p><b>ARTÍCULO 5.</b> Quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización de la Secretaría en materia de impacto ambiental:</p>	
<p><b>Q) DESARROLLOS INMOBILIARIOS QUE AFECTEN LOS ECOSISTEMAS COSTEROS:</b>  <u>Construcción y operación</u> 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, <u>obras de restitución o recuperación de playas, o arrecifes artificiales</u>, que afecte ecosistemas costeros, con excepción de:</p> <p>a) Las que tengan como propósito la protección, embellecimiento y ornato, mediante la utilización de especies nativas;</p> <p>b) Las actividades recreativas cuando no requieran de algún tipo de obra civil, y</p> <p>c) La construcción de viviendas unifamiliares para las comunidades asentadas en los ecosistemas costeros.</p> <p><b>S) OBRAS EN ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS:</b>  <u>Cualquier tipo de obra o instalación dentro de las áreas naturales protegidas</u> de competencia de la Federación, con excepción de:</p> <p>a) Las actividades de autoconsumo y uso</p>	<p>El desarrollo del proyecto implicará de obras para la restitución y protección de playa mediante el relleno de la misma y la instalación de estructuras de protección (arrecifes artificiales); de tal forma que se presenta esta MIA-P para obtener la autorización en materia de impacto ambiental, correspondiente a la evaluación de los impactos ambientales derivados de la construcción y operación de los elementos del proyecto.</p> <p>Además, el banco de arena se encuentra dentro de los límites de la ANP Reserva de la Biósfera Caribe Mexicano, por lo tanto al no estar dentro de las excepciones, es aplicable la presentación de la MIA.</p>

Artículo	Vinculación
<p><i>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;</i></p> <p><i>b) Las que sean indispensables para la conservación, el mantenimiento y la vigilancia de las áreas naturales protegidas, de conformidad con la normatividad correspondiente;</i></p> <p><i>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</i></p> <p><i>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.</i></p>	
<p><b>Artículo 10.-</b> <i>Las manifestaciones de impacto ambiental deberán presentarse en las siguientes modalidades:</i></p> <p><i>I. Regional, o</i></p> <p><i>II. Particular.</i></p> <p><b>Artículo 11.-</b> <i>Las manifestaciones de impacto ambiental se presentarán en la modalidad regional cuando se trate de:</i></p> <p><i>I. Parques industriales y acuícolas, granjas</i></p>	<p>De acuerdo a lo establecido en estos artículos, se presenta la MIA en la modalidad Particular.</p>

Artículo	Vinculación
<p><i>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;</i></p> <p><b>II.</b> <i>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;</i></p> <p><b>III.</b> <i>Un conjunto de proyectos de obras y actividades que pretendan realizarse en una región ecológica determinada, y</i></p> <p><b>IV.</b> <i>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.</i></p> <p><i>En los demás casos, la manifestación deberá presentarse en la modalidad particular.</i></p>	

#### III.2.4. Ley General de Vida Silvestre.

Esta ley fue publicada en el Diario Oficial de la Federación del 3 de julio de 2000 y tiene como objetivo 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.

**Tabla 20. Vinculación con la Ley General de Vida Silvestre y propuesta de cumplimiento.**

Artículo	Vinculación
<p><b>Artículo 4.</b> Es deber de todos los habitantes del país conservar la vida silvestre; queda prohibido cualquier acto que implique su destrucción, daño o perturbación, en perjuicio de los</p>	<p>El proyecto no busca el aprovechamiento de especie silvestre alguna. Las actividades a realizarse en este proyecto no implican una</p>

Artículo	Vinculación
<p>intereses de la Nación</p> <p>Los propietarios o legítimos poseedores de los predios en donde se distribuye la vida silvestre, tendrán derechos de aprovechamiento sustentable sobre sus ejemplares, partes y derivados en los términos prescritos en la presente Ley y demás disposiciones aplicables.</p> <p>Los derechos sobre los recursos genéticos estarán sujetos a los tratados internacionales y a las disposiciones sobre la materia.</p>	<p>perturbación, daño o destrucción de hábitats primordiales para la vida silvestre.</p>
<p><b>Artículo 18.</b> Los propietarios y legítimos poseedores de predios en donde se distribuye la vida silvestre, tendrán el derecho a realizar su aprovechamiento sustentable y la obligación de contribuir a conservar el hábitat conforme a lo establecido en la presente Ley; asimismo podrán transferir esta prerrogativa a terceros, conservando el derecho a participar de los beneficios que se deriven de dicho aprovechamiento.</p> <p>Los propietarios y legítimos poseedores de dichos predios, así como los terceros que realicen el aprovechamiento, serán responsables solidarios de los efectos negativos que éste pudiera tener para la conservación de la vida silvestre y su hábitat.</p>	<p>El proyecto se pretende realizar en un bien nacional que será solicitado en concesión por la Promovente. En esta superficie se pretende realizar un aprovechamiento No extractivo. Adicionalmente, el proyecto propone la instalación de arrecifes artificiales los cuales proveerán de espacios para el refugio de especies de peces o de lento desplazamiento, y así como de sustrato para la fijación de especies sésiles, buscando el incremento de la biomasa y estabilización de colonias arrecifales, lo cual da cumplimiento a la obligación de contribuir a conservar el hábitat.</p>
<p><b>Artículo 19.</b> Las autoridades que, en el ejercicio de sus atribuciones, deban intervenir en las actividades relacionadas con la utilización del suelo, agua y demás recursos naturales con fines agrícolas, ganaderos, piscícolas, forestales y otros, observarán las disposiciones de esta</p>	<p>Se ejecutarán las medidas de mitigación descritas en el Capítulo VI, incluyendo la implementación área que permita la fijación de coral y su crecimiento, incrementando la diversidad de especies en la zona y la biomasa, así</p>

Artículo	Vinculación
Ley y las que de ella se deriven, y adoptarán las medidas que sean necesarias para que dichas actividades se lleven a cabo de modo que se eviten, prevengan, reparen, compensen o minimicen los efectos negativos de las mismas sobre la vida silvestre y su hábitat.	como también, se llevarán a cabo los programas específicos tendientes a minimizar los efectos negativos de la construcción y operación del proyecto sobre la vida silvestre y su hábitat.
<b>Artículo 30.</b> “Queda estrictamente prohibido todo acto de crueldad en contra de la fauna silvestre... “.	Se impartirán capacitaciones hacia el personal para explicarles que queda prohibido el maltrato a las especies de fauna silvestre que pudiese encontrarse dentro y fuera del predio.

### III.2.5. Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos.

En esta ley se hace referencia a la protección al ambiente en materia de prevención y gestión integral de residuos para propiciar el desarrollo sustentable a través de la prevención de la generación, la valorización y la gestión integral de los residuos peligrosos, de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial; para prevenir la contaminación de sitios con estos residuos.

**Tabla 21. Vinculación con Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos.**

Artículo	Vinculación
<b>Artículo 18.-</b> Los residuos sólidos urbanos podrán subclasificarse en orgánicos e inorgánicos con objeto de facilitar su separación primaria y secundaria, de conformidad con los Programas Estatales y Municipales para la Prevención y la Gestión Integral de los Residuos, así como con los ordenamientos	Por la naturaleza de las obras, no se contempla la generación excesiva de residuos peligrosos. Sin embargo, se establecerán procedimientos de manejo adecuado de residuos sólidos urbanos, mediante la limpieza diaria del sitio de trabajo y el traslado de los residuos a

Artículo	Vinculación
legales aplicables.	las instalaciones de acopio temporal del Hotel Paradisus, para su posterior traslado al sitio de disposición final autorizado.
<b>Artículo 54.-</b> Se deberá evitar la mezcla de residuos peligrosos con otros materiales o residuos para no contaminarlos y ni provocar reacciones, que puedan poner en riesgo la salud, el ambiente o los recursos naturales...	No se pretende la generación de residuos peligrosos durante las etapas del proyecto, sin embargo se tendrá especial cuidado con las maquinarias y vehículos que utilicen sustancias peligrosas. En caso de generarse residuos peligrosos, se dispondrán temporalmente en contenedores destinados para tal fin hasta que una empresa especializada y autorizada los retire del área del proyecto.

### III.2.6. Reglamento para el uso y aprovechamiento del mar territorial, vías navegables, playas, zona federal marítimo terrestre y terrenos ganados al mar.

**Artículo 3.-** *La zona federal marítimo terrestre se deslindará y delimitará considerando la cota de pleamar máxima observada durante treinta días consecutivos en una época del año en que no se presenten huracanes, ciclones o vientos de gran intensidad y sea técnicamente propicia para realizar los trabajos de delimitación.*

**Artículo 29.-** *Los concesionarios de la zona federal marítimo terrestre, de los terrenos ganados al mar o a cualquier otro depósito que se forme con aguas marítimas, están obligados a:*

- I. Ejecutar únicamente el uso, aprovechamiento o explotación consignado en la concesión;*
- II. Iniciar el ejercicio de los derechos consignados en la concesión, a partir de la fecha aprobada por la Secretaría;*
- III. Iniciar las obras que se aprueben, dentro de los plazos previstos en la concesión, comunicando a la Secretaría de la conclusión dentro de los tres días hábiles siguientes;*

- IV. Responder de los daños que pudieran causarse por defectos o vicios en las construcciones o en los trabajos de reparación o mantenimiento;*
- V. Cubrir los gastos de deslinde y amojonamiento del área concesionada;*
- VI. Mantener en óptimas condiciones de higiene el área concesionada;*
- VII. Cumplir con los ordenamientos y disposiciones legales y administrativas de carácter federal, estatal o municipal;*
- VIII. Coadyuvar con la Secretaría en la práctica de las inspecciones que ordene en relación con el área concesionada;*
- IX. Realizar únicamente las obras aprobadas en la concesión, o las autorizadas posteriormente por la Secretaría;*
- X. Desocupar y entregar dentro del plazo establecido por la Secretaría las áreas de que se trate en los casos de extinción de las concesiones; y*
- XI. Cumplir con las obligaciones que se establezcan a su cargo en la concesión.*

*Los permisionarios de los bienes a que se refiere este Reglamento tendrán que cumplir con las obligaciones señaladas en las fracciones I, II, III, VII, VIII, IX y XI de este artículo.*

**Vinculación:** El área del proyecto cuenta con la concesión de Zona Federal Marítimo Terrestre, la cual se adjunta en el Anexo 1.

### **III.2.5. Normas Oficiales Mexicanas.**

En lo referente a la protección del ambiente, el Título Cuarto de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente prohíbe la descarga de contaminantes que alteren la atmósfera o que provoquen degradación o molestias en perjuicio del ecosistema.

En su artículo 5° la Ley faculta a la SEMARNAT para que elabore Normas Oficiales Mexicanas (NOM) y vigile su cumplimiento en los términos de la misma Ley. En este sentido, la Promovente dará cumplimiento, previniendo cualquier tipo de deterioro ambiental relacionado con el proyecto.

Particularmente realizar las acciones necesarias para evitar:

- La contaminación del suelo.

- Alteraciones en las características físicas los suelos.
- Alteraciones en el aprovechamiento, uso o explotación del suelo.
- Contaminación de cuerpos de agua.

En las Medidas de Mitigación del proyecto, descritas en el Capítulo VI de este documento, se presenta una serie de acciones para evitar este tipo de contaminación, cuyas regulaciones emanan de NOM específicas. Existen diversas normas que están relacionadas con la construcción y operación del proyecto, o con la protección de los ecosistemas de la región en que se ubica.

A continuación, se presenta el análisis de cumplimiento con las normas vigentes en materia de contaminación del agua, contaminación del aire, residuos peligrosos, contaminación por ruido, contaminación del suelo, recursos naturales, especies en riesgo y humedales costeros.

**Tabla 22. Normas Oficiales Mexicanas (NOM) de SEMARNAT vinculadas al Proyecto**

NOM	Especificación	Aplicación al proyecto
<b>Contaminación del agua</b>		
NOM-001-SEMARNAT-1996. Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas residuales en aguas y bienes nacionales.	La concentración de contaminantes no debe exceder los valores indicados como límites máximos permisibles.	El proyecto no prevé descargas de aguas residuales en ninguna de las etapas del proyecto en aguas o bienes nacionales. Durante las etapas de preparación de sitio y construcción, se usarán los servicios sanitarios del Hotel Paradisus. Durante la operación, no se generarán aguas residuales.
<b>Contaminación del aire</b>		
NOM-041-SEMARNAT-2006. Establece los límites máximos permisibles de emisión	La Norma es de observancia obligatoria para los responsables de los vehículos automotores que circulan en	Debido a que para la implementación del proyecto se utilizará maquinaria de construcción estos quedan

NOM	Especificación	Aplicación al proyecto
de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible.	el país, que usan gasolina como combustible, así como para los responsables de los centros de verificación autorizados, <u>a excepción de</u> vehículos con peso bruto vehicular menor de 400 kilogramos, motocicletas, tractores agrícolas, así como <u>la maquinaria dedicada a las industrias de la construcción y minera.</u>	exentos, por lo que estas normas no son de observancia obligatoria. No obstante se exigirá el mantenimiento periódico de la maquinaria automotor, con la finalidad de mantener en buenas condiciones de operación cada maquinaria.
NOM-045-SEMARNAT-2006. Establece los niveles máximos permisibles de opacidad del humo proveniente del escape de vehículos automotores en circulación que usan diesel o mezclas que incluyan diesel como combustible	La Norma es de observancia obligatoria para los propietarios o legales poseedores de los citados vehículos, unidades de verificación y autoridades competentes. <u>Se excluyen</u> de la aplicación de la presente Norma oficial, <u>la maquinaria equipada con motores a diesel empleada en las actividades agrícolas, de la construcción y de la minería.</u>	
NOM-050-SEMARNAT-1993. Establece los niveles máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gas	Esta Norma es de observancia obligatoria en los vehículos automotores en circulación equipados con motores que usen gas licuado de petróleo, gas natural u otros combustibles alternos. <u>No se aplica</u> a vehículos con peso bruto vehicular menor	

NOM	Especificación	Aplicación al proyecto
licuado de petróleo, gas natural u otros combustibles alternos como combustible.	de 400 kilogramos, motocicletas, tractores agrícolas o <u>maquinaria para la construcción</u> .	
<b>Residuos peligrosos</b>		
<p>NOM-052-SEMARNAT-2005</p> <p>Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de residuos peligrosos.</p>	<p>Esta NOM es de observancia obligatoria en lo conducente para los responsables de identificar la peligrosidad de un residuo. Se considerara residuo peligroso aquellos que concuerden con una o varias de las características contenidas en el numeral 5.4 de esta norma tales como corrosividad, reactividad, explosividad, toxicidad ambiental, inflamabilidad, o ser biológico-infeccioso.</p>	<p>Aun cuando no se contempla la generación de estos residuos durante la implementación del proyecto, es posible su generación debido a alguna eventualidad o desperfecto que se genere con la maquinaria.</p> <p>De tal manera que los residuos peligrosos que podrían generarse consistirían en estopas impregnadas con grasas o aceites, estopas con thinner, aceite gastado, residuos de pintura y suelo impregnado con hidrocarburos.</p> <p>No obstante, estos serán generados ya sea en la construcción o traslado de los módulos arrecifales, no así en los trabajos de colocación de los mismos, ni en la operación. Los volúmenes generados de estos últimos son muy pequeños, sin embargo debido a su toxicidad deben tener un manejo adecuado.</p> <p>El Promovente del proyecto será responsable de vigilar que el contratista que ejecute la obra,</p>

NOM	Especificación	Aplicación al proyecto
		<p>establezca los procedimientos necesarios para dar cumplimiento a esta norma y los reglamentos correspondientes para el manejo de residuos peligrosos de acuerdo a lo indicado en las medidas de mitigación establecidas en el Capítulo VI de este estudio.</p> <p>Los residuos se entregarán periódicamente al recolector autorizado para su correcto manejo y disposición final.</p>
<b>Contaminación por ruido</b>		
<p>NOM-080-SEMARNAT-1994. Establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido provenientes del escape de los vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación y su método de medición.</p>	<p>La presente NOM se aplica a vehículos automotores de acuerdo a su peso bruto vehicular, y motocicletas y triciclos motorizados que circulan por las vías de comunicación terrestre, <u>exceptuando</u> los tractores, para uso agrícola, <u>trascabos</u>, <u>aplanadoras</u> y <u>maquinaria pesada para la construcción</u> y los que transitan por riel.</p>	<p>La propia NOM exceptúa del cumplimiento al equipo destinado a las actividades de construcción, por lo cual no aplican los límites a este equipo; sin embargo, se buscara atenuar estos impactos mediante la aplicación de las medidas de mitigación específicas que se orientan a la reducción de ruido para evitar que se rebasen los 98 dB.</p>
<b>Recursos naturales</b>		
Especies en riesgo		
<p>NOM-059-SEMARNAT-2010. Protección Ambiental-Especies</p>	<p>La norma establece el listado de especies en riesgo y los</p>	<p>Con base en los resultados del trabajo de campo, se determinó</p>

<b>NOM</b>	<b>Especificación</b>	<b>Aplicación al proyecto</b>
Nativas de México de Flora y Fauna Silvestres- Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio - Lista de especies en riesgo.	procedimientos para modificar el listado. En el Anexo normativo II, se presentan los listados de especies en riesgo.	que no existen especies en riesgo ni de flora ni de fauna marina, como se describe en la sección de Flora y Fauna del Capítulo IV.

#### **IV. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL (SAR) Y SEÑALAMIENTO DE TENDENCIAS DEL DESARROLLO Y DETERIORO DE LA REGIÓN.**

##### **IV.1. Caracterización y análisis del sistema ambiental (SA).**

Con el fin de determinar el Sistema Ambiental en el cual se encuentra inserto el proyecto, se tomaron en cuenta las delimitaciones de los Programa de Ordenamiento Ecológico aplicables al proyecto. Por un lado, el Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe, ubica la zona marina del proyecto en la UGA 178 denominada Zona Marina de Competencia Federal; mientras que el Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Solidaridad, ubica el área terrestre del proyecto en la UGA 10 Zona Urbana de Playa del Carmen.

No obstante, ambas UGAs son relativamente extensas por lo que se considera que abarcan zonas en las cuales el proyecto no tendría incidencia, o bien, no forman parte del Sistema Ambiental en el cual se encuentra inserto. De tal manera que utilizando una imagen satelital del área del proyecto, se determinó que el Sistema Ambiental en el cual se encuentra el proyecto se conforma de la zona turística de la ciudad de Playa del Carmen así como de la zona marina inmediata dentro de la cual se lleva a cabo la prestación de servicios turísticos de playa principalmente, así como deportes y actividades acuáticas.

En el sistema ambiental del proyecto predomina el paisaje urbano costero, con escasas zonas de vegetación nativa debido a la presencia de complejos hoteleros, zonas comerciales y zonas habitacionales en la costa de Playa del Carmen. En la zona marina, se pueden encontrar arenales y pastizales que se distribuyen de manera heterogénea en la zona marina inmediata. Además, se puede observar la presencia de arrecifes coralinos a manera de parches que se extienden paralelos a la costa de la ciudad.



Figura 18. Sistema ambiental en el cual se encuentra inserto el proyecto.

Se delimitó por lo tanto, un Área de Influencia, considerando las zonas que pudieran ser afectadas de manera directa por el proyecto. El área de influencia propuesta tiene una extensión aproximada de 1'044,224.33 m<sup>2</sup> (104.42 ha); dentro de este polígono se encuentran todas las estructuras y/o secciones del proyecto. y abarca tanto zona terrestre como marina.

La zona terrestre del área de influencia está determinada por el área de ocupación de las instalaciones del Hotel Paradisus, las cuales se delimitan hacia el Noreste y suroeste por dos caminos que dan acceso a la playa.

Mientras que la zona marina se encuentra delimitada por dos líneas que unen los límites de la playa del Hotel Paradisus con los límites del Banco de Arena.



Figura 19. Área de influencia del proyecto.

#### IV.1.1.1. Medio abiótico.

Como aspectos abióticos se describen y analizan a continuación el clima, temperaturas, fenómenos climatológicos (nortes, tormentas tropicales y huracanes, entre otros eventos extremos), precipitación, vientos, geología y geomorfología, suelos, hidrología superficial y subterránea, calidad del agua, aprovechamientos hídricos y concesiones de agua.

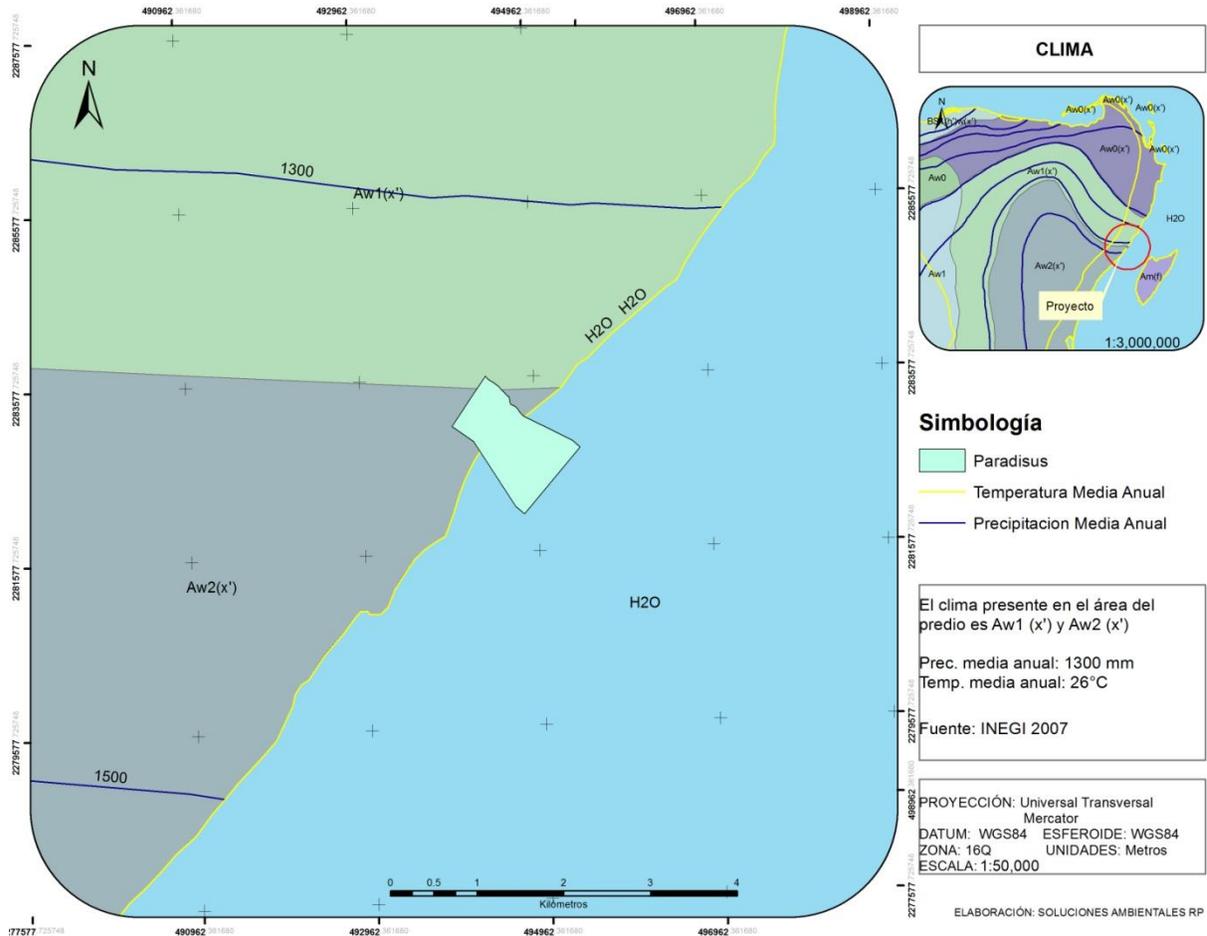
##### IV.1.1.1.1. Clima

Según el sistema de Köppen modificado por García (1973), el clima de la península de Yucatán se puede clasificar como tropical cálido subhúmedo con lluvias en casi toda su extensión. En la parte norte de la península, especialmente en el estado de Yucatán, existe una franja Climática del tipo Bs (seco estepario), con algunas variantes, la cual se caracteriza por tener escasas lluvias y altas temperaturas; dicha franja se extiende desde Celestún hasta El Cuyo, alcanzando su parte amplia en la zona de Progreso. Este tipo de clima es intermedio entre el clima árido (Bw) y los húmedos (A o C). Los subtipos de clima registrados son el Bs0 (h') (x')i, Bs0 (h') (e), BS0 (h')W'' i y Bs1(h')w''i.

En el tipo Aw (Tropical con lluvias en verano), encontramos los siguientes subtipos: el Aw0, llamado cálido subhúmedo con lluvias en verano y marcada sequía en la mitad caliente del año (canícula) es el más seco de los Aw. Se distribuye en la parte norte de la Península, abarcando la mayor parte del estado de Yucatán, la porción norte del estado de Campeche y una pequeña parte en el norte de Quintana Roo, incluyendo Isla Mujeres y Contoy. Son variaciones de este tipo de clima los siguientes: Aw''0(x')(i)'g, el Aw0(w)(e)g y el Aw0(i)'g.

Su clima es de tipo cálido húmedo con abundantes lluvias en verano. La temperatura promedio anual es de 25.5 grados centígrados y las precipitaciones alcanzan los 1,504 milímetros anuales. Los ciclones afectan de manera importante, aumentando la cantidad de lluvias que se presentan en el verano.

Según la clasificación de Köpen el clima en el municipio de Solidaridad se clasifica como Ax'(wo) iw'' y corresponde a un clima cálido subhúmedo con lluvias en el verano de mayor humedad.



**Figura 20. Tipo de clima presente en el sitio del proyecto.**

#### IV.1.1.1.2. Temperatura

Con base en la oscilación térmica se puede afirmar que en la península de Yucatán existen zonas tanto de influencia marina, como continental; ya que en las zonas cercanas al litoral, la oscilación térmica es de 5°C o menos.

Específicamente para el Municipio de Solidaridad, la temperatura media anual es de 26°C. Playa del Carmen registra una temperatura media mayor de 24°C y la media del mes más frío es mayor de 18°C, se localiza dentro de la zona intertropical de convergencia; el clima está clasificado como Aw2 (i), cálido subhúmedo con lluvias definidas y oscilaciones de temperatura entre 5 y 8 grados en relación a la media.

#### **IV.1.1.1.3. Presión atmosférica**

Los valores mínimos ocurren en septiembre y octubre, también de máximas lluvias, mientras que los valores máximos de presión se presentan en enero y febrero.

#### **IV.1.1.1.4. Vientos**

La región del Caribe se encuentra dentro de la zona de influencia de los Alisios, por lo que durante la mayor parte del año soplan vientos del este, con velocidades entre 15 y 20 nudos.

La brisa terrestre se manifiesta por una disminución en la velocidad de los Alisios durante la noche y en las primeras horas de la mañana.

La brisa marina causa una aceleración en la velocidad del viento durante el día. Ocasionalmente se encuentran vientos del oeste después del paso de un frente frío o cuando se aproxima alguna perturbación ciclónica tropical.

Debido a la influencia de los Alisios (del E y SE) durante la mayor parte del año, la cara oriental de la isla permanece expuesta a un fuerte oleaje y cierta tendencia a la erosión, lo cual ha generado una orografía en forma de escalones y pequeños acantilados en ciertos puntos de la costa. Esta situación cambia en invierno, cuando los vientos del norte y noroeste provocan una mayor exposición de la costa occidental.

Los vientos predominantes en el Municipio de Solidaridad son los del sureste.

#### **IV.1.1.1.5. Precipitación**

De acuerdo con Ferrusquía (1998), en la Península de Yucatán durante el verano se acentúa la época de lluvias, alcanzando más del 60% de precipitación total anual, ocasionada por la influencia de los vientos alisios y por el desplazamiento de la Zona Intertropical de Convergencia (ZIC) hacia el norte (ambos de la circulación general de la atmósfera). También en esta época se alcanzan los máximos térmicos, sin embargo, este aumento de la temperatura se amortigua por la alta humedad ambiental por las lluvias que llegan a su máximo a fines del verano y principios de otoño (septiembre – octubre), por los ciclones tropicales que afectan toda la región, con lluvias de tipo torrencial o chubascos fuertes de corta duración.

A fines de octubre las lluvias descienden paulatinamente a medida que decrece la influencia de la circulación estival y la época ciclónica, comenzando la circulación de invierno perceptible tanto por la disminución de lluvias como por el descenso paulatino de la temperatura. Esto sucede a finales de otoño y principios de invierno, época en que

comienzan los nortes y con ellos, lluvias frontales de menor magnitud, ligeras e intermitentes que dan lugar al aumento de la humedad ambiental, de manera que la temperatura, aunque menor, continua sobre 20°C, lo que cataloga a la región como cálida aún en invierno.

Al final de febrero y principio de marzo disminuye la influencia de la circulación de invierno. En estos meses el registro de lluvias es menor y comienza el aumento de temperatura, principiando la influencia de la circulación de verano. La radiación solar está influenciada por condiciones de nubosidad en esta región.

Específicamente para el municipio de Solidaridad, la precipitación pluvial anual oscila entre los 1,300 y los 1,500 mm con estación de lluvia de marzo a octubre. El clima se ve afectado por los ciclones, que aumentan la precipitación sobre todo en el verano.

#### **IV.1.1.1.6. Humedad relativa**

Los registros indican que los valores máximos se presentan durante los meses de julio y octubre, principalmente durante septiembre, coincidiendo con la época de lluvias, mientras que los valores más bajos ocurren en los meses de secas, principalmente marzo, abril y mayo.

#### **IV.1.1.1.7. Nubosidad**

Durante la mayor parte del año el cielo se encuentra de medio nublado a nublado con formaciones columbiformes (con desarrollo vertical) que ocasionan chubascos frecuentes y algunas tormentas eléctricas, principalmente por las tardes y noches.

En invierno, el arribo de líneas frontales boreales (nortes) origina nubes estratiformes (en capas o mantos y sin desarrollo vertical) que dan lugar a lluvias ligeras intermitentes.

Las nieblas son escasas en la región y aparecen principalmente entre noviembre y febrero, casi siempre como consecuencia del paso de un frente frío (norte).

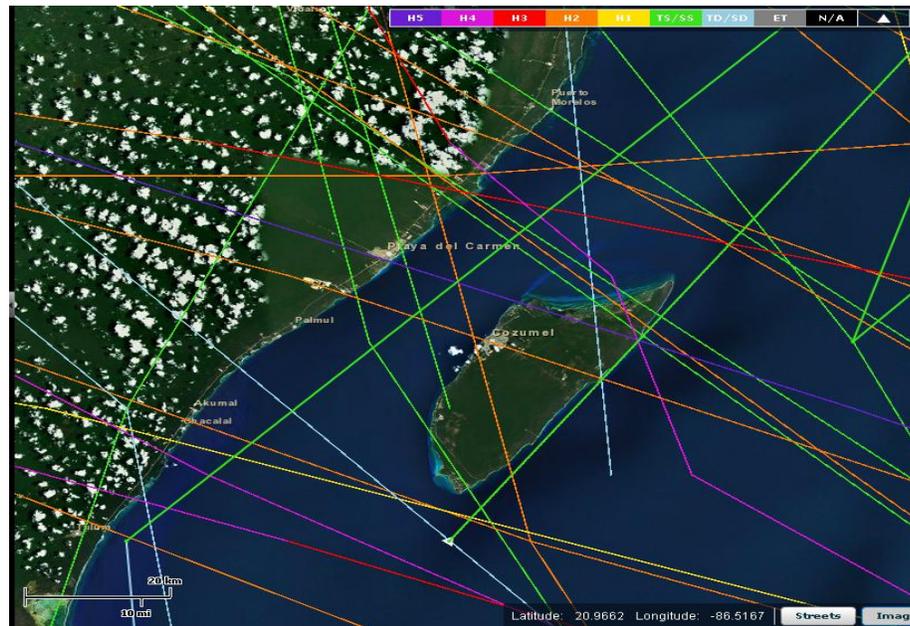
#### **IV.1.1.1.8. Huracanes**

La costa de Quintana Roo se encuentra en la trayectoria de los huracanes o ciclones tropicales que se forman en el Atlántico e ingresan al Caribe. La temporada de ciclones comprende los meses de junio a noviembre, de los cuales agosto y septiembre son los meses de más alta incidencia. Algunas tormentas y huracanes llegan a ocurrir fuera del periodo, aunque son muy inusuales.

La fuerza destructiva de estos fenómenos no se hace notar solamente en las infraestructuras y construcciones humanas, sino que también son probablemente el factor ecológico más importante en lo que se refiere al impacto sufrido por los ecosistemas de la isla (Cuarón et al., 2004). Esto queda puesto de manifiesto cuando se observan las velocidades a las que pueden llegar estos vientos (desde 120 hasta 300 Km/hora) y se tiene en cuenta que arrastran aerosoles compuestos de agua, sal y arena del mar hacia el interior; provocando así verdaderos estragos a la vegetación que recibe tal impacto (Moshinsky y Sánchez-Sesma, 1990).

Los vientos generados por estos fenómenos suelen alcanzar velocidades superiores a 100 nudos (180 km/hr), el huracán Gilberto registró ráfagas cercanas a los 180 nudos (alrededor de 320 km/hr). Los efectos de estas perturbaciones sobre el entorno marino y terrestre son muy elevados, aunque de limitado alcance espacial (pequeña escala).

La siguiente imagen muestra la incidencia de huracanes en áreas cercanas a Playa del Carmen, desde 1985 hasta 2010. Las líneas representan las rutas de los huracanes y los colores de éstas representan la intensidad y nivel. Los colores más inclinados hacia los morados, representan una mayor intensidad y los colores hacia los azules representan menores intensidades.



**Figura 21. Incidencia y trayecto de huracanes presentes en la Península de Yucatán, que han tenido presencia en el Municipio de Solidaridad**  
 (.<http://www.csc.noaa.gov/hurricanes/#app=3d30&3e3d-selectedIndex=1>).

#### IV.1.1.1.9. Atmósfera

Los valores más altos de radiación solar total se presentan en los meses de abril a julio, con 525 ly/día (ly = Langley = constante solar = 1.4, Cal/gr/cm<sup>2</sup>/min).

En cuanto a los valores mínimos absolutos de radiación solar total, existe una diferencia entre el norte y sur de la región; para la porción norte los valores mínimos se presentan en diciembre y enero, con 375 ly/día; para la porción sur, se trata de los mismos meses y la variación es de 4001 ly/día o sea que los valores registrados para la porción norte son ligeramente más bajos que los de la porción sur, debido a la nubosidad provocada por los nortes que llegan al territorio. A partir de noviembre el valor registrado para la parte norte es menor que para el sur. También para el norte se han registrado un número menor de días despejados (de 50 a 100 días al año).

En el invierno la radiación solar promedio en el norte es de 400 ly/día y en el sur es un poco mayor de 425 ly/día, los registros para las demás estaciones son iguales en toda la región, así tenemos que la mayor intensidad se presenta durante el verano, con 525 ly/día, en el otoño es de 450 ly/día y en la primavera de 500 ly/día.

Por todo lo anterior, se deduce que la distribución de la radiación total en la región durante el año, depende tanto de la posición del sol como de la distribución de la nubosidad en las diferentes estaciones. Los máximos de energía que se reciben en los meses de abril a julio, coincidentes con el desplazamiento aparente del sol hacia el norte, lo que se traduce en días más largos, de creciente energía, distribuida en forma homogénea cuando no existe orografía importante en la región.

#### **IV.1.1.1.10. Fisiografía**

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

La morfología dominante en el estado es el resultado de un intenso intemperismo que actúa sobre las rocas calcáreas del Terciario, las que debido a la intensa precipitación, al clima y a su posición estructural sufren de una intensa disolución ocasionando una superficie rocosa cárstica ligeramente ondulada; en donde el relieve más marcado se encuentra en la parte suroeste del estado, predominando los cerros dómicos, las dolinas y en general el relieve cárstico, con modificaciones causadas por la disolución, alteración de las rocas y por la acumulación en las partes bajas de arcillas de descalcificación.

La parte centro este y norte del litoral, inició su desarrollo geomorfológico durante el Terciario Superior, con la formación de una planicie calcárea, modelada posteriormente por una intensa disolución, manifestada por la presencia de rasgos de disolución: dolinas, acumulación de arcillas de descalcificación y los cenotes.

Durante el Cuaternario esta planicie es modificada por la formación de pantanos y lagunas, así como por la acumulación de abundantes depósitos de litoral, litificación de depósitos eólicos y por la formación reciente de dunas arenosas.

De acuerdo con las características morfológicas del área, se puede situar en una etapa geomorfológica de madurez para una región calcárea en clima cálido subhúmedo.

#### **IV.1.1.1.11. Geología y geomorfología**

Quintana Roo conforma una región con grandes llanuras y pequeñas declives y elevaciones hacia el este. La Península de Yucatán de la cual forma parte emergió del mar y por esa razón abundan los ríos subterráneos. El suelo predominantemente calizo ayuda a la filtración del agua de las lluvias hacia las capas interiores de los sistemas subterráneos acuíferos, formando asimismo los ya mencionados depósitos y corrientes subterráneas, que abastecen de agua a las poblaciones menores mediante los pozos. Los cenotes son masas de agua que afloran hacia la superficie de la corteza terrestre; su origen radica en la erosión del agua de las cavernas, que las hace derrumbarse y desplomarse originando dichos afloramientos de agua. Como ya se mencionó, Quintana Roo es una planicie de origen marino conformada por rocas del mioceno y el pleistoceno, exceptuando a las rocas de las colinas de color rojo intenso.

La tierra de tipo tsek'el se encuentra en las laderas drenadas y zonas elevadas, donde el agua favorece la presencia de elementos nutritivos en su composición. Los k' ankab se encuentran al pie de las zonas altas y en ellos se acumulan los productos de la intemperie y el drenaje es impedido, originando cúmulos arcillosos. Los akalchés son zonas localizadas en las partes más bajas (aguadas y sabanas con poco o nada de drenaje).

La roca más abundante en la entidad es la sedimentaria, tanto del Terciario (89.5%) como del Cuaternario (10.1%), ambos Periodos pertenecientes a la Era del Cenozoico (63 millones de años); la roca sedimentaria del Terciario se localiza en todo el estado excepto en la vertiente oriental, que es ocupada por la roca sedimentaria del Cuaternario, paralela a la costa.

De manera particular en el Municipio de Solidaridad, en las inmediaciones de Playa del Carmen al igual que en el resto de la Península de Yucatán, afloran los sedimentos calcáreos de origen marino, depositados durante la era Cenozoica del Cuaternario, el tipo de calizas de esta región es de constitución dura, pero bajo esta capa en algunas áreas se presenta otro tipo de caliza blanda denominada "sascab", (la industria extractiva de la región se basa en la explotación de esta caliza de la cual se obtienen materias primas para la construcción).

En general, la presencia de las calizas duras y compactas típicas de la región, permite que el suelo tenga una buena estabilidad como soporte, aunque debido a la erosión química y física mencionada se presentan con cierta regularidad oquedades o cavernas en el subsuelo, aflorando algunos casos a la superficie. Entre los 4 y 9 metros de profundidad bajo el nivel medio del mar el subsuelo presenta una gran irregularidad en su conformación ya que

existen grandes huecos llenos de agua o arena suelta que coinciden con la dinámica de arribo de las corrientes de agua dulce del continente y agua salina del litoral.

Las zonas próximas a la playa están formadas por areniscas calcáreas de origen marino, que forman regosoles y arenosoles. En estos tipos de suelos la presencia de flujos de agua provoca la formación de huecos. Las profundidades de arena sobre la roca es variable y va desde el afloramiento de roca, es decir de cero metros hasta los siete metros en algunas áreas del litoral.

La zona de estudio está conformada por arenales, principalmente de tamaño medio con una capa de arena de más de 0.80 metros.

#### **IV.1.1.1.12. Condiciones Oceanográficas.**

La isla de Cozumel le proporciona a la playa del Paradisus una cierta protección contra olas energéticas, especialmente las olas extremas de tormentas. Sin embargo, debido a la larga distancia de 18 km de la isla a la tierra, la difracción de las olas alrededor de la isla y la generación / regeneración de las olas hacia el interior de la isla también pueden resultar en olas bastante altas en la playa del Paradisus. Además, la playa del Paradisus no está protegida por un arrecife costero cerca como barrera. Hay un arrecife corto discontinuado de 300m de largo, situado a unos 500m de la costa. Debido a la larga distancia de este sistema de arrecife de la orilla del mar, su protección de la playa contra las olas altas esta limitada, como se discute en la siguiente sección.

No hay mediciones de ola disponibles a largo plazo en el área del estudio. Se puede obtener información razonablemente exacta de las olas desde el modelo numérico WAVEWATCHIII de NOAA. WAVEWATCHIII calcula las condiciones de las olas basadas en mediciones meteorológicas. En este estudio, las condiciones de las olas calculadas a partir de WAVEWATCHIII se extraen de una estación numérica al noreste del área de estudio. La estación está a unos 3km en aguas profundas en alta mar. La ubicación de la estación WAVEWATCHIII se muestra en la Figura 1. Una estación al norte del área del estudio se usa aquí para proveer probablemente una ola ligeramente más alta que las estaciones al sur debido a la protección ligeramente menor por la Isla de Cozumel.

Las condiciones de ola computarizada de WAVEWATCHIII de 2005 a 2015, o casi 11 años, se extrajeron del modelo. El análisis estadístico de estas condiciones de ola de relativamente largo plazo, se llevó a cabo y se enumeran en la Tabla 23. Vale la pena señalar que las condiciones de olas extremadamente energéticas asociadas con el huracán Wilma se incluyen en los datos de 11 años y tienen cierta influencia en las estadísticas de las

condiciones de olas extremas. Las olas se dividieron en 16 soportes de ángulo de ola incidente a 22.5 grados cada soporte.

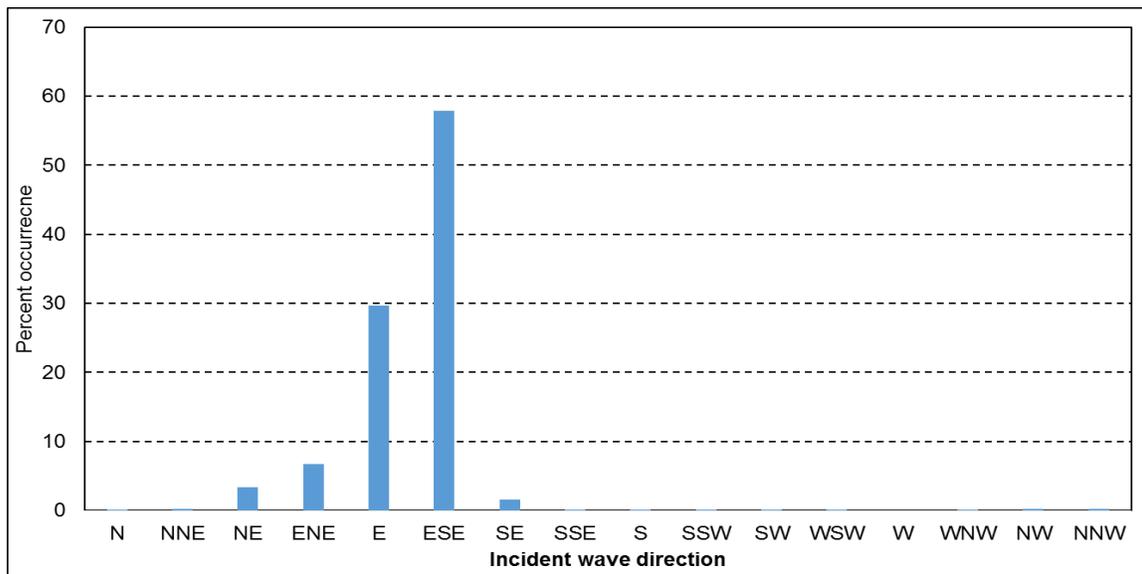
**Tabla 23. Estadística de las condiciones de olas calculadas a partir de los datos de olas de 11 años, obtenidos del modelo WAVEWATCHIII.**

Estadísticas de Ola		% ocurrencia	promedio sig H	Periodo de ola promedio	top 2% sig H	top 2% wave period
<b>dirección</b>	dirección		m	s	m	s
<b>N</b>	348.75-11.249	0.09	0.52	2.74	0.74	2.89
<b>NNE</b>	11.25-33.749	0.17	0.35	7.31	0.70	9.98
<b>NE</b>	33.75-56.249	3.38	0.67	6.09	1.66	7.68
<b>ENE</b>	56.25-78.749	6.67	0.82	5.90	1.74	7.68
<b>E</b>	78.75-101.249	29.63	0.91	6.24	2.17	8.20
<b>ESE</b>	101.25-123.749	57.82	0.75	7.63	1.79	8.31
<b>SE</b>	123.75-146.249	1.53	0.74	5.78	1.94	8.34
<b>SSE</b>	146.25-168.749	0.10	0.54	4.79	0.93	8.01
<b>S</b>	168.75-191.249	0.06	1.64	5.39	4.31	8.42
<b>SSW</b>	191.25-213.749	0.03	1.06	3.95	3.42	7.50
<b>SW</b>	213.75-236.249	0.02	1.39	4.85	3.00	6.38
<b>WSW</b>	236.25-258.749	0.01	0.63	2.98	0.78	3.52
<b>W</b>	258.75-281.249	0.00	0.74	2.89	0.84	3.19
<b>WNW</b>	281.25-303.749	0.02	0.50	2.66	0.80	3.25
<b>NW</b>	303.75-326.249	0.23	0.51	2.65	1.07	2.57
<b>NNW</b>	326.25-348.749	0.23	0.54	2.72	1.17	3.07

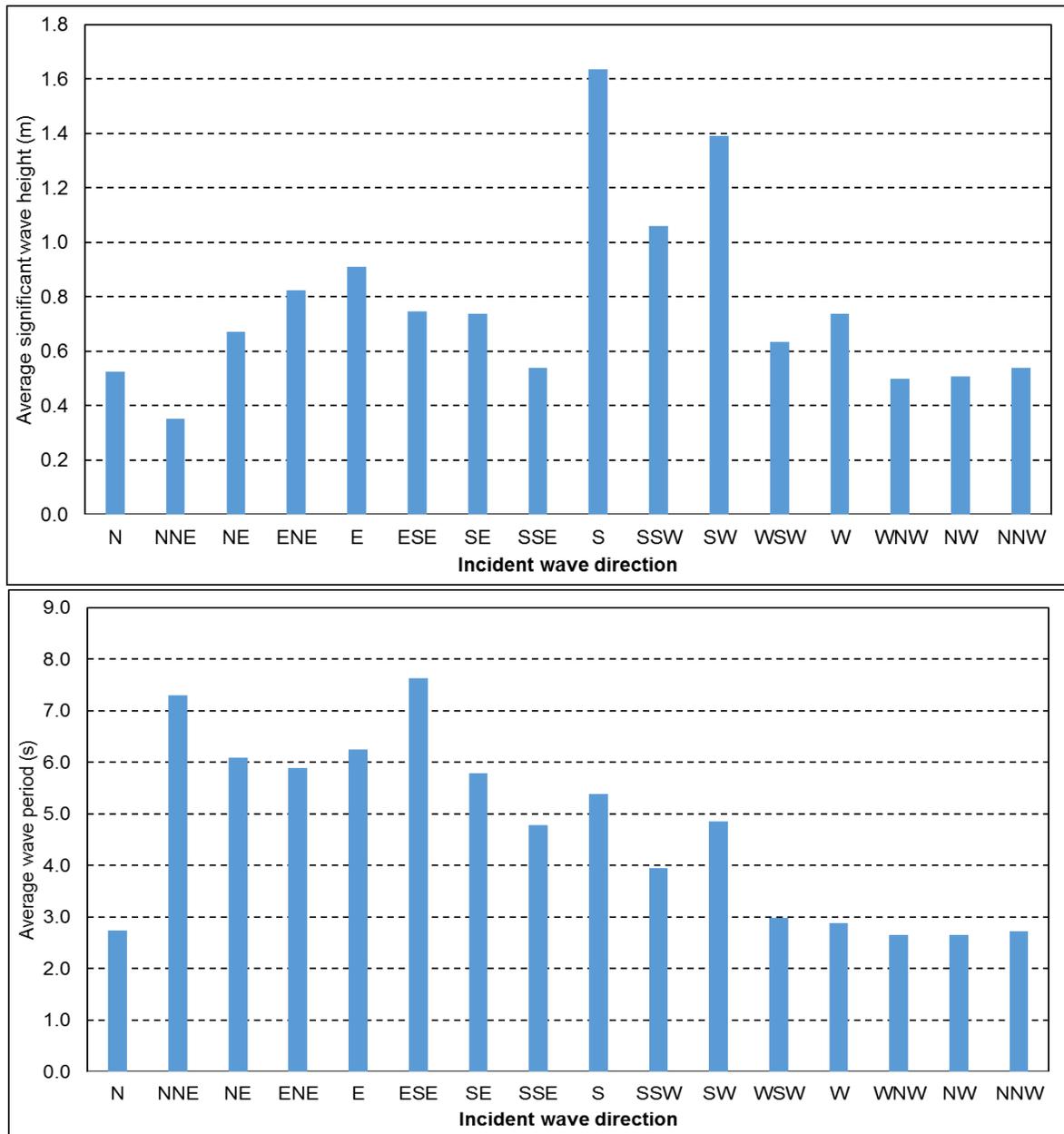
El ángulo de la ola incidente más frecuente en el período de 11 años, calculado por el modelo WAVEWATCHIII, es de ESE con ángulos que van desde 101.25 a 123.749 grados. (Tabla 23 y Figura 22). La ola que se aproxima del ESE, ocurre 57.8% del tiempo, con una altura de ola promedio de 0.75m y un período de ola de pico de 7.63s. Las olas energéticas superiores del 2%, tienen una altura media de 1.79 m y un período de ola en pico de 8.31. Dado que la ola que se aproxima del ESE ocurre más de la mitad del tiempo, es esencial que la medida de protección de la costa tenga un buen desempeño frente al ataque de la ola desde este ángulo.

El segundo ángulo más frecuente de ola incidente en el período de 11 años es de E con ángulos que van desde 78.75 a 101.249 grados. La ola E que se aproxima ocurre 29.6% del tiempo, con una altura de ola promedio de 0.91m y período de la ola en pico de 6.24s. Las olas energéticas superiores del 2% tienen una altura media de 2.17m y un periodo de ola de 8.20. La ola relativamente cercana que se aproxima del E tiene la mayor altura de ola promedio, así como la altura de ola del 2% superior. Por lo tanto, similar a la ola que se aproxima desde ESE, también es esencial que la medida de la protección de la costa funcione bien contra el ataque de la ola del Este. Vale la pena señalar que la ola alta muy infrecuente (menos del 0.1% del tiempo) de S, SSW y SW fue influenciada por el paso del Huracán Wilma. No representan condiciones de olas regulares.

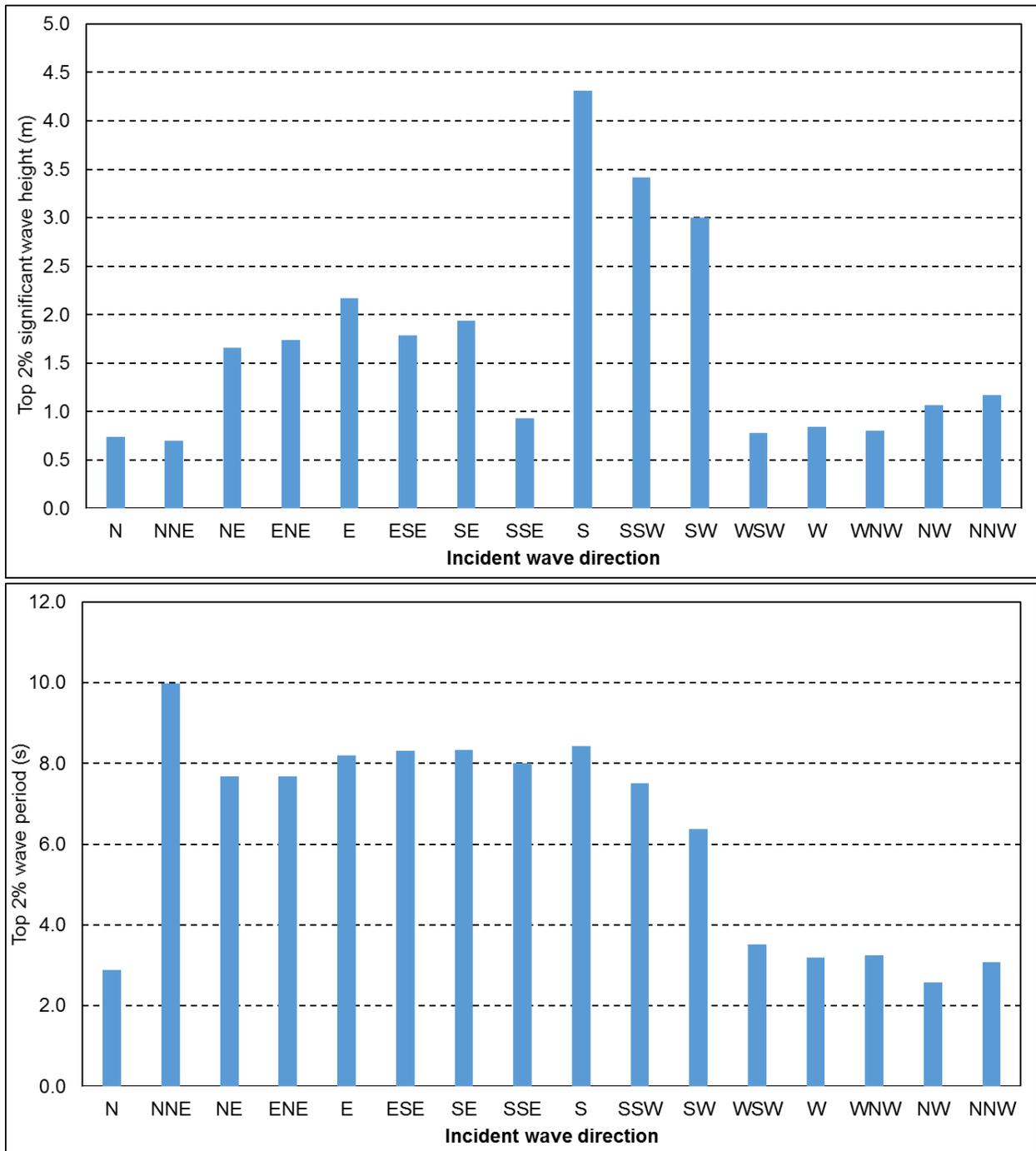
El tercer ángulo de ola incidente más frecuente en el período de 11 años es de ENE con ángulos que van desde 56.25 a 78.749 grados. La ola que se aproxima del ENE ocurre 6.7% del tiempo, con una altura de ola promedio de 0.82m y un periodo de ola en pico de 5.90s. Las olas energéticas superiores del 2%, tienen una altura media de 1.74m y un período de ola máxima de 7.68. Las olas que se aproximan del NE y SE ocurren 3.4% y 1.5% del tiempo, respectivamente.



**Figura 22. Frecuencia de ocurrencia de las olas que se aproximan de los 16 ángulos.**



**Figura 23. Promedio de altura de las olas y el período de olas en picos en términos de los 16 ángulos de las olas incidentes.**



**Figura 24. Promedio de la ola más alta del 2% y el período de ola en pico en términos de los 16 ángulos de ola incidente.**

En general, las olas que se aproximan de Este (ESE, E, ENE, NE y SE), como se mencionó más arriba, ocurren más del 99% del tiempo, aparentemente por el viento de baja latitud en esta

área. Dada la orientación NE-SW de la costa, la ola que se aproxima del Este conduciría un transporte persistente de arena de la costa hacia el suroeste (Figura 6). La medida de protección costera debe considerar este transporte de arena persistente hacia el oeste en la costa y debe asegurar que la playa restaurada no se erosionará debido al transporte neto en la costa.

La gran costa del Paradisus está sujeta a olas bastante energéticas. En promedio, las olas que se aproximan al Este pueden estar entre 0.7m a 1.0m de altura. Las olas superiores del 2% están entre 1.7m a 2.2m. Aunque se trata de olas de alta mar, como el proyecto de la playa no está bien protegida por la barrera de coral, se esperan olas relativamente enérgicas en la costa. Por lo tanto, la reducción de la energía de las olas utilizando arrecifes artificiales debe considerarse en el diseño de protección de la costa.



**Figura 25. Incidencia de las olas más frecuentes. Las olas que vienen del Este se aproximan a la costa en un ángulo oblicuo y conducen un transporte de sedimentos de la costa hacia el oeste.**

### Procesos de Playa Definidos por el modelo CMS-Wave

Los campos de ola en el área del proyecto fueron investigados usando el modelo CMS-Wave numérico (<http://cirp.usace.army.mil/wiki/CMS-Wave>). El modelo CMS-Wave fue desarrollado por el Cuerpo de Ingenieros del U.S Army de los Estados Unidos. Es un modelo de estado estable de transformación espectral bidimensional, que utiliza un esquema implícito de diferencia finita, con una marcha hacia adelante. Se calculan la refracción de las olas, el escamoteo, la reflexión, la difracción y la rotura. Esto hace que la CMS-Wave sea un modelo ideal para investigar el área del proyecto con batimetría complicada. El modelo CMS-Wave puede usar espectro de ola direccional medido o generar espectro de ola direccional utilizando parámetros de ola estadísticos, tales como altura de ola significativa, periodo de ola, ángulo de ola incidente, pico espectral y propagación direccional. Recientemente, la configuración de ola y el periodo previo se agregaron. Para este estudio, se utilizaron estadísticas de las condiciones de las olas derivadas de los datos de WAVEWATCHIII de 11 años, como entrada a CMS-Wave. Se generaron espectros de ola de tipo JONSWAP basados en la altura y la estadística del periodo de las olas.

El patrón de propagación de las olas en el área costera está significativamente influenciado por la batimetría de la costa. La detallada batimetría cerca de la costa que se extiende a la profundidad del agua a más de 30m, fue encuestado por este estudio. Con el fin de ilustrar claramente las características batimétricas en la costa, la Figura 27 se centra en el área con una profundidad de agua inferior a 10m. El sistema corto de arrecifes de 300 m de longitud se observa en la batimetría en la costa con una profundidad de agua de aproximadamente 1m. En la mayor parte de la zona costera, la profundidad del agua está entre 5m y 2m, excepto muy cerca de la playa. La pendiente en la costa esta ligeramente lejos del alta mar en el cabo al Este, como se ilustra por la amplia área de las aguas bajas. A lo largo de los dos lados del sistema de arrecifes, las profundidades del agua son relativamente más profundas de hasta 4.5m, mientras que hacia el norte del arrecife, una amplia área más superficial (~ 2.5 m de profundidad del agua) existe. Esta batimetría complicada tiene una influencia significativa en el patrón de propagación de la ola y en los procesos subsiguientes de la playa, como se discute a continuación.

La batimetría de toda la zona del proyecto se muestra en la Figura 8. Más allá de la profundidad del agua de 5m, las líneas de contorno son más o menos rectas y paralelas entre sí, lo que se sugiere una pendiente bastante uniforme. El área entre aproximadamente 7m a 35m está cubierta de arena. Las líneas de contorno rectas y paralelas, reflejan el banco de arena suavemente remojando hacia el mar. La arena que se utilizará para restaurar la playa del Paradisus será prestada de este banco de arena que se encuentra a 1km de la costa.

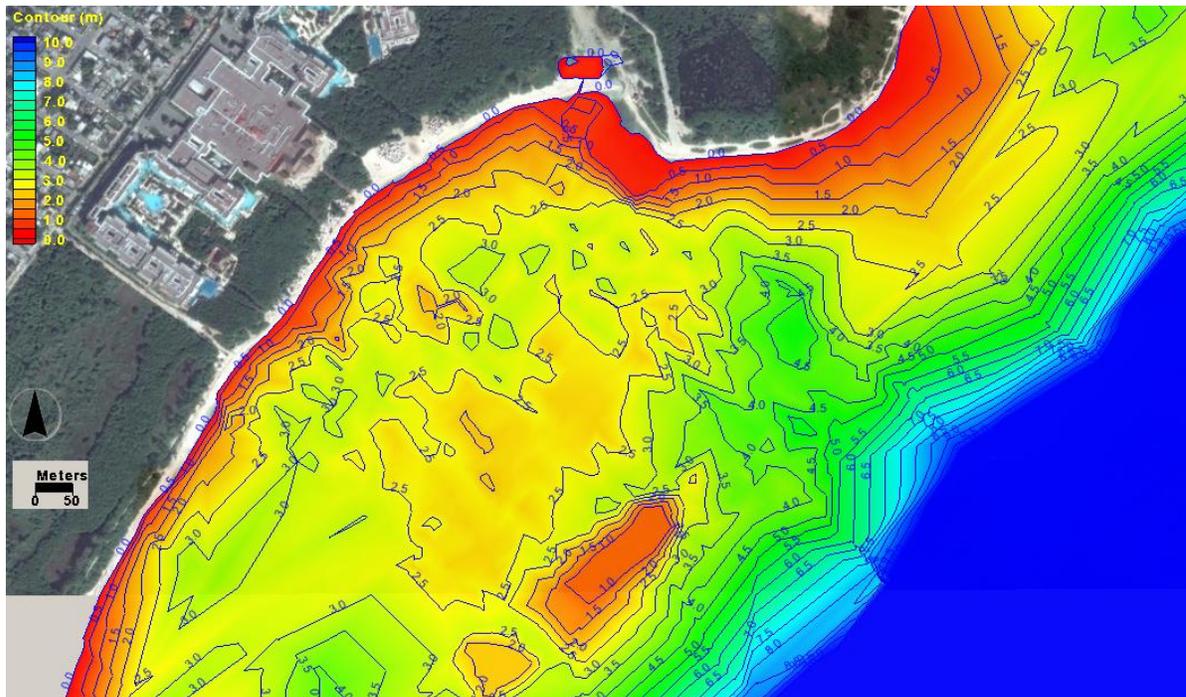


Figura 26. Batimetría en la costa del Paradisus. Tenga en cuenta el sistema de arrecifes en alta mar.

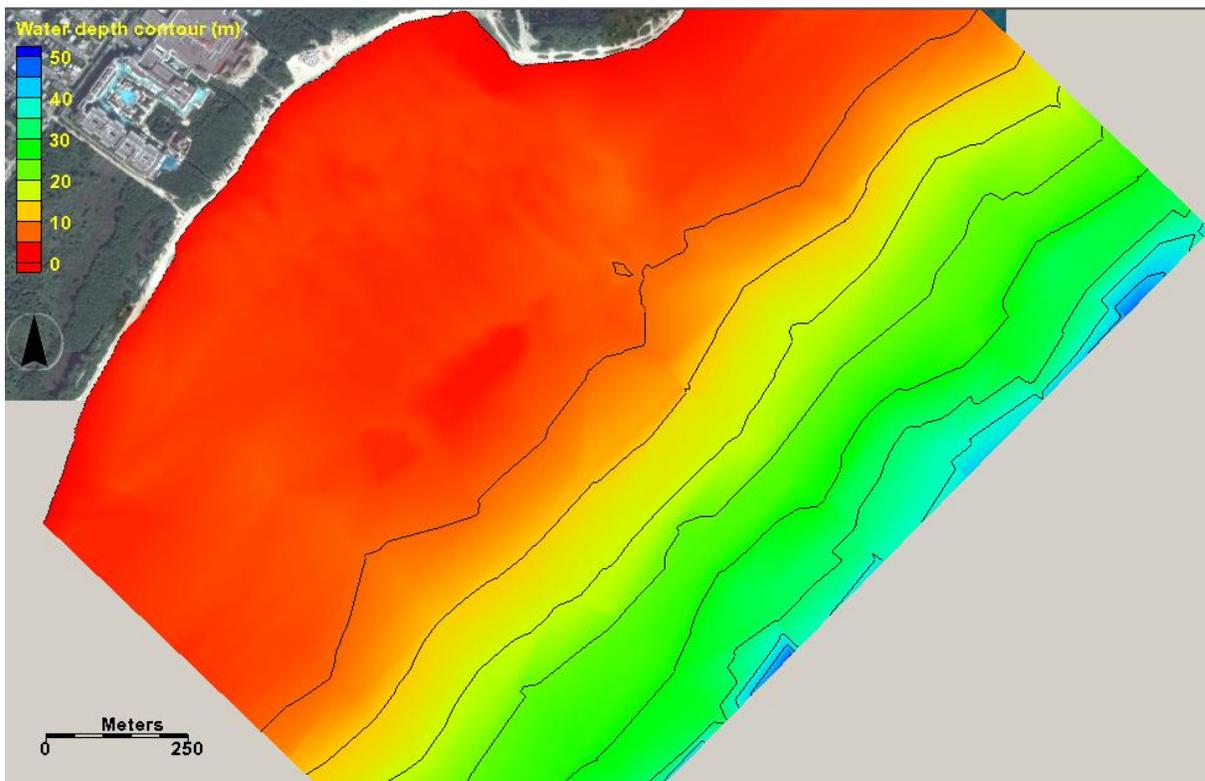


Figura 27. Batimetría mar adentro en el Paradisus.

Once de las 16 condiciones de ola estadística, destacadas en amarillo en la Tabla 22, se dirigen sobre todo en tierra y se modelan aquí usando CMS-WAVE. El resto de las olas están dirigidas al alta mar y no deberían tener ninguna influencia significativa en los procesos de la costa. Además, las olas dirigidas a alta mar ocurren muy raramente. Vale la pena resaltar que las olas incidentes del ESE y E son mucho más frecuentes que el resto de las condiciones ondulatorias, ocurriendo ligeramente más del 87% del tiempo, aparentemente relacionadas con el sentido del viento.

Las Figuras 28 a 38 ilustran los resultados del modelado de olas. La figura 28 ilustra el campo de ola asociado con la ola que se aproxima al norte. La ola incidente del norte tiende a ser pequeña y muy rara. Además, la ola que se acerca al norte se dirige en gran medida hacia alta mar. La refracción significativa de las olas ocurre cuando la ola se propaga hacia la playa (Figura 28). Una zona significativa de sombra es causada por la punta sobresaliente en el extremo noreste de la zona del proyecto. En general, la ola que se aproxima al norte juega un papel menor en la dinámica de la playa en el Paradisus. No se relaciona con los cambios de la playa y no debe ser un factor importante para el diseño de las medidas de protección de la playa.

La ola que se aproxima al NNE también ocurre muy raramente, y con ola de baja altura (Figura 29). La zona de sombra de olas en el cabo son menores que la ola que se aproxima al norte. En general, la ola que se aproxima al NNE también desempeña un papel muy secundario en los procesos de playa en el Paradisus y no debería ser un factor importante para el diseño de las medidas de protección de la playa.

La ola proveniente del NE se aproxima mucho más frecuentemente que las olas N y NNE. Se produce alrededor de 3.4% del tiempo y es más energético que las olas N y NNE (Figura 30). Además, la ola proveniente del NE se acerca paralelamente a la costa de Paradisus. Aunque se produce una refracción significativa de las olas a medida que se propaga hacia la costa, la ola todavía llega a la costa en un ángulo muy oblicuo. Esto puede conducir un transporte significativo de la arena de alta mar al oeste, lejos de la playa del Paradisus. La zona de sombra de la ola alrededor del cabo en el extremo noreste de la zona del proyecto crea una altura gradual de las olas a lo largo de la porción del lado Este de la playa del Paradisus, lo que resultaría en un transporte de arena gradual y entonces causaría una erosión en la playa a la deriva del apartado de tierra. Desde que la erosión de la playa en un determinado lugar es causado en particular por sedimentos transportados fuera de la playa que en la cantidad de arena que se transporta dentro de la playa. Además, la complicada batimetría en el área de estudio también tiene una influencia considerable en el patrón de propagación de las olas.

La altura gradual de las olas deben considerarse cuidadosamente en el diseño de protección de la costa.

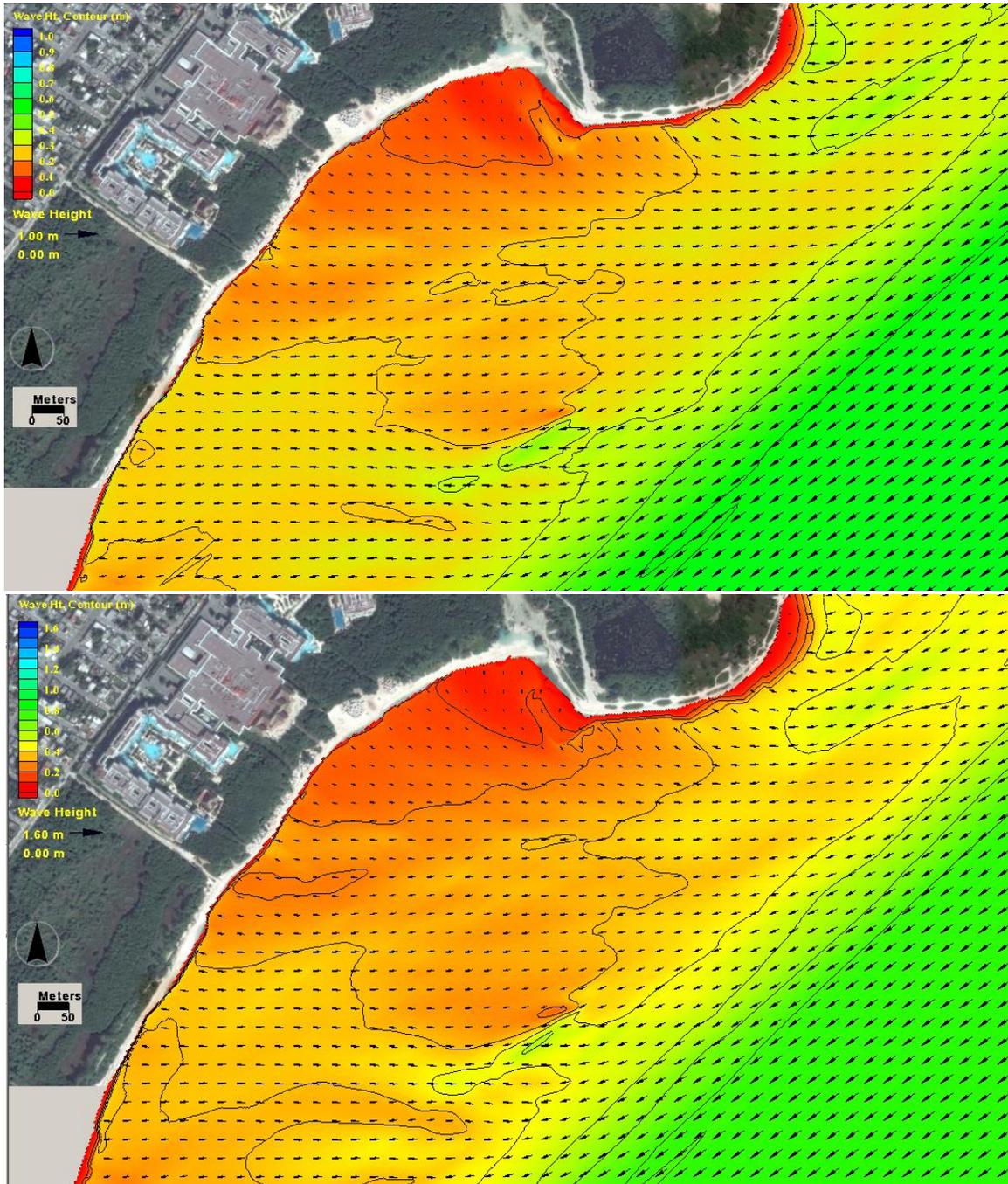


Figura 28. Campo de olas cerca de la costa bajo la ola que se aproxima del norte. Panel superior: condición promedio de ola con  $H_{sig}=0.52\text{m}$ ,  $T_p=2.74\text{s}$ . Panel inferior: promedio del 2% de la ola alta con  $H_{sig}=0.74\text{ m}$ ,  $T_p=2.89\text{ s}$ .

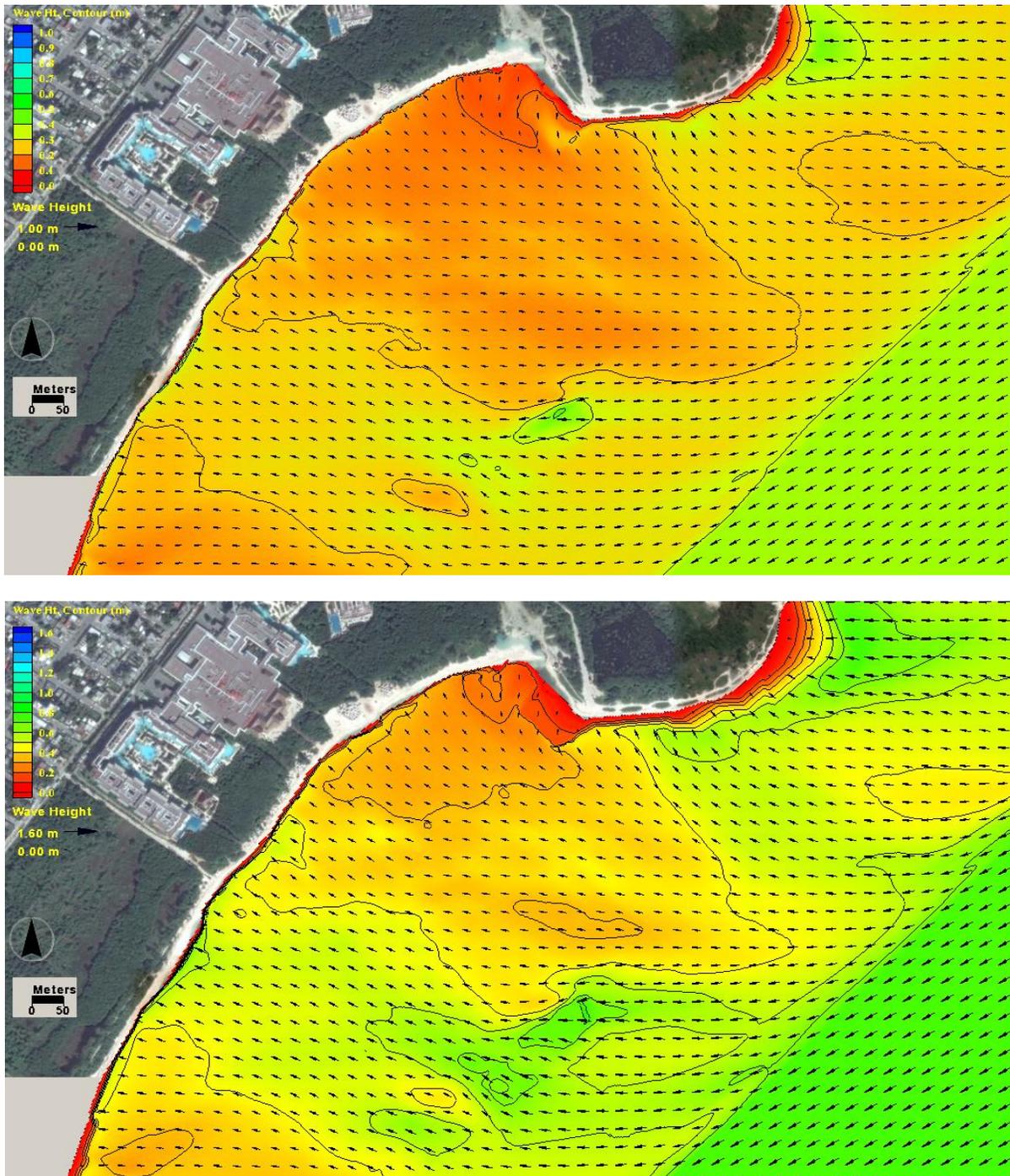


Figura 29. Campo de olas cerca de la costa bajo ola que se aproxima del NNE. Panel superior: condición promedio de ola con  $H_{sig}=0.35$  m,  $T_p=7.31$ . Panel inferior: promedio del 2% de la ola alta con  $H_{sig}=0.70$  m,  $T_p=9.98$  s.

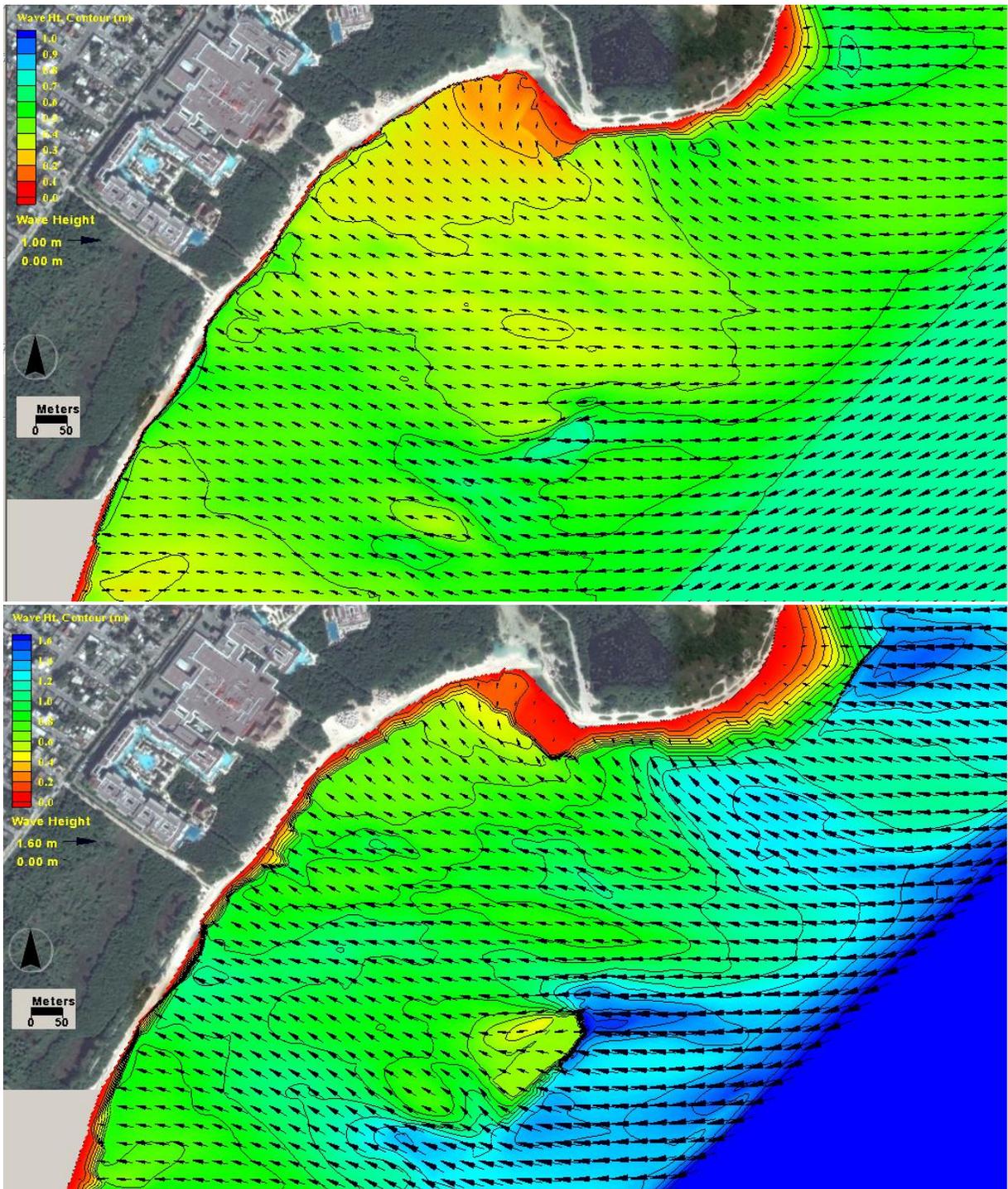


Figura 30. Campo de olas cerca de la costa bajo la ola que se aproxima del NE. Panel superior: condición promedio de ola con  $H_{sig}=0.67$  m,  $T_p=6.09$  s. Panel inferior: promedio del 2% de la ola alta con  $H_{sig}=1.66$  m,  $T_p=7.68$  s.

La ola que viene del ENE ocurre 6.7% del tiempo y se acerca a la playa Paradisus casi paralela a la costa. Similar a la ola NE, la ola ENE alcanza la costa en un ángulo muy oblicuo, lo que conduciría un transporte de arena en la costa oeste (Figura 31). El transporte gradual creado por el apartado de tierra sobresaliente, así como la complicada batimetría, deben ser cuidadosamente considerados en el diseño de las medidas de protección de la costa.

Las olas que se aproximan al Este y al ESE ocurren más del 87% del tiempo y también la ola con una altura relativamente mayor. Por lo tanto, los patrones de propagación de estas dos olas desempeñan un papel dominante en la dinámica de la playa de Paradisus y se discute con más detalle aquí. La difracción de la ola incidente alrededor del apartado de tierra en el extremo noreste del área del proyecto dio como resultado el crecimiento hacia el Este del mogote en la pequeña área del arroyo justo al oeste del apartado de tierra (Figuras 13 y 14). A corta distancia hacia el oeste, se produce una zona divergente. La playa estrecha se relaciona probablemente con la tendencia erosiva asociada con la zona divergente. La playa más ancha al oeste y al este de las zonas divergentes es el resultado probablemente del suministro de arena de la zona divergente. Mas o menos en el centro del Resort Paradisus, donde se encuentra el acceso a la playa, existe una ola con altura gradual causada en parte por la sombra del apartado de tierra en parte por la difracción de las olas alrededor del sistema de arrecifes. La altura gradual de la ola es particularmente evidente bajo condiciones de ola energética (Figura 13 y panel inferior 14). La ola relativamente más alta a lo largo de la playa al oeste del acceso a la playa, es responsable de que la playa sea estrecha a lo largo de ese estiramiento. La arena erosionada de este tramo de la playa es transportada al oeste por la ola oblicua. Por lo tanto, para mitigar la erosión de la playa a lo largo de este tramo de la playa, es necesario evitar que cantidad excesiva de arena sea transportada hacia el oeste.

Como se discute en la siguiente sección, se propone un proyecto de restauración de la playa para restaurar 30-40m de ancho de la playa Paradisus. Debido al transporte persistente hacia el oeste de la costa y al transporte gradual causado por las características de batimetría de la tierra y la costa, se instalará una estructura terminal al final del proyecto de restauración y algunos arrecifes artificiales para retener la playa restaurada y brindar protección adicional contra las olas altas de las tormentas.

En resumen, los patrones de propagación de ola para las olas dominantes del Este y ESE, según lo calculado por el modelo CMS-WAVE, se correlacionan bastante bien con la tendencia actual de los cambios en las playas. En otras palabras, los campos ondulatorios mostrados en las Figuras 32 y 33 son las condiciones dominantes y son en gran parte responsables de la erosión y acreción de la playa en el Paradisus Resort. El diseño de las

medidas de protección de la costa como se describe en la sección siguiente se basa en el entendimiento de los procesos de la playa descritos arriba.

Las olas que inciden de los soportes angulares, es decir, SE, SSE, S, SSW y SW (Figuras 34 a 38), ocurren muy raramente y no juegan un papel significativo en el proceso de playa en Paradisus. Vale la pena señalar que las olas muy raras y anormalmente altas de S, SSW y SW están relacionadas con el enfoque muy específico del huracán Wilma en 2005. No representan condiciones normales y la probabilidad de que otra tormenta se aproximaría de manera idéntica a Wilma no es alta. En el siguiente diseño de las medidas de protección de la costa, estas olas no son consideradas como un factor dominante.

Basado en la explicación anterior de los procesos de la playa indicados a partir del modelo CMS-WAVE, la medida de propuesta de protección a la costa debe considerar y resolver los siguientes procesos clave de la playa:

1. La zona divergente asociada con la difracción / refracción de la ola alrededor del apartado de tierra y la inversión local del transporte de arena de la costa.
2. La zona divergente asociada con la ola sombreada por el apartado de tierra y la difracción alrededor de la corta barrera de arrecife.
3. El transporte de arena persistente hacia el oeste de la costa.
4. Condiciones relativas de olas energéticas debido a la falta de protección general de las olas por las barreras de los arrecifes naturales.

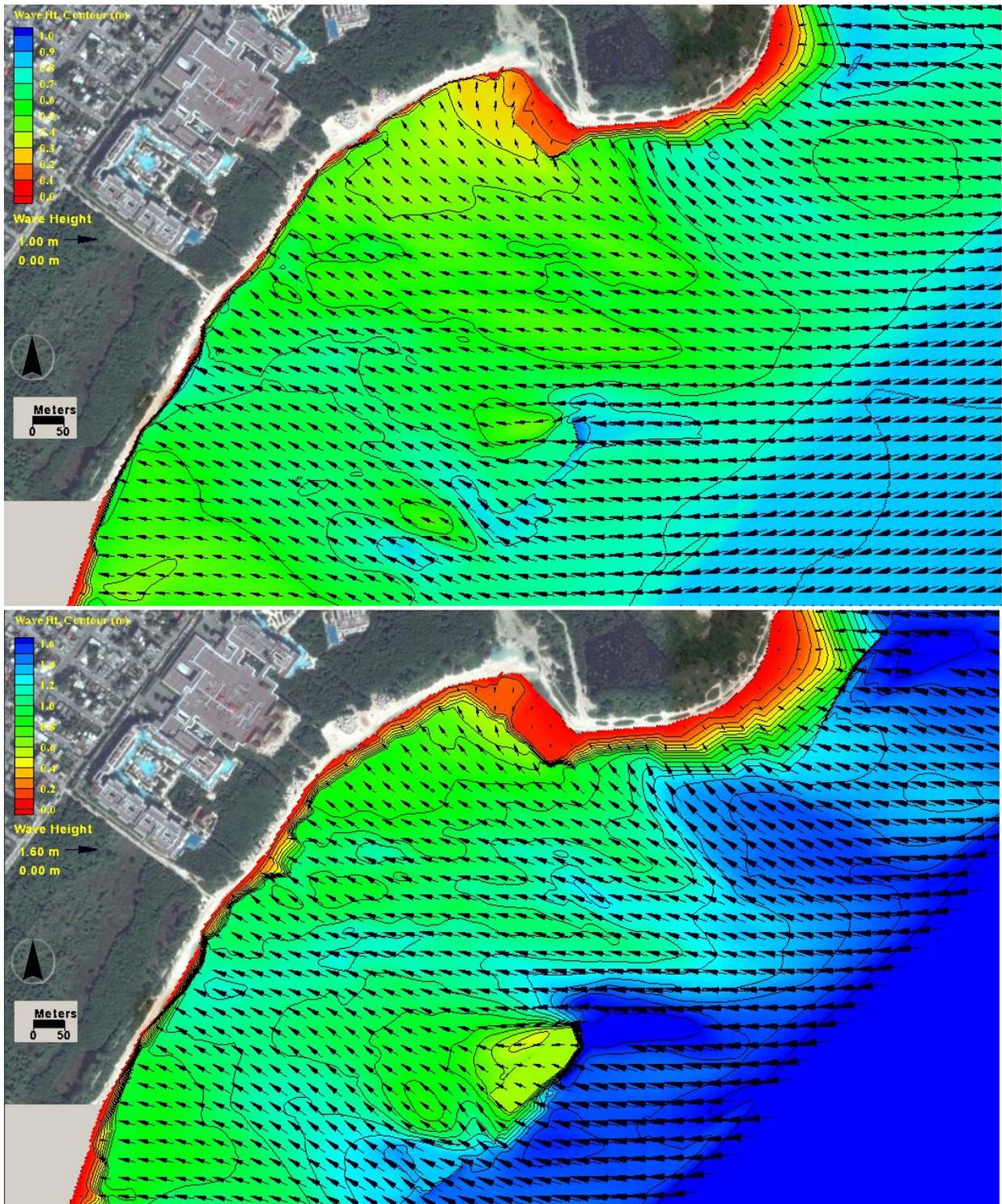


Figura 31. Campo de ola costera bajo la ola aproximándose de ENE. Panel superior: condición promedio de ola con  $H_{sig}=0.82\text{m}$ ,  $T_p=5.90\text{s}$ . Panel inferior: promedio del 2% de la ola alta con  $H_{sig}=1.74\text{m}$ ,  $T_p=7.68\text{s}$ .

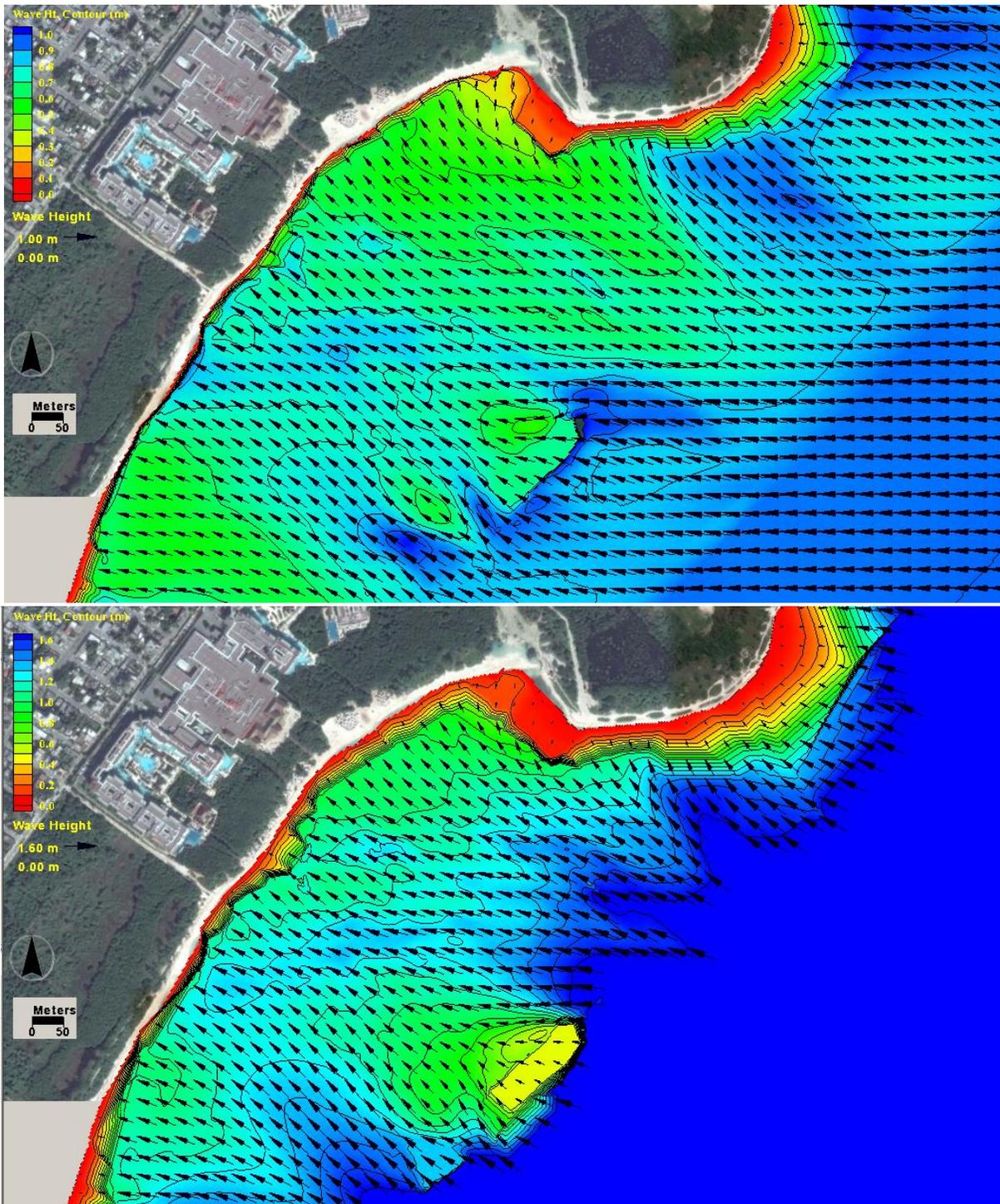


Figura 32. Campo de ola costera bajo la ola de aproximación del Este. Esta es la segunda ola que ocurre con más frecuencia en 29.6% de las veces. Panel superior: condición promedio de ola con  $H_{sig}=0.91\text{m}$ ,  $T_p=6.24\text{s}$ . Panel inferior: promedio del 2% de la ola alta con  $H_{sig}=2.17\text{m}$ ,  $T_p=8.20\text{s}$ .

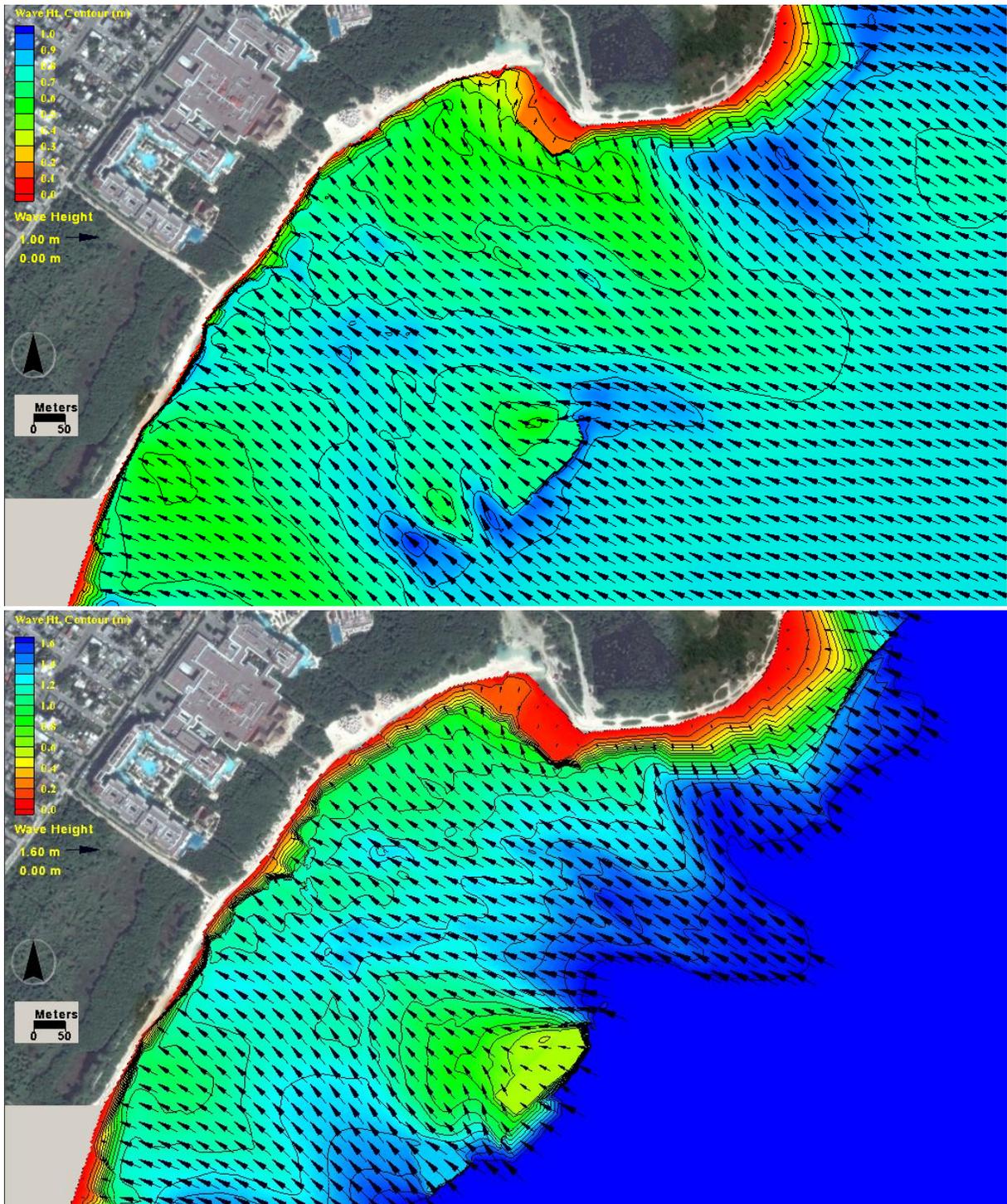


Figura 33. Campo de ola costera bajo ola aproximándose del ESE. Esta es la ocurrencia más frecuente el 57.8% de las veces. Panel superior: condición promedio de ola con  $H_{sig}=0.67m$ ,  $T_p=6.09s$ . Panel inferior: promedio del 2% de la ola alta con  $H_{sig}=1.66m$ ,  $T_p=7.68s$ .

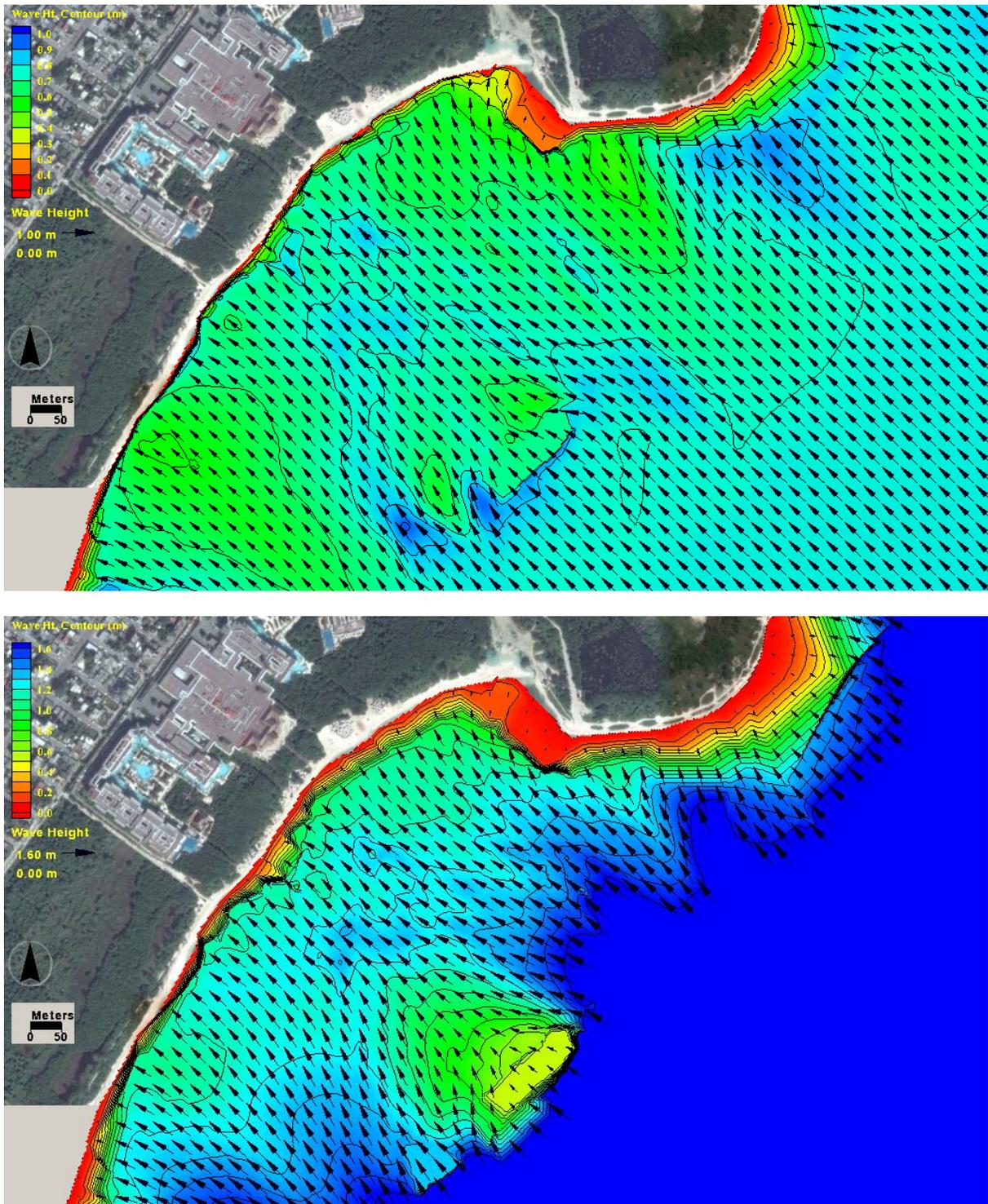


Figura 34. Campo de ola costera bajo ola aproximándose del SE. Panel superior: condición promedio de ola con  $H_{sig}=0.74\text{m}$ ,  $T_p=5.78\text{s}$ . Panel inferior: promedio del 2% de la ola alta con  $H_{sig}=1.94\text{m}$ ,  $T_p=8.34\text{s}$ .

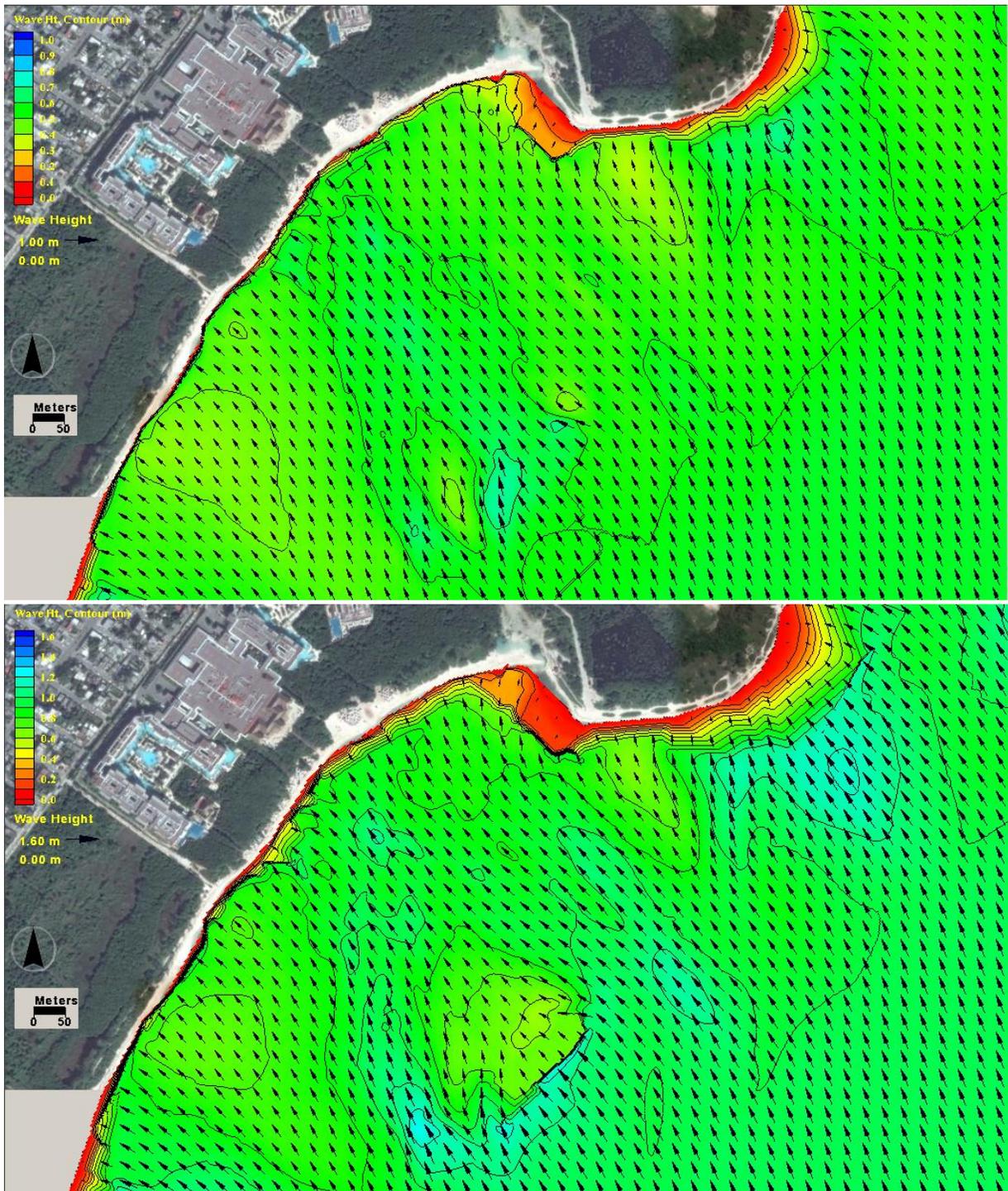


Figura 35. Campo de ola costera bajo ola aproximándose del SSE. Panel superior: condición promedio de ola con  $H_{sig}=0.54\text{m}$ ,  $T_p=4.79\text{s}$ . Panel inferior: promedio del 2% de la ola alta con  $H_{sig}=0.93\text{m}$ ,  $T_p=8.01\text{s}$ .

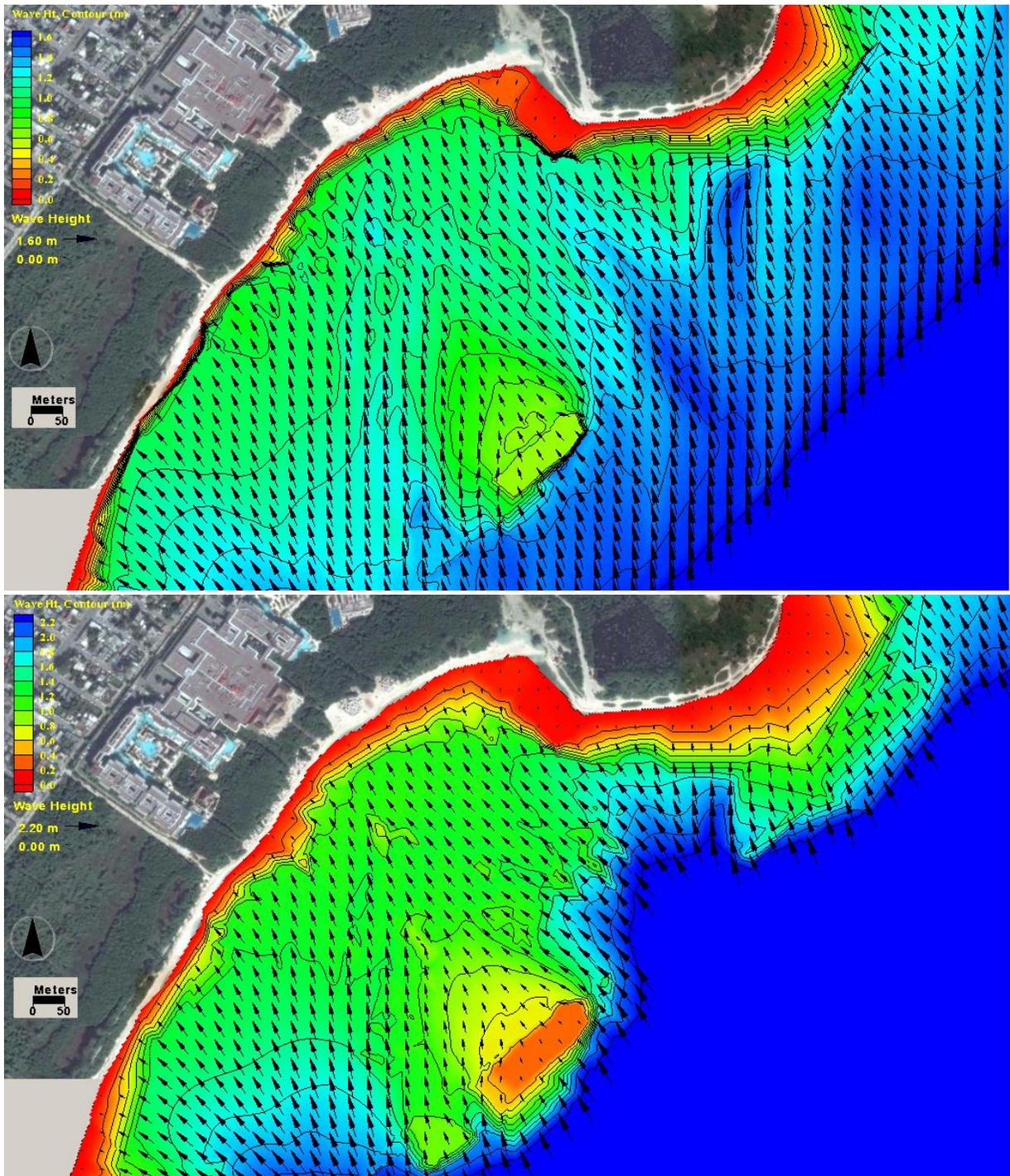


Figura 36. Campo de ola costera bajo ola aproximándose del Sur. Panel superior: condición promedio de ola con  $H_{sig}=1.64m$ ,  $T_p=5.39s$ . Panel inferior: promedio del 2% de la ola alta con  $H_{sig}=4.31m$ ,  $T_p=8.42s$ . La ola incidente de esta dirección es muy rara a 0.06%. La ola alta de esta dirección fue influenciada por el huracán Wilma.

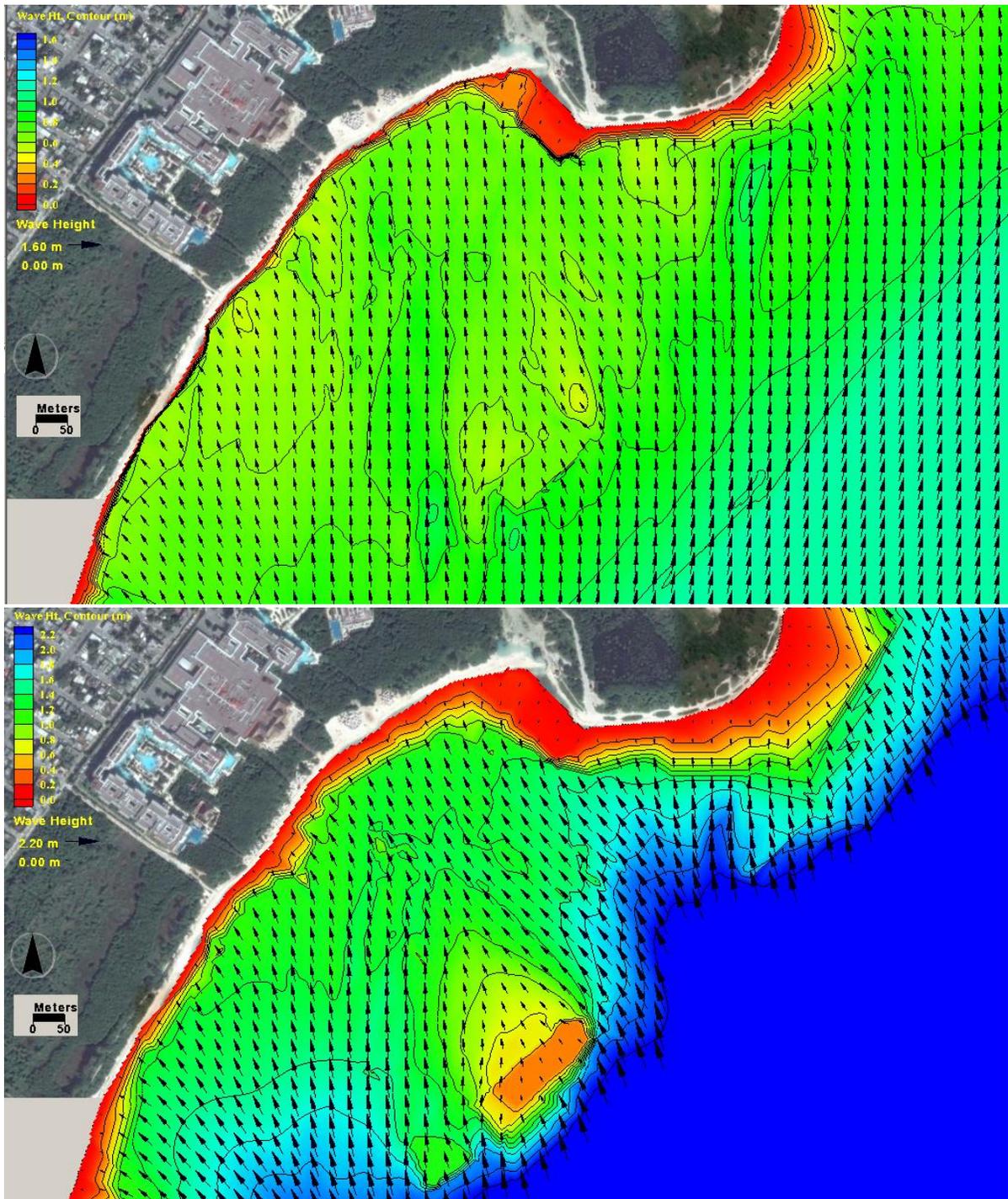


Figura 37. Campo de ola costera bajo ola aproximándose del SSW. Panel superior: condición promedio de ola con  $H_{sig}=1.06m$ ,  $T_p=3.95s$ . Panel inferior: promedio del 2% de la ola alta con  $H_{sig}=3.42m$ ,  $T_p=7.50s$ . La ola incidente de esta dirección es muy rara a 0.03%. La ola alta de esta dirección fue influenciada por el huracán Wilma.

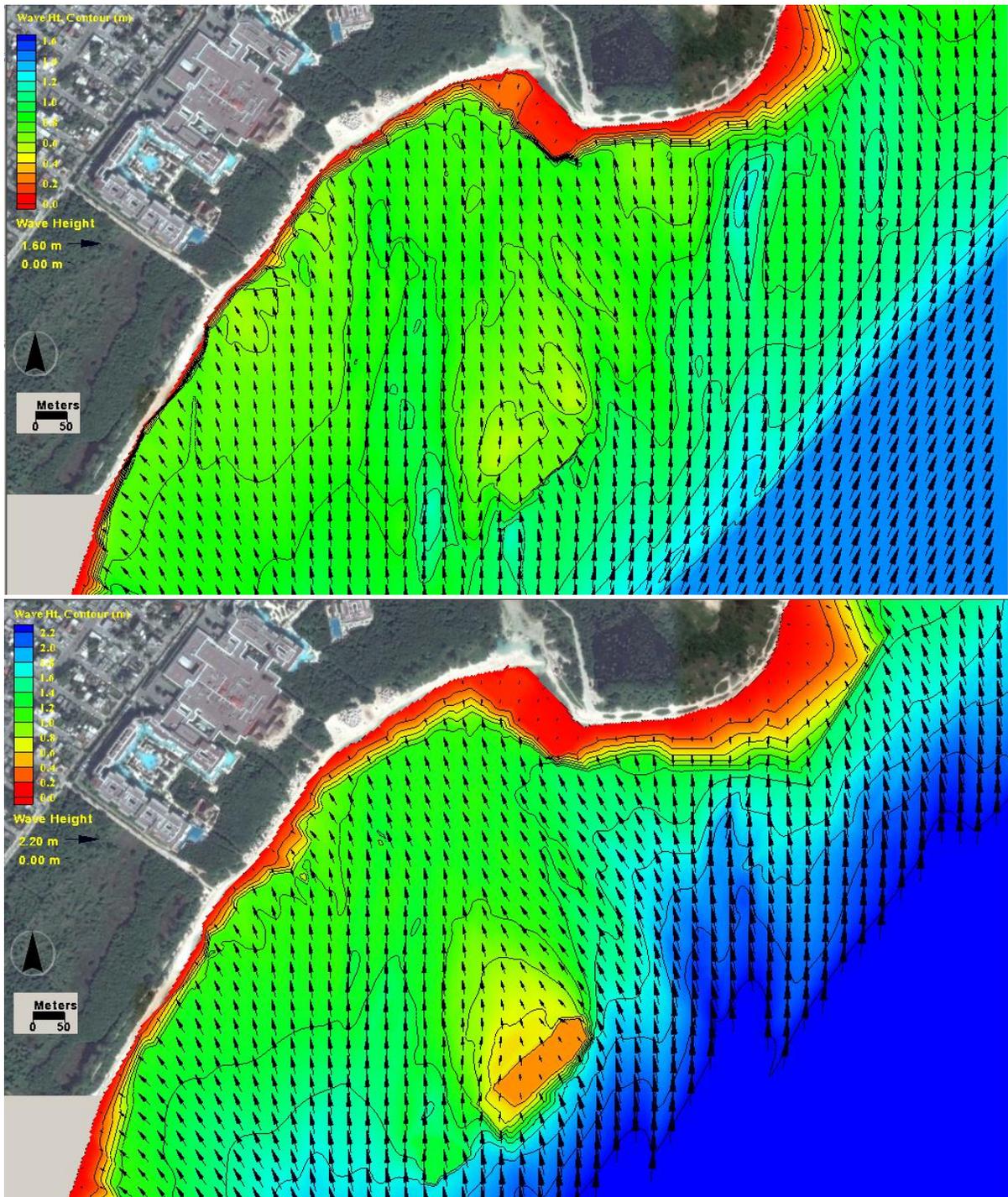


Figura 38. Campo de ola costera bajo ola aproximándose de SW. Panel superior: condición promedio de ola con  $H_{sig}=1.39\text{m}$ ,  $T_p=4.85\text{s}$ . Panel inferior: promedio del 2% de la ola alta con  $H_{sig}=3.00\text{m}$ ,  $T_p=6.38\text{s}$ . La ola incidente de esta dirección es muy rara ocurriendo a 0.02% del tiempo. La alta ola de esta dirección fue influenciada por el huracán Wilma.

#### IV.1.1.1.13. Condiciones físicas del Banco de arena y Calidad de la Arena.

Las investigaciones de los sitios de préstamo fueron realizadas dos veces por buzos. Durante la primera investigación, los buzos nadaron alrededor del sitio del préstamo y realizaron observaciones visuales sobre las características del fondo, particularmente en lo que respecta a la presencia de pasto marino y la comunidad bentónica. Las observaciones submarinas confirmaron la ausencia de pastos marinos como fue evidente desde la vista aérea. La zona diseñada del préstamo se encuentra en dirección a la cama de pastos marinos en el mar. La Figura 39 es una foto subacuática tomada en la ubicación de un núcleo de muestra cerca del borde de tierra del pozo del préstamo en el centro del área. No hay vegetación presente en el sitio del préstamo.



**Figura 39. Foto subacuática de la ubicación del núcleo 3 en el sitio del préstamo, sin vegetación. Esto representa un caso típico en toda la zona.**

Los tres núcleos de sedimentos, se tomaron en el área del préstamo. Los objetivos de la extracción de sedimentos es asegurar que haya al menos una capa de arena de 0,6m de espesor en la zona del préstamo y la arena sea compatible con la arena del proyecto de la playa del Paradisus. La figura 40 muestra la foto de los tres núcleos de sedimento. Los tres núcleos fueron más profundo que los 0.6m debajo de la superficie. Los núcleos no penetraron toda la capa de arena en la zona del préstamo, lo que sugiere que la arena es más

gruesa que 0.6m. El sedimento en los núcleos es todo de arena y es muy similar, en términos de color y tamaño de grano, a la arena de la playa de Paradisus.

Como se analiza en lo siguiente, hay una cantidad adecuada de arena en la zona del préstamo para la restauración de la playa. La arena en el sitio del préstamo es idéntica a la arena en la playa. De hecho, basándose en observaciones hechas durante la operación de extracción, es muy probable que la capa de arena en la zona del préstamo sea mucho más gruesa que 0.6m. En otras palabras, la propuesta de restauración de la playa en el Paradisus utilizará sólo una pequeña fracción de arena de playa disponible en la zona del préstamo.

En resumen, la base de los resultados de modelado de olas y la investigación submarina en el sitio del préstamo y a lo largo de la playa del Paradisus, la pequeña cantidad de extracción de arena no tendrá ninguna influencia en el campo ondulatorio de la costa y posteriormente en los procesos de playa. No hay vegetación presente en el sitio del préstamo y por lo tanto, el préstamo de arena tendrá un impacto mínimo en el hábitat del pasto marino. La arena en el sitio del préstamo es idéntica a la arena en la playa del Paradisus. La capa de arena en el sitio del préstamo es más gruesa, probablemente mucho más gruesa, que la profundidad del dragado propuesto de 0.6m. La restauración de la playa en el sitio del Paradisus sólo utilizará una pequeña porción de arena de playa en la zona del préstamo.

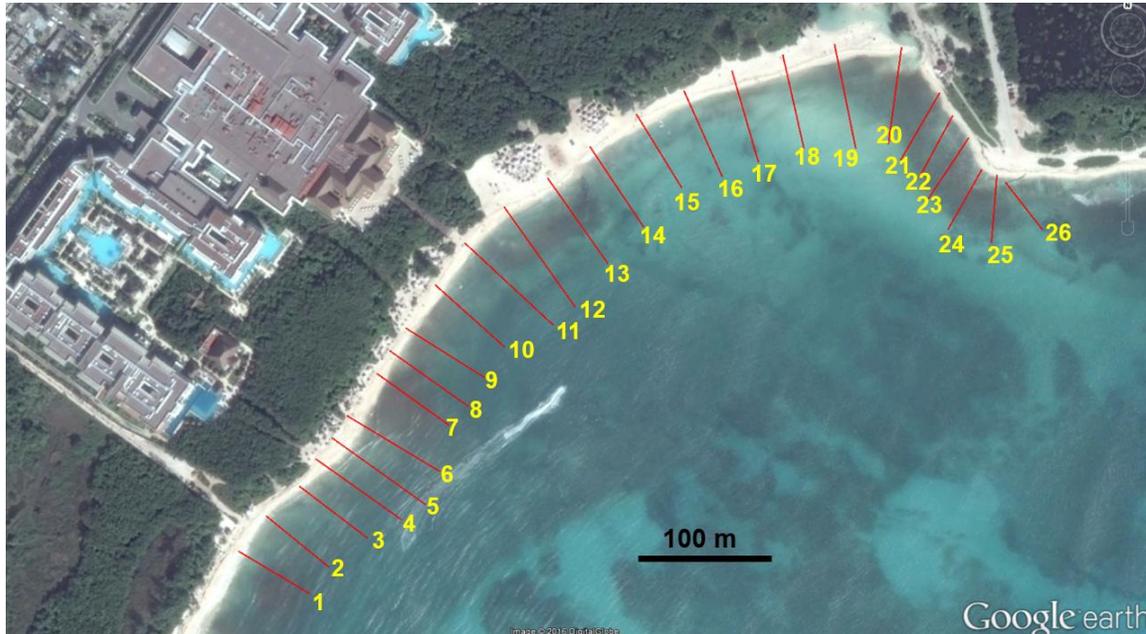


**Figura 40. Fotos de sedimentos tomadas del sitio del préstamo. La arena del sitio es compatible con la arena de la playa en el Paradisus.**

#### **IV.1.1.1.14. Perfiles de la zona de playa a restaurar.**

Para el diseño de la restauración de la playa, una encuesta detallada del perfil de la playa fue conducida a lo largo de la playa del Paradisus. Un total de 26 perfiles de playa fueron encuestados por este estudio (Figura 41). Basándose en los resultados del modelado de olas, la parte Este del área del proyecto de la línea 17 hasta la línea 20 está bien protegida por el apartado de tierra. De hecho, la difracción / refracción de las olas alrededor de la costa dieron lugar a una inversión local del transporte de la arena a lo largo del mar de Este hacia el Este. Este transporte hacia el Este, es el proceso que conduce al desarrollo y crecimiento

del mogote de arena y el banco de arena (~ 0,5 m de profundidad) y hacia el mar en las líneas 18 y 19. Por lo tanto, dada la tendencia de acreción, no es necesario restaurar la Sección de la playa de la línea 17 a la línea 20.



**Figura 41. Perfiles de playa encuestados en el sitio del proyecto Paradisus. Se propone una restauración de la playa entre la línea 1 y la línea 17.**

La playa entre las líneas de encuesta 1 y 17 es bastante estrecha y está ilustrando una tendencia erosiva (Figura 41). Se propone una restauración de playa para restaurar esta sección de la playa. El diseño detallado del relleno de la playa en cada línea de observación se ilustra en las Figuras 35 a 51. La elevación superior de la restauración propuesta para la playa está a 1m sobre el nivel del mar. Esto representa aproximadamente la elevación de la playa relativamente ancha en las líneas 12 y 13 (Figura 41), lo que sugiere que esto representa la elevación natural de la playa. La restauración de la playa extenderá inicialmente la playa seca (en una elevación de 1m) 40m hacia el mar. La pendiente de construcción del relleno de la playa es de 1:4. Esta pendiente construida artificialmente se equilibrará mediante el forzamiento natural de las olas. La playa equilibrada tendrá una pendiente más suave que es similar a la pendiente a lo largo de la playa actual. Este proceso de equilibrio dará lugar a una cierta pérdida de la arena colocada inicialmente en la playa seca y un desplazamiento hacia la costa. Esto es parte del diseño de la restauración de la playa, llamado proporción del exceso de relleno. Se prevé que la playa equilibrada tendrá una playa seca de aproximadamente 30m de ancho y una pendiente de la costa que es similar a la playa natural.

Debido a la erosión natural de la playa entre las líneas 1 y 17, el fondo fangoso y las rocas están expuestas actualmente en algunos lugares de la costa, como puede verse en la foto aérea (Figura 41). Basado en la investigación de campo, el fondo fangoso se compone de turba de mangle compactada. La calidad del agua y la visibilidad en estas áreas son notablemente más pobres en comparación con el área con fondo arenoso, tal como en las proximidades de las líneas 18 y 19. Esto es causado por la mayor concentración de materiales finos suspendidos en la columna de agua. El sustrato rocoso en el área costera representa un peligro potencial para los nadadores. La propuesta de restauración de la playa cubrirá las rocas cerca de la costa y el sustrato fangoso con la arena de la playa. Esto probablemente mejorará la calidad del agua y la seguridad de los nadadores en estas áreas.

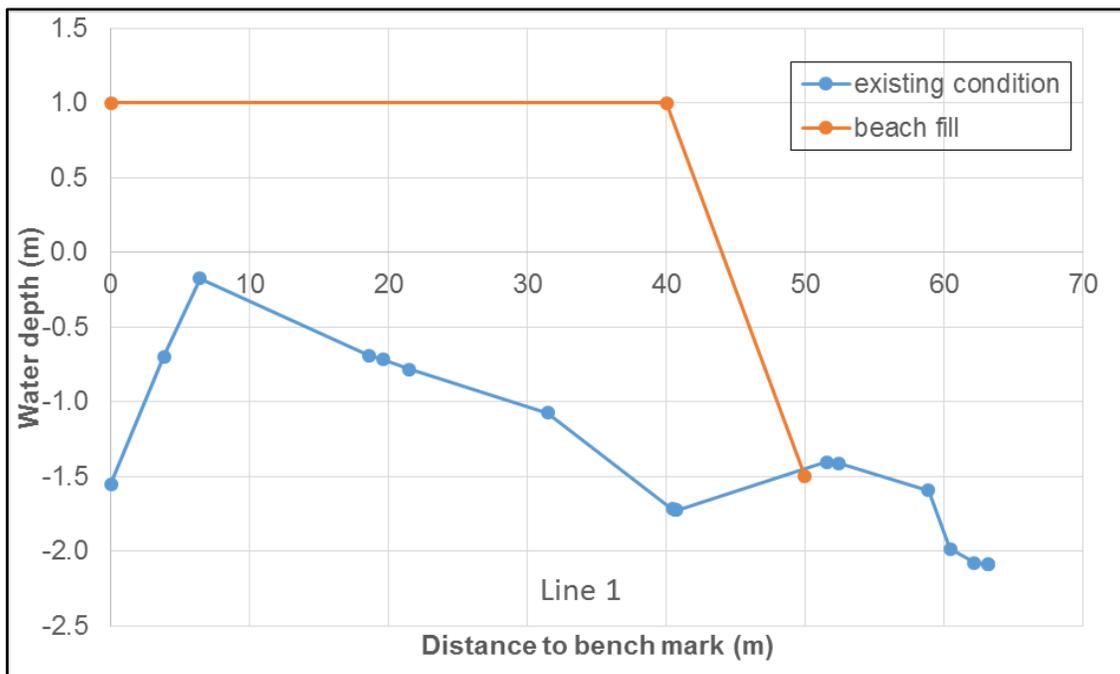


Figura 42. Perfil de playa en línea 1 (línea azul) y el diseño de relleno de la playa (línea roja).

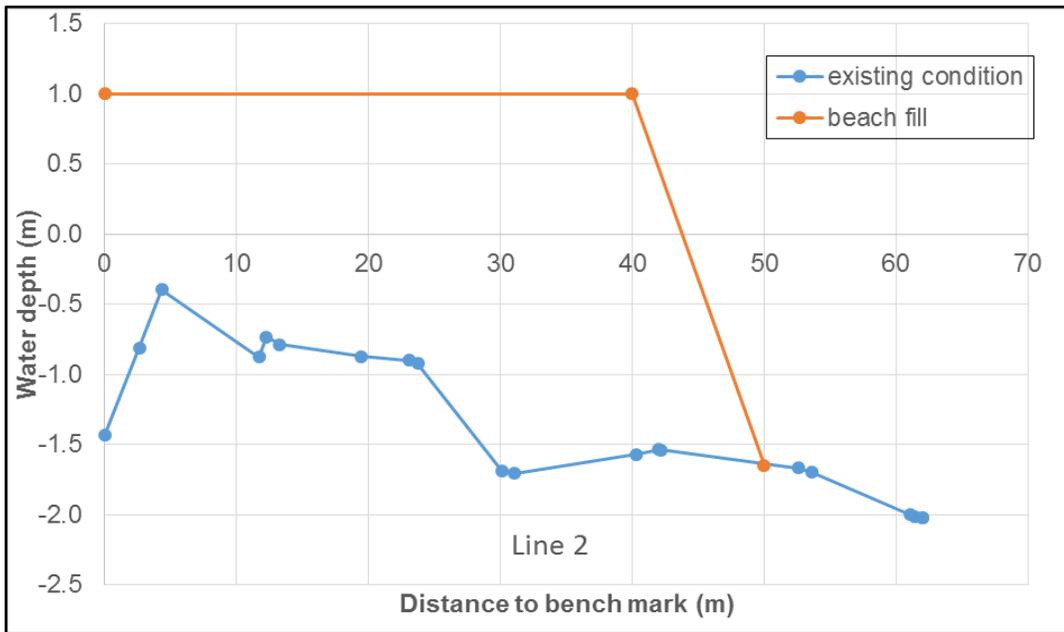


Figura 43. Perfil de la playa en la línea 2 (línea azul) y el diseño de relleno de la playa (línea roja).

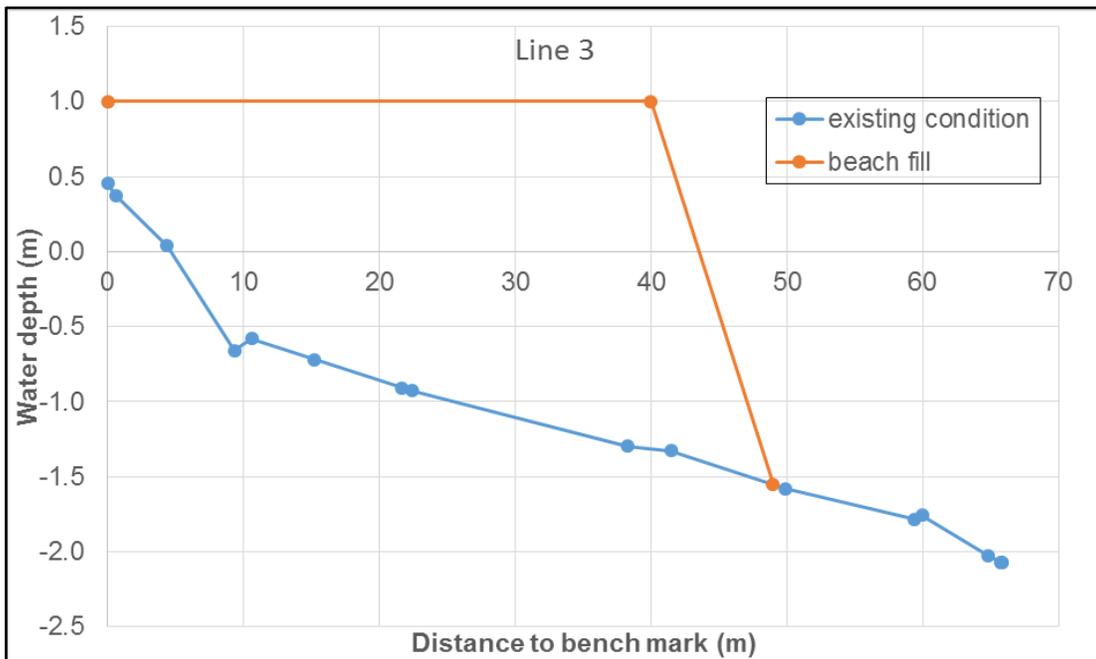
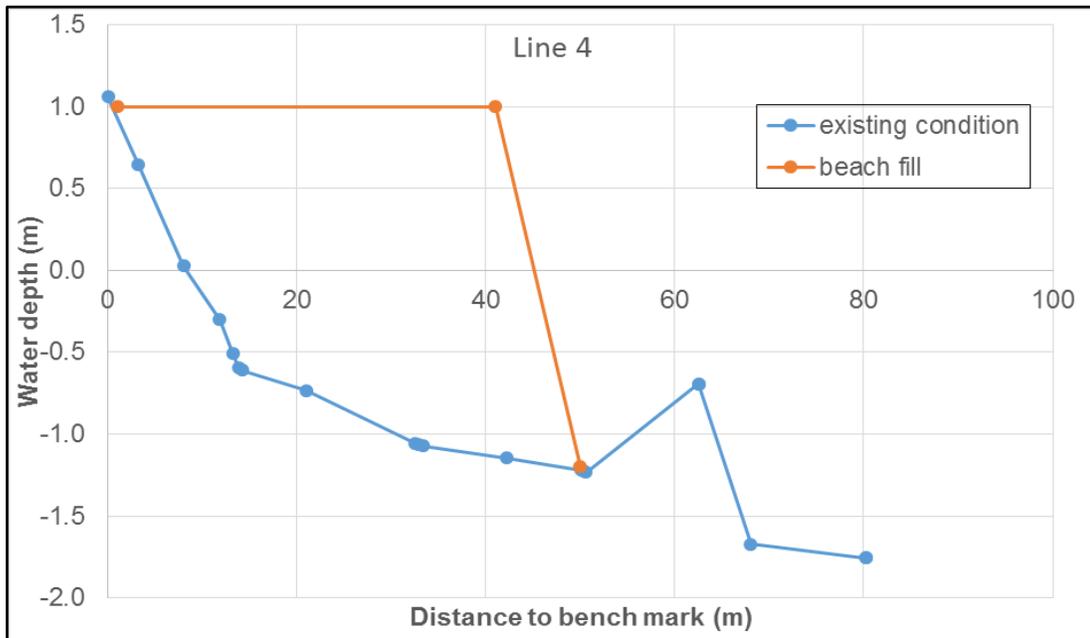
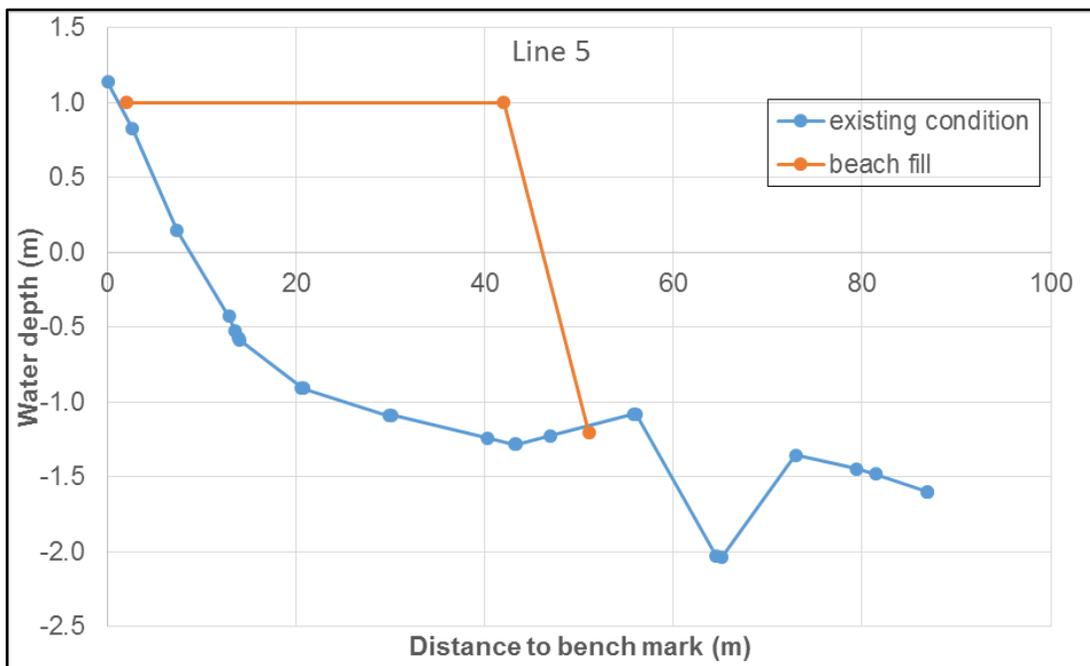


Figura 44. Perfil de la playa en línea 3 (línea azul) y el diseño de relleno de la playa (línea roja).



**Figura 45.** Perfil de la playa en línea 4 (línea azul) y el diseño de relleno de la playa (línea roja).



**Figura 46.** Perfil de la playa en línea 5 (línea azul) y el diseño de relleno de playa (línea roja).

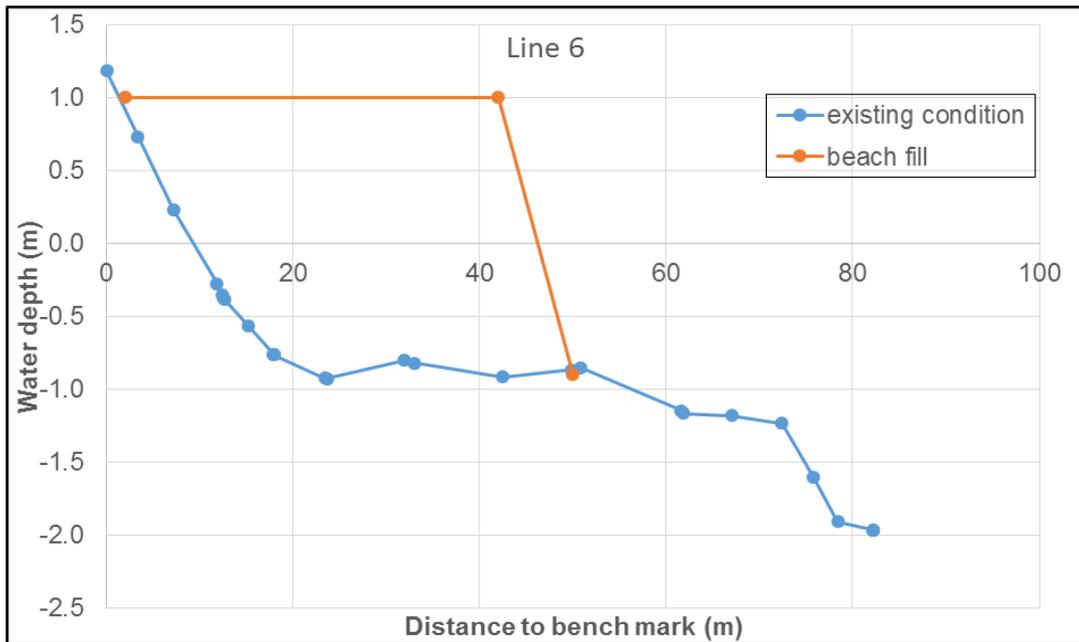


Figura 47. Perfil de la playa en la Línea 6 (línea azul) y el diseño de relleno de la playa (línea roja).

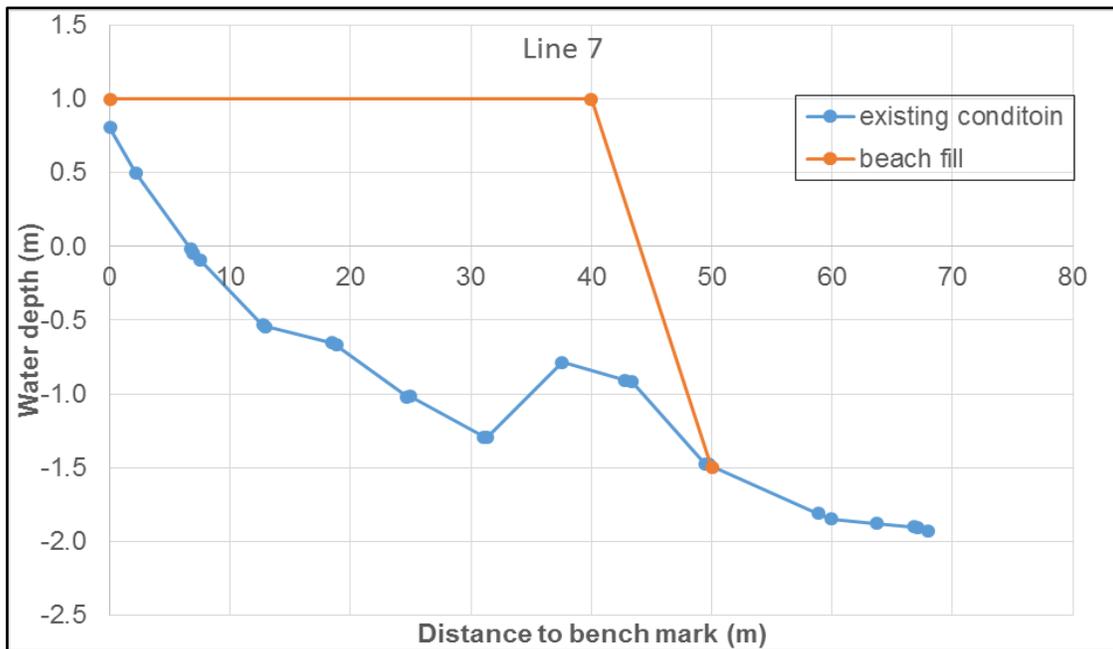


Figura 48. Perfil de la playa en línea 7 (línea azul) y el diseño de relleno de la playa (línea roja).

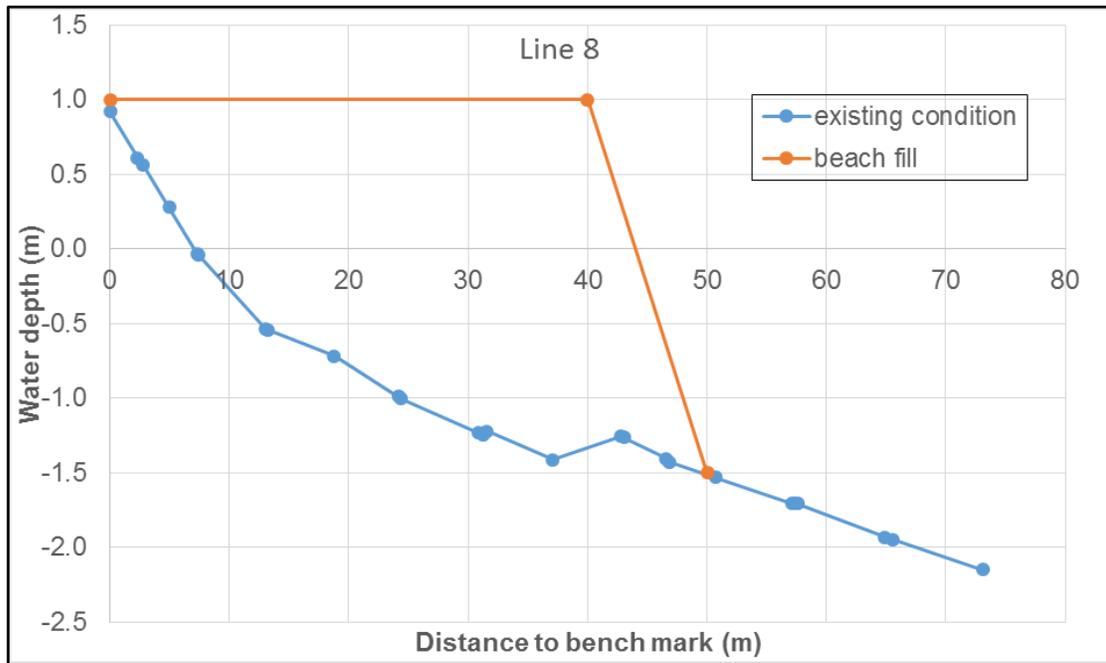


Figura 49. Perfil de la playa en la Línea 8 (línea azul) y el diseño de relleno de la playa (línea roja).

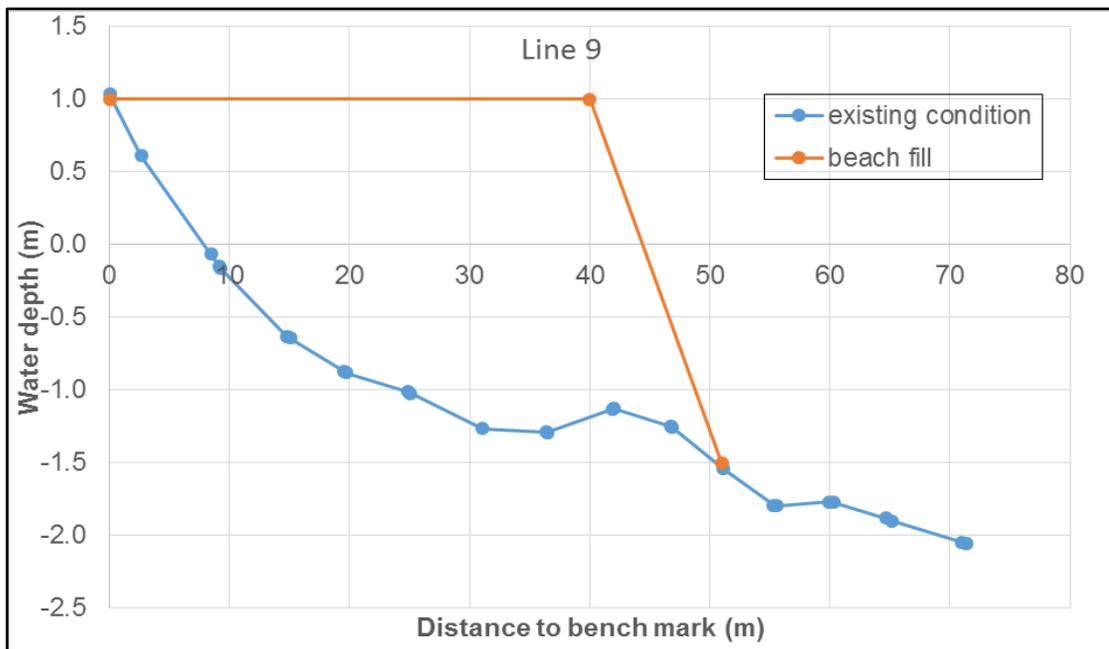


Figura 50. Perfil de la playa en línea 9 (línea azul) y el diseño de relleno de playa (línea roja).

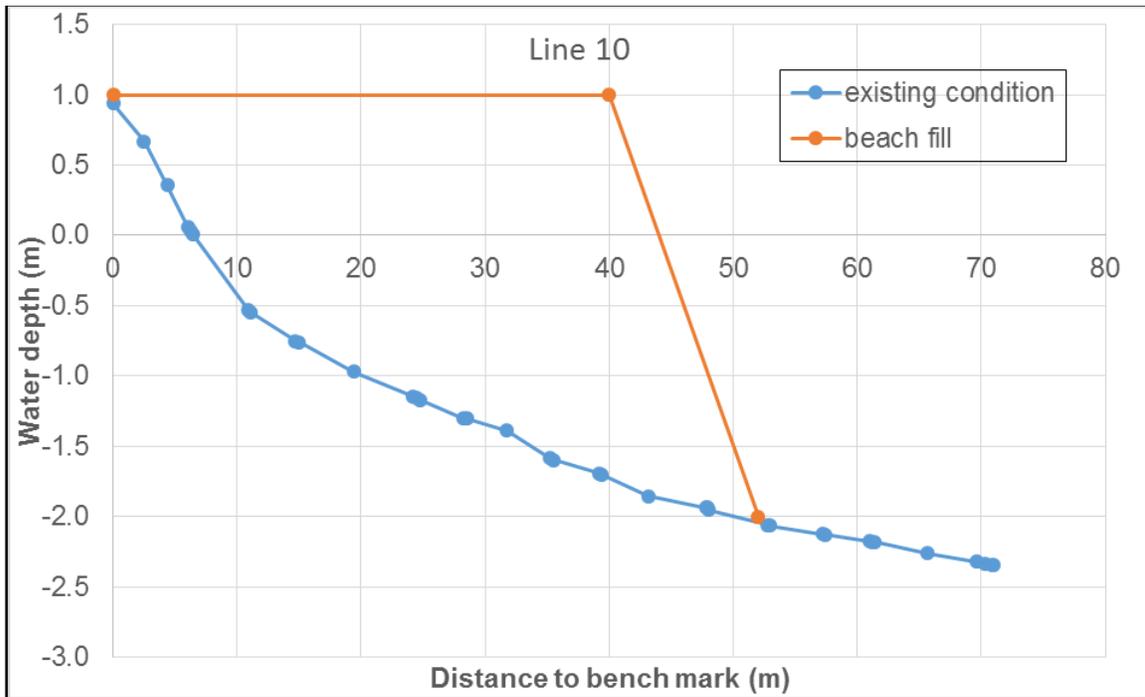


Figura 51. Perfil de la playa en línea 10 (línea azul) y el diseño de relleno de playa (línea roja).

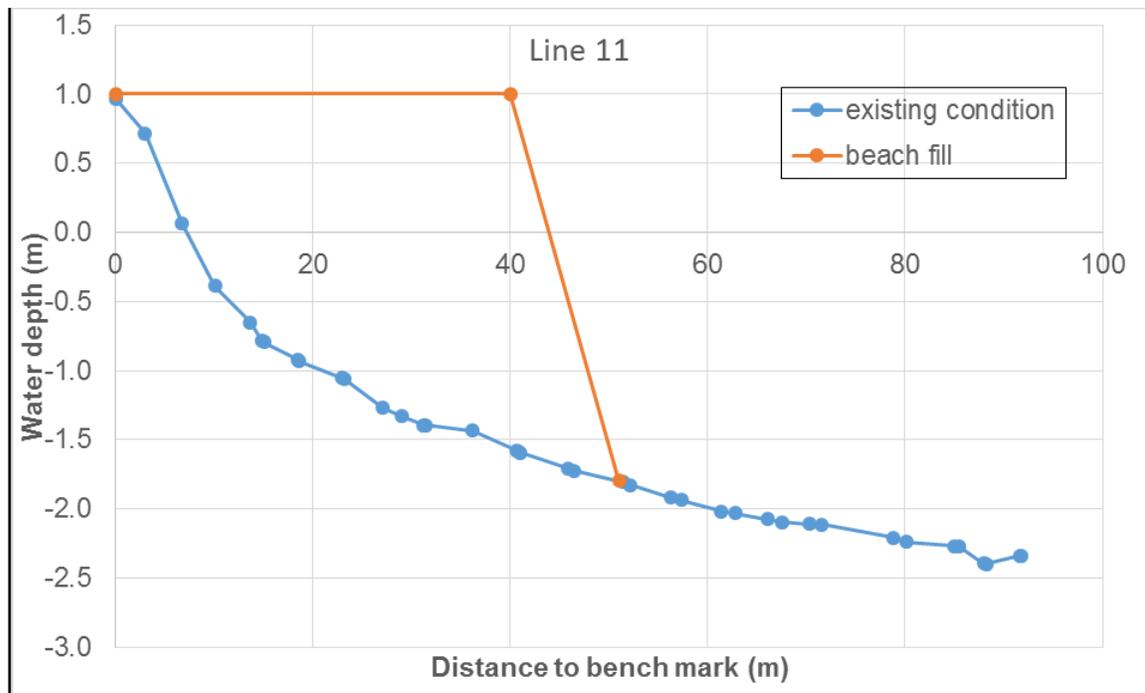
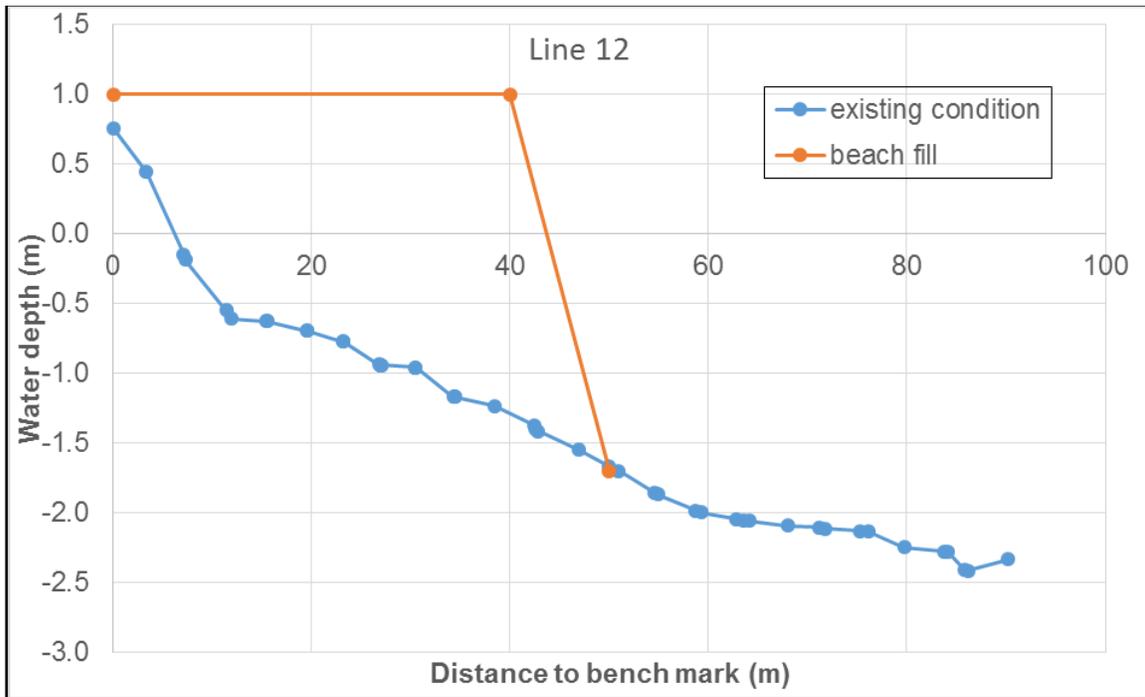
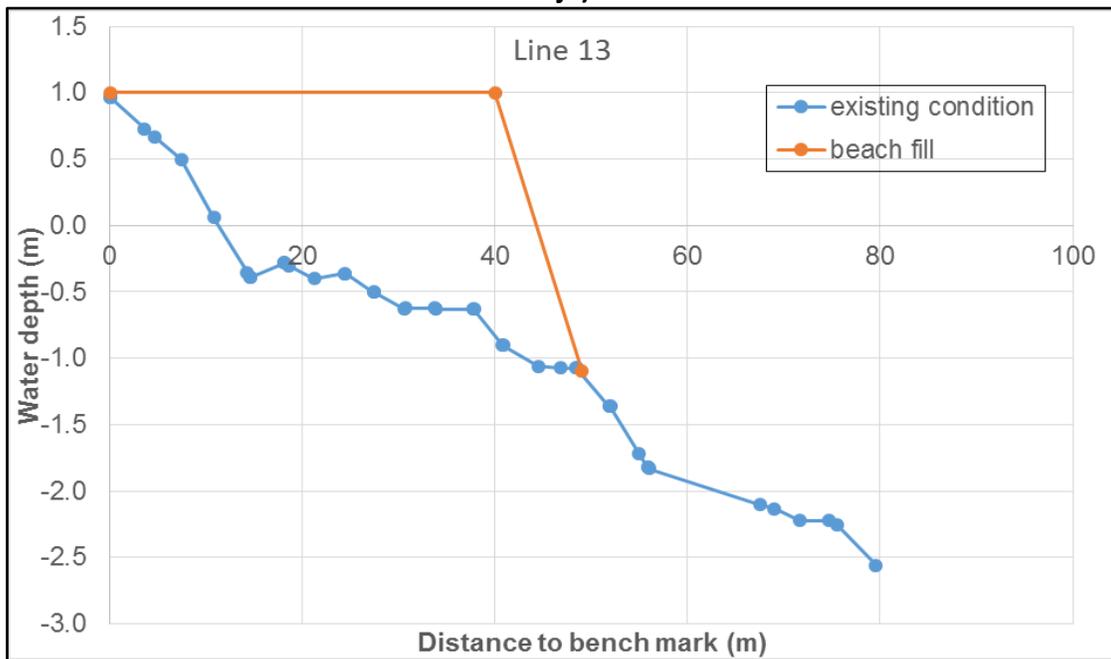


Figura 52. Perfil de la playa en línea 11 (línea azul) y el diseño de relleno de playa (línea roja).



**Figura 53. Perfil de la playa en línea 11 (línea azul) y el diseño de relleno de playa (línea roja).**



**Figura 54. Perfil de la playa en línea 13 (línea azul) y el diseño de relleno de la playa (línea roja).**

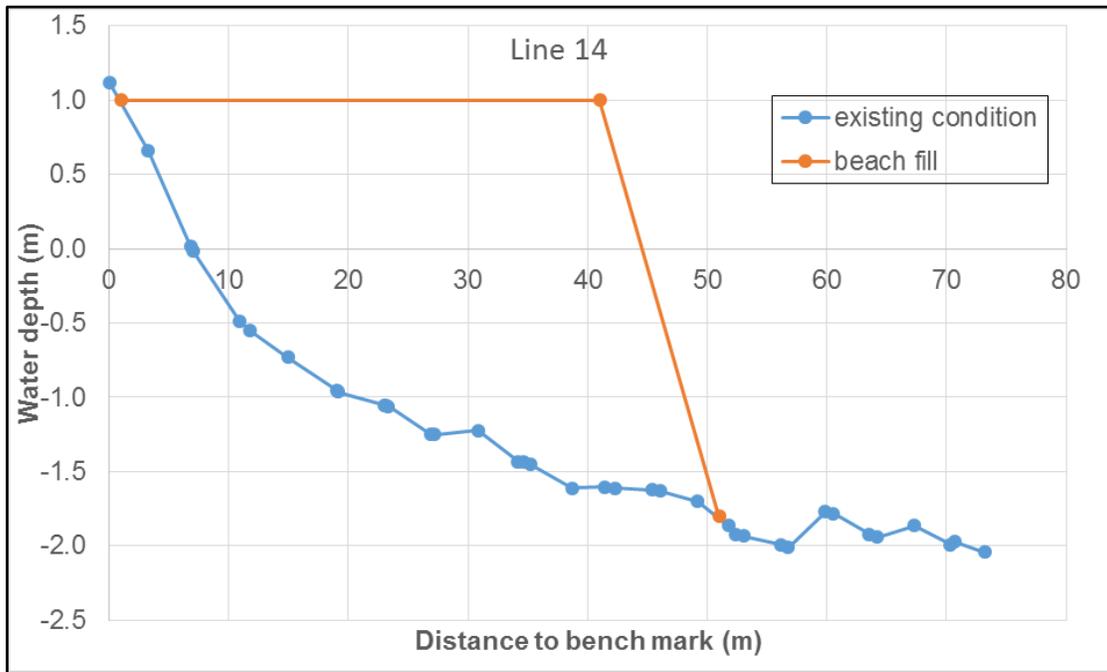


Figura 55. Perfil de la playa en línea 14 (línea azul) y el diseño de relleno de la playa (línea roja).

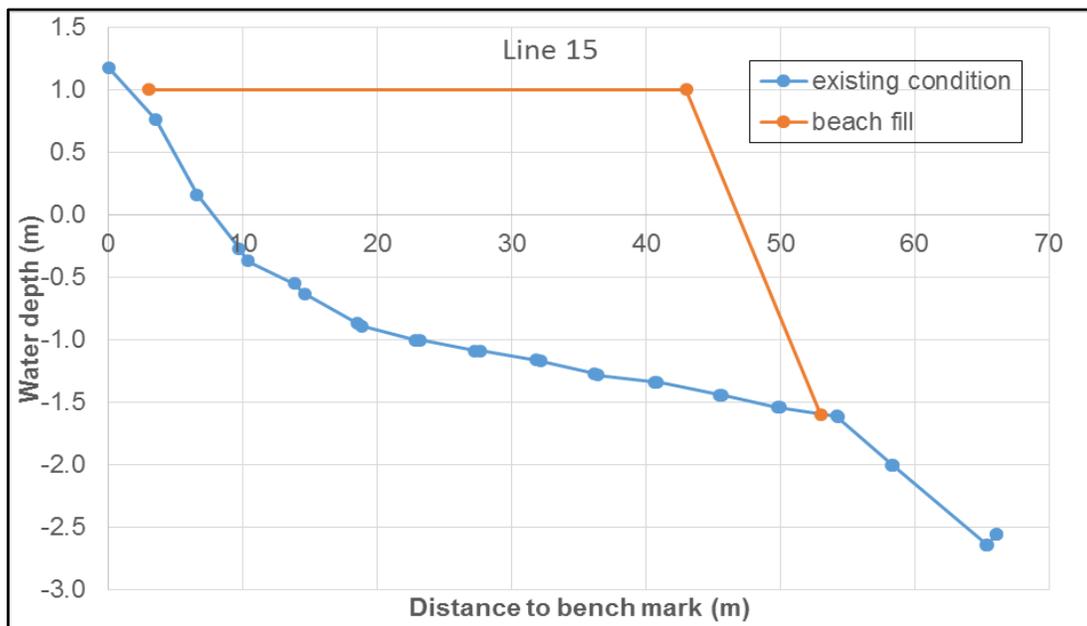


Figura 56. Perfil de la playa en línea 15 (línea azul) y el diseño de relleno de la playa (línea roja).

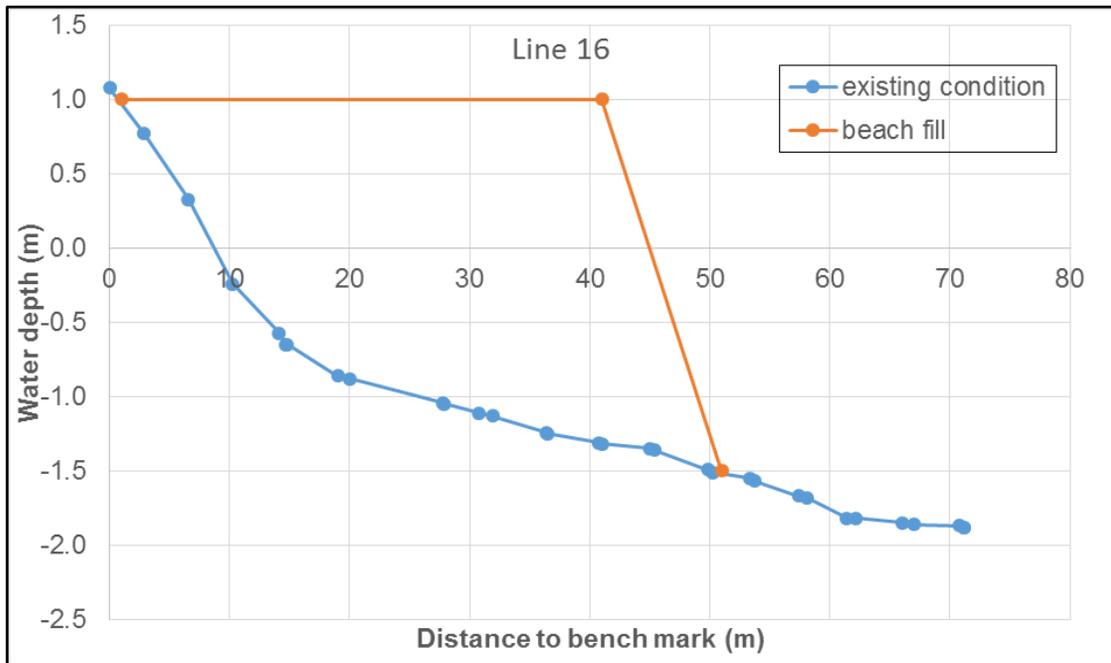


Figura 57 Perfil de la playa en la Línea 16 (línea azul) y el diseño de relleno de la playa (línea roja).

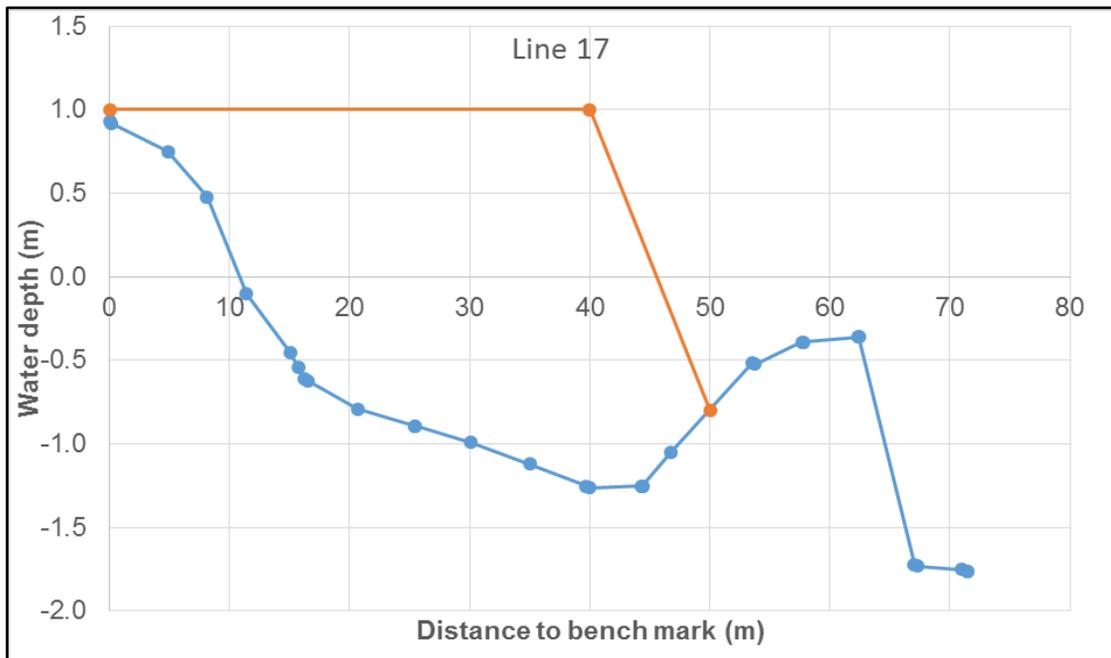
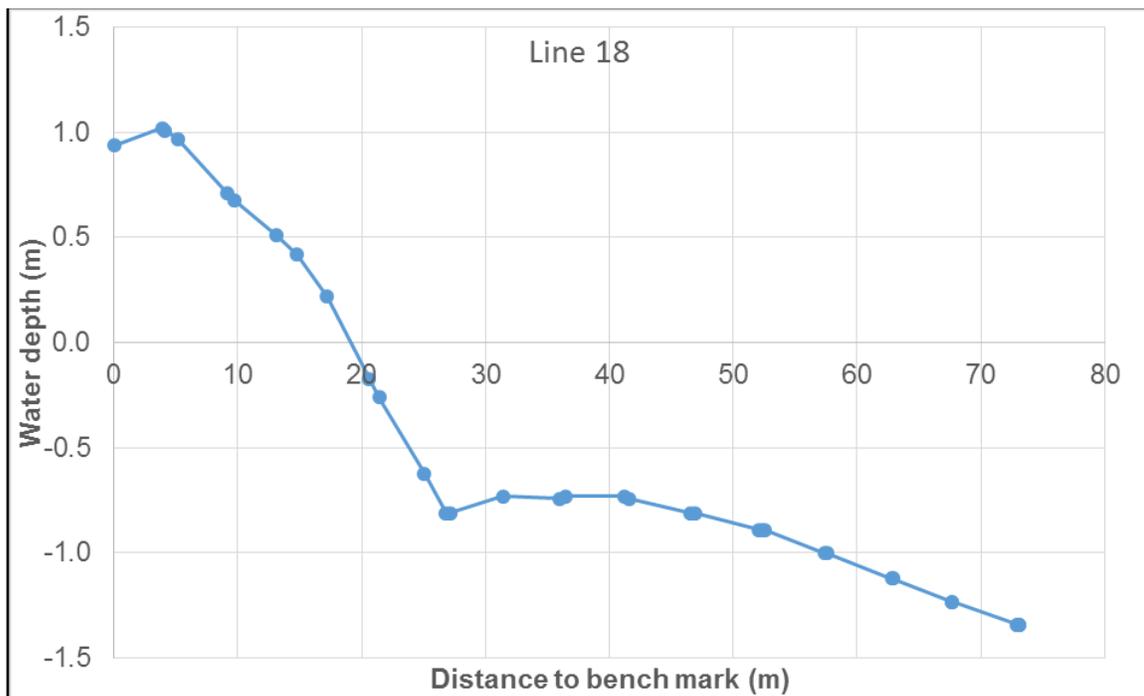
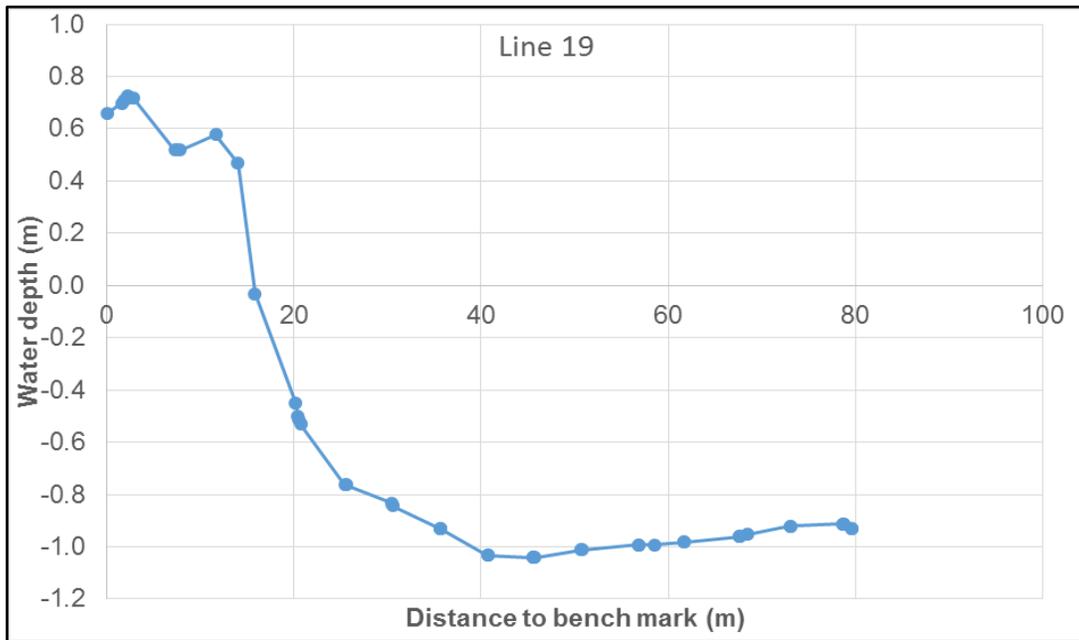


Figura 58. Perfil de la playa en línea 17 (línea azul) y el diseño de relleno de la playa (línea roja).

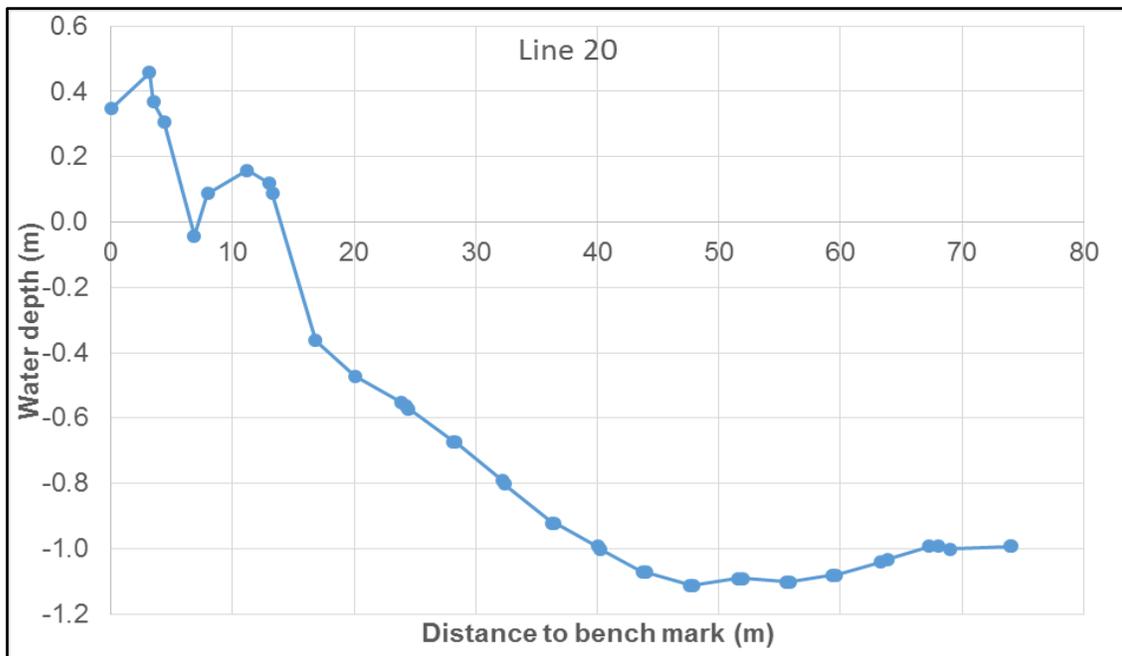
La parte Este del proyecto incluyendo las líneas 17 a 21, no se incluirá en la restauración inicial de la playa. Sin embargo, como se discutió anteriormente, esta área está bien protegida por la el apartado de tierra en la costa que se proyecta al Este. La refracción de las olas y la difracción alrededor del apartado de tierra resultan en una tendencia local hacia el Este del transporte de la arena en la costa, lo que lleva al desarrollo y crecimiento del banco de arena. La propuesta de restauración de la playa directamente al Oeste de esta área no tendrá ningún impacto negativo en este estiramiento de la playa. Debido al transporte hacia el Oeste de la costa, parte de la arena colocada en la playa puede extenderse lateralmente a esta zona. Por lo tanto, se prevé que el tramo de playa entre las líneas 17 y 21 se beneficie de la restauración de la playa en forma de acrecimiento de la playa. Esta zona es una playa publica popular y es muy visitada. La propuesta de restauración de la playa probablemente resultara en una playa más ancha para esta área recreacional tan popular.



**Figura 59. Perfil de la playa en la línea 18 (línea azul). No hay relleno de playa diseñado en esta línea.**



**Figura 60. Perfil de la playa en la línea 19 (línea azul). No hay relleno de playa diseñado en esta línea.**



**Figura 61. Perfil de la playa en la línea 20 (línea azul). No hay relleno de playa diseñado en esta línea.**

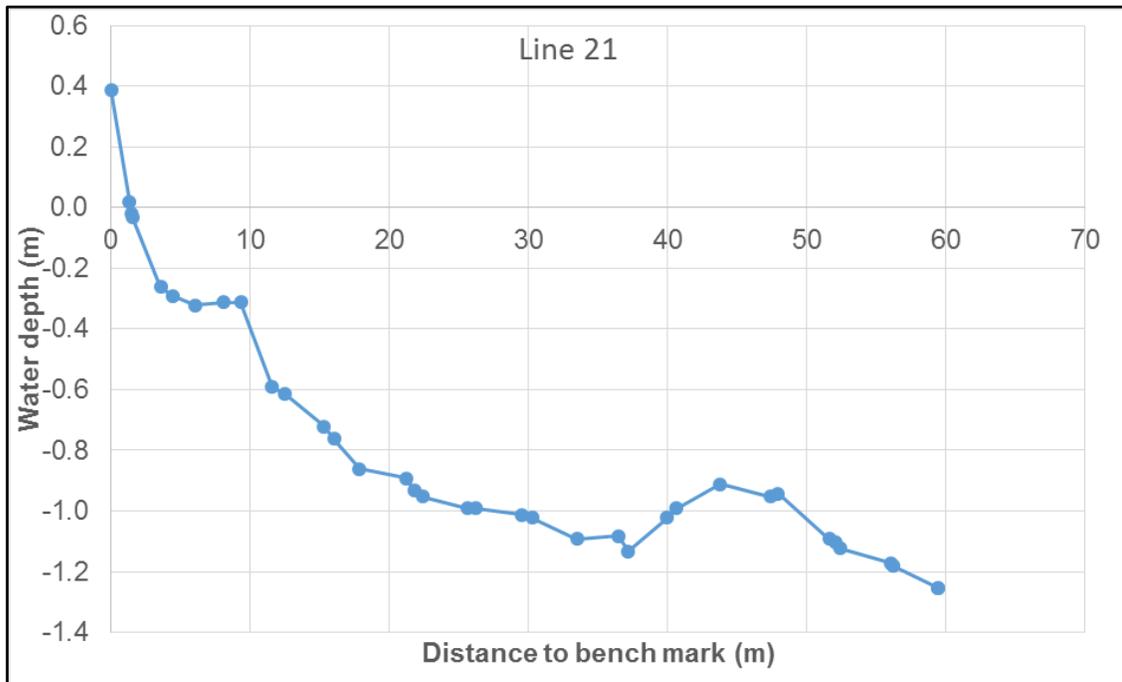


Figura 62. Perfil de la playa en la línea 21 (línea azul). No hay relleno de playa diseñado en esta línea.

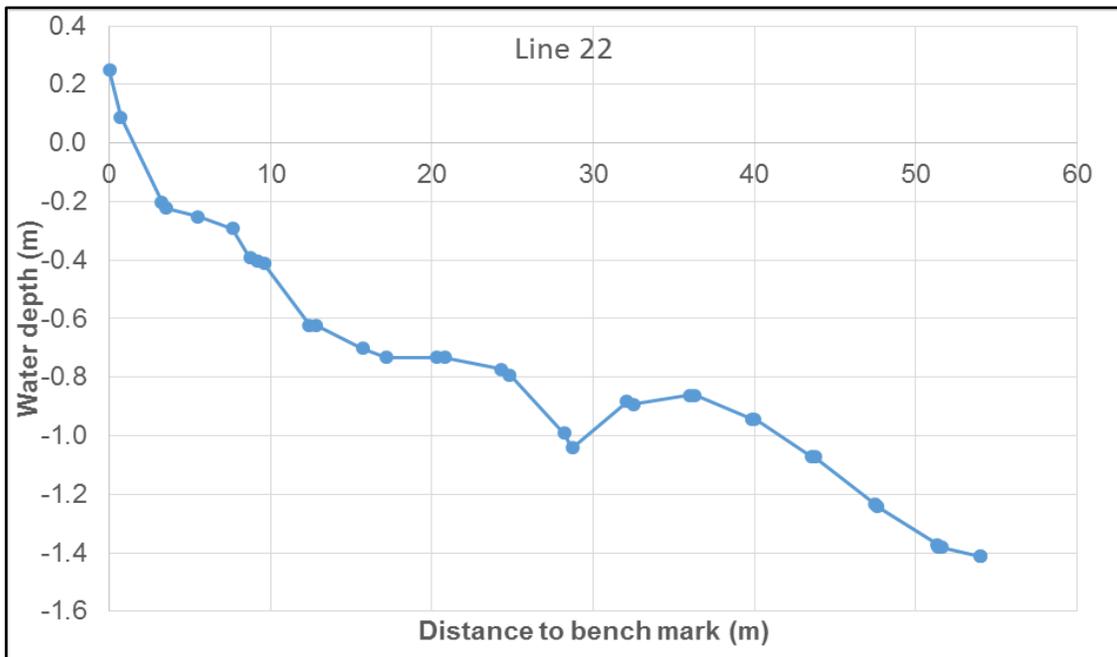


Figura 63. Perfil de la playa en la línea 22 (línea azul). No hay relleno de playa diseñado en esta línea.

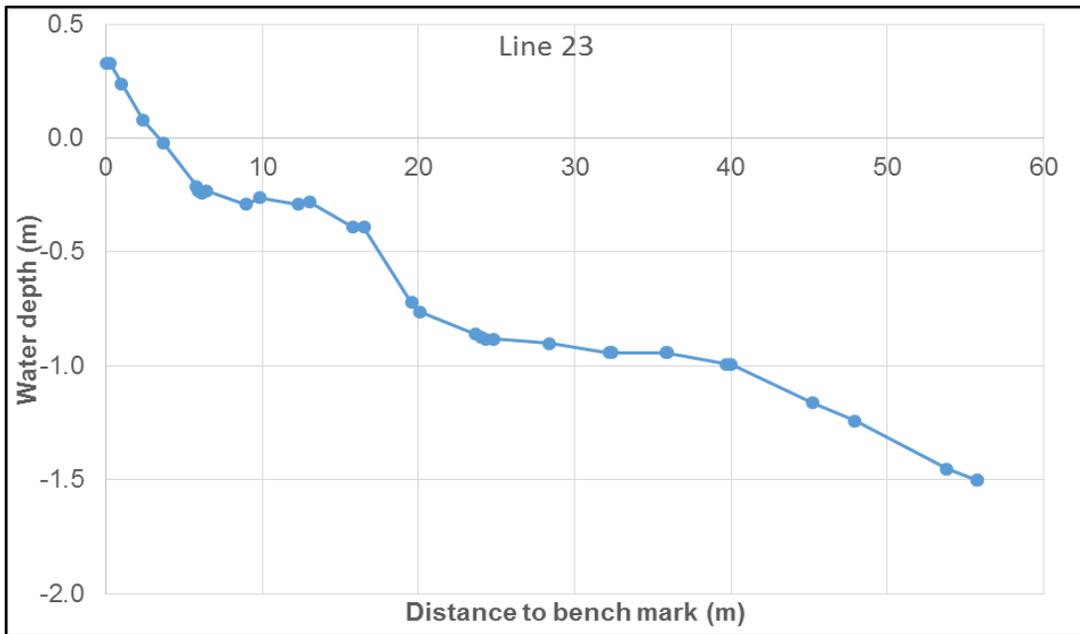


Figura 64. Perfil de la playa en la línea 23 (línea azul). No hay relleno de playa diseñado en esta línea.

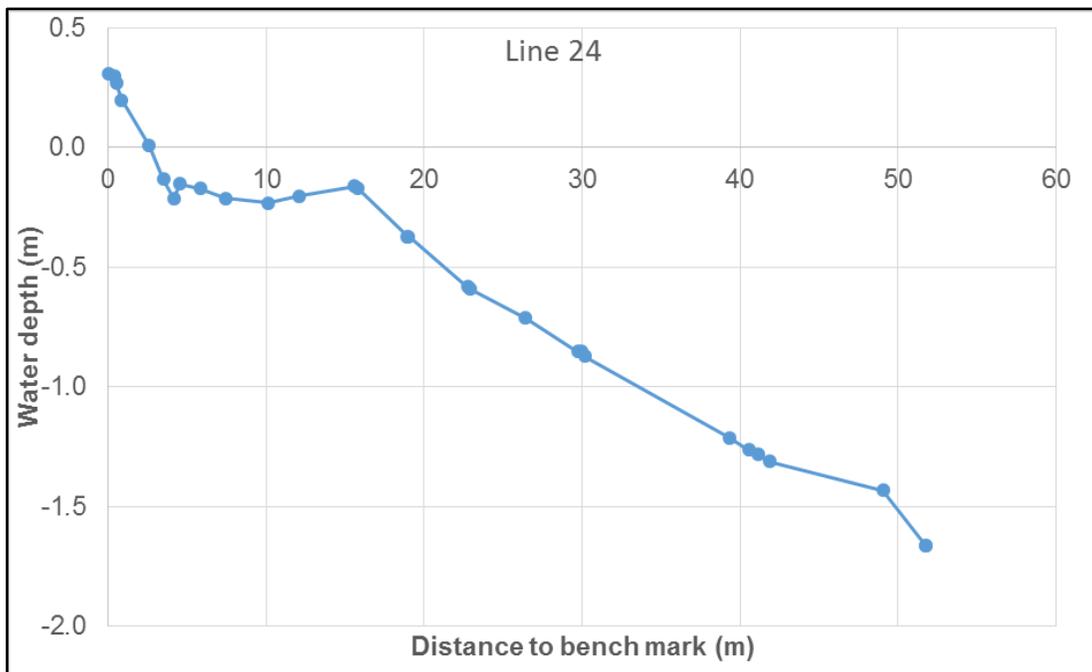


Figura 65. Perfil de la playa en la línea 24 (línea azul). No hay relleno de playa diseñado en esta línea.

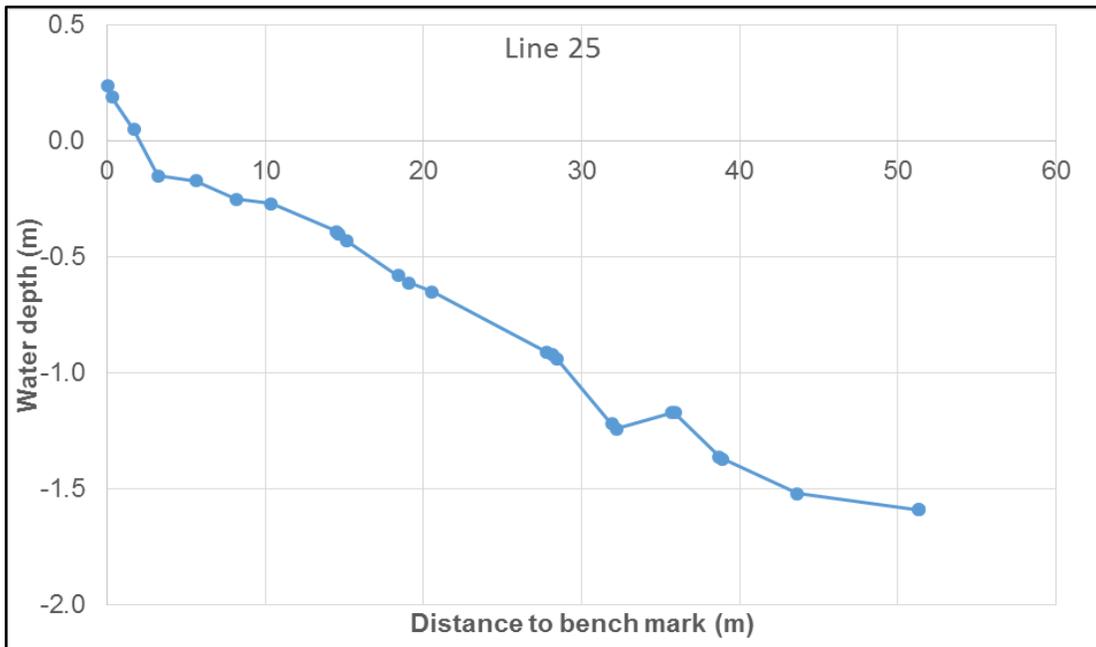


Figura 66. Perfil de la playa en la línea 25 (línea azul). No hay relleno de playa diseñado en esta línea.

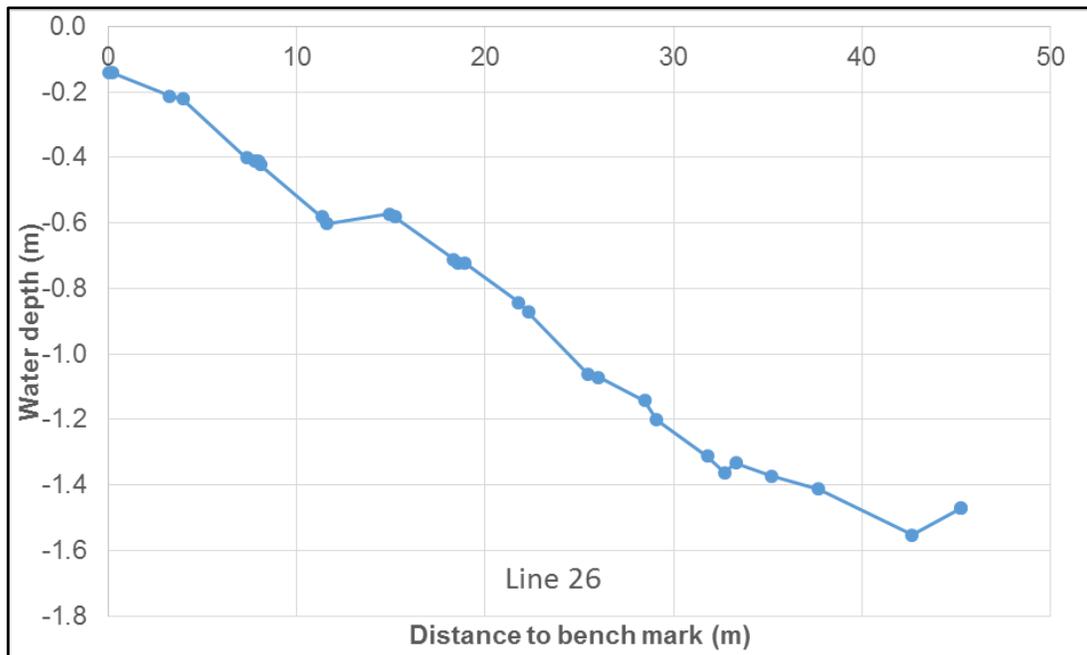


Figura 67. Perfil de la playa en la línea 26 (línea azul). No hay relleno de playa diseñado en esta línea.

El volumen de arena necesario para construir la restauración diseñada de la playa en el Paradisus, se muestra en la Tabla 24 (columna 3). El volumen de arena necesario para restaurar la playa entre dos perfiles de playa juntos (Tabla 24 columna 4) se calculó como un prisma trapezoidal. En general, se añadirán aproximadamente 60 a 100m<sup>3</sup> / m de arena a la playa. La extensión costera de toda la restauración de la playa es de aproximadamente 500m. Se necesitará un total de 40,000 m<sup>3</sup> de arena para restaurar la playa según lo diseñado. Como se comentó anteriormente, esta es sólo una pequeña fracción de la arena de la playa que está disponible en el área del préstamo.

**Tabla 24. Volumen de arena necesario para el proyecto propuesto de restauración de la playa.**

ID de línea	Distancia entre líneas colindantes	Volumen por unidad	Volumen necesitado entre líneas colindantes
	m	m <sup>3</sup> /m	m <sup>3</sup>
Line 1		87	
Line 2	32.1	96	2942
Line 3	32.9	80	2900
Line 4	24.7	72	1884
Line 5	19.4	77	1447
Line 6	21.7	69	1579
Line 7	35.4	72	2495
Line 8	19.4	77	1452
Line 9	21.6	77	1662
Line 10	32.6	89	2697
Line 11	37.5	84	3244
Line 12	36.9	76	2950
Line 13	39.8	56	2616
Line 14	38.9	85	2730
Line 15	41.6	84	3502
Line 16	34.9	77	2803
Line 17	34.6	70	2539
	Total de volumen necesitado		39442

#### **IV.1.1.1.15. Hidrología superficial y subterránea**

En el estado de Quintana Roo se encuentran dos regiones hidrológicas (RH): la RH32 Yucatán Norte (Yucatán) y la RH33 Yucatán Este (Quintana Roo) esta última es de carácter internacional, ya que se prolonga hasta la república de Guatemala y Belice.

La localidad de Playa del Carmen, ubicada dentro del Municipio de Solidaridad, Estado de Quintana Roo, se localiza en la región hidrológica RH32 Yucatán Norte.

La roca caliza, sumamente permeable, que forma el suelo de esta región no permite la existencia de corrientes de agua superficiales, ya que como consecuencia de las características fisicoquímicas de la plataforma yucateca, el agua de lluvia se infiltra inmediatamente en el subsuelo presentándose signos de erosión química y física de gran fuerza que al circular por las grietas de la roca caliza van formando grutas y cavernas que puede llegar a presentar desplomes en su techo formando cenotes.

Las aguas subterráneas de esta región son de gran dureza y poca salinidad, presentan mantos acuíferos explotables aproximadamente entre los 7 y 13 km de distancia, al norte de Playa del Carmen.

En la región pueden apreciarse afloramientos de estos grandes flujos y ríos subterráneos en cercanías del litoral como es el caso del río subterráneo en los parques turísticos de Xcaret y Xel-ha, así como en las inmediaciones de Xpu-ha, al sur de Playa del Carmen o en las zonas de Xcalacoco y del parque turístico Tres Ríos al norte del centro de población.

#### **IV.1.2. Medio biótico.**

Con el fin de sentar la línea base del medio biótico, a continuación se redactan las condiciones actuales del Área del Proyecto y el Sistema Ambiental, enlistando las especies de flora y fauna marina presentes en el sitio. Además, se hace una descripción de los métodos de muestreo y análisis de resultados que se obtendrán en los muestreos en campo.

La European Artificial Reef Research Network (EARRN), fundada mediante el programa AIR de la Comisión Europea, entiende por arrecife artificial, cualquier estructura deliberadamente

sumergida sobre el sustrato (fondo), para imitar algunas características de los arrecifes naturales (Ministerio de Medio Ambiente de España, 2008). Con base en esto podemos definir que un arrecife artificial es una estructura sumergida colocada de manera deliberada sobre el suelo marino para imitar alguna de las características de un arrecife natural. Pueden estar expuestos parcialmente en algunos estados de marea (Ministerio del Medio Ambiente de España, 2008), sus funciones pueden ser proteger, regenerar, concentrar y/o incrementar las poblaciones de los recursos marinos vivos. Además, pueden regenerar los hábitats acuáticos, fomentar la investigación, las oportunidades de recreo y el uso de la zona con fines educativos (Convenio de Londres y Protocolo/PNUMA, 1972).

En muchas partes del mundo se han instalado arrecifes de concreto con diferentes objetivos, como el de regenerar la fauna y flora marina y con ello alentar la productividad pesquera de ciertas zonas, o bien, con la intención de luchar contra la erosión que se produce en las playas que son muy abiertas. Ya que los arrecifes artificiales permiten el refugio de especies, la reproducción marina, pero también que se detone la actividad turística (González, 2009).

### **Beneficios de la creación de arrecifes artificiales**

La construcción de arrecifes artificiales, han generado grandes beneficios a muchos países del mundo, no solo en términos económicos sino también en la rehabilitación de los hábitats naturales. Entre los grandes beneficios de su creación están los siguientes:

Disminución de presión sobre arrecifes naturales. Uno de los factores más destructivos para los arrecifes naturales, es la sobre explotación. Esto sucede cuando un gran número de pescadores o buzos utilizan un solo arrecife para obtener sus recursos y para bucear. Los arrecifes artificiales presentan un sitio alternativo de buceo por lo que disminuyen la presión sobre un solo arrecife, permitiendo la regeneración de vida en los arrecifes naturales y otorgando descanso a los ecosistemas sobreexplotados (Pérez del Toro Rivera, 2001).

Generación de espacios para nueva vida submarina. Cada arrecife es capaz de sostener una determinada cantidad de vida según su tamaño y las condiciones de su ambiente, pues a medida que se erosionan los arrecifes, disminuye la cantidad de vida que pueden sustentar. Esto afecta directamente a la cantidad de pesca y recursos marinos que se pueden explorar. La creación de arrecifes artificiales genera nuevos espacios de vida y refugio para cierta cantidad de flora y fauna.

La colonización de estos arrecifes depende de la profundidad y del medio en el que se encuentre, pero en general son colonizados por algunos tipos de esponjas, algas, corales, anémonas, y distintas especies de peces (Pérez del Toro Rivera, 2001).

Beneficios económicos a la población local por medio del ecoturismo. Cada vez son más las personas que se interesan por la exploración submarina y los barcos son una gran atracción para el buceo. Esta actividad ecoturística permite el desarrollo económico de la comunidad en armonía con la naturaleza (Pérez del Toro Rivera, 2001). México es hoy en día, uno de los países con mayores posibilidades en esta actividad. Los mares de este país ofrecen todo tipo de atractivos y podrían ofrecer aún más con este tipo de proyectos (Pérez del Toro Rivera, 2001).

Disminución de pesca ilegal dificultando el uso de redes de arrastre. La pesca de arrastre es una de las principales causas de degradación de la biodiversidad submarina y sus hábitats. La utilización de aparejos no selectivos implica la captura accidental de especies que acaban descartadas y la erosión de los suelos submarinos y los ecosistemas que lo habitan (Fernández-Muerza, 2010).

Existe un gran número de pesquerías que hacen uso ilegal de redes de arrastre. Este tipo de pesca, sin respetar las normas ambientales, arrasa con todo tipo de vida por donde pasa. Una vez que terminan con los recursos de una zona, se mueven para explorar otra. Esto también afecta a las pesquerías ribereñas que son regionales y que utilizan técnicas sustentables de pesca. Los arrecifes artificiales impiden este tipo de pesca ya que las redes de arrastre quedan atoradas en los arrecifes y suponen un lugar sobre el que se pueden fijar todo tipo de animales, plantas y organismos vivos, como algas, corales u ostras. Por su parte, diversos peces aprovechan sus recovecos para asentar su hogar (Pérez del Toro-Rivera, 2001).

Fomentar la educación ambiental e investigación científica. La biodiversidad mundial está amenazada por el descuido con el que hemos actuado los seres humanos. La única alternativa que tiene este planeta es el aprovechamiento sustentable y responsable de la gran riqueza biológica, representada por la diversidad de las especies y de los ecosistemas en los que se encuentran, cuyo conocimiento es esencial (Arenas, *et al.*, 2011). Entonces, la biodiversidad de los arrecifes artificiales de coral, pueden servir como recurso educativo para mostrar a las nuevas generaciones la importancia del cuidado del medio ambiente, entonces la prioridad debe ser educar para conservar (Arenas, *et al.*, 2011).

La creación de un arrecife trae consigo un beneficio ambiental que promueve el uso adecuado de los recursos naturales y por ende permite su regulación y aprovechamiento sustentable. Así se va creando una cultura ecológica y ambiental que puede ser transmitida a todas las personas. Paralelamente la ciencia puede generar conocimientos de una gran diversidad de investigaciones que pueden incorporarse a los diferentes sectores productivos y asimismo contribuir con la enseñanza y concientización (Arenas, *et al.*, 2011).

## **1. Metodología de muestreo.**

Se efectuaron ocho transectos submarinos en una banda de 30 m. de longitud y cuatro metros de ancho con equipo de buceo autónomo SCUBA (Brock, 1954; Quast, 1968) siguiendo el protocolo Atlantic and Gulf Rapid Reef Assessment (AGRRA, 2017) para estimar el número de especies de peces y sus abundancias.

Como se puede observar en la Figura 29, todos los sitios de muestreo se distribuyeron en el área de influencia del proyecto; los sitios Playa1 y Playa2 se tomaron en los sitios donde se instalarán las AMAs; los sitios Playa3 y Playa4 se tomaron en un parche arrecifal; mientras que los sitios Playa7 y Playa8, en el área del Banco de arena. Los sitios Playa5 y Playa6 se tomaron en sitios aleatorios fuera de las zonas previamente elegidas.

Para estimar la riqueza y porcentaje de cobertura de los invertebrados bentónicos, se utilizaron cuadrantes de 25 cm x 25.



Figura 68. Ubicación de los transectos de muestreo para la caracterización de flora y fauna marina.

**Tabla 25. Coordenadas de ubicación de los transectos realizados para el muestreo de flora y fauna marina del sitio del proyecto (Proyección UTM, DATUM WGS 84. Zona 16Q Norte)**

Transecto	X	Y
<b>Playa 1</b>	494374.4019	2282830.9903
<b>Playa 2</b>	494477.1900	2282954.3800
<b>Playa 3</b>	494621.7033	2282459.3235
<b>Playa 4</b>	494803.2483	2282628.0030
<b>Playa 5</b>	494902.4100	2282832.7800
<b>Playa 6</b>	494555.6800	2282768.3400
<b>Playa 7</b>	494936.5700	2282248.0900
<b>Playa 8</b>	495234.0300	2282563.9700

El listado taxonómico sistemático de peces, se ordenó siguiendo el criterio de Nelson (2006) para las categorías supragenéricas, mientras que los géneros y especies se ordenaron alfabéticamente. La validación de la nomenclatura taxonómica fue verificada en el Catálogo de peces versión en línea (Eschmeyer, W. N. y Fricke, R., 2015).

### ***Abundancia***

La abundancia del total de individuos de peces fue expresada como densidad (no. peces/120m<sup>2</sup>), calculada dividiendo el número total de individuos de peces entre el número total de los metros cuadrados censados (120 m<sup>2</sup>) en cada transecto.

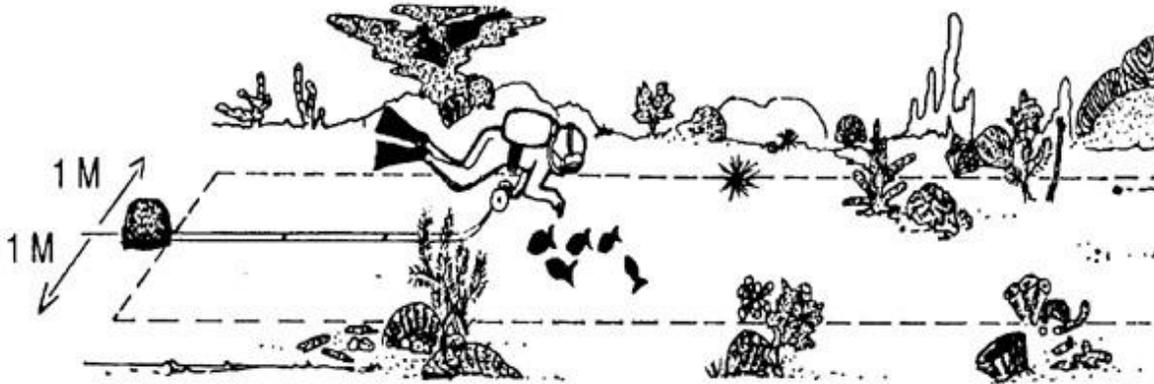
### ***Riqueza específica (S)***

La riqueza específica (S) se registró con base en el número de especies presentes en cada transecto, sin tomar en cuenta algún atributo de importancia de las mismas; (Moreno, 2001).

### ***Cobertura***

Para cada cuadrante se registraron los siguientes datos: 1) Cobertura de corales duros.- Se identificaron a nivel de especie y se les asignó una cobertura relativa por percepción visual, 2) Cobertura de grupo funcional algal.- Usando la clasificación AGRRRA se asignó una cobertura relativa por percepción visual, 3) Cobertura de otros organismos bentónicos (esponjas, octocorales, etc), 4) Sustrato libre.- se refiere al sustrato desnudo sin colonizar compuesto

principalmente por arena y roca; como un transecto de 30m en banda de 1m (50cm por lado) para registrar la abundancia erizos (*Diadema antillarum*), reclutas de corales duros y otros componentes bentónicos de importancia económica-ecológica.



**Figura 69. Ejemplificación del método de muestreo de transecto en banda a utilizar durante la caracterización de flora y fauna marina.**

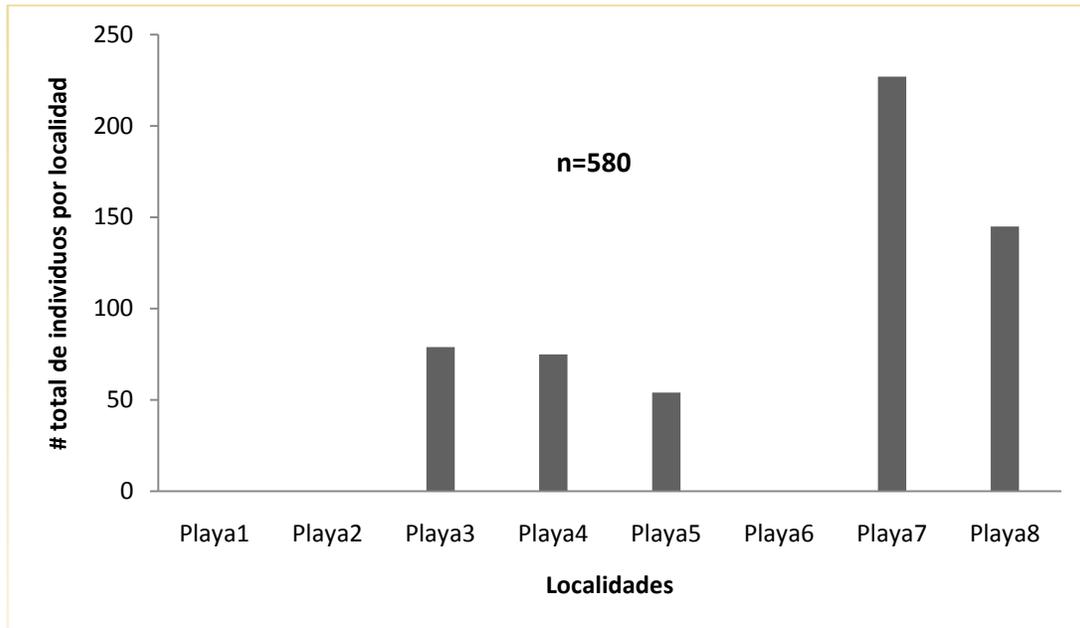
## 2. Resultados.

### Composición íctica

Se contabilizó un total de 580 peces en los transectos realizados en Playa del Carmen durante el periodo de trabajo. Se registraron 35 especies comprendidas en cinco órdenes, 13 familias y 20 géneros. Las familias mejor representadas por su número de especies fueron Labridae (7); Haemulidae (6); Pomacentridae (6); Carangidae (2); Chaetodontidae (2) y Acanthuridae (2). De las 35 especies de peces registradas, 26 cuentan con importancia comercial, ya sea como especie objetivo en pesquerías de la flota menor o con fines de acuariofilia y ninguna de estas especies se encuentra bajo la protección de la NOM-059. **Tabla 1.**

*Número total de individuos*

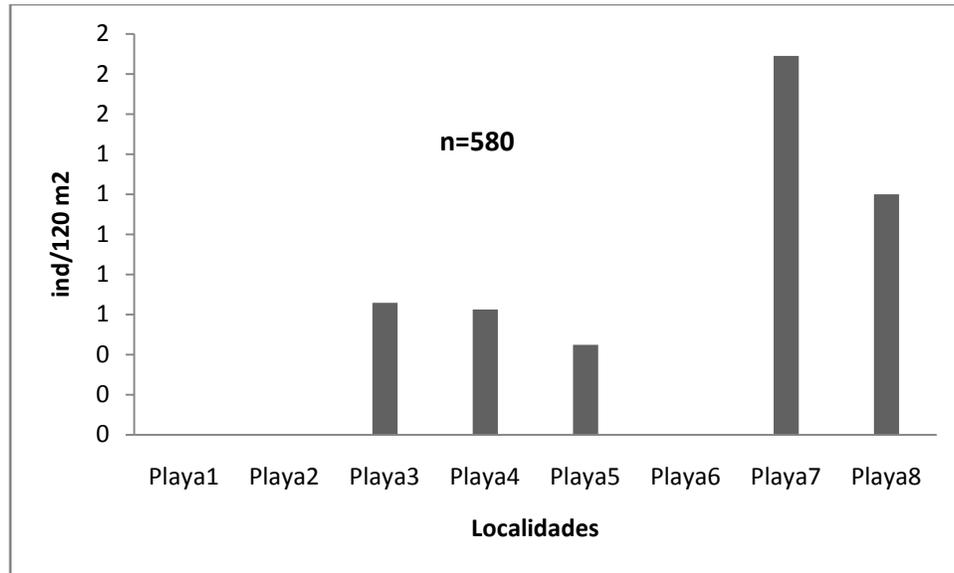
La localidad que presentó el mayor número de individuos fue Playa7 con un máximo de 227 peces, seguido de Playa8 (145) y Playa3 con 79. Los valores mínimos fueron obtenidos en las localidades Playa1, Playa2 y Playa6, todas ellas con cero individuos. Figura 1.



**Figura 70. Número total de individuos para los transectos realizados en Playa del Carmen, junio 2017.**

#### *Densidades (120 m<sup>2</sup>)*

La densidad mínima fue de cero individuos en las localidades Playa3, Playa4 y Playa6, ya que no se encontraron individuos debido al tipo de fondo (arenal) y a las condiciones ambientales (visibilidad cero). Las localidades que presentaron las mayores densidades fueron Playa7 con un valor de 1.89 ind/120 m<sup>2</sup>, seguido por Playa8 con un valor de 1.2 ind/120 m<sup>2</sup> y Playa1 con 0.66 ind/120 m<sup>2</sup>. **Figura 2.** Los valores más elevados fueron registrados en zonas arrecifales que presentaron una mayor complejidad de sustrato, proporcionando más zonas para refugio y alimentación.



**Figura 71. Densidades de peces (ind/120 m<sup>2</sup>) registradas en Playa del Carmen, junio 2017.**

### *Riqueza*

Las localidades que presentaron la riqueza (número de especies presentes) más elevada fueron Playa7, Playa4 y Playa8 con 35, 14 y 11 especies, respectivamente. Los valores más bajos fueron obtenidos en las localidades Playa1, Playa2 y Playa6 con cero especies presentes. **Figura 3.**

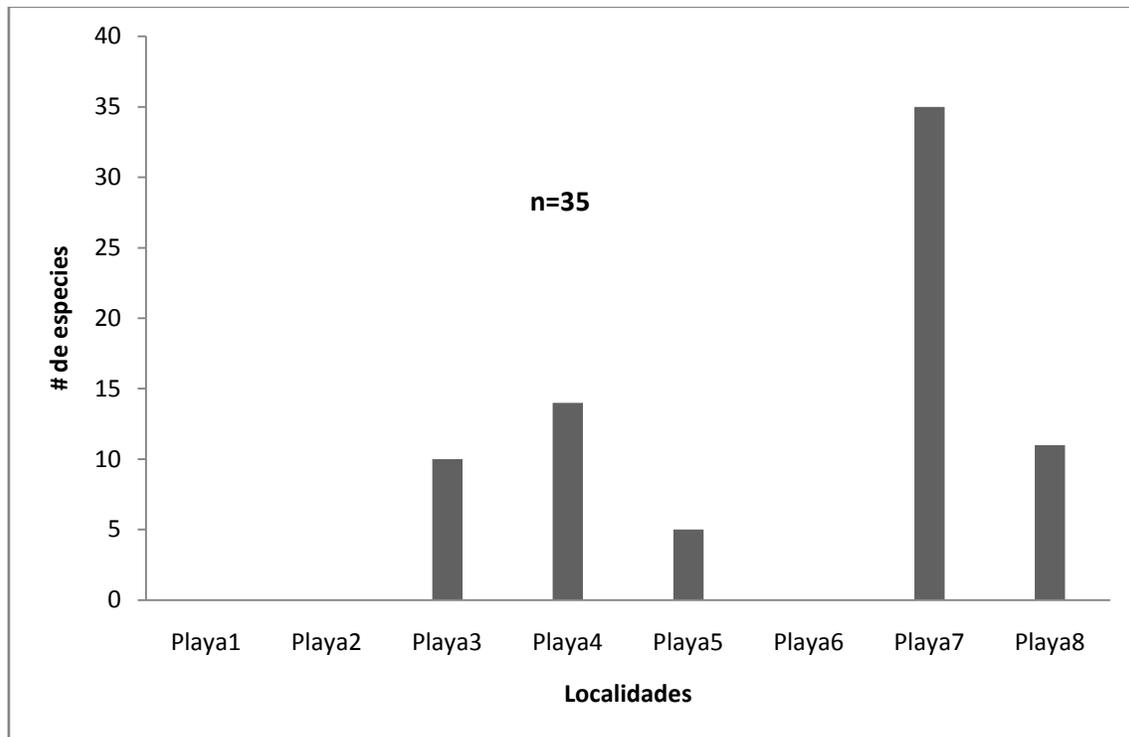


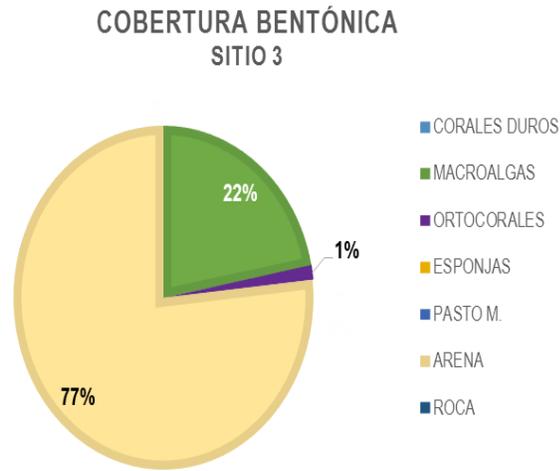
Figura 72. Riqueza (S) de especies de peces registrados en Playa del Carmen, junio 2017.

### Composición bentónica

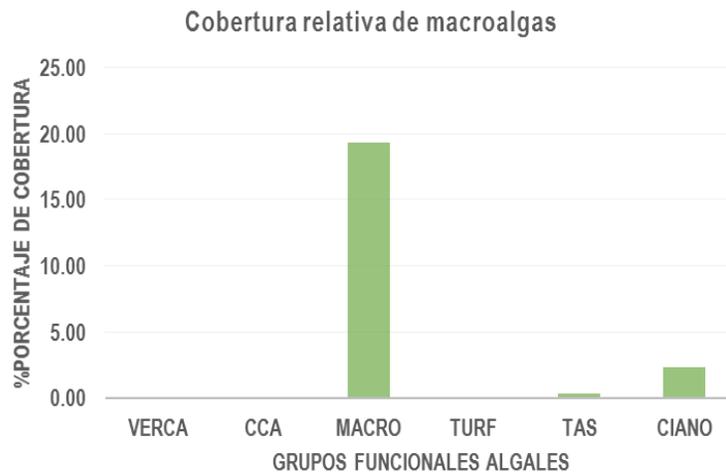
Para los ocho sitios monitoreados se registró un total de 15 especies de coral duro, los géneros con mayor representación fueron: *Porites* y *Millepora*, también se registraron especies poco frecuentes, pero de importancia ecológica como *Acropora palmata* y *Acropora cervicornis*. En la [tabla 2](#) se enlistan las especies encontradas con su código AGRR, estatus en la IUCN y Normas Oficiales Mexicanas. Se registraron 6 grupos funcionales algales.

#### Playa1

El bentos estuvo dominado por arena de grano fino ([Figura 13](#)) cuya cobertura fue del 77%, el segundo componente en importancia fueron las macroalgas con un 22% ([Figura 11](#)) representadas por las macrófitas corticadas y en menor medida por cianobacterias. No se encontraron corales duros y solamente un octocoral.



**Figura 73. Cobertura por componente bentónico**



**Figura 74. Gráfica de cobertura de macroalgas**



Figura 75. Fondo arena grano fino

### Playa2

Zona somera menor a 3m de profundidad y con alta tasa de sedimentación. En la Figura 8 señala que la composición del bentos está representado por una cobertura de arena (56%), seguido de pasto marino *Syringodium* sp con 24% (Figura 10), el cual es asociado a una primera etapa de colonización, las macroalgas obtuvieron un 24% de cobertura relativa principalmente compuesta por macrófitas corticadas, verdes calcáreas y algas turf (Figura 9), la cobertura de corales duros fue menor al 1%, sólo se registró un coral de fuego *Millepora alcicornis*.

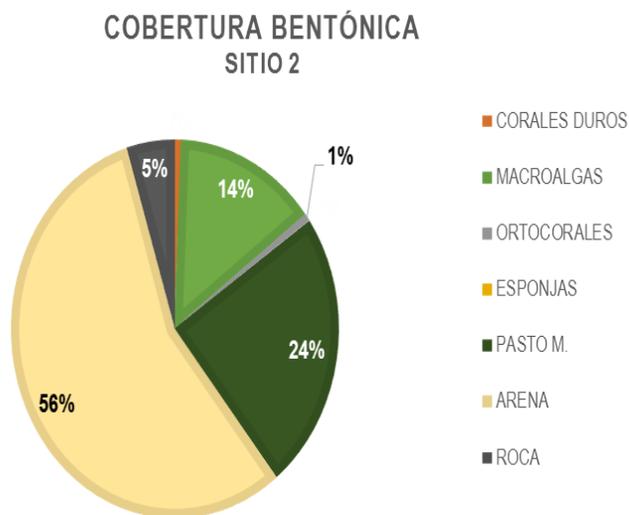


Figura 76. Cobertura por componente bentónico

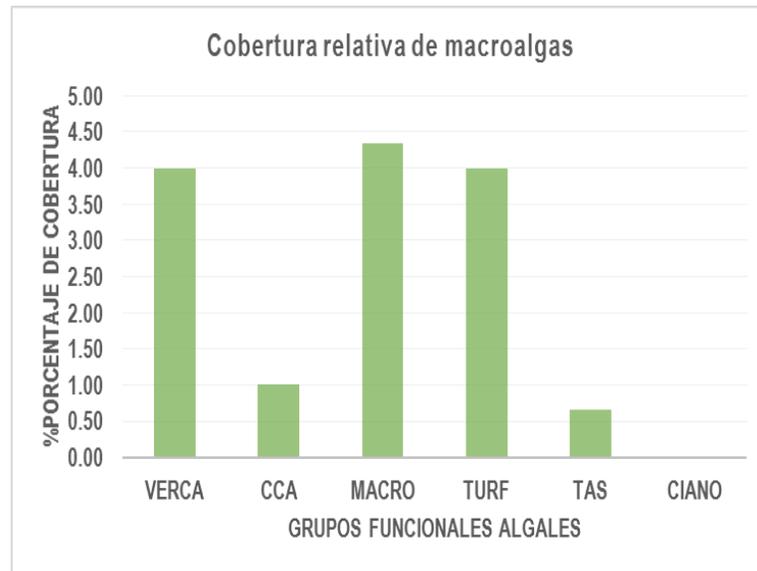


Figura 77. Gráfica de cobertura de macroalgas

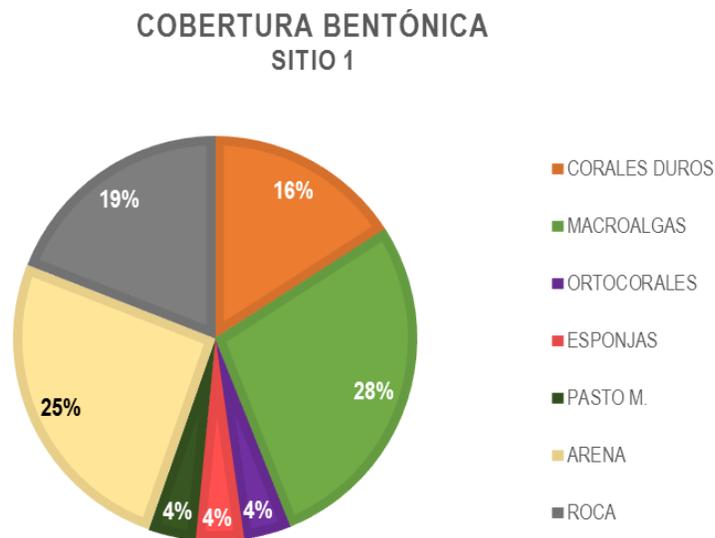


Figura 78. *Syringodium*

### Playa3

Formación tipo barrera arrecifal en forma de parche, la matriz calcárea compuesta principalmente por esqueletos de *Acropora palmata* y *Orbicella* sp., el sitio cuenta con una alta tasa de sedimentación debido a que su posición es barlovento.

La composición bentónica estuvo principalmente formada por macroalgas (28%) de las cuales las más abundantes fueron las macrófitas corticadas (Figura 6), algas verdes calcáreas y turf; seguido de arena (25%) y roca (19%) (Figura 4). Con respecto a los corales duros obtuvieron un 16% de cobertura constituida por 13 especies, en la Figura 5 observamos las de mayor cobertura *Agaricia teunifolia*, *Porites astreoides* y *Acropora palmata* (Figura 7), ésta última catalogada en riesgo según IUCN y protegida por la Norma Oficial Mexicana NOM-ECOL-059.



**Figura 79. Gráfica de cobertura bentónica**



Figura 80. Gráfica de cobertura de corales

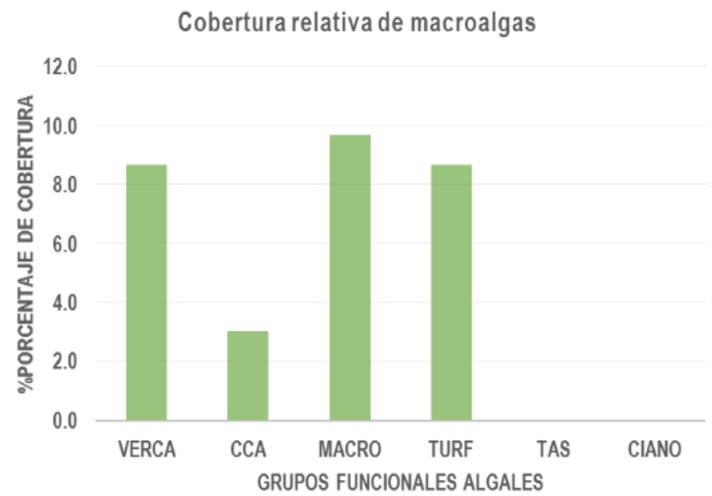


Figura 81. Gráfica de cobertura macroalgal



Figura 83. *Pseudiploria strigosa*

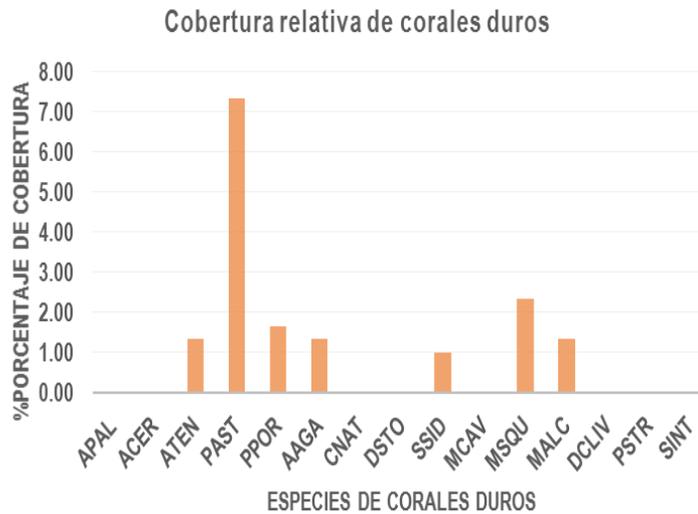


Figura 82. *Acropora palmata*

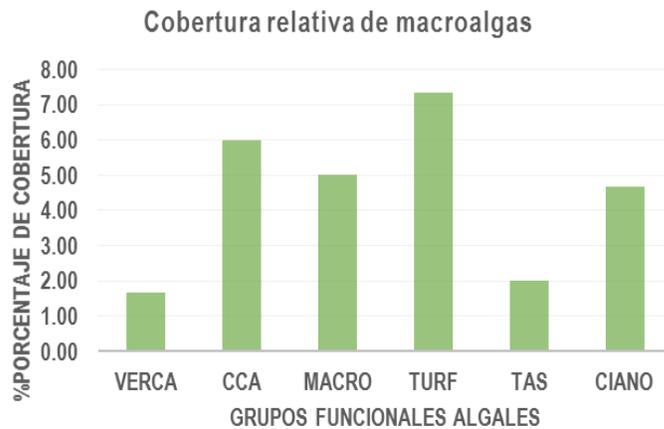
#### Playa4

Parche arrecifal, matriz calcárea constituida por esqueleto de *Acropora palmata*, con colonias de gran tamaño de *Orbicella faveolata* y *Agaricia tenuifolia*; se registraron siete especies de corales duros.

El principal componente bentónico fue el sustrato rocoso con 37% de cobertura relativa, las macroalgas representaron el 27% con la presencia de seis grupos funcionales algales, la cobertura de corales duros fue de 16% en su mayoría compuesta por *Porites astreoides*; los octocorales representan un 10% de cobertura al igual que la arena.



**Figura 84. Cobertura de corales duros**



**Figura 85. Gráfica de cobertura de macroalgal**

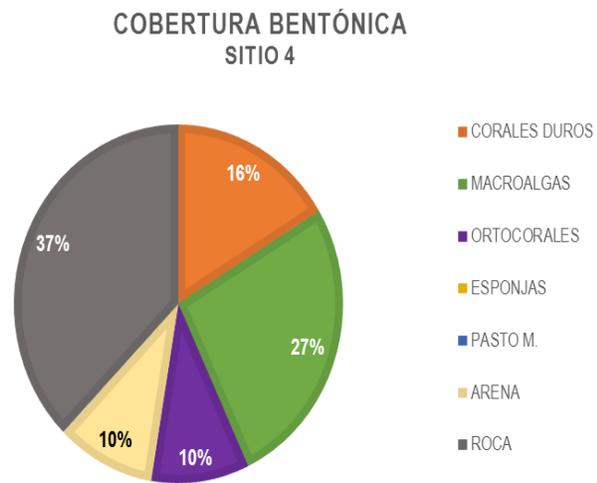


Figura 86. Cobertura por componente bentónico



Figura 87. A la izq *Agaricia tenuifolia*, a la der, *Orbicella faveolata*

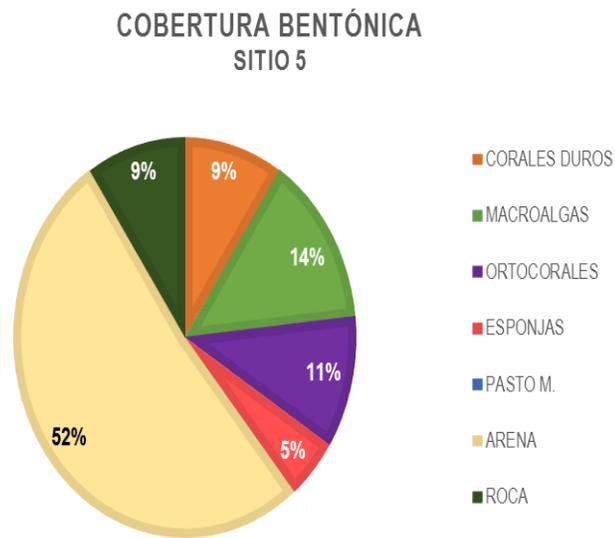


Figura 88. Gorgonáceos

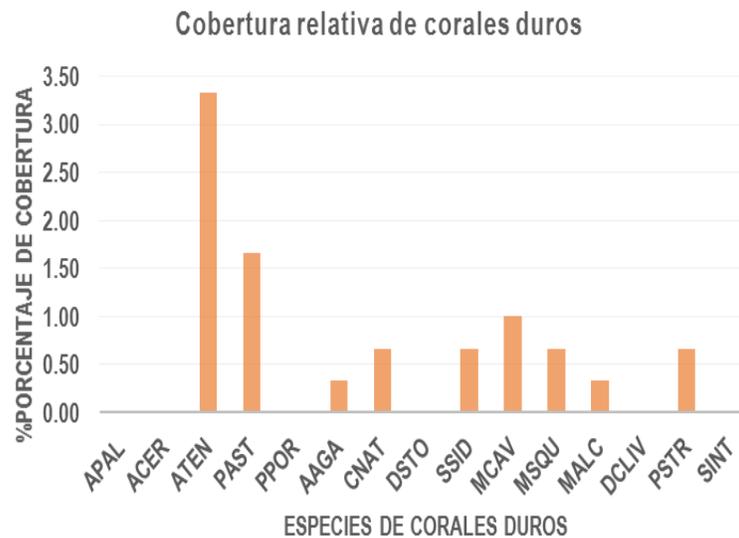
## Playa5

Parche arrecifal, matriz calcárea compuesta por esqueletos de *Orbicella* sp, *Pseudiploria strigosa* y *Acropora palmata*, con sustrato medianamente consolidado.

El bentos presentó una dominancia de arena con un 52% de cobertura, seguido de las macroalgas con 14% (Figura 18) con dominancia de algas *turf*; el sitio presentó una alta cobertura de octocorales 10% y corales duros 9% (figura 19) los de mayor cobertura *Agaricia tenuifolia*, *Porites astreoides* y especies del género *Diploria* (Figura 20).



**Figura 89. Cobertura por componente bentónico**



**Figura 90. Cobertura de corales duros**



Figura 91. *Pseudodiploria strigosa*

#### Playa6

Sustrato arenoso con parches de roca, con importante presencia de algas verdes calcáreas y macrófitas.

El bentos estuvo caracterizado por 3 grupos principalmente arena (38%), macroalgas (36%) compuesto principalmente por cuatro grupos funcionales algales y roca (17%). El único coral duro registrado fue *Millepora alcicornis* y obtuvo un 3% de cobertura relativa. Las esponjas representan 5% de cobertura.

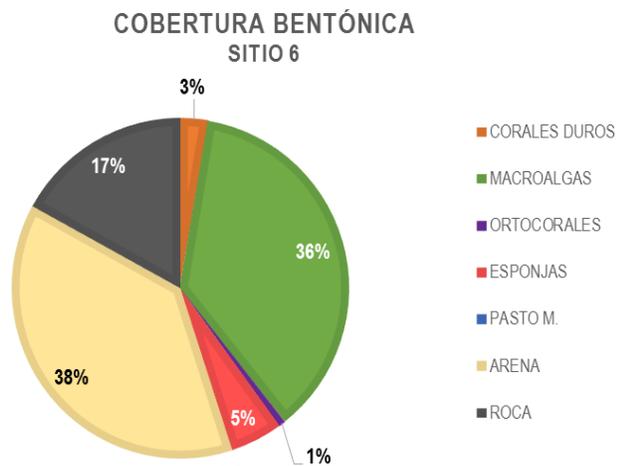


Figura 92. Cobertura por componente bentónico

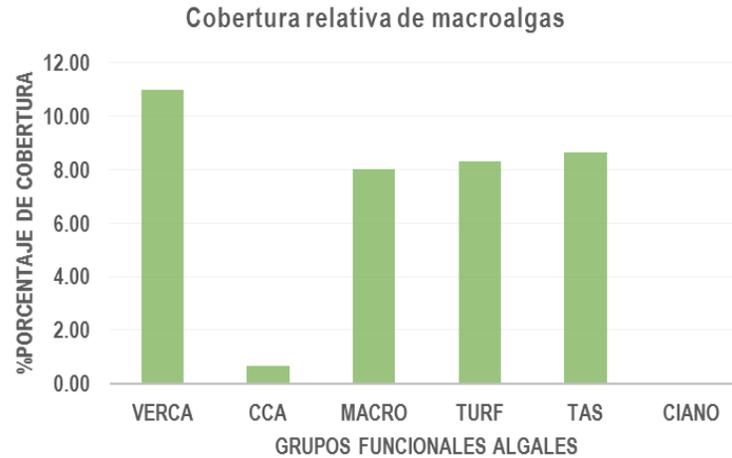


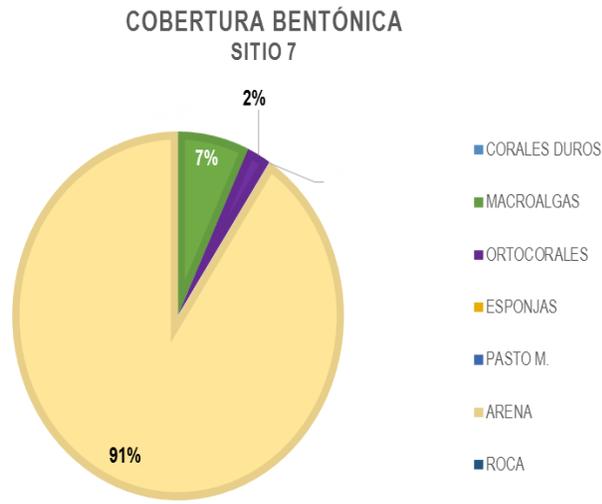
Figura 93. Gráfica de cobertura de macroalgal



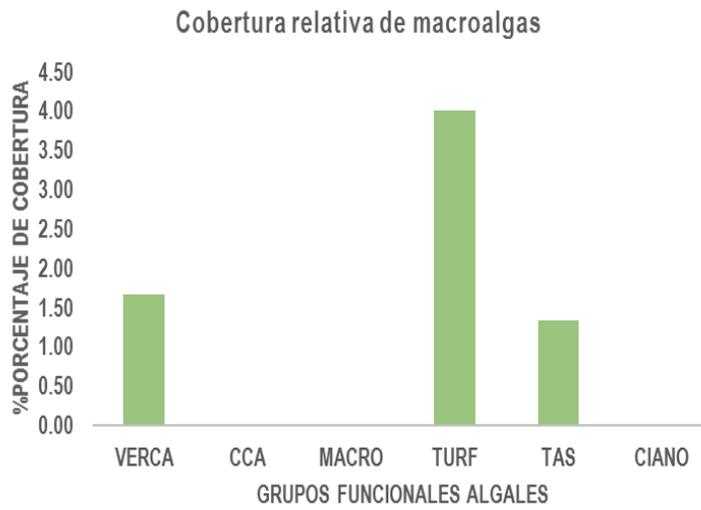
Figura 94. Fondo rocoso con macroalgas

#### Playa7

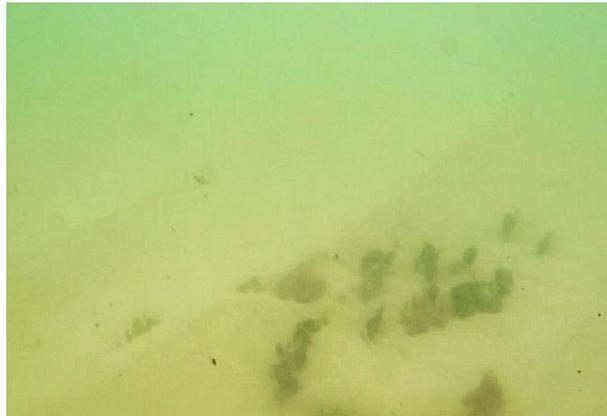
El bentos estuvo compuesto principalmente por arena (91%) con parches de sustrato duro colonizado por macroalgas (7%) principalmente *turf*, verdes calcáreas y TAS, se obtuvo registro de un 2% de octocorales perteneciente a una colonia solitaria. El tipo de sustrato se refleja en la figura 97.



**Figura 95. Cobertura por componente bentónico**



**Figura 96. Gráfica de cobertura de macroalgas**



**Figura 97. Fondo arenoso**

### Playa8

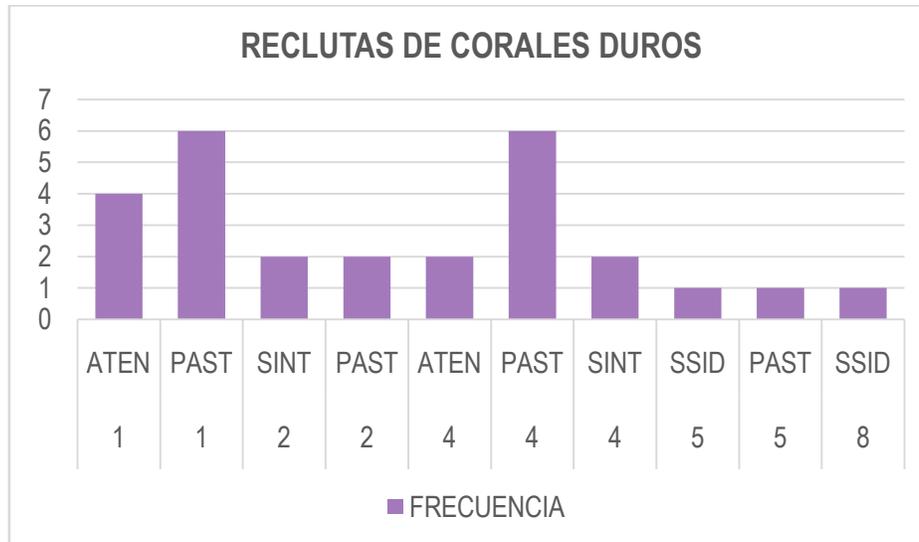
Sustrato conformado prácticamente por arena (95%), con parches de sustrato duro colonizado por macroalgas (5%).



**Figura 98. Vista del punto Playa8. Como se observa predomina el sustrato arenoso.**

## Reclutas y erizos

El reclutamiento en los sistemas arrecifales es un proceso primordial para el sano comportamiento de su dinámica poblacional, por lo tanto se llevó a cabo el registro de abundancia de reclutas en cada sitio (Figura 99), sólo 5 presentaron reclutas, con una frecuencia total de 27 individuos, en su mayoría de *Porites astreoides*.



**Figura 99. Gráfica de abundancia de reclutas por sitio de muestreo**

En la Figura 32 se expresan los resultados de la abundancia de erizos por sitio de muestreo, en total se registraron 103 erizos *Diadema antillarum*, 58 adultos y 45 juveniles, su mayor frecuencia fue en el sitio 1 donde se concentró más de la mitad de los individuos.

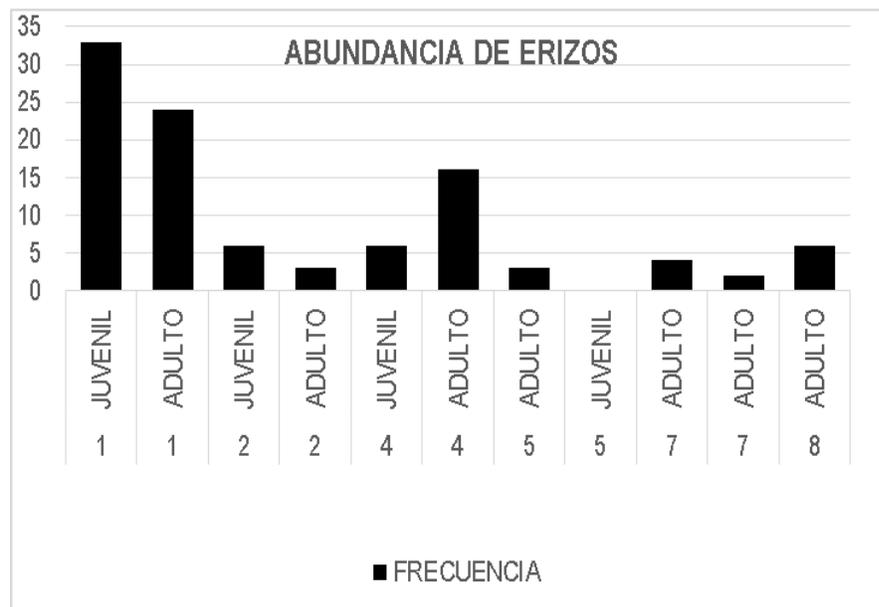


Figura 100. Frecuencia de erizos

### Macroalgas

Se encontró un total de 16 especies de macroalgas, 12 de las cuales pertenecen a la Clase Chlorophyceae. En la siguiente tabla se enlistan las especies encontradas.

Tabla 26. Macroalgas registradas en el sitio del proyecto.

REGISTRO DE MACROALGAS							
ID	División	Clase	Orden	Familia	Género	Género_autoridad	NombreCientífico
1	Chlorophyta	Chlorophyceae	Dasycladales	Polyphysaceae	Acetabularia	Lamouroux, 1812	<i>Acetabularia calyculus</i>
2	Chlorophyta	Chlorophyceae	Bryopsidales	Bryopsidaceae	Bryopsis	Lamouroux, 1809	<i>Bryopsis hypnoides</i>
3	Chlorophyta	Chlorophyceae	Bryopsidales	Caulerpaceae	Caulerpa	Lamouroux, 1809	<i>Caulerpa prolifera</i>
4	Chlorophyta	Chlorophyceae	Bryopsidales	Caulerpaceae	Caulerpa	Lamouroux, 1809	<i>Caulerpa racemosa</i>
5	Chlorophyta	Chlorophyceae	Bryopsidales	Caulerpaceae	Caulerpa	Lamouroux, 1809	<i>Caulerpa taxifolia</i>
6	Chlorophyta	Chlorophyceae	Cladophorales	Cladophoraceae	Chaetomorpha	Kützing, 1845	<i>Chaetomorpha linum</i>
7	Chlorophyta	Chlorophyceae	Cladophorales	Cladophoraceae	Cladophora	Kützing, 1843	<i>Cladophora crispata</i>
8	Phaeophyta	Fucophyceae	Dictyotales	Dictyotaceae	Dictyota	Lamouroux, 1809	<i>Dictyota menstrualis</i>
9	Chlorophyta	Chlorophyceae	Bryopsidales	Halimedaceae	Halimeda	Lamouroux, 1812	<i>Halimeda opuntia</i>
10	Phaeophyta	Fucophyceae	Dictyotales	Dictyotaceae	Lobophora	J. Agardh, 1894	<i>Lobophora variegata</i>
11	Phaeophyta	Fucophyceae	Dictyotales	Dictyotaceae	Padina	Adanson, 1763	<i>Padina variegata</i>
12	Chlorophyta	Chlorophyceae	Bryopsidales	Udoteaceae	Penicillus	Lamarck, 1813	<i>Penicillus capitatus</i>
13	Phaeophyta	Fucophyceae	Fucales	Sargassaceae	Sargassum	C. Agardh, 1820	<i>Sargassum vulgare</i>
14	Chlorophyta	Chlorophyceae	Bryopsidales	Udoteaceae	Udotea	Lamouroux, 1812	<i>Udotea caribaea</i>
15	Chlorophyta	Chlorophyceae	Bryopsidales	Udoteaceae	Udotea	Lamouroux, 1812	<i>Udotea flabellum</i>
16	Chlorophyta	Chlorophyceae	Cladophorales	Valoniaceae	Valonia	C. Agardh, 1823	<i>Valonia ventricosa</i>

**Tabla 27. Listado sistemático de las especies de peces registrados en Playa del Carmen durante este trabajo.**

Orden	Familia	Género	Especie	Nombre común	Importancia comercial en México	Protegida por NOM-059
Anguilliformes	Muraenidae	Gymnothorax	<i>Gymnothorax moringa</i>	Morena moteada	No	No
Aulopiformes	Synodontidae	Synodus	<i>Synodus intermedius</i>	Iguanito	No	No
Beloniformes	Belonidae	Strongylura	<i>Strongylura sp.</i>	Pez aguja	No	No
Beryciformes	Holocentridae	Holocentrus	<i>Holocentrus rufus</i>	Pez ardilla	No	No
Perciformes	Carangidae	Carangoides	<i>Carangoides ruber</i>	Cojinuda	Sí	No
Perciformes	Carangidae	Carangoides	<i>Carangoides bartholomaei</i>	Jurel amarillo	Sí	No
Perciformes	Lutjanidae	Lutjanus	<i>Lutjanis analis</i>	Pargo lunar	Sí	No
Perciformes	Lutjanidae	Ocyurus	<i>Ocyurus chrysurus</i>	Canané	Sí	No
Perciformes	Haemulidae	Anisotremus	<i>Anisotremus virginicus</i>	Amarillo	No	No
Perciformes	Haemulidae	Haemulon	<i>Haemulon aurolineatum</i>	Chac-chí	Sí	No
Perciformes	Haemulidae	Haemulon	<i>Haemulon carbonarium</i>	Chac-chí	Sí	No
Perciformes	Haemulidae	Haemulon	<i>Haemulon flavolineatum</i>	Chac-chí amarillo	Sí	No

Orden	Familia	Género	Especie	Nombre común	Importancia comercial en México	Protegida por NOM-059
Perciformes	Haemulidae	Haemulon	<i>Haemulon parra</i>	Zapatero	Sí	No
Perciformes	Haemulidae	Haemulon	<i>Haemulon plumieri</i>	Chac-chí	Sí	No
Perciformes	Haemulidae	Haemulon	<i>Haemulon sciurus</i>	Chac-chí	Sí	No
Perciformes	Sparidae	Calamus	<i>Calamus calamus</i>	Mojarra pluma	Sí	No
Perciformes	Chaetodontidae	Chaetodon	<i>Chaetodon capistratus</i>	Pez mariposa	Sí	No
Perciformes	Chaetodontidae	Chaetodon	<i>Chaetodon ocellatus</i>	Pez mariposa	Sí	No
Perciformes	Pomacanthidae	Holacanthus	<i>Holacanthus ciliaris</i>	Isabelita	Sí	No
Perciformes	Pomacanthidae	Holacanthus	<i>Holacanthus tricolor</i>	Isabelita	Sí	No
Perciformes	Pomacentridae	Abudefduf	<i>Abudefduf sexatilis</i>	Sargento	No	No
Perciformes	Pomacentridae	Chromis	<i>Chromis cyanea</i>	Chromis azul	Sí	No
Perciformes	Pomacentridae	Microspathodon	<i>Microspathodon chrysurus</i>	Damisela de cola amarilla	Sí	No
Perciformes	Pomacentridae	Stegastes	<i>Stegastes leucostictus</i>	Damisela	Sí	No
Perciformes	Pomacentridae	Stegastes	<i>Stegastes partitus</i>	Damisela bicolor	Sí	No
Perciformes	Pomacentridae	Stegastes	<i>Stegastes planifrons</i>	Damisela de tres puntos	No	No

Orden	Familia	Género	Especie	Nombre común	Importancia comercial en México	Protegida por NOM-059
Perciformes	Labridae	Bodianus	<i>Bodianus rufus</i>	Pez perro	Sí	No
Perciformes	Labridae	Bodianus	<i>Halichoeres bivittatus</i>	Doncella rayada	No	No
Perciformes	Labridae	Bodianus	<i>Thalassoma bifasciatum</i>	Cabeza azul	Sí	No
Perciformes	Labridae	Scarus	<i>Scarus iseri</i>	Loro listado	Sí	No
Perciformes	Labridae	Scarus	<i>Scarus vetula</i>	Loro reina	Sí	No
Perciformes	Labridae	Sparisoma	<i>Sparisoma aurofrenatum</i>	Loro banda roja	No	No
Perciformes	Labridae	Sparisoma	<i>Sparisoma viridae</i>	Lora	Sí	No
Perciformes	Acanthuridae	Acanthurus	<i>Acanthurus chirurgus</i>	Cirujano	Sí	No
Perciformes	Acanthuridae	Acanthurus	<i>Acanthurus coeruleus</i>	Cirujano azul	Sí	No

**Tabla 28. Especies de corales registrados en Playa del Carmen durante este trabajo.**

		ESPECIE	IUCN	CITES	NOM-059
1	<b>ACER</b>	<i>Acropora cervicornis</i>	Crítico	Sí	Sí
2	<b>APAL</b>	<i>Acropora palmata</i>	Crítico	Sí	Sí
3	<b>AAGA</b>	<i>Agaricia agaricites</i>	No	No	No
4	<b>ATEN</b>	<i>Agaricia tenuifolia</i>	No	No	No
5	<b>CNAT</b>	<i>Colpophilia natans</i>	No	No	No
6	<b>DSTO</b>	<i>Dichocoenias tokesii</i>	No	No	No
7	<b>MALC</b>	<i>Millepora alcicornis</i>	No	No	No
8	<b>MSQU</b>	<i>Millepora squarrosa</i>	No	No	No
9	<b>MCAV</b>	<i>Montatrea cavernosa</i>	No	No	No
10	<b>PAST</b>	<i>Porites astreoides</i>	No	No	No
11	<b>PPOR</b>	<i>Porites porites</i>	No	No	No
12	<b>DCLIV</b>	<i>Diploria clivosa</i>	No	No	No
13	<b>PSTR</b>	<i>Pseudodiploria strigosa</i>	No	No	No
14	<b>SSID</b>	<i>Siderastrea siderea</i>	No	No	No
15	<b>SINT</b>	<i>Stephanocoenia intersepta</i>	No	No	No

## IV.2. Medio Socioeconómico y cultural

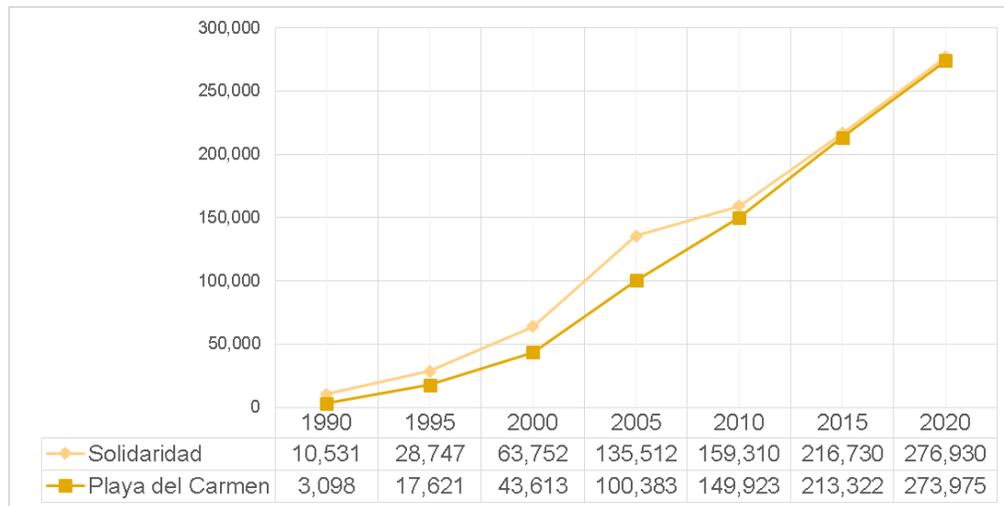
A continuación se describe la situación actual del aspecto social, económico y cultural en el Municipio de Solidaridad, particularmente de la Localidad de Playa del Carmen. Lo siguiente, con el fin de identificar puntos con vulnerabilidad social a los cuales podría beneficiar el proyecto.

### IV.2.1. Medio Socioeconómico

#### IV.2.1.1. Demografía

La población en el Municipio de Solidaridad para el año 2010 fue de 159,310 habitantes. Esta población representa el 12 % del total del Estado (INEGI, 2010).

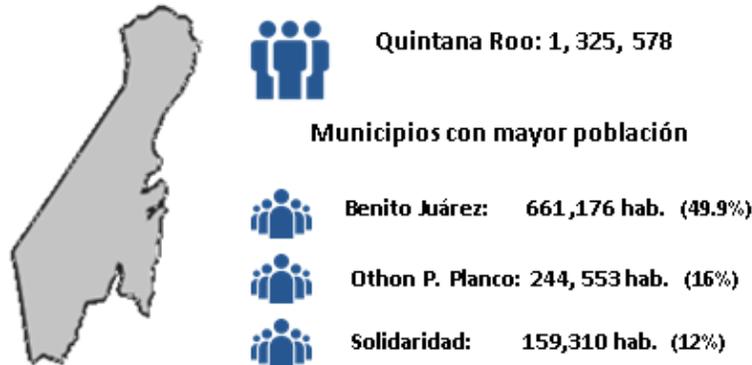
La tasa bruta de natalidad por cada 1000 habitantes para el estado en el año de 2011 es de 19.41, la tasa de mortalidad por cada 1000 habitantes es de 3.07 y la tasa global de fecundidad son de 3.07.



**Figura 101. Dinámica demográfica. CEURA S.A. de C.V. con base, en los Censos Generales de Población y Vivienda de 1990, 2000 Y 2010; conteos de población y vivienda 1995 y 2005, del INEGI. Proyección de población 2015 – 2020 con base en datos de Consejo estatal de Población de Quintana Roo.**

#### IV.2.1.2. Población

El Estado de Quintana Roo contaba al año 2010, con una población de 1,325,578 habitantes, de los cuales 159,310 pertenecieron al Municipio de Solidaridad concentrados principalmente en Playa del Carmen (94% del total del municipio).<sup>7</sup>



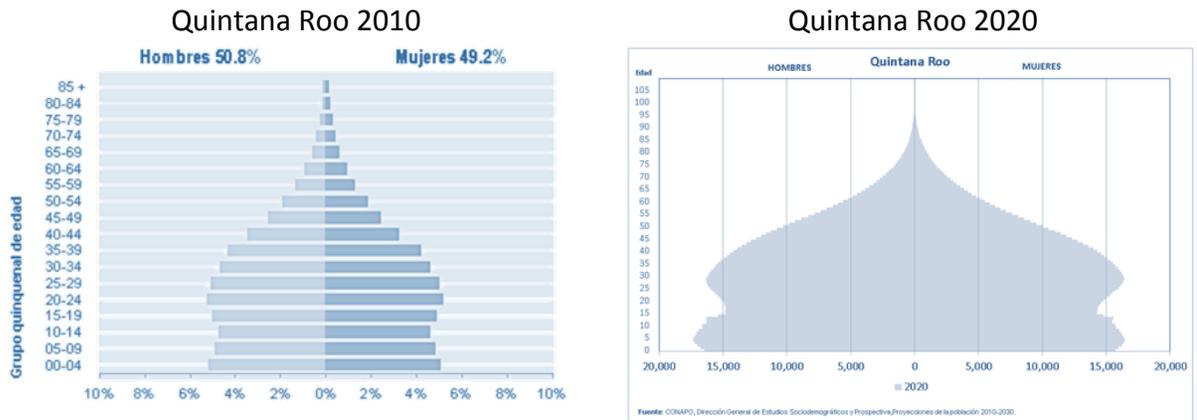
**Figura 102. Población en el Estado de Quintana Roo. Fuente: CEURA con base Censo población y vivienda 2010 INEGI**

#### IV.2.1.3. Distribución de población

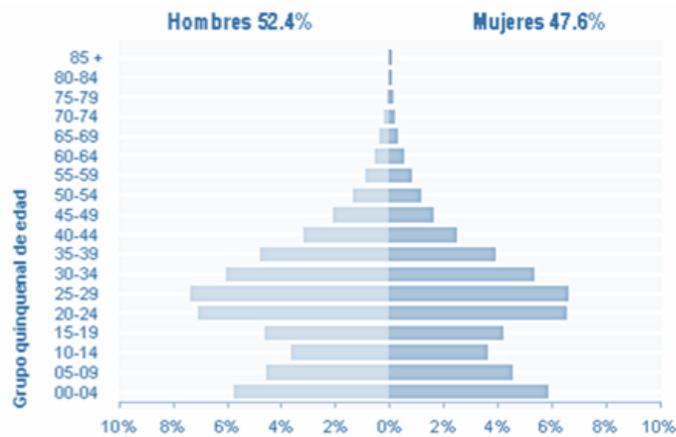
La distribución por edades del Estado de Quintana Roo destaca el rango de edad que va de los 15 a los 44 años, conformando el 54% del total de la población, es decir que el estado presenta una edad promedio de 25 años.

De acuerdo a la proporción por género, los hombres representan el 50.79% y las mujeres representan el 49.21%, que denota una ligera mayoría de población masculina, con una esperanza de vida de 76 años.

<sup>7</sup> Censo de Población y Vivienda 2010 INEGI



**Figura 103. Pirámide poblacional Quintana Roo 2010 - 2020. Panorama socio demográfico de Quintana Roo. INEGI.2010 – CONAPO proyecciones año 2020**



**Figura 104. Pirámide poblacional municipio de Solidaridad 2010. Panorama sociodemográfico de Quintana Roo. INEGI.2010**

**IV.2.1.4. Pobreza y marginación**

**Grupos Étnicos**

En el 2010 el municipio tenía una población de habla indígena de 18,124 personas de 5 años y más, que representaba el 11.37 % del total de este grupo de población.



**Figura 105. Marginación en el municipio de Solidaridad basado en la vivienda. Fuente CEURA S.A. de C.V con base en datos de Consejo estatal de Población de Quintana Roo 2010**

De acuerdo a los datos de SEDESOL, el grado de Marginación en el Municipio es muy bajo, calculando un índice de marginación de  $-1.60438$  para el año 2010<sup>8</sup>.

#### IV.2.1.5. Datos de migración

La importancia de la migración interna para Quintana Roo se advierte ha implicado menores ganancias de población, al comparar la dinámica del crecimiento natural de la población (nacimientos y defunciones) con el crecimiento social o migratorio en la entidad. En el primer quinquenio de los noventa, el número de personas que nacieron no superó a los inmigrantes (18.3 mil y 26.4 mil, respectivamente) y las defunciones registradas fueron en volumen menor a la de los emigrantes (2.3 mil respecto a 7.2 mil). Tal hecho muestra que el crecimiento social (inmigrantes menos emigrantes) es el responsable del aumento de la población del estado.

#### IV.2.1.6. Evolución Demográfica

Durante el periodo 1995-1999, la ganancia neta de población por la migración interestatal fue en promedio de 2.56 habitantes por cada cien anual, para 2005 fue de 1.98 y en 2010 la tasa fue de 1.69. Para el periodo de proyección se ha estimado que la migración interna pasará a 1.40, 1.17, 0.99 en 2015, 2020 y 2025 respectivamente y llegará a 0.83 por cada cien habitantes en 2030

<sup>8</sup>Cita en internet: <http://www.microrregiones.gob.mx/catloc/indiMarginac.aspx?ent=23&mun=008>

La densidad de población es de 70 habitantes por Km<sup>2</sup>. La migración a este municipio, que proviene principalmente por extranjeros y se concentra principalmente en la Localidad de Playa del Carmen.

#### IV.2.1.7. Educación

El municipio de Cozumel tiene una cobertura educativa que alcanza todos los niveles. En general el municipio cuenta con un total de: 1 escuela de educación inicial, 1 de educación especial, 15 de educación preescolar, 21 de educación primaria, 7 de educación secundaria, 1 de profesional medio (CONALEP) 6 de educación media superior y 2 de educación superior, también se ofrece el nivel de maestría. Esta oferta educativa está cubierta por los sectores público y privado.

**Tabla 29.** Nivel educativo por grupo de edad.

Nivel educativo por grupo de edad	Número de personas
<b>Población de 5 y más años con primaria, 2010</b>	4,477
<b>Población de 18 años y más con nivel profesional, 2010</b>	18,480

#### IV.2.1.8. Urbanización

##### IV.2.1.8.1. Salud

Existen en el municipio 10 Unidades Médicas, de las cuales 2 pertenecen al IMSS, 1 al ISSSTE y 7 de la Secretaría de Salud del Gobierno del Estado.

El personal médico del sector público está formado por 337 médicos en las diferentes áreas y dependencias.

Aunque no se tienen cuantificadas operan clínicas particulares con hospitalización, además de consultorios privados.

##### IV.2.1.8.2. Abasto

Existen dos mercados públicos, un rastro municipal, y tiendas departamentales y pequeñas tiendas particulares para la distribución de los productos.

### IV.2.1.8.3. Vías de Comunicación

La ciudad de Playa del Carmen está ampliamente comunicada de diversas maneras, tal y como se analiza a continuación.

#### IV.2.1.8.3.1. Vialidades

##### **Carretera Estatal Cancún - Tulum**

Esta vialidad atraviesa toda la cabecera municipal y la divide en dos de forma horizontal, a partir de la calle Constructores hasta la calle Pinos (donde termina la localidad), la carretera es conocida como 50 Avenida Norte.

En su mayoría se cuenta con 3 carriles por sentido, separados por un camellón, aunque del tramo que va de la calle 11 Sur a la Avenida Constituyentes, la carretera se separa en un segundo nivel de la 5ta Avenida.

##### **Carretera Estatal El Tinal – Playa del Carmen**

La Carretera El Tinal – Playa del Carmen, es conocida dentro de la Cabecera del Municipio como la Avenida Luis Donald Colosio, la cual divide la localidad a la mitad de manera vertical.

La vialidad cuenta con 3 carriles en cada sentido, separados por un camellón, en la zona sur se encuentran un gran número de equipamientos.

##### **Vialidades locales**

Playa del Carmen, cuenta con un trazado ortogonal el cual permite una fácil conectividad hacia dentro y fuera del municipio.

El sistema vial que integra a la cabecera municipal se puede catalogar en tres niveles:

**Vialidad Regional.** La Carretera Estatal Cancún – Tulúm da ingreso a Playa del Carmen, y atraviesa la mayor parte del Estado de Quintana Roo.

**Vialidades Secundarias.** Estas permiten la movilidad dentro de la localidad.

**Vialidades locales.** De tránsito local.

Las vialidades más importantes dentro de la cabecera municipal son en su mayoría vialidades secundarias, en las que se destacan las siguientes:

- Av. Luis Donaldo Colosio
- Av. Constituyentes
- Av. Benito Juárez
- 5ta Avenida

#### **IV.2.1.8.3.2. Transporte**

##### **Autobús**

La Ciudad de Playa del Carmen cuenta con dos terminales de autobuses pertenecientes a la empresa A.D.O. La primera estación se localiza en la 5av. Norte esquina con A. Benito Juárez García. En donde se realizan la mayoría de los viajes, La segunda que es la estación alterna se encuentra Av. 20 esquina con calle 12.

##### **Ferry**

En Playa del Carmen se encuentra la Terminal Marítima, ubicada a dos cuadas de la estación de autobuses A.D.O, en donde es posible realizar viajes en Ferry. Su principal destino debido a su cercanía es la isla de Cozumel, el recorrido se realiza cada hora y el tiempo aproximado de viaje es de 40 minutos. En la terminal Marítima de Playa del Carmen operan diferentes empresas que ofrecen sus servicios, de Ferry: UltraMar Playa del Carmen, México Waterjets y la recientemente inaugurada Barcos Caribe.

El servicio telegráfico opera con una Administración y una estación radiotelegráfica; para el servicio de correos opera una Administración además de expendios ubicados en pequeños comercios; se cuenta con servicio de teléfonos automático, telefonía celular y telex.

#### **IV.2.1.8.4. Religión**

La religión que predomina en el municipio es la católica (83.1 %), siguiendo en importancia la protestante o evangélica (9.5 %) y el 3.5 % que se declaró ateo. Existe una tendencia en desplazar a la religión católica por la protestante o evangélica.

#### **IV.2.1.9. Actividad Económica**

##### **IV.2.1.9.1. Principales Sectores, Productos y Servicios**

**IV.2.1.9.1.1. Estatal**

El Estado de Quintana Roo en 2014 se caracterizó por tener una vocación a la prestación de servicios principalmente turísticos, siendo el sector terciario el que más contribuye al crecimiento del territorio con un 91% del PIB Estatal, seguido por las actividades secundarias con el 7.3 % y en último lugar las actividades primarias con el 1.7%. El Estado contribuye con el 1.34 % del Producto Interno Bruto Nacional, ocupando el lugar número 24 a nivel nacional.

Se presentan altos movimientos migratorios hacia los principales destinos turísticos, del número total de habitantes del Estado es de 715,348 son inmigrantes (54%) concentrándose principalmente en los Municipios de Solidaridad y Benito Juárez, a fin de dedicarse a la prestación de servicios turísticos, dando como resultado un crecimiento poblacional demandante de vivienda, infraestructura, equipamiento y servicios públicos.

**Tabla 30. CENSO ECONÓMICO QUINTANA ROO. Censo económico 2014. INEGI**

<b>Unidades económicas</b>	<b>45,488</b>	<b>Unidades</b>
<b>Personal ocupado</b>	347,726	Personas
<b>Remuneraciones</b>	12,810,774	Mil pesos
<b>Producción bruta total</b>	112,853,539	Mil pesos
<b>Activos fijos</b>	98,163,532	Mil pesos
<b>Personas ocupadas por unidad económica</b>	8	Personas
<b>Remuneraciones por persona remunerada</b>	78	Mil pesos
<b>Producción bruta total por establecimiento</b>	2, 481	Mil pesos

La población económica se refiere a las personas que están en edad para laborar en el caso de México se toma a la población partir de los 14 años de edad. La Población Económicamente Activa PEA del Estado de Quintana Roo (2011) fue de 705, 607 habitantes, que representan el 66.9% del total de la población.

**Tabla 31. Población Económicamente Activa PEA del Estado de Quintana Roo (2011)**

Quintana Roo	Mujeres	Hombres
		
705, 607	51 de cada 100	83 de cada 100

La población ocupada es aquella que realizó una labor y generó algún bien económico. La Población ocupada en el Estado de Quintana Roo fue de 675, 223 habitantes el 95.7% de la población (2011).

**Tabla 32. Población ocupada en el Estado de Quintana Roo (2011).**

Quintana Roo	Mujeres	Hombres
		
675, 223	259,232 (38.4%)	415, 991(61.6%)

#### IV.2.1.9.1.2. Sector Terciario

Con una participación del 1.34% del PIB Nacional en el sector terciario, el Estado de Quintana Roo cuenta con actividades económicas específicas de gran importancia que tan solo en 2008 dejó un Valor Agregado Censal Bruto de \$41,501,234 (Miles de Pesos), las 15 más importantes son:

**Tabla 33. Valor Agregado Censal Bruto del Sector Terciario en el Estado de Quintana Roo.**

ACTIVIDAD ECONÓMICA	VAB (%)	LUGAR NACIONAL
1. Hoteles, moteles y similares	19.2	1
2. Servicios de empleo	4.5	8
3. Generación, transmisión y distribución de energía eléctrica	4.2	30
4. Elaboración de azúcares, chocolates, dulces y similares	3.7	6
5. Comercio al por menor en tiendas de autoservicio	3.6	10
6. Servicios relacionados con el transporte aéreo	3.6	2
7. Comercio al por mayor de abarrotes y alimentos	2.8	19
8. Restaurantes con servicio limitado	2.6	16
9. Comercio al por menor de artículos para el cuidado de la salud	2.5	4
10. Operadores de telecomunicaciones alámbricas	2.4	23
11. Parques con instalaciones recreativas	2.3	1
12. Agencias de viajes y servicios de reservaciones	2.3	2
13. Restaurantes con servicio completo	2.3	6
14. Comercio al por menor de abarrotes y alimentos	2.2	24
15. Comercio al por menor de artículos de ferretería	1.5	17
*Ramas restantes	40.4	N/A

INEGI. Sistema de Cuentas Nacionales de México. Producto Interno Bruto por Entidad Federativa, 2007-2011.

La mayor parte de los servicios y hoteles se localizan en Cancún, seguido de Cozumel, Playa del Carmen y la Riviera Maya.

#### IV.2.1.9.1.2.1.Turismo

La actividad turística es la más importante para el Estado, ya que por sí sola tiene una participación del 11.3% del PIB turístico nacional.

Quintana Roo captó el 40% del total de divisas que ingresaron al país por concepto de turismo, con \$5,678.71 (Millones de Dólares).

#### IV.2.1.9.1.2.2.Comercio

La participación del Estado en el PIB comercial nacional es del 0.62% donde se contemplan aproximadamente 10, 000 establecimientos comerciales pequeños, tiendas departamentales, 27 mercados públicos, una central de abastos en Cancún y 7 centros receptores de productos básicos.

**Tabla 34. Indicadores del Comercio al Mayoreo y Menudeo. SECTORES ECONÓMICOS.**

SUBSECTOR	% VAB
Comercio al por menor en tiendas de autoservicio y departamentales	19.4
Comercio al por mayor de abarrotes, alimentos, bebidas, hielo y tabaco	16.9
Comercio al por menor de artículos para el cuidado de la salud	9.8
Comercio al por menor de abarrotes, alimentos, bebidas, hielo y tabaco	9.6
Comercio al por menor de artículos de papelería, para el esparcimiento y otros artículos de uso personal	8.3
Comercio al por menor de vehículos de motor, refacciones, combustibles y lubricantes	7.8
Comercio al por menor de artículos de ferretería, tlapalería y vidrios	6.1
Comercio al por menor de productos textiles, bisutería, accesorios de vestir y calzado	5.6
Los demás	16.4
Total en Miles de pesos	10'394,189

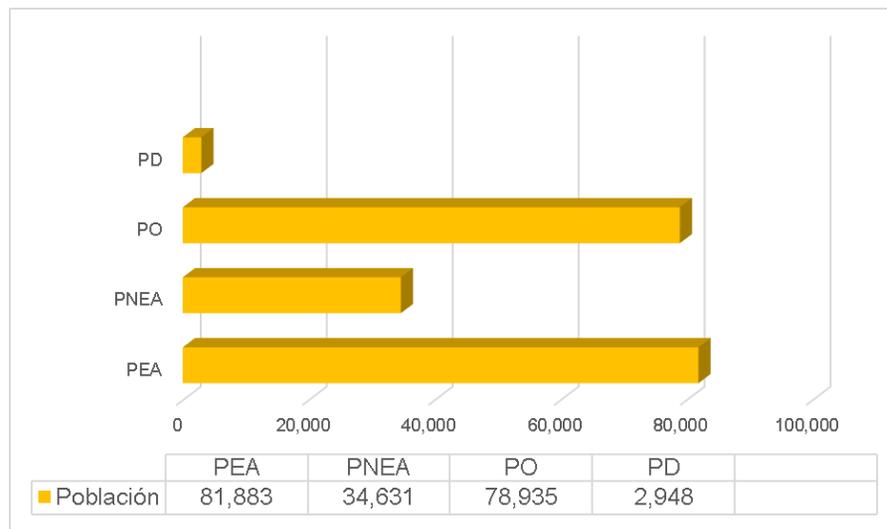
INEGI. Banco de Información Económica. Indicadores del Comercio al Mayoreo y Menudeo, 2012.

#### IV.2.1.9.1.3. Municipio Solidaridad

En el Municipio de Solidaridad la población económicamente activa PEA fue de 28,946 personas y la población ocupada fue 28,604 siendo la ocupación mayor la del sector terciario influenciada para por el turismo y el comercio.

**Tabla 35. Censo económico 2014. INEGI**

<b>Unidades económicas</b>	<b>6,898</b>	<b>Unidades</b>
<b>Personal ocupado</b>	83,276	Personas
<b>Remuneraciones</b>	2,977,086	Mil pesos
<b>Producción bruta total</b>	27,824,214	Mil pesos
<b>Activos fijos</b>	29,759,413	Mil pesos
<b>Personas ocupadas por unidad económica</b>	12	Personas
<b>Remuneraciones por persona remunerada</b>	74	Mil pesos
<b>Producción bruta total por establecimiento</b>	4,034	Mil pesos



**Figura 106. Características Económicas Municipio De Solidaridad**

CEURA S.A. de C.V con base en datos de Consejo estatal de Población de Quintana Roo.  
PNEA: Población no económicamente activa, PO: Población ocupada, PD: Población Desocupada.

**Tabla 36. Actividades económicas por sector.**

Sector	Actividad	Absolutos	%
--------	-----------	-----------	---

Primario	Agricultura, Ganadería, Silvicultura y Pesca	1,561	5
Secundario	Minería, Manufacturas, Electricidad, gas y agua, construcción	5,441	19
Terciario	-Comercio, Restaurantes y hoteles - Transportes y comunicaciones - Servicios, fin, seguros y relacionados - Servicios comunales, sociales y personal	20,931	73
No especificado		671	3

CEURA S.A. de C.V con base en datos de Consejo estatal de Población de Quintana Roo.

PNEA: Población no económica activa, PO: Población ocupada, PD: Población Desocupada.

#### IV.2.1.9.1.4. Playa del Carmen

La economía de Playa del Carmen, se basa hoy en día en torno al comercio y servicios turísticos sirve como lugar de puente hacia la isla de Cozumel. La construcción y el sector servicios son el motor de esta localidad que en los últimos años ha doblado su población, llegando a los casi 150 mil habitantes.

Playa del Carmen cuenta con una Población Económicamente Activa (PEA) de 76,602 personas y una PEA Ocupada: 73,749 personas. Donde el 78% de la PEA se dedica al turismo (INEGI). Se Calcula que del total del PIB estatal 80% se genera en la zona costera y en Playa del Carmen se concentra un 40% de ese valor.

El turismo es la principal fuente de ingresos de esta localidad, en la que proliferan hoteles, resorts, bares, tiendas, restaurantes, discotecas, y más. En particular la 5ta. Avenida genera alrededor de 3 mil 500 fuentes de empleo en los que el Consejo Coordinador Empresarial CCE calcula 2 mil establecimientos en la zona turística, 300 de ellos restaurantes, pero la Tesorería municipal cuantifica en 658 el número de establecimientos que se ubican exclusivamente sobre esta Avenida.

Con una afluencia de 5.8 millones de turistas al año, Playa del Carmen es el corazón turístico de la Riviera Maya y figura como el destino más importante de Quintana Roo. Tan solo el año

2014, la actividad turística local generó una derrama económica estimada en \$1,700 millones de pesos, según datos del municipio de Solidaridad.

La actividad pesquera se caracteriza por su carácter ribereño, para el año 2006 se contabilizó 147 toneladas para el consumo humano directo. La especie que mayor volumen reporta es la langosta con 66 toneladas con un volumen y valor de producción de \$7'664,000.00 generados.

En escala general la producción alcanzó un volumen de 59 toneladas con un valor de \$1'349,000.00 pesos. La población dedicada a esta actividad se distribuye en dos segmentos, el primero bajo el esquema de cooperativas 53 ACDT– RIVIERA MAYA con 105 socios registrados en 2006 contra 51 particulares en todo el municipio (Municipio de Solidaridad, 2009) según los datos de la Secretaria de Economía.

Otro subsector importante es el mercado inmobiliario, ya que debido a la intensa actividad turística, comienza a reactivarse, con el arranque de proyectos de los segmentos comercial y hotelero, principalmente. Proyecciones oficiales apuntan inversiones por 600 millones de dólares en diversos proyectos.

## V. IDENTIFICACIÓN, CARACTERIZACIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL.

En este capítulo se identifica y evalúa los impactos ambientales y sociales que se presentarán durante las diferentes etapas del presente proyecto. Para tal efecto, se interrelacionan las acciones y/o actividades del proyecto con los componentes del ambiente, con un criterio de causa-efecto, evaluando el carácter adverso o favorable del impacto.

Para la identificación de las acciones se inició con una revisión bibliográfica de documentos existentes para el área donde incide el proyecto, tales como artículos públicos, tesis de maestría y licenciatura, fotos satelitales, situación legal, entre otros. Una vez identificado y ubicado el sitio, se realizaron visitas al lugar para obtener información acerca de la flora, fauna, paisaje y calidad ambiental del sitio, para después complementar con información proporcionada por el promovente.

### V.1. Metodología para identificar y evaluar los impactos ambientales

La evaluación de impacto ambiental, está enfocada a identificar, predecir e interpretar los impactos de un proyecto, en los parámetros ambientales que tienen un fuerte significado para el ambiente, incluyendo el medio natural y el socioeconómico.

Las construcción de la obra que nos ocupa presenta diversos impactos al medio físico natural y socioeconómico, tanto en sus etapas de preparación del sitio, construcción, como de la futura operación. En función del tipo de obra, y de las características del terreno y entorno, los impactos pueden ser de diversa magnitud e importancia.

Para la realización del estudio de los impactos ambientales referente a la implementación del proyecto, se utiliza la matriz de interacciones basado en el método de tabla propuesto por Leopold (1971). Esta metodología permite identificar los posibles efectos adversos que el proyecto pueda tener sobre los factores o atributos del medio ambiente, a fin de estar en posibilidad de intervenir en la toma de decisiones sobre su implementación y la reglamentación existente. Esto con el objeto de que dichos impactos o efectos adversos se presenten en la menor medida posible, logrando con ello el máximo aprovechamiento de los recursos de que se dispone en el área para su ejecución.

La Matriz de Leopold pertenece a un grupo denominado como “matrices causa-efecto”. En esta tipología de matrices de doble entrada, las columnas están constituidas por las acciones

que producen los impactos y las filas, constituyen los factores del medio susceptibles de recibir estos impactos. Se trata de una forma sencilla de interaccionar las acciones con los efectos, es por esta razón que este método solo permite identificar impactos directos.

En el caso particular para el presente proyecto se realizó una modificación a los criterios de evaluación de los impactos.

#### V.1.1. Criterios de importancia para la evaluación.

Los criterios para la evaluación de impactos generados por el proyecto se definen en la **Tabla 37**. Al momento de realizar el análisis de los impactos en la Matriz modificada de Leopold, las acciones se establecerán bajo los siguientes criterios:

- a) Representatividad de la realidad del proyecto
- b) Relevancia, es decir, la capacidad apreciable para generar alteraciones
- c) Exclusión, sin solapamientos ni redundancias con otras acciones
- d) Independencia
- e) Cuantitatividad

El código que se usa en cada una de las celdas de la Matriz modificada de Leopold denota las características de los impactos y si es posible mitigarlos o no. En cada una de las celdas de interacción entre los posibles impactos provocados a los elementos del medio.

**Tabla 37. Criterios de evaluación para la matriz modificada de Leopold.**

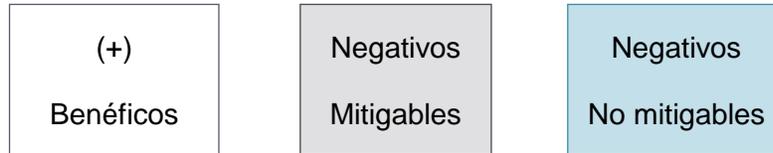
Criterio	Descripción y evaluación
<i>Intensidad</i>	Se refiere al grado de afectación del medio (físico, biológico y socioeconómico-cultural) por la ejecución del proyecto. Para su evaluación se considera:
	<b>Insignificante o sutil (I).</b> - Cuando no hay cambios o estos son imperceptibles.
	<b>Significativo o notable (S).</b> - Cuando son evidentes las repercusiones en el

	medio ambiente.
<i>Extensión</i>	<p>Se refiere a las repercusiones geográficas del impacto. Para su evaluación se considera: <b>Predio (P)</b>.- La repercusión del impacto es in situ.</p> <p><b>Localidad (L)</b>.- La repercusión del impacto trasciende a la ciudad.</p>
<i>Duración</i>	<p>Considera la temporalidad de los impactos, desde la aparición del efecto hasta que el factor afectado retornaría a las condiciones iniciales previas a la acción ya sea por medios naturales o mediante la introducción de medidas correctoras. Para su evaluación se considera:</p> <p><b>Fugaz (Z)</b>.- La recuperación de la calidad ambiental es inmediata tras el cese de la actividad. <b>Temporal (T)</b>.- Es una alteración no permanente en el tiempo (hasta 10 años), llegando a ser en algunos casos persistente (muy duradero o pertinaz).</p> <p><b>Fijo (F)</b>.- Es una alteración continua en el tiempo sobre los factores ambientales considerados (mayor a 10 años).</p>
<i>Periodicidad</i>	<p>Se refiere a la regularidad de manifestación del efecto. Para su evaluación se considera: <b>Discontinuo</b>.- El impacto tendrá alteraciones irregulares o intermitentes en su permanencia. En las celdas de la matriz serán señalados con líneas horizontales.</p> <p><b>Continuo</b>.- Es una alteración del impacto constante en el tiempo. En las celdas de la matriz serán señalados con líneas verticales.</p> <p><b>Periódico</b>.- El impacto tendrá un efecto de acción cíclica o recurrente en el tiempo. En las celdas de la matriz serán señalados con una cuadrícula.</p> <div style="display: flex; justify-content: center; gap: 20px; margin-top: 10px;"> <div style="border: 1px solid black; border-radius: 10px; padding: 5px; text-align: center;">  <p>Discontinuo</p> </div> <div style="border: 1px solid black; border-radius: 10px; padding: 5px; text-align: center;">  <p>Continuo</p> </div> <div style="border: 1px solid black; border-radius: 10px; padding: 5px; text-align: center;">  <p>Periódico</p> </div> </div>
<i>Carácter</i>	<p>Es la valoración del impacto de las acciones sobre los indicadores ambientales. Para su evaluación se considera:</p> <p><b>Benéficos</b>.- Se refieren a acciones que contrarrestan los efectos del impacto humano o bien resultan propositivos para el medio. En las celdas de la matriz serán señalados con el símbolo (+).</p> <p><b>Negativos mitigables</b>.- Son impactos susceptibles a aplicar medidas de prevención y/o mitigación. En las celdas de la matriz serán señalados con</p>

---

color azul.

**Negativos no mitigables.**- se refieren a los impactos negativos de carácter irreversible, que no pueden ser compensados con alguna medida. En las celdas de la matriz serán señalados con color verde.




---

**Magnitud** Es la valoración del impacto o de la alteración potencial a ser provocada; grado extensión o escala.

En la celda izquierda de cada acción se coloca un número entre 1 y 10 para indicar la magnitud del posible impacto (mínima = 1).

Después de cada número se colocará el signo (-) si el impacto es **perjudicial** y (+) si es **beneficioso**, así mismo serán categorizados como:

**Baja** (-/+ del 1 al 3)

**Media** (-/+ del 4 al 6)

**Alta** (-/+ del 7 al 10)

---

**Importancia** Es el valor ponderal que da peso relativo del potencial impacto.

En la celda derecha de cada acción se coloca un número entre 1 y 10 para indicar la importancia del posible impacto, así mismo serán categorizados como:

**Baja** (del 1 al 3)

**Media** (del 4 al 6)

**Alta** (del 7 al 10)

---

## V.2. Impactos ambientales.

### V.2.1. Actividades del proyecto susceptibles de causar impacto.

Se realizó un listado de las actividades que se realizarán durante el desarrollo del proyecto para una mejor evaluación, se optó por dividir las actividades de todo el proyecto en 3 etapas que se presentan a continuación:

**Tabla 38. Lista de actividades generales del proyecto.**

<b>ETAPA</b>	<b>ACTIVIDAD</b>
<b>Preparación del sitio</b>	Limpieza de la zona de playa
	Relocalización de fauna de lento desplazamiento
	Delimitación de las áreas de trabajo
	Circulación de vehículos
<b>Construcción</b>	Compra de materiales e insumos
	Circulación de vehículos, operación de maquinaria y equipo
	Colocación de arrecifes artificiales
	Extracción y acarreo de arena del banco del préstamo
	Vertimiento y acopio en tarquina provisional
	Colocación y llenado de duna artificial
	Distribución y conformación del diseño de playa
Manejo de residuos sólidos	
<b>Operación y Mantenimiento</b>	Funcionamiento de las obras
	Uso de la playa
	Mantenimiento de estructuras
	Manejo de residuos sólidos

### **V.2.2. Indicadores ambientales.**

En base al listado de actividades anteriores se realizó un análisis de los componentes ya sean abióticos, bióticos, ambientales o socioeconómicos que pueden ser afectados en menor o mayor grado durante la realización de dichas actividades (**Tabla 39**). Es importante mencionar que los efectos sobre dichos Indicadores pueden ser positivos o negativos y variar según las diferentes etapas del proyecto, por lo que al momento de realizar una evaluación

de impacto ambiental se dividirá el proyecto en etapas o fases para poder realizar un análisis más preciso.

**Tabla 39. Componentes del medio seleccionados como indicadores de impacto.**

COMPONENTE	FACTOR	INDICADOR
<b>Abióticos</b>	Atmósfera	Calidad del aire – Olor
	Fondo marino	Calidad del lecho marino – Batimetría en zona de aportación y extracción
	Agua	Calidad del agua – Turbidez
	Ruido	Nivel de ruido
	Suelo	Calidad del suelo- Relieve
	Oleaje	Modificación del patrón de refracción
<b>Bióticos</b>	Flora Marina	Abundancia, diversidad y modificación de hábitat
	Fauna	Abundancia, diversidad y modificación de hábitat
<b>Socioeconómicos</b>	Paisaje	Fragilidad - Calidad visual
	Mano de obra	Empleo
	Potencial económico	Derrama económica - Plusvalía del suelo
	Bienestar social	Capacidad de carga para recreación – Seguridad a la población frente a los huracanes.

#### **V.2.2.1. Lista descriptiva de los indicadores ambientales.**

A continuación se hace una breve descripción de los indicadores justificando su selección.

**Calidad del aire:** Este indicador es de fácil medición y control. Se refiere a las emisiones de los vehículos automotores y maquinaria utilizada en las fases del proyecto. También se refiere a la dispersión de partículas suspendidas generadas por el trasiego de la arena.

**Olor:** Efecto del mal olor, por la descomposición de materia orgánica en la playa, debido al vertimiento de la arena.

**Calidad del lecho marino:** Riesgo de contaminación del lecho y las aguas marinas durante las obras de dragado, transporte de la arena por vertidos accidentales, y la disposición de arrecifes artificiales.

**Batimetría en zona de aportación y extracción:** Afectación al relieve, la batimetría y la dinámica natural del banco de arena por el dragado de la arena, así como en el área de disposición de arrecifes artificiales.

**Calidad del agua:** Riesgo de contaminación de las aguas, asociado a la circulación y funcionamiento de la maquinaria durante las obras de vertido y extensión de la arena, así como la disposición de arrecifes artificiales.

**Turbidez:** Efecto del dragado e inserción de los arrecifes artificiales en la turbidez de la columna de agua. Así como, liberación de finos en la columna de agua por el vertimiento de arena.

**Nivel de ruido:** Sonido inarticulado y confuso, alboroto auditivo no deseado por el receptor. Para el trabajo con equipo menor se considera los tiempos específicos de uso y los horarios de la jornada laboral.

**Calidad del suelo:** Se refiere a la contaminación del suelo por la generación de residuos en diferentes etapas del proyecto.

**Relieve:** Modificaciones de las condiciones actuales de relieve, amplitud y batimetría con repercusión en el transporte litoral y los procesos de sedimentación y erosión de la playa por la presencia-funcionamiento de la playa más ancha.

**Modificación del patrón de refracción:** se consideran el efecto de la intensidad de oleaje y el porcentaje de ocurrencia del oleaje.

**Abundancia, diversidad y modificación de hábitat en flora marina:** Efecto del dragado en el hábitat de la zona de extracción y afección por el vertido y la extensión de la arena (tráfico de maquinaria) en la zona de aportación, a la vegetación marina.

**Abundancia, diversidad y modificación de hábitat en fauna:** Hace énfasis a los efectos directos que tendrá la fauna marina por las actividades del proyecto, como el desplazamiento hacia otras zonas, colonización y adaptación de las especies a las nuevas condiciones del sitio, muerte accidental de algunos animales, etc.

**Fragilidad:** Deterioro del conjunto paisajístico por las obras de restitución de la playa.

**Calidad visual:** Mejora paisajística asociada a la presencia de una playa más ancha.

**Empleo:** Se refiere a las oportunidades de empleo que generará el proyecto. Se consideran únicamente los empleos directos temporales y permanentes que pudieran ocurrir y no se consideran los empleos indirectos.

**Derrama económica:** Aumento de la afluencia turística, mejora de la calidad del servicio y mejora de la calidad del turismo asociado a la presencia y funcionamiento de la playa recuperada.

**Plusvalía del suelo:** El valor del suelo dependiendo de la aptitud territorial y el tipo de actividad a realizar puede aumentar o verse degradado.

**Capacidad de carga para recreación:** Alteraciones al ecosistema costero consecuencia de la mayor presión turística asociada a la fase de explotación de la playa.

**Seguridad a la población frente a los huracanes:** Reducción del riesgo de la población ante la acción de los huracanes.

### **V.3. Valoración y descripción de los impactos.**

El proyecto tiene como propósito la restauración de playa y protección de la costa del Hotel Paradisus Resort, por lo que entre los principales impactos positivos esperados se encuentran el incremento de la línea de costa y su estabilización.

Utilizando la matriz modificada de Leopold, se realizó el análisis del impacto en cada una de las etapas del proyecto considera **16** acciones sobre **19** factores ambientales clasificados en tres indicadores ambientales (abióticos, bióticos y socio-económicos).

La evaluación se realizó en dos partes:

1. La valoración de los impactos del proyecto con los criterios de intensidad, extensión, duración, periodicidad y carácter del impacto (**Tabla 40**).
2. La evaluación de los impactos del proyecto con los indicadores de magnitud e importancia (**Tabla 41**).

**Tabla 40. Valoración de impactos por Matriz modificada de Leopold (A).**

Indicadores ambientales / Acciones de las etapas			Preparación del sitio			Construcción						Operación y mantenimiento						
CRITERIOS DE EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS			Limpieza de la zona de playa	Relocalización de fauna de lento desplazamiento	Delimitación de las áreas de trabajo	Compra de materiales e insumos	Circulación de vehículos; operación de maquinaria y equipo	Colocación de arrecifes artificiales	Extracción y acarreo de arena del banco del préstamo	Vertimiento y acopio en tarquina provisional	Colocación y llenado de duna artificial	Distribución y conformación del diseño de playa	Manejo de residuos sólidos	Funcionamiento de las obras	Uso de la playa	Mantenimiento de estructuras		
Intensidad	Insignificante	I															Carácter	
	Significativo	S															Negativo No Mitigable	
Extensión	Predio	P																
	Localidad <td>L</td> <td colspan="2">+ Benéfico</td>	L															+ Benéfico	
Duración	Fugaz	Z																
	Temporal <th>T</th> <td colspan="2">Negativo Mitigable</td>	T															Negativo Mitigable	
	Fijo <th>F</th> <td colspan="2"></td>	F																
Periodicidad	Discontinuo																	
	Continuo																	
	Periódico																	
Abióticos	Atmósfera	Calidad del aire					IPZ	IPZ	IPZ	IPZ	IPZ	IPZ	SPT+		IPZ			
		Olor									IPZ	IPZ						
	Fondo marino	Calidad del lecho marino						SPZ	IPZ	IPZ								
		Batimetría en zona de aportación y extracción							SPT	SPT								
	Agua	Calidad del agua						IPZ	IPZ	IPZ	IPZ	IPZ		SPT+		IPZ		
		Turbidez							SPZ	SPZ								
	Ruido	Nivel de ruido	IPZ					SPZ	SPZ	SPZ	IPZ	IPZ	IPZ				IPZ	
	Suelo	Calidad del suelo							SPZ	IPZ	IPZ	IPZ	IPZ	IPZ	SPT+		IPZ	IPZ
		Relieve										SPZ	SPT+	SPF+		SPF+		IPZ+
	Oleaje	Modificación del patrón de refracción								SPF+			SPT+	SPF+		SPF+		
Bióticos	Flora Marina	Abundancia, diversidad y modificación de hábitat							SPF+	IPT					IPZ			
	Fauna Marina y Terrestre	Abundancia, diversidad y modificación de hábitat		IPZ+					SPF+	IPT	IPZ				IPZ			
Socioeconómicos	Paisaje	Fragilidad			SPZ		SLZ	SPZ	SPZ	SLZ	SLZ	IPZ						
		Calidad visual	IPZ+											SPT+	SPF+			
	Mano de obra	Empleo		ILZ+	ILZ+			ILZ+	ILZ+	ILZ+	ILZ+	ILZ+	ILZ+			ILZ+		
	Potencial económico	Derrama económica				SLT+										SLF+		
		Plusvalía del suelo														SPF+	SPF+	
	Bienestar social	Capacidad de carga para recreación														SLF+		
Seguridad a la población frente a los huracanes									SLF+			SLF+	SLF+		SLF+			



En la siguiente tabla se describe la evaluación de los impactos y las acciones que se realizarán para minimizarlos en cada etapa del proyecto.

**Tabla 42. Descripción de la evaluación de impactos.**

Actividad	Indicador	Impacto	Descripción
Preparación del sitio			
<b>Limpieza de la zona de playa</b>	Nivel de ruido	Generación de ruido	Retiro temporal de sombrillas, asoleaderos, equipos náuticos y demás estructuras que pudieran entorpecer las actividades.
	Calidad visual	Mejora en el panorama del lugar con el retiro de equipos (+)	La limpieza y acondicionamiento de la zona mejorará el aspecto general de la zona federal. El impacto de esta actividad se considera benéfico, discontinuo e insignificativo debido a que se retirarán los elementos de manera manual a través del personal del hotel, no se requerirá ningún tipo de maquinaria pesada y todas las infraestructuras retiradas se colocaran temporalmente en el área asignada al hotel, se considera también una actividad mitigable a corto tiempo (fugaz).
<b>Relocalización y/o ahuyentamiento de fauna de lento desplazamiento</b>	Abundancia, diversidad y modificación de hábitat	Cambio del número de organismos y variedad de especies de fauna de lento desplazamiento en la zona del proyecto (+)	Esta actividad se llevarán a cabo en la etapa de preparación del sitio, se continuará el monitoreo durante la construcción y cuando se realicen labores de mantenimiento. De acuerdo a los estudios realizados, se encontró escasa diversidad de fauna marina de lento desplazamiento. Se realizarán actividades de inspección de la zona de influencia previa a la colocación de la tubería para la relocalización de la arena y durante el desarrollo de actividades.
	Empleo	Generación de empleo(+)	Durante la relocalización de arena se trasladará a los organismos a un sitio donde cuenten con todos los elementos ambientales que requieran y que tenga características similares a las del área

Actividad	Indicador	Impacto	Descripción
			<p>de origen.</p> <p>Durante esta actividad se realizará la contratación de personal capacitado.</p> <p>El impacto de esta actividad se considera benéfico, discontinuo, fugaz e insignificante debido a que la fauna presente en el área colocación de las estructuras de protección y del relleno de playa es escasa, utilizando el sitio solamente de paso debido a que al ser arenas, no representan sitios de refugio ni alimentación.</p>
<b>Delimitación de las áreas de trabajo</b>	Fragilidad	Inserción de un elemento ajeno al medio	<p>Al inicio de las actividades se colocará señalética en las áreas de trabajo, misma que se mantendrá hasta finalizar las obras y se recolocará en las actividades de mantenimiento, la cual consistirá en:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Área terrestre: letreros prohibitivos y de advertencia que indiquen el cuidado al medioambiente y la debida precaución en el desarrollo de las obras. Así mismo se colocarán cintas de advertencia, con el fin de evitar accidentes, tanto de los visitantes como de los trabajadores.</li> <li>- Área marina: se delimitará el área de relocalización de arena con boyado de seguridad y banderines, lo cual impactará en forma benéfica la seguridad en el trabajo aunque paisajísticamente se añaden elementos ajenos al medio.</li> </ul> <p>Estas acciones se consideran mitigables debido a que alterarán la vista natural del paisaje, no obstante, también se consideran impactos benéficos debido a que son fundamentales para salvaguardar la integridad del personal que intervengan de manera directa o indirecta en la</p>
	Empleo	Generación de empleo(+)	

Actividad	Indicador	Impacto	Descripción
			<p>zona del proyecto.</p> <p>El impacto de esta actividad se considera discontinuo pero significativo, debido a la importancia de contar la delimitación del área donde se desarrollará el proyecto (fugaz), esto con la finalidad de evitar cualquier acontecimiento negativo hacia los visitantes del lugar.</p> <p>También, durante esta actividad se realizará la contratación de personal capacitado, considerado impacto benéfico.</p>
<b>Construcción</b>			
<b>Compra de materiales e insumos</b>	Derrama económica	Activación de la economía (+)	La compra de materiales e insumos para la realización del proyecto contribuirá a la derrama económica local. El impacto de esta actividad se considera benéfico, discontinuo y significativo debido a la derrama económica local durante la obra (temporal) que desarrollará la compra de materiales e insumos específicos y especiales para el desarrollo del proyecto.
<b>Circulación de vehículos, operación de maquinaria y equipo</b>	Calidad del aire	Liberación de emisiones a la atmósfera	<p>El traslado de materiales y equipos para la realización del proyecto, promueve la contratación de servicios de maquinaria para el transporte contribuyendo a la derrama económica con la contratación de empresas dedicadas, tanto en la parte terrestre como en el área marina.</p> <p>El impacto de esta actividad se considera mitigable, discontinuo e insignificante para las</p>
	Calidad del lecho marino	Generación de residuos sólidos y líquidos	
	Calidad del		

Actividad	Indicador	Impacto	Descripción
	agua		<p>actividades temporales realizadas en el predio, en las cuales se implementarán las medidas pertinentes para evitar un impacto mayor principalmente en el manejo y disposición final de los residuos y en el control de la liberación de emisiones a la atmósfera, siendo ésta última actividad momentánea (fugaz).</p> <p>Para el caso de la fragilidad, se considera como un impacto no mitigable generado por la presencia de equipo, materiales, trabajadores en el área de playa y zona marina, sin embargo solo se presentarán por corto tiempo (fugaz).</p> <p>También, durante esta actividad se realizará la contratación de personal capacitado, considerado impacto benéfico.</p>
	Nivel de ruido	Generación de ruido	
	Calidad del suelo	Generación de residuos sólidos y líquidos	
	Fragilidad	Inserción de un elemento ajeno al medio	
	Empleo	Generación de empleo (+)	
<b>Colocación de arrecifes artificiales</b>	Calidad del aire	Liberación de emisiones a la atmósfera	<p>Uno de los efectos esperados tras la colocación de estas estructuras es disminuir la energía del oleaje, esto provocará cambios en el relieve costero y marino, aunque los efectos sólo abarcarán la zona inmediata del proyecto.</p> <p>Cabe destacar que el objetivo principal del proyecto es la recuperación de la playa que ha sufrido erosión y estas acciones permitirán la obtención de una playa de calidad.</p> <p>El ruido que se generará será mínimo y en el agua, por lo que se minimiza, sin embargo se contempla horarios de trabajo de 8:00 a 5:00 para no afectar el nivel de ruido de los turistas y las especies marinas.</p>
	Calidad del lecho marino	Generación de residuos sólidos y líquidos	
	Batimetría en zona de aportación y extracción	Modificación al relieve marino	
	Calidad del agua	Generación de residuos sólidos y	

Actividad	Indicador	Impacto	Descripción
		líquidos.	<p>Las obras generaran zonas de protección para diversos organismos principalmente peces, los arrecifes artificiales serán hábitat para especies de flora y fauna marina, lo que se considera un impacto benéfico, fijo, continuo y significativo.</p> <p>El impacto de esta actividad se considera mitigable, discontinuo e insignificante para las actividades temporales realizadas en el predio, en las cuales se implementarán las medidas pertinentes para evitar un impacto mayor principalmente en el manejo y disposición final de los residuos y en el control de la liberación de emisiones a la atmósfera, siendo actividad momentánea (fugaz).</p> <p>En caso de algún derrame accidental de combustibles, aceites, aditivos etc, se usarán dispositivos de absorción y delimitación de la mancha de hidrocarburo. De tal manera que se contenga y controle su dispersión.</p> <p>También, durante esta actividad se realizará la contratación de personal capacitado, considerado impacto benéfico.</p>
	Turbidez	Liberación de finos en suspensión	
	Nivel de ruido	Generación de ruido	
	Calidad del suelo	Generación de residuos sólidos y líquidos	
	Modificación del patrón de refracción	Disminución en la intensidad de oleaje(+)	
	Abundancia, diversidad y modificación de hábitat de flora marina	Restitución de la disposición y ubicación de organismos marinos(+)	
	Abundancia, diversidad y modificación de hábitat de fauna marina y terrestre	Restitución de la disposición y ubicación de organismos marinos(+)	

Actividad	Indicador	Impacto	Descripción
	Fragilidad	Inserción temporal de un elemento ajeno al medio	
	Empleo	Generación de empleo (+)	
	Seguridad a la población frente a los huracanes	Seguridad para los usuarios de la playa(+)	
<b>Extracción y acarreo de arena del banco del préstamo</b>	Calidad del aire	Liberación de emisiones a la atmósfera	Durante las obras de dragado y transporte de la arena pueden producirse derrames accidentales de aceites y/o combustibles procedentes de las embarcaciones. Estos vertidos pueden ser arrasados por el agua o, en su caso, depositarse en el lecho marino.
	Calidad del lecho marino	Generación de residuos sólidos y líquidos	Las acciones de relocalización desde las zonas de acumulación de arena generarán un impacto en el fondo marino, debido a que la succión ocasionará ligeras oquedades que alteran el relieve temporalmente, sus efectos son mitigables de manera natural, por el efecto de las corrientes se va depositando nuevamente arena.
	Batimetría en zona de aportación y extracción	Modificación temporal al relieve marino.	
	Calidad del agua	Generación de residuos sólidos y líquidos	Se colocarán mallas de antidispersión tanto en los puntos de succión como distribución de arena.
	Turbidez	Liberación de finos en suspensión	El ruido que se generará será mínimo y en el agua, por lo que se minimiza, sin embargo se

Actividad	Indicador	Impacto	Descripción
	Nivel de ruido	Generación de ruido	contempla horarios de trabajo de 8:00 a 5:00 para no afectar el nivel de ruido de los turistas y las especies marinas.
	Calidad del suelo	Generación de residuos sólidos y líquidos	El impacto sobre la fauna será mitigable, discontinuo, temporal e insignificante debido a que los organismos serán reubicados, y al terminar las obras se generarán zonas de protección y hábitat para diversas especies de flora y fauna.
	Abundancia, diversidad y modificación de hábitat de flora marina	Afectación temporal a la flora marina	
	Abundancia, diversidad y modificación de hábitat de fauna marina y terrestre	Afectación temporal a la fauna marina y terrestre	Así como, tales derrames no deben producirse siempre que se adopten las correspondientes medidas protectoras.
	Fragilidad	Inserción temporal de un elemento ajeno al medio	
	Empleo	Generación de empleo (+)	
<b>Vertimiento y acopio en</b>	Calidad del aire	Liberación de emisiones a la	Durante las obras de vertido y extensión de la arena en la playa pueden producirse derrames

Actividad	Indicador	Impacto	Descripción
<b>tarquina provisional</b>		atmósfera	accidentales de aceites y/o combustibles procedentes de la maquinaria a emplear. Estos vertidos pueden quedarse en el sustrato arenoso o ser arrastrados hacia el agua.
	Olor	Procesos de descomposición	
	Calidad del agua	Generación de residuos sólidos y líquidos	Durante las acciones de bombeo y relocalización desde las zonas de acumulación de arena hasta la playa, los trabajos de succión de arena ocasionarán ligeros desniveles que alterarán el relieve en forma temporal, las corrientes eventualmente recuperarán las zonas de extracción de arena.
	Nivel de ruido	Generación de ruido	
	Calidad del suelo	Generación de residuos sólidos y líquidos	
	Relieve	Modificación al relieve costero	Asimismo se colocarán mallas antidispersión en las áreas de succión y donde se relocalizará la arena, esto para minimizar la liberación de finos en suspensión.
	Abundancia, diversidad y modificación de hábitat de fauna marina y terrestre	Afectación temporal a la fauna marina y terrestre	Inevitablemente, al dragar la arena también se extrae una cantidad alta de materia orgánica, esta al verterse en la playa y airarse, inicia procesos de descomposición que liberan olores de putrefacción.
	Fragilidad	Inserción temporal de un elemento ajeno al medio	La circulación de vehículos, así como la actividad asociada a la obra misma (vertido de arena, etc.) y el comportamiento de los operarios, puede ocasionar molestias a las aves que utilizan la playa como área de campeo, posadero y/o alimentación. De forma temporal, en el tiempo que duren las obras, las especies habituales de esa zona van a disminuir su presencia a favor de otras generalistas y menos valiosas. No obstante,

Actividad	Indicador	Impacto	Descripción
	Empleo	Generación de empleo temporal (+)	<p>se espera que una vez finalizada la obra las poblaciones de aves naturales vuelvan a retomar su espacio.</p> <p>Asimismo se tienen impactos mitigables, discontinuos e insignificantes para aquellas actividades de corto plazo (fugaz), como es la generación de ruido generado los equipos, calidad de aire, agua y suelo. Así mismo el mal olor, se trata de un efecto temporal, poco intenso, que se diluye en el aire y, en todo caso, no comparable al beneficio de la recuperación de la playa. La adopción de una serie de medidas protectoras, no deben producirse vertidos de contaminación.</p>
<b>Colocación y llenado de duna artificial</b>	Calidad del aire	Liberación de emisiones a la atmósfera	<p>Se colocarán tubos de geotextil fijos, los cuales son sacos de geotextil rellenos de arena. Cabe hacer mención que estas estructuras no obstruirán el libre paso por la zona federal debido a que se encontrarán de manera subterránea.</p>
	Olor	Procesos de descomposición	
	Calidad del agua	Generación de residuos sólidos y líquidos	<p>Uno de los efectos esperados tras la colocación de estas estructuras es disminuir la energía del oleaje y evitar la dispersión de la arena vertida en la playa, esto provocará cambios en el relieve costero y marino, aunque los efectos sólo abarcarán la zona inmediata del proyecto.</p>
	Nivel de ruido	Generación de ruido	<p>Cabe destacar que el objetivo principal del proyecto es la recuperación de la playa que ha sufrido erosión y estas acciones permitirán la obtención de una playa de calidad.</p>
	Calidad del suelo	Generación de residuos sólidos y líquidos	

Actividad	Indicador	Impacto	Descripción
	Relieve	Modificación de los patrones de dispersión y depositado de arena (+)	El impacto de esta actividad se considera mitigable, discontinuo e insignificante para aquellas consideradas a corto plazo (fugaz), como son la calidad de aire, agua, suelo, olor y nivel de ruido.
	Modificación del patrón de refracción	Diminución en la intensidad del oleaje (+)	Por otro lado se tendrá un impacto benéfico, continuo y significativo por el desplante de los elementos de la duna artificial se protegerá el hotel y ayudará a estabilizar el perfil de la playa y ante eventos hidrometeorológicos.
	Fragilidad	Inserción temporal de un elemento ajeno al medio	También, durante esta actividad se realizará la contratación de personal capacitado, considerado impacto benéfico.
	Empleo	Generación de empleo (+)	
	Seguridad a la población frente a los huracanes	Protección del predio ante eventos hidrometeorológicos (+)	
<b>Distribución y conformación del diseño de playa</b>	Calidad del aire	Liberación de emisiones a la atmósfera	Al verter y extender la arena se cubrirán ciertas poblaciones de fauna y flora que habitan actualmente en el fondo marino de la zona de aportación. Se trata de la ocupación y sustitución de este hábitat marino por otro costero.
	Nivel de ruido	Generación de ruido	Se cuidará que se lleve a cabo un buen barrido del fondo, de tal manera que la arena vaya
	Calidad del	Generación de	

Actividad	Indicador	Impacto	Descripción
	suelo	residuos sólidos y líquidos	formado una pendiente suave pero sin escalones para no generar oquedades pronunciadas.
	Relieve	Incremento a la superficie de la playa (+)	Se considera un impacto insignificativo y mitigable, teniendo en cuenta los estudios realizados reflejan que en el área de impacto directo de las estructuras y/o zonas del proyecto no existe en la zona una comunidad biótica importante, consecuencia de las condiciones ambientales naturales del sitio. Tan solo aparecen pequeños parches de pasto marino y ciertas especies de fauna, la mayor parte de los peces que huirán de la zona, siendo estas especies comunes en el ámbito.
	Modificación del patrón de refracción	Disminución en la intensidad del oleaje (+)	
	Abundancia, diversidad y modificación de hábitat de flora marina	Afectación temporal a la flora marina	El impacto de esta actividad se considera benéfico, continuo y significativo en el relieve, modificación del patrón de refracción, ocasionado por el mejoramiento de la playa al revertir el proceso erosivo actual, además estas actividades permanecerán mientras se les proporcione mantenimiento adecuado.
	Abundancia, diversidad y modificación de hábitat de fauna marina y terrestre	Afectación temporal a la fauna marina y terrestre	También, durante esta actividad se realizará la contratación de personal capacitado, considerado impacto benéfico.
	Modificación del patrón de refracción	Disminución en la intensidad de oleaje (+)	

Actividad	Indicador	Impacto	Descripción
	Fragilidad	Inserción temporal de un elemento ajeno al medio	
	Empleo	Generación de empleo (+)	
	Seguridad a la población frente a los huracanes	Protección del predio ante eventos hidrometeorológicos (+)	
<b>Manejo de residuos sólidos</b>	Calidad del aire	Mejora en el panorama del lugar (+)	Una vez finalizados los trabajos de preparación del sitio y construcción, se procederá a realizar la limpieza pertinente tanto en el área de playa como marina, dando disposición final adecuada.
	Calidad del agua	Mejora en el panorama del lugar (+)	El hotel proveerá de los servicios de agua, sanitarios, disposición de residuos y comedor durante las obras y actividades del proyecto, por lo tanto se prescindirá de infraestructura temporal para dichas acciones.
	Calidad del suelo	Mejora en el panorama del lugar (+)	El impacto se considera benéfico, continuo y significativo para el retiro y limpieza de residuos, materiales y equipos.
	Calidad visual	Mejora en el panorama del lugar con el retiro de basura(+)	
Operación y mantenimiento			

Actividad	Indicador	Impacto	Descripción
<b>Funcionamiento de las obras</b>	Relieve	Incremento en la línea de costa (+)	<p>El principal funcionamiento de las obras es la reducción de la energía del oleaje que ingresa en la playa para mejorar la seguridad y el confort de los bañistas, asimismo es una protección a la playa. Esto permitirá que se mantenga una gran extensión de área de costa por largo tiempo.</p> <p>El impacto de esta actividad se considera benéfico, continuo y significativo principalmente porque se podrá contar con una gran extensión de playa evitando la continua erosión del sitio disminuyendo así igualmente la intensidad del oleaje. Esta actividad tiene un impacto positivo y significativo en el predio al mejorar el panorama del lugar.</p> <p>Además sirve de protección al mitigar la erosión que se presenta normalmente en el área y ante eventos hidrometeorológicos.</p>
	Modificación del patrón de refracción	Disminución en la intensidad de oleaje (+)	
	Calidad visual	Mejora en el panorama del lugar (+)	
	Plusvalía del suelo	(+)	
	Seguridad a la población frente a los huracanes	Protección del predio ante eventos hidrometeorológicos (+)	
<b>Uso de la playa</b>	Calidad del aire	Generación de residuos sólidos y líquidos	<p>Con las obras terminadas, los turistas podrán disfrutar de una playa disponible para diversas actividades, lo que traerá un aumento en los visitantes y en la economía local. Así como mayores focos directos de contaminación del agua, suelo, etc.</p> <p>Se considera un impacto insignificante y mitigable, teniendo en cuenta en la actualidad y durante muchos años el turismo y el medio ambiente han convivido en la zona. Por otro lado el incremento de presión no se producirá de golpe, sino de forma progresiva, lo que permitirá</p>
	Calidad del agua	Generación de residuos sólidos y líquidos	
	Calidad del suelo	Generación de residuos sólidos y líquidos	

Actividad	Indicador	Impacto	Descripción
	Derrama económica	Incremento de visitantes al hotel (+)	a las autoridades ir adoptando las medidas que, a la vista de la evolución real, parezcan adecuadas.
	Plusvalía del suelo	Mayor atractivo turístico (+)	El impacto de esta actividad se considera benéfico, continuo y significativo debido a que el relieve costero será modificado para evitar la continua erosión del sitio. Por consiguiente el proyecto tendrá mayor atractivo turístico a nivel local de manera permanente (fijo).  El presente proyecto traería beneficios tanto sociales como económicos, por lo que se consideran impactos positivos y de necesaria aplicación.
	Capacidad de carga para recreación	Incremento de visitantes a la playa(+)	
<b>Mantenimiento de estructuras</b>	Nivel de ruido	Generación de ruido	
	Calidad del suelo	Generación de residuos sólidos y líquidos	
	Relieve	Mantenimiento de la arena relocalizada (+)	
	Empleo	Generación de empleo (+)	

Actividad	Indicador	Impacto	Descripción
			<p>pudieran contaminar el suelo, dicha actividad será momentánea (fugaz) ya que no permanecerán por mucho tiempo.</p> <p>Para la realización de las actividades de mantenimiento se requerirá la contratación de personal de manera temporal, por lo que será un impacto benéfico.</p> <p>También, durante esta actividad se realizará la contratación de personal capacitado, considerado impacto benéfico.</p>

#### V.4. Conclusión de la valoración de los impactos.

El análisis de los impactos se realizó comparando las características del medio abiótico, biótico y socioeconómico del área del proyecto. Al respecto se observaron un total de **86 impactos** (35 positivos, 9 negativos no mitigables y 42 mitigables) de los cuales 50 impactarán en el medio abiótico, 8 en el medio biótico y 28 en el medio socioeconómico (**Tabla 43**).

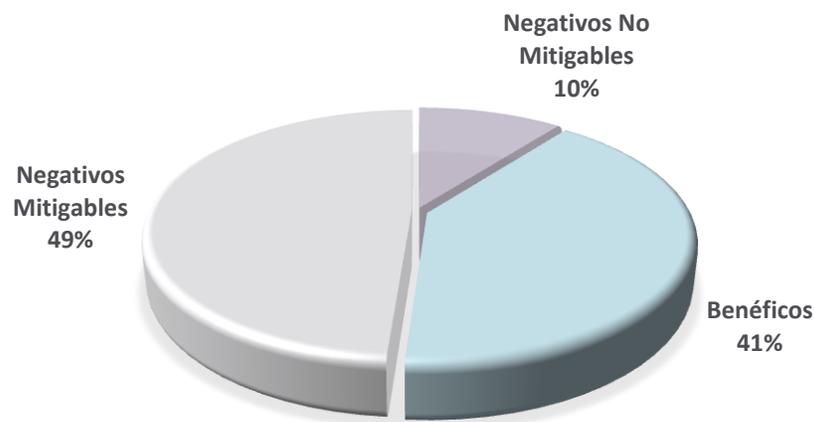
**Tabla 43. Análisis de la valoración de los impactos.**

Factores ambientales	Etapa de preparación del sitio			Etapa de construcción			Etapa de operación y mantenimiento			Total de impactos			Total
	+	-	M	+	-	M	+	-	M	+	-	M	
Medio abiótico	0	0	1	8	2	31	3	0	5	11	2	37	50

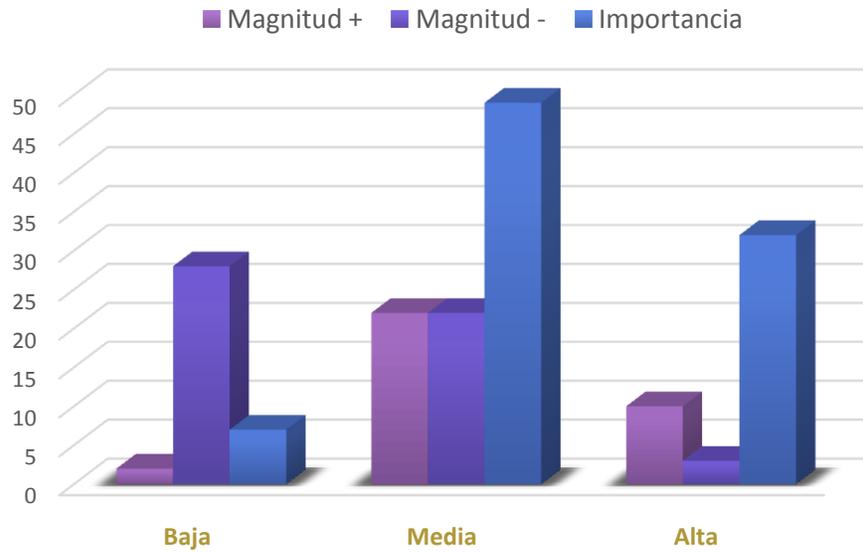
Medio biótico	1	0	0	2	0	5	0	0	0	3	0	5	8
Medio socioeconómico	3	1	0	11	6	0	7	0	0	21	7	0	28
<b>Total</b>	<b>4</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>21</b>	<b>8</b>	<b>36</b>	<b>10</b>	<b>0</b>	<b>5</b>	<b>35</b>	<b>9</b>	<b>42</b>	<b>86</b>

Como se puede apreciar en la **Figura 107**, la mayoría de los impactos del proyecto son benéficos, insignificantes a realizarse sólo en el predio, de carácter fugaz y discontinuo. Así mismo los **impactos mitigables** ocupan el **48.8%** del total y sólo el **10.5%** de los impactos **es negativo no mitigable**, mientras que los **impactos benéficos** que traerá el desarrollo del proyecto ocupan al **40.7%** del total.

Los impactos benéficos y de importancia en su mayoría fueron considerados de media y alta; mientras que los impactos adversos son de baja magnitud e importancia, aunado a la implementación de medidas de mitigación durante todas las etapas se concluye que el proyecto es viable y de necesaria aplicación (**Figura 108**).



**Figura 107. Comparación de impactos previstos para el proyecto.**



**Figura 108. Magnitud e importancia de los impactos en las diferentes etapas del proyecto.**

## **VI. MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES**

El Artículo 30º de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente indica que los interesados deben presentar una Manifestación de Impacto Ambiental ante la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, la cual deberá contener una descripción detallada de los efectos negativos que la realización de dicha obra traerá al medio ambiente.

Deben considerarse todos los componentes bióticos y abióticos de dicho ecosistema, teniendo un especial énfasis en las medidas preventivas de mitigación necesarias para reducir al mínimo o evitar los efectos perjudiciales sobre la flora y fauna presente.

En el presente capítulo se desarrollan y detallan las medidas para la prevención y mitigación de los posibles impactos ambientales generados para la realización del proyecto, que fueron identificados, descritos y evaluados en el capítulo anterior.

### **VI.1. Descripción de la medida o programa de medidas de mitigación por componente ambiental**

Con el fin de prevenir, mitigar y/o compensar los impactos ambientales que el proyecto pudiera generar en el medio ambiente, se proponen una serie preliminar de medidas.

Estas medidas están en función de su naturaleza con respecto a las etapas mencionadas anteriormente, de acuerdo a lo siguiente:

Las llamadas medidas preventivas o protectoras, se aplican para evitar, prevenir, en la medida de lo posible, o minimizar los daños ocasionados por el proyecto, antes de que ocurran los posibles deterioros detectados sobre el medio circundante.

Por su parte las medidas de mitigación o correctoras, son aquellas que empleadas para reparar o reducir los daños que son inevitables que se generen por las acciones del proyecto, de manera que sea posible concretar las actuaciones que son necesarias llevar a cabo sobre las causas que las han originado.

Finalmente, las medidas de tipo compensatorio, comprenden actividades dirigidas a la rehabilitación y/o reemplazamiento de un recurso afectado.

Aunque la mayoría de los impactos mencionados en el capítulo anterior serán mitigables y positivos para el mejoramiento de la imagen turística de la zona de playa, es necesario tener medidas de prevención y mitigación muy claras, las cuales sean del conocimiento de todo el equipo de trabajo para evitar incidentes. Las medidas generales que se aplicarán durante el desarrollo del proyecto son las siguientes:

1. La realización de los trabajos se limitará únicamente al área del proyecto.
2. Se establecerá un horario de trabajo diurno de 8:00 am a 5:00 pm.
3. Se colocarán las instalaciones de almacenamiento provisionales fuera del área de playa.
4. Se tomarán las medidas de seguridad de acuerdo a la normatividad competente en zonas de playa, dentro de la zona de obra, así como del área de influencia y para tráfico marítimo.
5. Los sitios donde se resguardará el equipo y material se mantendrán en buen estado, evitando derrames de aceite, combustible u otros materiales. Para esto se colocarán dentro de un contenedor de plástico o sobre un plástico.
6. El mantenimiento de los equipos para su adecuado funcionamiento se llevará a cabo fuera del área del proyecto. En caso de alguna emergencia se colocará una lona en el suelo para no contaminar el sitio y los residuos serán canalizados a través del Hotel.
7. Se acordonará la zona de obra con cinta de seguridad durante la realización del proyecto.
8. El acceso de personal y equipo se realizará únicamente por los caminos indicados para no perturbar la zona de playa, y de esta manera, evitar incidentes.
9. Se contará con un equipo de primeros auxilios con medicamentos e instrumental de curación suficiente para emergencias, dicho botiquín se resguardará en la bodega temporal del Hotel. En caso de emergencias mayores, el personal lesionado será trasladado al centro de salud más cercano.
10. En el área de trabajo se deberán destinar espacios para la disposición de los residuos sólidos generados por insumos y alimentos, se trasladarán a sitios de acopio dentro del Hotel para separarlos adecuadamente para su posterior transporte a lugares establecidos previamente por las autoridades municipales. Por ningún motivo se deberá enterrar basura, y los botes o bolsas con dichos residuos deberán mantenerse tapados todo el tiempo, evitando con esto que la basura pudiera dispersarse.
11. Los trabajadores utilizarán los sanitarios del Hotel, así como los comedores para empleados. Esto con la finalidad de mitigar dentro del área la generación de basura y desechos orgánicos.
12. Se prohíbe el uso de fogatas, armas de fuego o explosivos dentro del área del proyecto y zona colindante.

13. Se instalarán mallas antidispersión en los puntos de descarga de la tubería durante el bombeo de arena para el llenado de la duna artificial.
14. Vale la pena mencionar que adicionalmente a las medidas propuestas, el proyecto contará con un *Programa de Vigilancia Ambiental* para poder llevar a cabo la supervisión y verificación del cumplimiento de todas y cada una de las medidas de prevención y mitigación, así como de las condicionantes que la Autoridad considere.
15. Concientización ambiental de los trabajadores (Educación ambiental):
  - Hacer periódicamente un programa de pláticas, mismas que serán impartidas durante el tiempo que duren las obras, para concientizar al personal de la importancia de usar adecuadamente la infraestructura de apoyo, etc.
  - Se colocarán letreros informativos, indicativos y restrictivos en sitios estratégicos dentro de la obra.
  - Letreros, dependiendo de su tipo, exhibirán anuncios como los siguientes:
  - Indicativos -ubicación de contenedores de basura, utilización de sanitarios portátiles.
  - Restrictivos – actividades no permitidas como la caza, pesca, encender fogatas, no extracción de especies nativas, especificarán el tipo de basura que se depositará en tal o cual contenedor.
  - Informativos – señalarán la ubicación de las aéreas dentro de la obra (baños, almacén)
  - Insistir al personal de obra sobre la importancia de uso de letrinas.
  - Sancionar a todo trabajador que afecte de manera ilegal alguna especie de fauna.

A continuación se describen las medidas preventivas, de mitigación, correctivas, de remediación y control (Tabla 44) que se utilizarán para cada indicador ambiental que pudiera ser impactado por la realización del proyecto, basado en los resultados de la valoración de impactos, descrita en el capítulo anterior.

Las medidas se catalogaron por criterio de aplicación en preventivas (Pr), de mitigación (Mi), correctivas (Co), de remediación (Rm) y de control (Ct). En cada una de las etapas del proyecto, preparación del sitio (P), construcción (C), operación y mantenimiento (O-M).

- Previo a la colocación de los AMAs en el SP, se deberá verificar si sobre el trazo del proyecto, existen individuos susceptibles de ser rescatados y reubicados a sitios cercanos que tengan características similares.
- Durante los trabajos de colocación de los AMAs, se retirará exclusivamente la vegetación marina que se ubique en los sitios en donde serán colocados los módulos arrecifales, realizando la actividad conforme se vaya requiriendo.

- Se colocarán mallas antidispersión con el fin de minimizar la dispersión de sedimento removido a zonas vecinas.
- No se permitirá actividades de mantenimiento de herramientas, equipos ni de vehículos relacionados con el proyecto a bordo de las embarcaciones.
- Si por causas de fuerza mayor (por descompostura) fuera necesario realizar actividades de mantenimiento mecánico de maquinaria fuera del sitio previsto para ello, se tendrá cuidado de colocar una película plástica impermeable debajo de la maquinaria y colocar una charola receptora para prevenir el derrame de aceites y lubricantes al agua.
- Se deberá implementar medidas preventivas para evitar el derrame de gasolina, grasas, aceites, diesel, hidrocarburos, solventes, pinturas, etc. en el sitio del proyecto. Quedará prohibido verter este tipo de sustancias al agua y en las zonas de playa, cuerpos de agua y cualquier otro sitio distinto a los depósitos específicos para su disposición.
- Se establecerán jornadas de trabajo dentro de horarios diurnos (de 8:00 a 18:00 hrs.), para evitar ruido durante la noche.
- Dentro de las actividades de mantenimiento del proyecto se deberá incluir limpieza periódica del SP, para evitar acumulación de basura.
- Se deberán colocar señalamientos que prohíban arrojar basura en la playa y zona marina
- Dentro de las actividades de mantenimiento del proyecto se deberá incluir limpieza periódica del SP, para evitar acumulación de basura.
- Se deberán colocar señalamientos que prohíban arrojar basura en la playa y zona marina.

Tabla 44. Medidas para el proyecto al área marina del Hotel.

ETAPAS			IMPACTO IDENTIFICADO	MEDIDAS	APLICACIÓN	MEDIO DE VERIFICACIÓN
P	C	O-M				
<b>CALIDAD DEL AIRE</b>						
X	X		Contaminación atmosférica por dispersión de polvos.	Humedecer periódicamente el área de trabajo, también se colocarán mallas antidispersión.	Pr	Registro fotográfico
	X	X		Se cumplirá con lo dispuesto en el programa de obra a fin de cumplir con los tiempos establecidos y no realizar afectaciones adicionales.		Informes de avance del proyecto.  Registro fotográfico
X	X		Contaminación a la atmósfera por emisión de gases de combustión.	Uso de vehículos en buen estado con mantenimientos periódicos y verificación vehicular reciente de acuerdo a las Normas Oficiales.	Pr	Comprobantes de mantenimiento de vehículos.
<b>CALIDAD DEL AGUA</b>						

ETAPAS			IMPACTO IDENTIFICADO	MEDIDAS	APLICACIÓN	MEDIO DE VERIFICACIÓN
P	C	O-M				
	X	X		Se utilizarán mallas antidispersión para reducir la turbidez generada por los finos en suspensión durante los trabajos de relocalización de arena, para que no se afecte la calidad del agua en la zona cercana a la línea de costa. Mismas que se quedarán hasta que los sedimentos generados por el proyecto se hayan asentado. Misma que se deberá supervisar su funcionamiento durante eventos de vientos fuertes, tormentas y/o huracanes.	Rm	Registro fotográfico.
X	X			Durante la disposición de arena no se genera dispersión de finos en suspensión porque es una acción que se realiza con una fuerte succión que en su caso absorbe todo posible fino que se genere. A pesar de ello se colocarán mallas antidispersión.	Ct	Registro fotográfico.
X	X			Se implementarán señalética con leyendas donde se indique a las personas evitar acercarse a la zona de bombeo de arena y boyado de seguridad.	Mi	Registro fotográfico.

ETAPAS			IMPACTO IDENTIFICADO	MEDIDAS	APLICACIÓN	MEDIO DE VERIFICACIÓN
P	C	O-M				
X	X		Incremento en la demanda de agua.	El uso del agua para obras será racionado y utilizado únicamente en horas de trabajo.	Mi	Reportes internos.
X	X	X		El Hotel proporcionará los insumos e instalaciones para los servicios de agua, comedor, sanitarios y áreas para la disposición de residuos, por lo que, se fomentará a los trabajadores su buen uso.	Mi	Reportes internos.
<b>CALIDAD DEL SUELO</b>						
X	X	X	Contaminación del suelo por los lixiviados de residuos sólidos que generarán los trabajadores.	Para evitar su vertido en la superficie terrestre del predio se considera almacenar los residuos sólidos temporalmente en botes de plástico con tapa para evita reboses y atraer a la fauna de la zona, los cuales serán canalizados a los centros de acopio del Hotel, para que puedan ser recolectados y trasladados al basurero municipal para su disposición final.	Ct	Registro fotográfico.
X	X			Se instalará en un espacio del Hotel una bodega para guardar herramientas pequeñas y equipos con el fin de evitar la contaminación del suelo y mitigar cualquier impacto.	Ct	Registro fotográfico.

ETAPAS			IMPACTO IDENTIFICADO	MEDIDAS	APLICACIÓN	MEDIO DE VERIFICACIÓN
P	C	O-M				
X	X			<p>Los materiales, herramientas y equipo se mantendrán siempre resguardados dentro de las instalaciones previstas cuando estas no se encuentren en uso y/o cuando la jornada laboral termine.</p> <p>Una vez finalizados los trabajos, se procederá a retirar los equipos y materiales del área de playa para realizar la limpieza pertinente, canalizando los residuos a través de las instalaciones del Hotel.</p>	Pr	Registro fotográfico.
X	X	X		Se contratarán los servicios de recolecta de basura con una empresa debidamente autorizada, de tal manera que se asegure la disposición final adecuada de residuos.	Mi	Comprobantes de pago de recolección de basura.
X	X	X		Se promoverá la separación de residuos en orgánicos e inorgánicos.	Pr	Registro fotográfico.
X	X		Aumentará la intensidad de erosión temporal.	La erosión del suelo se controlará moviendo lo menos posible del material que lo constituye y reutilizando al máximo lo que se remueva.	.	Registro fotográfico.

ETAPAS			IMPACTO IDENTIFICADO	MEDIDAS	APLICACIÓN	MEDIO DE VERIFICACIÓN
P	C	O-M				
				Humedecer periódicamente el área de trabajo.		
X	X	X		Se cumplirán los tiempos establecidos en el Programa de trabajo.		Informes de avance del proyecto.
X	X		Contaminación del suelo por la generación de fugas o derrames de combustibles.	No se almacenarán temporalmente sustancias lubricantes, combustibles, solventes o alguna otra con características de peligrosidad en el área. En caso de ser estrictamente indispensable, se deberá utilizar tapetes plásticos sobre el piso para captar los posibles derrames accidentales.		Registro fotográfico.
X	X			En cuanto a los vehículos, se mantendrán en buen estado y con verificación periódicas de acuerdo a las Normas Oficiales.		Comprobantes de mantenimiento de vehículos usados.
	X		Afectaciones en la composición del	No utilizar más superficie que la necesaria para el establecimiento de infraestructura, se cumplirán los tiempos	Pr	Informes de avance de obra.

ETAPAS			IMPACTO IDENTIFICADO	MEDIDAS	APLICACIÓN	MEDIO DE VERIFICACIÓN
P	C	O-M				
			suelo por las infraestructuras.	establecidos en el Programa de trabajo.		
X	X	X		El Hotel y la empresa constructora implementarán actividades de recolección de los residuos provenientes de las actividades realizadas durante la elaboración del proyecto.  Se supervisará que el Hotel cuente con la infraestructura necesaria para el manejo adecuado de los residuos a lo largo de toda la jornada laboral y al terminar ésta.	Mi	
X	X	X		Se comprobará que la remoción de los materiales y equipo de la playa se efectúe de manera correcta y segura; retirando del sitio los residuos sólidos o líquidos en cumplimiento a la legislación ambiental aplicable vigente.	Mi	Registro fotográfico.
<b>RUIDO</b>						
X	X		Contaminación atmosférica por	Todos los automotores, equipos o maquinaria que se pretenda utilizar durante el desarrollo de la obra, se les deberá practicar los adecuados mantenimientos correctivos y preventivos	Pr	Comprobantes de mantenimiento de los vehículos y maquinaria.

ETAPAS			IMPACTO IDENTIFICADO	MEDIDAS	APLICACIÓN	MEDIO DE VERIFICACIÓN
P	C	O-M				
			ruido.	necesarios antes de su traslado y operación en el sitio para el desarrollo de la obra.		
X	X			El responsable de la implementación de la obra deberá proporcionar equipo de protección personal auditivo, nuevo y adecuado.	Pr	Registro fotográfico.
<b>FLORA</b>						
X	X		Diversidad y abundancia de flora.	El área de la flora terrestre se mantendrá en conservación. Se deberán respetar los caminos de acceso a la zona de playa para evitar la tala accidental y el impacto de la flora terrestre.  Además, el proyecto contará con un <i>Programa de Vigilancia Ambiental</i> para poder llevar a cabo la supervisión y verificación del cumplimiento de la ocupación de sitios y superficies autorizados.	Pr	Registro fotográfico.
X	X			La tubería y la bomba de succión deberán encontrarse alejadas de zonas con diversidad y abundancia de organismos marinos durante su instalación. Se colocarán lastres de geotextil debajo de los tubos de polietileno para proteger a la flora o	Pr	Informes de avance de obra.

ETAPAS			IMPACTO IDENTIFICADO	MEDIDAS	APLICACIÓN	MEDIO DE VERIFICACIÓN
P	C	O-M				
				<p>fauna sésil asociada al sustrato arenoso.</p> <p>No se encontraron especies de flora marina de importancia en el área de succión de arena y de colocación de los geotextiles, además de que no se observaron especies consideradas en la NOM 059, por lo que no se requiere de medidas de mitigación.</p> <p>Una vez que se termine de utilizar el equipo, cada elemento de éste será depositado en los lugares asignados para dicho fin, evitando así contaminar el fondo marino o la zona de playa.</p>		
<b>FAUNA</b>						
			<p>Desplazamiento de las especies de fauna en el sitio.</p>	<p>En las acciones de colocación del equipo en la playa, se procurará ahuyentar a las aves presentes con el fin de que no sean afectadas.</p> <p>Dentro de la zona de vertido de arena, solo algunos cangrejos podrán verse afectados por el relleno de playa. Mientras que</p>	Pr	Reportes internos.

ETAPAS			IMPACTO IDENTIFICADO	MEDIDAS	APLICACIÓN	MEDIO DE VERIFICACIÓN
P	C	O-M				
				<p>en la zona marina, los sedimentos que se generen ahuyentarán de forma natural a las especies neotónicas presentes.</p> <p>Se prohibirá a obreros, empleados y/o turistas la caza y/o maltrato de fauna local.</p>		
				<p>Se laborará en horario diurno, evitando la iluminación del sitio y con ello la afectación a tortugas marinas que puedan anidar en la zona de playa.</p> <p>En caso de observar la anidación de tortugas, se dará aviso a la delegación de PROFEPA y SEMARNAT para que tomen conocimiento y las medidas de protección pertinentes.</p>	Pr	<p>Establecimiento del horario de trabajo en el reglamento interno.</p> <p>Fotografías de las obras de iluminación establecidas.</p>
X	X		Distribución y abundancia de fauna marina.	<p>Antes de iniciar los trabajos, se implementará un programa de reubicación de organismos de lento desplazamiento asociados al sustrato. Los individuos encontrados se trasladarán a la zona más cercana que tenga las características físicas y biológicas similares al sitio donde se encontraban para no</p>	Pr	Registro fotográfico.

ETAPAS			IMPACTO IDENTIFICADO	MEDIDAS	APLICACIÓN	MEDIO DE VERIFICACIÓN
P	C	O-M				
				alterar la estructura trófica del ecosistema.		
<b>PAISAJE</b>						
X	X	X	Cambios en la estructura del paisaje.	<p>El proyecto se encuentra dentro de una zona urbana y turística, por lo que paisajísticamente será compatible.</p> <p>Se realizará un adecuado manejo de residuos sólidos para evitar la disposición inadecuada de residuos en el suelo, y su arrastre hacia la playa y áreas contiguas.</p> <p>De manera periódica, se realizará la limpieza de la zona de playa inmediata.</p>	Mi	Registro fotográfico.

ETAPAS			IMPACTO IDENTIFICADO	MEDIDAS	APLICACIÓN	MEDIO DE VERIFICACIÓN
P	C	O-M				
X	X	X	Afectaciones y cambios en la Calidad Sanitaria del Ambiente por las actividades constructivas y de operación	<p>Se fomentará la separación de residuos según su naturaleza en orgánicos e inorgánicos.</p> <p>Se colocarán contenedores con tapa en lugares accesibles y estratégicos para evitar la dispersión de residuos sólidos.</p> <p>Para evitar la generación de malos olores, los botes de basura deberán contar con tapa.</p> <p>Los desechos generados deberán ser trasladados a los sitios que sea indicado por las autoridades.</p>	Mi	Registro fotográfico.
<b>MEDIO SOCIOECONÓMICO</b>						
X	X		Contratación de personal originario de sitios fuera del municipio.	Durante la construcción del proyecto se contratará a compañías y/o personal que sean de la localidad.		Registro de empleados contratados.

ETAPAS			IMPACTO IDENTIFICADO	MEDIDAS	APLICACIÓN	MEDIO DE VERIFICACIÓN
P	C	O-M				
X	X		El personal que labore en la obra pudiera sufrir algún daño físico.	Se contará con equipo de protección personal para cada trabajador tales como: casco, botas, chaleco reflejante, tapones auditivos (en el caso del personal que opere maquinaria y/o equipos).	Mi	Factura de compra de equipos.  Registro fotográfico de uso de equipo de protección.
X	X		Afectaciones físicas a terceros debido a la implementación del proyecto.	Se evitará que personal no autorizado ingrese al sitio de obra. Se colocarán boyas de señalización en el área marina.	Mi	Registro fotográfico.
X	X	X		Se colocarán señales informativas y/o restrictivas con el fin de avisar al personal y público en general de las obras y/o actividades que se realicen durante la construcción.	Pr	Registro fotográfico.

## VI.2. Impactos residuales

De acuerdo con lo definido por la SEMARNAT en la guía para la Elaboración de la Manifestación de Impacto ambiental, se conoce como impacto residual al efecto que permanece en el ambiente después de aplicar las medidas de mitigación.

Los posibles impactos residuales estarán asociados directamente con la dinámica costera. Las medidas propuestas, al implementarse reducirán los impactos residuales que se puedan causar al medio inerte y biótico tanto de las zonas a intervenir como las adyacentes durante el tiempo de trabajos propuestos.

Por lo tanto, los impactos residuales que el proyecto generará son los siguientes:

1. *Relieve costero.*- La modificación permanente del relieve costero en este tipo de obras es considerada como un impacto residual de gran magnitud originado por la transformación de diversas variables costeras y de sedimentación. En casos específicos como este, el aumento de la línea de playa se considera favorable debido a que la erosión natural en el área del proyecto propicia una pérdida sustancial del arenal, con efectos negativos sobre la biodiversidad y la calidad paisajística.

2. *Modificación del suelo marino.*- Las actividades de dragado alterarán el fondo marino de la zona, modificando la topografía del sitio. No obstante, las asociaciones vegetales son nulas en la zona del banco de arena. Se considera que este impacto residual será reversible a mediano plazo, mediante la conformación de nuevo suelo mediante la acumulación de sedimentos.

Debido a que los impactos residuales sus efectos sobre el medio son temporales, su influencia será mínima y se reducirá al implementar las medidas de mitigación y compensación propuestas; estas disminuirán la magnitud de los factores causales de impacto durante la colocación de las estructuras artificiales y vertimiento de arena en la costa que ayudarán a revertir el proceso erosivo.

## VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES REGIONALES Y EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS.

### VII.1. Descripción y análisis del escenario considerando las medidas de mitigación.

La realización de esta obra traerá beneficios a corto, mediano y largo plazo en el ámbito socioeconómico y ambiental, puesto que se favorecerá la recuperación de la playa que se ha ido perdiendo con el paso de los años; brindando protección a las instalaciones del Hotel Paradisus y mejorando el paisaje natural de la zona.

A continuación se menciona el escenario resultante del desarrollo del proyecto. Éste parte de la tendencia de los procesos que actualmente ocurren en la región, de manera independiente a la ejecución del proyecto, e incorpora además de los impactos potenciales asociados con la construcción del proyecto, las medidas de mitigación establecidas en este mismo estudio.

Los principales impactos ambientales que han sido identificados para el desarrollo del proyecto se darán por la succión de arena y el relleno de playa. Sin embargo, estos impactos no se consideran ambientalmente significativos ya que no afectarán sitios ecológicamente importantes, o bien, con presencia de especies protegidas.

El escenario propuesto considera las variables ambientales más importantes desde el punto de vista antropogénico y cuya afectación perdurará durante toda la etapa de operación del proyecto, éstas involucran cambios en la cobertura vegetal marina y terrestre, la pérdida o desplazamiento de especies de fauna, y la contaminación por la generación de desechos de todo tipo.

#### **Traslado, posicionamiento y hundimiento controlado de AMAs**

El proyecto implica que durante las actividades de transporte marítimo y colocación de los AMAs, pudiera accidentalmente existir una descarga descontrolada de las unidades arrecifales modulares, esto producirá una ligera modificación de las características del fondo marino. Si esta sucediera de manera accidental, en zona rocosa pudiera provocar la modificación del fondo. En zona de arenal, esta modificación sería temporal. La construcción del proyecto afecta ligeramente la batimetría del sitio de manera permanente a una escala muy puntual, y como medida de mitigación aplicable se encuentra la colocación de mallas antidispersión para evitar que el sustrato así que la modificación se considera un impacto residual.

### **Modificación de las propiedades químicas del sitio por el derrame de combustibles y lubricantes**

Derivado del uso de vehículos, maquinaria y equipos en las actividades del proyecto, se pueden provocar derrames accidentales de lubricantes y combustibles al agua.

Esto traería consigo una posible afectación a la vegetación marina de manera directa por contacto de los contaminantes, o indirecta, por la obstrucción del paso de luz, entre otros. Adicionalmente, se considera posible que esta situación, considerando las características de las corrientes presentes en el sitio, pudiera a pastizales marinos cercanos.

Esta condición, pudiera generar que algunas especies pudieran confundir estos residuos con su alimento o ingieran la flora contaminada, provocando su muerte por la ingesta de estos.

A este impacto le aplican medidas preventivas, de mitigación, y si fuera el caso, de remediación, de manera que los efectos contaminantes que pudieran presentarse en caso de una contingencia durante la realización de los trabajos de construcción, se ven minimizados.

Las actividades de navegación se llevan a cabo todos los días en la zona, por ejemplo a Cozumel llegan hasta 30 cruceros por semana. Los barcos de pasajeros en la ruta Playa del Carmen a Cozumel, realizan traslados cada hora durante más de 16 horas al día, es decir, existe una remota posibilidad de que suceda un accidente que genere un vertimiento que pudiere poner en riesgo los recursos naturales del área. No obstante, este se ve atenuado, con la implementación de las medidas de mitigación propuestas en el presente documento.

### **Afectación de la calidad del aire por emisión de partículas a la atmósfera**

Durante la etapa de construcción, diferentes actividades generarán la emisión de partículas hacia la atmósfera, de manera que durante esta etapa será uno de los impactos presentes. Con la aplicación de las medidas de mitigación previstas podrá disminuirse, sin embargo aún así el efecto residual será sensible incluso a algunos cientos de metros de los sitios de generación, fuera del sitio de pretendida ubicación del proyecto. Este efecto será temporal y restringido al tiempo que duren las obras. Ya durante la operación, la generación de partículas por el uso de la casa será prácticamente nula.

### **Modificación al confort sonoro**

Durante las obras, los niveles de ruido en las zonas colindantes al sitio del proyecto serán mayores a los actualmente registrados, aunque serán puntuales y localizados conforme varíen los frentes de obra, pudiendo alcanzar, dependiendo de los equipos utilizados, hasta

100 dB(A) *in situ* y 40 dB(A) a 250 m del frente de obra . Esta modificación al confort sonoro, que será de mayor preocupación toda vez que el sitio de pretendida ubicación del proyecto se encuentra en la zona marina turística de Playa del Carmen, representa un impacto de carácter residual en el sistema ambiental, el cual desaparecerá cuando terminen las actividades de relleno de playa y acomodo de AMAs. Durante la operación, únicamente se presentaría variación en los niveles de ruido durante las actividades de mantenimiento del relleno de playa, o bien, si fuera necesario la recolocación de estructuras arrecifales (AMAs).

#### **Modificación de la dinámica costera**

En la zona de proyecto existen procesos que dan la configuración del litoral que ahora se observa. Estos procesos se podrían ver modificados por la construcción del proyecto, generando un impacto residual positivo en el sistema.

Durante la etapa de construcción, la colocación de los AMAs se realizará solamente en donde se ubica el trazo del proyecto, lo cual, por las características y dimensiones no deberían afectar ni el transporte de sedimentos, ni las condiciones de flujo, de modo que no debe haber cambio sensible en los procesos que conforman la dinámica costera de la zona.

#### **Afectación de la calidad de los servicios turísticos prestados en la zona en donde se llevan a cabo las obras**

Los prestadores de servicios que utilicen las rutas de navegación para trasladarse a los sitios en donde realizarán sus actividades, serán los principales afectados por las incomodidades y molestias que generan las obras, tales como la presencia de la embarcación de carga, el chalan, los boyados de seguridad, ruido, etc., que pudieran incluso llegar a interferir con las actividades productivas de estos.

Sin embargo, estas molestias serán temporales (por un máximo de 6 meses), por lo que una vez terminados los trabajos, podrán seguir con sus actividades normales. Otro punto a destacar es que la afectación será de manera puntual de acuerdo a la etapa en que se encuentre el proyecto.

#### **Contaminación por residuos provenientes de los usuarios y de las actividades de mantenimiento.**

Durante la operación de un proyecto, es común que aparezcan dispersos residuos algunos de tipo doméstico que son arrojados por los usuarios, así como también algunos objetos que son accidentalmente tirados al mar. Así mismo las actividades de mantenimiento de las instalaciones generarán sus propios residuos que potencialmente pueden afectar la calidad

del sitio y del agua si no son manejados de manera adecuada. Estos pueden ser confundidos con alimento por la fauna del sitio, y provocar mortandad de esta derivado de su ingesta. No obstante, se tomarán medidas preventivas como la instalación de botes de basura en el área de playa, los cuales serán vaciados de manera periódica para evitar su rebose y la dispersión de residuos a la playa y/o al mar.

## VII.2. Programa de Vigilancia Ambiental

El siguiente apartado tiene el objetivo de establecer los puntos de control, seguimiento y cumplimiento para evitar impactos y calificar los cumplimientos del promovente y que este último los considere para la protección del ambiente. Lo anterior se resume en el cuadro siguiente.

**Tabla 45. Programa de vigilancia ambiental.**

Impacto	Actividad Generadora	Procedimiento de Control
<b>Contaminación del agua por un inadecuado manejo de residuos peligrosos.</b>	Derrames de combustibles o aceites de los equipos empleados.	<b>Servicio y verificación de los vehículos y equipos utilizados en la obra.</b>  <b>Manejo adecuado de residuos peligrosos.</b>
<b>Generación de residuos sólidos y peligrosos</b>	a) Alimentación de trabajadores. b) Operación de equipos. c) Mantenimiento de maquinaria y equipo. d) Construcción.	<b>1. Uso de contenedores debidamente rotulados y tapados para la disposición temporal de residuos.</b> <b>2. Traslado a disposición final de los residuos generados.</b> <b>3. Verificar del buen estado y mantenimiento de los vehículos y equipos.</b> <b>4. Procedimientos para el manejo de residuos sólidos y de residuos peligrosos.</b> <b>5. Servicios de mantenimiento y/o reparación de maquinaria en sitios debidamente autorizados,</b>

Impacto	Actividad Generadora	Procedimiento de Control
		<b>fuera del sitio de obra.</b>
<b>Emisión de polvos y ruido excesivo</b>	a) Traslado de material. b) Operación de equipos y vehículos.	<ol style="list-style-type: none"> <li><b>1. Humedecimiento de áreas con polvos excesivos.</b></li> <li><b>2. Afinación y mantenimiento periódico de maquinaria y vehículos.</b></li> </ol>
<b>Accidentes en el trabajo</b>	a) Descuido del personal o falta de capacitación. b) 2. Infraestructura Inadecuada.	<ol style="list-style-type: none"> <li><b>1. Se capacitara al personal en la realización de sus actividades designadas.</b></li> <li><b>2. Contar con equipo especializado en la realización de sus actividades, como: guantes, fajas, etc.</b></li> <li><b>3. Planear bien las zonas de acceso de los trabajadores y mantenerlas en buenas condiciones.</b></li> </ol>

### VII.3. Conclusiones.

Considerando las condiciones físicas y bióticas, en función del espacio estudiado que la acoge, de la valoración de los impactos ambientales adversos potenciales previsto y de las medidas de protección propuestas, se estima que los impactos que se darán en el la zona del proyecto y su área de influencia no son significativos.

De la valoración realizada, se estimó que existirán impactos positivos que, dadas las condiciones ambientales y socioeconómicas de la zona, han de ser potenciados. Los negativos, al ser mitigados, mantienen residuales bajos que, en el contexto del área del proyecto, se consideran irrelevantes.

No se omite indicar que, hasta cierto punto, en toda evaluación ambiental existe un grado de incertidumbre sobre los impactos ambientales derivado de la complejidad de los sistemas naturales. 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.

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.

En virtud de lo anteriormente expuesto, se tiene que el proyecto se considera como ambientalmente viable, compatible con el entorno del sistema ambiental en el que se ve inserto, así como congruente con los ordenamientos jurídicos y administrativos existentes y aplicables.

## VIII. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LOS RESULTADOS DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL.

### VIII.1 Formatos de presentación.

De acuerdo a lo establecido por la Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), se entrega un ejemplar impreso de la Manifestación de Impacto Ambiental y una copia del mismo, el cual será utilizado para consulta pública. Asimismo todo el estudio está grabado en discos compactos, incluyendo Anexos.

En esta sección únicamente se presentan los documentos a manera de anexos, como se indica a continuación:

#### VIII.1.1 Planos.

Se incluye en el **Anexo 02** los siguientes planos.

- A) Plano de conjunto
- B) Plano batimétrico

#### VIII.1.2 Videos.

En el presente estudio no se incluyeron videos.

### VIII.2 Otros anexos.

**Anexo 01** Documentos legales.

**Anexo 02** Responsable de la elaboración del estudio

**Anexo 04** Matrices de evaluación de impactos.

**Anexo 06** Memorias operativas

**Anexo 07** Resumen ejecutivo

### VIII.3. Glosario de términos

**Alcance (Scoping):** Fase siguiente al Sondeo (screening) en la que se determina el alcance y contenido del análisis de evaluación ambiental, a partir de las características de la actividad, la información relevante del medio receptor, consultas a expertos e implicados y la identificación preliminar de los efectos previsibles.

**Ambiente Natural:** Componentes naturales: físicos, biológicos y geológicos, del medio ambiente.

**Área de Influencia:** área básica de impacto asociada a los impactos previstos y evaluados en el medio natural(socioeconómico, geográfico); área geográfica o región en la que se alterará el medio (cuenca atmosférica, cuenca hidrográfica, hábitat, etc.).

**Componentes Ambientales Relevantes:** Factores ambientales naturales que por su importancia en el equilibrio y mantenimiento del sistema o región, así como por sus interacciones con el proyecto o desarrollo, deben ser considerados para su análisis.

**Desarrollo Sustentable:** es el progreso social, económico y político dirigido a satisfacer las necesidades de las generaciones actuales sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades; es el mejoramiento de la calidad de vida humana sin sobrepasar la capacidad de carga de los ecosistemas que la sustentan; es un concepto multidimensional que abarca las diversas esferas de la actividad humana: económica, ambiental, tecnológica, social, política y cultural.

**Desequilibrio Ecológico Grave:** Alteración significativa de las condiciones ambientales en las que se prevén impactos acumulativos, sinérgicos y residuales que pueden ocasionar la destrucción, aislamiento o fragmentación de ecosistemas.

**Escenario:** Descripción integral de una situación en el futuro como consecuencia del pasado y el presente, usualmente como varias alternativas: posibles, probables y deseables; es un insumo a la planeación a largo plazo para el diseño de estrategias viables. Su propósito es anticipar el cambio antes de que éste se vuelva abrumador e inmanejable.

**Estudio de Impacto Ambiental:** Documento que se expone la información sobre el medio ambiente, las características de la actividad a desarrollar (o proyecto) y la evaluación de sus afectaciones al medio ambiente.

**Evaluación Ambiental:** Predicción, identificación, caracterización y valoración de los impactos ambientales; diseño de medidas preventivas, minimizadoras y compensatorias.

**Evaluación Ambiental Estratégica:** Evaluación ambiental que se hace al nivel de planes y programas, esto es, sobre diferentes opciones estratégicas de desarrollo.

**Evaluación Ambiental Regional:** Es el proceso de establecer las implicaciones sociales y ambientales acumulativas a nivel regional, de desarrollos multisectoriales, durante un cierto periodo y dentro de una zona geográfica determinada, más allá de su área de influencia directa.

**Impactos Acumulativos:** Impactos sobre el medio ambiente que resultan cuando a los efectos del proyecto se añaden los de otras actuaciones pasadas, presentes o futuras razonablemente previsibles, sin importar que otro organismo público o persona lleva a cabo esa actuación. Pueden ser de importancia menor en lo individual pero significativa en su conjunto y que ocurren dentro de un cierto periodo de tiempo. Igualmente, se refiere a aquel que al prolongarse en el tiempo la acción del agente inductor incrementa progresivamente su gravedad; incremento del agente causante del daño. Según el Reglamento en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental es. 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 están ocurriendo en el presente.

**Impacto Ambiental:** Modificación del medio ambiente ocasionada por la acción del hombre o la naturaleza.

**Impacto Ambiental Significativo o Relevante:** Aquel que resulta de la acción del hombre o la naturaleza, y que provoca alteraciones en los ecosistemas y sus recursos naturales o en la salud, obstaculizando la existencia y desarrollo de la sociedad y de los demás seres vivos, así como la continuidad de los procesos naturales.

**Impactos Indirectos:** Variedad de impactos o efectos significativos distintos de los causados de manera directa por un proyecto. Son causados por desarrollos y actividades colaterales desencadenadas por el proyecto, cuya magnitud es significativa e incluso mayor que la ocasionada por el proyecto; impactos que son producidos a menudo lejos de éste o como resultado de un proceso complejo. A veces se designa como impactos secundarios o terciarios.

**Impactos Potenciales:** Posibles modificaciones del medio derivadas de una acción humana proyectada; riesgo de impacto de una actividad humana en marcha o que se derivar. de una acción en proyecto, en caso de ser ejecutado. Pueden estimarse directos, indirectos, acumulados o sinérgicos.

**Impactos Sinérgicos:** Multiplicidad de impactos menores e independientes que pueden juntos tener un efecto mucho mayor que su simple suma. Los impactos sinérgicos no son directamente acumulativos sino que provienen de varios proyectos en una misma región con dinámicas naturales no lineales; Es la reacción entre impactos, sean estos derivados de un solo proyecto, o los impactos entre otros proyectos en la región. Según el Reglamento en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental es: aquel que se produce cuando el efecto conjunto de la presencia simultánea de varias acciones supone una incidencia ambiental mayor que la suma de las incidencias individuales contempladas aisladamente.

**Impactos Residuales:** Impactos que persisten después de aplicar medidas correctivas o de mitigación. Esto incluye los impactos que no son mitigables ni corregibles, y aquellos que quedan como reducidos en magnitud o extensión después de las acciones de mitigación.

**Indicador:** La palabra indicador viene del verbo latín *indicare*, que significa mostrar, anunciar, estimar o asignar un precio. Los indicadores son parámetros (p.e., una medida o propiedad observada), o algunos valores derivados de los parámetros (p.e., modelos), que proporcionan información sobre el estado actual de los ecosistemas, así como patrones o tendencias (cambios) en el estado del medio ambiente, en las actividades humanas que afectan o están afectadas por el ambiente, o sobre las relaciones entre tales variables.

**Indicadores de Impacto Ambiental:** Expresión medible de un impacto ambiental; variable simple o expresión más o menos compleja que mejor representa la alteración al medio ambiente; elementos del medio ambiente afectado o potencialmente afectado por un agente de cambio evaluados de manera cuantitativa.

**Índice:** Es una agregación de estadísticas y/o de indicadores, que resume a menudo una gran cantidad de información relacionada, usando algún procedimiento sistemático de ponderación, escala y agregado de variables múltiples en un único resumen.

**Medidas correctivas:** Medidas que se diseñan cuando los proyectos no consideraron los posibles impactos al ambiente de una alternativa, o en su efecto las variaciones e el entorno propician la valoración de la toma de medidas conducentes para corregir los impactos que el

proyecto provoca al ambiente. El monitoreo ambiental, está íntimamente vinculado con las medidas correctivas, ya que el aumento de algún contaminante a través de dichos monitoreos. Las medidas correctivas pueden ir desde el cambio de maquinaria y equipo, hasta el cambio de lugar de disposición de aguas residuales o desecho, así como la de las técnicas empleadas para su depuración y tratamiento.

**Medidas de atenuación o mitigación:** Cuando el efecto adverso se presenta en el ambiente sin posibilidad de eliminarlo, se implementan medidas que tiendan a disminuir sus efectos; tales medidas se diferencian de las de control, en que éstas siempre tienden a disminuir el efecto en el ambiente cuando se aplican, mientras que las de control solo se regulan para que no aumente el impacto en el ambiente. Entre las medidas de mitigación más comunes se encuentran la toma de decisión sobre un proyecto o de una actividad del proyecto, a partir de la posibilidad de emplear diversas alternativas (por ejemplo, si se emplea cierto método de explotación o beneficio, o no), con lo cual se puede resolver por la opción menos impactante al ambiente. Otras medidas de mitigación tienen relación con el rescate del medio que puede ser afectado, como por ejemplo el transplante de organismos.

**Medidas de compensación:** Un impacto ambiental puede provocar daño al ecosistema que hace necesario aplicar medidas que compensen sus efectos. Por lo general estos impactos ambientales que requiere compensación son en su gran mayoría irreversibles. Algunas de las actividades que se incluyen en este tipo de medidas, son la repoblación vegetal o la inversión en obras de beneficio al ambiente.

**Medidas de control:** Se aplica cuando un impacto ambiental no es posible prevenirlo o, el costo de su prevención es elevado como para aplicar la medida adecuada; el impacto se controla manejando las variables que hacen posible el que aumenten o disminuyan los efectos en el ambiente. Entre las medidas comúnmente utilizadas se encuentra el control de emisiones a la atmósfera, la disminución los contaminantes en la descarga de aguas residuales y el tratamiento de los residuos sólidos.

**Medida de prevención:** Son aquellas encaminadas a impedir que un impacto ambiental se presente. Entre ellas se encuentran las actividades de mantenimiento, planes y programas de emergencia, y algunas otras medidas encaminadas al mismo fin.

**Medio Ambiente:** Resultante de la interacción entre las actividades humanas y su orientación ideológica, y los componentes naturales del medio en el que éstas se desarrollan.

**Plan de Atenuación:** Consiste en la programación de las medidas, acciones y políticas a seguir para: prevenir, eliminar, reducir y/o compensar los impactos adversos que el proyecto o el conjunto de proyectos pueden provocar en cada fase y etapa de su desarrollo.

**Región:** ámbito territorial sobre el cual se realizan el análisis y evaluación de impactos ambientales, y que implica una superficie de mayor extensión que el área de influencia directa de un proyecto o desarrollo, considerando una expansión espacial y temporal de las influencias, y cuya delimitación se determina con base en consideraciones físico-biológicas, sociales y económico-administrativas.

**Resiliencia:** Medida de habilidad o capacidad que tiene un ecosistema de absorber estrés ambiental sin cambiar sus patrones ecológicos característicos, esto implica la habilidad del ecosistema para reorganizarse bajo las tensiones ambientales y establecer flujos de energía alternativos para permanecer estable sin perturbaciones severas, sólo con algunas modificaciones menores en su estructura.

**Sistema Ambiental:** Interacción entre el ecosistema (componentes abióticos y bióticos) y los subsistemas: social, económico y cultural de la región donde se pretende establecer el proyecto.

**Sondeo (*Screening*):** Fase de selección, previa a la Evaluación del Impacto Ambiental, en la que se decide si una actividad debe someterse a EIA; procedimiento para determinarlo. Este procedimiento comúnmente lo determina la autoridad ambiental.

**Sustentabilidad:** La Sustentabilidad es un estado ideal en el que el crecimiento económico y el desarrollo debieran ocurrir y ser mantenidos en el tiempo dentro los límites impuestos por la ecología. La sustentabilidad es una visión de futuro y el Desarrollo Sustentable la estrategia para alcanzarla; implica comprender los límites y características de la naturaleza, leyes Naturales que nos gobiernan; la sustentabilidad se basa en las teorías ecológicas de sustentabilidad natural de los ecosistemas.

**Vigilancia Ambiental:** Plan de seguimiento de la evolución del medio ambiente y de los impactos ambientales, al ejecutarse un proyecto; incluye medidas a aplicar por desviación de lo previsto en la MIA.

## VIII.2 LITERATURA CITADA

AGRRA. 2010. AGRRA protocols versión 5.5 [www.agrra.org/method/AGRRA-V5.5\\_2016.pdf](http://www.agrra.org/method/AGRRA-V5.5_2016.pdf).

Almada V.P et al. 2003. Manual de métodos para el Programa de Monitoreo Sinóptico de SAM. Proyecto para el Sistema Arrecifal Mesoamericano. Pp.183.

Aranda, M. 2000. Huellas y otros rastros de los mamíferos grandes y medianos de México. CONABIO-Instituto de Ecología, A.C. México

Arenas F. V., M., A Lozano, M. L. Jiménez, C. Meiners, M. E. Velarde, E. M. Ortiz, T. E. Morales, O, Guzon, J. A. González. 2011. Biodiversidad Marina de la Costa Central de Veracruz. COVECYT. Primera edición. México. Pp.223

Arizmendi, M.C. y L. Márquez-Valdelamar. 2000. Areas de Importancia para la Conservación de las Aves en México. CIPAMEX-Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza. México 404.

American Ornithologist's Union.1998. The AOU checklist of North American birds, seventh edition. American Ornithologist's Union. Washington, D.C. Romero-Almaraz et al 2000

Arita, H y G. Ceballos. 1997. Mamíferos de México: distribución y estado de conservación. Pp 33-71. Revista Mexicana de Mastozoología. AMMAC. Vol 2,157 p.

Arita, H. 1993. Riqueza de especies de la mastofauna de México. Pp. 109-128. En: Avances en el estudio de los mamíferos, (Medellin, R. y G. Ceballos, eds.). Asociación Mexicana de Mastozoología, A.C. México. 464 pp.

Arriaga Cabrera, L., E. Vázquez Domínguez, J. González Cano, R Jiménez Rosemberg, E Muñoz López, V. Aguilar Sierra. (coordinadores) 1998. Regiones terrestres y marinas prioritarias de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad. México

Brock, V. E. (1954). A preliminary report on a method of estimating reef fish populations. Journal of Wildlife Management 18, (3) 297-308).

Canseco-Márquez, L., A. Ramos-Torres, and O. Flores-Villela. 2004. *Geophis blanchardi* (Blanchard's Earth Snake), Geographic Distribution. Herpetological Review, 35(2):191-192.

Carleton J.Het al. (1195). Quantitative samplinf of coral reef benthos: aplicaciones. Coral reefs, 14: 35-46pp.

Ceballos, G. y G. Oliva. 2005. Los mamíferos silvestres de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) y Fondo de Cultura Económica. México. pp 830-831.

Ceballos, G. y L. Marqués Valdelamar. (eds). 2001. Las aves de México en peligro de extinción. Instituto de Ecología. México. DF. 432 pp.

CNA 1996. Programa Nacional Hidráulico 1995-2000. Comisión Nacional del Agua; México.

CNA 2003. Estadísticas del agua en México (SUIBA) 106pp.

Coldwell, R., J. Coddington. 1994. Estimating terrestrial biodiversity through extrapolation. Phil. Trans. R. Soc. Lond. B. 345: 110-118.

CONABIO (comp.). 2009a. Catálogo de autoridades taxonómicas de los anfibios (Amphibia: Chordata) de México. Base de datos SNIB-CONABIO. México. Incluye información del proyecto CS003.

CONABIO (comp.). 2009b. Catálogo de autoridades taxonómicas de los reptiles (Reptilia: Chordata) de México. Base de datos SNIB-CONABIO. México. Incluye información del proyecto CS003.

CONAPO, Consejo Nacional de Población y Vivienda, 1994. La Población de los Municipios de México 1950 - 1990. Ed. UNO Servicios Gráficos, México

Convenio de Londres y Protocolo/PNUMA, 1972. Directrices relativas a la colocación de arrecifes. Pp.101

Duellman W. E. 1960. A distributional study of the amphibians of the Isthmus of Tehuantepec, México. University of Kansas publications of the museum of natural history 13 (2): 19-72.

- Enderson, E. F., A. Quijada-Mascareñas, D. S. Turner, P. C. Rosen and R. L. Bezy. 2009. The herpetofauna of Sonora, Mexico, with comparisons to adjoining states. Check list 5 (3): 632-672.
- Escalante, P. et al. 1998. Listado de los nombres comunes de las aves de México. Colección Nacional de aves. 25 pp. UNAM. México, DF.
- Fa, J. y J.L. Morales.1993. Patterns of Mammals diversity in Mexico.En: Ramamorthy, T.P., R.Bye, A. Lot. 1998. Diversidad Biológica de México: orígenes y distribución. México: UNAM.
- Flores, O. y P. Gerez. 1994. Biodiversidad y Conservación en México:vertebrados, vegetación y uso del suelo.UNAM.México. 439pp.
- Flores-Villela, O. y L. Canseco Márquez. 2004. Nuevas especies y cambios taxonómicos para la herpetofauna de México. Acta Zoológica Mexicana (n.s.) 20(2): 115-144.
- Flores-Villela, O. 1993. Herpetofauna Mexicana. Special Publications Carnegie Museum of Natural History 17: 1-73.
- García, E. 1973. Modificaciones al sistema de clasificación de climática de Köppen, Instituto de Geografía, UNAM, México.
- García-Grajales, J., A. Buenrostro S. y M. Martínez-Salazar. 2010. Memorias de la XI Reunión Nacional de Herpetología, 10-13 de Noviembre, Toluca, Estado de México. México. 69.
- González-García, F. y H. Gómez de Silva. 2003. Especies endémicas: riqueza, patrones de distribución y retos para su conservación. En: H. Gómez de Silva y A. Oliveras de Ita (Eds) Conservación de aves: experiencias en México. CIPAMEX-Museo de Historia Natural de la ciudad de México, National fish & Wildlife foundation y CONABIO, México, DF.
- Hall, E.R. 1981. The mammals of North América. John Wiley & Sons. New York. Vol 1.
- Harris, D. M. y A. G. Kluge. 1984. The Sphaerodactylus (Sauria: Gekkonidae) of Middle America. Occasional papers of the Museum of Zoology. University of Michigan. 706: 59.

Howell, S.N.G. y S. Webb. 1995. A guide to the birds of Mexico and Northern Central America. Oxford University Press, New York, EUA. 855 pp.

INAFED, 2004 (Instituto para el Federalismo y el Desarrollo Municipal). Sistema Nacional de Información Municipal. México.

INEGI, 2010 (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática) 2005. Anuario Estadístico Estatal, Guerrero. INEGI. México.

INEGI, 2001 (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática). XII Censo General de Población y Vivienda 2000. México.

INEGI, 2005 (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática). II Conteo de Población y Vivienda 2005. México.

INEGI, (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática) 2005. "Regiones socioeconómicas de México", INEGI. Mexico.

IUCN 2010. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2010.1. <[www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org)>. Downloaded on 01 septiembre 2010.

Köhler, G. y P. Heimes. 2002. Stachelleguane. Lebensweise. Pflege. Zucht. Herpeton. 174.

Lawrence, G. N. 1876. Birds of Southwestern Mexico. Bulletin U.S. National Museum 4(1875):1-56.

Lugo-Hubp, J. 1990. El relieve de la República Mexicana, Boletín del Instituto de Geología, vol. 9, 1, pp. 82-111.

Malfait, B. and M. Dinkelman 1972, "Circum-Caribbean tectonic and igneous activity and the evolution of the Caribbean plate", Bull. Amer. Geol. Soc., no. 83(2), pp. 251-272.

Medellín, R.A., H.T. Arita y O. Sánchez. 1997. Guía de identificación de los murciélagos de México. Comisión Nacional para el Conocimiento de la Biodiversidad. México.

National Geographic Society. 2006. Field Guide to the Birds of North America. National Geographic Society, USA.

- Noss, R. 2002 The ecological effects of roads. <http://www.eco-action.org/dt/roads.html> 2002 Consultada el 10 de julio de 2009.
- Ochoa Ochoa, L.M. y O. Flores Villela. 2006. Áreas de diversidad y endemismo de la herpetofauna mexicana. UNAM-CONABIO, México, D.F.: 211 pp.
- Oliver, L. L., G. A. Woolrich y J. A. Lemos. 2009. La familia bufonidae en México. Universidad Nacional Autónoma de México. Comisión Nacional para el conocimiento y uso de la Biodiversidad. México, D.F. 139.
- Padilla, J.R. y Sánchez. 2007. Evolución geológica del sureste mexicano desde el Mesozoico al presente en el contexto regional del Golfo de México. Boletín de la sociedad geologica Mexicana. Tomo LIX, 1:19-42
- Ralph, C.J., G.R. Geupel, P. Pyle, T.E. Martin, D. De Sante y B. Milá. 1996. Manual de métodos de campo para el monitoreo de aves terrestres. Gen. Tech. Rep. PSW-GTR-159. Albany, CA: Pacific Southwest Research Station, Forest Service, U.S. Department of Agriculture, 46p.
- Ramamorthy, T. P., R. Bye, A. Lot. 1998. Diversidad Biológica de México: orígenes y distribución. México: UNAM.
- RAMSAR. 2003. Ficha Informativa de los Humedales. GAIA.
- Ramírez-Pulido, J., J. Arroyo-C. y A. Castro-C. 2005. Estado actual y relación nomenclatural de los mamíferos terrestres de México. Acta Zoológica Mexicana (n.s.), 21(1):21-82.
- Ramírez-Pulido, J. y A. Castro-Campillo. 1993. Diversidad Mastozoológica de México. Rev. Soc. Mex. Hist. Nat., Vol. Esp. XLIV: 413-427.
- SEDESOL, 2001. (Secretaría de Desarrollo Social). Programa Nacional de Desarrollo Urbano y Ordenación Territorial 2001-2006. México.
- SEDESOL, 2005. (Secretaría de Desarrollo Social). Delimitación de las zonas metropolitanas de la Ciudad de México 2005. Secretaría de Gobernación, CONAPO, INEGI, México.

- SEDESOL 2005, (Secretaría de Desarrollo Social). Gobierno Federal 2005. Sistema de Ciudades. México.
- Sedlock, R. L., F. Ortega-Gutierrez and R. C. Speed. 1993. "Tectonostratigraphic terranes and tectonic evolution of Mexico", Geological Society of America, Special Paper 278.
- Stresemann, E. 1954. Ferdinand Deppe's Travels in Mexico, 1824-1829, Narrative of Deppe's Journeys. Cooper Ornithological Society. Vol. 56.
- Serb, J. M., C. A. Phillips and John B. Iverson. 2001. Molecular Phylogeny and Biogeography of *Kinosternon flavescens* based on complete mitochondrial control region sequences. *Molecular phylogenetics and evolution*. Vol 18 (1): 149-162.
- Sherbrooke, W. C. 2003. Introduction to horned lizards of the north america. California Natural History guides No. 64. University of California Press. 178pp
- Stotz, D. F., J. W. Fitzpatrick, T. A. Parker III y D. K. Moskovits. 1996. Neotropical birds: Ecology and conservation. University of Chicago Press, Chicago.
- Taylor, B. D. and Goldingay R. L. 2004. Wildlife roadkills on three major roads in North-Eastern New South Wales. En: *Wildlife Research* 31: 83-91.
- Villa, B. 1966. Los murciélagos de México, su importancia en la economía y salubridad. Su clasificación sistemática. Instituto de Biología. UNAM. Mexico. 491 pp.