

SEMARNAT

SECRETARÍA DE
MEDIO AMBIENTE
Y RECURSOS NATURALES



AL PÚBLICO EN GENERAL

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

DIRECCIÓN GENERAL DE
IMPACTO Y RIESGO
A M B I E N T A L

**MEJORAMIENTO Y ESTABILIZACIÓN DE LAS ZONAS DE PLAYA Y
MARINA DE LAS BAHÍAS DE CHEMUYIL Y CHEMUYILITO.**

Manifestación de Impacto Ambiental
Modalidad Regional

ÍNDICE DE CONTENIDO.

I. DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO AMBIENTAL.....	9
I.1. DATOS GENERALES DEL PROYECTO.....	9
I.1.1. Nombre del Proyecto.....	9
I.1.2. Ubicación del Proyecto.....	9
I.1.3. Duración del Proyecto.....	10
I.2. DATOS GENERALES DEL PROMOVENTE.....	11
I.2.1. Nombre o razón social.....	11
I.2.2. Registro federal de Contribuyentes del promovente:.....	11
I.2.3. Nombre y cargo del Representante Legal:.....	11
I.2.4. Dirección del promovente o de su representante legal para recibir u oír notificaciones.....	11
I.2.5. Nombre del Consultor que elaboro el estudio.....	12
II. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS O ACTIVIDADES.....	13
II.1 INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO.....	13
II.1.1. Naturaleza del Proyecto.....	14
II.1.2. Justificación.....	17
II.1.3. Ubicación física del Proyecto.....	19
II.1.4. Inversión requerida.....	19
II.2. CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DEL PROYECTO.....	20
II.2.1. Programa general de trabajo.....	27
II.2.2. Representación Gráfica Regional.....	29
II.2.3. Representación Gráfica Local.....	29
II.2.4. Preparación del Sitio y Construcción.....	30
II.2.4.1. Construcción de los Arrecifes Artificiales A1, A2, y A3.....	31
II.2.4.2. Construcción del Arrecife Artificial 4 (AA4).....	33
II.2.4.3. Arrecifes Artificiales 5 (AA5).....	34
II.2.4.4. Caletas Artificiales.....	35
II.2.4.5. Extracción de arena de banco marino y su vertido en playa.....	37
II.2.4.6. Construcción de la duna.....	38
II.2.4.7. Terraza Norte.....	40
II.2.4.8. Volúmenes y Materiales.....	41
II.2.5. Etapa de operación y mantenimiento.....	42
II.2.6. Desmantelamiento y Abandono del sitio.....	43
II.2.7. Residuos.....	43
III. VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y, EN SU CASO, CON LA REGULACIÓN DE USO DE SUELO	45
III.1. MARCO LEGAL.....	45
III.1. INSTRUMENTOS LEGALES.....	46
III.1.1. Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.....	46
III.1.2. Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.....	47
III.1.3. Reglamento de la LGEEPA en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental.....	49
III.1.4. Ley General de Vida Silvestre.....	50
III.1.5. Ley General de Cambio Climático.....	65
III.1.6. Ley Federal del Mar.....	66
III.1.7. Ley de Aguas Nacionales.....	66
III.1.8. Ley de Puertos.....	67

III.1.9. Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT).....	67
III.1.10. Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe.	68
III.1.11. Programa de Ordenamiento Ecológico de la Región denominada Corredor Cancún Tulum.	83
III.1.12. Normas Oficiales Mexicanas.....	100
III.2. ÁREAS DE IMPORTANCIA AMBIENTAL.....	102
III.2.1. Áreas Naturales Protegidas (ANP).....	102
III.2.2. Área de Refugio	108
III.2.3. Sitios RAMSAR.....	109
III.2.4. Áreas Importantes para la Conservación de las Aves (AICAS).	110
III.2.5. Regiones Terrestres Prioritarias (RTPS).....	111
III.2.6. Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHPS).....	112
III.2.7. Regiones Marinas Prioritarias de México.	113
IV. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL (SAR) Y SEÑALAMIENTO DE TENDENCIAS DEL DESARROLLO Y DETERIORO DE LA REGIÓN.....	114
IV.1. DELIMITACIÓN Y JUSTIFICACIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL (SAR).....	114
IV.2. CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL (SAR) (DEFINICIÓN DE CELDA).....	115
IV.2.1. Caracterización y Análisis Retrospectivo de La Calidad Ambiental del SAR.	117
V.2.1.1. Medio Abiótico.	119
IV.2.1.1.1. Clima.	119
IV.2.1.1.2. Eventos climáticos extremos.	121
IV.2.1.1.3. Geología y Geomorfología.	123
IV.2.1.1.4. Fisiografía.....	123
IV.2.1.1.5. Suelos.....	125
IV.2.1.1.6. Suelos Marinos.....	127
IV.2.1.1.7. Relieve.....	128
IV.2.1.1.8. Batimetría.	128
IV.2.1.1.9. Cambios naturales de línea de costa.....	130
IV.2.1.1.10. Cambio Climático, Elevación del Mar y Adaptabilidad.	131
IV.2.1.1.11. Hidrología superficial y subterránea.....	133
IV.2.1.1.12. Geohidrología.....	134
IV.2.1.1.12. Circulación costera y patrones de corrientes (patrón de corrientes costeras, estimación de las velocidades medias de las corrientes).....	137
IV.2.1.1.13. Sistema de transporte litoral.	138
IV.2.1.1.14. Modelo de simulación matemática.	138
IV.2.1.2. Medio Biótico.....	156
IV.2.2.3. MEDIO SOCIOECONÓMICO.	243
IV.2.2.4. PAISAJE.....	252
IV.3. DIAGNÓSTICO AMBIENTAL.....	261
V. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES Y MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES.....	263
V.1. INDICADORES AMBIENTALES.	263
V.1.1. Metodología para Identificar y Evaluar los Impactos Ambientales.	263
V.2. CLASIFICACIÓN DE LOS INDICADORES POR NIVELES.....	265
V.2.1. Indicadores de impacto y de cambio climático.	267
V.3. VALORACIÓN DE LOS IMPACTOS.....	272
V.3.1. Impactos ambientales generados.....	273
V.4. IMPACTOS RESIDUALES.	314
V.5. IMPACTOS ACUMULATIVOS.	314
V.6. CONCLUSIONES.....	315

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

320

VI.1. MEDIDAS O PROGRAMAS DE MEDIDAS PARA LA MITIGACIÓN O CORRECCIÓN DE IMPACTOS POR COMPONENTE AMBIENTAL.....	320
VI.1.1. Preparación del sitio.	320
IV.I.2. Construcción.	323
IV.I.2.1. RECOMENDACIONES Y PROCEDIMIENTOS DE SEGURIDAD.....	326
IV.I.3. Operación y mantenimiento.	327
VI.2. PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL.	328
VI.3. SEGUIMIENTO Y CONTROL (MONITOREO).	330
VI.4. INFORMACIÓN NECESARIA PARA LA FIJACIÓN DE MONTOS PARA FIANZAS.....	330

VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES REGIONALES Y EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS.

332

VIII. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LOS RESULTADOS DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL.....

339

VIII.1. PRESENTACIÓN DE LA INFORMACIÓN.	339
VIII.2. OTROS ANEXOS.	339

ÍNDICE DE TABLAS.

TABLA II.1. ARRECIFES ARTIFICIALES.	20
TABLA II.2. VERTIDO DE ARENA.....	23
TABLA II.3. SUPERFICIES DEL ÁREA DEL PROYECTO.	26
TABLA II.4. SUPERFICIES EN ZONA TERRESTRE Y ZONA MARINA DE LAS ÁREAS PERMANENTES DEL PROYECTO.	27
TABLA II.5. CRONOGRAMA DEL PROYECTO PARA EL MEJORAMIENTO Y ESTABILIZACIÓN DE LA ZONA DE PLAYA Y ZONA MARINA PRESENTADA POR TRIMESTRES.	28
TABLA II.6. VOLUMEN DE DEMOLICIÓN PARA CALETAS ARTIFICIALES.	36
TABLA II.7. RESUMEN DE VOLÚMENES DE ARENA.....	41
TABLA II.8. RESUMEN DE VOLÚMENES DE ARENA.....	42
TABLA IV.1. HURACANES QUE HAN AFECTADO LAS COSTAS DEL ESTADO DE QUINTANA ROO EN LOS ÚLTIMOS 10 AÑOS.	122
TABLA IV.2. CONDICIONES DE OLEAJE Y VIENTOS MODELADOS.	140
TABLA IV.3. LISTADO TAXONÓMICO DE LAS ESPECIES REGISTRADAS.	177
TABLA IV.4. LISTA DE ESPECIES VEGETALES ENCONTRADAS EN LA DUNA COSTERA EN EL PREDIO DE CHEMUYIL-CHEMUYILITO.	182
TABLA IV.5. LISTADO DE ESPECIES REPORTADAS EN LA SELVA BAJA SUBCADUCIFOLIA EN EL PREDIO DE CHEMUYIL-CHEMUYILITO.	185
TABLA IV.6. LISTA DE ESPECIES ENCONTRADAS EN LA SELVA BAJA SUBPERENNIFOLIA EN EL PREDIO DE CHEMUYIL-CHEMUYILITO.	188
TABLA IV.7. LISTADO DE ESPECIES ENCONTRADAS EN EL MANGLAR DEL PREDIO CHEMUYIL-CHEMUYILITO.	190
TABLA IV.8. ESPECIES REGISTRADAS EN EL PREDIO CHEMUYIL-CHEMUYILITO.	192
TABLA IV.9. LISTADO DE ESPECIES DE INVERTEBRADOS POR SUBGRUPO Y SU ABUNDANCIA RELATIVA EN CADA BIOTOPO.	211
TABLA IV.10. LISTADO DE ESPECIES DE PECES Y SU ABUNDANCIA RELATIVA EN CADA BIOTOPO.....	217

TABLA IV.11. LISTADO DE ESPECIES DE VEGETACIÓN POR SUBGRUPO Y SU ABUNDANCIA RELATIVA EN CADA BIOTOPO.224

TABLA IV.12. COMPOSICIÓN DE LOS GRUPOS TAXONÓMICOS.....234

TABLA IV.13. COMPOSICIÓN TAXÓNOMICA DE LOS ORGANISMOS ENCONTRADOS EN LAS MUESTRAS DE ARENA.235

TABLA IV.14. ESPECIES REGISTRADAS EN EL ÁREA DE ESTUDIO LISTAS EN LA NOM-059-SEMARNAT-2010242

TABLA IV.15. HABITANTES POR MUNICIPIO.243

TABLA IV.16. PRINCIPALES LOCALIDADES.....244

TABLA IV.17. ESTADÍSTICAS DE POBLACIÓN DEL MUNICIPIO DE TULUM, QUINTANA ROO.....244

TABLA IV.18. ÍNDICE DE SALUD ARRECIFAL (ISA).254

TABLA V.1. INDICADORES DE PRESIÓN DEL PROYECTO.....270

TABLA V.2. EJEMPLO DE TABLA “CHECK LIST” Y DE EVALUACIÓN DE LA MAGNITUD DE IMPACTO.271

ÍNDICE DE FIGURAS.

FIGURA I.1. LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO DE MEJORAMIENTO Y ESTABILIZACIÓN DE LAS ZONAS DE PLAYA Y MARINA. 9

FIGURA I.2. LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO DENTRO DE LA RIVIERA MAYA.10

FIGURA II.1. VISTA GENERAL DEL PROYECTO, EN LA CUAL SE PUEDE APRECIAR LA COLOCACIÓN DE LOS ARRECIFES ARTIFICIALES 1, 2 Y 3, LA CONSTRUCCIÓN DE LAS CALETAS 1, 2 Y 3 Y EL VERTIDO DE ARENA EN LA PLAYA 1.16

FIGURA II.2. VISTA GENERAL DEL PROYECTO, EN LA CUAL SE PUEDE APRECIAR LA COLOCACIÓN DEL ARRECIFE ARTIFICIAL 4 Y 5, LA CONSTRUCCIÓN DE LA CALETA 3, LA LOCALIZACIÓN DE LA PLAYA 2 Y LA DUNA ARTIFICIAL 1.17

FIGURA II.3. UBICACIÓN DEL BANCO DE ARENA FRENTE A LA COSTA SUR DEL PREDIO.23

FIGURA II.4. UBICACIÓN DEL BANCO DE ARENA FRENTE A LA COSTA SUR DEL PREDIO.24

FIGURA II.5. UBICACIÓN DEL BANCO DE ARENA FRENTE A LA COSTA SUR DEL PREDIO.25

FIGURA II.6. ÁREAS DE MANEJO Y ZONAS DE BOMBEO DEL MORTERO PARA CONSTRUCCIÓN DE LOS AA1, AA2 Y AA3 EN LA ZONA SUR.....31

FIGURA II.7. ACOMODO PIRAMIDAL DE LAS CAMAS SUBSECUENTES Y COLOCACIÓN DE VARILLAS COLOCADAS EN LA PENÚLTIMA CAMA ANTES DEL FRAGUADO DEL MORTERO.....32

FIGURA II.8. SECCIÓN EL ÁREA MORADA INDICA LA ZONA CON CRESTA ARRECIFAL Y EL ÁREA NEGRA ES DONDE SE COLOCARÁN LOS AAM.34

FIGURA II.9. UBICACIÓN DE TARQUINAS (TA1 A TA5) PARA CONSTRUCCIÓN DE LA DUNA ARTIFICIAL DA.....38

FIGURA II.10. EJEMPLO DEL EXTENDIDO, AMARRE Y PREPARACIÓN DEL GEOCILINDRO QUE CONFORMARÁ LA DUNA ARTIFICIAL Y DEL LLENADO DEL GEOCILINDRO CON UNA TUBERÍA FLEXIBLE DE 6 PULGADAS.....39

FIGURA II.11. DETALLE DE TERRAZA COMPLETO.....40

FIGURA II.12. DREN DE TERRAZA.41

FIGURA III.1. UBICACIÓN DEL PROYECTO CON RESPECTO AL POET-CCT DE ACUERDO AL SIGEIA, 2017.83

FIGURA III.2. DECRETO DE LA RESERVA DE LA BIÓSFERA Y SU LOCALIZACIÓN CON RESPECTO AL SITIO DEL PROYECTO.....104

FIGURA III.3. POLÍGONO DEL ACUERDO.108

FIGURA III.4. LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO CON RESPECTO AL SITIO RAMSAR.....110

FIGURA III.5. LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO CON RESPECTO LAS AICAS Y RTP.....111

FIGURA III.6. LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO CON RESPECTO LAS RHPS Y ZONAS MARINAS PRIORITARIAS.112

FIGURA IV.1. SISTEMA AMBIENTAL DEL PROYECTO.	115
FIGURA IV.2. EL RECUADRO AMARILLO MUESTRA LA CELDA LITORAL INDEPENDIENTE. LOS LÍMITES DE LA CELDA SE DEBEN A ZONAS TOTALMENTE ROCOSAS MÁS UNA ESTRUCTURA EN EL LÍMITE NORTE. LA SALIDA DEL SEDIMENTO ES HACIA AGUAS PROFUNDAS.	116
FIGURA IV.3. UBICACIÓN PROYECTO CHEMUYIL-CHEMUYILITO DENTRO DE LA CELDA LITORAL, DONDE SE OBSERVA LO PLANO DEL TERRENO.	117
FIGURA IV.4. LÍNEA DE COSTA DE LOS AÑOS 2003, 2005, 2010 Y 2017 AJUSTADAS A PARTIR DE IMÁGENES SATELITALES CALIBRADAS Y ADQUIRIDAS DE LA BASE HISTÓRICA DE GOOGLE EARTH Y FOTOGRAMETRÍA DE TECNOCEANO.	119
FIGURA IV.5. CLIMA DEL ÁREA DE ESTUDIOS.	120
FIGURA IV.6. BALTIMETRÍA DE LA ZONA MARINA.	129
FIGURA IV.7. LÍNEA DE COSTA DE LOS AÑOS 2003, 2005, 2010 Y 2017 AJUSTADAS A PARTIR DE IMÁGENES SATELITALES CALIBRADAS Y ADQUIRIDAS DE LA BASE HISTÓRICA DE GOOGLE EARTH Y FOTOGRAMETRÍA DE TECNOCEANO.	130
FIGURA IV.8. HIDROLOGÍA SUPERFICIAL Y SUBTERRÁNEA.	134
FIGURA IV.9. GEOLOGÍA DE LA COSTA CERCANA A CHEMUYIL. LAS CAPAS DE LAJA CALCÁREA MÁS JÓVENES ESTÁN DIVIDIDAS EN: BORDE DE PLAYA (PUNTEADO), BAHÍA ANTIGUA (AMARILLO) Y ROCA ARRECIFAL (ROJO). LAS CAPAS DE LAJA MÁS ANTIGUAS EXPUESTAS HACIA EL OESTE HAN SIDO PROFUNDAMENTE DISUELTAS POR EL AGUA SUBTERRÁNEA, FORMANDO LARGOS CANALES DE COLAPSO EN LA SUPERFICIE (AZUL).	135
FIGURA IV.10. CORRIENTES MARINAS EN Q. ROO (FUENTE: MERINO, 1984)	138
FIGURA IV.11. MAREAS.	141
FIGURA IV.12. OLEAJE (M) PROVENIENTE DEL ESTE CON ALTURA DE OLA DE 8 M EN AGUAS PROFUNDAS (MODELO GENERAL).	142
FIGURA IV.13. PROPUESTA K.	143
FIGURA IV.14. OLEAJE (M) PROVENIENTE DEL E CON ALTURA DE OLA DE 1.2 M EN AGUAS PROFUNDAS, ZONA SUR.	144
FIGURA IV.15. OLEAJE (M) PROVENIENTE DEL E CON ALTURA DE OLA DE 8.0 M EN AGUAS PROFUNDAS, ZONA SUR.	145
FIGURA IV.16. OLEAJE (M) PROVENIENTE DEL E CON ALTURA DE OLA DE 1.2 METROS EN AGUAS PROFUNDAS, ZONA NORTE.	146
FIGURA IV.17. OLEAJE (M) PROVENIENTE DEL E CON ALTURA DE OLA DE 8.0 METROS EN AGUAS PROFUNDAS, ZONA NORTE.	146
FIGURA IV.18. CORRIENTE (M/S) VIAJANDO EN DIRECCIÓN E DURANTE EL PICO DE UNA TORMENTA, ZONA SUR.	147
FIGURA IV.19. CORRIENTE (M/S) VIAJANDO EN DIRECCIÓN SW DURANTE EL PICO DE UNA TORMENTA, ZONA NORTE.	147
FIGURA IV.20. CAPA DE SEDIMENTO INICIAL EN LA ZONA SUR.	148
FIGURA IV.21. CAPA DE SEDIMENTO DESPUÉS DE UNA CONDICIÓN EXTREMA EN LA ZONA SUR.	149
FIGURA IV.22. MAPA DE EROSIÓN (AZULES) Y SEDIMENTACIÓN (ROJOS) EN LA ZONA SUR DESPUÉS DE SIMULAR UNA CONDICIÓN DE OLEAJE EXTREMO.	149
FIGURA IV.23. CAPA DE SEDIMENTO INICIAL EN LA ZONA NORTE.	150
FIGURA IV.24. CAPA DE SEDIMENTO DESPUÉS DE UNA CONDICIÓN EXTREMA EN LA ZONA NORTE.	150
FIGURA IV.25. CAPA DE SEDIMENTO INICIAL EN LA ZONA NORTE.	151
FIGURA IV.26. CAPA DE SEDIMENTO DESPUÉS DE UNA CONDICIÓN EXTREMA EN LA ZONA NORTE.	151
FIGURA IV.27. MAPA DE EROSIÓN Y SEDIMENTACIÓN EN LA ZONA NORTE DESPUÉS DE SIMULAR UNA CONDICIÓN DE OLEAJE EXTREMO.	152
FIGURA IV.28. OLEAJE CON PERIODO DE RETORNO DE 50 AÑOS PROPAGADO DESDE AGUAS PROFUNDAS A LA COSTA DEL PROYECTO CHEMUYIL-CHEMUYILITO CONSIDERANDO LOS CAMBIOS DE COSTA DE LA PROPUESTA K, ZONA NORTE (CHEMUYIL).	153

FIGURA IV.29. OLEAJE CON PERIODO DE RETORNO DE 50 AÑOS PROPAGADO DESDE AGUAS PROFUNDAS A LA COSTA DEL PROYECTO CHEMUYIL-CHEMUYILITO CONSIDERANDO LOS CAMBIOS DE COSTA DE LA PROPUESTA K, ZONA SUR (CHEMUYILITO).....	154
FIGURA IV.30. OLEAJE CON PERIODO DE RETORNO DE 100 AÑOS PROPAGADO DESDE AGUAS PROFUNDAS A LA COSTA DEL PROYECTO CHEMUYIL-CHEMUYILITO CONSIDERANDO LOS CAMBIOS DE COSTA DE LA PROPUESTA K, ZONA SUR (CHEMUYILITO).....	155
FIGURA IV.31. TRANSECTOS REALIZADOS PARA LA TOMA DE DATOS DE LOS ASPECTOS BIÓTICOS.....	157
FIGURA IV.32. BIOTOPOS REGISTRADOS EN EL ÁREA DE ESTUDIO.	160
FIGURA IV.33. PROPORCIÓN DE GRUPOS TAXONÓMICOS.	176
FIGURA IV.34. NÚMERO DE ESPECIES E INDIVIDUOS DE LAS ESPECIES REGISTRADAS.	198
FIGURA IV.35. ÍNDICE DE SHANNON-WEAVER Y EQUITABILIDAD DE LAS ESPECIES REGISTRADAS.	199
FIGURA IV.36. DIVERSIDAD DE SIMPSON Y DOMINANCIA DE LAS ESPECIES REGISTRADAS.....	199
FIGURA IV.37. PROPORCIÓN DE ESPECIES POR SUBGRUPO DE CORALES.	200
FIGURA IV.38. DISTRIBUCIÓN DE LOS SUBGRUPOS DE CORALES POR BIOTOPO.	200
FIGURA IV.39. NÚMERO DE ESPECIES E INDIVIDUOS DE LAS ESPECIES DE CORALES REGISTRADAS.	208
FIGURA IV.40. ÍNDICE DE SHANNON-WEAVER Y EQUITABILIDAD DE LAS ESPECIES DE CORALES REGISTRADAS.	208
FIGURA IV.41. DIVERSIDAD DE SIMPSON Y DOMINANCIA DE LAS ESPECIES DE CORALES REGISTRADAS.	209
FIGURA IV.42. PROPORCIÓN DE ESPECIES POR SUBGRUPO DE INVERTEBRADOS.	210
FIGURA IV.43. DISTRIBUCIÓN DE LOS SUBGRUPOS DE INVERTEBRADOS POR BIOTOPO.	210
FIGURA IV.44. NÚMERO DE ESPECIES E INDIVIDUOS DE LAS ESPECIES DE INVERTEBRADOS REGISTRADAS.	215
FIGURA IV.45. ÍNDICE DE SHANNON-WEAVER Y EQUITABILIDAD DE LAS ESPECIES DE INVERTEBRADOS REGISTRADAS.	215
FIGURA IV.46. DIVERSIDAD DE SIMPSON Y DOMINANCIA DE LAS ESPECIES DE INVERTEBRADOS REGISTRADAS.	216
FIGURA IV.47. DISTRIBUCIÓN DE LAS ESPECIES DE PECES POR BIOTOPO.	217
FIGURA IV.48. NÚMERO DE ESPECIES E INDIVIDUOS DE LAS ESPECIES DE PECES REGISTRADAS.	221
FIGURA IV.49. ÍNDICE DE SHANNON-WEAVER Y EQUITABILIDAD DE LAS ESPECIES DE PECES REGISTRADAS.	221
FIGURA IV.50. DIVERSIDAD DE SIMPSON Y DOMINANCIA DE LAS ESPECIES DE PECES REGISTRADAS..	222
FIGURA IV.51. PROPORCIÓN DE ESPECIES POR SUBGRUPO DE VEGETACIÓN.	223
FIGURA IV.52. DISTRIBUCIÓN DE LOS SUBGRUPOS DE VEGETACIÓN POR BIOTOPO.	223
FIGURA IV.53. NÚMERO DE ESPECIES E INDIVIDUOS DE LAS ESPECIES DE VEGETACIÓN REGISTRADAS.	231
FIGURA IV.54. ÍNDICE DE SHANNON-WEAVER Y EQUITABILIDAD DE LAS ESPECIES DE VEGETACIÓN REGISTRADAS.	232
FIGURA IV.55. DIVERSIDAD DE SIMPSON Y DOMINANCIA DE LAS ESPECIES DE VEGETACIÓN REGISTRADAS.	232
FIGURA IV.56. PROPORCIÓN DE LOS GRUPOS TAXONÓMICOS ENCONTRADOS EN LAS MUESTRAS DE ARENA.	234
FIGURA IV.57. NÚMERO DE ESPECIES E INDIVIDUOS DE LAS ESPECIES REGISTRADAS EN LOS ARENALES.	241
FIGURA IV.58. ÍNDICE DE SHANNON-WEAVER Y EQUITABILIDAD DE LAS ESPECIES REGISTRADAS EN LOS ARENALES.....	241
FIGURA IV.59. DIVERSIDAD DE SIMPSON Y DOMINANCIA DE LAS ESPECIES REGISTRADAS EN LOS ARENALES.....	242
FIGURA IV.60. CRECIMIENTO DEMOGRÁFICO DEL MUNICIPIO TULUM.....	245
FIGURA IV.61. VISTA PANORÁMICA DE LAS BAHÍAS. A) BAHÍA DE CHEMUYIL, B) BAHÍA DE CHEMUYILITO.....	252

FIGURA IV.62. RESIDUOS TRAÍDOS POR LAS CORRIENTES A LA ZONA COSTERA.....	253
FIGURA IV.63. IMPACTOS ANTROPOGÉNICOS AL NORTE DEL ÁREA DE ESTUDIO.....	254
FIGURA IV.64. ESTADO DEL ARRECIFE EN EL ÁREA DE ESTUDIO, INFORMACIÓN DE ARRECIFES SALUDABLE.....	255
FIGURA V.1. DIAGRAMA DE FLUJO DEL MÉTODO UTILIZADO PARA LA DETERMINACIÓN DE INDICADORES.	264

ANEXOS.

Anexo A: Documentación del Responsable Legal.

Anexo B: Documentación del Responsable técnico y la carta bajo protesta de decir verdad.

Anexo C: Autorización MIA, oficio No. SGPA.DGIRA.DIA.0599/02.

Anexo D: Estudio técnico para determinar las dimensiones de las estructuras e hidrodinámica después de efectuar cambios sobre la línea de costa.

Anexo E: Plan maestro del proyecto georreferenciado, cuadro de construcción, plano de perfiles, proceso constructivo, plano de las áreas para maniobras y tarquinas.

Anexo F: Planos Técnicos (Distancia al Manglar con las estructuras, Plumas de dispersión y Topobaltimetría).

Anexo G: Zofemat de Chemuyil.

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

I.1. DATOS GENERALES DEL PROYECTO.

I.1.1. NOMBRE DEL PROYECTO.

MEJORAMIENTO Y ESTABILIZACIÓN DE LAS ZONAS DE PLAYA Y MARINA DE LAS BAHÍAS DE CHEMUYIL Y CHEMUYILITO.

I.1.2. UBICACIÓN DEL PROYECTO.

La zona de Playa de las **Bahías de Chemuyil y Chemuyilito**, se localiza en la región denominada **“Riviera Maya”**, antes Corredor Cancún–Tulum, sobre el kilómetro 248 + 868 de la Carretera Federal 307, en la localidad de **Chemuyil**, Municipio de Tulum, Estado de Quintana Roo, ver figura siguiente.

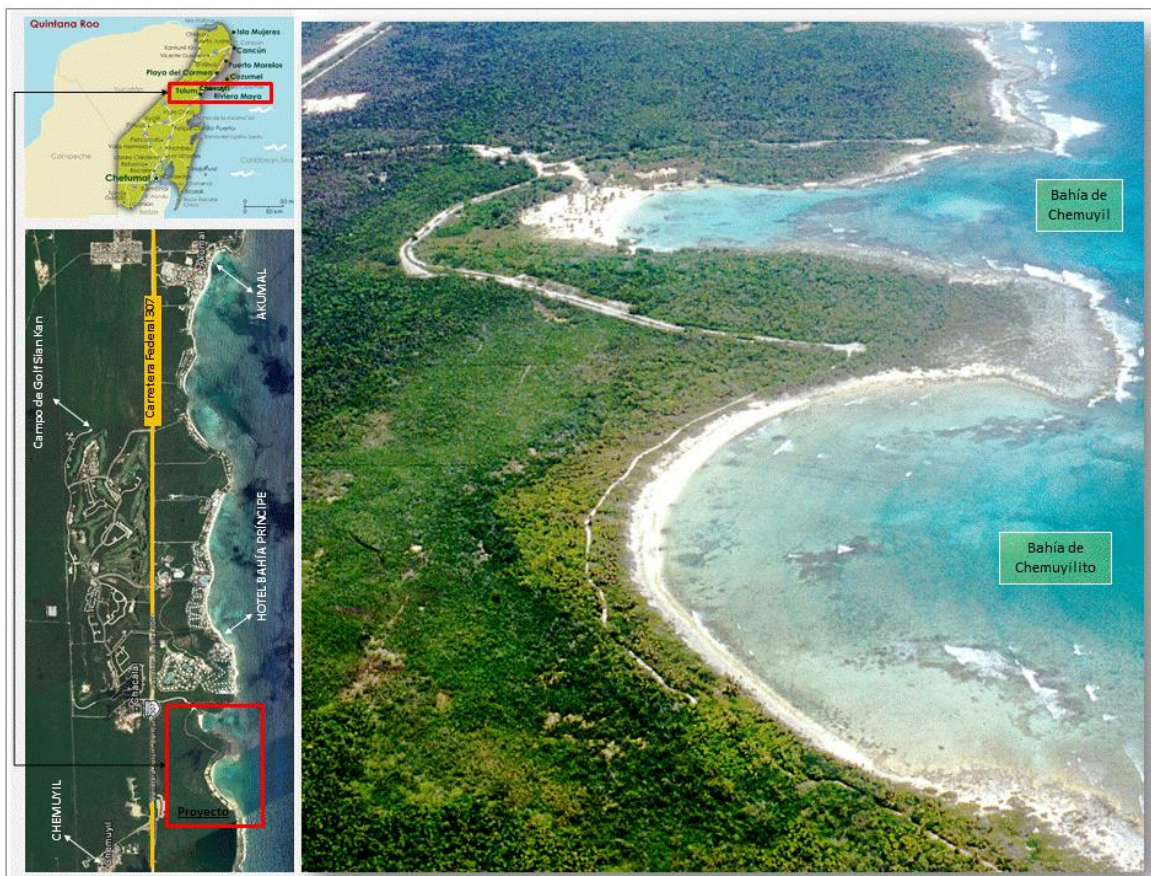


Figura I.1. Localización del Proyecto de mejoramiento y estabilización de las zonas de playa y marina.

La propiedad colinda al norte con el **Hotel Bahía Príncipe** y el **Campo de Golf Sian Ka'an**, al sur colinda con el área natural protegida de **X'cocal-X'cocalito** y el Parque **Acuático Xel-Ha**. Asimismo, 5 kilómetros al noroeste de la propiedad se localiza la localidad de Akumal, a 700 metros al oeste, la **localidad de Chemuyil** y a 24 kilómetros al sur la localidad y zona Arqueológica de **Tulum**, ver figura siguiente.



Figura I.2. Localización del proyecto dentro de la Riviera Maya.

I.1.3. DURACIÓN DEL PROYECTO.

- El tiempo de vida útil del proyecto se considera de **50 años**, incluido el periodo de tiempo requerido para la realización de las actividades de mejoramiento y rehabilitación de playas planteada.
- En caso de abandonar la propiedad se presentará un programa de abandono del sitio y/o restauración para validación de la autoridad competente, bajo los lineamientos ambientales vigentes en el momento del abandono.

I.2. DATOS GENERALES DEL PROMOVENTE.

I.2.1. NOMBRE O RAZÓN SOCIAL.

PROMOTORA ECOTUR, S.A. DE C.V.

I.2.2. REGISTRO FEDERAL DE CONTRIBUYENTES DEL PROMOVENTE:

PEC 961211 822

I.2.3. NOMBRE Y CARGO DEL REPRESENTANTE LEGAL:

JULIO ALFONSO MARTINEZ GARZA.
Representante legal.

En el **Anexo A** se presenta la documentación del responsable Legal del proyecto:

- Acta constitutiva de la empresa.
- Copia del RFC de la empresa.
- Poder Legal.
- Copia de la identificación oficial del Representante Legal.

I.2.4. DIRECCIÓN DEL PROMOVENTE O DE SU REPRESENTANTE LEGAL PARA RECIBIR U OÍR NOTIFICACIONES.

Avenida Ejército Nacional No. 678-302.
Colonia Polanco Reforma.
Delegación Miguel Hidalgo.
México, Distrito Federal. C.P. 11550.

Correo electrónico: fcorona@scv.org.mx

I.2.5. NOMBRE DEL CONSULTOR QUE ELABORO EL ESTUDIO.



SOSA CORONA DEL VILLAR Y QUIJANO SC.

RFC: SCV 101208 3R2

Nombre del responsable técnico: **BIÓLOGO LUIS MIGUEL DEL VILLAR PONCE.**

[Redacted text block]

Correo electrónico: [Redacted text block]

En el **Anexo B** se presenta la documentación del responsable técnico y la carta bajo protesta de decir verdad.

II. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS O ACTIVIDADES.

II.1 INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO.

La Riviera Maya es una zona turística de México situada a lo largo del Mar Caribe en el Estado de Quintana Roo. Geográficamente se extiende a lo largo del litoral desde la localidad de Puerto Morelos, al norte, hasta la localidad de Punta Allen al sur, unos 140 km de longitud.



En la Riviera Maya hay alrededor de 405 hoteles de clase internacional, 5 estrellas y otras categorías, que ofrecen al menos 43,500 habitaciones. La mayor parte son complejos con sistema todo incluido.

Actualmente, la demanda turística continúa y se buscan principalmente proyectos turísticos que cuenten con infraestructura de alta calidad, que brinden todos los servicios y que al mismo tiempo sean acordes con el ambiente y su paisaje.

El desarrollo turístico “**Chemuyil**”, localizado dentro de la Riviera Maya, es un complejo de usos mixtos, el cual fue autorizado por la Dirección General de Impacto y Riesgo Ambiental mediante el resolutive **No. SGPA.DGIRA.DIA.0599/02** de fecha **31 de julio de 2002**, ofreciendo un total de 1,300 cuartos divididos, áreas públicas, albercas y vialidades, en un predio con una superficie total de 130.72 hectáreas, ver **Anexo C**.

El Desarrollo Turístico “**Chemuyil**” cuenta con las **bahías de Chemuyil y Chemuyilito**, como parte del atractivo que se ofrece a los turistas, visitantes y habitantes. Estas bahías cuentan con aproximadamente 2 kilómetros de longitud.

Actualmente, la zona de playa de las bahías se encuentra en un área en la que se presentan dos escenarios, uno de costa rocosa y otro con playas, no muy anchas con poca arena, llena de residuos sólidos, piedras y sargazo. Adicionalmente, las zonas de arrecifes presentan evidencias de presiones que han afectado su estado de conservación, como el aumento en la **mortalidad de tejido coralino**, el aumento en la cobertura y diversidad de macroalgas, la presencia de cianofitas, el incremento en el número de colonias **enfermas o dañadas**, y la densidad y talla de los peces arrecifales.

Motivo por lo cual, se contempla la ejecución de diversas actividades con la finalidad de **restablecer** las condiciones óptimas de la zona de playa y marina de las bahías, con la

finalidad de que mejoren las condiciones ambientales de las bahías y estas sean aprovechadas de la mejor manera por los visitantes.

II.1.1. NATURALEZA DEL PROYECTO.

Con el fin de atender la problemática que prevalece en la zona de playa y marina de las bahías de Chemuyil, se realizaron diversos estudios, para proveer la información técnica necesaria y proponer una solución integral desde el sistema marino hasta la duna.

De esta forma se determinaron las siguientes acciones para la estabilización, mejoramiento y disfrute de la zona de playa de las bahías.

1. La construcción de 5 Arrecifes Artificiales (AA), que tendrán la función de proteger, regenerar, concentrar y/o incrementar las poblaciones de los recursos marinos vivos en las bahías de Chemuyil y Chemuyilito; además de la protección, restauración y regeneración de los hábitats acuáticos y la diversificación de la oferta de recreativa y de esparcimiento en éstas.

- **Arrecife Artificial 1 (AA1)**, con una longitud de **155 metros**, una corona de **4 metros de ancho**; construido en tres secciones, dos a base de bolsacreto¹ (con dimensiones de 0.5 metros de alto, 2 metros de base y 3 metros de largo) y una tercera sección intermedia, conformada por Arrecifes Artificiales Modulares utilizados como reforzamiento del arrecife natural.

Hay diversos tipos de Arrecifes Artificiales Modulares posibles para este proyecto de manera que pueden ser tipo WAD o algún otro que tipo similar, cuyas características a considerarse son: ser elementos de concreto, pesados y con huecos para albergar vida marina, principalmente.

- **Arrecife Artificial 2 (AA2)**, con una longitud de **135 metros** y **2 metros de ancho**; construido en dos secciones, uno a base de bolsacreto (dimensiones son de 0.5 metros de alto, 2 metros de base y 3 metros de largo) y una segunda sección intermedia, confirmada por Arrecifes Artificiales Modulares utilizados como reforzamiento del arrecife natural.
- **Arrecife Artificial 3 (AA3)**, con una longitud de **60 metros** y **2 metros de ancho**; construido a base de bolsacreto (dimensiones son de 0.5 metros de alto, 2 metros de base y 3 metros de largo), ubicado al Norte de la caleta Sur del desarrollo, frente a la Bahía de Chemuyil.

¹ El bolsacreto es un sistema de control de erosión para quebradas, ríos y canales. Está compuesto por un geotextil de polipropileno de sección rectangular, que al estar lleno de concreto, conforma la estructura principal.

- **Arrecifes Artificiales 4 (AA4)**, con una longitud aproximada de **106 metros** y un ancho de **10 metros**, constituido por un área de Arrecifes Artificiales Modulares. Consta de **214 elementos** de una estructura a base de concreto armado con una malla electrosoldada.
 - **Arrecife Artificial 5 (AA5)**, con una longitud de **110 metros** y **3 metros de ancho**; construido a base de bolsacreto (dimensiones son de 0.5 metros de alto, 2 metros de base y 3 metros de largo).
2. La construcción de una **Duna Artificial (D1)**, para la estabilización de la línea de costa e incrementar las poblaciones de flora y fauna del lugar.
- La **Duna Artificial** se construirá en la playa 2 con base de tubos de geotextil rellenos de arena, con una longitud de **260 metros** y **2 metros de ancho**, sobre un geotextil y un tapete antisocavación en la Bahía de Chemuyil. El área de reforestación sobre la duna es de 520 m². La duna se desplanta sobre 5 metros de un tapete antisocavación.
3. Con la finalidad de estabilizar la línea de costa, restablecer las condiciones de la playa, incrementar las zonas de anidación de tortugas y diversificar las oportunidades de recreo para huéspedes y turistas, se llevará a cabo el bombeo de arena en **dos zonas de playa de las bahías de Chemuyil y Chemuyilito**.
- **Bombeo y depositación de arena** en las Playas 1 y 2, las Caletas 1, 2 y 3, así como en el Asoleadero Norte, el bombeo de arena mejorará el ancho de las playas actuales y proveerá suficiente superficie para el uso turístico. El bombeo de arena en la playa 2 se realizará de tal forma que cubra el cuerpo de la duna artificial (tubo de geotextil) con un espesor mínimo de diseño indicado en planos. El talud de referencia será de 10:1 (H:V).
4. Finalmente, con el objetivo de tener diferentes opciones para el disfrute de las zonas de difícil acceso para los bañistas y tener un mejor control de los turistas que se encuentran en la zona de los arrecifes, en las zonas rocosas de las bahías se construirán **3 caletas artificiales**. Asimismo, se construirá un **asoleadero** considerado como un sitio abierto desde el cual se puede disfrutar del paisaje local.
- La primera **Caleta 1** constará de **3,196.58 m²** de superficie y la **segunda Caleta 2** tendrá **5,451.83 m²**. Las dos caletas estarán conectadas al mar con 3 bocas que permitirán un flujo hidráulico idóneo para tener un buen intercambio de agua. Además, se llevarán a cabo excavaciones hasta la cota de -2.00 msnmm. Posteriormente, se llenará parcialmente con una cama de arena de 0.50 metros de espesor.

En la parte Norte del desarrollo se construirá una **Caleta Artificial** con dos playones arenosos pequeños, uno en cada extremo, denominada **Caleta Artificial 3 con 9,187.82 m²** conectará al mar por medio de 3 canales, los cuales dos de ellos a los extremos con ramificaciones para transmitir oleaje a las playas, y uno al centro con la única finalidad de mejorar la circulación y consecuentemente la calidad del agua en su interior. Así pues, se llevará a cabo una excavación hasta la cota de **-2.00 msnmm**. Posteriormente, se dispondrá de una cama de arena, de aproximadamente 0.50 metros de espesor.

- El **Asoleadero Norte** constará por un pretil con una superficie de **3,986.35 m²**, cubierta por parte de la arena bombeada, con un grosor aproximado de 20 cm, delimitada y señalizada para que huéspedes y turistas puedan permanecer disfrutar del ocio al aire libre. El acceso a la bahía, dado que se trata de una playa rocosa, se hará por medio de una **escalinata**, producto de la excavación y pulido de la roca con escalones de **1 metro de longitud y 18 cm de altura**, hasta alcanzar la profundidad de diseño.

En las siguientes figuras se muestra el proyecto conceptual para llevar a cabo el mejoramiento y estabilización de la zona de playa de las bahías.

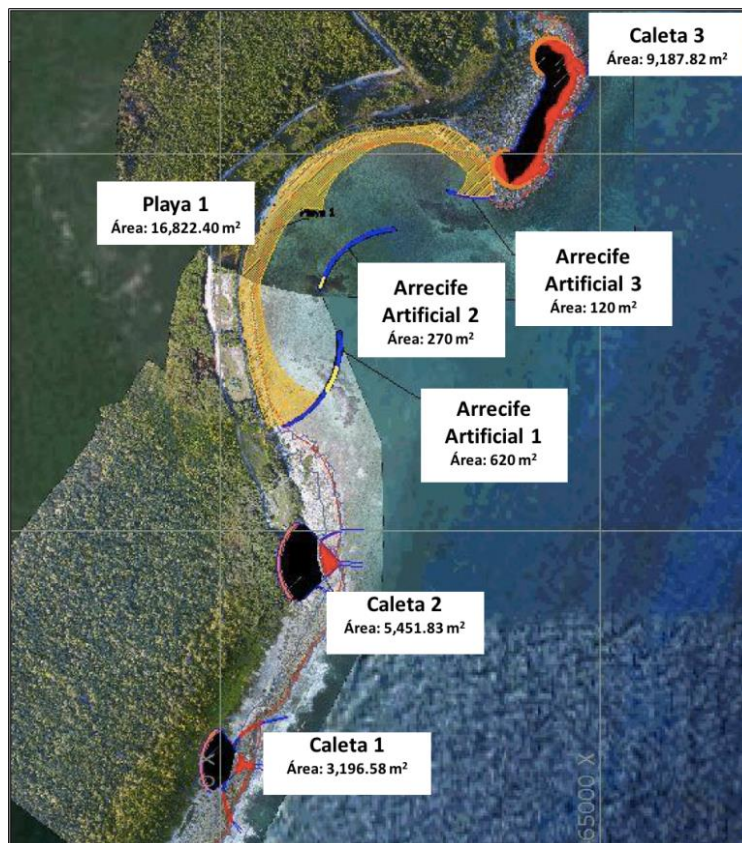


Figura II.1. Vista general del proyecto, en la cual se puede apreciar la colocación de los arrecifes artificiales 1, 2 y 3, la construcción de las caletas 1, 2 y 3 y el vertido de arena en la playa 1.

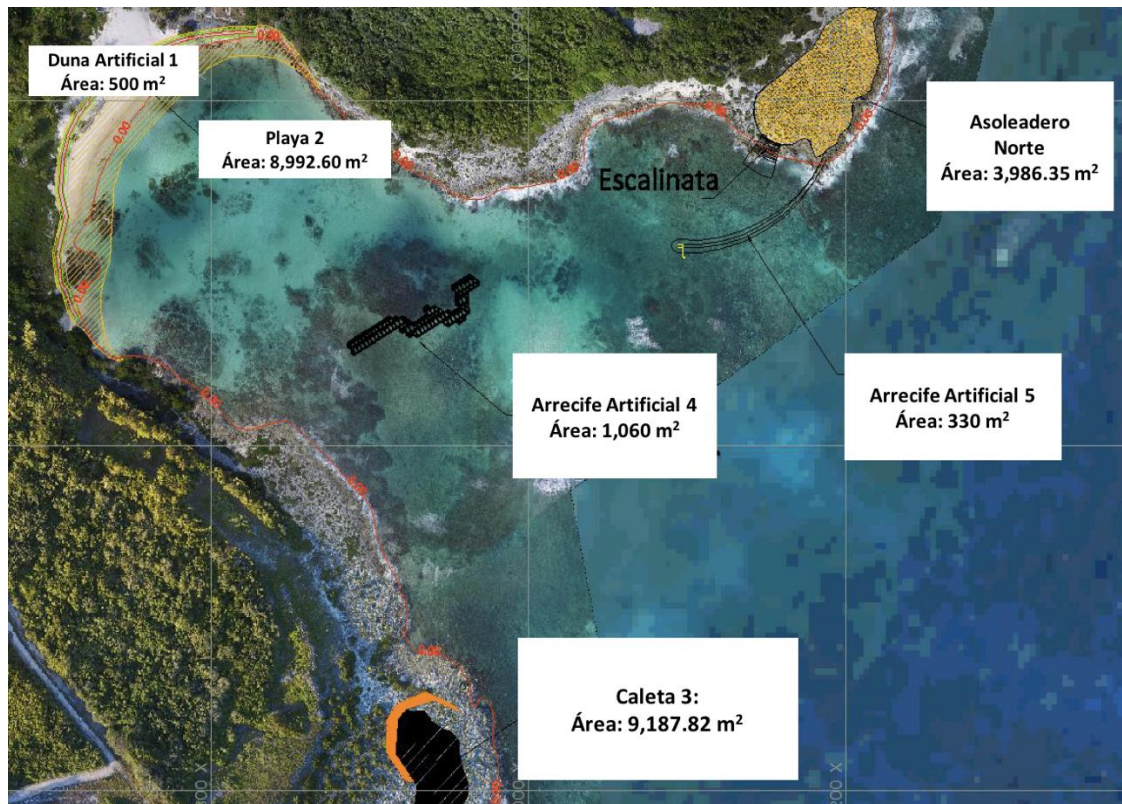


Figura II.2. Vista general del proyecto, en la cual se puede apreciar la colocación del arrecife artificial 4 y 5, la construcción de la caleta 3, la localización de la playa 2 y la duna artificial 1.

En el **Anexo D** se muestra análisis técnico elaborado por la empresa **tecno-océano** en donde se determinan las dimensiones y características de las estructuras y componente que forman parte del proyecto. **Cabe mencionar, la empresa tecno-océano contratada por la promotora para realizar el modelo técnico del proyecto tiene experiencia en estudios de ingeniería marina, 42 proyectos de playa, la mitad construidos. Asimismo estudios en batimétricos, topográficos, corrientes, estratografía, imagen falsa, oleaje y mareas. Además, simulación de condiciones costeras y supervisión de obra.**

II.1.2. JUSTIFICACIÓN.

Justificación técnica. La zona de playa de las bahías presenta diversos problemas, como son la erosión y la presencia de basura y exceso de rocas por el oleaje mismo, de tal manera que el lugar ha ido perdiendo gradualmente su calidad y belleza. Por otra parte, en la zona marina se ha detectado el aumento en la mortalidad de tejido coralino (blaqueamiento), aumento en la cobertura y diversidad de macroalgas y la presencia de cianofitas.

Desde hace muchos años, el hombre ha usado la manera de duplicar los efectos que tienen estructuras como arrecifes de coral sobre la costa, ya que es fácil apreciar que estas estructuras fomentan la sedimentación de arena en su zona protegida, generando la formación de playones calmos y atractivos.

Cabe mencionar que, los arrecifes artificiales pueden producir un sustentable incremento en la producción de peses en la zona. Japón tiene una larga historia de uso de arrecifes artificiales invirtiendo alrededor de US \$10 millones anuales en la construcción y despliegue de arrecifes artificiales en sus aguas costeras (Polovina & Sakai, 1989).

Por otro lado, de acuerdo a la bibliografía, el papel del sistema de dunas costeras es una barrera natural contra la inundación costera que ha sido reconocido desde hace tiempo (Carter, 1988). Asimismo, de acuerdo a la definición de SEMARNAT, una duna artificial es una opción de protección de la costa donde se construye un nuevo montículo de sedimentos compatibles (es decir, sedimento de tamaño similar o ligeramente más grueso) a lo largo de la playa, hacia el mar del área a proteger.

Por consiguiente, se consideró la construcción de los **5 arrecifes artificiales, 1 duna artificial y el bombeo y depositación de arena en dos zonas de playa, de ambas bahías, así como un asoleadero localizado hacia el lindero norte de la propiedad**, como medida para estabilizar y mejorar las condiciones de las bahías.

Adicionalmente, con la finalidad de tener diferentes opciones para el disfrute de la zona y tener un mejor control de los turistas que se encuentran en la zona de los arrecifes, en las zonas rocosas de las bahías se construirán **3 caletas artificiales**.

Es importante mencionar, que para la determinación del proyecto se realizaron diversos estudios, para proveer la información técnica necesaria para la restauración del perfil costero, por medio de una solución integral desde el sistema marino hasta la duna, y contemplado las medidas necesarias para la proyección del medio ambiente.

Justificación Social. En el año 2010, la bahía de Chemuyil se vio afectada por los efectos del huracán vilma, causando severos daños en la zona de playa y en la vegetación de la zona de duna y del manglar, el cual actualmente se ha podido restablecer casi en su condición natural.

Sin embargo, las condiciones de la zona de playa y coral no se han podido restablecer del todo, ya que actualmente la zona de playa de las bahías se encuentra en un área que presentan dos escenarios, uno de costa rocosa y otro con playas no muy anchas con poca arena, llena de residuos sólidos, piedras y sargazo. Además, las zonas de arrecife presentan evidencias de presiones que han afectado su estado de conservación, como el aumento en la mortalidad de tejido coralino, el aumento en la cobertura y diversidad de

macroalgas, la presencia de cianofitas, el incremento en el número de colonias enfermas o dañadas, y la densidad y talla de los peces arrecifales Tal y como lo demuestran los estudios ecológicos especiales llevados a cabo desde el 2001.

Motivo por lo cual, se contempla la ejecución de diversas actividades con la finalidad de restablecer las condiciones óptimas de la zona de playa y marina de las bahías, con la finalidad de que mejoren las condiciones ambientales de las mismas y éstas sean aprovechadas de la mejor manera por los visitantes. De forma indirecta, durante el tiempo que durará el proceso de preparación del sitio y construcción del proyecto, serán requeridos de la participación directa de al menos 100 personas por día, generando empleos directos o jornales de trabajo.

Las actividades en comento, prevén la generación de nuevos hábitats de especies marinas lo cual beneficiará al lugar; así como, con el mejoramiento de las playas se contempla la generación de nuevos sitios para que lleguen las tortugas a anidar mejorando las condiciones del sitio e incrementando su cuidado y protección en la zona a través de un programa específico para ello.

Una vez que se complete la longitud total de diseño de la playa, se cubrirá con una capa de 0.30 metros de arena y se sembrará vegetación nativa del sitio sobre ella, recreando la elevación, inclinación y vegetación que se encuentra en la duna natural y en los arrecifes artificiales, que ayudarán a la capturar el CO₂ emitido; además de recuperar la barrera natural en el sitio para evitar que se continúe erosionando el suelo.

II.1.3. UBICACIÓN FÍSICA DEL PROYECTO.

El área de proyecto mejoramiento y estabilización de la Zona de Playa de las **Bahías de Chemuyil y Chemuyilito**, ubicadas frente del proyecto denominado “**Desarrollo Turístico Ecotur**”, se localiza en la región denominada “**Riviera Maya**”, antes Corredor Cancún – Tulum, sobre el kilómetro 248 + 868 de la carretera federal 307, en la localidad de Chemuyil, Municipio de Tulum, Estado de Quintana Roo.

En el **Anexo E** se muestra la localización en coordenadas UTM, de las estructuras y actividades que se contemplan llevar a cabo, para la rehabilitación y mejoramiento de la zona de playa.

II.1.4. INVERSIÓN REQUERIDA.

El monto de la inversión que se contempla para la ejecución de las obras y actividades, para el mejoramiento y estabilización de la zona de playa es de alrededor de **85 millones de pesos mexicanos**. En cuanto al presupuesto asignado para las medidas de prevención y

mitigación, se tiene asignado un monto de **2 millones de pesos mexicanos**, incluidos dentro del monto total de inversión.

II.2. CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DEL PROYECTO.

Arrecifes Artificiales. Las estructuras denominadas **Arrecifes Artificiales 1, 2, 3, 4 y 5**, estarán construidas en forma de media luna, y estarán desplantados paralelos a la costa, con una separación entre ellos mayor de **80 metros** entre coronas. Los arrecifes artificiales se conformarán de tres elementos, inicialmente se llena la primera cama para nivelar la superficie. Una vez fraguada la primera cama de bolsacreto, se colocan las nuevas bolsas sobre la primera, se amarran, se llenan de mortero y se espera a que fragüen, y así se continua, colocando las bolsas en **forma piramidal**. Una cama antes de llegar a la corona y previo al fraguado del mortero se colocan **varillas verticales**, de manera que los últimos dos niveles de bolsacreto evitarán deslizamientos laterales.

Para los arrecifes artificiales 1, 4 y 2 se colocarán sobre la cresta arrecifal existente elementos llamados “Arrecifes Artificiales Modulares”, que son piezas prefabricadas de concreto con ciertas ventanas o aperturas que las hacen semipermeables, estos elementos serán tipo WAD (abreviación en inglés para Dispositivo de Atenuación del Oleaje), o tipo Reef Ball, o algún otro elemento que se construya.

El diseño de los Arrecifes Artificiales se llevó a cabo de acuerdo a criterios básicos del Manual de Ingeniería Costera (CEM), teniendo en cuenta la presencia de corales en el área de interés, los cuales se definieron en una caracterización biológica a detalle, los resultados hidrodinámicos fueron obtenidos de cada simulación hecha con el modelo Delft, teniendo como función principal proteger, regenerar, concentrar y/o incrementar las poblaciones de los recursos marinos vivos de las bahías. Además, de la protección, restauración y regeneración de los hábitats acuáticos y las oportunidades de recreo (Polovina & Sakai, 1989). A continuación, se presenta una tabla resumen de los arrecifes que se colocarán en el proyecto.

Tabla II.1. Arrecifes Artificiales.

Estructura	Longitud (m)	Ancho (m)	Superficie (m²)	Cota (m)
Arrecife Artificial 1	155	4	620	0.3
Arrecife Artificial 2	135	2	270	0.3
Arrecife Artificial 3	60	2	120	0.3
Arrecife Artificial 4	106	10	1060	0.3
Arrecife Artificial 5	110	3	330	0.3
TOTAL	566	21	2,400	1.5

El **AA1** es semicircular con una longitud de 155 m y corona de 4 m de ancho con elevaciones de -0.30 sobre nmm. Su construcción es a base de bolsacreto en dos secciones, del cadenamamiento 0+000 al 0+075 y del 0+110 al 0+155; y una tercer sección intermedia (del 0+075 al 0+110) conformada por elementos prefabricados como reforzamiento del arrecife natural (tipo reef ball, WAD o alguna pieza patentada o no patentada que cumpla con los criterios de diseño).

El **AA2** de 135 m de largo con una corona de +0.30 m sobre el nmm y de 2 metros de ancho, se construye, al igual que el **AA1**, con bolsacreto del 0+000 al 0+120 y elementos prefabricados, tipo reef ball, WAD o alguna pieza patentada o no patentada que cumpla con los criterios de diseño, del 0+120 al 0+135.

AA3 con una longitud de 60 m, una corona de +0.30 sobre el nmm y 2 m de ancho; construido a base de bolsacreto y ubicado en el extremo Norte de la caleta Sur del desarrollo.

El **AA4** con longitud de 106 m y ancho 10 m aproximadamente, construido a base de **elementos prefabricados modulares**. Estos elementos, podrán ser tipo WAD o tipo reef ball u otro elemento semipermeable que promueva el crecimiento de la vida marina (Dispositivo Atenuador de Oleaje por sus siglas en inglés), estarán emergidos 30 cm sobre el nivel medio del mar (nmm). El **AA5** es semicircular construido con bolsacreto, cuyas dimensiones son: 110 m de longitud, corona de 3 m de ancho y elevación de 0.3 m sobre el nmm, ambos taludes 1:1 (H: V).

La conformación de la **duna artificial**, con la finalidad de generar protección a la costa añadiendo sedimento compatible a una duna existente (Mass, 2013). Se pretende construir solamente en la bahía de Chemuyil, usando geocilindros permeables rellenos con arena, colocados a lo largo de la costa, que se unen entre sí para crear un elemento masivo y pesado, muy difícil de mover aún con oleaje de tormenta.

Los geocilindros contarán con un tapete antisocavación y un lastre del lado que ve al oleaje. El tapete tiene el objetivo de evitar que la arena debajo del geocilindro se mueva por efecto del oleaje y que el geocilindro se ruede o se mueva por falta de apoyo. La construcción de una duna artificial tendrá una longitud de **250 metros, 2 metros** de ancho y una altura máxima de **1 metro**.

En total se llenarán **13 tubos de geotextil² de 20 metros** de longitud con **443.82 m³ de arena**. Una vez que se complete la longitud total de diseño, se cubrirá con una capa de **0.30 metros de arena** y se **sembrará vegetación** nativa del sitio sobre ella, recreando la

² Las obras de geotextil, como su nombre indica, se realizan con elementos tridimensionales de material geotextil, rellenos de arena. Estos elementos se pueden considerar innovadores, económicos, ecológicos y alternativos frente a los traicionales (Antón Camacho, 2016).

elevación, inclinación y vegetación que se encuentra en la duna natural, ver siguiente figura.

La primera Caleta 1 constará de 3,196.58 m² y la segunda Caleta 2 tendrá 5,451.83 m². Las dos caletas conectadas al mar con 3 bocas que permitirán un flujo hidráulico idóneo para tener un buen intercambio de agua. Además, se llevará a cabo excavaciones hasta la cota de -2.00 msnmm. Posteriormente, se llenará parcialmente con una cama de arena de 0.50 metros de espesor.

La **Caleta 3 de 9,187.82 m²** conectará al mar por medio de **3 bocas**, de los cuales dos de ellos a los extremos con ramificaciones para transmitir oleaje a las playas, y uno al centro con la única finalidad de mejorar la circulación; por ende, la calidad del agua en el interior. Así pues, se llevará a cabo una excavación hasta la cota de **-2.00 msnmm**. Posteriormente, se llenará parcialmente con una cama de arena de **0.50 metros de espesor**.

La depositación de arena en la playa, es indispensable para este proyecto ya que es una zona dura en la que no hay un aporte de sedimentos y si existe alguno es débil, de manera que tomaría años capturar arena suficiente para mejorar estas playas.

El **Asoleadero Norte** delimita por un pretil con una superficie de **3,986.35 m²** y rellena de arena con un grosor aproximado de 20 cm en la parte Norte. El acceso al asoleadero se hará por medio de una escalinata hecha por medio de excavación y pulido de la roca con escalones de 1 metro de longitud y 18 cm de altura, hasta alcanzar la profundidad de diseño.

La arena para el mejoramiento de la playa podrá provenir de un banco terrestre autorizado o del banco marino aquí presentado, debido a que las características físicas de la arena del banco son similares con la arena de la playa, por lo que es totalmente viable extraer la arena del banco para el mejoramiento de las Playas 1 y 2 y CA1, CA2 y CA3, y la construcción de la DA.

El **bombeo de arena** en las dos zonas de playa con poca arena, se llevará a cabo para recuperar la parte erosionada por el paso de los años y por la presencia regular de fenómenos hidrometeorológicos, para así ampliar el área útil tanto para la anidación de tortugas como para el disfrute de huéspedes y turistas.

El vertimiento de arena en la playa será de **aproximadamente 10 metros**, en las bahías de Chemuyil y Chemuyilito. Adicionalmente, se cubrirán con arena los pequeños playones que se conformaran en las caletas 1, 2 y 3. De acuerdo con las estimaciones y estudios realizados se tienen contempladas siguientes superficies para el bombeo de arena.

Tabla II.2. Vertido de arena.

Estructura	Superficie (m ²)
Playa 1	16,822.40
Playa 2	8,992.60
Asoleadero Norte	3,986.35
Caleta 1	3,196.58
Caleta 2	5,451.83
Caleta 3	9,187.82
Total	47,637.58

Para cubrir el área de playa que requiere de arena, se ha localizado un banco de arena cercano a la línea de costa de la propiedad, con una superficie de **47,637.58 m² (4.76 hectáreas)** y un volumen aproximado de **28,494.70 m³**. El banco de arena se encuentra al Sur-Sureste de la bahía de Chemuyilito, entre 400 y 450 metros de la costa, en su sección más cercana (Caletas Artificiales) y a 700 metros aproximadamente en la parte más lejana (Playa 1).

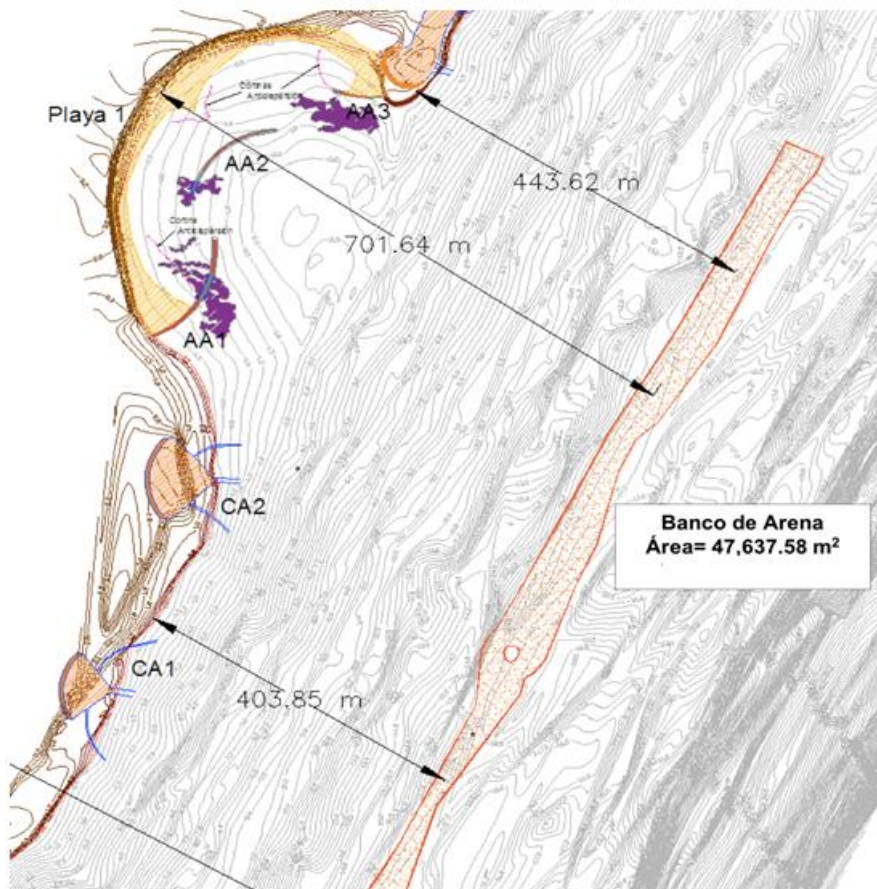


Figura II.3. Ubicación del banco de arena frente a la costa Sur del predio.

Se requerirán 3 líneas de bombeo debido por las distancias a las que se encuentra repartida la arena en el banco marino, ya que cada bomba puede bombear hasta una distancia aproximada de 200 m, la forma de alimentar la energía a las bombas será por medio de vables extendidos sobre el fondo marino o anclado sobre la bomba, y colocando un generador a gasolina sobre el chalan para evitar caídas de tensión por la longitud de los cables. Línea de Bombeo 1 depositará la arena en la Caleta Artificial 3 y a partir de ahí se transportará por vía terrestre a la siguiente caleta. También, acarrear por tierra hacia las playas 1 y playa 2.

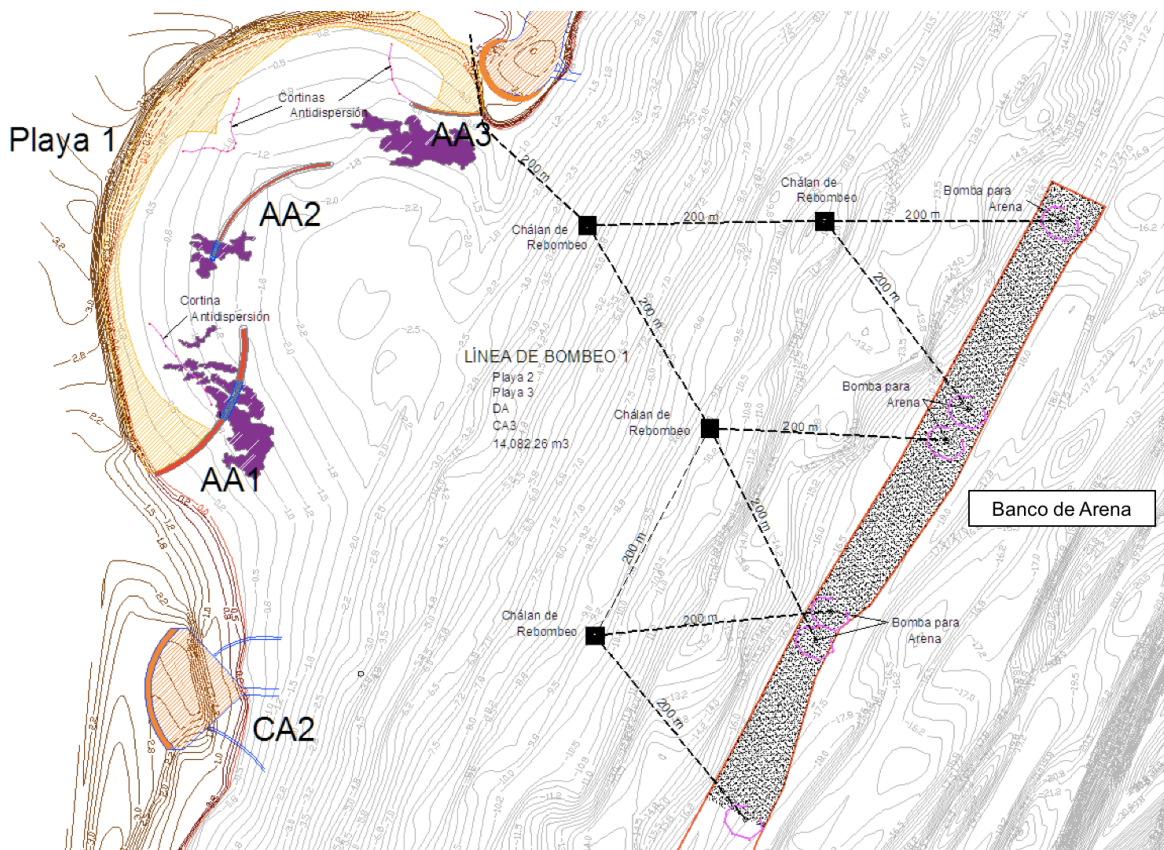


Figura II.4. Ubicación del banco de arena frente a la costa Sur del predio.

La Línea de Bombeo 2 coloca la arena en la costa en la Caleta 2, mientras que la Línea de Bombeo 3 deposita la arena directo en la Caleta 1.

El bombeo de arena, procedente de bancos marinos o terrestres, se ha implementado anteriormente en muchos países, tales como Holanda, Bélgica, Estados Unidos, España y Japón se han explotado bancos marinos para recuperar playas erosionadas por el paso de tormentas o para el mejoramiento general de las mismas; este método es factible siempre y cuando se verifique la compatibilidad del material a verter y se compruebe que las características del grano son similares al de la arena del sitio, que sean semejantes

estéticamente y que se encuentre exenta de elementos extraños o diferentes, también se debe comprobar que este material sea agradable al tacto, ya que su principal uso será turístico y es importante que el huésped se sienta cómodo al pisar la playa.

La línea de Bombeo 2 extrae la arena del banco y lo deposita en la Caleta 2, y por último la Línea de Bombeo 3 deposita la arena directo en la Caleta 1. Es importante mencionar que de acuerdo a los estudios de granulometría realizados al banco de arena y a las zonas de playa, es posible afirmar que presentan las mismas características, por lo que se presume que la arena del banco corresponde a la arena erosionada.

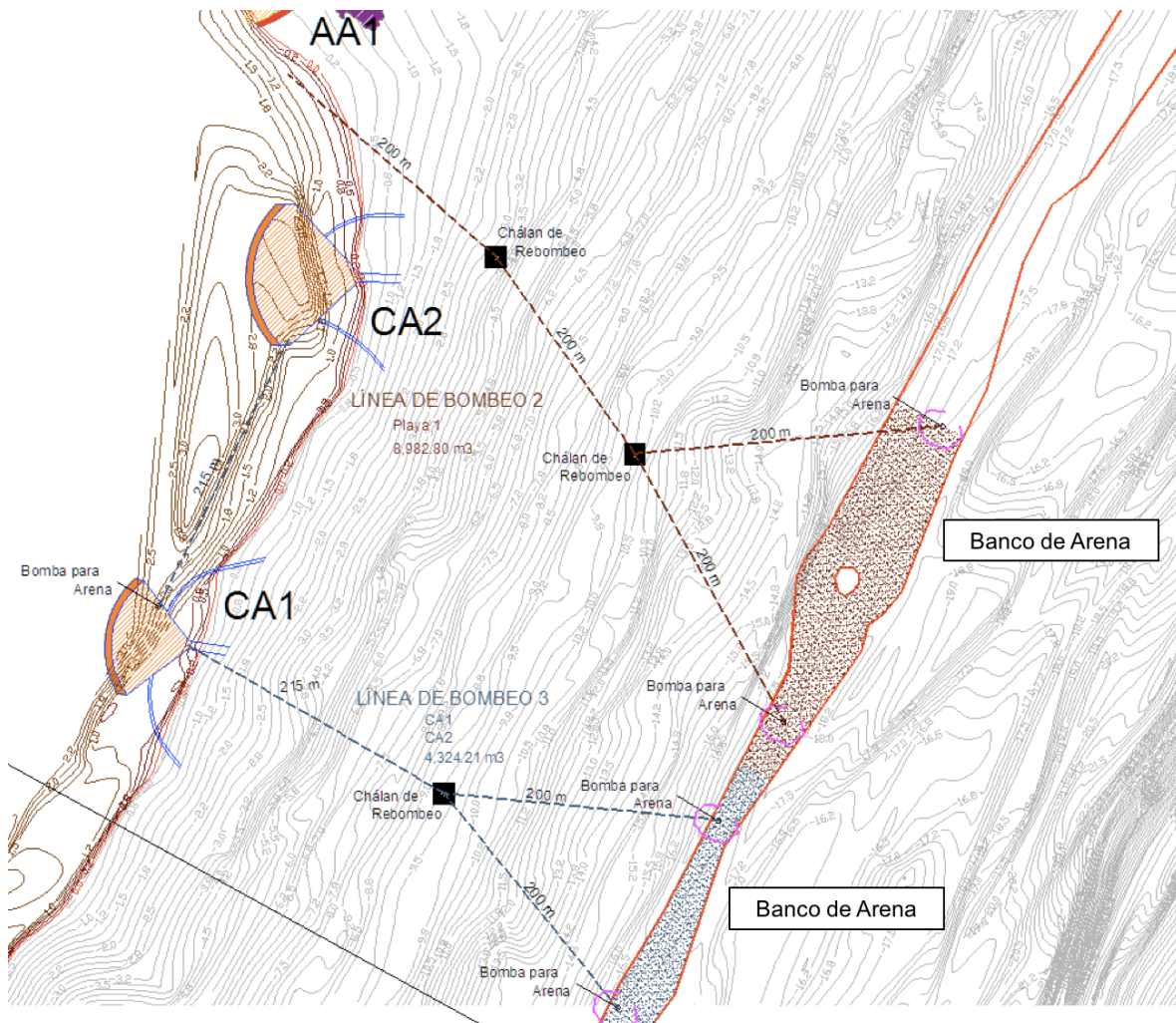


Figura II.5. Ubicación del banco de arena frente a la costa Sur del predio.

Finalmente, el proyecto contará con 6 áreas de maniobras temporales, donde se colocarán **almacenes, bodega y área de comida**, con una superficie de 750 m² cada una. Se excavarán 5 tarquinas, de 8 x 8 metros en planta y 2 metros de profundidad cada una y

se realizará el tendido de 3,400 m² de **tubería flexible** para verter la arena y el colado de los bolsacretos. En la siguiente tabla se presenta un resumen de las superficies del proyecto mejoramiento y estabilización de la zona de playa de las bahías de Chemuyil y Chemuyilito, temporales y permanentes.

Tabla II.3. Superficies del Área del proyecto.

Estructuras	Superficie (m²)	Porcentaje por Uso (%)	Porcentaje del Proyecto (%)
Arrecifes Artificiales 1 (AA1)	620	1.22	0.57
Arrecifes Artificiales 2 (AA2)	270	0.53	0.25
Arrecifes Artificiales 3 (AA3)	120	0.24	0.11
Arrecifes Artificiales 4 (AA4)	1,060	2.08	0.97
Arrecifes Artificiales 5 (AA5)	330	0.65	0.30
Duna Artificial	500	0.98	0.46
Caleta 1	3,196.58	6.28	2.94
Caleta 2	5,451.83	10.72	5.01
Caleta 3	9,187.82	18.06	8.45
Playa 1	16,822.40	33.06	15.47
Playa 2	8,992.60	17.67	8.27
Asoleadero Norte	3,986.35	7.83	3.67
Escalinata	341.924	0.67	0.31
Total permanente	50,879.50	100.00	46.79
Tarquina	320	0.55	0.29
Bancos de Arena	47,637.58	82.34	43.81
Tendido de tubería	3,400	5.88	3.13
Área de maniobras	4,500	7.78	4.14
Colocación de Malla-antidispersión	2,000	3.46	1.84
Total temporal	57,857.58	100.00	53.21
Total del proyecto	108,737.08		100.00

*El área de los arrecifes artificiales, Incluye las superficies de la corona, base, colchacreto y tapete antisocavación.

Las obras del proyecto ocuparán una superficie total de 108,737.08 (10.8 hectáreas), de las cuales 46.79% (50,879.50 m²) se ocuparán de forma permanente y restante 53.21%, solamente se utilizará de forma temporal.

Tal como se puede observar en la tabla anterior, las actividades permanentes de mayor superficie corresponden a la conformación de la playa 1 en la bahía de chemuyilito, donde se contempla el vertido de aproximadamente 16,822.40 m² de arena, con el fin de rehabilitar la zona de playa de esta bahía. En segundo lugar, con el 18% del total de las estructuras permanentes se encuentra la construcción de la Caleta 3, la cual tiene una superficie de 9,187.82 m². Es importante mencionar que la colocación de los arrecifes artificiales no representa una superficie muy grande, ya que esta solamente suma un total

de 2,400 m², de las bahías de Chemuyil, las cuales tienen una superficie total de **128.8 hectáreas**. Es decir, la colocación de los arrecifes artificiales solamente ocupa una superficie mínima del total de las bahías, por lo que se considera que el flujo paralelo y perpendicular del agua no será afectado. En la siguiente tabla se puede apreciar que la mayor parte del proyecto se realizará en la zona terrestre, el área de aprovechamiento permanente que ocuparán las obras en la zona terrestre el 86%, mientras que, en la zona marina, se ocupará solamente el 13.3%, ver siguiente tabla.

Tabla II.4. Superficies en zona terrestre y zona marina de las áreas permanentes del proyecto.

Estructuras	Zona terrestre (m ²)	Zona Marina (m ²)	Superficie Total
Arrecifes Artificiales 1 (AA1)	-	620	620
Arrecifes Artificiales 2 (AA2)	-	270	270
Arrecifes Artificiales 3 (AA3)	-	120	120
Arrecifes Artificiales 4 (AA4)	-	1,060	1,060
Arrecifes Artificiales 5 (AA5)	-	330	330
Duna Artificial	500		500
Caleta 1	3,196.58		3,196.58
Caleta 2	5,451.83		5,451.83
Caleta 3	9,187.82		9,187.82
Playa 1	13,457.92	3,364.48	16,822.40
Playa 2	7,194.08	1,798.52	8,992.60
Asoleadero Norte	3,189.08	797.27	3,986.35
Escalinata	170.96	170.96	341.924
Total del proyecto	42,348.27	8,531.23	50,879.50
Porcentaje	83.23	16.77	100.00

*La duna costera incluye la vegetación de halófito con matorral y matorral costero.

II.2.1. PROGRAMA GENERAL DE TRABAJO.

Para la ejecución del proyecto mejoramiento y estabilización de la zona de playa frente al desarrollo “Desarrollo Turístico Ecotur”, se prevé un tiempo de ejecución de **6 años (24 trimestres)**. Contemplando dicho tiempo ya que sólo se podrán hacer trabajos de octubre a marzo debido al arribo de tortugas la preparación del sitio (habilitación de zonas, colocación de mallas anti-dispersión y colocación de tuberías). Durante los meses de mayor arribazón de las tortugas (marzo – septiembre), se tiene contemplado la ejecución de un programa para el rescate y protección de las tortugas marinas que arriban a la zona marina de Chemuyil. Es interés del promovente que la autorización de operación y mantenimiento se otorgue por 50 años, con objeto de llevar a cabo el mantenimiento regular que evite solicitar constantemente permisos en materia de impacto ambiental para la conservación de la playa, particularmente después de la presencia de fenómenos hidrometeorológicos en la zona.

Tabla II.5. Cronograma del proyecto para el mejoramiento y estabilización de la zona de playa y zona marina presentada por trimestres.

CONCEPTO	TRIMESTRES																									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24		
Preparación del sitio																										
Habilitación de áreas de maniobras (Limpieza).																										
Preparación del equipo.																										
Habilitación de zonas a rehabilitar (Rescate de organismos).																										
Colocación de mallas anti-dispersión de finos.																										
Habilitación de la zona de donde se colocará la tubería.																										
Conexión de equipos eléctricos y bombas, colocación de tubería.																										
Habilitación de la zona de aprovechamiento del banco de arena (Reubicación de rocas, limpieza y rescate de organismos).																										
Habilitación de la zona donde se construirán las 3 caletas (Reubicación de rocas, limpieza y rescate de organismos).																										
Construcción de estructuras																										
Construcción de las caletas (Perforación de Roca).																										
Bombeo y distribución de arena.																										
Construcción de tarquina en área de descarga de arena.																										
Colocación de geotextiles para conformar la duna artificial.																										
Construcción de la duna artificial.																										
Construcción de los arrecifes artificiales (1,2,3,4 y 5).																										
Revegetación de la duna artificial.																										
Construcción del asoleadero																										
Disposición de Residuos																										
Desmantelamiento de estructuras y área de maniobras y acabados.																										

II.2.2. REPRESENTACIÓN GRÁFICA REGIONAL.

A nivel Regional, el proyecto se encuentra insertado en la **Riviera Maya**, la cual corresponde a una zona turística de México situada a lo largo del Mar Caribe en el Estado de Quintana Roo. Geográficamente se extiende a lo largo del litoral desde la localidad de Puerto Morelos, al norte hasta la localidad de Punta Allen al sur unos 140 km de longitud.

La Riviera Maya ofrece magníficas gamas de arena entrecruzadas por rocas coralinas. El agua del mar del Caribe es transparente y turquesa, y se pueden ver peces de todos los colores. La región está formada geológicamente por una inmensa meseta caliza. Esta roca, tiene la particularidad de ser permeable, numerosas redes de grutas y galerías subterráneas se crearon con el paso del tiempo. Debido a que la capa freática era bastante elevada, las grutas se llenaron con agua para formar lo que se llama en México "cenotes". Algunos son accesibles al público para nadar, bucear o espeleobucear.

En la actualidad en Riviera Maya hay alrededor de 405 hoteles de clase internacional, 5 estrellas y otras categorías, que ofrecen al menos 43,500 habitaciones. La mayor parte son complejos con sistema todo incluido.

II.2.3. REPRESENTACIÓN GRÁFICA LOCAL.

El área de proyecto mejoramiento y estabilización de la Zona de Playa de las **Bahías de Chemuyil y Chemuyilito**, localizadas en frente del proyecto denominado "Desarrollo Turístico Ecotur", se localiza en la región denominada "Riviera Maya", antes Corredor Cancún – Tulum, sobre el kilómetro 248 + 868 de la Carretera Federal 307, en la localidad de Chemuyil, Municipio de Tulum, Estado de Quintana Roo.

La propiedad colinda al norte con el **Hotel Bahía Príncipe y el Campo de Golf Sian Ka'an**, al sur colinda con el área natural protegida de **X'cachel, X'cachelito** y el Parque **Acuático Xel-Ha**. Asimismo, 5 kilómetros al noroeste de la propiedad se localiza la localidad de Akumal, a 700 metros al oeste la **localidad de Chemuyil** y a 24 kilómetros al sureste la localidad y zona Arqueológica de **Tulum**. Así pues, demuestra que la zona corresponde a una **zona turística**, la cual cuenta con servicios e infraestructura urbana suficientes, como el caso de **agua potable, drenaje, electricidad, telefonía, TV por cable, internet y transporte público**. De acuerdo con el **Programa de Ordenamiento Ecológico de la Región denominada Corredor Cancún Tulum (POET-CCT)**, publicado en el Periódico Oficial del Gobierno del Estado de Quintana Roo el 16 de noviembre de 2001; el predio se encuentra dentro de las unidades de gestión ambiental (UGA's) **Cn5-7 y M51**, con una política de conservación y usos condicionados de infraestructura y turismo, para la UGA Cn5-7; en tanto que la UGA M51 comprende el Litoral Costero con política de protección y uso condicionado de turismo.

II.2.4. PREPARACIÓN DEL SITIO Y CONSTRUCCIÓN.

La preparación del sitio incluye la habilitación de áreas de maniobras, zonas a rehabilitar y zonas de aprovechamiento (bancos de materiales), en donde se realizará la pepena y reubicación de rocas y limpieza de las misma. Asimismo, contempla la colocación de mallas anti-dispersión de finos, la conexión de equipos eléctricos y bombas y la colocación de tubería de Extrupak (2 HP), desarrollando las siguientes actividades:

Pepena y reubicación de rocas y basura. El procedimiento consiste en el retiro de las rocas colectadas hacia un sitio específico, previamente señalado y delimitado, para evitar incomodidades o molestias a visitantes y turistas. La recolección se llevará a cabo con la ayuda de carretillas y se trasladará a las áreas de maniobras, para posteriormente, ser utilizados como elementos ornamentales o, en su caso, ponerlas a disposición de la autoridad local si así lo indicará.

Preparación del equipo. Es necesario trasladar al sitio de trabajo, la maquinaria necesaria tal como retroexcavadora serie 300 o mayor, tractores serie D6 o mayores, bombas sumergibles, compresor, equipo de buceo, herramientas, planta generadora de electricidad, bomba de mortero, grúa tipo Telehandler de 4 toneladas, un vehículo con plataforma y brazo de 4 toneladas de capacidad de carga. También el material de trabajo, que serán los tubos de geotextil con tapetes antisocavación para construir la duna, las bolsas para el bolsacreto, colchacreto y geotextil.

Las bombas sumergibles que se proponen usar son bombas robustas de uso rudo, eléctricas, selladas completamente y que cuentan con un cable de alimentación de corriente alterna, la entrada o succión y la salida o descarga. Entre este tipo de bombas existe una gran variedad de tamaños que van desde potencias de 11kW (14hp) hasta 110kW (750hp), siendo las más usadas para estos trabajos las de potencias medias entre 5 y 20 hp que pesan entre 50 y 100 kg, en el tubo de succión se conecta una manguera de 10plg de diámetro con una pichancha al extremo de la manguera, esta última cuenta con una rejilla de protección para evitar succionar piedras grandes, conchas u otros objetos que puedan dañar el impulsor, de manera que la bomba se queda acostada en el fondo mientras el buzo camina sujetando la pichancha cerca del fondo marino succionando arena y agua, en este caso la hará en el fondo marino del banco cercano a la propiedad y también de tarquinas hechas a lo largo de la costa para mezclar la arena con agua y bombear la mezcla dentro de los tubos de geotextil.

Puede mantenerse trabajando por largos períodos sin requerir mantenimiento y una vez dentro del agua puede ser movida por tres buzos y el uso de flotadores.

Preparación de caminos de acceso. Existe perfecto acceso a la playa por tres puntos, el acceso es de arena y sascab y puede aceptar bien la maquinaria con ruedas de hule y con

orugas. Para llegar a los sitios donde se requiere demoler roca es necesario circular sobre roca, sin embargo, la retroexcavadora con orugas puede perfectamente desplazarse sobre esta sin problema, de manera que no hay que adecuar ningún camino.

Preparación del área de maniobras. El proyecto contará con 6 áreas de maniobras temporales, donde se colocarán **almacenes, bodega y área bombeo y comida**, con una superficie de 750 m² cada una, en la siguiente figura se muestra la localización y las coordenadas de las áreas de maniobras. El plano de las áreas para maniobras se adjunta como **Anexo E**.



Figura II.6. Áreas de Manejo y Zonas de bombeo del mortero para construcción de los AA1, AA2 y AA3 en la Zona Sur.

II.2.4.1. Construcción de los Arrecifes Artificiales A1, A2, y A3.

Delimitación zona de bombeo de mortero. Se designará un área de 20 x 20 metros para colocar una bomba mecánica de gasolina que bombeará el mortero de la costa al Arrecife Artificial. La distancia del área de bombeo a los Arrecifes Artificiales deberá ser menor a 200 metros. Se muestran las áreas de maniobras para la construcción de los Arrecifes Artificiales 1, 2 y 3.

Trazo del eje de las estructuras. Con ayuda de un GPS de alta precisión, boyas, cabos y lastre, se indica la posición del eje, para poder extender las bolsas sobre él.

Preparación del equipo de bombeo de mortero. Se extiende la manguera de bombeo desde el área de bombeo hasta el eje de la estructura en cuestión, y se prepara la bomba de mortero.

Tendido de las bolsas de geotextil (bolsacreto). Para conformar la base de los AA.

Colocación de mallas antidispersión. Antes de iniciar los trabajos de colado y bombeo de arena se colocarán mallas antidispersión alrededor del área de trabajo, que estarán orientadas hacia donde se dirija la corriente. Estas mallas están hechas de un textil permeable que evita que los sedimentos se filtren y de esta manera evitar que haya afectación en los ecosistemas cercanos. Se mantendrán extendidas usando flotadores en la superficie y lastres en el fondo. La parte del fondo tendrá lastres de cada 5 m y la parte de la superficie tendrá flotadores de la misma forma cada 5 m. Una vez armada se introduce al mar y se extiende alrededor del trabajo del área de trabajo.

Llenado de la primera cama de bolsacretos. Se llena la primera cama para nivelar la superficie para el desplante de la siguiente cama de bolsacretos. El procedimiento consiste en meter la manguera de llenado por la apertura de llenado de la bolsa y sellarla, después encender la bomba de mortero y proceder a llenar la bolsa por completo. Posteriormente, se detiene el bombeo, se retira la manguera y se cierra la bolsa, la manguera se cambia a la siguiente bolsa, se sella e inicia nuevamente el bombeo de mortero. Así, rellenar las camas siguientes de manera piramidal hasta llegar a la corona.

Llenado de las camas restantes. Ya fraguada la primera cama de bolsacreto, se colocan las nuevas bolsas sobre la primera, se amarran, se llenan de mortero y se espera a que fragüen, continua el proceso colocando las bolsas en forma piramidal.

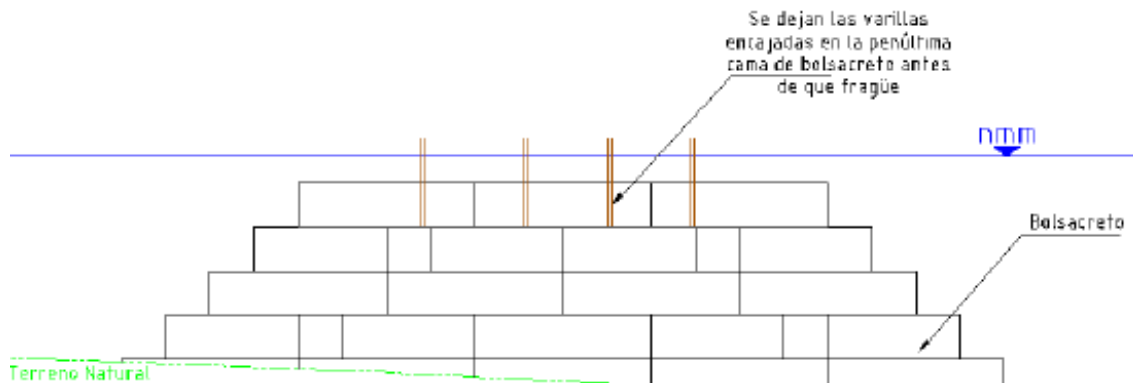


Figura II.7. Acomodo piramidal de las camas subsecuentes y colocación de Varillas colocadas en la penúltima cama antes del fraguado del mortero.

Colocación de varillas. Una cama antes de llegar a la corona y previo al fraguado de mortero se colocan varillas verticales de manera que las últimas dos camas estén atravesadas por varillas de $\frac{3}{4}$ de pulgada para evitar deslizamientos.

Colocar la última cama de bolsacreto. Una vez fraguada la penúltima cama, proseguir con la inserción de la última bolsacreto, a través de la varilla de cortante y rellenar con mortero, de manera que los últimos dos niveles de bolsacreto evitarán deslizamientos laterales.

Colocación de Arrecifes Artificiales Modulares. Para los Arrecifes Artificiales 1 y 2 se colocarán sobre la cresta arrecifal existente elementos llamados “Arrecifes Artificiales Modulares”, que son piezas prefabricadas de concreto con ciertas ventanas o aperturas que las hacen semipermeables, estos elementos serán tipo WAD (abreviación en inglés para Dispositivo de Atenuación del Oleaje), o tipo Reef Ball, o algún otro elemento que se construya y que no sea Marca Registrada, la evaluación y elección de estos elementos se hará unos meses antes de iniciar la obra.

Retiro de bolsas. Una vez fraguado el mortero, las bolsas se rompen con una navaja y se retiran.

Limpieza de zonas de trabajo. Se realizarán trabajos de limpieza que incluye la recolección de material sobrante, zonas de sedimentación, etc.

II.2.4.2. Construcción del Arrecife Artificial 4 (AA4).

El Arrecife Artificial 4 se construirá en su totalidad a base de elementos prefabricados, tipo WAD, o tipo reef ball o algún otro elemento prefabricado semipermeable que se definirá antes de iniciar la obra. Cabe añadir, los Arrecifes Artificial 1 y 2 tienen una pequeña parte formada con este tipo de Arrecifes Artificiales Modulares sobre la zona de cresta arrecifal para reforzarla.

Zona de recepción y almacenamiento. Se designará un área de 20 x 20 metros para recibir y resguardar los elementos antes de su colocación.

Trazo de la ubicación del AA4. Con ayuda de un GPS de alta precisión, boyas, cabos y lastre, se indica el área donde se colocarán los Arrecifes Artificiales Modulares.

Colocación de los Arrecifes Artificiales Modulares (AAM). Con una grúa tipo Telehandler de 4 toneladas, un vehículo con plataforma y brazo de 4 toneladas de capacidad de carga se moverá cada AAM de forma individual del sitio de almacenaje hasta la costa, donde se introducirá al agua y se la amararán boyas inflables que le proveerá flotabilidad positiva. Después, será remolcado con una embarcación del apoyo hasta el área de colocación,

donde se liberará el aire de las boyas para que el AAM se hunda y descansa sobre el fondo. A continuación, la embarcación regresará para remolcar un nuevo AAM.

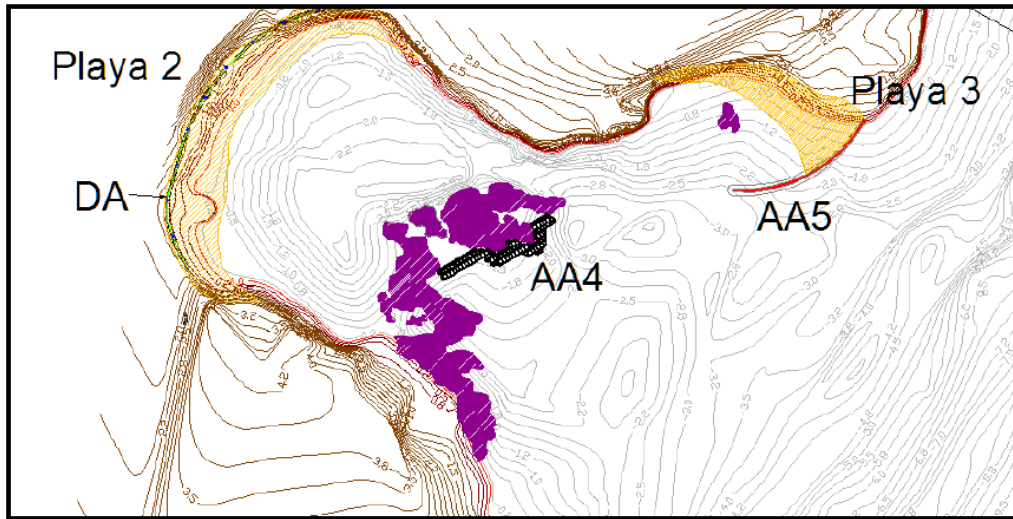


Figura II.8. Sección El área morada indica la zona con cresta arrecifal y el área negra es donde se colocarán los AAM.

II.2.4.3. Arrecifes Artificiales 5 (AA5).

Definición del área de bombeo. De igual forma para los AA1, AA2 y AA3 se designará un área de 20 x 20 metros cercana a la costa para colocar la bomba de mortero y en donde se alimentará de cemento, agua y arena.

Trazo de la ubicación del AA5. Con un GPS de alta precisión, boyas, cabos y lastre, se marcará el eje de construcción del AA5.

Preparación del equipo de bombeo de mortero. Se extiende la manguera de bombeo desde el área de bombeo hasta el eje de la estructura en cuestión y se prepara la bomba de mortero.

Tendido de las bolsas de geotextil (bolsacreto). Para conformar la base de los Arrecifes Artificiales. El AA5 se construirá en su totalidad a base de bolsacreto.

Colocación de mallas antidispersión. Antes de iniciar los trabajos de colado y bombeo de arena se colocarán mallas antidispersión alrededor del área de trabajo, que estarán orientadas hacia donde se dirija la corriente. Estas mallas están hechas de un textil permeable que evita que los sedimentos se filtren y de esta manera evitar que haya afectación en los ecosistemas cercanos. Se mantendrán extendidas usando flotadores en la superficie y lastres en el fondo. La parte del fondo tendrá lastres de cada 5 m y la parte

de la superficie tendrá flotadores de la misma forma cada 5 m. Una vez armada se introduce al mar y se extiende alrededor del trabajo del área de trabajo.

Llenado de la primera cama de bolsacretos. Se llena la primera cama para nivelar la superficie para el desplante de la siguiente cama de bolsacretos. El procedimiento consiste en meter la manguera de llenado por la apertura de llenado de la bolsa y sellarla, después encender la bomba de mortero y proceder a llenar la bolsa por completo. Posteriormente, se detiene el bombeo, se retira la manguera y se cierra la bolsa, la manguera se cambia a la siguiente bolsa, se sella e inicia nuevamente el bombeo de mortero. Así, rellenar las camas siguientes de manera piramidal hasta llegar a la corona.

Llenado de las camas restantes. Ya fraguada la primera cama de bolsacreto, se colocan las nuevas bolsas sobre la primera, se amarran, se llenan de mortero y se espera a que fragüen, continua el proceso colocando las bolsas en forma piramidal.

Colocación de varillas. Una cama antes de llegar a la corona y previo al fraguado de mortero se colocan varillas verticales de manera que las últimas dos camas estén atravesadas por varillas de $\frac{3}{4}$ de pulgada para evitar deslizamientos.

Colocar la última cama de bolsacreto. Una vez fraguada la penúltima cama, proseguir con la inserción de la última bolsacreto a través de la varilla de cortante y rellenar con mortero, de manera que los últimos dos niveles de bolsacreto evitarán deslizamientos laterales.

Retiro de bolsas. Una vez fraguado el mortero, las bolsas se rompen con una navaja y se retiran.

Limpieza de zonas de trabajo. Se realizarán trabajos de limpieza que incluye la recolección de material sobrante, zonas de sedimentación, etc.

II.2.4.4. Caletas Artificiales.

Preparación de área de maniobras y resguardo. Se designará un área de maniobras de 50 x 50 metros en la que se resguardará la maquinaria cuando no esté en uso y donde se carguen de combustible.

Transporte de maquinaria. Se trasladará a la propiedad 3 Retroexcavadoras con Martillo hidráulico serie 300 o mayor con orugas y 6 camiones de volteo de 17 m³ y 1 camión de volteo tipo Caterpila 771D o mayor capaz de transitar sobre la roca de la costa. Los accesos a la caleta 2 y caleta 3 están hechos y no representan problema con retroexcavadora de orugas, para acceder al área de la caleta 1 se requiere el camión de volteo 771D o mayor, ya que se accederá por la costa rocosa.

Delimitación de zona de excavación. Se usará equipo común de topografía para marcar las 3 áreas a demoler (CA1, CA2 y CA3).



Demolición de roca y excavación de caletas. Con ayuda de retroexcavadoras con martillo hidráulico tipo Caterpila serie 300 o mayor se demuele la roca y se retira con la cuchara, este proceso se realiza hasta alcanzar la cota de -2.00 m, sin excavar las bocas. Las bocas se mantendrán cerradas para evitar el contacto con el mar y se procederá a cortarlas hasta tener la caleta terminada. El talud del fondo de las caletas deberá ser el indicado en los planos de proceso constructivo.

Extracción de rocas producto de la excavación. La roca que se extraiga se colocará temporalmente en el área designada temporalmente, para después ser enviadas a disponer a un lugar autorizado. En la siguiente tabla se muestra los volúmenes producto de la demolición de la roca para la construcción de las caletas.

Tabla II.6. Volumen de demolición para caletas artificiales.

Estructura	Volumen (m ³)
CA1	14,838.30
CA2	19,219.90
CA3	23,215.60
TOTAL	57,273.80

Preparación de equipo de bombeo de arena. Ya que las caletas se llenarán de agua por estar a 2 metros debajo del nivel del mar, se colocará una bomba sumergible pequeña de 20 hp para bombeo de arena en cada caleta, se extenderá una manguera y conectarán los cables de alimentación de energía eléctrica. Esta bomba ayudará a esparcir la arena a lo largo y ancho de la caleta.

Bombeo de arena. Se bombeará la arena desde el banco más cercano hasta los puntos, en donde se vaya a realizar su vertido o disposición en las caletas, de manera uniforme, hasta alcanzar un grosor de 0.5 metros de arena.

Corte de bocas. Una vez que la arena se haya depositado en el fondo, se procede a colocar las cortinas antidispersión frente a la salida de cada boca y de cortar las bocas con un martillo neumático manual hasta alcanzar la profundidad de 1.0 m bajo el nivel medio del mar.

Retiro de cortinas antidispersión y limpieza de sitio, retiro de equipo y maquinaria. Una vez que se retiren los restos del corte de las bocas y el agua dentro de la caleta tenga la

claridad del agua afuera, se retirarán las cortinas antidispersión, se limpiará la zona y se retirará el equipo y la maquinaria.

II.2.4.5. Extracción de arena de banco marino y su vertido en playa.

Colocación de bombas y extendido de mangueras. Primeramente, se llevan las bombas sumergibles hasta el banco de arena, estas bombas son muy seguras porque están selladas y son libres de mantenimiento, pueden estar bajo el agua por todo el tiempo que dura la obra y no ocasionan ningún problema, son alimentadas con corriente alterna por medio de cables que pueden ir a la costa o desde generadores montados en embarcaciones.

Son muy pesadas así que el primer paso es sujetarlas a una boya inflable lo suficientemente grande para proveerle flotabilidad positiva y luego remolcarla con una embarcación hasta el banco de arena, en donde se libera el aire de la boya y se coloca la bomba sobre el fondo arenoso, las capacidades varían de 15 hp hasta 120 hp según la distancia a bombear y el flujo de agua y arena a mover.

Colocación de cortinas antidispersión. Se extenderán las cortinas antidispersión en un semicírculo pequeño alrededor del área de extracción en el banco de arena, este semicírculo se moverá hacia donde se tenga la pichanca absorbiendo arena.

Bombeo de arena hacia la playa. Una vez que todo esté en orden, se iniciará el bombeo, el procedimiento consiste en tener 4 personas a cargo de la operación: uno en la embarcación de apoyo, dos buzos en el fondo y uno más en la playa a cargo de encender el interruptor de la bomba y colocar la salida de la manguera en diferentes sitios para acumular arena. El número de personal se incrementa al requerir de un Chalán de Rebombeo.

Debido a que el banco de arena se encuentra en la Zona Sur entre 400 m y 450 m de la Costa en la parte más cercana (Caletas Artificiales) y a 700 m aproximados en la parte más retirada (Playa 1), se requerirán 3 líneas de bombeo, las cuales demanda el uso del Chalán de bombeo. La Línea de Bombeo 1 depositará la arena en la Caleta Artificial 3 y a partir de ahí se transportará por vía terrestre a la siguiente caleta, y también a partir de ahí se distribuirá en la playa 1 y a la caleta Artificial 2. La Línea de Bombeo 2 coloca la arena en la costa en la CA2, mientras que la Línea de Bombeo 3 deposita la arena directo en la CA1.

Acomodo de sedimento con maquinaria pesada. La arena se moverá con camiones de volteo de la CA2 hacia las diferentes playas y se distribuirá con maquinaria pesada. También se usará para alimentar las tarquinas TA1 a TA5 para construir la duna artificial.

Remoción de cortinas antidispersión y bomba sumergible. Una vez que se haya extraído la arena del banco se retirarán las cortinas y la bomba, se limpiará la zona y se acomodará la playa con rastrillo a mano.

II.2.4.6. Construcción de la duna.

De forma paralela a la extracción, bombeo y vertimiento de arena en la playa, se construirá la duna artificial, esto deberá ser hecho de forma continua, ya que se necesita la arena para mejorar la playa, nivelar el terreno y colocar los tubos de geotextil con la arena proveniente del banco marino.

Excavación de las tarquinas. Una vez que se vaya ensanchando la playa lo suficiente para trabajar, se cavarán tarquinas a lo largo de la playa a cada 50 metros, estas tarquinas son simplemente cavidades cuadradas de 8 x 8 metros y 2 metros de profundidad donde se coloca una bomba sumergible para bombear arena a los tubos de geotextil que conformarán el núcleo de la duna artificial, en la tarquina se verterá agua y arena que se succionará con la bomba, la tarquina debe estar cerca del sitio de llenado ya que se requiere comunicación constante entre el buzo que maneje la bomba y el personal que sujeta y cuida del llenado del tubos de geotextil, ver siguiente figura.

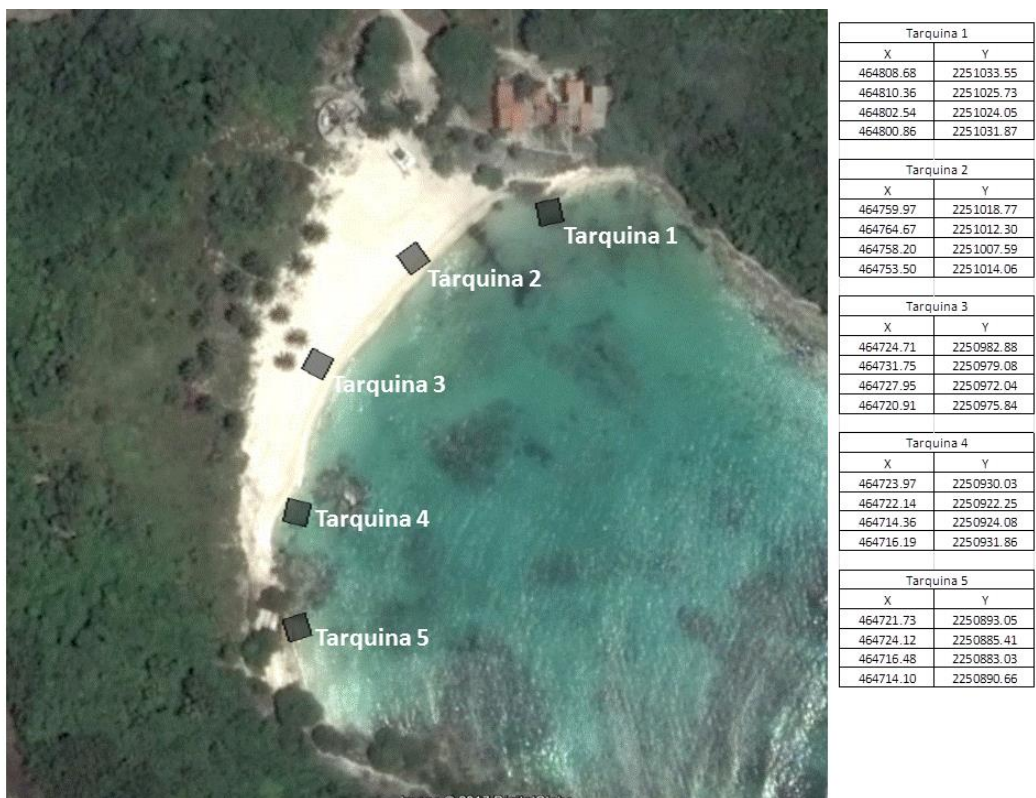


Figura II.9. Ubicación de Tarquinas (TA1 a TA5) para construcción de la Duna Artificial DA.

Trazo de la Duna Artificial (DA). Con equipo de topografía se traza el eje y vértices en donde se colocarán los tubos de geotextil que formarán la DA.

Preparación del área de desplante. Se requiere compactar y nivelar el terreno sobre el que se extenderán los tubos de geotextil de acuerdo a las secciones de diseño de los planos, esto se llevará a cabo con una maquina tipo CS-531 o con un tractor tipo DC5. De ser necesario se comprará arena de banco terrestre autorizado para agilizar el proceso de llenado de los tubos de geotextil.

Tendido de los tubos de geotextil. Una vez nivelado y compactado el terreno, se colocará una cubierta plástica para evitar que la superficie de desplante se deslave al llenar los tubos de geotextil, se extiende el primer tubo de geotextil sobre la superficie preparada, se sujeta al terreno para evitar que ruede.

Llenado de los tubos de geotextil. Se le conecta la manguera de salida de la bomba a la boca de llenado, se enciende la bomba y se inicia el llenado. Cuando el tubo de geotextil alcance la altura máxima de 1 metro o de la altura de diseño del tramo que se esté trabajando, se detendrá el llenado (mejor conocido como hidrollenado), se extenderá el siguiente tubo de material geotextil y se iniciará el llenado de éste, y así sucesivamente hasta terminar toda la línea de duna.



Figura II.10. Ejemplo del extendido, amarre y preparación del geocilindro que conformará la Duna Artificial y del llenado del geocilindro con una tubería flexible de 6 pulgadas.

Los tubos de geotextil tienen un tapete antisocavación que se extiende hacia el lado del mar, el tapete tiene un tubo de anclaje que debe llenarse también de arena y después suturarse para evitar que esta se salga. Este tapete evitará que la arena por debajo del tubo de geotextil se pierda en caso de haber oleaje extremo y que la socavación provoque que el tubo de geotextil ruede y se mueva de su posición. Después de llenado y terminado un tubo de geotextil las bocas de llenado deberán ser cerradas con una tapa de plástico.

Recubrimiento de los tubos de geotextil. Una vez llenados los tubos de geotextil se cubrirán de arena y se conformará el mejoramiento de la playa hacia el mar, el grosor mínimo de arena sobre la parte más alta de la duna será el indicado en el plano de diseño para alcanzar la elevación final. Durante esta operación se colocarán mallas geotextiles frente al sitio de trabajo para evitar que se propaguen los sedimentos en suspensión que se deriven del llenado de los tubos de geotextil y del acomodo de la arena. En total se llenarán **13 tubos de geotextil de 20 m de longitud con 442.452 m³** de arena.

Forestación de la Duna. Una vez cubierto el núcleo de tubos de geotextil se sembrará vegetación nativa del sitio sobre la duna y se regará constantemente para reforestarla por completo en toda la zona de corona de duna, con el objetivo de que las raíces crezcan y confinen la arena entre ellas.

Tapado de tarquinas. Ya que se terminen todas las obras que involucran llenado de tubos de geotextil, se procederá a tapar las tarquinas con el material que se haya removido de ellas, se retirará el equipo usado y se limpia la playa.

II.2.4.7. Terraza Norte.

Transportación de rocas. Se transportarán rocas producto de la demolición de las caletas artificiales en el área Norte del desarrollo.

Construcción del murete de mampostería. Se construirá un murete con mampostería perimetral de 40 cm de ancho con altura variable de acuerdo a los perfiles que se ilustran en los planos.

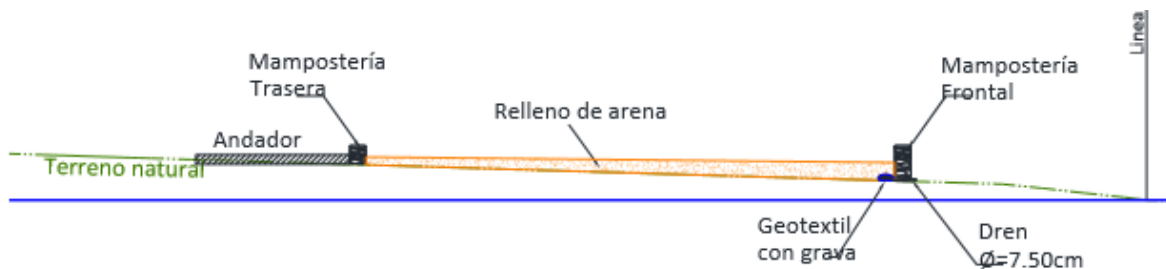


Figura II.11. Detalle de Terraza Completo.

Colocación y llenado de geotextil de desagüe. Se colocará un geotextil enrollado y relleno de grava en la base del murete por la parte interna justo antes de la entrada del tubo de desagüe, este geotextil tiene el objetivo de permitir el paso de agua, pero no de arena, de esa manera la arena se mantiene dentro de la terraza y los tubos de desagüe se mantienen libres. Las dimensiones de los geotextiles serán de 20 cm de alto por 50 cm de ancho, los drenes tendrán un tubo de pc de 7.50 cm de diámetro.

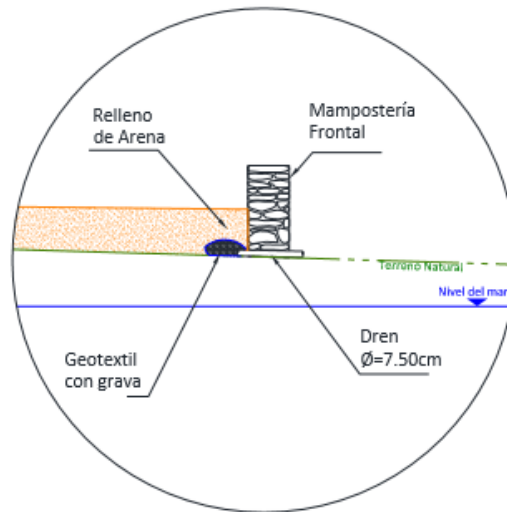


Figura II.12. Dren de Terraza.

Vertido arena de banco marino. Una vez delimitada la zona de Terraza Norte se procederá a mejorar ésta con la arena extraída del banco marino que, en su caso, se autorice. Ya sea que el bombeo sea desde el banco marino o que la arena sea transportada en camiones de volteo previamente llenados con arena de un banco autorizado previamente.

Limpieza General y acomodo final de playa con rastrillo a mano.

II.2.4.8. Volúmenes y Materiales.

Volúmenes de bolsacreto. El material para el relleno del bolsacreto será mortero y las bolsas deberán ser impermeables.

Tabla II.7. Resumen de Volúmenes de arena.

Volumen Total Bolsacreto (m ³).	
AA1	611.5
AA2	818.48
AA3	199.10
A5	1,282.95
Total de 4 Arrecifes Artificiales	2,912.03
Material extra por asentamiento (10%)	291.20
Total de Bolsacreto para toda la obra (m³)	3,203.23

Volúmenes de arena para el mejoramiento de playa. El proyecto contempla extraer y verter aproximadamente 28,494.70 m³, del banco de arena localizado al sur de la bahía de

Chemuyilito, localizado aproximadamente entre los 400 y 700 metros de distancia de la línea de costa.

Tabla II.8. Resumen de Volúmenes de arena.

Estructura	Volúmenes de arena (m ³)	
Caleta Artificial 3	4,650.80	13,187.45
Playa 2	5,511.60	
Asoleadero Norte	4,650.80	
Duna Artificial	442.45	
Caleta Artificial 1	1,732.40	15,749.70
Caleta Artificiales 2	3,008.30	
Playa 1	11,009.00	
Total de Areana para toda la obra	28,494.70	

Materiales.

- Los tubos de geotextil para la DA deben ser tipo Mirafi GT500 o similar.
- El tapete antisocavación deberá ser tipo Mirafi GT500 o similar
- El material para el relleno del bolsacreto será mortero y las bolsas deberán ser impermeables.
- La arena para el mejoramiento de la playa deberá ser del banco marino especificado en los planos o de un banco de arena autorizado.
- La arena para el relleno de los tubos de geotextil de la duna deberá ser del banco marino especificado en los planos o de un banco de arena autorizado.

II.2.5. ETAPA DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO.

Aún con el proyecto concluido, la playa seguirá con acceso público permanente; la zona federal marítimo terrestre **se mantendrá limpia**, así como el total de la superficie de playa, concesionada o no. Se espera que la playa sea muy estable en condiciones normales e incluso en condiciones de tormenta estacional.

En caso de presentarse una tormenta extraordinaria, como es el caso de un huracán, es muy probable que la arena escape del sistema debido al incremento de marea y el oleaje alto, para lo cual será necesario volver a inyectar arena extrayéndola desde los bancos de préstamo, para esto se realizará en su momento un levantamiento topográfico para evaluar el nivel de material presente en la playa y con esto determinar la cantidad de arena que sea necesaria reponer.

II.2.6. DESMANTELAMIENTO Y ABANDONO DEL SITIO.

El diseño y ejecución del proyecto **NO** contempla su abandono, por el contrario, se prevé el mantenimiento en buen estado de la zona de la zona de playa y de las estructuras instaladas, para continuar su **operación durante los próximos 50 años**. Una vez que el proyecto se encuentre fuera de operación se deberá dar presentar ante la SEMARNAT, todos los documentos que avalen que el sitio por abandonar se encuentra libre de contaminantes o en su caso haber sido restaurado, de acuerdo a los parámetros de remediación y control establecidos por la autoridad correspondiente.

II.2.7. RESIDUOS.

II.2.7.1. PREPARACIÓN DEL SITIO Y CONSTRUCCIÓN.

Residuos Sólidos. Durante todas las etapas de preparación del sitio y construcción, se contará en la zona de trabajo con **contenedores móviles** debidamente señalizados con tapa, de tal forma que tanto visitantes como trabajadores puedan depositar la basura, estos contenedores se retirarán al final de la jornada, y ser dispuestos, por alguna empresa autorizada.

Los contenedores estarán debidamente señalizados con el fin de captar de manera separada todos los residuos sólidos generados, y de esta manera fomentar su separación y reciclado. Durante las etapas de preparación del sitio y construcción del proyecto se desarrollará un **programa de manejo de residuos sólidos**.



Aguas residuales. Durante las etapas de preparación del sitio y construcción los sanitarios para el personal de la obra, serán provistos mediante baños móviles, tipo SANIRENT, los cuales serán subcontratados en proporción de **1 sanitario** por cada **10 trabajadores**.

Emisiones a la atmósfera. **No** se prevé la generación de partículas sólidas (polvos) en grandes cantidades, ya que los trabajos se realizan de forma húmeda. Los gases provenientes de la combustión interna de motores de los equipos (autos, lancha, maquinaria y equipo de trabajo), que se utilizarán en la fase de etapas de preparación del sitio y construcción del proyecto, se controlarán por medio de su revisión periódica y mantenimiento de dichos equipos.

Residuos peligrosos. Durante las etapas de preparación del sitio y construcción se generan pequeñas cantidades de residuos peligrosos, como son grasas y aceites líquidos, los cuales se pondrán a disposición de empresas autorizadas en el manejo de estos residuos.

II.2.7.2. OPERACIÓN DEL PROYECTO.

Residuos Sólidos. La playa concesionada o no, se mantendrá limpia el total de la superficie de playa, los residuos generados durante estas actividades se pondrán a disposición de empresas autorizadas en el manejo de estos residuos.

II.2.7.3. Mantenimiento del Proyecto.

Residuos Sólidos. Durante todas las etapas de preparación del sitio y construcción, se contará en la zona de trabajo con contenedores móviles debidamente señalizados con tapa, de tal forma que tanto visitantes como trabajadores puedan depositar la basura, estos contenedores se retirarán al final de la jornada por alguna empresa autorizada.

Los contenedores estarán debidamente señalizados, con el fin de captar de manera separada, todos los residuos sólidos generados y de esta manera fomentar su separación y reciclado. Durante las etapas de preparación del sitio y construcción del proyecto se desarrollará un programa de manejo de residuos sólidos.

Aguas residuales. Durante las etapas de preparación del sitio y construcción los sanitarios para el personal de la obra, serán provistos mediante baños móviles, tipo SANIRENT, los cuales serán subcontratados en proporción de **1 sanitario** por cada **10 trabajadores**.

Emisiones a la atmósfera. **No** se prevé la generación de partículas sólidas (polvos) en grandes cantidades, ya que los trabajos se realizan de forma húmeda. Los gases provenientes de la combustión interna de motores de los equipos (autos, lancha, maquinaria y equipo de trabajo), que se utilizarán en la fase de etapas de preparación del sitio y construcción del proyecto, se controlarán por medio de su revisión periódica y mantenimiento de dichos equipos.

Residuos peligrosos. Durante la etapa de mantenimiento se generarán pequeñas cantidades de residuos peligrosos, los cuales se pondrán a disposición de empresas autorizadas en el manejo de estos residuos.

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

III.1. MARCO LEGAL.

El sistema jurídico mexicano está conformado por la Constitución Política, Leyes Federales y Estatales, Reglamentos, Códigos, Acuerdos, de los cuales se desprenden permisos, licencias y autorizaciones y Normas Oficiales Mexicanas (NOM), que establecen los parámetros, límites máximos permisibles y procedimientos aplicables a cada materia, siendo de nuestro interés la materia ambiental, cuya norma jurídica aplicable en México, se encuentra establecida en la Constitución Política, leyes, reglamentos, acuerdos, normas y, en su caso, en los ordenamientos ecológicos, locales y regionales, mismos que de acuerdo a la distribución de competencias y al ámbito territorial de aplicación, son ejecutados por el nivel de gobierno correspondiente, ya sea éste Federal, Estatal o Municipal.

Es por lo anterior, que en este capítulo, se presentan y analizan los argumentos técnicos y jurídicos que respaldan la vinculación del proyecto “MEJORAMIENTO Y ESTABILIZACIÓN DE LA ZONA DE PLAYA Y MARINA DE LAS BAHÍAS DE CHEMUYIL Y CHEMUYILITO” con la legislación en materia ambiental, tanto a nivel federal como a nivel local, así como con algunos otros instrumentos de política ambiental aplicables o de interés para la región en donde se le pretende instrumentar.

En ese tenor de ideas, el marco jurídico que orienta y regula las obras y actividades que integran el proyecto se sustenta en lo establecido en:

- Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos;
- Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente;
- Reglamento de la LGEEPA en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental;
- Ley General de Vida Silvestre;
- Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable;
- Ley General de Cambio Climático;
- Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio;
- Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe;
- Programa de Ordenamiento Ecológico de la Región denominada Corredor Cancún Tulum;
- Normas Oficiales Mexicanas;
- Áreas Naturales Protegidas;
- Zonas Prioritarias.

III.1. INSTRUMENTOS LEGALES.

III.1.1. CONSTITUCIÓN POLÍTICA DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS.

De acuerdo al principio de supremacía constitucional, nuestra Carta Magna da las bases para analizar la política ambiental y en nuestro caso la viabilidad del proyecto en cuestión. Son los **artículos 4°** párrafo quinto, 25 párrafo sexto y 27 párrafo tercero, los relativos al cuidado del medio ambiente; ellos refieren el derecho que tiene toda persona a un medio ambiente adecuado para su desarrollo y bienestar; donde el Estado bajo criterios de equidad social y productividad apoyará e impulsará a las empresas del sector privado para que usen en beneficio general los recursos productivos, cuidando su conservación y el medio ambiente; así como el aprovechamiento de los elementos naturales susceptibles de apropiación con objeto de cuidar su conservación, lograr el desarrollo equilibrado del país y mejorar las condiciones de vida de la población, respecto de la preservación y restauración del equilibrio ecológico que evite la destrucción de los elementos naturales. Siendo este último aspecto, potestad del Congreso Federal para su legislación con la participación del Gobierno Federal, Estatal y Municipal, en el ámbito de sus respectivas competencias (artículo 73, fracción XXIX-G).

Dicha protección al medio ambiente, consagrada en el artículo 4, párrafo quinto, es de vital importancia en cuanto a demostrar que el “interés social” de la sociedad mexicana implica la preservación del medio ambiente para las presentes y futuras generaciones. De modo que, el proyecto atendiendo a este derecho subjetivo prevé el adecuado uso y explotación de los recursos naturales, estableciendo áreas de conservación y jardinadas, como se desarrolla en los capítulos subsecuentes.

En tanto que, la administración de los usos de suelo es facultad de los Municipios, de conformidad con el artículo 115, fracción V, que a continuación cito:

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

a) Formular, aprobar y administrar la zonificación y planes de desarrollo urbano municipal;

[...]

c) Participar en la formulación de planes de desarrollo regional, los cuales deberán estar en concordancia con los planes generales de la materia. Cuando la Federación o los Estados elaboren proyectos de desarrollo regional deberán asegurar la participación de los municipios;

d) Autorizar, controlar y vigilar la utilización del suelo, en el ámbito de su competencia en sus jurisdicciones territoriales;

[...]

g) Participar en la creación y administración de zonas de reservas ecológicas y en la elaboración y aplicación de programas de ordenamiento en esta materia; [...]

En ese tenor de ideas, el proyecto “MEJORAMIENTO Y ESTABILIZACIÓN DE LAS ZONA DE PLAYA Y MARINA DE LAS BAHÍAS DE CHEMUYIL Y CHEMUYILITO” se apega a lo antes señalado, ya que si bien se ubica en un área de interés de la Federación, también concurren otros instrumentos de política ambiental y competencia local, emitidos por los diferentes órganos del Gobierno Estatal, como lo son el Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe y el Programa de Ordenamiento Ecológico de la Región denominada Corredor Cancún-Tulum.

III.1.2. LEY GENERAL DE EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE.

De acuerdo al artículo 5° fracción II y X de la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA), la Federación se encuentra facultada para aplicar los instrumentos de política ambiental, regular las acciones para la preservación y restauración del equilibrio ecológico y la protección al ambiente que se realicen en bienes y zonas de jurisdicción federal, así como evaluar el impacto ambiental y en su caso de la expedición de la autorización, de las obras y actividades previstas en el **artículo 28** de la misma Ley; siendo de nuestro interés las fracciones citadas a continuación:

***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;
[...]*

***X.-** Obras y actividades en humedales, manglares, lagunas, ríos, lagos y esteros conectados con el mar, así como en sus litorales o zonas federales;
[...]*

En general toda actividad implica la generación de impactos ambientales, sin embargo, los impactos ambientales que potencialmente serán generados con la ejecución del proyecto “Mejoramiento y Estabilización de las Zonas de Playa y Marina de las Bahías de Chemuyil y Chemuyilito”; a partir de las características constructivas, operativas y de

localización, se encuentran consideradas en las fracciones IX y X debido a que el proyecto contempla una serie de acciones que habrán de llevarse a cabo tanto en el litoral como en la zona federal marítimo terrestre ubicada frente a las instalaciones del proyecto “Desarrollo Turístico Ecotur”, autorizado en materia de impacto ambiental mediante resolutive No. S.G.P.A.DGIRA.DIA.0599/02 de fecha 31 de julio de 2002. No obstante ello, dichos impactos se pretenden contrarrestar con la presentación de medidas de mitigación y compensación ambiental durante la ejecución de las diversas etapas que la integran, como son la preparación de sitio, construcción y operación-mantenimiento.

Como conclusión a lo anterior, el análisis de los posibles efectos negativos al medio ambiente que pudieran generarse con la construcción de la duna artificial, caletas y arrecifes artificiales y la inyección de arena como medida para lograr el mejoramiento y estabilización de la playa y que esta sea aprovechada a corto plazo y de la cual se obtuvo la correspondiente autorización en materia de cambio de uso de suelo mediante oficio No. 03/ARRN/1120/10/08 de fecha 28 de octubre de 2008; serán desarrolladas en el capítulo sexto de la presente MIA, con la intención de demostrar a la autoridad que los impactos provocados en el ecosistema costero serán mínimos sin poner en peligro el equilibrio ecológico, además de que en ningún momento se rebasarán los límites permitidos.

Lo anterior conforme a los párrafos primero y tercero del artículo 35 de la LGEEPA que a continuación cito textualmente:

Artículo 35.- *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.*

[...]

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.

[...]

Luego entonces es que se presenta esta Manifestación de Impacto Ambiental (MIA) cuyo contenido se apega a lo expresado en el artículo 30 de la misma Ley “... los interesados deberán presentar a la Secretaría una manifestación de impacto ambiental, la cual deberá contener, por lo menos, una descripción de los posibles efectos en el o los ecosistemas que pudieran ser afectados por la obra o actividad de que se trate, considerando el conjunto de los elementos que conforman dichos ecosistemas, así como las medidas preventivas, de

mitigación y las demás necesarias para evitar y reducir al mínimo los efectos negativos sobre el ambiente.”

III.1.3. REGLAMENTO DE LA LGEEPA EN MATERIA DE EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL.

De conformidad con la LGEEPA, su Reglamento en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental (REIA) determinará las obras o actividades sujetas a autorización en materia de impacto ambiental, de las cuales los incisos Q) y R) del artículo 5 se apegan a las características del proyecto “MEJORAMIENTO Y ESTABILIZACIÓN DE LA ZONA DE PLAYA Y MARINA DE LAS BAHÍAS DE CHEMUYIL Y CHEMUYILITO”.

Artículo 5o.- *Quienes pretendan realizar alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización de la Secretaría en materia de impacto ambiental:*

[...]

Q) DESARROLLOS INMOBILIARIOS QUE AFECTEN LOS ECOSISTEMAS COSTEROS:

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

[...]

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

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

En cumplimiento a las citadas disposiciones normativas, se presenta la solicitud de evaluación en materia ambiental a través de la Manifestación de Impacto Ambiental en su modalidad regional (MIA-R) toda vez que se sitúa en los supuestos establecidos por el artículo 11 del REIA.

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

I. *Parques industriales y acuícolas, granjas acuícolas de más de 500 hectáreas, carreteras y vías férreas, proyectos de generación de energía nuclear, presas y, en general, proyectos que alteren las cuencas hidrológicas;*

II. *Un conjunto de obras o actividades que se encuentren incluidas en un plan o programa parcial de desarrollo urbano o de ordenamiento ecológico que sea sometido a consideración de la Secretaría en los términos previstos por el artículo 22 de este reglamento;*

III. *Un conjunto de proyectos de obras y actividades **que pretendan realizarse en una región ecológica determinada**, y*

IV. *Proyectos que pretendan desarrollarse en sitios en los que por su interacción con los diferentes componentes ambientales regionales, se prevean impactos acumulativos, sinérgicos o residuales que pudieran ocasionar la destrucción, el aislamiento o la fragmentación de los ecosistemas.*

En ese orden de ideas, si bien el proyecto se pretende desarrollar en una región ecológica determinada como lo es Chemuyil, Tulum, Quintana Roo también lo es que en el predio existen diferentes componentes ambientales que pudieran preveer impactos acumulativos, sinérgicos o residuales.

III.1.4. LEY GENERAL DE VIDA SILVESTRE.

El artículo 4º y 5º de la Ley General de Vida Silvestre (LGVS), establecen que:

Artículo 4o. *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 intereses de la Nación.*

Artículo 5o. *El objetivo de la política nacional en materia de vida silvestre y su hábitat, es su conservación mediante la protección y la exigencia de niveles óptimos de aprovechamiento sustentable, de modo que simultáneamente se logre mantener y promover la restauración de su diversidad e integridad, así como incrementar el bienestar de los habitantes del país.*

Para mayor comprensión, la LGEEPA, en su artículo 3 fracción III, define al aprovechamiento sustentable como *...la utilización de los recursos naturales en forma que se respete la integridad funcional y las capacidades de carga de los ecosistemas de los que*

forman parte dichos recursos por periodos indefinidos”, así como lo establece, en su fracción XI, que el desarrollo sustentable es un “proceso evaluable mediante criterios e indicadores de carácter ambiental, económico y social que tiende a mejorar la calidad de vida y la productividad de las personas, que se fundamenta en medidas apropiadas de preservación del equilibrio ecológico, protección del ambiente y aprovechamiento de recursos naturales, de manera que no se comprometa la satisfacción de las generaciones futuras.

Asimismo, las fracciones II, III y IV del artículo 15 de la LGEEPA, y en afinidad a la Política Nacional en Materia de Vida Silvestre, quienes realcen actividades que puedan afectar al ambiente se obliguen a prevenir, minimizar o reparar los daños a ocasionar, así como asumir los costos que dicha afectación impliquen, con base en los principios de preservación y restauración del equilibrio ecológico y protección al ambiente, en los cuales los particulares deben asumir la responsabilidad de la protección del equilibrio ecológico para que los ecosistemas y sus elementos sean aprovechados de manera que se asegure una productividad óptima y sostenida, compatible con su equilibrio e integridad.

Concretamente, la vegetación que se verá afectada al momento de realizar las actividades de habilitación en las áreas del proyecto, conforme a los muestreos realizados, se encontraron 8 especies de protegidas por la NOM-059-SEMARNAT-2010. No obstante ello, se prevé su protección, rescate y reubicación a través de la ejecución de un Programa especial, tal cual se explica más adelante.

Ahora bien, debido a la presencia de mangle a una distancia menor a 100 metros de donde se ejecutarán las actividades de rehabilitación y mejoramiento de la zona de playa, el proyecto en todo momento se ajustará y vinculará a las especificaciones del **Artículo 60 TER** de la LGVS y al numeral **4.16 de la NOM-022-SEMARNAT-2003**, por lo que a continuación se presenta su vinculación.

III.1.4.1 Vinculación Artículo 60 TER.

A. La integridad del flujo hidrológico del humedal costero;

El diseño y operación del proyecto se desarrollará en la zona de playa y marina, a unos metros de la zona del humedal costero, de acuerdo a los estudios realizados, el patrón y dinámica hidrológica subyacente paralelo y perpendicular a las bahías de Chemuyil – Chemuyilito se mantendrá, los arrecifes artificiales funcionarán solamente como disipadores de la energía de la ola. Por otra parte, la construcción de la duna artificial y el mejoramiento de la zona de playa con la arena bombeada, ayudará a estabilizar la línea de costa, restablecerá las condiciones de la playa, incrementado las zonas de anidación de tortugas y las oportunidades de recreación y esparcimiento de huéspedes y turistas.

B. La integridad del ecosistema y su zona de influencia en la plataforma continental;

El diseño del proyecto garantiza la conservación del 100% del humedal ya que no se realizará actividad alguna en esta zona, por otra parte, se contempla que con la rehabilitación de la zona de playa, se mejoren las condiciones de erosión que presenta la zona de influencia en la plataforma continental.

C. Su productividad natural;

La productividad natural del manglar no se impactará de forma alguna pues el proyecto para el mejoramiento y estabilización de la zona de playa, por el contrario, se contemplan programas para el desarrollo de la misma.

Por otro lado, la construcción de la duna artificial y el mejoramiento de la zona de playa con arena, ayudará a estabilizar la línea de costa, restablecerá las condiciones de la playa, incrementado las zonas para la anidación de tortugas y las oportunidades de recreo para los turistas.

Por otro lado, los arrecifes artificiales pueden producir un sustentable incremento en la producción de peses en la zona. Japón tiene una larga historia de uso de arrecifes artificiales invirtiendo alrededor de US \$10 millones anuales en la construcción y despliegue de arrecifes artificiales en sus aguas costeras (Polovina & Sakai, 1989).

D. La capacidad de carga natural del ecosistema para turistas;

De acuerdo al **Programa de Ordenamiento Territorial del Corredor Cancún Tulum**, el área donde pretende llevarse a cabo el proyecto, corresponde a una zona turística, la cual ya cuenta con una carga establecida para el desarrollo de este tipo de actividades. Es importante mencionar que el proyecto se ajustará a los criterios establecidos por los instrumentos aplicables a la zona, ver siguientes secciones.

E. Integridad de las zonas de anidación, reproducción, refugio, alimentación y alevinaje;

El desarrollo turístico “Chemuyil” mantiene desde sus inicios un **programa para el manejo y protección de las tortugas que arriban a las bahías de Chemuyil – Chemuyilito**, mismo que seguirá desarrollando durante toda la ejecución del proyecto.

Asimismo, la construcción de la duna artificial y el mejoramiento de la zona de playa, ayudarán a estabilizar la línea de costa, restablecerá las condiciones de la playa, incrementado las zonas para la andación de tortugas.

F. La integridad de las interacciones funcionales entre los humedales costeros, los ríos (de superficie y subterráneos), la duna, la zona marina adyacente y los corales;

El diseño y operación del proyecto se desarrollará en la zona de playa y marina, a unos metros de la zona del humedal costero, asimismo, de acuerdo a los estudios de flujo hidrológico, realizados para la colocación de las estructuras, **ver Anexo D**, se considera que, con la ejecución del proyecto, se mantendrá el patrón y dinámica hidrológica subyacente paralelo y perpendicular a las bahías de Chemuyil – Chemuyilito.

G. Cambio de las características ecológicas;

De acuerdo al **Programa de Ordenamiento Territorial del Corredor Cancún Tulum, y el Programa de Desarrollo Turístico de Akumal**, el área donde pretende llevarse a cabo el proyecto, corresponde a una **zona turística**, la cual ya cuenta con una carga establecida para el desarrollo de este tipo de actividades. Es importante mencionar que el proyecto se ajustara a los criterios establecidos por los instrumentos aplicables a la zona.

Por lo que si bien las características ecológicas del sitio serán modificadas se contemplan las medidas de mitigación necesarias para monitorear, mantener y en algunos casos mejora la zona.

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

El diseño del proyecto mantendrá la estructura del ecosistema y los servicios ecológicos, se pretende mantener en un 100% la zona del humedal costero, manteniendo de acuerdo a los estudios realizados de modelación del oleaje, los procesos ambientales que los sostienen como es la hidrología superficial y subterránea, ver **Anexo D**.

Por otra parte, se contempla la ejecución de medidas de mitigación y programas de monitoreo, para cuantificar el estrés fisiológico, toxicidad, altos índices de migración y mortalidad.

III.1.4.2 NOM-022–SEMARNAT-2003.

Numeral 4.0.

El manglar deberá preservarse como comunidad vegetal. Debe garantizarse en todos los casos la integridad del mismo, para ello se contemplarán los siguientes puntos:

En el año 2010, la bahía de Chemuyil se vio afectada por los efectos del huracán vilma, causando severos daños en la zona de playa y en la vegetación de la zona de duna y del manglar, el cual actualmente se ha podido restablecer casi en su condición natural.

Sin embargo, las condiciones de la zona de playa y coral no se han podido restablecerse del todo, ya que actualmente, la zona de playa de las bahías se encuentra en un área en la que se presentan dos escenarios, uno de costa rocosa y otro con playas no muy anchas con poca arena, llena de residuos sólidos, piedras y sargazo. Asimismo, las zonas de arrecife presentan evidencias de presiones que han afectado su estado de conservación, como el aumento en la mortalidad de tejido coralino, el aumento en la cobertura y diversidad de macroalgas, la presencia de cianofitas, el incremento en el número de colonias enfermas o dañadas, y la densidad y talla de los peces arrecifales.

Motivo por lo cual, se contempla la ejecución de diversas actividades con la finalidad de restablecer las condiciones óptimas de la zona de playa y marina de las bahías, con la finalidad de que mejoren las condiciones ambientales de las bahías y estas sean aprovechadas de la mejor manera por los visitantes.

La rehabilitación de las bahías de Chemuyil – Chemuyilito y la construcción de las caletas que se desarrollará, no contempla obras o actividades dentro de la zona de manglar.

Numeral 4.1.

Toda obra de canalización, interrupción de flujo o desvío de agua que ponga en riesgo la dinámica e integridad ecológica de los humedales costeros, quedará prohibida, excepto en los casos en los que las obras descritas sean diseñadas para restaurar la circulación y así promover la regeneración del humedal costero.

La rehabilitación de las bahías de Chemuyil – Chemuyilito y la construcción de las caletas se desarrollará, a unos metros de la zona del humedal costero, de acuerdo a los estudios de flujo hidrológico, realizados para la colocación de las estructura (arrecifes artificiales y vertido de arena) y construcción de caletas, el patrón y dinámica hidrológico subyacente paralelo y perpendicular a las bahías de Chemuyil – Chemuyilito, se mantendrá, permitiendo el intrusión salina entre la costa y la zona marina.

Numeral 4.2.

Construcción de canales que, en su caso, deberán asegurar la reposición del mangle afectado y programas de monitoreo para asegurar el éxito de la restauración.

Como se explicó en el numeral anterior se mantendrá el patrón y dinámica hidrológico subyacente paralelo y perpendicular a las bahías de Chemuyil–Chemuyilito.

Adicionalmente, el proyecto se desplantará a unos metros de la zona del humedal y no se contempla la construcción de canales dentro del mismo, por lo que no se contempla la reposición del manglar, por la afectación del mismo.

Numeral 4.3.

Los promoventes de un proyecto que requieran de la existencia de canales, deberán hacer una prospección con la intención de detectar los canales ya existentes que puedan ser aprovechados a fin de evitar la fragmentación del ecosistema, intrusión salina, asolvamiento y modificación del balance hidrológico.

De acuerdo a los estudios realizados, el patrón y dinámica hidrológica subyacente paralelo y perpendicular a las bahías de Chemuyil–Chemuyilito se mantendrá, los arrecifes artificiales funcionaran solamente como disipadores de la energía de la ola. Por otra parte, la construcción de la duna artificial y el mejoramiento de la zona de playa con arena ayudarán a estabilizar la línea de costa, restablecerá las condiciones de la playa, incrementado las zonas para la anidación de tortugas y las oportunidades de recreación y esparcimiento de huéspedes y turistas. En cuanto a la construcción de las caletas artificiales se implementará un programa de monitoreo de la calidad del agua y la formación de sedimentos.

Numeral 4.4.

El establecimiento de infraestructura marina fija (diques, rompeolas, muelles, marinas y bordos) o cualquier otra obra que gane terreno a la unidad hidrológica en zonas de manglar queda prohibida excepto cuando tenga por objeto el mantenimiento o restauración de ésta.

Es importante mencionar que la colocación de las estructuras tiene como principal propósito el mantenimiento y la restauración de la zona de playa. Dada la ubicación del manglar con respecto a las actividades propuestas éste no se afectará ni será objeto de restauración.

Numeral 4.5.

Cualquier bordo colindante con el manglar deberá evitar bloquear el flujo natural del agua hacia el humedal costero.

El proyecto no pretende bloquear el flujo natural del agua hacia el humedal costero, este se ha estructurado para garantizar el paralelo y perpendicular de flujo hidrológico del mar.

Numeral 4.6.

Se debe evitar la degradación de los humedales costeros por contaminación y asolvamiento.

El proyecto contempla una serie de medidas de mitigación, control y protección con la finalidad de evitar la contaminación y asolvamiento. Se llevará a cabo programas de monitoreo para determinar la calidad de los ecosistemas de las bahías de Chemuyil – Chemuyilito.

Numeral 4.7.

La persona física o moral que utilice o vierta agua proveniente de la cuenca que alimenta a los humedales costeros, deberá restituirla al cuerpo de agua y asegurarse de que el volumen, pH, salinidad, oxígeno disuelto, temperatura y la calidad del agua que llega al humedal costero garanticen la viabilidad del mismo.

Estará prohibido el uso o vertimiento de agua proveniente de la cuenca que alimenta a los humedales costeros de la región. Se llevará a cabo programas de monitoreo para determinar la calidad de los ecosistemas de las bahías de Chemuyil – Chemuyilito incluida el agua de los manglares y del agua de mar cercana a éste.

Numeral 4.8.

Se deberá prevenir que el vertimiento de agua que contenga contaminantes orgánicos y químicos, sedimentos, carbón metales pesados, solventes, grasas, aceites combustibles o modifiquen la temperatura del cuerpo de agua; alteren el equilibrio ecológico, dañen el ecosistema o a sus componentes vivos. Las descargas provenientes de granjas acuícolas, centros pecuarios, industrias, centros urbanos, desarrollos turísticos y otras actividades productivas que se vierten a los humedales costeros deberán ser tratadas y cumplir cabalmente con las normas establecidas según el caso.

El proyecto considera la implementación de medidas de mitigación para evitar la contaminación de las Bahías de Chemuyil – Chemuyilito. Todas las aguas residuales generadas durante la construcción del proyecto, serán enviadas a disposición con empresas autorizadas en la materia. En operación el proyecto Desarrollo Turístico Ecotur, prevé el tratamiento de las aguas residuales a través de una planta por lo que en ningún momento se tendrán descargas al mar o a los manglares.

Numeral 4.9.

El permiso de vertimiento de aguas residuales a la unidad hidrológica debe ser solicitado

directamente a la autoridad competente, quien le fijará las condiciones de calidad de la descarga y el monitoreo que deberá realizar.

El proyecto no contempla el vertimiento de aguas residuales, por otra parte se solicitará a la secretaria de comunicaciones y transporte (SCT), el permiso correspondiente, para llevar a cabo el vertimiento de arena en la zona de playa, así como para la colocación de los arrecifes artificiales.

Numeral 4.10.

La extracción de agua subterránea por bombeo en áreas colindantes a un manglar debe de garantizar el balance hidrológico en el cuerpo de agua y la vegetación, evitando la intrusión de la cuña salina en el acuífero.

El proyecto no pretende la extracción de agua subterránea por bombeo por lo que el balance hidrológico del cuerpo de agua que soporta la vegetación en particular del humedal que se ubica fuera del proyecto, no será afectado.

Numeral 4.11.

Se debe evitar la introducción de ejemplares o poblaciones que se puedan tornar perjudiciales, en aquellos casos en donde existan evidencias de que algunas especies estén provocando un daño inminente a los humedales costeros en zona de manglar, la Secretaría evaluará el daño ambiental y dictará las medidas de control correspondientes.

El proyecto, no considera la introducción de especies de flora y fauna exóticas. Para la reforestación de la duna artificial, se utilizarán especies nativas del lugar (riñonina y uva de mar). Adicionalmente, se contempla la reforestación de arrecifes artificial con corales, producto del **programa de rescate y protección del proyecto**.

Numeral 4.12.

Se deberá considerar en los estudios de impacto ambiental, así como en los ordenamientos ecológicos, el balance entre el aporte hídrico proveniente de la cuenca continental y el de las mareas, mismas que determinan la mezcla de aguas dulce y salada recreando las condiciones estuarinas, determinantes en los humedales costeros y las comunidades vegetales que soportan.

El proyecto no pretende bloquear el flujo natural del agua hacia el humedal costero, este se ha estructurado para garantizar el paralelo y perpendicular de flujo hidrológico del mar.

Numeral 4.13.

En caso de que sea necesario trazar una vía de comunicación en tramos cortos de un humedal o sobre un humedal, se deberá garantizar que la vía de comunicación es trazada sobre pilotes que permitirán el libre flujo hidráulico dentro del ecosistema, así como garantizar el libre pasó de la fauna silvestre. Durante el proceso constructivo se utilizarán métodos de construcción en fase (por sobre posición continua de la obra) que no dañen el suelo del humedal, no generen depósito de material de construcción ni genere residuos sólidos en el área.

El Proyecto **NO** contempla el uso del humedal para el trazo de vías de comunicación.

Numeral 4.14.

La construcción de vías de comunicación aledañas, colindantes o paralelas al flujo del humedal costero, deberá incluir drenes y alcantarillas que permitan el libre flujo del agua y de luz. Se deberá dejar una franja de protección de 100 m (cien metros) como mínimo la cual se medirá a partir del límite del derecho de vía al límite de la comunidad vegetal, y los taludes recubiertos con vegetación nativa que garanticen su estabilidad.

El Proyecto para **NO** contempla el uso del humedal.

Numeral 4.15.

Cualquier servicio que utilice postes, ductos, torres y líneas, deberá ser dispuesto sobre el derecho de vía. En caso de no existir alguna vía de comunicación se deberá buscar en lo posible bordear la comunidad de manglar, o en el caso de cruzar el manglar procurar el menor impacto posible.

El Proyecto **NO** contempla la instalación de servicios.

Numeral 4.16.

Las actividades productivas como la agropecuaria, acuícola intensiva o semi-intensiva, infraestructura urbana, o alguna otra que sea aledaña o colindante con la vegetación de un humedal costero, deberán dejar una distancia mínima de 100 m respecto al límite de la vegetación, en la cual no se permitirá actividades productivas o de apoyo.

Conforme a lo establecido en el plan Maestro presentado en este documento, el proyecto no se ajusta a lo dispuesto en este numeral, toda vez que el punto más cercano al humedal, es de aproximadamente 2 metros, aún cuando esto no representa ningún tipo

de desplante sobre este ecosistema para dar cumplimiento a este numeral, se considera la aplicación de medidas de compensación según lo establecido por el numeral 4.43.

Numeral 4.17.

La obtención del material para construcción, se deberá realizar de los bancos de préstamo señalados por la autoridad competente, los cuales estarán ubicados fuera del área que ocupan los manglares y en sitios que no tengan influencia sobre la dinámica ecológica de los ecosistemas que los contienen.

Para la obtención de la arena requerida para el mejoramiento de las playas de las bahías de Chemuyil y Chemuyilito, se encontró un **banco de arena** a aproximadamente 400 metros de las bahías, la cual, conforme a los estudios granulométricos, tiene las mismas características que la arena localizada en la zona de playa por lo que se presume que se trata de la misma, transportada y depositada por la presencia de fenómenos hidrometeorológicos frecuentes.

Numeral 4.18.

Queda prohibido el relleno, desmonte, quema y desecación de vegetación de humedal costero, para ser transformado en potreros, rellenos sanitarios, asentamientos humanos, bordos, o cualquier otra obra que implique pérdida de vegetación, que no haya sido autorizada por medio de un cambio de utilización de terrenos forestales y especificada en el informe preventivo o, en su caso, el estudio de impacto ambiental.

El proyecto **NO** contempla la realización de este tipo de actividades. El diseño del proyecto mantendrá la estructura del ecosistema y los servicios ecológicos, se mantendrá en un 100% la zona del humedal costero, de acuerdo a los estudios realizados de modelación del oleaje, los procesos ambientales que los sostienen como es la hidrología superficial y subterránea no serán afectados por la ejecución del proyecto.

Numeral 4.19.

Queda prohibida la ubicación de zonas de tiro o disposición del material de dragado dentro del manglar, y en sitios en la unidad hidrológica donde haya el riesgo de obstrucción de los flujos hidrológicos de escurrimiento y mareas.

El proyecto **NO** contempla la realización de este tipo de actividades.

Numeral 4.20.

Queda prohibida la disposición de residuos sólidos en humedales costeros.

En la etapa de preparación del sitio y demás del proyecto, se considera implementar un **programa para el manejo adecuado de los residuos sólidos.**

Numeral 4.21.

Queda prohibida la instalación de granjas camaronícolas industriales intensivas o semintensivas en zonas de manglar y lagunas costeras, y queda limitado a zonas de marismas y a terrenos más elevados sin vegetación primaria en los que la superficie del proyecto no exceda el equivalente de 10% de la superficie de la laguna costera receptora de sus efluentes en lo que se determina la capacidad de carga de la unidad hidrológica. Esta medida responde a la afectación que tienen las aguas residuales de las granjas camaronícolas en la calidad del agua, así como su tiempo de residencia en el humedal costero y el ecosistema.

Esta actividad **NO** está prevista por el proyecto, por lo que la especificación no aplica al mismo.

Numeral 4.22.

No se permite la construcción de infraestructura acuícola en áreas cubiertas de vegetación de manglar, a excepción de canales de toma y descarga, los cuales deberán contar previamente con autorización en materia de impacto ambiental y de cambio de utilización de terrenos forestales.

Esta actividad **NO** está prevista por el proyecto.

Numeral 4.23.

En los casos de autorización de canalización, el área de manglar a deforestar deberá ser exclusivamente la aprobada tanto en la resolución de impacto ambiental y la autorización de cambio de utilización de terrenos forestales. No se permite la desviación o rectificación de canales naturales o de cualquier porción de una unidad hidrológica que contenga o no vegetación de manglar.

El proyecto NO contempla la canalización del área de manglar.

Numeral 4.24.

Se favorecerán los proyectos de unidades de producción acuícola que utilicen tecnología de toma descarga de agua, diferente a la canalización.

Esta actividad **NO** está prevista por el proyecto, por lo que la especificación no aplica al mismo.

Numeral 4.25.

La actividad acuícola deberá contemplar preferentemente post-larvas de especies nativas producidas en laboratorio.

Esta actividad **NO** está prevista por el proyecto, por lo que la especificación no aplica al mismo.

Numeral 4.26.

Los canales de llamada que extraigan agua de la unidad hidrológica donde se ubique la zona de manglares deberá evitar, la remoción de larvas y juveniles de peces y moluscos.

No se contempla la extracción de agua de la unidad hidrológica, sin embargo se tendrá cuidado durante en no remover larvas y/o juveniles de peces y moluscos, durante la ejecución de las actividades del proyecto. Se contempla la ejecución de un programa de rescate y protección de la fauna marina.

Numeral 4.27.

Las obras o actividades extractivas relacionadas con la producción de sal, sólo podrán ubicarse en salitrales naturales; los bordos no deberán exceder el límite natural del salitral, ni obstruir el flujo natural de agua en el ecosistema.

Esta actividad **NO** está prevista por el proyecto, por lo que la especificación no aplica al mismo.

Numeral 4.28.

La infraestructura turística ubicada dentro de un humedal costero debe ser de bajo impacto, con materiales locales, de preferencia en palafitos que no alteren el flujo superficial del agua, cuya conexión sea a través de veredas flotantes, en áreas lejanas de sitios de anidación y percha de aves acuáticas, y requiere de zonificación, monitoreo y el informe preventivo.

Esta actividad **NO** está prevista por el proyecto, por lo que la especificación no aplica al mismo.

Numeral 4.29.

Las actividades de turismo náutico en los humedales costeros en zonas de manglar deben llevarse a cabo de tal forma que se evite cualquier daño al entorno ecológico, así como a las especies de fauna silvestre que en ellos se encuentran. Para ello, se establecerán zonas de embarque y desembarque, áreas específicas de restricción y áreas donde se reporte la presencia de especies en riesgo.

Esta actividad **NO** está prevista por el proyecto.

Numeral 4.30.

En áreas restringidas los motores fuera de borda deberán ser operados con precaución, navegando a velocidades bajas (no mayor de 8 nudos), y evitando zonas donde haya especies en riesgo como el manatí.

Esta actividad en zonas del humedal **NO** está prevista por el proyecto, por lo que la especificación no aplica al mismo.

Numeral 4.31.

El turismo educativo, ecoturismo y observación de aves en el humedal costero deberán llevarse a cabo a través de veredas flotantes, evitando la compactación del sustrato y el potencial de riesgo de disturbio a zonas de anidación de aves, tortugas y otras especies.

El proyecto **NO** considera este tipo de actividades.

Numeral 4.32.

Deberá de evitarse la fragmentación del humedal costero mediante la reducción del número de caminos de acceso a la playa en centros turísticos y otros. Un humedal costero menor a 5 km de longitud del eje mayor, deberá tener un solo acceso a la playa y éste deberá ser ubicado en su periferia. Los accesos que crucen humedales costeros mayores a 5 km de longitud con respecto al eje mayor, deben estar ubicados como mínimo a una distancia de 30 m uno de otro.

NO aplica al proyecto ya que como se ha manifestado la zona del proyecto (federal y marina), no cuenta con vegetación de humedal si no que se ubica fuera del mismo.

Numeral 4.33.

La construcción de canales deberá garantizar que no se fragmentará el ecosistema y que los canales permitirán su continuidad, se dará preferencia a las obras o el desarrollo de infraestructura que tienda a reducir el número de canales en los manglares.

Con el fin de evaluar los impactos del proyecto de Mejoramiento y Estabilización de playa, se analizó un modelo de la hidrodinámica después de efectuar cambios sobre la línea de costa, pudiendo observar que los patrones de circulación, no produce cambios significantes en el patrón de circulación.

Numeral 4.34.

Se debe evitar la compactación del sedimento en marismas y humedales costeros como resultado del paso de ganado, personas, vehículos y otros factores antropogénicos.

Se prevén la implementación de medidas de mitigación y monitoreo de sedimentos en marismas y humedales costeros.

Numeral 4.35.

Se dará preferencia a las obras y actividades que tiendan a restaurar, proteger o conservar las áreas de manglar ubicadas en las orillas e interiores de las bahías, estuarios, lagunas costeras y otros cuerpos de agua que sirvan como corredores biológicos y que faciliten el libre tránsito de la fauna silvestre.

El proyecto contempla el mejoramiento y rehabilitación de la zona de playa, lo cual traerá como consecuente la estabilización del humedal, adyacente al proyecto, asimismo con la ampliación de la duna se facilitará el libre tránsito de la fauna silvestre.

Numeral 4.36.

Se deberán restaurar, proteger o conservar las áreas de manglar ubicadas en las orillas e interiores de las bahías, estuarios, lagunas costeras y otros cuerpos de agua que sirvan como corredores biológicos y que faciliten el libre tránsito de la fauna silvestre, de acuerdo como se determinen en el Informe Preventivo.

Se implementarán medidas de protección de las áreas de manglar adyacentes al proyecto.

Numeral 4.37.

Se deberá favorecer y propiciar la regeneración natural de la unidad hidrológica,

comunidad vegetales y animales mediante el restablecimiento de la dinámica hidrológica y flujos hídricos continentales (ríos de superficie y subterráneos, arroyos permanentes y temporales, escurrimientos terrestres laminares, aportes del manto freático), la eliminación de vertimientos de aguas residuales y sin tratamiento protegiendo las áreas que presenten potencial para ello.

El proyecto no contempla la modificación de la unidad hidrológica de las bahías de Chemuyil–Chemuyilito, de acuerdo a los estudios realizados se tiene contemplado que el flujo hidrológico se mantendrá, por lo que no es necesario la regeneración natural de la misma. La colocación de los arrecifes artificiales no representa una superficie muy grande, ya que esta solamente suma un total de 2,400 m², de las bahías de Chemuyil.

Numeral 4.38.

Los programas proyectos de restauración de manglares deberán estar fundamentados científica y técnicamente y aprobados en la resolución de impacto ambiental, previa consulta a un grupo colegiado. Dicho proyecto deberá contar con un protocolo que sirva de línea de base para determinar las acciones a realizar.

El proyecto **NO** contempla programas de restauración de manglares.

Numeral 4.39.

La restauración de humedales costeros con zonas de manglar deberá utilizar el mayor número de especies nativas dominantes en el área a ser restaurada, tomando en cuenta la estructura y composición de la comunidad vegetal local, los suelos, hidrología y las condiciones del ecosistema donde se encuentre.

El proyecto **NO** contempla programas de restauración de manglares. Sin embargo, se llevarán a cabo acciones de revegetación. Se sembrará vegetación nativa sobre la duna (principalmente Riñonina, uva de mar y Suriana).

Numeral 4.40.

Queda estrictamente prohibido introducir especies exóticas para las actividades de restauración de los humedales costeros.

El proyecto **NO** contempla programas de restauración de manglares. Sin embargo, se llevarán a cabo acciones de revegetación. Se sembrará vegetación nativa sobre la duna (principalmente Riñonina, uva de mar y Suriana).

Numeral 4.41.

La mayoría de los humedales costeros restaurados y creados requerirán de por lo menos de tres a cinco años de monitoreo, con la finalidad de asegurar que el humedal costero alcance la madurez y el desempeño óptimo.

El proyecto **NO** contempla programas de restauración de manglares.

Numeral 4.42.

Los estudios de impacto ambiental y ordenamiento deberán considerar un estudio integral de la unidad hidrológica donde se ubican los humedales costeros.

Con el fin de evaluar los impactos del proyecto de Mejoramiento y Estabilización de playa frente al desarrollo Puerto Cancún, se analizó un modelo de la hidrodinámica después de efectuar cambios sobre la línea de costa, pudiendo observar que los patrones, no produce cambios significantes en el patrón de circulación, ver **Anexo D**.

Numeral 4.43.

La prohibición de obras y actividades estipuladas en los numerales 4.4 y 4.22 y los límites establecidos en los numerales 4.14 y 4.16 podrán exceptuarse siempre que en el informe preventivo o en la manifestación de impacto ambiental, según sea el caso, se establezcan medidas de compensación en beneficio de los humedales y se obtenga la autorización de cambio de uso del suelo correspondiente.

La zona donde se realizarán los trabajos **no cuenta con vegetación de mangle**, sin embargo, en la zona de costa, se observa la presencia del humedal. Por lo que, en atención a los numerales 4.14 y 4.16, la promovente propone acciones de compensación en el límite colindante del Manglar, ver **Anexo F**.

III.1.5. LEY GENERAL DE CAMBIO CLIMÁTICO.

En atención a las nuevas políticas públicas en materia de protección al ambiente, la Ley General de Cambio Climático (LGCC) ha creado un marco jurídico que permita promover la reducción de emisiones y la adaptación y mitigación a los impactos derivados del cambio climático. De acuerdo a la LGCC existe un principio denominado Responsabilidad ambiental, mediante el cual obliga a quien realice obras o actividades que afecten o puedan afectar al medio ambiente, a prevenir, minimizar, mitigar, reparar, restaurar y, en última instancia, a compensar los daños que cause (Artículo 26, fracción VII).

Por ello, el proyecto contempla la implementación de diversas medidas de mitigación, establecidas en el Capítulo 6 de la presente MIA-R, que pretenden disminuir los posibles impactos generados con la ejecución del mismo, entre las cuales se puede mencionar.

- ✚ Manejo adecuado de residuos, se realizará la separación de los residuos, así como su reciclaje.
- ✚ Se reforestará la zona de dunas, para el establecimiento de áreas verdes que ayudarán a la capturar el CO₂ emitido.
- ✚ Se deberá observar el cumplimiento de las Normas Oficiales Mexicanas y en general la legislación aplicable referente a emisión de contaminantes y ruido, en todos los eventos que se requiera maquinaria y vehículos de construcción.
- ✚ Los responsables del manejo de transporte, maquinaria y equipos de combustión interna que mantengan sus vehículos y maquinarias en condiciones óptimas de operación.
- ✚ Se evitará que vehículos, maquinaria y equipo se queden funcionando mientras no sea necesario, a fin de reducir la emisión de contaminantes por el uso de combustible.

III.1.6. LEY FEDERAL DEL MAR.

En México la zona marina tiene su fundamento en la Ley Federal del Mar de 1986, la cual incluye: el mar territorial, las aguas marinas interiores, la zona contigua, la zona económica exclusiva, la plataforma continental y las plataformas insulares, y cualquier otra permitida por el derecho internacional (Artículo 3º), cuya jurisdicción, propiedad y soberanía recaen en la Nación respecto de la protección y preservación del medio marino, prevenir su contaminación y promover el desarrollo de la zona costera (Artículo 6, fracción IV y V).

En virtud de ello, el proyecto elabora el presente estudio de impacto ambiental en el cual se demuestra que las actividades propias de rehabilitación en la zona de playa y zona marina, inmerso en las aguas marinas interiores, advierte diversas medidas de mitigación y compensación que pretenden disminuir los posibles impactos generados con la ejecución del mismo.

III.1.7. LEY DE AGUAS NACIONALES.

Dentro de las disposiciones aplicables incluidas por esta Ley, se encuentran las aguas de zonas marinas mexicanas en tanto a la conservación y control de su calidad (segundo párrafo del Artículo 2º) siendo de manera específica al proyecto lo referente al uso,

aprovechamiento y explotación de aguas nacionales de forma que se preserve su cantidad y calidad a efecto de lograr un desarrollo integral sustentable.

En ese sentido, el proyecto se obliga a no ocasionar ningún daño ambiental, manteniendo el equilibrio en los ecosistemas y en su caso realizando las medidas necesarias para prevenir su contaminación -véase Capítulo VI- se contempla un monitoreo permanente de la calidad de agua marina para evitar algún tipo de alteración ocasionado por la actividad turística que se pretende en la zona.

Se tendrá especial cuidado en que el proyecto colindante al mar denominado “Desarrollo Turístico Ecotur” cumpla con las disposiciones de aprovechamiento y descarga de aguas residuales por lo que en su momento, tramitarán **los permisos de obra correspondiente ante la Autoridad competente**. No obstante ello, el proyecto sometido a evaluación en sí, solo contempla el aprovechamiento del agua marina para el nado y disfrute de los turistas.

III.1.8. LEY DE PUERTOS.

Con fundamento en los artículos 16 fracción VII y 20, la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, es la autoridad competente en materia de puertos para la autorización de obras marítimas con observancia en las normas aplicables en materia ecológica. En consecuencia, el promovente se sujeta a la obtención de dicho permiso para la colocación de los arrecifes artificiales, vertido de arena y una duna artificial y construcción de las caletas, con el objetivo principal de mejorar el aspecto de la playa, recuperar parte de la playa erosionada con el paso de los años y obtener área de playa útil.

III.1.9. PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO GENERAL DEL TERRITORIO (POEGT).

De acuerdo al POEGT, el proyecto se localiza en la Unidad Ambiental Biofísica (UAB) 62, Región ecológica 17.33, que corresponde al Karts de Yucatán y Quintana Roo, con política ambiental de restauración, protección y aprovechamiento sustentable. La instrumentación del proyecto se adecua, en alcances y características, a la política establecida para dicha UAB y en concordancia con lo también señalado en otros documentos de política territorial y ambiental, como es el caso del **Programa de ordenamiento ecológico marino y regional del golfo de México y mar Caribe** y el **Programa de ordenamiento ecológico territorial de la Región Corredor Cancun - Tulum**, instrumentos que se analizan y describen más adelante.

III.1.10. PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO MARINO Y REGIONAL DEL GOLFO DE MÉXICO Y MAR CARIBE.

De las 203 Unidades de Gestión Ambiental (UGA), clasificadas en Marinas y Regionales, que contempla el POE Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe, por la ubicación geográfica donde se localiza el proyecto, le aplica las UGA's Regional 139 y Marina 178, denominadas Solidaridad y Zona Marina de Competencia Federal, respectivamente; cuyas acciones generales, específicas y demás criterios de zona costera inmediata Mar Caribe, son vinculados a continuación conforme a las características propias del proyecto:

ACCIONES GENERALES APLICABLES PARA LAS UGAS 139 Y 178.

Clave	Acciones Generales
CG001	Promover el uso de tecnologías y prácticas de manejo para el uso eficiente del agua en coordinación con la CONAGUA y demás autoridades competentes.
El proyecto no contempla el uso del agua. Por lo que este criterio no aplica.	
CG002	Promover el establecimiento del pago por servicios ambientales hídricos en coordinación con la CONAGUA y las demás autoridades competentes.
El proyecto no contempla el uso del agua. Por lo que este criterio no aplica.	
CG003	Impulsar y apoyar la creación de UMA para evitar el comercio de especies de extracción y sustituirla por especies de producción.
Debido a las características del proyecto, no se contempla la creación de una UMA, sin embargo, se establecerán medidas de mitigación para evitar el comercio de especies de extracción. Es importante mencionar que la promotora, cuenta con un programa de protección de las tortugas que arriban a las playas de las Bahías de Chemuyil – Chemuyilito, el cual se realiza en conjunto con la Fundación Flora, Fauna y Cultura de Mexico, A.C.	
CG004	Instrumentar o en su caso reforzar las campañas de vigilancia y control de las actividades extractivas de flora y fauna silvestre, particularmente para las especies registradas en la Norma Oficial Mexicana, Protección ambiental-Especies Nativas de México de Flora y Fauna Silvestre-Categoría de Riesgo y Especificaciones para su Inclusión, Exclusión o Cambio-Lista de Especies en Riesgo (NOM-059-SEMARNAT-2010).
La promotora, a través de la presente MIA-P, comprueba que no se pone en riesgo o se generan desequilibrios en el ambiente que representen peligro para alguna especie de flora o fauna silvestre, ni en la zona marina, ni en la terrestre. Se establecerán medidas de mitigación para evitar el comercio de especies de extracción. Es importante mencionar que la promotora, cuenta con un programa de protección de las tortugas que arriban a las playas de las Bahías de Chemuyil – Chemuyilito.	
CG005	Establecer bancos de germoplasma, conforme a la legislación aplicable.
Debido a las características propias del proyecto, no se contempla la creación de bancos de germoplasma.	
CG006	Reducir la emisión de gases de efecto invernadero.
El proyecto contempla la implementación de diversas medidas de mitigación, establecidas en el Capítulo 6 de la presente MIA-R, que pretenden disminuir los posibles impactos generados con la ejecución del mismo, entre las cuales se puede mencionar.	
<ul style="list-style-type: none"> ✚ Manejo adecuado de residuos, se realizará la separación de los residuos, así como su reciclaje. ✚ Se reforestará la zona de dunas, para el establecimiento de áreas verdes que ayudarán a la capturar el CO₂ emitido. ✚ Se deberá observar el cumplimiento de las Normas Oficiales Mexicanas y en general la legislación 	

aplicable referente a emisión de contaminantes y ruido, en todos los eventos que se requiera maquinaria y vehículos de construcción.	
<ul style="list-style-type: none"> ✚ Los responsables del manejo de transporte, maquinaria y equipos de combustión interna que mantengan sus vehículos y maquinarias en condiciones óptimas de operación. ✚ Se evitará que vehículos, maquinaria y equipo se queden funcionando mientras no sea necesario, a fin de reducir la emisión de contaminantes por el uso de combustible. 	
CG007	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.
Debido a las características propias del proyecto, no se contempla este tipo de programas.	
CG008	El uso de Organismos Genéticamente Modificados debe realizarse conforme a la legislación vigente.
Dada las características propias del proyecto, este criterio no aplica.	
CG009	Planificar las acciones de construcción de infraestructura, en particular la de comunicaciones terrestres para evitar la fragmentación del hábitat.
El proyecto fue planificado tomando en cuenta diversos estudios técnicos – ambientales, como hidrología marina, muestreos de vegetación y fauna, baltimetría y volumetría.	
CG010	Instrumentar campañas y mecanismos para la reutilización de áreas agropecuarias para evitar su expansión hacia áreas naturales.
Dada las características propias del proyecto, este criterio no aplica.	
CG011	Instrumentar medidas de control para minimizar las afectaciones producidas a los ecosistemas costeros por efecto de las actividades humanas.
El proyecto contempla la instrumentación de medidas de mitigación y programas para la reducción de los impactos producidos por las actividades del proyecto, ver capítulo 6.	
CG012	Impulsar la ubicación o reubicación de parques industriales en sitios ya perturbados o de escaso valor ambiental.
Dada las características propias del proyecto, este criterio no aplica.	
CG013	Evitar la introducción de especies potencialmente invasoras en o cerca de las coberturas vegetales nativas.
Se llevarán a cabo acciones de revegetación. Se sembrará vegetación nativa sobre la duna (principalmente Riñonina, uva de mar y Suriana).	
CG014	Promover la reforestación en los márgenes de los ríos.
Dada las características propias del proyecto, este criterio no aplica.	
CG015	Evitar el asentamiento de zonas industriales o humanas en los márgenes o zonas inmediatas a los cauces de los ríos.
El presente criterio no es aplicable ya que no promueve el asentamiento de zonas industriales o humanas.	
CG016	Reforestar las laderas de las montañas con vegetación nativa de la región.
De acuerdo a la ubicación del proyecto, este criterio no es vinculante.	
CG017	Desincentivar las actividades agrícolas en las zonas con pendientes mayores a 50%.
De acuerdo a la ubicación del proyecto, este criterio no es vinculante.	
CG018	Recuperar la vegetación que consolide los márgenes de los cauces naturales en el ASO, de conformidad por lo dispuesto en la Ley de Aguas Nacionales, la Ley General de Vida Silvestre y demás disposiciones jurídicas aplicables.
De acuerdo a la ubicación del proyecto, este criterio no es vinculante.	
CG019	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.
En las siguientes secciones se vincula el proyecto con el Programa de Ordenamiento Ecológico de la Región denominada Corredor Cancún Tulum.	

CG020	Recuperar y mantener la vegetación natural en las riberas de los ríos y zonas inundables asociadas a ellos.
Se llevarán a cabo acciones de revegetación. Se sembrará vegetación nativa sobre la duna artificial (principalmente Riñonina, principalmente Riñonina, uva de mar y Suriana).	
Asimismo, la construcción de la duna artificial y el mejoramiento con arena de la zona de playa, ayudara a estabilizar la línea de costa, restablecera las condiciones de la playa, incrementado las zonas para la anidación de tortugas. Se reitera que en su mayoría, el perfil litoral es rocoso y sin tanta vegetación.	
CG021	Promover las tecnologías productivas en sustitución de las extractivas.
El proyecto es turístico, pertenece al sector de servicios, no realiza actividades de producción ni de extracción. El proyecto no es vinculable con esta acción.	
CG022	Promover el uso de tecnologías productivas intensivas en sustitución de las extensivas.
El proyecto es turístico, pertenece al sector de servicios, no realiza actividades de producción ni de extracción. El proyecto no es vinculable con esta acción.	
CG023	Implementar campañas de control de especies que puedan convertirse en plagas .
Dada las características propias del proyecto, este criterio no aplica.	
CG024	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.
Se llevarán a cabo acciones de revegetación. Se sembrará vegetación nativa sobre la duna (principalmente Riñonina, uva de mar y Suriana). Adicionalmente, se contempla la reforestación de arrecifes artificial con corales, producto del programa de rescate y protección del proyecto.	
CG025	Fomentar el uso de especies nativas que posean una alta tolerancia a parámetros ambientales cambiantes para las actividades productivas.
Se sembrará vegetación nativa sobre la duna (Riñonina, uva de mar y Suriana), las cuales son aptas a las condiciones de la zona.	
CG026	Identificar las áreas importantes para el mantenimiento de la conectividad ambiental en gradientes altitudinales y promover su conservación (o rehabilitación).
Dentro de la zona se han identificado diversos ecosistemas de importancia, como la zona de manglar, los arrecifes y la zona de playa para la anidación de tortuga, las cuales serán conservadas al 100% por el proyecto. Es interés del promovente que la autorización de operación y mantenimiento se otorgue por 50 años, con objeto de llevar a cabo el mantenimiento regular que evite solicitar constantemente permisos en materia de impacto ambiental para la conservación de la playa, particularmente después de la presencia de fenómenos hidrometeorológicos en la zona.	
CG027	Promover el uso de combustibles de no origen fósil .
El proyecto promoverá el uso de tecnologías que no utilicen combustibles fósiles (bombas eléctricas).	
CG028	Promover el uso de energías renovables .
Dadas las características del proyecto no aplica este criterio.	
CG029	Promover un aprovechamiento sustentable de la energía .
Dadas las características del proyecto no aplica este criterio.	
CG030	Fomentar la producción y uso de equipos energéticamente más eficientes .
Dadas las características del proyecto no aplica este criterio.	
CG031	Promover la sustitución a combustibles limpios , en los casos en que sea posible, por otros que emitan menos contaminantes que contribuyan al calentamiento global.
El proyecto promoverá el uso de tecnologías que no utilicen combustibles fósiles (bombas eléctricas).	
CG032	Promover la generación y uso de energía a partir de hidrógeno .
Dadas las características del proyecto no aplica este criterio.	
CG033	Promover la investigación y desarrollo en tecnologías limpias .
Dadas las características del proyecto no aplica este criterio. Le corresponde a la SENER y a la CFE	

implementar estas tecnologías.	
CG034	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.
Dada las características propias del proyecto, este criterio no aplica.	
CG035	Establecer medidas que incrementen la eficiencia energética de las instalaciones domésticas existentes .
Dada las características propias del proyecto, este criterio no aplica.	
CG036	Establecer medidas que incrementen la eficiencia energética de las instalaciones industriales existentes .
Dada las características propias del proyecto, este criterio no aplica.	
CG037	Elaborar modelos (sistemas mundiales de zonificación agro-ecológica) que permitan evaluar la sostenibilidad de la producción de cultivos; en diferentes condiciones del suelo, climáticas y del terreno.
El proyecto se ubica en una zona de playa, por lo que no es vinculante el citado criterio.	
CG038	Evaluar la potencialidad del suelo para la captura de carbono .
Dada las características propias del proyecto, este criterio no aplica.	
CG039	Promover y fortalecer la formulación e instrumentación de los ordenamientos ecológicos locales en el ASO.
El proyecto ha vinculado los criterios que conforme al Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial de la Región denominada Corredor Cancún-Tulum le corresponden, de acuerdo a su ubicación y descripción de la actividad a realizar.	
CG040	Fomentar la participación de las industrias en el Programa Nacional de Auditoría Ambiental .
Dada las características propias del proyecto, este criterio no aplica. Sin embargo, se fomentará la obtención de certificados internacionales que demuestren la calidad de la playa, como blue flag.	
CG041	Fomentar la elaboración de Programas de Desarrollo Urbano en los principales centros de población de los municipios.
Dada las características propias del proyecto, este criterio no aplica.	
CG042	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.
Dada las características propias del proyecto, este criterio no aplica.	
CG043	LA SEMARNAT, considerará el contenido aplicable de este Programa. En su participación para la actualización de la Carta Nacional Pesquera , Asimismo, lo considerará en las medidas tendientes a la protección de quelonios, mamíferos marinos y especies bajo un estado especial de protección, que dicte de conformidad con la Ley General de Pesca y Acuacultura Sustentable.
El proyecto de estudio se encuentra dentro del “Programa de Conservación de Tortugas Marinas en la Riviera Maya-Tulum”, por la fundación “Flora, Fauna y Cultura de México, A.C.”, el cual abarca 13 playas protegidas a través de cinco campamentos tortugeros, de los cuales el campamento de Aventuras DIF se encuentra en Bahía Principe al Norte de Bahía Chemuyil, y el campamento de Xcabel se encuentra en Bahía de Xcabel-Xcabelito al sur de Bahía Chemuyil. En el área de Chemuyil, específicamente en el sitio de estudio, en el año de 2016 se identificaron solamente 136 ejemplares de Carretta Carretta y 196 de Chelonia Mydas, esto es, muy pocas en comparación con las playas colindantes al norte y al sur del predio situación que pudiera deberse a lo rocosa de la playa y a la poca arena que tienen las áreas donde pudiera ser viable su arribazón.	
CG044	Contribuir a la construcción y reforzamiento de las cadena productivas y de comercialización interna y externa de las especies pesqueras.
Dada las características propias del proyecto, este criterio no aplica. Cabe mencionar que, los arrecifes artificiales pueden producir un sustentable incremento en la producción de peses en la zona. Japón tiene	

una larga historia de uso de arrecifes artificiales invirtiendo alrededor de US \$10 millones anuales en la construcción y despliegue de arrecifes artificiales en sus aguas costeras (Polovina & Sakai, 1989).	
CG045	Consolidar el servicio de transporte público en las localidades nodales.
Dada las características propias del proyecto, este criterio no aplica.	
CG046	Fomentar la ampliación o construcción de infraestructuras que liberen tránsito de paso , corredores congestionados y mejore el servicio de transporte.
Dada la ubicación y características propias del proyecto, este criterio no aplica.	
CG047	Impulsar la diversificación de actividades productivas .
Dada las características propias del proyecto, este criterio no aplica.	
CG048	Instrumentar y apoyar campañas para la prevención ante la eventualidad de desastres naturales.
Se llevará a cabo un programa de prevención de accidentes. El cual será puesto a consideración de las autoridades competentes.	
CG049	Fortalecer la creación o consolidación de los comités de protección civil .
Dadas las características del proyecto este criterio no le aplica.	
CG050	Promover que las construcciones de las casas habitación sean resistentes a eventos hidrometeorológicos.
De acuerdo a las características propias del proyecto, este criterio no le aplica.	
CG051	Realizar campañas de concientización sobre el manejo adecuado de residuos sólidos urbanos.
El proyecto llevara a cabo un programa de manejo adecuado de residuos sólidos y líquidos del proyecto. Se instruirá a los trabajadores de la prohibición de arrojar cualquier tipo de residuo sobre la vegetación o en el suelo o en la zona marina o cuerpos de agua.	
CG052	Implementar campañas de limpieza , particularmente en asentamientos suburbanos y urbanos (descacharrización, limpieza de solares, separación de basura, etc.).
El proyecto llevará a cabo un programa de manejo adecuado de residuos sólidos y líquidos del proyecto.	
CG053	Instrumentar programas y mecanismos de reutilización de las aguas residuales tratadas .
Durante las etapas de preparación del sitio y construcción los sanitarios para el personal de la obra, serán provistos mediante baños móviles, tipo SANIRENT, los cuales serán subcontratados en proporción de 1 sanitario por cada 10 trabajadores. La limpieza y disposición de las aguas residuales será a cargo de empresas autorizadas en la materia.	
CG054	Promover en el sector industrial la instalación y operación adecuada de plantas de tratamiento para sus descargas.
Dada las características del proyecto, este criterio no aplica. No obstante ello, se prevé que el desarrollo turístico que se construya colindante con la ZOFEMAT del proyecto cuente con una planta de tratamiento de aguas residuales	
CG055	La remoción parcial o total de vegetación forestal para el cambio de uso de suelo en terrenos forestales, o para el aprovechamiento de recursos maderables en terrenos forestales y preferentemente forestales, sólo podrá llevarse a cabo de conformidad con la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y demás disposiciones jurídicas aplicables.
El proyecto no contempla la remoción parcial o total de vegetación forestal. Por lo que éste criterio no aplica.	
CG056	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.
El proyecto no contempla la disposición final de residuos sólidos urbanos. Los residuos que sean generados serán puestos a disposición por empresas autorizadas por el municipio. El proyecto llevará a cabo un programa de manejo adecuado de residuos sólidos y líquidos del proyecto.	
CG057	Promover los estudios sobre los problemas de salud relacionados con los efectos del cambio climático.

De acuerdo a las características propias del proyecto, este criterio no le aplica.	
CG058	La gestión de residuos peligrosos deberá realizarse conforme a lo establecido por la legislación vigente y los lineamientos de la CICOPAFEST que resulten aplicables.
Durante la ejecución del proyecto se espera la generación de pequeñas cantidades de residuos peligrosos (grasas o aceites), los cuales serán enviados a disposición final, de acuerdo a lo establecido por la normatividad vigente.	
CG059	El desarrollo de infraestructura dentro de un ANP , deberá ser consistente con la legislación aplicable, el Programa de Manejo y el Decreto de creación correspondiente.
El proyecto se encuentra dentro de la recién promulgada Reserva de la Biosfera Caribe Mexicano, la cual será vinculada en las siguientes secciones. Se hace la aclaración que a la fecha dicha ANP no cuenta con un plan de manejo debidamente publicado que obligue a los particulares.	
CG060	Ubicar la construcción de infraestructura costera en sitios donde se minimice el impacto sobre la vegetación acuática sumergida .
Con el fin de evaluar los impactos del proyecto de Mejoramiento y Estabilización de playa, se analizó un modelo de la hidrodinámica después de efectuar cambios sobre la línea de costa, pudiendo observar que los patrones de circulación, no produce cambios significantes en el patrón de circulación. Para la colocación de las estructuras se realizó un muestreo para la caracterización de la fauna y la flora del lugar, colocando las estructuras en las zonas de menor afectación (arrecifes artificiales). En el capítulo VI se muestra la vegetación que será afectada por la colocación de las estructuras. Se espera que sobre el arrecife artificial crezca flora y fauna marina. Por lo que hace a los sitios en donde se prevé que pase la tubería para la extracción de arena se contempla la colocación de durmientes bajo la misma con la finalidad de no afectar la poca vegetación que llegara a existir.	
CG061	La construcción de infraestructura costera se deberá realizar con procesos y materiales que minimicen la contaminación del ambiente marino.
Para el mejoramiento del área de playa, se ha encontrado un banco de arena a aproximadamente 400-700 metros de distancia de las bahías, la cual, conforme a los estudios de granulometría ésta tiene las mismas características que la arena localizada en la zona de playa por lo que se presume que se trata de la misma. Por lo que no se contempla impactos por la calidad de los materiales que se usan para la construcción del proyecto. Por otra parte, las obras de geotextil, como su nombre indica, se realizan con elementos tridimensionales de geotextil rellenos de arena. Estos elementos se pueden considerar innovadores, económicos, ecológicos y alternativos frente a estructuras tradicionales (Antón Camacho, 2016).	
CG062	Implementar procesos de mejora de la actividad agropecuaria y aplicar mejores prácticas de manejo.
De acuerdo a las características propias del proyecto, este criterio no le aplica.	
CG063	Promover la elaboración de ordenamientos pesqueros y acuícolas a diferentes escalas y su vinculación con los ordenamientos ecológicos.
De acuerdo a las características propias del proyecto, este criterio no le aplica.	
CG064	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.
De acuerdo a las características propias del proyecto, este criterio no le aplica.	
CG065	La realización de obras y actividades en Áreas Naturales Protegidas, deberá contar con la opinión de la Dirección del ANP o en su caso de la Dirección Regional que corresponda, conforme lo establecido en el Decreto y Programa de Manejo del área respectiva.
El proyecto se encuentra dentro de la recién promulgada Reserva de la Biosfera Caribe Mexicano, la cual será vinculada en las siguientes secciones. A la fecha dicha ANP no cuenta con un plan de manejo debidamente publicado que obligue a los particulares.	

ACCIONES ESPECÍFICAS PARA LA UGA 139.

Clave	Acciones Específicas
A-001	Fortalecer los mecanismos para el control de la comercialización y uso de agroquímicos y pesticidas .
De acuerdo a las características propias del proyecto, este criterio no le aplica.	
A-002	Instrumentar mecanismos de capacitación para el manejo adecuado de agroquímicos y pesticidas .
De acuerdo a las características propias del proyecto, este criterio no le aplica.	
A-003	Fomentar el uso de fertilizantes orgánicos y abonos verdes en los procesos de fertilización del suelo de actividades agropecuarias y forestales.
De acuerdo a las características propias del proyecto, este criterio no le aplica.	
A-004	NO APLICA.
A-005	Fomentar la reducción de pérdida de agua durante los procesos de distribución de la misma.
De acuerdo a las características propias del proyecto, este criterio no le aplica.	
A-006	Implementar programas para la captación de agua de lluvia y el uso de aguas grises.
De acuerdo a las características propias del proyecto, este criterio no le aplica.	
A-007	Promover la constitución de áreas destinadas voluntariamente a la conservación o ANP en áreas aptas para la conservación o restauración de ecosistemas naturales.
De acuerdo a las características propias del proyecto, este criterio no le aplica. Sin embargo, el objetivo principal del proyecto es la rehabilitación de la zona de playa y zona marina, las cuales serán conservadas y protegidas. Asimismo, como se ha mencionado, se llevará a cabo un programa de prevención de accidentes, el cual será puesto a consideración de las autoridades competentes.	
A-008	Evitar las actividades humanas en las playas de anidación de tortugas marinas , salvo aquellas que estén autorizadas en los programas de conservación.
La zona del proyecto cuenta actualmente con un programa de manejo y protección de las tortugas marinas que arriba a las playas de las bahías de Chemuyil, el cual es ejecutado por la Fundación Flora, Fauna y Cultura de México, A.C. quien tiene autorización para operar en la zona como un campamento tortuguero otorgado por la Dirección General de Vida Silvestre de la SEMARNAT. Se hace la precisión que la promovente, quien es también la dueña del predio colindante, desde hace más de 10 años ha celebrado convenios con dicha asociación para trabajar de manera coordinada y en total apoyo a las actividades de protección de la tortuga marina en las bahías de Chemuyil – Chemuyilito.	
A-009	Fortalecer la inspección y vigilancia en las zonas de anidación y reproducción de las tortugas marinas.
La zona del proyecto cuenta actualmente con un programa de manejo y protección de las tortugas marinas que arriba a las playas de las bahías de Chemuyil.	
A-010	Fortalecer el apoyo económico de las actividades de conservación de las tortugas marinas .
El promovente cuenta con un convenio con la fundación Flora, Fauna y Cultura de México, A.C. para la ejecución de un programa de manejo y protección de las tortugas marinas que arriba a las playas de las bahías de Chemuyil. Al desarrollarse los predios colindantes con el proyecto, eventualmente se dará uso a la ZOFEMAT, lo cual generará el pago de derechos, siendo que parte de la recaudación de dichas contribuciones es destinada por la autoridad al apoyo de los programas de conservación de tortugas en el estado.	
A-011	Establecer e impulsar programas de restauración y recuperación de la cobertura vegetal original para revertir el avance de la frontera agropecuaria.
No aplica debido a que la zona del proyecto es considerada para el uso turístico.	
A-012	Promover la preservación de las dunas costeras y su vegetación natural, a través de la ubicación de la infraestructura detrás del cordón de dunas frontales .

<p>La zona de playa de las bahías se encuentra en un área en la que se presentan dos escenarios, uno de costa rocosa y otro con playas no muy anchas con poca arena, llena de residuos sólidos, piedras y sargazo, por lo que la zona de duna se encuentra inestable y vulnerable a eventos climatológicos, por lo que se contempla la construcción de una Duna Artificial (D1) que funcionará como duna frontal, logrando de esta forma, la estabilización de la línea de costa e incrementar las poblaciones de flora y fauna del lugar.</p>	
A-013	<p>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.</p>
<p>No se utilizarán embarcaciones que pudiesen introducir especies potencialmente invasoras. Además, se vigilará que los vehículos y maquinaria a utilizarse en la construcción del proyecto se encuentren en perfecto estado para que no sean un riesgo potencial de contaminación por hidrocarburos, hacia la zona marina o terrestre. Durante la ejecución de la obra se realizarán diversas medidas de mitigación, la cuales, a su vez, serán puestas a consideración de la SCT.</p>	
A-014	<p>Instrumentar campañas de restauración, reforestación y recuperación de manglares y otros humedales en las zonas de mayor viabilidad ecológica.</p>
<p>El proyecto contempla la preservación del 100% de la zona de manglar, por lo que no se tiene contemplando Instrumentar campañas de restauración, reforestación y recuperación de manglares, sin embargo, se adicionalmente se contempla la implementación de medidas de protección y control de la zona de manglar, ver Capítulo V, además de la reforestación de la duna costera la cual también se trata de un ecosistema muy importante en la cadena para evitar la erosión de las playas.</p>	
A-015	<p>Promover e impulsar la reubicación de instalaciones que se encuentran sobre las dunas arenosas en la zona costera del ASO.</p>
<p>No se tiene contemplado la colocación de instalaciones sobre la duna, esta se mantendrá libre de toda infraestructura.</p>	
A-016	<p>Establecer corredores biológicos para conectar las ANP existentes o las áreas en buen estado de conservación dentro del ASO.</p>
<p>Con la colocación de los arrecifes artificiales (modulares y de bolsacreto), se promoverá indirectamente una mayor diversidad; ya que los peces podrán encontrar sitios de reproducción y refugio. Al mismo tiempo, se genera superficie donde organismos sésiles pueden encontrar un sustrato adecuado, ya sea para especies de arrecife frontal o en el área protegida. Por ejemplo: algas, esponjas y corales escleractinios, octocorales, entre otros. Cabe mencionar que se ejecutará un programa para el monitoreo de los arrecifes artificiales para registrar las especies que vayan llegando. Por otra parte, el incremento en la superficie de la playa ayudará a incrementar el número de tortugas que arriban a la zona para lo cual también se prevé la ejecución de un programa en donde la intervención de la promotora sea proactiva y de manera directa para lograr el objetivo de incrementar el número o de arribaciones, nidadas y liberaciones en las bahías de Chemuyil – Chemuyilito. Dicho Programa estará basado en la NOM-162-SEMARNAT-2012 y se ejecutará de manera coordinada con el campamento tortuguero autorizado.</p>	
A-017	<p>Establecer e impulsar programas de restauración, reforestación y recuperación de zonas degradadas.</p>
<p>El proyecto consiste en la rehabilitación y mejoramiento de la zona de playa y marina de las bahías de Chemuyil – Chemuyilito.</p>	
A-018	<p>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).</p>
<p>El proyecto ejecutará un programa de rescate y protección de especies vegetales marinas y terrestres del lugar. Por otra parte, se promueve una mayor diversidad de forma indirecta; ya que en los arrecifes artificiales; los peces podrán encontrar sitios de reproducción y refugio. Al mismo tiempo se genera superficie donde organismos sésiles pueden encontrar un sustrato adecuado, ya sea para especies de arrecife frontal o en el área protegida. Por ejemplo: algas, esponjas y corales escleractinios, octocorales,</p>	

entre otros. Se propone realizar un monitoreo del arrecife artificial para registrar las especies que vayan llegando.	
A-019	Los programas de remediación que se implementen, deberán ser formulados y aprobados de conformidad con la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos , y demás normatividad aplicable.
El proyecto ejecutará un programa para el manejo adecuado de residuos líquidos y sólidos, el cual deberá ajustarse a lo establecido por la ley.	
A-020	Promover el uso de tecnologías de manejo de la caña en verde para evitar las emisiones producidas en los periodos de zafra.
De acuerdo a las características propias del proyecto, este criterio no le aplica.	
A-021	Fortalecer los mecanismos de control de emisiones y descargas para mejorar la calidad del aire, agua y suelos, particularmente en las zonas industriales y urbanas del ASO.
Durante el proyecto, se deberá observar el cumplimiento de las Normas Oficiales Mexicanas y en general la legislación aplicable referente a emisión de contaminantes y ruido, en todos los eventos que se requiera maquinaria y vehículos de construcción. Los responsables del manejo de transporte, maquinaria y equipos de combustión interna que mantengan sus vehículos y maquinarias en condiciones óptimas de operación. Se evitará que vehículos, maquinaria y equipo se queden funcionando mientras no sea necesario, a fin de reducir la emisión de contaminantes por el uso de combustible.	
A-022	Fomentar programas de remediación y monitoreo de zonas y aguas costeras afectadas por los hidrocarburos.
Una vez terminado los trabajos se ejecutarán programas de monitoreo de la calidad del agua.	
A-023	Fomentar la aplicación de medidas preventivas y correctivas de contaminación del suelo con base a riesgo ambiental, así como la aplicación de acciones inmediatas o de emergencia y tecnologías para la remediación <i>in situ</i> , en términos de la legislación aplicable.
El proyecto ejecutará medidas de mitigación para la reducción y control de los impactos generados durante la construcción y operación del proyecto, ver Capítulo IV.	
A-024	Fomentar el uso de tecnologías para reducir la emisión de gases de efecto invernadero y partículas al aire por parte de la industria y los automotores cuando ello sea técnicamente viable.
El proyecto contempla la implementación de diversas medidas de mitigación, que pretenden disminuir los posibles impactos generados con la ejecución del mismo, entre las cuales se puede mencionar.	
<ul style="list-style-type: none"> • Manejo adecuado de residuos, se realizará la separación de los residuos, así como su reciclaje. • Se reforestará la zona de dunas, para el establecimiento de áreas verdes que ayudarán a la capturar emisiones locales y regionales de CO2. • Se deberá observar el cumplimiento de las Normas Oficiales Mexicanas y en general la legislación aplicable referente a emisión de contaminantes y ruido, en todos los eventos que se requiera maquinaria y vehículos de construcción. • Los responsables del manejo de transporte, maquinaria y equipos de combustión interna que mantengan sus vehículos y maquinarias en condiciones óptimas de operación. • Se evitará que vehículos, maquinaria y equipo se queden funcionando mientras no sea necesario, a fin de reducir la emisión de contaminantes por el uso de combustible. 	
A-025	Promover la participación de las industrias en acciones tendientes a una gestión adecuada de residuos peligrosos , con el objeto de prevenir la contaminación de suelos y fomentar su preservación.
De acuerdo a las características propias del proyecto, este criterio no le aplica.	
A-026	Promover e impulsar el uso de tecnologías "Limpias" y "Ambientalmente amigables" en las industrias registradas en el ASO y su área de influencia. Fomentar que las industrias que se establezcan cuenten con las tecnologías de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero.

De acuerdo a las características propias del proyecto, este criterio no le aplica.	
A-027	Mantener al mínimo posible la superficie ocupada por las instalaciones de infraestructura en las playas para evitar su perturbación.
El proyecto contempla crear una duna artificial y verter arena proveniente de un banco de arena, de tal forma que se genere un talud y pueda mejorarse y proteger la zona de playa para que pueda ser utilizada para actividades recreativas. No se tiene contemplado la colocación de instalaciones sobre la duna, esta se mantendrá libre de toda infraestructura. En caso de ser necesaria la instalación de infraestructura estas serán removibles y preferentemente serán retiradas diariamente para no interferir con las actividades de nocturnas.	
A-028	Promover las medidas necesarias para que la instalación de infraestructura de ocupación permanente sobre el primero o segundo cordón de dunas evite generar efectos negativos sobre su estructura o función ecosistémica.
La zona de playa de las bahías se encuentra con poca areana, por lo que la zona de duna se encuentra inestable y vulnerable a eventos climatológicos, por lo que se contempla la construcción de una Duna Artificial (D1) que funcionará como duna frontal, logrando de esta forma, la estabilización de la línea de costa e incrementar las poblaciones de flora y fauna del lugar.	
A-029	Promover la preservación del perfil de la costa y los patrones naturales de circulación de las corrientes alineadas a la costa, salvo cuando dichas modificaciones correspondan a proyectos de infraestructura que tengan por objeto mitigar o remediar los efectos causados por alguna contingencia meteorológica o desastre natural.
Tal como se ha mencionado el objetivo de la manifestación de impacto ambiental contempla la rehabilitación, mejoramiento de la zona de playa de las bahías de Chemuyil – Chemuyilito, por medio de la colocación de estructura que permitirán la estabilizar el proceso de erosión que actualmente presenta la zona. Se ejecutará un Programa de Monitoreo del comportamiento de la morfología, de la zona litoral del proyecto, y en cumplimiento a lo previsto MAE 2 del POET.	
A-030	Generar o adaptar tecnologías constructivas y de ingeniería que minimicen la afectación al perfil costero y a los patrones de circulación de aguas costeras.
Tal como se ha mencionado el objetivo de la manifestación de impacto ambiental contempla la rehabilitación, mejoramiento de la zona de playa de las bahías de Chemuyil – Chemuyilito, por medio de la colocación de estructura que permitirán estabilizar (duna y arrecifes artificiales), el proceso de erosión que actualmente presenta la zona. Se realizaron los estudios para seleccionar la mejor opción, la hidrodinámica costera del sistema ambiental no se verá afectada, fuera del área de influencia. Del estudio y modelajes realizados se concluyen: Que las obras conservan el patrón de corrientes, acarreo litoral y perfil de costa, lo que se deriva de los escenarios comparativos de los modelos de simulación que se han elaborado, donde el efecto de las estructuras solo NO modifica la dirección ni la fuerza del oleaje, sino que NO se generarán cambios de erosión - acreción en las playas colindantes. El resto de la caleta seguirá funcionando igual, como se demuestra en el estudio titulado: “ANÁLISIS DE DINÁMICA COSTERA”.	
A-031	Promover la preservación de las características naturales de las barras arenosas que limitan los sistemas lagunares costeros.
Dentro del predio no existen sistemas lagunares costeros.	
A-032	Promover el mantenimiento de las características naturales, físicas y químicas de playas y dunas costeras.
El proyecto no modificará las características fisicoquímicas de la playa ni de la duna costera. Se mantendrá la circulación del agua. No se ingresan al sistema elementos ajenos a la naturaleza del litoral y zona marina. La arena que será vertida, tiene el mismo origen que la playa. Por otra parte, la zona de playa de las bahías se encuentra erosionada, por lo que la zona de duna se encuentra inestable y vulnerable a eventos climatológicos, por lo que se contempla la construcción de una Duna Artificial que funcionará como duna frontal, logrando de esta forma, la estabilización de la línea de costa e incrementar las poblaciones de flora y	

fauna del lugar.	
A-033	Fomentar el aprovechamiento de la energía eólica, excepto cuando su infraestructura pueda afectar corredores de especies migratorias.
De acuerdo a las características propias del proyecto, este criterio no le aplica.	
A-034	NO APLICA.
A-035	NO APLICA.
A-036	NO APLICA.
A-037	Promover la generación energética por medio de energía solar.
De acuerdo a las características propias del proyecto, este criterio no le aplica.	
A-038	Impulsar el uso de los residuos agrícolas para la generación de energía y reducir los riesgos de incendios forestales en las regiones más secas.
De acuerdo a la ubicación y características propias del proyecto, este criterio no le aplica.	
A-039	Promover la reducción del uso de agroquímicos sintéticos a favor del uso de mejoradores orgánicos.
De acuerdo a las características propias del proyecto, este criterio no le aplica.	
A-040	Impulsar la sustitución de las actividades de pesca extractiva por actividades de producción acuícola, con especies nativas de la zona en la cual se aplica el programa con tecnologías que no contaminen el ambiente, y cuya infraestructura no afecte los sistemas naturales.
El proyecto no contempla este tipo de actividades en ninguna de sus etapas.	
A-041	NO APLICA.
A-042	NO APLICA.
A-043	NO APLICA.
A-044	Diversificar la base de especies en explotación comercial en las pesquerías.
El proyecto no contempla este tipo de actividades en ninguna de sus etapas.	
A-045	NO APLICA.
A-046	Incentivar el cumplimiento de los mecanismos existentes para controlar el vertido y disposición de residuos de embarcaciones, en las porciones marinas tanto costeras como oceánicas.
Durante la ejecución del proyecto, quedara estrictamente prohibido el vertido y disposición de residuos de las embarcaciones. Se ejecutará un programa específico para el manejo adecuado de residuos sólidos y líquidos.	
A-047	NO APLICA.
A-048	NO APLICA.
A-049	NO APLICA.
A-050	Promover el desarrollo de Programas de Desarrollo Urbano y Programas de Conurbación con el fin de dotar de infraestructura de servicios a las comunidades rurales.
En las siguientes secciones se vincula el predio con el programa del Corredor Cancún - Tulum.	
A-051	Promover la construcción de caminos rurales, de terracería o revestidos entre las localidades estratégicas para mejorar la comunicación.
De acuerdo a la ubicación y las características propias del proyecto, este criterio no le aplica.	
A-052	Promover el uso sostenible de la tierra/agricultura (cultivos, ganado, pastos y praderas, y bosques) y prácticas de manejo y tecnología que favorezcan la captura de carbono.
De acuerdo a la ubicación y características propias del proyecto, este criterio no le aplica.	
A-053	Desincentivar y evitar el desarrollo de actividades productivas extensivas.
De acuerdo a las características propias del proyecto, este criterio no le aplica. Sin embargo, durante la ejecución del proyecto se desarrollarán campañas para incentivar el cuidado y protección de la fauna.	
A-054	Promover la sustitución de tecnologías extensivas por intensivas en las actividades acordes a la aptitud territorial, utilizando esquemas de manejo y tecnología adecuada para minimizar el impacto ambiental.

De acuerdo a las características propias del proyecto, este criterio no le aplica.	
A-055	Coordinar los programas de gobierno que apoyan a la producción agropecuaria para actuar sinérgicamente sobre el territorio y la población que lo ocupa.
De acuerdo a las características propias del proyecto, este criterio no le aplica.	
A-056	Identificar e implementar aquellos cultivos aptos a las condiciones ambientales cambiantes.
De acuerdo a la ubicación y características propias del proyecto, este criterio no le aplica.	
A-057	Evitar el establecimiento de zonas urbanas, de riesgo industrial, de riesgo ante eventos naturales, zonas susceptibles de inundación y derrumbe, zonas de restauración ecológica, en humedales, dunas costeras y manglares.
El proyecto no contempla el establecimiento de zonas urbanas.	
A-058	Realizar campañas para reubicar a personas fuera de las zonas de riesgo.
De acuerdo a las características propias del proyecto, este criterio no le aplica.	
A-059	Identificar, reforzar o dotar de equipamiento básico a las localidades estratégicas para la conservación y/o el desarrollo sustentable.
De acuerdo a las características propias del proyecto, este criterio no le aplica.	
A-060	Establecer y mejorar sistemas de alerta temprana ante eventos hidrometeorológicos extremos.
El proyecto contará con un sistema de alerta temprana ante eventos hidrometeorológicos extremos.	
A-061	Mejorar las condiciones de las viviendas y de infraestructura social y comunitaria en las localidades de mayor marginación.
De acuerdo a las características propias del proyecto, este criterio no le aplica.	
A-062	Fortalecer y consolidar las capacidades organizativas y de infraestructura para el manejo adecuado y disposición final de residuos peligrosos y de manejo especial. Asegurar el Manejo Integral de los Residuos Peligrosos.
Se llevará a cabo un programa para el manejo adecuado de los residuos sólidos y líquidos.	
A-063	Instalar nuevas plantas de tratamiento de aguas residuales municipales y optimizar las ya existentes.
De acuerdo a las características del proyecto, este criterio no es aplicable.	
A-064	Completar la conexión de las viviendas al sistema de colección de aguas residuales municipales y a las plantas de tratamiento.
De acuerdo a las características del proyecto, este criterio no es aplicable.	
A-065	Instrumentar programas de recuperación y mejoramiento de suelos mediante el uso de lodos inactivados de las plantas de tratamiento de aguas servidas municipales.
De acuerdo a las características del proyecto, este criterio no es aplicable.	
A-066	Incrementar la capacidad de tratamiento de las plantas para dar tratamiento terciario a los efluentes e inyectar aguas de mayor calidad al manto freático en apoyo, en su caso, a la restauración de humedales.
De acuerdo a las características propias del proyecto, este criterio no le aplica.	
A-067	Incrementar la capacidad de captación de aguas pluviales en las zonas urbanas y turísticas.
De acuerdo a las características propias del proyecto, este criterio no le aplica.	
A-068	Promover el manejo integral de los residuos sólidos, peligrosos y de manejo especial para evitar su impacto ambiental en el mar y zona costera.
Se llevará a cabo un programa para el manejo adecuado de los residuos sólidos y líquidos, para evitar su impacto ambiental en el mar y zona costera.	
A-069	Promover el tratamiento o disposición final de los residuos sólidos urbanos, peligrosos y de manejo especial para evitar su disposición en el mar.
Se llevará a cabo un programa para el manejo adecuado de los residuos sólidos y líquidos, para evitar su impacto ambiental en el mar y zona costera.	
A-070	Realizar campañas de colecta y concentración de residuos sólidos urbanos en la zona costera

	para su disposición final.
Se llevará a cabo un programa para el manejo adecuado de los residuos sólidos y líquidos, para evitar su impacto ambiental en el mar y zona costera.	
A-071	Diseñar e instrumentar acciones coordinadas entre sector turismo y sector conservación para reducir al mínimo la afectación de los ecosistemas en zonas turísticas y aprovechar al 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.
Tal y como se ha mencionado, las acciones de remediación y estabilización de la zona de playa tienen como objetivo reducir al mínimo la afectación de los ecosistemas en zonas turísticas y aprovechar al máximo el potencial turístico de los recursos.	
A-072	Promover que la operación de desarrollos turísticos se haga con criterios de sustentabilidad ambiental y social, a través de certificaciones ambientales nacionales o internacionales, u otros mecanismos.
Dada las características propias del proyecto, este criterio no aplica. Sin embargo, se fomentará la participación en certificados o distintivos internacionales como blue flag.	
A-073	NO APLICA.
A-074	NO APLICA.
A-075	NO APLICA.
A-076	NO APLICA.
A-077	La construcción, modernización y ampliación de la infraestructura aeroportuaria deberá minimizar la afectación de la estructura y función de los ecosistemas y sus bienes y servicios ambientales, entre éstos: flujos hidrológicos, conectividad de ecosistemas, especies en riesgo, recarga de acuíferos y hábitats críticos.
De acuerdo a las características propias del proyecto, este criterio no le aplica.	
A-078 a A-100	NO APLICA.

ACCIONES ESPECÍFICAS PARA LA UGA 178.

Clave	Acciones Específicas
A-001 a A-006	NO APLICA.
A-007	Promover la constitución de áreas destinadas voluntariamente a la conservación o ANP en áreas aptas para la conservación o restauración de ecosistemas naturales.
El proyecto contempla la construcción de una duna artificial, la cual será reforestada y conservada.	
A-008 a A-013	NO APLICA.
A-013	Establecer las medidas necesarias para evitar la introducción de especies potencialmente invasoras por actividades marítimas en los términos establecidos por los artículos 76 y 77 de la Ley de Navegación y Comercio Marítimo.
Se llevará a cabo un programa de monitoreo de la calidad del agua, para detectar cualquier tipo de cambio, que se presente en la zona.	
A-014	NO APLICA.
A-015	NO APLICA.
A-016	Establecer corredores biológicos para conectar las ANP existentes o las áreas en buen estado de conservación dentro del ASO.
No aplica debido a que la zona se encuentra bajo un uso de suelo turístico-residencial.	
A-017	NO APLICA.

A-018	Promover acciones de protección y recuperación de especies bajo algún régimen de protección considerando en la Norma Oficial Mexicana, Protección ambiental-Especies Nativas de México de Flora y Fauna Silvestre-Categoría de Riesgo y Especificaciones para su Inclusión, Exclusión o Cambio-Lista de Especies en Riesgo (NOM-059-SEMARNAT-2010).
Se contempla la ejecución de un programa de rescate y protección de las especies de importancia del lugar, especialmente las citadas en la (NOM-059 SEMARNAT-2010).	
A-019 a A-021	NO APLICA.
A-022	Fomentar programas de remediación y monitoreo de zonas y aguas costeras afectadas por los hidrocarburos.
El proyecto no maneja gran cantidad de combustibles. En dado caso que se presente algún derrame, derivado de las actividades realizadas, este será dispuesto conforme la legislación vigente y por empresas autorizadas.	
A-023 a A-024	NO APLICA.
A-025	Promover la participación de las industrias en acciones tendientes a una gestión adecuada de residuos peligrosos, con el objeto de prevenir la contaminación de suelos y fomentar su preservación.
De acuerdo a las características propias del proyecto, este criterio no le aplica.	
A-026 a A-028	NO APLICA.
A-029	Promover la preservación del perfil de la costa y los patrones naturales de circulación de las corrientes alineadas a la costa, salvo cuando dichas modificaciones correspondan a proyectos de infraestructura que tengan por objeto mitigar o remediar los efectos causados por alguna contingencia meteorológica o desastre natural.
Tal como se ha mencionado el objetivo de la manifestación de impacto ambiental contempla la rehabilitación, mejoramiento de la zona de playa de las bahías de Chemuyil – Chemuyilito, por medio de la colocación de estructura que permitirán la estabilizar (duna y arrecifes artificiales), el proceso de erosión que actualmente presenta la zona.	
Se realizaron los estudios para seleccionar la mejor opción, la hidrodinámica costera del sistema ambiental no se verá afectada, fuera del área de influencia. Del estudio y modelajes realizados se concluyen: Que las obras conservan el patrón de corrientes, acarreo litoral y perfil de costa, lo que se deriva de los escenarios comparativos de los modelos de simulación que se han elaborado, donde el efecto de las estructuras sólo No modifica la dirección ni la fuerza del oleaje, sino que no se generarán cambios de erosión - acreción en las playas colindantes. El resto de la caleta seguirá funcionando igual, como se demuestra en el estudio titulado: “ANÁLISIS DE DINÁMICA COSTERA”.	
A-030 a A-032	NO APLICA.
A-033	Fomentar el aprovechamiento de la energía eólica, excepto cuando su infraestructura pueda afectar corredores de especies migratorias.
De acuerdo a las características propias del proyecto, este criterio no le aplica.	
A-034	Promover mecanismos de generación de energía eléctrica usando la fuerza mareomotriz.
De acuerdo a las características propias del proyecto, este criterio no le aplica.	
A-035 A A- 039	NO APLICA
A-040	Impulsar la sustitución de las actividades de pesca extractiva por actividades de producción acuícola con especies nativas de la zona en la cual se aplica el programa y con tecnologías

	que no contaminen el ambiente y cuya infraestructura no afecte los sistemas naturales.
El proyecto no contempla este tipo de actividades en ninguna de sus etapas.	
A-041	Fortalecer los mecanismos de seguimiento y control de las pesquerías comerciales para evitar su sobreexplotación.
El proyecto no contempla este tipo de actividades en ninguna de sus etapas.	
A-042	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.
El proyecto no contempla este tipo de actividades en ninguna de sus etapas. Durante la construcción del proyecto, quedara prohibida la captura de especies marinas de captura comercial.	
A-043	NO APLICA.
A-044	Diversificar la base de especies en explotación comercial en las pesquerías.
El proyecto no contempla este tipo de actividades en ninguna de sus etapas.	
A-045	Desarrollar e impulsar el uso de la fauna de acompañamiento, salvo las especies que se encuentran en algún régimen de protección, para la producción comercial de harinas y complementos nutricionales.
El proyecto no contempla este tipo de actividades en ninguna de sus etapas.	
A-046	Incentivar el cumplimiento de los mecanismos existentes para controlar el vertido y disposición de residuos de embarcaciones, en las porciones marinas tanto costeras como oceánicas.
Durante las actividades del proyecto, quedara estrictamente prohibido el vertido y disposición de residuos de embarcaciones hacia el mar.	
A-047	Monitorear las comunidades planctónicas y áreas de mayor productividad marina para ligar los programas de manejo de pesquerías de manera predictiva con estos elementos.
De acuerdo a las características propias del proyecto, este criterio no le aplica.	
A-048	Contribuir a redimensionar y ajustar las flotas pesqueras y los esfuerzos de captura a las capacidades y estados actuales y previsibles de las poblaciones en explotación.
De acuerdo a las características propias del proyecto, este criterio no le aplica.	
A-049 A A-070	NO APLICA.
A-071	Diseñar e instrumentar acciones coordinadas entre sector turismo y sector conservación para reducir al mínimo la afectación de los ecosistemas en zonas turísticas y aprovechar al 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.
Tal y como se ha mencionado, las acciones de remediación y estabilización de la zona de playa tienen como objetivo reducir al mínimo la afectación de los ecosistemas en zonas turísticas y aprovechar al máximo el potencial turístico de los recursos.	
A-072	NO APLICA.
A-073	Construir, modernizar y ampliar la infraestructura portuaria de gran tamaño de apoyo al turismo (embarcaciones mayores de 500 TRB (toneladas de registro bruto) y/o 49 pies de eslora), con obras sustentadas en estudios específicos, modelaciones predictivas y programas de monitoreo, que garanticen la no afectación de los recursos naturales.
De acuerdo a las características propias del proyecto, este criterio no le aplica.	
A-074	Construir, modernizar y ampliar la infraestructura portuaria de gran tamaño de apoyo al tráfico comercial de mercancías (embarcaciones mayores de 500 TRB (toneladas de registro bruto) y/o 49 pies de eslora); con obras sustentadas en estudios específicos, modelaciones predictivas y programas de monitoreo, que garanticen la no afectación de los recursos naturales.
De acuerdo a las características propias del proyecto, este criterio no le aplica.	

A-075 A A-100	NO APLICA.
------------------	------------

III.1.11. PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO DE LA REGIÓN DENOMINADA CORREDOR CANCÚN TULUM.

Realizando el ejercicio de ubicación con respecto a las coordenadas extremas del proyecto “Mejoramiento y Estabilización de la Zona de Playa y Zona Marina de las Bahías de Chemuyil y Chemuyilito”, éste se encuentra dentro de las unidades de gestión ambiental (UGA’s) Cn₅-7 y M₅1 del Programa de Ordenamiento Ecológico de la Región denominada Corredor Cancún Tulum (POET-CCT), publicado en el Periódico Oficial del Gobierno del Estado de Quintana Roo el 16 de noviembre de 2001. La UGA **Cn₅-7** comprende las localidades de Punta Solimán, Chemuyil, Akumal, Xaak, Kantenah, Chack-halal Yanten y Punta Venado, con política de conservación y usos condicionados de infraestructura y turismo; en tanto que la **UGA M₅1** comprende el Litoral Costero con política de protección y uso condicionado de turismo; tal y como se aprecia en la siguiente figura.

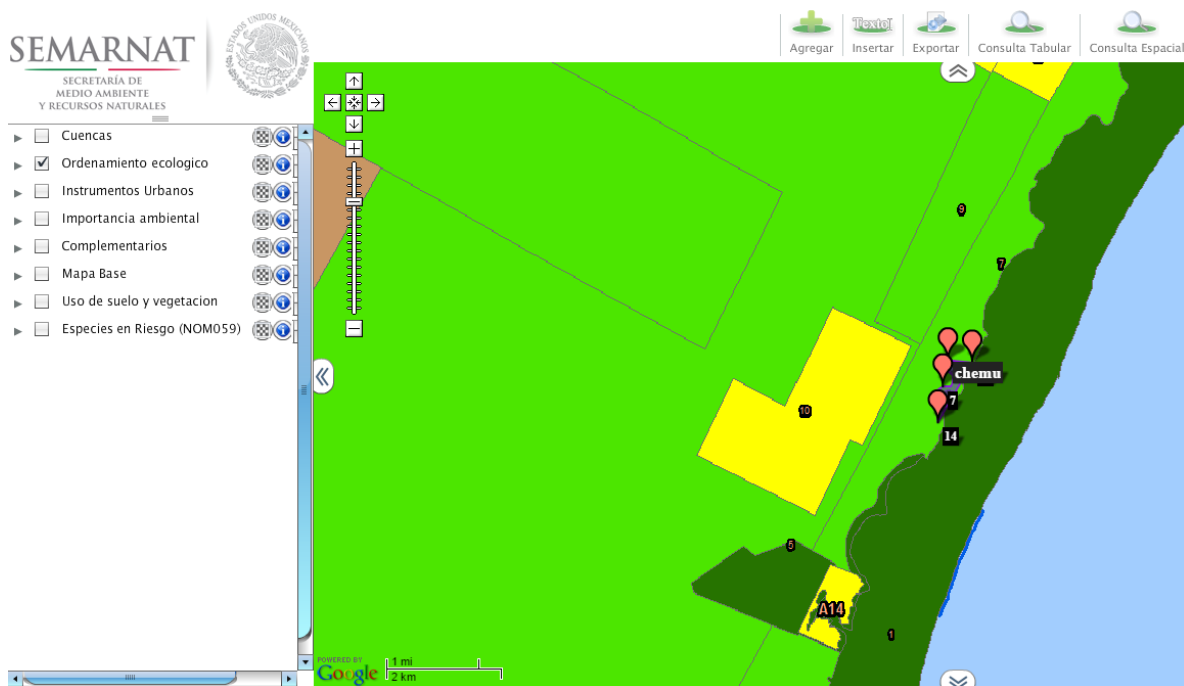


Figura III.1. Ubicación del proyecto con respecto al POET-CCT de Acuerdo al SIGEIA, 2017.

A continuación, se desarrollan las políticas ambientales y vocaciones de suelo de cada UGA, así como la vinculación de los criterios ecológicos que le son aplicables al proyecto:

UGA Cn ₅ 7	POLÍTICA - FRAGILIDAD AMBIENTAL	Conservación 5, Punta Solimán, Chemuyil, Akumal, Xaak, Kantenah, Chack-halal Yanten y Punta Venado.
	USO PREDOMINANTE	Corredor natural.
	USOS COMPATIBLES	Flora y fauna.
	USOS CONDICIONADOS	Infraestructura turismo.
	USOS INCOMPATIBLES	Acuacultura, Agricultura, Asentamientos humanos, Forestal, Industria, Minería, Pecuario y Pesca.
	CRITERIOS ECOLÓGICOS	<p>C. 1, 2, 3, 4, 5, 7, 8, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19.</p> <p>EI. 3, 5, 6, 9, 10, 12, 13, 14, 16, 17, 18, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 28, 36, 38, 43, 48, 49, 50, 52, 53.</p> <p>FF. 1, 2, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 26, 32, 33, 34.</p> <p>MAE. 1, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 14, 15, 17, 18, 21, 23, 24, 25, 26, 27, 29 30, 31, 32, 33, 45, 47, 48, 49, 52, 53, 54, 55, 59.</p> <p>TU. 3, 10, 11, 12, 15, 17, 18, 21, 22, 23, 24, 34, 40, 43, 45.</p>
UGA M ₅ 1	POLÍTICA - FRAGILIDAD AMBIENTAL	Protección 5 Litoral Costero.
	USO PREDOMINANTE	Área natural protegida.
	USOS COMPATIBLES	Corredor natural.
	USOS CONDICIONADOS	Turismo.
	USOS INCOMPATIBLES	Acuacultura, Infraestructura y Pesca.
	CRITERIOS ECOLÓGICOS	<p>EI. 1, 36, 37.</p> <p>FF. 3, 22, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 32, 34, 35.</p> <p>MAE. 3, 6, 56.</p> <p>TU. 6, 7, 8, 9, 18, 19, 20, 22, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42.</p>

CRITERIOS ECOLÓGICOS		UGA	
		Cn ₅ 7	M ₅ 1
CONSTRUCCIÓN			
C 1	Solo la superficie mínima indispensable para el proyecto constructivo podrá ser despalmada .	X	
Con ayuda de un GPS de alta precisión, boyas, cabos y lastre se delimitarán las áreas de trabajo, para ocupar solamente la superficie mínima indispensable para el proyecto. No se contempla despalmar vegetación para el proyecto.			
C 2	Previo a la preparación y construcción del terreno, se deberá llevar a cabo un Programa de Rescate de Ejemplares de Flora y Fauna susceptibles de ser reubicados en áreas aledañas, o en el mismo predio	X	

CRITERIOS ECOLÓGICOS		UGA	
		Cn ₅ 7	M ₅ 1
CONSTRUCCIÓN			
El proyecto considera la implementación de acciones de protección y conservación, conforme al Programa para garantizar el rescate y protección de las especies marinas , dando cumplimiento con este criterio en la etapa de preparación del sitio y su correspondiente seguimiento.			
C 3	Los campamentos de construcción deberán ubicarse en áreas perturbadas como potreros y acahuals jóvenes, dentro del predio y sobre los sitios de desplante del proyecto, pero nunca sobre humedales, zona federal o vegetación nativa.	X	
El proyecto NO contempla la construcción de campamentos temporales para pernocta.			
C 4	Los campamentos de construcción deberán contar con un sistema de manejo <i>in situ</i> de desechos sanitarios.	X	
Se tiene un programa de implementación de baños móviles tipo SANIRENT, a razón de 1 por cada 10 trabajadores.			
C 5	Los campamentos de construcción deberán contar con un sistema de manejo integral, minimización, separación, recolección y disposición de desechos sólidos .	X	
Para el caso de la etapa de preparación del sitio no se contemplan campamentos para los trabajadores. Sin embargo, si se considera un sistema de separación de residuos y estrategias para la reducción y disposición final de los mismos durante las diferentes etapas de implementación del Proyecto.			
C 7	Al finalizar la obra deberá removerse toda la infraestructura asociada al campamento .	X	
La empresa promovente se compromete a remover todos los campamentos temporales que haya utilizado para la obra.			
C 8	Cualquier cambio o abandono de actividad deberá presentar y realizar un programa autorizado de restauración de sitio.	X	
Se plantea una vida útil de 50 años para el proyecto, en el caso de que el proyecto llegue a una etapa de abandono, se compromete el cumplimiento de este criterio.			
C 10	No se permite la utilización de explosivos, excepto para la apertura de pozos domésticos de captación de agua potable aprobados por un Informe Preventivo Simplificado y en apego a los lineamientos de la SEDENA.	X	
No se considera la utilización de explosivos durante el proceso de constructivo del proyecto.			
C 11	No se permite la disposición de materiales derivados de las obras, producto de excavaciones o rellenos sobre la vegetación.	X	
La disposición de los residuos sólidos producto de la construcción del proyecto, serán dispuestos en lugares autorizados por la autoridad municipal, en este caso.			
C 12	Los Residuos Sólidos y Líquidos derivados de la Construcción deben contar con un programa integral de manejo y disponerse en confinamientos autorizados por el Municipio.	X	
Durante la etapa de preparación del sitio, así como las demás etapas del proyecto se contempla la aplicación de un Programa con el que se verificará el cumplimiento de este criterio.			
C 13	Deberán tomarse medidas preventivas para la eliminación de grasas, aceites, emisiones atmosféricas, hidrocarburos y ruidos provenientes de la maquinaria en uso en las etapas de preparación del sitio, construcción y operación.	X	
Como parte del Programa de Manejo de Residuos Sólidos, se considera el manejo, control y disposición final de este tipo de residuos, conforme a las Normas Oficiales Mexicanas correspondientes.			
C 14	No se permite la utilización de palmas de las especies <i>Thrinax radiata</i> , <i>Pseudophoenix sargentii</i> y <i>Coccothrinax readii</i> (chit, cuca y nakás), como material de construcción excepto las provenientes de Unidades de Conservación, Manejo y Aprovechamiento Sustentable de la Vida Silvestre (UMAS) o viveros autorizados.	X	
El Proyecto no contempla la utilización de palmas como material de construcción. Para la reforestación de la			

CRITERIOS ECOLÓGICOS		UGA	
		Cn ₅ 7	M ₅ 1
CONSTRUCCIÓN			
Duna, se utilizarán especies nativas del lugar (riñonina y uva de mar).			
C 15	El almacenamiento y manejo de materiales deberá evitar la dispersión de polvos.	X	
Durante las diversas etapas del proyecto la empresa promovente considera el uso de lonas en el transporte de materiales para evitar la dispersión de polvos. No se contempla la generación de grandes cantidades de polvo, debido a que el proyecto se llevara a cabo en la zona marina. No obstante ello, se prevé la colocación de mallas antidispersión de partículas para no afectar a los organismos.			
C 16	Todo material calizo, tierra negra, tierra de despalme, arena del fondo marino, piedra de muca y residuos vegetales, deberá provenir de fuentes y/o bancos de préstamo de material pétreo autorizados.	X	
Para la obtención del material para el mejoramiento de playa, se ha encontrado un banco de arena a aproximadamente 400-700 metros de la línea de costa, arena que conforme a los estudios granulométricos tiene las mismas características que la arena localizada en la zona de playa por lo que se presume, se trata de la misma. La arena que llegare a faltar se obtendrá de un banco autorizado por alguna autoridad.			
C 17	Los campamentos de obras ubicadas fuera del centro de población no deberán ubicarse a una distancia menor de 4 km de los centros de población.	X	
El proyecto cumple con lo establecido por este criterio. El proyecto colina con la ciudad de Cancun.			
C 18	Las cimentaciones no deben interrumpir la circulación del agua subterránea entre el humedal y el mar.	X	
Tal como se ha mencionado el objetivo de la manifestación de impacto ambiental contempla la rehabilitación, mejoramiento de la zona de playa de las bahías de Chemuyil – Chemuyilito, por medio de la colocación de estructura que permitirán estabilizar (duna y arrecifes artificiales) y el proceso de erosión que actualmente presenta la zona.			
Se realizaron los estudios para seleccionar la mejor opción, la hidrodinámica costera del sistema ambiental no se verá afectada, fuera del área de influencia. Del estudio y modelajes realizados se concluyen: Que las obras conservan el patrón de corrientes, acarreo litoral y perfil de costa, lo que se deriva de los escenarios comparativos de los modelos de simulación que se han elaborado, donde el efecto de las estructuras. No se modifica la dirección ni la fuerza del oleaje, no se generarán cambios de erosión - acreción en las playas colindantes. El resto de la caleta seguirá funcionando igual, como se demuestra en el estudio titulado: "ANÁLISIS DE DINÁMICA COSTERA".			
C 19	Se recomienda la instalación subterránea de infraestructura de conducción de energía eléctrica y comunicación, evitando la contaminación visual del paisaje.	X	
NO APLICA.			

CRITERIOS ECOLÓGICOS		UGA	
		Cn ₅ 7	M ₅ 1
EQUIPAMIENTO E INFRAESTRUCTURA			
EI 1	Se prohíbe la instalación de cualquier tipo de infraestructura.		X
La zona de playa de las bahías presenta diversos problemas, como son la erosión y la presencia de basura y exceso de rocas, de tal manera que el lugar va perdiendo gradualmente su calidad y belleza. Por otra parte, en la zona marina se ha detectado el aumento en la mortalidad de tejido coralino (blanqueamiento), aumento en la cobertura y diversidad de macroalgas y la presencia de cianofitas. Por consiguiente, se consideró la construcción de los 5 arrecifes artificiales, 1 duna artificial y el mejoramiento de la playa, mediante el vertido de arena, como medida para estabilizar y mejorar las condiciones ambientales y recreativas de las bahías. Tal y como lo establece el POE Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe. Vale la pena mencionar que el proyecto se encuentra inserto dentro del ANP Reserva e la Biósfera la			

CRITERIOS ECOLÓGICOS		UGA	
		Cn ₇	M ₅ 1
EQUIPAMIENTO E INFRAESTRUCTURA			
cual permite la colocación de arrecifes artificiales en beneficio del entorno marino por lo tanto, se interpreta que este tipo de infraestructura sí está permitida en el sitio.			
EI 3	La instalación de infraestructura estará sujeta a Manifestación de Impacto Ambiental.	X	
El presente criterio va ligado al anterior ya que en caso de pretender la colocación de infraestructura esta deberá ser sometida al procedimiento de impacto ambiental a través de una Manifestación de Impacto Ambiental lo cual se cumple con el estudio técnico ingresado a la SEMARNAT.			
EI 5	Los asentamientos humanos y/o las actividades turísticas deberán contar con un programa integral de manejo y aprovechamiento de residuos sólidos.	X	
No aplica, sin embargo, durante la preparación del sitio y demás etapas, el proyecto considera la implementación del Programa de Manejo de Residuos Sólidos que incluye estrategias para su manejo, control, almacenamiento, reciclado y disposición final.			
EI 6	No se permite la ubicación de infraestructura para la disposición final de residuos sólidos, salvo las municipales y de particulares aprobados.	X	
Durante la preparación del sitio y demás etapas, el proyecto considera la implementación del Programa de Manejo de Residuos Sólidos que incluye estrategias para su manejo, control, almacenamiento, reciclado y disposición final.			
EI 9	Se promoverá la instalación de sanitarios secos composteros que eviten la contaminación del suelo y subsuelo y la proliferación de fauna nociva en las zonas suburbanas y rurales.	X	
Se implementarán baños móviles tipo SANIRENT en la etapa de construcción.			
EI 10	Los desarrollos turísticos y asentamientos humanos que incluyan clínicas, hospitales y centros médicos deberán contar con un sistema integral para el manejo y disposición de desechos biológico infecciosos.	X	
El proyecto ejecutará un programa para el manejo adecuado de residuos líquidos y sólidos, el cual deberá ajustarse a lo establecido por la ley.			
EI 12	Los desarrollos turísticos y los asentamientos humanos deberán contar con un sistema integral de minimización, tratamiento y disposición final de las aguas residuales <i>in situ</i> , de acuerdo a la normatividad de la Ley de Aguas Nacionales, su Reglamento y demás normatividad aplicable vigente.	X	
NO APLICA.			
EI 13	Se prohíbe la canalización del drenaje pluvial hacia el mar y cuerpos de agua superficiales y en caso de ser necesaria la perforación de pozos de absorción para su solución, se deberá obtener la anuencia de la SEMARNAT y la Comisión Nacional del Agua.	X	
NO APLICA.			
EI 14	Deberá estar separada la canalización del drenaje pluvial y sanitario en el diseño de calles y avenidas, además de considerar el flujo y colecta de aguas pluviales.	X	
NO APLICA.			
EI 16	Se promoverá la reutilización de las aguas residuales previo cumplimiento de la normatividad vigente en materia de contaminación de aguas.	X	
NO APLICA.			
EI 17	Las plantas de tratamiento de aguas residuales deberán contar con un sistema que minimice la generación de lodos y contarán con un programa operativo que considere la desactivación y disposición final de los lodos.	X	
NO APLICA.			
EI 18	Se deberá utilizar aguas tratadas para el riego de jardines y/o campos de golf. El	X	

CRITERIOS ECOLÓGICOS		UGA	
		Cn ₇	M ₅ 1
EQUIPAMIENTO E INFRAESTRUCTURA			
	sistema de riego deberá estar articulado a los sistemas de tratamiento de aguas residuales.		
NO APLICA.			
EI 20	No se permitirá la disposición final de aguas tratadas en el Manglar.	X	
El promovente garantiza el cumplimiento de este criterio.			
EI 21	Quedan prohibidas las quemas de desechos sólidos y vegetación, la aplicación de herbicidas y defoliantes y el uso de maquinaria pesada para el mantenimiento de derechos de vía.	X	
El proyecto no contempla este tipo de actividades en ninguna de sus etapas.			
EI 22	Los taludes en caminos se deberán estabilizar con vegetación nativa.	X	
El proyecto no contempla este tipo de actividades en ninguna de sus etapas.			
EI 23	Los paramentos de los caminos de acceso deberán ser protegidos con árboles y arbustos nativos.	X	
NO APLICA.			
EI 24	No se permite el derribo de árboles y arbustos ubicados en la orilla de los caminos.	X	
El proyecto no contempla este tipo de actividades en ninguna de sus etapas.			
EI 25	Los caminos de acceso deberán contar con reductores de velocidad y señalamientos de protección de la fauna.	X	
Se colocarán señalamientos en las vialidades que son utilizadas para el acceso al proyecto.			
EI 26	Se prohíbe la realización de caminos sobre manglares.	X	
El proyecto no considera afectación alguna a la vegetación de manglar dando cumplimiento a este criterio.			
EI 28	Se prohíbe la instalación de infraestructura para la disposición final de residuos sólidos.	X	
En la etapa de preparación del sitio y demás del proyecto no se considera ningún tipo de instalación para la disposición final de residuos sólidos. Todos los residuos se almacenarán de manera temporal, para después ser dispuestos en sitios autorizados por la autoridad.			
EI 36	No se permite la construcción de muelles .	X	X
El proyecto no considera la construcción de este tipo de infraestructura.			
EI 37	No se permite la construcción de embarcaderos.		X
El proyecto no considera la construcción de este tipo de infraestructura.			
EI 38	Se desarrollarán programas para la instalación de fuentes alternativas de energía.	X	
NO APLICA.			
EI 43	Se prohíben los campos de golf.	X	
El proyecto no considera este tipo de servicios turísticos.			
EI 48	Todo proyecto de desarrollo turístico en la zona costera, deberá contar con accesos públicos a la zona federal marítimo terrestre, por lo que en la realización de cualquier obra o actividad, deberá evitarse la obstrucción de los accesos actuales a dicha zona, debiendo proveer accesos a ésta, en el caso de que se carezca de ellos. Eventualmente, podrá permitirse la reubicación de los accesos existentes, cuando los proyectos autorizados así lo justifiquen.	X	
El proyecto cuenta con títulos de concesión de ZOFEMAT, y respetará los actuales accesos con que se cuenta en la zona, mismos que están debidamente indicados por las autoridades municipales y federales. En ningún momento se obstruirá el paso a la zona federal marítimo terrestre por parte de turistas y personas en general. Con la ejecución del proyecto se mantendrá la ZOFEMAT, ver Anexo G .			
EI 49	No deberá permitirse la instalación de infraestructura de comunicación (postes, torres, estructuras, equipamiento, edificios, líneas y antenas) en ecosistemas	X	

CRITERIOS ECOLÓGICOS		UGA	
		Cn ₅ 7	M ₅ 1
EQUIPAMIENTO E INFRAESTRUCTURA			
	vulnerables y sitios de alto valor escénico, cultural o histórico.		
El proyecto no considera la construcción de este tipo de infraestructura.			
EI 50	En las obras de infraestructura sobre áreas marinas o cuerpos de agua, se prohíbe el uso de aceite quemado y de otras sustancias tóxicas en el tratamiento de la madera.	X	
Las obras que se instalaran en el proyecto no contemplan el uso de aceite quemado y de otras sustancias tóxicas.			
EI 52	El camino paralelo a la costa debe construirse en el ecotono entre la duna posterior y el humedal, dejando pasos y accesos para la fauna.	X	
El proyecto no contempla la construcción de un camino paralelo, por lo que este criterio no aplica.			
EI 53	Los caminos ya existentes sobre humedales deberán adecuarse con obras, preferentemente puentes, que garanticen los flujos hidrodinámicos y el libre tránsito de fauna, tanto acuática como terrestre.	X	
El proyecto se apagará a este criterio. No se contempla llevar a cabo sobre la zona de manglar, cercanas al proyecto.			

CRITERIOS ECOLÓGICOS		UGA	
		Cn ₅ 7	M ₅ 1
FLORA Y FAUNA			
FF 1	Se prohíbe la tala y aprovechamiento de leña para uso turístico y comercial.	X	
Quedará estrictamente prohibido el aprovechamiento de leña para uso turístico y comercial, se ejecutará un programa de protección a la fauna y flora silvestre del lugar.			
FF 2	Los desarrollos turísticos y/o habitacionales, deberán minimizar el impacto a las poblaciones de mamíferos, reptiles y aves, en especial el mono araña.	X	
No aplica, debido a que el proyecto no corresponde a un desarrollo turístico, sin embargo, se ejecutará un programa de protección a la fauna y flora silvestre del lugar.			
FF 3	Se prohíbe la captura de mamíferos marinos.		X
Quedará estrictamente la captura de mamíferos marinos, se ejecutara un programa de protección a la fauna y flora silvestre del lugar.			
FF 4	En los caminos y calles, se deberá conservar y promover la conectividad de las copas de los árboles para permitir la movilización de la fauna silvestre.	X	
El proyecto contempla la creación de una duna artificial, la cual será reforestada con vegetación natural de la zona, y la cual servirá para para permitir la movilización de la fauna silvestre y servirá para refugio de la misma.			
FF 5	Los usos del suelo en las áreas adyacentes a las playas de anidación de tortugas estarán sujetos a autorización de impacto ambiental que demuestre la no afectación de las nidadas.	X	
El proyecto se apegará a este criterio. Por lo cual mantendrá el programa para el manejo y protección de las tortugas que arriban a las bahías de Chemuyil – Chemuyilito en coordinación con el campamento tortuguero autorizado en la zona.			
FF 6	En las playas de arribazón de tortugas sólo se permite la instalación de infraestructura fuera del área de influencia marina que será de 50 metros después de la línea de marea alta o lo que, en su caso, determinen los estudios ecológicos.	X	

CRITERIOS ECOLÓGICOS		UGA	
El proyecto contempla la instalación de una duna artificial y el vertimiento de arena en playa con el que se contempla mejorar las condiciones de la playa, lo cual traerá como consecuencia mejorar las condiciones para la arribazón de las tortugas.			
FF 7	Durante el período de anidación los propietarios del predio deberán coordinarse con la autoridad competente para la protección de las áreas de anidación de tortugas.	X	
El proyecto se apegará a este criterio. Se mantendrá el programa para el manejo y protección de las tortugas que arriban a las bahías de Chemuyil – Chemuyilito, garantizando la integridad de las zonas de anidación.			
FF 8	La autorización de actividades en sitios de anidación de tortugas, estará sujeta al programa de manejo.	X	
El proyecto se apegará a este criterio. Se tendrá coordinación con el programa de protección de las tortugas durante la ejecución del proyecto.			
FF 9	Se prohíbe alterar las dunas y playas en áreas de arribazón de tortugas.	X	
El proyecto contempla la construcción de una duna artificial con la finalidad de mejorar las condiciones de anidación de tortugas, debido a que la zona de playa se encuentra con poca arena. La playa se mantendrá limpia. Una vez restaurada la zona de playa de la bahía se continuará ejecutando el programa para el manejo y protección de las tortugas que anidan en las bahías de Chemuyil – Chemuyilito, por parte de la ONG Flora, fauna y Cultura de México, A.C.			
FF 10	En playas de arribazón de tortugas se prohíbe la iluminación directa al mar y la playa.	X	
Las actividades del proyecto se realizarán durante el día, por lo que no será necesario iluminación artificial.			
FF 11	En las áreas adyacentes a las playas de arribazón de tortugas, de requerirse iluminación artificial, ésta será ámbar, para garantizar la anidación de las tortugas, debiendo restringirse alturas e inclinación en función de estudios específicos.	X	
Las actividades del proyecto se realizarán durante el día, por lo que no será necesario iluminación artificial. Durante la operación del proyecto se cumplirán con estas restricciones.			
FF 12	Se prohíbe el tránsito de vehículos automotores sobre la playa salvo el necesario para acciones de vigilancia y mantenimiento autorizados.	X	
Solamente para la construcción de la duna artificial y las caletas, se utilizará vehículos automotores. Se trasladará a la propiedad 3 Retroexcavadoras con Martillo hidráulico serie 300 o mayor con orugas y 6 camiones de volteo de 17 m3 y 1 camión de volteo tipo Caterpila 771D o mayor capaz de transitar sobre la roca de la costa. Los accesos a la caleta 2 y caleta 3 están hechos y no representan problema con retroexcavadora de orugas, para acceder al área de la caleta 1 se requiere el camión de volteo 771D o mayor, ya que se accederá por la costa rocosa. Posterior a la construcción del proyecto, quedará estrictamente prohibido el tránsito de vehículos automotores sobre la playa.			
FF 13	Se realizará la señalización de las áreas de paso y uso de las tortugas marinas durante la época de anidación y desove de la tortuga marina.	X	
Se instalarán una serie de señalizaciones con el fin de proteger la fauna tales como: No alimentar a la fauna, No molestar a la fauna, No depositar residuos fuera de las zonas indicadas, No provocar ruido innecesario y No remover, coleccionar o dañar ningún tipo de fauna. Se realizará la limpieza constante de las vialidades, para evitar proliferación de fauna nociva.			
FF 14	En playas de arribazón de tortugas no se permite el acceso a ganado vacuno, porcino, caballar, ovino o de cualquier otra índole, la introducción de especies exóticas, ni el acceso de perros y gatos, así como la permanencia de residuos fecales de los mismos en la playa.	X	
El proyecto no contempla este tipo de actividades en ninguna de sus etapas.			
FF 15	En las áreas verdes deberán dejarse en pie los árboles más desarrollados de la vegetación nativa según la especie.	X	
El proyecto no contempla la remoción de árboles en la zona de playa. Por lo que todos los árboles serán			

CRITERIOS ECOLÓGICOS		UGA	
respetados al 100%, sobre todo los protegidos por la NOM-059-SEMARNAT-2010.			
FF 16	Se prohíbe la extracción, captura o comercialización de especies de flora y fauna silvestre, salvo lo que la Ley General de Vida Silvestre prevea.	X	
Durante la etapa de preparación del sitio y demás del proyecto la empresa promotora se compromete a dar cumplimiento estricto a este criterio. El proyecto no contempla la remoción de árboles en la zona de playa. Las zonas de manglar se mantendrán en un 100%.			
FF 17	Se permite establecer viveros e invernaderos autorizados.	X	
El proyecto no contempla este tipo de actividades en ninguna de sus etapas.			
FF 18	Se prohíbe el uso de compuestos químicos para el control de malezas o plagas. Se promoverá el control mecánico o biológico.	X	
El proyecto se apegará a éste criterio.			
FF 19	Se promoverá la instalación de Unidades de Conservación, Manejo y Aprovechamiento Sustentable de la Vida Silvestre (UMAS) no extractivas.	X	
El proyecto no contempla el aprovechamiento de ninguna de las especies de la zona.			
FF 20	No se permite la extracción de flora y fauna acuática en cenotes, excepto para fines de investigación autorizado por la SEMARNAT.	X	
Este criterio no aplica debido a que en la zona no se encuentran cenotes.			
FF 21	Se prohíbe el aprovechamiento de las plantas <i>Thrinax radiata</i> , <i>Pseudophoenix sargentii</i> , <i>Chamaedorea seifrizii</i> , <i>Coccothrinax readii</i> y <i>Beaucarnea pliabilis</i> (chit, cuca, xiat, nakás y despeinada o tsipil) y todas las especies de orquídeas, a excepción de las provenientes de Unidades de Conservación, Manejo y Aprovechamiento Sustentable de la Vida Silvestre (UMAS).	X	
La empresa promotora compromete cumplimiento de este criterio, ya que su objetivo no es el aprovechamiento. Para la reforestación de la duna artificial, se utilizarán especies nativas del lugar (riñonina y uva de mar).			
FF 22	Se prohíbe la introducción de especies de flora y fauna exóticas invasivas.	X	X
La empresa promotora compromete el cumplimiento de este criterio, cuidando que en la jardinería y ornamentación del proyecto se utilicen especies locales y evitar, en la medida de lo posible, la presencia de fauna doméstica, principalmente. La reforestación de la duna y de los arrecifes artificiales se realizará con vegetación natural nativa, (riñonina y uva de mar).			
FF 23	Se promoverá la erradicación de las plantas exóticas perjudiciales a la flora nativa, particularmente el pino de mar <i>Casuarina equisetifolia</i> y se restablecerá la flora nativa.	X	
El proyecto se apegará a este criterio.			
FF 24	En las áreas verdes se emplearán plantas nativas y se restringirán aquellas especies que sean perjudiciales a esta flora.	X	
La reforestación de la duna y de los arrecifes artificiales se realizará con vegetación natural nativa, (riñonina y uva de mar).			
FF 25	Se prohíbe la alteración y remoción de pastos del fondo marino.		X
<p>La zona de playa de las bahías presenta diversos problemas, como son la erosión y la presencia de basura y exceso de rocas, de tal manera que el lugar va perdiendo gradualmente su calidad y belleza. Por otra parte en la zona marina se ha detectado el aumento en la mortalidad de tejido coralino (blaqueamiento), aumento en la cobertura y diversidad de macroalgas y la presencia de cianofitas.</p> <p>Desde hace muchos años, el hombre ha buscado la manera de duplicar los efectos que tienen estructuras como arrecifes de coral sobre la costa, ya que es fácil apreciar que estas estructuras fomentan la sedimentación de arena en su zona protegida, generando la formación de playones calmos y atractivos.</p> <p>Asimismo, los arrecifes artificiales pueden producir un sustentable incremento en la producción de peces en la zona. Japón tiene una larga historia de uso de arrecifes artificiales invirtiendo alrededor de US \$10</p>			

CRITERIOS ECOLÓGICOS		UGA	
<p>millones anuales en la construcción y despliegue de arrecifes artificiales en sus aguas costeras (Polovina & Sakai, 1989).</p> <p>Por consiguiente, se consideró la construcción de los 5 arrecifes artificiales, como medida para estabilizar y mejorar las condiciones de las bahías y generar más producción de biodiversidad en la zona de las bahías. Durante la realización de estas actividades no se pretende la alteración o remoción de pastos del fondo marino. Se tendrá especialmente cuidado en la ubicación de la tubería para la extracción de la arena la cual, inclusive, descansará sobre durmientes para evitar la afectación de cualquier organismo vivo.</p>			
FF 26	Se prohíbe el uso de explosivos, dragados y construcciones cercanas a arrecifes y manglares.	X	X
<p>Se consideró la construcción de los 5 arrecifes artificiales, como medida para estabilizar y mejorar las condiciones de las bahías y generar más producción de biodiversidad en la zona de las bahías, debido a que en la zona marina se ha detectado el aumento en la mortalidad de tejido coralino (blaqueamiento), aumento en la cobertura y diversidad de macroalgas y la presencia de cianofitas.</p> <p>Las actividades de mejoramiento de la playa consisten en la extracción de la arena de un banco con métodos no convencionales. No se considera el uso de alguna draga por lo que no puede ser considerado como dragado.</p> <p>Vale la pena mencionar que esta actividad obedece a la intención de regresar la arena a su lugar original ya que se de acuerdo con las características físicas del banco de arena se puede concluir que es exactamente la misma que con el transcurso del tiempo se ha retirado de las bahías y colocado en dicho banco.</p>			
FF 27	La ubicación y construcción de puntos de anclaje estará sujeta a estudios específicos.		X
El anclaje de embarcaciones solo se permitirá en zonas de arenales y ceibadales.			
FF 28	No se permitirá el anclaje de embarcaciones en un radio menor de 35 m inmediatos al arrecife.		X
El anclaje de embarcaciones solo se permitirá en zonas de arenales y ceibadales. Se respetará en caso de ser necesario, el radio de los 35 m de los arrecifes.			
FF 29	El anclaje de embarcaciones solo se permitirá en zonas de arenales y ceibadales.		X
No se consideran actividades que requieran anclaje durante ninguna etapa del proyecto, sin embargo, en caso de requerirse se respetará el presente criterio.			
FF 30	No se permitirá la recolección, remoción o trasplante de organismos vivos, muertos o materiales naturales, ni arrojar ningún tipo de desperdicios en los arrecifes.		X
El proyecto no contempla ninguna de las actividades mencionadas en este criterio. Los arrecifes se conservarán en un 100%. La construcción de los arrecifes artificiales se llevará a cabo por especialistas, los cuales deberán estar capacitados para no causar ningún daño en a las áreas arrecifales. Se llevará a cabo un programa para la ejecución adecuada de las actividades náuticas, durante la ejecución del proyecto.			
FF 32	Se prohíben los dragados, apertura de canales, boca y cualquier obra o acción que afecte a la comunidad coralina y la línea de costa.	X	X
<p>Los arrecifes se conservarán en un 100%. La construcción de los arrecifes artificiales se llevará a cabo por especialistas, los cuales deberán estar capacitados para no causar ningún daño en a las áreas arrecifales. Se llevará a cabo un programa para la ejecución adecuada de las actividades náuticas, durante la ejecución del proyecto.</p> <p>Para la construcción de las tres caletas propuestas, debido al diseño del proyecto y a la experiencia de los profesionales en proyectos marinos es importante la existencia de las bocas o canales que permitan la correcta circulación del agua para que no se estanque, genere algún tipo de algas o mal olor. Esta acción pudiera interpretarse como contraria al presente criterio; sin embargo, aún y con la existencia de estos pequeños canales no se afectará la comunidad coralina ni la línea de costa dada su forma rocosa.</p>			

CRITERIOS ECOLÓGICOS		UGA	
<p>Es importante mencionar que en el sitio del proyecto se encuentra vigente el Decreto de Área Natural Protegida, con el carácter de reserva de la biosfera, la región conocida como Caribe Mexicano en el cual se permiten los proyectos de recuperación y rehabilitación de la playa. De acuerdo con los criterios internos de esa DGIRA los Decretos de ANP prevalecen sobre los Programas de Ordenamiento Ecológico Territorial de una región en específica por lo tanto, se considera que las acciones previstas pueden ser viables ambientalmente.</p>			
FF 33	Los desarrollos nuevos y/o existentes deberán garantizar la permanencia de las poblaciones de cocodrilos.	X	
<p>En el predio del proyecto no se tiene registro de esta especie; en caso detectar la presencia de cocodrilos en la zona, será informada a las autoridades correspondientes.</p>			
FF 34	En zonas donde exista la presencia de especies incluidas en la NOM-ECOL-059-1994, deberán realizarse los estudios necesarios para determinar las estrategias que permitan minimizar el impacto negativo sobre las poblaciones de las especies aludidas en esta norma.	X	X
<p>La presente manifestación ambiental se presenta para evaluar y mitigar los impactos negativos sobre las poblaciones de especies incluidas en la NOM-ECOL-059-1994. En el capítulo VI, se presentan las medidas de mitigación propuestas para mitigar los impactos generados por las actividades.</p>			
FF 35	Se prohíbe la construcción de cualquier tipo de estructura promotora de playa.		X
<p>La zona de playa de las bahías presenta diversos problemas, como son la erosión y la presencia de basura y exceso de rocas, de tal manera que el lugar va perdiendo gradualmente su calidad y belleza. Por otra parte en la zona marina se ha detectado el aumento en la mortalidad de tejido coralino (blanqueamiento), aumento en la cobertura y diversidad de macroalgas y la presencia de cianofitas.</p> <p>Por consiguiente, la construcción de los 5 arrecifes artificiales, 1 duna artificial y el mejoramiento de la playa, mediante el vertido de arena, como medida para estabilizar y mejorar las condiciones ambientales y recreativas de las bahías en ningún momento son consideradas como estructuras promotoras de playa ya que esta no es su función.</p> <p>Es importante mencionar que en el sitio del proyecto se encuentra vigente el Decreto de Área Natural Protegida, con el carácter de reserva de la biosfera, la región conocida como Caribe Mexicano en el cual se permiten los proyectos de construcción de arrecifes, recuperación y rehabilitación de la playa. De acuerdo con los criterios internos de esa DGIRA los Decretos de ANP prevalecen sobre los Programas de Ordenamiento Ecológico Territorial de una región en específica por lo tanto, se considera que las acciones previstas pueden ser viables ambientalmente.</p>			

CRITERIOS ECOLÓGICOS		UGA	
		Cn ₅ 7	M ₅ 1
MANEJO DE ECOSISTEMAS			
MAE 1	En las playas sólo se permite la construcción de estructuras temporales como palapas de madera o asoleaderos.	X	
<p>La infraestructura contemplada para las zonas de las bahías y del asoleadero propuesto son básicamente palapas y camastros.</p>			
MAE 3	No se permite modificar el contorno costero, eliminar manglar y pastos marinos, alterar la calidad del agua, ni hacer relleno del litoral rocoso a excepción de andadores de acceso a la costa y asoleaderos con piso de arena.		X
<p>No se pretende modificar el contorno costero ni eliminar manglar ni pastos marinos. Las áreas que se rehabilitarán con arena serán para cubrir las áreas donde tomarán en sol los turistas, esto, sin que conlleve la compactación de algún tipo de material ni de relleno rocoso.</p>			

CRITERIOS ECOLÓGICOS		UGA	
		Cn ₅ 7	M ₅ 1
MANEJO DE ECOSISTEMAS			
Es importante mencionar que en el sitio del proyecto se encuentra vigente el Decreto de Área Natural Protegida, con el carácter de reserva de la biosfera, la región conocida como Caribe Mexicano en el cual se permiten los proyectos de recuperación y rehabilitación de la playa. De acuerdo con los criterios internos de esa DGIRA los Decretos de ANP prevalecen sobre los Programas de Ordenamiento Ecológico Territorial de una región en específica por lo tanto, se considera que las acciones previstas pueden ser viables ambientalmente.			
MAE 4	No se permite encender fogatas en las playas.	X	
Durante la preparación del sitio y demás etapas del proyecto no se permitirá el uso del fuego en general y esta restricción se aplicará permanentemente en el desarrollo para garantizar su cumplimiento.			
MAE 5	Se prohíbe la extracción de arena de playas, dunas y lagunas costeras.	X	
Sólo se extraerá arena de un banco de arena frente a la playa, el cual se utilizará para fomentar y ampliar las áreas de recreación y regresar la arena a su lugar original.			
MAE 6	Se prohíbe el vertimiento de hidrocarburos y productos químicos no biodegradables.	X	X
Durante la preparación del sitio y demás etapas del proyecto, quedará estrictamente prohibido el vertimiento de hidrocarburos y productos químicos al mar.			
MAE 7	No se permite la infraestructura recreativa y de servicios en el cordón de las dunas frontal.	X	
No se tiene contemplado la colocación de instalaciones sobre la duna, esta se mantendrá libre de toda infraestructura. En caso de ser necesaria la instalación de infraestructura estas serán removibles y preferentemente serán retiradas diariamente para no interferir con las actividades de nocturnas en el área de playa librando el cordón de duna, el cual, como ya se ha manifestado, será reforestado.			
MAE 8	La construcción de edificaciones podrá llevarse a cabo después del cordón de dunas, a una distancia no menor de 40 m. de la Zona Federal y en altura máxima de 6 m.	X	
No se tiene contemplado la colocación de instalaciones sobre la duna, esta se mantendrá libre de toda infraestructura. En caso de ser necesaria la instalación de infraestructura estas serán removibles y preferentemente serán retiradas diariamente para no interferir con las actividades de nocturnas.			
MAE 9	No deberán realizarse nuevos caminos sobre dunas.	X	
El proyecto se apegará a este criterio.			
MAE 10	Solo se permite la construcción de accesos peatonales elevados y transversales sobre las dunas.	X	
En caso de ser necesarios, se considerarán los accesos peatonales elevados sobre la duna.			
MAE 11	No se permite la remoción de la vegetación nativa en el cordón de las dunas, ni la modificación de éstas.	X	
La zona de playa de las bahías se encuentra con poca arena, por lo que la zona de duna se encuentra inestable y vulnerable a eventos climatológicos, por lo que se contempla la construcción de una Duna Artificial (D1) que funcionara como duna frontal, logrando de esta forma, la estabilización de la línea de costa e incrementar las poblaciones de flora y fauna del lugar.			
MAE 12	La utilización de los humedales estará sujeta a la autorización de impacto ambiental que garantice el mantenimiento de los procesos geohidrológicos, calidad de agua, flujo de nutrientes y diversidad biológica	X	
El proyecto no contempla la utilización de los humedales, este se respetará en un 100%.			
MAE 14	Complementario a los sistemas de abastecimiento de agua potable, en todas las construcciones se deberá contar con infraestructura para la captación de agua de lluvia.	X	

CRITERIOS ECOLÓGICOS		UGA	
		Cn ₅ 7	M ₅ 1
MANEJO DE ECOSISTEMAS			
El proyecto no considera este tipo de actividad.			
MAE 15	El aprovechamiento de aguas subterráneas deberá justificarse con estudios geohidrológicos, aprobadas por la CNA para garantizar que la extracción no produce intrusión salina.	X	
No aplica.			
MAE 17	Se deberá mantener o en su caso restaurar la vegetación de la zona federal y cuerpos de agua.	X	
El proyecto contempla la construcción de una duna artificial, la cual será reforestada con vegetación natural característica de la zona.			
MAE 18	Se deberá mantener o en su caso restaurar la vegetación de la zona perimetral a los cuerpos de agua.	X	
El proyecto contempla la construcción de una duna artificial, la cual será reforestada con vegetación natural característica de la zona.			
MAE 21	Sólo se permite despallar hasta el 15% de la cobertura vegetal del predio, con excepción del polígono de la UGA 7 que incluye al área de X'cachel-X'cachelito.	X	
El proyecto no contempla la remoción de vegetación en la zona terrestre.			
MAE 23	La reforestación deberá realizarse con flora nativa.	X	
El proyecto contempla la construcción de una duna artificial, la cual será reforestada con vegetación natural característica de la zona.			
MAE 24	No se permite modificar o alterar física y/o escénicamente dolinas, cenotes y cavernas.	X	
No aplica, no existen cenotes en la zona del proyecto.			
MAE 25	No se permitirá el dragado, relleno, excavaciones, ampliación de los cenotes y la remoción de la vegetación, salvo en caso de rescate, previo estudio de impacto ambiental.	X	
No aplica, no existen cenotes en la zona del proyecto. Se trata de un proyecto a ser ejecutado en las zonas de playa y marina colindante a las bahías de Chemuyil y Chemuyilito.			
MAE 26	Se prohíbe el desmonte, despalle o modificaciones a la topografía en un radio de 50 m alrededor de los cenotes, dolinas y/o cavernas.	X	
No aplica, no existen cenotes en la zona del proyecto.			
MAE 27	La utilización de cavernas y cenotes estará sujeta a una evaluación de impacto ambiental y estudios ecológicos que permitan generar medidas que garanticen el mantenimiento de la biodiversidad; promoviendo además la autorización para su uso ante la Comisión Nacional del Agua.	X	
No se tiene previsto el aprovechamiento de cavernas y/o del cenote, en este caso en particular.			
MAE 29	Los proyectos a desarrollar deberán garantizar la conectividad de la vegetación nativa entre predios colindantes para la movilización de fauna silvestre.	X	
El proyecto contempla la creación de una duna artificial, la cual será reforestada con vegetación natural de la zona, y la cual servirá para para permitir la movilización de la fauna silvestre y servirá para refugio de la misma. Se promueve una mayor diversidad de forma indirecta; ya que en los arrecifes artificiales; los peces podrán encontrar sitios de reproducción y refugio. Al mismo tiempo se genera superficie donde organismos sésiles pueden encontrar un sustrato adecuado, ya sea para especies de arrecife frontal o en el área protegida. Por ejemplo: algas, esponjas y corales escleractinios, octocorales, entre otros. Se propone realizar un monitoreo del arrecife artificial para registrar las especies que vayan llegando.			
MAE 30	En zonas inundables no se permite la alteración de los drenajes naturales principales.	X	

CRITERIOS ECOLÓGICOS		UGA	
		Cn ₅ 7	M ₅ 1
MANEJO DE ECOSISTEMAS			
No aplica. El proyecto no afectará las zonas inundables, estas se conservarán en un 100%			
MAE 31	Las obras autorizadas sobre manglares deberán garantizar el flujo y reflujos superficial del agua a través de un estudio geohidrológico.	X	
No aplica. El proyecto no afectará las zonas inundables, estas se conservarán en un 100%			
MAE 32	Se prohíbe la obstrucción y modificación de escurrimientos pluviales.	X	
La colocación de las estructuras no modifica el flujo de los escurrimientos pluviales, la localización de estas estructuras se ha seleccionado para mantener tanto el flujo marino como superficial.			
MAE 33	Se promoverá el control integrado en el manejo de plagas, tecnologías, espacio y disposición final, de envases de plaguicidas.	X	
El proyecto se apegará a este criterio.			
MAE 45	El aprovechamiento, tala y relleno del manglar en ningún caso deberá de exceder el 10% de la cobertura incluida en el predio y deberá realizarse de tal forma que no se afecte la continuidad y calidad de los procesos hidrodinámicos y dinámica poblacional de las especies de manglar, así mismo deberá garantizarse la permanencia del 90% de manglar restante. La porción a desmontar no deberá rebasar el porcentaje de despalme permitido para el predio.	X	
Este criterio no aplica ya que no se realizará obra alguna en la zona del manglar, además de que el proyecto cumple con lo establecido por el artículo 60 TER de la LGVS, tal y como se mencionó anteriormente.			
MAE 47	El aprovechamiento de los cuerpos de agua se deberá justificar con estudios geohidrológicos aprobados por la Comisión Nacional del Agua.	X	
No se tiene previsto el aprovechamiento de cuerpos de agua.			
MAE 48	Solo se permite la utilización de fertilizantes orgánicos, herbicidas y plaguicidas biodegradables en malezas, zonas arboladas, derechos de vía y áreas verdes.	X	
El proyecto se apegará a este criterio.			
MAE 49	En las áreas verdes solo se permite sembrar especies de vegetación nativa.	X	
El proyecto se apegará a este criterio. La duna artificial se reforestará con vegetación natural característica de la zona y que sea acorde al paisaje caribeño.			
MAE 52	La reforestación en áreas urbanas y turísticas deberá realizarse con flora nativa, o aquella tropical que no afecte a esta misma vegetación, que no perjudique el Desarrollo Urbano y que sea acorde al paisaje caribeño.	X	
El proyecto se apegará a este criterio. La duna artificial se reforestará con vegetación natural característica de la zona y que sea acorde al paisaje caribeño.			
MAE 53	Se prohíbe la utilización de fuego o productos químicos para la eliminación de la cobertura vegetal y/o quema de desechos vegetales producto del desmonte.	X	
El proyecto no considera el uso de fuego o productos químicos para la eliminación de cobertura vegetal.			
MAE 54	Las áreas que se afecten sin autorización, por incendios, movimientos de tierra, productos o actividades que eliminen y/o modifiquen la cobertura vegetal no podrán ser comercializadas o aprovechadas para ningún uso en un plazo de 10 años y deberán ser reforestados con plantas nativas por sus propietarios, previa notificación al municipio.	X	
El predio no tiene desmontes ni áreas que hayan sido impactadas por los incendios forestales por lo que no se contraponen este criterio.			
MAE 55	Se prohíbe la acuicultura en cuerpos de agua naturales.	X	
Esta actividad no está considerada por el proyecto, ya que se trata de un proyecto turístico.			
MAE 56	Se prohíben las actividades recreativas marinas en el periodo de anidación de tortugas desde el ocaso hasta el amanecer.		X

CRITERIOS ECOLÓGICOS		UGA	
		Cn ₅ 7	M ₅ 1
MANEJO DE ECOSISTEMAS			
El proyecto se apegará a este criterio. Es importante mencionar que los trabajos de preparación del sitio y construcción de estructuras iniciarán preferentemente durante los meses de menor presencia de tortugas (octubre–marzo). Durante los meses de mayor arribazón de las tortugas (marzo–septiembre), se tiene contemplado la ejecución de un programa para la rescate y protección de las tortugas marinas que arriban a la zona marina de Chemuyil.			
MAE 59	En el área de X'cachel-X'cachelito, sólo se permite despallar hasta el 10% de la cobertura vegetal del predio.	X	
El proyecto no se ubica dentro del área de X'cachel-X'cachelito.			

CRITERIOS ECOLÓGICOS		UGA	
		Cn ₅ 7	M ₅ 1
TURISMO			
Tu 3	Se podrá llevar a cabo desarrollos turísticos con una densidad neta de hasta 30 cuartos en el área de desmonte permitida.	X	
NO APLICA.			
Tu 6	La visita a las áreas arrecifales deberá estar sujeta a estudios específicos.		X
El proyecto no contempla actividades de recreo en las áreas arrecifales. La construcción de los arrecifes artificiales se llevará a cabo por especialistas, los cuales deberán estar capacitados para no causar ningún daño en a las áreas arrecifales. Se llevará a cabo un programa para la ejecución adecuada de las actividades náuticas, durante la ejecución del proyecto.			
Tu 7	Se prohíbe la utilización de embarcaciones motorizadas en caletas y cenotes costeros.		X
El proyecto no contempla este tipo de actividades. Quedará estrictamente prohibida la utilización de embarcaciones motorizadas dentro del arrecife.			
Tu 8	Las actividades náuticas deberán contar con un reglamento que minimice impactos ambientales.		X
Se llevará a cabo un programa para la ejecución adecuada de las actividades náuticas, durante la ejecución del proyecto.			
Tu 9	No se permite el acuatizaje de hidroaviones.		X
El proyecto no contempla este tipo de actividades.			
Tu 10	Las actividades recreativas deberán contar con un Programa Integral de Manejo de Residuos Sólidos y Líquidos.	X	
Durante la etapa de preparación del sitio y operación del proyecto, los residuos líquidos y sólidos serán manejados de forma programada y ordenada, a través del Programa de manejo de residuos líquidos y sólidos.			
Tu 11	Las actividades recreativas deberán contar con un reglamento que minimice impactos ambientales hacia la flora, fauna y formaciones geológicas.	X	
El proyecto no contempla actividades de recreo en las áreas arrecifales.			
Tu 12	En el espeleobuceo no se permitirá molestar, capturar o lastimar a la fauna cavernícola ni modificar, ni alterar o contaminar el ambiente de la caverna.	X	
No aplicable al proyecto. El proyecto no se desarrolla en cavernas.			
Tu 15	Las edificaciones no deberán rebasar la altura promedio de la vegetación Arbórea del Corredor que es de 12.0 m.	X	
No aplica. No se contempla la construcción de edificaciones.			
Tu 17	La construcción de hoteles o infraestructura asociada ocupará como máximo el 10% del frente de playa del predio que se pretenda desarrollar.	X	

CRITERIOS ECOLÓGICOS		UGA	
		Cn ₇	M ₅ 1
TURISMO			
No aplica. No se contempla la construcción de edificaciones.			
Tu 18	Las actividades turísticas y/o recreativas estarán sujetas a estudios ecológicos especiales que determinen áreas y horarios de actividades, así como la capacidad de carga de conformidad con la legislación vigente en la materia.	X	X
El proyecto no contempla actividades de recreo.			
Tu 19	No se permitirá la práctica de ningún deporte acuático motorizado a menos de 100 metros de distancia de las formaciones coralinas.		X
No se tiene contemplada la práctica de ningún tipo de deporte acuático.			
Tu 20	No se permitirá el uso de plataformas o embarcaciones para fines de buceo y esnorqueleo masivos	X	
No se tiene contemplado el uso de plataformas o embarcaciones de buceo y esnorqueleo masivo.			
Tu 22	En el desarrollo de los proyectos turísticos, se deberán de mantener los ecosistemas excepcionales tales como formaciones arrecifales, selvas subperennifolias, manglares, cenotes y caletas, entre otros, así como las poblaciones de flora y fauna incluidas en la NOM 059.	X	X
El proyecto tendrá un programa de rehabilitación de la zona de la duna artificial sin afectar el ecosistema de manglar.			
Tu 23	Excepto lo mencionado en el criterio TU-22, en las actividades y desarrollos turísticos, el área no desmontada quedará distribuida perimetralmente alrededor del predio y del conjunto de las edificaciones e infraestructura construidas.	X	
NO APLICA.			
Tu 24	En las actividades y desarrollos turísticos, el cuidado conservación y mantenimiento de la vegetación del área no desmontada es obligación de los dueños del desarrollo o responsable de las actividades mencionadas, y en caso de no cumplir dicha obligación, se aplicarán las sanciones correspondientes conforme a la normatividad aplicable vigente.	X	
La empresa promovente está consciente y manifiesta su responsabilidad de cuidar la vegetación presente en el predio.			
Tu 26	Sólo se permite la navegación de embarcaciones en tránsito y de acuerdo a las rutas establecidas.		X
Se llevará a cabo un programa para la ejecución adecuada de las actividades náuticas, durante la ejecución del proyecto.			
Tu 27	No se permite la práctica de actividades recreativas que requieran el uso de equipos motorizados acuáticos y lanchas de arrastre para skies, paracaídas, y deslizadores, en las lagunas arrecifales y en las proximidades de las formaciones coralinas.		X
El proyecto no contempla actividades de recreo en las áreas arrecifales.			
Tu 28	Sólo se permite la utilización de lagunas costeras y arrecifales para el aterrizaje de hidroaviones, con fines de inspección, vigilancia, investigación y emergencias.		X
La empresa promovente no contempla este tipo de actividades en ninguna fase del proyecto.			
Tu 29	Se prohíbe tocar, pararse, dañar, alterar, asirse, sujetarse o recargarse de las formaciones arrecifales.		X
La zona de playa de las bahías presenta diversos problemas, como son la erosión y la presencia de basura y exceso de rocas, de tal manera que el lugar va perdiendo gradualmente su calidad y belleza. Por otra parte en la zona marina se ha detectado el aumento en la mortalidad de tejido coralino (blaqueamiento), aumento en la cobertura y diversidad de macroalgas y la presencia de cianofitas. Por ello, la instalación de arrecifes artificiales permitirá su permanencia y mejoramiento en la zona marina.			

CRITERIOS ECOLÓGICOS		UGA	
		Cn ₇	M ₅ 1
TURISMO			
En ningún momento se permitirá que los turistas toquen, dañen, alteren o se recarguen en las formaciones arrecifales que resulten.			
Tu 30	En el buceo libre, autónomo y la natación se prohíbe el uso de guantes y cuchillo.		X
La construcción de los arrecifes artificiales se llevará a cabo por especialistas, los cuales deberán estar capacitados para no causar ningún daño en a las áreas arrecifales.			
Tu 31	Se prohíbe la pesca de cualquier tipo.		X
No se contemplan actividades de pesca.			
Tu 32	En los canales de acceso a las lagunas arrecifales sólo se permiten embarcaciones en tránsito.		X
Se llevará a cabo un programa para la ejecución adecuada de las actividades náuticas, durante la ejecución del proyecto.			
Tu 33	En los canales de acceso a las lagunas arrecifales no se permite ningún tipo de actividades recreativas, culturales, de esparcimiento, de superficie o subacuáticas, diurnas o nocturnas.		X
El proyecto no contempla actividades de recreo en las áreas arrecifales. La construcción de los arrecifes artificiales se llevará a cabo por especialistas, los cuales deberán estar capacitados para no causar ningún daño en a las áreas arrecifales.			
Tu 34	Los prestadores de servicios turísticos o comerciales y los instructores o guías, deberán proporcionar a los usuarios las condiciones de seguridad necesarias para realizar las actividades para las cuales contraten sus servicios, de acuerdo a la legislación aplicable en la materia.	X	X
No se contemppa la prestación de servicios turísticos o comerciales en la zona marina. Sólo llevar a cabo la construcción de los arrecifes artificiales, extracción, bombeo y vertido arena en la playa, tomando medidas adecuadas para evitar afectaciones a los ecosistemas marinos considerando la legislación aplicable.			
Tu 35	Se prohíbe la realización de torneos, concursos o eventos náuticos motorizados de superficie o subacuáticas en las lagunas arrecifales.		X
No se contemplan estas actividades.			
Tu 36	Deberá señalizarse los canales de acceso a las lagunas arrecifales.		X
Se considera señalizar todas las áreas de trabajo con el fin de que no afecten otras áreas. Se llevará a cabo un programa para la ejecución adecuada de las actividades náuticas, durante la ejecución del proyecto.			
Tu 37	Queda prohibido realizar el mantenimiento, limpieza, reparación de embarcaciones, abastecimiento de combustible y achicamiento de las sentinas, con excepción de casos de emergencia en la que se exponga la seguridad de vidas humanas.		X
Quedará estrictamente prohibido el mantenimiento, limpieza, reparación de embarcaciones, abastecimiento de combustible y achicamiento de las sentinas.			
Tu 38	Queda prohibida la navegación de embarcaciones de motor de 1.5 o más metros de calado en las lagunas arrecifales.		X
El proyecto contemplará dicho criterio. Se llevará a cabo un programa para la ejecución adecuada de las actividades náuticas, durante la ejecución del proyecto.			
Tu 39	Queda prohibida mantener la embarcación motorizada estacionaria o circular sin destino definido, en las lagunas arrecifales.		X
El proyecto se apegará a lo establecido en el presente criterio. Se llevará a cabo un programa para la ejecución adecuada de las actividades náuticas, durante la ejecución del proyecto.			

CRITERIOS ECOLÓGICOS		UGA	
		Cn ₇	M ₅ 1
TURISMO			
Tu 40	Se prohíbe dar alimento a la fauna silvestre	X	X
La empresa promovente garantiza el cumplimiento de este criterio. Se ejecutará un programa de protección y rescate de la flora y fauna silvestre.			
Tu 41	Se prohíbe el uso de motores de dos tiempos en actividades turísticas marítimas.		X
El proyecto se apegará a lo establecido en el presente criterio. Se llevará a cabo un programa para la ejecución adecuada de las actividades náuticas, durante la ejecución del proyecto.			
Tu 42	Se prohíbe el uso de plataformas marinas, o artefactos que funcionen como tales.		X
El proyecto no considera el uso de plataformas marinas.			
Tu 43	En las zonas arqueológicas solo se permite la construcción de obras, infraestructura o desarrollo avalados por el Instituto Nacional de Antropología e Historia.	X	
El predio del proyecto de acuerdo a la caracterización del mismo no presenta zonas arqueológicas.			
Tu 44	Antes de efectuar cualquier tipo de desarrollo e infraestructura se deberá efectuar un reconocimiento arqueológico y notificar al Instituto Nacional de Antropología e Historia de cualquier vestigio o Sacbé (camino blanco maya) que se encuentre.	X	
El predio del proyecto de acuerdo a la caracterización del mismo no presenta zonas arqueológicas.			

III.1.12. NORMAS OFICIALES MEXICANAS.

Las Normas Oficiales Mexicanas (NOM) son las regulaciones técnicas que contienen la información, requisitos y especificaciones, procedimientos y metodología que permiten a las distintas dependencias gubernamentales establecer parámetros evaluables para evitar riesgos a la población, a los animales y al medio ambiente, por lo que su aplicación es obligatoria.

En esta sección se describe brevemente las Normas Oficiales Mexicanas que de forma general son aplicables al proyecto para garantizar su viabilidad.

Normas Oficiales Mexicanas	Vinculación
NOM-001-SEMARNAT-1996. Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales.	<p>Durante la etapa de preparación de sitio y construcción del proyecto se instalarán sanitarios portátiles tipo SANIRENT a razón de 1 por cada 15 trabajadores.</p> <p>El mantenimiento y limpieza de los sanitarios durante estas actividades estará a cargo de la empresa que se contrate para tal fin y se le solicitará que la disposición de los residuos sea de la forma adecuada de acuerdo a la naturaleza de los mismos y a la normatividad aplicable.</p>

Normas Oficiales Mexicanas	Vinculación
NOM-041-SEMARNAT-2015. Límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible.	<p>A los contratistas que participen en los trabajos se les recomendará a los responsables del manejo de transporte, maquinaria y equipos de combustión interna que mantengan sus vehículos y maquinarias en condiciones óptimas de operación, para que cumplan con los niveles máximos permisibles de las Normas Oficiales Mexicanas.</p> <p>Asimismo, que sus vehículos cuenten, igualmente, con las bitácoras o registros que permitan demostrar que éstos cumplen con los parámetros de emisión permitidos, a nivel federal.</p>
NOM-052-SEMARNAT-2005. Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos.	<p>Se prevé la posible generación de pequeñas cantidades de residuos sólidos, así como otros materiales peligrosos derivados de esta actividad, por lo cual se considerarán medidas regulatorias para los contratistas.</p> <p>Se consideran también estrategias para su confinamiento temporal y disposición final por parte de empresas acreditadas ante la autoridad correspondiente para tal fin a través de un Programa de manejo adecuado de residuos sólidos y líquidos.</p>
NOM-081-ECOL-1994. Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición.	<p>Se tiene previsto para las etapas de preparación y construcción, medidas regulatorias para los contratistas y prestadores de servicios donde se dé cumplimiento a esta NOM.</p> <p>Se verificará que los equipos estén en condiciones óptimas de operación, con el fin de respetar los límites máximos permisibles de ruido perimetral de las zonas de trabajo de 68 DbA de las 06:00 hrs a las 22:00 hrs y de 65 DbA de las 22:00 hrs a las 06:00 hrs.</p>
Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Protección ambiental - Especies nativas de México de flora y fauna silvestres – categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio – lista de especies en riesgo.	<p>Se registraron especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, como Coral blando (<i>Plexaura homomalla</i>) y (<i>Plexaurella dichotoma</i>) cuerno de ciervo (<i>Acropora cervicornis</i>), Cuerno de alce (<i>Acropora palmata</i>), Mangle negro (<i>Avicennia germinans</i>), Palma chit (<i>Thrinax radiata</i>), Boa (<i>Boa constrictor</i>), Pelicano (<i>Pelecanus occidentalis</i>). Así en la categoría de peligro de extinción dos especies, Caguama (<i>Caretta caretta</i>) y (<i>Chelonya mydas</i>).</p> <p>En caso de registrar ejemplares en las áreas de aprovechamiento del proyecto se contemplan programas de rescate y reubicación en las áreas de conservación del sistema ambiental.</p>
NOM-022-SEMARNAT-2003. Que establece las especificaciones para la preservación,	Se exenta el demonte o poda del mangle. Sin embargo, en algunas zonas no se mantienen los 100 m

Normas Oficiales Mexicanas	Vinculación
<p>conservación, aprovechamiento sustentable y restauración de los humedales costeros en zonas de manglar.</p>	<p>requeridos a la franja de protección. Si bien existe una zona de manglar adyacente al área donde se realizarán las obras y actividades sometidas a evaluación.</p> <p>Asimismo, se realizará un programa de limpieza y sanamiento en la zona del proyecto con la finalidad de retirar toda la vegetación muerta.</p>
<p>NORMA Oficial Mexicana NOM-162-SEMARNAT-2012, Que establece las especificaciones para la protección, recuperación y manejo de las poblaciones de las tortugas marinas en su hábitat de anidación.</p>	<p>Los trabajos de preparación del sitio y construcción de estructuras iniciarán preferentemente durante los meses de menor presencia de tortugas (octubre – marzo).</p> <p>Durante los meses de mayor arribazón de las tortugas (marzo – septiembre) se tiene contemplado la ejecución de un programa, para la rescate y protección de las tortugas marinas que arriban a la zona marina de Puerto Cancún.</p> <p>Se contempla monitorear la zona de playa a fin de detectar la posible llegada de alguna tortuga y en caso de presentarse la anidación, la empresa se coordinará con alguna de las organizaciones no gubernamentales presentes en la zona, como son Flora, Fauna y Cultura de México, A.C. o/y con la autoridad competente para su protección y conservación.</p>

III.2. ÁREAS DE IMPORTANCIA AMBIENTAL.

III.2.1. ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS (ANP).

Las áreas naturales protegidas de México son grandes espacios geográficos en los que legalmente se ha establecido algún régimen de protección para salvaguardar sus valores, principalmente naturales, aunque algunas veces también conjuntamente culturales o históricos, y que son administradas por una variedad de autoridades y organismos.

En México existen áreas protegidas de diversos tipos: federales, estatales, municipales, comunitarias, ejidales y privadas, todas ellas bajo la administración de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP).

En Quintana Roo aproximadamente el 25% de la superficie total del Estado se encuentra bajo algún esquema de protección ecológica. Las reservas ecológicas protegidas más importantes son:

Federal	Estatal	Municipal
Área de protección de flora y fauna de Uaymil,	Laguna de Chankanaab,	Omblogo Verde.
Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an,	Parque Kabah,	
Reserva de la Biosfera de Banco Chinchorro,	Bahía de Chetumal, Santuario del Manatí,	
Parque nacional Isla Contoy,	Xcabel-Xcabelito,	
Parque Nacional de Tulum,	Laguna Manati,	
Parque marino nacional Arrecifes de Cozumel,	Laguna Colombia,	
Arrecifes de Puerto Morelos,	Sistema Lagunar Chichankanab,	
Parque Nacional Costa Occidental de Isla Mujeres, Punta Cancún y Nizuc,	Parque Lagunar de Bacalar,	
Área de protección de flora y fauna Yum Balam,	Sistema Lagunar Chacmochuch,	
Parque nacional Arrecifes de Xcalak,	Selvas Y Humedales de Cozumel,	
Área de Protección de Flora y Fauna Bala'an Ka'ax,		
Manglares de Nichupte,		
Reserva de la Biosfera Tiburón Ballena,		
Área de Protección de Flora y Fauna Otoch Ma'ax Yetel Kooh,		
Centro de Estudios Faunísticos San Felipe Bacalar,		
Reserva de la Biosfera del Caribe Mexicano		
Acuerdo por el que se establece con el nombre de Bahía de Akumal el área de refugio para la protección de especies que se indican, la porción marina que se señala en el Estado de Quintana Roo		

De conformidad con el **Decreto por el que se declara Área Natural Protegida, con el carácter de reserva de la biosfera, la región conocida como Caribe Mexicano**³ (DECRETO), mediante el cual se declaró como área natural protegida una superficie total de 5,754,055-36-31.60 hectáreas, que incluye una porción marina y terrestre de 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; el proyecto se encuentra dentro del área de amortiguamiento que establece el citado DECRETO, tal y como se aprecia en la siguiente figura:

³ Publicado el 7 de diciembre de 2016 en el Diario Oficial de la Federación.

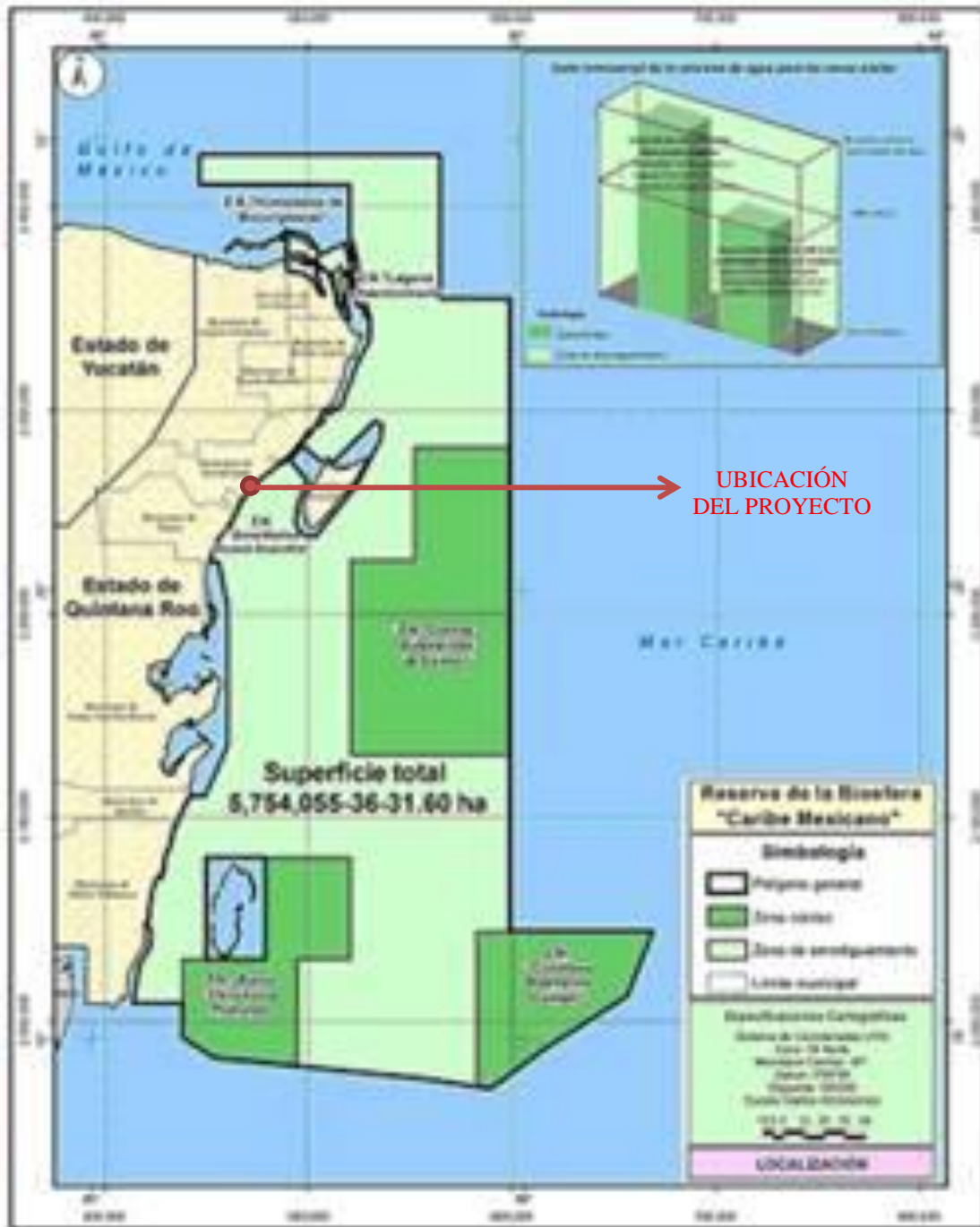


Figura III.2. Decreto de la Reserva de la Biósfera y su localización con respecto al sitio del proyecto.

Cabe destacar que el DECRETO prevé para la zona de amortiguamiento la realización de determinadas actividades, ajustándose el proyecto a lo referido en la fracción XX de su Artículo Séptimo y fracción XII del Artículo Octavo, que a letra señalan:

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

[...]

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

[...]

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:

[...]

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;

[...]

DECRETO por el que se declara Área Natural Protegida, con el carácter de reserva de la biosfera, la región conocida como Caribe Mexicano.

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.
El proyecto se apegará a este criterio. Sólo se permite la utilización de insecticidas, fungicidas y pesticidas biodegradables.	
II.	Construir confinamientos o terminales de almacenamiento de materiales y sustancias peligrosas.
El proyecto se apegará a este criterio.	
III.	Construir sitios de disposición final o rellenos sanitarios de residuos sólidos, salvo el mantenimiento y mejoramiento de los existentes.
El proyecto NO contempla la realización de este tipo de actividades. En proyecto considera implementar un programa para el manejo adecuado de los residuos sólidos, las aguas residuales generadas durante la construcción del proyecto, serán enviadas a disposición con empresas autorizadas en la materia.	
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.
El proyecto NO contempla la realización de este tipo de actividades.	

ARTÍCULO NOVENO. Dentro de la zona de amortiguamiento de la reserva de la biosfera Caribe Mexicano, queda prohibido:	
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.
El proyecto NO contempla la realización de este tipo de actividades.	
VI.	Introducir especies exóticas invasoras.
El proyecto NO contempla la realización de este tipo de actividades.	
VII.	Alimentar, tocar o perseguir a los ejemplares de la vida silvestre, salvo que se cuente con la autorización correspondiente.
El proyecto NO contempla la realización de este tipo de actividades.	
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.
El proyecto NO contempla la realización de este tipo de actividades. Cabe añadir, que el proyecto contempla el programa de protección de las tortugas que arriban a las playas de las Bahías de Chemuyil – Chemuyilito.	
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.
El proyecto tiene como propósito la implementación de arrecifes artificiales y playas artificiales, sin embargo, se contemplan las medidas de mitigación para evitar la contaminación de las Bahías de Chemuyil – Chemuyilito.	
X.	Usar explosivos, salvo para las actividades que en el ejercicio de sus atribuciones requiera la Secretaría de Marina.
El proyecto NO contempla la realización de este tipo de actividades.	
XI.	Realizar exploración y explotación tanto minera como de hidrocarburos y extracción de material pétreo.
El proyecto NO contempla la realización de este tipo de actividades.	
XII.	Carga, descarga, recarga y almacenamiento de hidrocarburos en zonas arrecifales.
El proyecto NO contempla la realización de este tipo de actividades. Se considera el manejo, control de hidrocarburos conforme a las Normas Oficiales Mexicanas correspondientes.	
XIII.	Verter aguas de lastre y achicar sentinas, salvo en situaciones de emergencia cuando se trate de embarcaciones mayores.
El proyecto NO contempla la realización de este tipo de actividades.	
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.
El proyecto se apegará a este criterio.	

En ese sentido, la instalación de los arrecifes artificiales propuestos para este proyecto es acorde a lo previsto en el DECRETO, toda vez que se contempla la instrumentación de medidas de mitigación y programas para la reducción de los impactos producidos por las actividades del proyecto (ver Capítulo IV).

Se hace la aclaración que a la fecha no se ha publicado en el Diario Oficial de la Federación ni en el Periódico Oficial del Estado de Quintana Roo el plan de manejo del ANP de la Reserva de la Biósfera del Caribe Mexicano por lo que no existen mayores restricciones u obligaciones ambientales que se deban cumplir en las zonas de amortiguamiento por lo tanto, el proyecto planteado puede llevarse a cabo con la ejecución de las medidas ambientales que apruebe esa H. Autoridad.

De manera adicional, es importante recalcar la prevalencia de los instrumentos de política ambiental y la manera de dilucidar su interpretación:

De acuerdo con el criterio de especialidad, punto 6.5.1 de los **Lineamientos que establecen criterios técnicos de aplicación de la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y su Reglamento en Materia de Impacto Ambiental**, de fecha 16 de noviembre de 2012, emitidos por la Dirección General de Impacto y Riesgo Ambiental de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales; en el cual se establece que *"...ante un decreto de área natural protegida y un POER, POEL o PDU prevalecerá lo dispuesto en el decreto."*

De esta manera, ante la contradicción entre el DECRETO y el POET-CCT, debe prevalecer el primero, toda vez que éste fue emitido mediante declaratoria por el Titular del Ejecutivo Federal, quien en el ámbito de sus respectivas competencias, en materia de protección al ambiente y preservación y restauración del equilibrio ecológico, se encuentra facultado para el establecimiento, regulación, administración, vigilancia de las áreas naturales protegidas de competencia Federal (Artículo 5, fracción VIII de la LGEEPA).

Lo anterior permite afirmar que los gobiernos federales, estatales y municipales deben reconocer la competencia de la Federación y ceñir su actuación a la distribución de competencias que en materia ambiental prevé la LGEEPA, que en el caso concreto se refiere al régimen jurídico de carácter federal aplicable a las áreas naturales protegidas, como en la especie es el DECRETO.

En esa tesitura, la asignación de usos de suelo y la zonificación que establecen tanto los programas de desarrollo urbano como los ordenamientos ecológicos de territorio deben considerar los decretos por los que se constituyan las áreas naturales protegidas decretadas (Artículo 19, fracción VI LGEEPA).

Por consiguiente, los criterios ecológicos que contradigan el Decreto de ANP como por ejemplo el E1, FF26, FF32, FF35 etc del POET-CCT deben ser evaluados al amparo del objeto permitido por dicho Decreto el cual se constriñe a la construcción de arrecifes artificiales y los proyectos de recuperación de playas.

III.2.2. ÁREA DE REFUGIO

El 19 de noviembre de 2015 se publicó en el Diario Oficial de la Federación el **Acuerdo por el que se establece con el nombre de Bahía de Akumal el área de refugio para la protección de especies que se indican, la porción marina que se señala en el Estado de Quintana Roo (ACUERDO)**, cuyo objeto es la conservación de las especies que se desarrollan en el polígono de la zona marina a partir de la línea de costa⁴ (ver Figura III.4) y proteger su hábitat, así como para contribuir a su desarrollo sustentable.

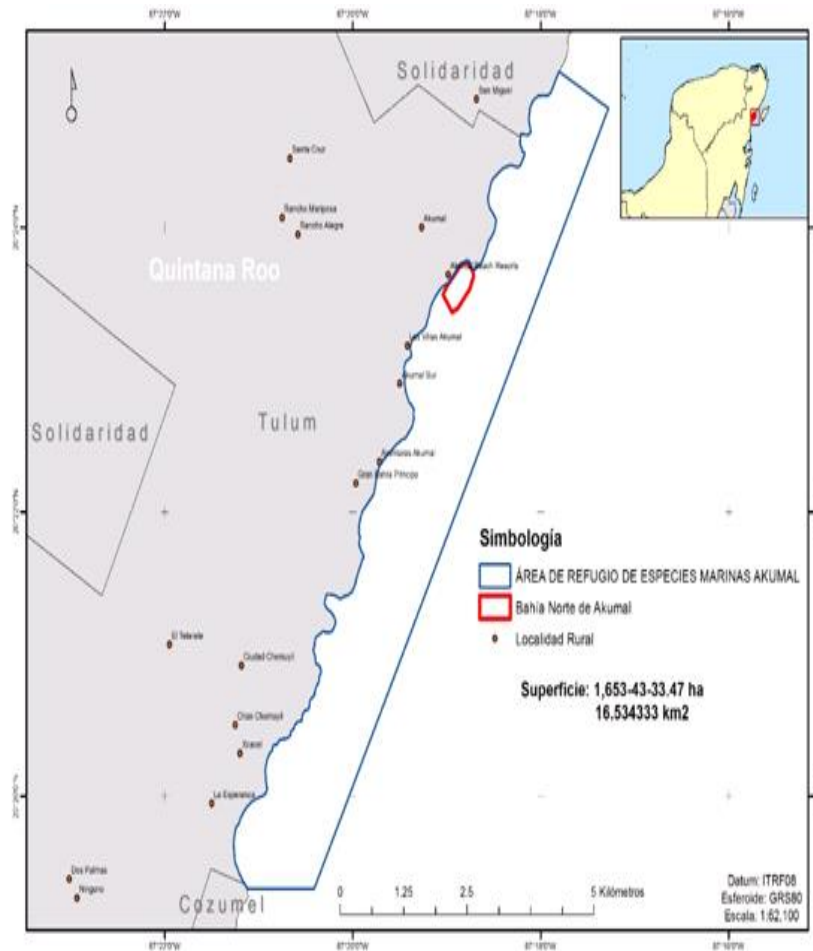


Figura III.3. Polígono del ACUERDO.

⁴Que parte desde la playa frente al poblado de San Miguel, en el municipio de Solidaridad, la Bahía de Akumal y abarca hasta las playas de Xcabel Xcabelito y La Esperanza, en el municipio de Tulum.

Si bien, entre los considerandos del ACUERDO resulta fundamental la protección de las especies de manglar, arrecifes y pastos marinos, así como de las tortugas marinas que en esa zona anidan y se reproducen; se reitera que con el objeto de conservar y contribuir al citado Acuerdo se tiene contemplado la implementación y ejecución de diversas medidas de mitigación y compensación desarrolladas en el Capítulo VI; además actualmente la zona de playa adyacente cuenta con un Programa de conservación de tortugas ejecutado por la Fundación Flora, Fauna y Cultura de México, debidamente autorizado y ejecutado desde 1996, quien de manera anual entrega informes que son evaluados por la SEMARNAT.

Al otorgar el permiso de operación del programa se reconoce que las actividades de protección a dichas especies marinas se cumplen.

III.2.3. SITIOS RAMSAR.

La Convención Relativa a los Humedales de Importancia Internacional especialmente como Hábitat de Aves Acuáticas, conocida en forma abreviada como Convenio de Ramsar, fue firmada en la ciudad del mismo nombre, en Irán, el 2 de febrero de 1971 y entró en vigor en 1975.

Su principal objetivo es la conservación y el uso racional de los humedales mediante acciones locales, regionales y nacionales y gracias a la cooperación internacional, como contribución al logro de un desarrollo sostenible en todo el mundo.

La lista RAMSAR de Humedales de importancia internacional incluye en la actualidad más de 1,200 lugares (sitios RAMSAR) que cubren un área de 1'119,000 Km². El país con un mayor número de sitios es el Reino Unido con 169; la nación con la mayor superficie de humedales listados es Canadá con más de 130,000 Km².

El sitio RAMSAR más cercano es el denominado **Playa Tortuguera X'cachel-X'cachelito**, el cual fue designado por la convención RAMSAR el 2 de febrero de 2004. Reporta el número de anidaciones más importantes del Estado de Quintana Roo y de México para las especies *Chelonia mydas* y *Caretta caretta*.

También posee afloramientos de agua subterránea a la orilla del mar, que propicia condiciones muy particulares para el crecimiento de vegetación acuática, abundancia en peces juveniles y corales, algunos considerados como especies amenazadas.

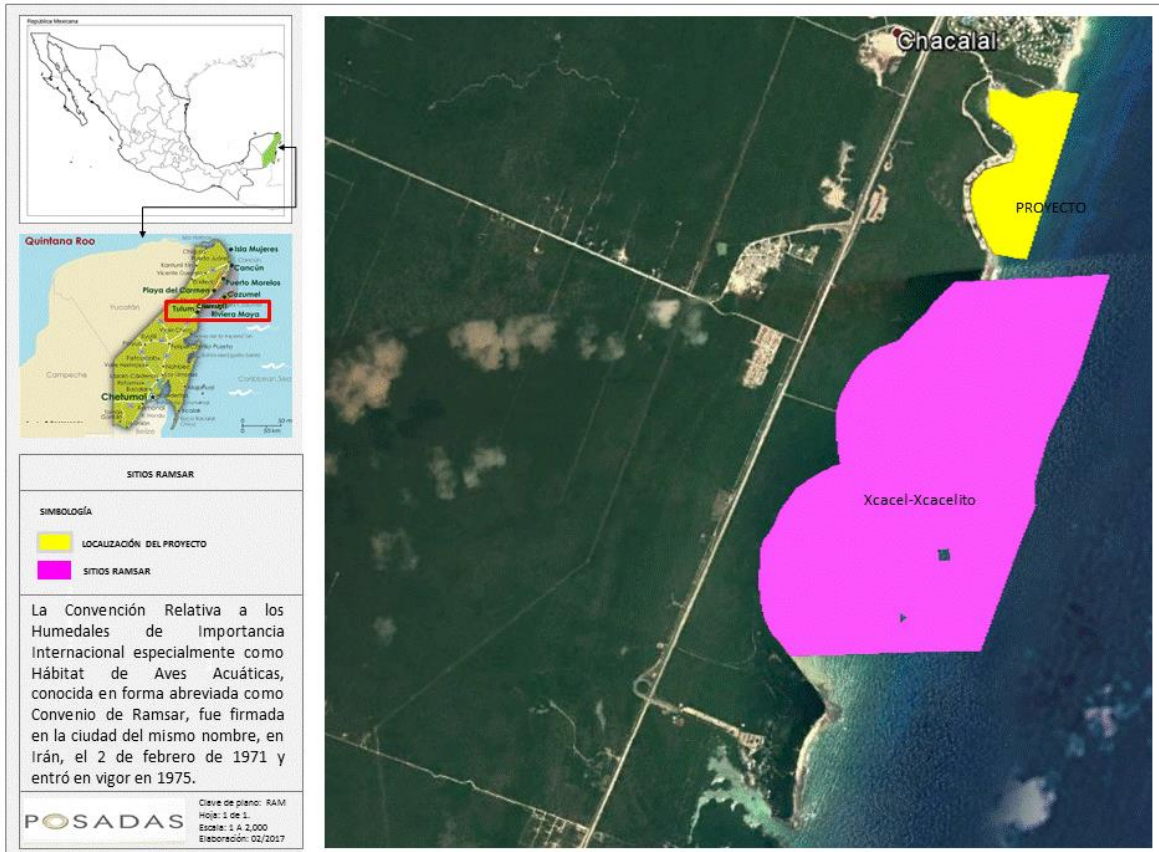


Figura III.4. Localización del proyecto con respecto al Sitio RAMSAR.

III.2.4. ÁREAS IMPORTANTES PARA LA CONSERVACIÓN DE LAS AVES (AICAS).

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 Bird Life 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.

Cada área o AICA contiene una descripción técnica que incluye descripción biótica y abiótica, un listado avifaunístico que incluye las especies registradas en la zona, su abundancia (en forma de categorías) y su estacionalidad en el área. Finalmente Contiene un directorio con los especialistas que participaron en el llenado de las fichas correspondientes. El listado completo incluye un total 230 áreas, que incluyen más de 26,000 registros de 1,038 especies de aves (96.3% del total de especies para México según el American Ornithologist's Union).

Adicionalmente, se incluye en al menos un área, al 90.2% de las especies listadas como amenazadas por la normatividad mexicana (306 de 339 especies) y al 100 % de las especies incluidas en el libro de Collar et al. (1994, Birds to Watch 2). De las 95 especies endémicas de México (Arizmendi y Ornelas en prep.) todas están registradas en al menos un área.

De acuerdo a los mapas de las CONABIO, el proyecto **NO** se ubica dentro de algún Área de Importancia para la Conservación de las Aves. El AICA más cercana del proyecto es la Isla de Cozumel, que se localiza a 30 kilómetros al Este del proyecto.

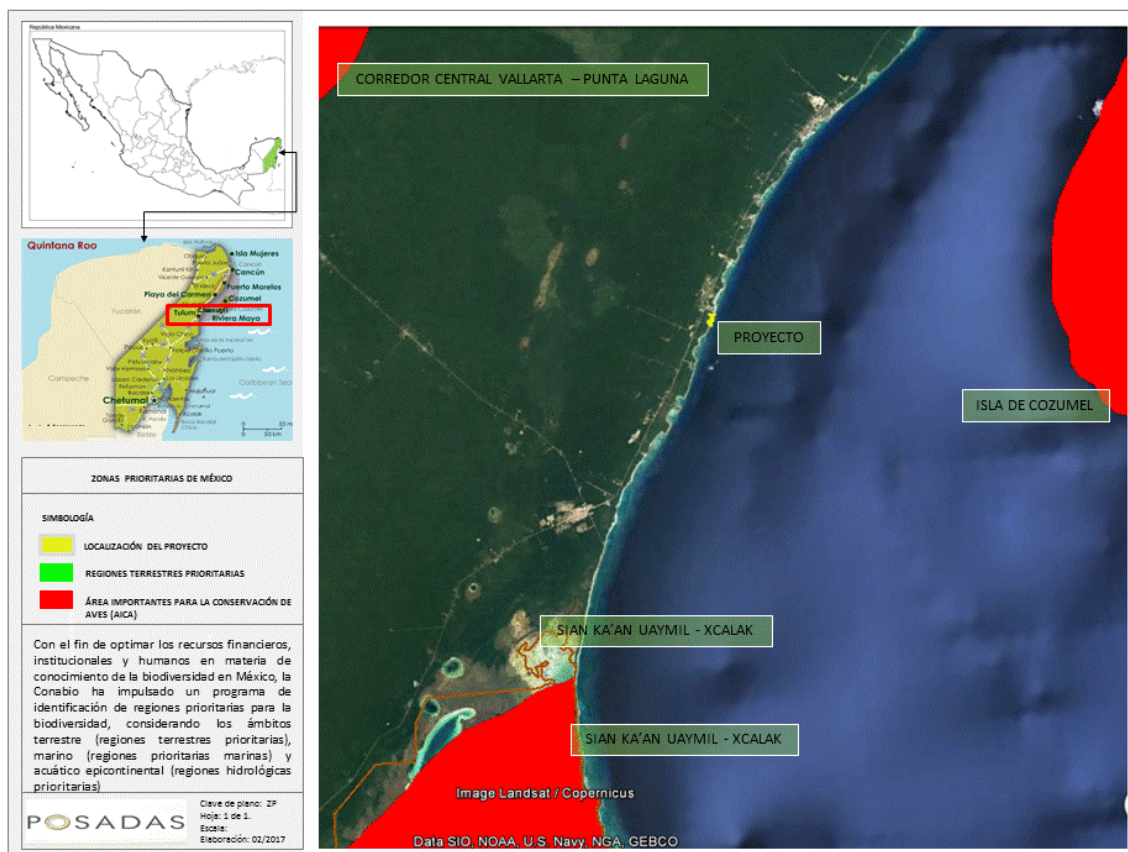


Figura III.5. Localización del proyecto con respecto las AICAS y RTP.

III.2.5 REGIONES TERRESTRES PRIORITARIAS (RTPS).

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.

De acuerdo a los mapas de la CONABIO, el proyecto **NO** se ubica dentro de alguna región terrestre prioritaria (RTPS). La RTP más cercana del proyecto es el Corredor **Sian Ka'an Uaymil - Xcalak**.

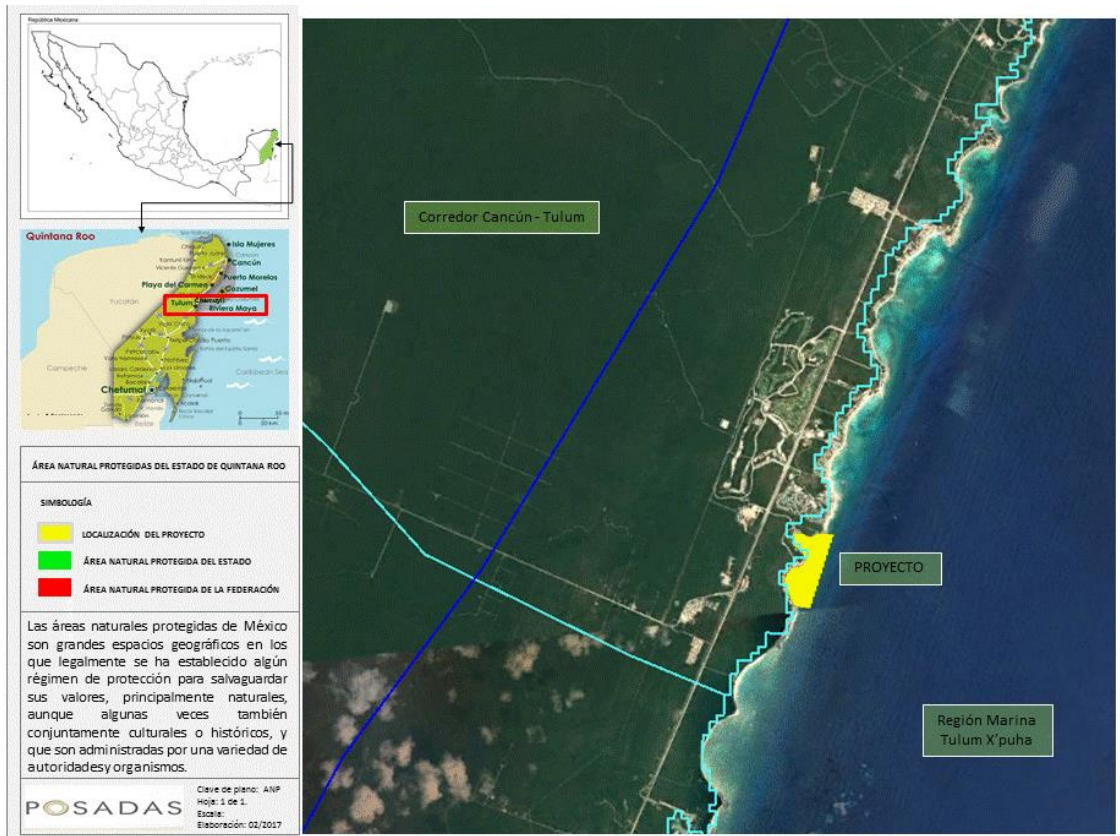


Figura III.6. Localización del proyecto con respecto las RHPS y zonas marinas prioritarias.

III.2.6. REGIONES HIDROLÓGICAS PRIORITARIAS (RHPS).

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.

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.

De acuerdo a los mapas de la CONABIO, el proyecto se ubica dentro del **Corredor Cancún Tulum**, el cual incluye a las localidades de Cancún, Playa del Carmen, Puerto Morelos, Tulum, Akumal, Xel-ha y presenta algunos problemas relacionados con la necesidad de restaurar la vegetación, frenar la contaminación de acuíferos y dar tratamiento a las aguas residuales. Se desconoce la influencia de afloramientos de agua en la zona de la laguna de Nichupte.

III.2.7. REGIONES MARINAS PRIORITARIAS DE MÉXICO.

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.

De acuerdo a los mapas de la CONABIO, el proyecto se ubica dentro de la **Región Marina Tulum X'puha**. Esta zona tiene una extensión de 743 km², predomina la corriente del Caribe, con oleaje medio y aporte de agua dulce por ríos subterráneos.

Los cuales contribuyen a un habitat especial en el cual podemos encontrar moluscos, poliquetos, corales, equinodermos, crustáceos, peces, tortugas, aves, mamíferos marinos, manglares y selva baja. Además de endemismo de vegetación en dunas y manglares.

Presentando como principal problemática la modificación del entorno: dragas, relleno de áreas inundables y deforestación. Daño al ambiente por embarcaciones pesqueras y turísticas. Blanqueamiento de corales, contaminación por basura y aguas residuales y falta de normatividad en caletas y cenotes por parte del sector turístico.

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

IV.1. DELIMITACIÓN Y JUSTIFICACIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL (SAR).

SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL.

Por Sistema Ambiental Regional (SAR) se entiende la interacción entre los componentes bióticos y abióticos del ecosistema de la región donde se pretende establecer el proyecto. El SAR incluye el Área del Proyecto (AP) así como el Área de Influencia (AI).

El área de influencia del proyecto, se estableció como la extensión del Sistema Socioambiental con potencial influencia hacia y desde el proyecto.

En el caso particular de los proyectos marinos, es relevante describir el contexto de la cuenca en la que se plantea el desarrollo de los mismos para identificar y describir a los agentes de cambio que controlan procesos sobre la región y poder estimar los posibles escenarios futuros para el SAR resultantes de aquellas tendencias de cambio.

Para el caso en estudio, el Sistema Ambiental Regional (SAR) seleccionado se ubica dentro del corredor turístico Cancún–Tulum, en el Estado de Quintana Roo.

Derivado de los requerimientos de SEMARNAT, el Sistema Ambiental Regional (SAR) fue demarcado por los límites de políticos basados en las UGA's que se verá afectada por la construcción y puesta en marcha del proyecto.

Partiendo de la definición detallada de las características ambientales de la región donde se establecería el proyecto, se desarrolló un análisis de Unidades Ambientales (UA), por homogeneidad de sus características físicas, biológicas y/o de uso de suelo; así como de sus interacciones.

Una vez definidas estas unidades, se estableció el Sistema Ambiental Regional para el proyecto -considerándose aquellas unidades con influencia hacia y desde el proyecto propuesto- en las que habría interacción entre el ecosistema y los procesos socioeconómicos relacionados con los nuevos factores potenciales directos de cambio (sin incluir los límites político-administrativos, como es la delimitación del territorio de Municipios y Estados).

Es entonces que para llevar a cabo esta delimitación se realizó un análisis con las herramientas del software de Sistema de Información Geográfica ArcGIS 10.2. A partir del resultado de este estudio, se determinó un sistema ambiental con una superficie de

2631.54 hectáreas, 1096.53 hectáreas en la parte terrestre y 1535.0 hectáreas en la zona marina, ver figura siguiente.



Figura IV.1. Sistema Ambiental del proyecto.

IV.2. CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL (SAR) (DEFINICIÓN DE CELDA).

De acuerdo a Inman (2003), una celda litoral es un tramo de costa aislado con sedimentos y fisiografías similares, el cual cuenta con sus propias fuentes y salidas de sedimentos. Para la zona de estudio se ha determinado una celda litoral que se muestra a continuación.



Figura IV.2. El recuadro amarillo muestra la celda litoral independiente. Los límites de la celda se deben a zonas totalmente rocosas más una estructura en el límite Norte. La salida del sedimento es hacia aguas profundas.

Todo el flujo (entrada y salida) de sedimento en la celda litoral es marino. Una cantidad de sedimento que ingresa a la celda litoral, queda retenido dentro de la misma (en la playa o bancos de arena) debido a los arrecifes y a que el transporte longitudinal es interrumpido por salientes rocosas. La cantidad de sedimento que escapa lo hace hacia aguas abiertas, debido al transporte transversal causado por efectos del oleaje.

Considerando que la playa del proyecto Chemuyil-Chemuyilito forma parte de un sistema con playa de arena y roca sobre la línea de costa, limitado por dos zonas totalmente rocosas (mostradas en la figura anterior) que restringen el transporte litoral generando una costa aislada y que sumado a la ausencia de escurrimientos fluviales provocan que esta zona se encuentre prácticamente exenta de transporte sedimentario, se determinó que la celda litoral a la que pertenece el proyecto Chemuyil-Chemuyilito se define como de escaso o nulo transporte sedimentario.

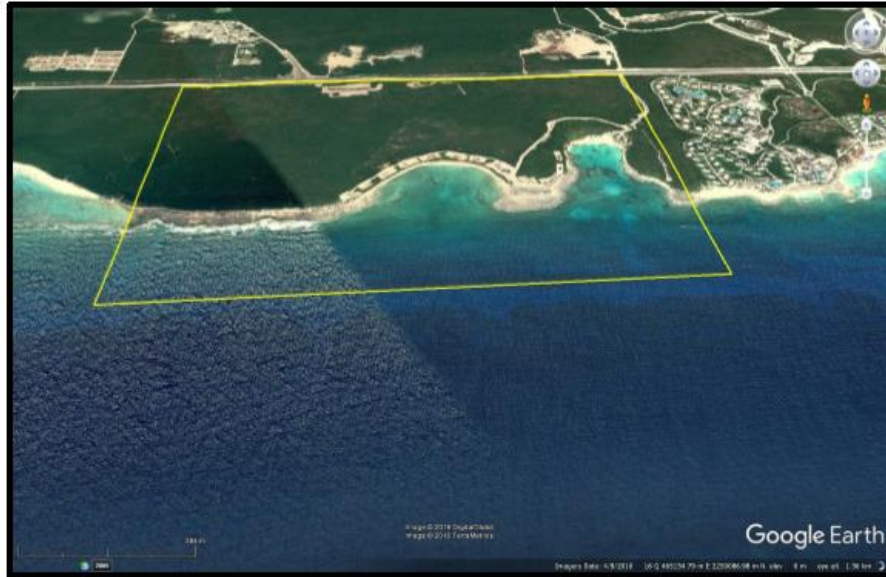


Figura IV.3. Ubicación proyecto Chemuyil-Chemuyilito dentro de la celda litoral, donde se observa lo plano del terreno.

Tomando en consideración los criterios antes mencionados para delimitar el área de estudio, se considera que el área de influencia del sistema ambiental en donde pretende desarrollarse el proyecto se circunscribe a la denominada como zona del proyecto, con una superficie de 128.8 hectáreas, para los componentes de vegetación y suelo, y de forma regional para los componentes de agua y fauna.

IV.2.1. Caracterización y Análisis Retrospectivo de La Calidad Ambiental del SAR.

El área donde pretende ubicarse el proyecto, correspondiente a un uso turístico residencial, de baja densidad, de acuerdo con el POET Corredor Cancún Tulum. La cual se encuentra rodeada de hoteles, zonas residenciales y comerciales, las cuales se encuentran provistas de todos los servicios, siendo alguno de ellos, suministrados por el municipio.

En Quintana Roo, aproximadamente el 25% se encuentra bajo algún esquema de protección ecológica, siendo el área denominada X'cachel - X'cachelito, la (ZP) el más cercana al proyecto (7 kilómetros). Cabe mencionar que dentro de la Zona Costera (ZC) también se encuentran cenotes y manglares, que son consideradas como unidades ambientales protegidas, y que como es de esperarse, estos ecosistemas, se encuentran mejor conservados y protegidos en la (ZP).

A nivel geohidrológico, el acuífero de la península está rodeado de agua marina de la Zona Marina (ZM) y por ello el agua dulce flota sobre la salada que penetra desde el litoral, hacia su parte central (límite haloclina). La profundidad del agua salada en el acuífero es función de la altura del nivel freático con respecto al nivel medio del mar y de la densidad

del agua del mar aunado a la aunado a la densidad de fracturamiento y cavernosidad, conductos de disolución o cenotes que permiten el acceso del agua del mar hacia el interior de la península.

La zona del proyecto (ZP) consiste en un predio de forma irregular, sensiblemente plana, presentando una ligera zona de inundación seguido de una zona elevada en el límite este de la propiedad. Actualmente la ZP presenta el cambio de uso de suelo para la construcción del Desarrollo Turístico EcoTur.

Se puede observar que se han manifestado importantes actividades antropogénicas que han afectado seriamente su desarrollo, dentro de las cuales se resaltan:

- ☐ En la zona se llevan a cabo, de manera histórica, actividades turísticas de diversa índole, principalmente, aquellas de hoteles con concepto all inclusive.
- ☐ Se construyó una vialidad de acceso desde la Carretera Federal 307, lo que ha fragmentado la distribución de los ecosistemas de la región.

El área específica donde se encuentra el proyecto corresponde a una zona fragmentada, la cual ha perdido parcialmente la influencia natural de su entorno debido principalmente a la acción humana dirigida a la consolidación infraestructura turística, modificando de manera directa las relaciones bióticas y abióticas (vegetación, fauna, condiciones hidrológicas y del suelo).

Las imágenes satelitales son una de las herramientas útiles para detectar cambios sobre la línea de costa. Para evaluar si existe un retroceso o avance en la línea de costa, se hicieron comparaciones de la cota 0.00 obtenidas a través de imágenes satelitales geo-referenciadas durante los años 2003, 2005, 2010 y 2016. Cabe destacar que la línea de costa no ha sido modificada por acción directa del hombre. El resultado de las comparaciones de las imágenes satelitales muestra que no hay un cambio significativo en la línea de costa entre los diferentes años analizados.

Ese fenómeno se debe a que se trata de una costa “dura” con mínimo movimiento de arena y al no haber una fuente de arena que provea al sistema, no se registran cambios en la línea de costa, excepto en la caleta Norte “Chemuyil”, donde sí ha existido pérdida de playa.

Una desventaja de las imágenes satelitales es el error por geo-referencia y la carencia de los datos de captura de la imagen (fecha completa y hora), con lo que se descarta la posibilidad de hacer correcciones por efecto de marea o eventos 2003 extremos. Estos errores deben ser considerados al evaluar el retroceso o avance de la línea de costa.

Como ya se mencionó, para poder realizar un proyecto sustentable de protección costera es necesario entender los procesos que intervienen en el sitio. A continuación, se generalizan las consideraciones geomorfológicas que pueden influenciar en el proyecto a construir:

- El proyecto Chemuyil-Chemuyilito forma parte del sistema costero de arena y roca contenido entre dos zonas completamente rocosas que interrumpen el paso de sedimento, por lo que puede considerarse que pertenece a una celda litoral con escaso o nulo transporte sedimentario.
- La playa frente al desarrollo es una playa natural de escasa arena atrapada por las rocas y sin fuentes importantes que alimente de arena la costa.
- El aporte de sedimentos de las microceldas litorales adyacentes es prácticamente nulo. La falta de sedimentos se debe al escape del mismo hacia aguas abiertas por transporte transversal debido al oleaje.
- Durante los años de 2003 a 2016 no se observó algún cambio significativo en la línea de costa, sugiriendo que se trata de una línea de costa dura y estable.



Figura IV.4. Línea de costa de los años 2003, 2005, 2010 y 2017 ajustadas a partir de imágenes satelitales calibradas y adquiridas de la base histórica de Google Earth y fotogrametría de Tecnoceano.

V.2.1.1. Medio Abiótico.

IV.2.1.1.1. Clima.

El área de estudio tiene un clima cálido subhúmedo, con una zona intertropical de baja altitud y vientos aislados que favorecen el ingreso continuo de la humedad desde el Mar Caribe. El clima en la zona costera del municipio de Tulum acorde a la clasificación de Köppen modificada por García (1968), corresponde a un ambiente cálido subhúmedo. Así, de acuerdo a la carta Climática de INEGI, el municipio de Tulum y específicamente el área de estudio presentan el subtipo de clima Aw2 (x').

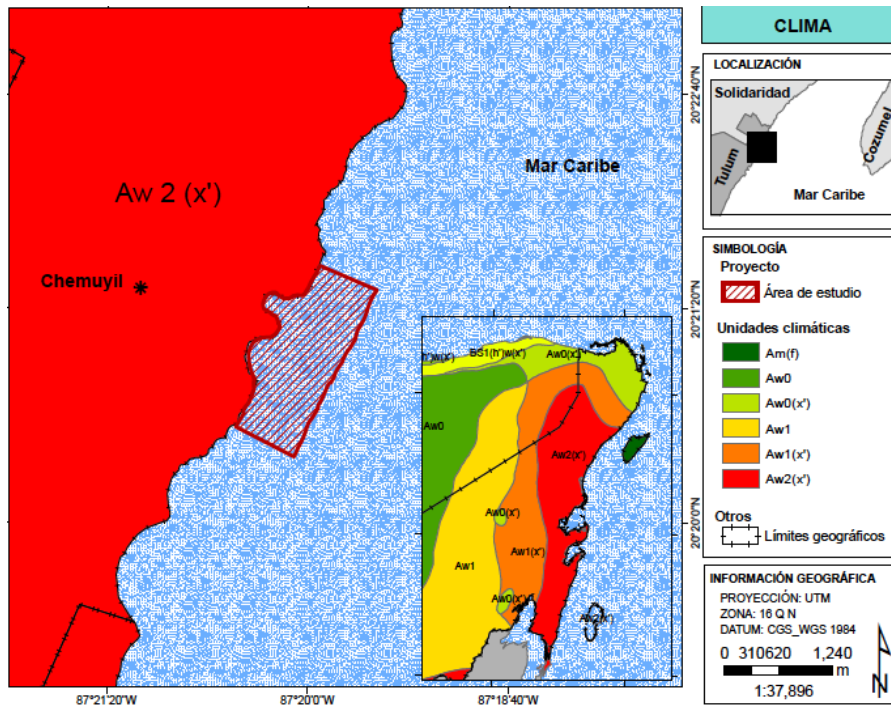
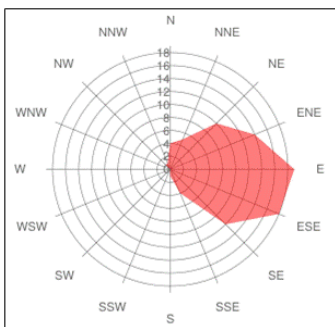


Figura IV.5. Clima del área de estudios.

La temperatura media anual mayor de 22°C y temperatura del mes más frío mayor de 18°C. La temperatura máxima del verano, en los meses de abril a octubre, que son los más cálidos puede llegar a alcanzar los 39°C. En invierno, durante los meses de noviembre a marzo, las temperaturas más bajas oscilan entre 24°C y 25°C. La temperatura media anual para la zona es de 27°C, con oscilación de 4.5°C, esta poca variación permite considerar un clima isotermal.

La precipitación total anual está por encima de los 1,300 mm, la cual, a pesar de encontrarse todo el año, se presenta en diferentes cantidades. Durante la temporada de lluvias de junio a diciembre, se aporta el 75% del total con un valor de precipitación media en conjunto de 830 mm. Sin embargo, en la temporada seca, de enero a mayo sólo se aporta el 25% de la precipitación total anual, registrándose un valor de precipitación media en conjunto de 280 mm. El porcentaje de lluvia invernal mayor al 10.2% del total anual, con precipitaciones del mes más seco entre 0 y 60 mm. Así, las lluvias con mayor abundancia son en verano.

Vientos.



Rosa de vientos representativa del proyecto.

Dentro del SAR, los vientos alisios predominan durante todo el año, debido a la influencia de las corrientes descendentes subtropicales que emigran de las zonas de alta presión hacia las zonas de baja presión ecuatorial, manifestando cambios en su dirección y velocidad en el transcurso del año. De acuerdo con los registros de Comisión Nacional del Agua. En los primeros meses del año (enero-mayo) los vientos tienen una dirección Este-Sureste (Figura siguiente).

El clima del Caribe está influido por las corrientes oceánicas del Golfo y de Humboldt.²⁹ La ubicación tropical del mar ayuda a que el agua se mantenga a una temperatura alta moderada, en un rango entre 21 y 32.2°C durante el año (70 y 90 °F).

El Caribe es el lugar de origen de algunos huracanes del hemisferio occidental. La temporada de huracanes del Caribe se presenta entre los meses de junio a diciembre, y con mayor fuerza entre agosto y septiembre. En promedio anualmente se producen cerca de 9 tormentas tropicales y 5 alcanzan la intensidad de huracán. De acuerdo con el Centro Nacional de Huracanes en el Caribe ocurrieron 385 huracanes entre 1494 y 1900. Las corrientes de aire que se desarrollan en la costa oeste de África hacen su recorrido a través del océano Atlántico, algunas de estas se convierten en tormentas tropicales e incluso pueden convertirse en huracanes del Atlántico, especialmente en áreas de baja presión del Caribe oriental.

Dentro de los récords históricos de los huracanes más devastadores se registran: el huracán San Calixto II entre el 10 y 16 de octubre de 1780 el cual pasó por las Antillas Menores, Puerto Rico, República Dominicana y posiblemente La Florida, dejando un saldo de entre 22.000 y 24.000 muertos, y el huracán Mitch que se originó en el Caribe colombiano y recorrió Centroamérica hasta la península de Yucatán y La Florida entre el 22 de octubre y el 5 de noviembre de 1998, dejando entre 11.000 y 18.000 muertos.

Los huracanes son un problema anual para las islas del Caribe debido a su naturaleza destructiva. Los arrecifes de coral también se encuentran en peligro de destrucción por los huracanes, ya que depositan en ellos gran cantidad de arena, barro, sedimentos y rocas.

IV.2.1.1.2. Eventos climáticos extremos.

La Península de Yucatán se encuentra constantemente expuesta a fenómenos meteorológicos debido a su posición geográfica. Estos eventos pueden ser de diferentes

tipos, desde huracanes hasta vientos fuertes conocidos como “nortes” que son masas de aire polar, que se presentan principalmente durante el invierno, las cuales provocan un descenso de la temperatura, precipitaciones y agudos vientos.

Así, se ve reflejado con la presencia de lluvias durante todo el año ya sean de tipo convectivo producto del calentamiento de masas de aire sobre una fuente local, lo que resulta en la creación de corrientes de aire que ascienden verticalmente, con gran nubosidad y lluvias intensas; las cuales son resultado del choque de masas de aire con diferente temperatura, que desarrollan un movimiento ciclónico–lluvias ciclónicas-, o simplemente a lo largo de un frente o superficie de contacto de ambas masas-lluvias frontales (Orellana *et al.*, 2009).

Las lluvias ciclónicas, en verano y principios de otoño, están asociadas a la presencia de ciclones tropicales sobre los océanos Atlántico y Pacífico, que introducen masas de aire húmedo a las costas y son más abundantes en verano.

La temporada de huracanes en la zona abarca desde junio a noviembre. Los huracanes más significativos que han afectado a la Península durante los últimos años son el Gilberto en 1988, Roxanne en 1995, Mitch en 1998, Wilma y Emily en 2005 y Dean en 2007. Todos ellos causaron serios cambios en la fisiografía de las playas del estado, con la erosión de la duna arenosa y la afectación de la vegetación halófila.

Tabla IV.1. Huracanes que han afectado las costas del estado de Quintana Roo en los últimos 10 años.

Año	Nombre	Cat	Lugar de entrada a tierra	Periodo (inicio-fin)	V _{max} imp.
		Imp.			(km/h)
2010	Karl	TT	Mahahual	15 de sep.	100
2007	Dean	H5	Mahahual	21 ago.	270
2005	Emily	H4	Isla Cozumel y 20 km al norte de Tulum	10-21 jul.	250
	Stan	T1	Felipe Carrillo Puerto	01-05 sep.	75
	Wilma	H4	Puerto Morelos	15-25 oct.	275
2004	Iván	H5	165 km al E-NE de Cancún, canal de Yucatán	02-24 sept.	270
2003	Claudette	H1	25 km al suroeste de Cancún	8-16 jul.	140
2002	Isidore	H3	Telchac Puerto Yuc.	18-25 sep.	205
2001	Chantal	TT	Chetumal.	15-22 ago.	115
2000	Gordon	DT	Tulum	14-18 sep.	55
2005	Emily	H4	--	7-18-05	120
2005	Wilma	H4	--	21-10-2005	125
2008	Dolly	H2	--	7-20-2008	85

IV.2.1.1.3. Geología y Geomorfología.

La constitución geológica del norte del Estado de Quintana Roo, al igual que en toda la Península de Yucatán es de tipo calcáreo y de relativamente reciente emersión, con elevado contenido de rocas sedimentarias marinas calizas, con abundante pedacería y fragmentos diminutos de conchas, coral y arena gruesa de origen biogénico. Esta región está situada sobre un lecho calcáreo que data del Pleistoceno Tardío (hace 20,000 – 25,000 años). Por lo que, es una provincia con gran plataforma de rocas calcáreas marinas que ha emergido de las aguas desde hace millones de años, siendo su parte Norte la más reciente.

A lo largo de la costa, el lecho rocoso está cubierto por un depósito de material poco firme conformado por arena en las playas en el litoral- y lodos con un alto contenido de materia orgánica en los humedales detrás de la costa, ambos se formaron durante el presente ciclo de sedimentación (desde el Holoceno hace 5,000 años hasta la actualidad).

El área de estudio corresponde al Cuaternario Q(cz) que está representado por calizas coquiníferas de ambiente de litoral y eolianitas pleistocénicas, así como depósitos recientes sin consolidar; suelos de origen aluvial, lacustre y palustre que muchas veces sobre yacen discordantes a las rocas calcáreas expuestas.

También se menciona que en la orilla colindante con el mar afloran depósitos rocosos del cuaternario, estos depósitos se encuentran distribuidos en toda la zona del litoral y unos 30 metros aproximadamente de ancho a partir de la línea de costa. Los depósitos sedimentarios que afloran en la superficie están representados por una unidad de calcarenitas biogénicas semiconsolidadas con estratos laminares.

IV.2.1.1.4. Fisiografía.

El área de estudio presenta rasgos geomorfológicos de la Península de Yucatán determinados por la naturaleza kárstica y permeable del sustrato, ya que presenta fenómenos de disolución y colapso debido a las propiedades químicas del agua y la roca calcárea.

De acuerdo con Raisz (1959), el Estado de Quintana Roo pertenece a la provincia fisiográfica de Yucatán, la cual se encuentra subdividida en tres subprovincias, denominadas “Llanuras con dolinas”, “Plataforma de Yucatán” y “Costa baja”.

Además, las caletas de Chemuyil y Chemuyilito se encuentran dentro de la subprovincia de “Llanuras de dolinas”, caracterizada por estar conformada por una losa calcárea con ligera pendiente descendente hacia el este, con una altura media de 5 msnm y relieve ondulado en el que se alternan crestas y depresiones.

En el Sureste de Campeche y Sureste de Quintana Roo son comunes los terrenos planos de suelos arcillosos, originalmente lechos de antiguas lagunas costeras.

Así pues, se divide en tres subprovincias:

1. Carso Yucateco: Llanura con piso rocoso y cementado y con hondonadas someras.
2. Carso y Lomeríos de Campeche: Compuesta por lomeríos bajos con hondonadas.
3. Costa Baja de Quintana Roo que se define como una llanura inundable con piso cementado y salino.

El municipio de Tulum y el área de estudio a partir con las cartas de provincias y subprovincias fisiográficas de INEGI, pertenece a la subprovincia “Carso Yucateco”, la cual es una planicie formada en una losa calcárea con ligera pendiente descendente hacia el Oriente, que está confirmada con una altura media de 5 m sobre el nivel medio del mar y relieve ondulado en el que se alternan crestas y depresiones. Así pues, Tulum se encuentra en sobre una planicie de origen tectónico, donde las máximas elevaciones son inferiores a los 25 metros sobre el nivel del mar, además van disminuyendo hacia la zona de la costa.

El predio de Chemuyil se ubica en la unidad morfológica “Planicie con lomeríos”, con una dinámica neutral de la línea de costa y procesos de acumulación-abrasión marinos. Los estratos rocosos sin cubierta de suelo que constituyen los bordes de las caletas de Chemuyil y Chemuyilito, están conformados por roca caliza de color gris, gris oscuro y crema, la cual estructuralmente se encuentra con fracturas y fallas muy variadas, aunque resalta una alineación Noroeste-Sureste, relacionada con el flujo de agua dulce de mayor caudal en la caleta. En la zona de las caletas de Chemuyil y Chemuyilito se distingue la siguiente litología:

Estratos rocosos sin cubierta de suelo. Los estratos rocosos sin cubierta de suelo se conforman por rocas de color gris, gris oscuro y crema, dichos estratos se ubican en los litorales Norte y Sur de las Caletas, así como en todo el litoral frontal. La coloración crema está relacionada a la litología expuesta directamente al agua de mar. Debido a la influencia del oleaje se exenta poder apreciar la estratificación de la caliza, sin embargo, en la parte occidental los estratos son horizontales, teniendo un comportamiento similar para las áreas.

Sedimentos de playa. Son clasificados como arena con granulometría predominantemente fina y mediana, donde su coloración es desde blancuzca hasta ligeramente amarillenta. Asimismo, se desarrollan principalmente palmeras y manglares. Además, su edad de formación es reciente y su falta de consolidación constituye los

sedimentos más susceptibles de remoción natural (por efecto de huracanes y nortes fuertes).

Estructuras calcáreas (corales) sueltas o cementadas. Estas estructuras son de color blanco o ligeramente amarillenta. Predominan por arriba del nivel del agua, en la porción oriental de las caletas, en donde ha llegado a ser cementadas por elementos biogénicos hermatípicos secundarios como algas calcáreas. Se estima que son de formación reciente.

Estratos rocosos con cubierta incipiente de suelo. Se ubican en la porción oriental del terreno de Chemuyil. La litología se encuentra cubierta por capas muy delgadas de suelo, el cual permite a su vez el desarrollo de una vegetación diversa y está conformada por calizas de colores grisáceos y amarillentos de estratificación delgada a masiva; cuyos estratos están casi horizontales.



Foto IV.1. Diferentes tipos de litología presentes en el litoral costero adyacente a los predios Chemuyil-Chemuyilito. Estratos rocosos sin cubierta de suelo (arriba izquierda), sedimentos de playa (arriba derecha), estructuras calcáreas (corales) sueltas (abajo izquierda), y una vista aérea de estratos rocosos con una incipiente cubierta de suelo.

IV.2.1.1.5. Suelos.

De acuerdo con la carta edafológica de INEGI escala 1:250,000 clave F1608 se identifican 6 unidades de suelo predominantes en la zona: Rendzina, Gleysol, Litosol, Luvisol, Regosol y

Solonchak, mismas que generan 9 tipos de suelo considerando las subunidades presentes. Los litosoles son los suelos con mayor representatividad en toda la microcuenca, abarcando cerca del 85% de la superficie de ésta.

Gleysol: Presente en la zona Norte de la microcuenca, en porciones reducidas; de acuerdo con INEGI (2004) son suelos que se presentan donde se acumula o estanca el agua la mayor parte del año. Se caracterizan por presentar, en dichas zonas, colores grises, azulados o verdosos, que al secarse o exponerse al aire se manchan de rojo y presentan grietas. En México son más comunes los de textura arcillosa, que genera un drenaje poco eficiente que causa zonas inundables son poco susceptibles a la erosión. La vegetación original presente en ellos es pastizal y en algunas zonas costeras cañaveral o manglar. En la microcuenca Tulum los suelos se presentan con subunidades mólica, que se caracteriza por ser una capa superficial suave, oscura, fértil y rica en materia orgánica y vértica que es de textura fina y pantanosa.

Litosol: Son los suelos más abundantes del país, se encuentran en todos los climas y con muy diversos tipos de vegetación. Se caracterizan por tener una profundidad menor a los 10 cm, que se encuentra limitada por la presencia de roca, tepetate o caliche endurecido. Su fertilidad natural y la susceptibilidad a la erosión son muy variables dependiendo de otros factores ambientales. En la microcuenca de interés están presentes en alrededor del 85% de la superficie y pueden estar asociados a Rendzinas de fase física lítica.

Luvisol: Son suelos que presentan acumulación de arcillas, generalmente se encuentran en zonas con alta precipitación, aunque en ocasiones pueden encontrarse en climas más secos. Son frecuentemente rojos o amarillentos, aunque también presentan tonos pardos que no llegan a ser oscuros. En general son ligeramente ácidos y altamente fértiles (Bautista *et al.*, 2005). En la microcuenca de interés este suelo se encuentra con una subunidad crómica, caracterizada por tonos pardos, rojizos y en ocasiones amarillentos, de fertilidad moderada y con alta capacidad para proporcionar nutrientes a las plantas.

Regosol: Estos suelos son poco desarrollados por lo que no presentan una clara diferenciación entre horizontes, además se les puede encontrar en muy distintos tipos de clima, vegetación y relieve (Bautista *et al.*, 2005). En general son de color claro y pobres en materia orgánica; muy similares a la roca madre. Generalmente se asocian a litosoles y afloramientos de roca o tepetate. Son suelos someros, de fertilidad es variable y su productividad se encuentra condicionada a su profundidad y pedregosidad. En la microcuenca presenta una subunidad calcárica rica en carbonato de calcio y nutrientes para las plantas.

Rendzina: Se caracterizan por tener una capa superficial abundante de materia orgánica muy fértil que descansa sobre roca caliza o materiales ricos en cal (más del 40% de carbonato de calcio). Generalmente son suelos arcillosos y con una profundidad menor a

los 25 cm. Sin embargo, son capaces de soportar vegetación de selva alta perennifolia. Al desmontarlos pueden ser usados para ganadería, aunque el rendimiento es de moderado a bajo e implica riesgo de erosión.

Solonchak: Se presentan en zonas donde se acumula el salitre tales como lagunas costeras y lechos de lagos, poseen un alto contenido de sales, la vegetación típica asociada a este tipo de suelos es el pastizal y existe la presencia de especies halófitas. Tienen baja permeabilidad, son alcalinos ricos en calcio y magnesio y relativamente bajos en fósforo (INEGI, 2002). En la microcuenca de interés se presentan con subunidades gleyico órtico, ambos pobres en materia orgánica y nutrientes.

IV.2.1.1.6. Suelos Marinos.

El mar Caribe es un mar situado a lo largo de la placa del Caribe. Se estima que tiene una edad entre 160 a 180 millones de años y se formó por una fractura horizontal que dividió al supercontinente llamado Pangea en la Era Mesozoica. La superficie del mar Caribe se divide en 5 cuencas oceánicas separadas por algunas cadenas montañosas submarinas. La presión que ejerce la placa Sudamericana al oriente del Caribe, hace que la región de las Antillas menores tenga una alta actividad volcánica, destacándose eventos como la erupción volcánica del monte Pelée en 1902, que fue la causante de mayor cantidad de víctimas mortales durante el siglo XX.

El océano Atlántico entra en el Caribe a través del paso de Anegada entre las Antillas Menores y las islas Vírgenes, y el paso de los Vientos localizado entre Cuba y Haití, la cual es una importante ruta entre los Estados Unidos y el canal de Panamá. El canal de Yucatán comunica el mar Caribe con el golfo de México entre la península de Yucatán, en México y la isla de Cuba.

Los puntos más profundos se encuentran en la depresión de las Islas Caimán alcanzando 7.686 m. A pesar de esto, el mar Caribe es considerado un mar relativamente poco profundo en comparación con otros grandes cuerpos de agua.

El suelo submarino del mar Caribe tiene una sola fosa oceánica: la fosa de las Caimán, ya que la fosa de Puerto Rico, aunque se encuentra próxima, se halla en el costado opuesto de la isla homónima, en el océano Atlántico abierto; aun así, ambas ponen el área en un alto riesgo de terremotos. Los terremotos submarinos plantean la amenaza de generar tsunamis que podrían tener efectos devastadores en las islas. Los datos históricos científicos revelan que durante los últimos 500 años han ocurrido en el área doce terremotos con una magnitud superior a 7,5 en la escala de Richter.

IV.2.1.1.7. Relieve.

La Península de Yucatán se caracteriza por una extensa plataforma continental que se adentra varias decenas de kilómetros en los litorales Norte y este, denominada Plataforma de Yucatán. Sin embargo, frente al litoral de Quintana Roo esta estructura es muy estrecha –no rebasa los 3.7 km de amplitud–, y prácticamente desaparece al sur de Puerto Morelos en donde bordea la costa a escasa distancia de la playa.

En términos generales, la plataforma Continental de Quintana Roo es una losa plana con pendiente suave hasta alcanzar los 40 metros de profundidad, a partir de los cuales tiene lugar un talud que llega a más de 200 metros de profundidad.

El relieve costero es modificado por una barrera coralina que inicia frente a Cabo Catoche y se prolonga hacia el sur, más allá de las costas mexicanas. Dicha barrera es más bien una rompiente arrecifal, que forma parte morfológica del arrecife bordeante del estado, y se localiza a 1 ó 1.5 km de la playa.

En particular en el sitio del proyecto, el terreno presenta una topografía poco accidentada, con una zona de duna costera que alcanza los 4.00 metros de altura sobre el nivel medio del mar, que posteriormente desciende paulatinamente hasta alcanzar los 0.50 msnmm hacia la zona posterior del predio.

En particular en el sitio del proyecto la unidad de suelo primario es de tipo Litosol de acuerdo con la carta edafológica del INEGI F16-11 escala 1:250:000, con un suelo secundario tipo Rendzina con clase textural de tipo medio.

IV.2.1.1.8. Batimetría.

A fin de conocer la conformación del fondo marino, fue necesario obtener un levantamiento topobatimétrico en el frente de playa de interés. En virtud de que tanto la zona de rompiente, como el fondo marino se modifican constantemente, es necesario actualizar dicho levantamiento en fecha cercana a la ejecución de los trabajos de construcción.

El levantamiento topobatimétrico se realizó del 15 al 19 de agosto de 2015, mientras que la prospección de bancos de arena y medición de corrientes se llevó a cabo el 01 de junio de 2016. El procedimiento a grandes rasgos fue el siguiente:

Para la batimetría se colocó un ecosonda monohaz y un GPS de alta precisión en una embarcación de bajo calado, ambos se conectaron a una computadora de uso rudo, la cual tiene cargado un software de hidrografía que ayuda a preparar el levantamiento, tomar las lecturas de profundidad y procesar los datos.

Para la topografía de playa se usó equipo de RTK (Lecturas en Tiempo Real, por sus siglas en inglés) tomando perfiles de playa a cada 20 m frente al predio. El área total para fines de estudio y modelaje se extiende por alrededor de 3.8 km de frente de costa y alrededor de 800 y 900 m mar adentro. Toda la información recolectada fue grabada y procesada en el programa de hidrografía Hypack 2015.

Finalmente se generaron curvas de nivel y se exportó la información a un plano en formato de AutoCAD (DWG) desde donde obtuvieron perfiles de playa se procedió con el diseño de los arrecifes artificiales.

La batimetría obtenida frente al desarrollo se caracteriza por una pendiente aproximada de 4° dentro de los 900 metros más próximos a la costa (60 metros de profundidad a 900 m). Por lo anterior, se concluye que salvo en las caletas y bancos de arena cercanos a la costa, la batimetría es regular. La irregularidad de la batimetría en las caletas, al igual que las bajas profundidades en ellas se debe a la presencia de arrecifes, ver figura siguiente. Adicionalmente, en el **Anexo F** se presentan la baltimetría y la celda litográfica.

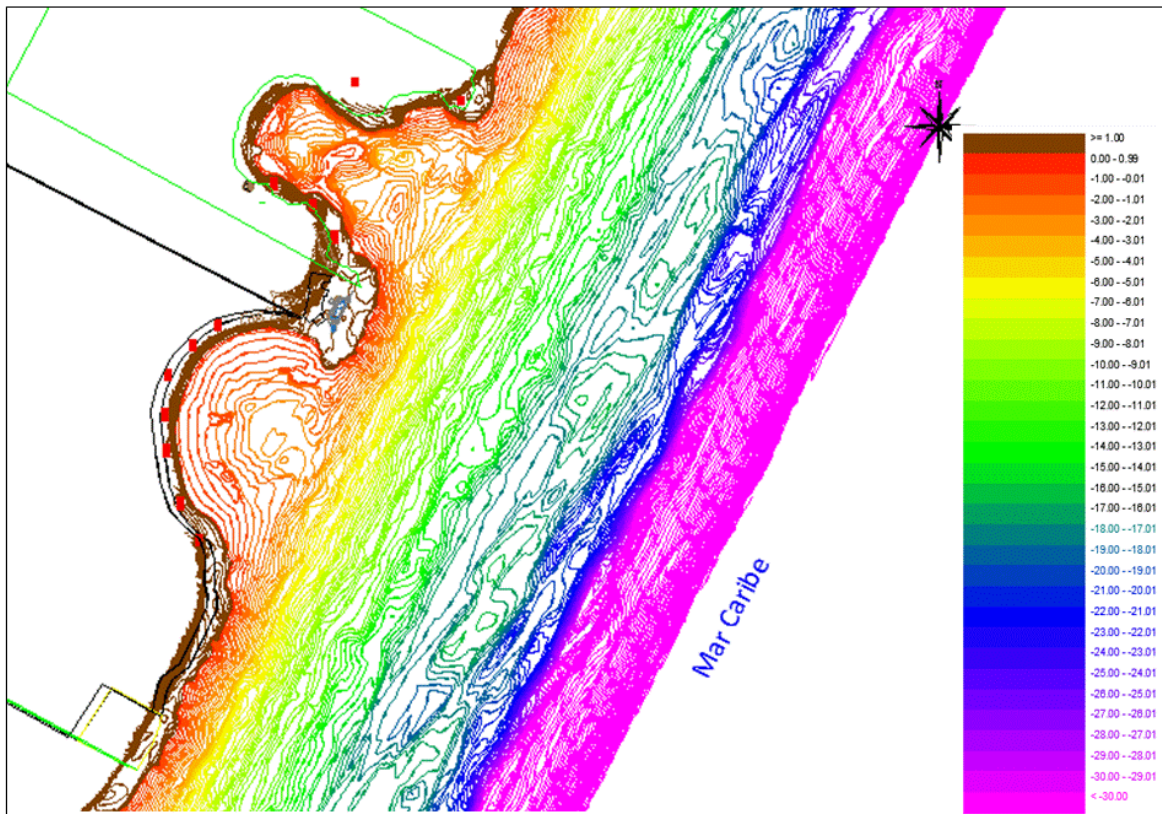


Figura IV.6. Baltimetría de la zona Marina.

IV.2.1.1.9. Cambios naturales de línea de costa.

Las imágenes satelitales son una de las herramientas útiles para detectar cambios sobre la línea de costa. Para evaluar si existe un retroceso o avance en la línea de costa, se hicieron comparaciones de la cota 0.00 obtenidas a través de imágenes satelitales geo-referenciadas durante los años 2003, 2005, 2010 y 2016. Cabe destacar que la línea de costa no ha sido modificada por acción directa del hombre. El resultado de las comparaciones de las imágenes satelitales muestra que no hay un cambio significativo en la línea de costa entre los diferentes años analizados.

Ese fenómeno se debe a que se trata de una costa “dura” con mínimo movimiento de arena y al no haber una fuente de arena que provea al sistema, no se registran cambios en la línea de costa, excepto en la caleta Norte “Chemuyil”, donde sí ha existido pérdida de playa.



Figura IV.7. Línea de costa de los años 2003, 2005, 2010 y 2017 ajustadas a partir de imágenes satelitales calibradas y adquiridas de la base histórica de Google Earth y fotogrametría de Tecnoceano.

Una desventaja de las imágenes satelitales es el error por geo-referencia y la carencia de los datos de captura de la imagen (fecha completa y hora), con lo que se descarta la

posibilidad de hacer correcciones por efecto de marea o eventos 2003 extremos. Estos errores deben ser considerados al evaluar el retroceso o avance de la línea de costa.

Como ya se mencionó, para poder realizar un proyecto sustentable de protección costera es necesario entender los procesos que intervienen en el sitio. A continuación, se generalizan las consideraciones geomorfológicas que pueden influenciar en el proyecto a construir:

- El proyecto Chemuyil-Chemuyilito forma parte del sistema costero de arena y roca contenido entre dos zonas completamente rocosas que interrumpen el paso de sedimento, por lo que puede considerarse que pertenece a una celda litoral con escaso o nulo transporte sedimentario.
- La playa frente al desarrollo es una playa natural de escasa arena atrapada por las rocas y sin fuentes importantes que alimente de arena la costa.
- El aporte de sedimentos de las microceldas litorales adyacentes es prácticamente nulo. La falta de sedimentos se debe al escape del mismo hacia aguas abiertas por transporte transversal debido al oleaje.
- Durante los años de 2003 a 2016 no se observó algún cambio significativo en la línea de costa, sugiriendo que se trata de una línea de costa dura y estable.

IV.2.1.1.10. Cambio Climático, Elevación del Mar y Adaptabilidad.

Como ya es bien conocido el mundo está sufriendo un calentamiento global que está generando un cambio climático. Aunque hay discusiones acerca de cuáles son las dimensiones reales del problema, en una cosa sí están de acuerdo los investigadores, y es que ha habido un aumento del nivel del mar el cual ha sido registrado y medido.

El tema del cambio climático ha ganado gran importancia a lo largo de las últimas décadas debido a la afectación adversa sobre las condiciones ideales en el planeta. Estas afectaciones se manifiestan en distintas formas y una ellas, la que más inquieta en el presente proyecto por su relación directa en las actividades costeras, es el incremento del nivel del mar.

A pesar de que el nivel del mar permanece casi estable desde el final de la última desglaciación (30,000 años atrás aproximadamente), lo preocupante es el acelerado incremento registrado de 1993 a 2009, el cual se ha medido rutinariamente y con alta precisión satelital.

Este incremento del nivel del mar es del rango de 3.3 ± 0.4 mm/año, mientras que para el siglo 19 el promedio registrado fue de 1.7 ± 0.3 mm/año (Nicholls y Cazenave, 2010).

El efecto inmediato es la inundación de zonas costeras con baja elevación, hecho que obliga a contemplar el incremento del nivel del mar en el cálculo de diseño estructural en desarrollos costeros. La zona del Caribe está catalogada como zona de islas vulnerables. Elevación de corona de las obras de protección, nivel de piso en muelles y plataformas de operación en puertos, niveles de desplante de edificios en zona seca, etc., son ejemplos de parámetros de diseño que dependen del nivel del mar y que requieren de una predicción de este para contemplarse en el periodo de retorno de diseño.

Diversos modelos para predecir el incremento del nivel de mar se pueden encontrar en la literatura, sin embargo, su precisión es desconocida por lo complejo del fenómeno. Un claro ejemplo de la complejidad, es la controversia al no considerar la adaptabilidad del planeta, con lo que se estarían prediciendo escenarios catastróficos en futuros cercanos.

Predicciones para la costa de Quintana Roo. Tal como su nombre lo indica, el cambio climático es una alteración en la variabilidad natural del clima ocasionado por las actividades antropogénicas. Como respuesta al cambio acelerado del clima se esperan alteraciones globales sobre todos los ecosistemas ocasionando veranos más cálidos, eventos extremos más frecuentes y con mayor intensidad, así como un aumento sobre el nivel del mar, entre otros. Esta última, es de gran importancia pues da lugar a la pérdida de terrenos cerca de la zona costera.

Los pronósticos de elevación del nivel del mar al 2100 en conjunto con el movimiento de las placas tectónicas. Han reportado que para el año 2100 la zona de Cancún tendrá un incremento de 0.12 metros sobre el nivel medio del mar lo cual podría parecer insignificantes. Sin embargo, debido al bajo relieve de la costa, esos 0.12 metros se traducen en la pérdida de varios metros de playa.

Debido a este importante tema de la elevación del nivel del mar y el cambio climático es muy importante que los desarrollos cercanos a la costa tomen conciencia de los riesgos que hay de erosión, inundación y los efectos devastadores de ser golpeados por tormentas estacionales y tormentas extraordinarias, tomar conciencia de que se deben tomar acciones a mediano y a largo plazo aun siendo costosas, ya que si no se contempla un escenario integral, solo se trabaja en arreglar un detalle y al cabo de un cierto tiempo saltara a la vista que fue un arreglo insuficiente y que el problema se agravó.

Para el caso de este proyecto en particular los Arrecifes Artificiales pueden ser modificados para ser adaptados de forma relativamente fácil si en algunos años adelante se decide que la protección que ofrecen ya no es suficiente, esto se puede hacer agregando una coraza de bolsacreto.

IV.2.1.1.11. Hidrología superficial y subterránea.

El Estado de Quintana Roo se encuentra ubicado en la parte oriental de la Península de Yucatán, sus límites geoestadísticos están entre los paralelos 17°54' y 21°36' de latitud norte y 86°45', 89°10' de longitud oeste, limita al norte con el estado de Yucatán y el Golfo de México, al sur con Belice y la Bahía de Chetumal, al este con el Mar Caribe y al oeste con los estados de Campeche y Yucatán. El estado se encuentra dividido por dos Regiones Hidrológicas (RH), RH32 y RH33.

Superficial. Así, el municipio de Tulum se encuentra dentro de la Región Hidrológica denominada RH32, Yucatán Norte, que se caracteriza por presentar un coeficiente de escurrimiento superficial <5%, el material de es alta permeabilidad y a la alta evaporación resultante de la elevada temperatura, que originan una importante infiltración del agua de lluvia, exceptos las zonas costeras están sujetas inundación y las pequeñas depresiones (aguadas).

La región hidrológica RH32 corresponde a la Yucatán Norte (Yucatán), que abarca la parte norte del estado, además de una porción de los estados de Yucatán y Campeche, en superficie cubre el 31.77% del total del mismo sus límites son: al norte con el Golfo de México, al sur con la RH33, al este con el Mar Caribe y al oeste con el estado de Yucatán. Esta región presenta dos cuencas denominadas 32A (Quintana Roo) y 32B (Yucatán).

Así pues, para el estudio en particular se describe a continuación los elementos físicos y biológicos de la cuenca 32A (Quintana Roo), con una extensión de 1'177,216 ha, abarca 31% del Estado de Quintana Roo, incluyendo el Municipio de Tulum.

La RH33 (Yucatán este) Quintana Roo, comprende la parte centro-sur del Estado, además de Yucatán y Campeche, esta Región Hidrológica continua hacia los países de Belice y Guatemala y en superficie cubre el 68.23% del total del mismo, limita al norte con la RH32, al sur con Belice y Guatemala, al este con el Mar Caribe y la Bahía de Chetumal, y al oeste con Campeche y la RH31. Esta Región Hidrológica está formada por dos cuencas la 33A Bahía de Chetumal y Otras y la 33B Cuencas Cerradas.

Subterránea. La información contenida en la carta vectorial temática E1604, Hidrología subterránea, escala 1:250,00 y editada por el INEGI.

Debido al escaso relieve, su alta posibilidad de permeabilidad del sustrato geológico, el estado de Quintana Roo se distingue por la ausencia de corrientes superficiales. Además, su alta posibilidad de permeabilidad del sustrato geológico, al poco espesor del suelo provoca que la mayor parte de agua pluvial se infiltra a las capas inferiores, formando corrientes subterráneas que se manifiestan a través de cenotes, lagunas y aguadas, obteniendo una baja posibilidad de funcionan como acuífero Figura IV.X. INEGI menciona

que el promedio anual de descarga de agua subterránea en la Península de Yucatán se estima en 8.6 millones de $m^3 km^{-1}$ de costa al año.

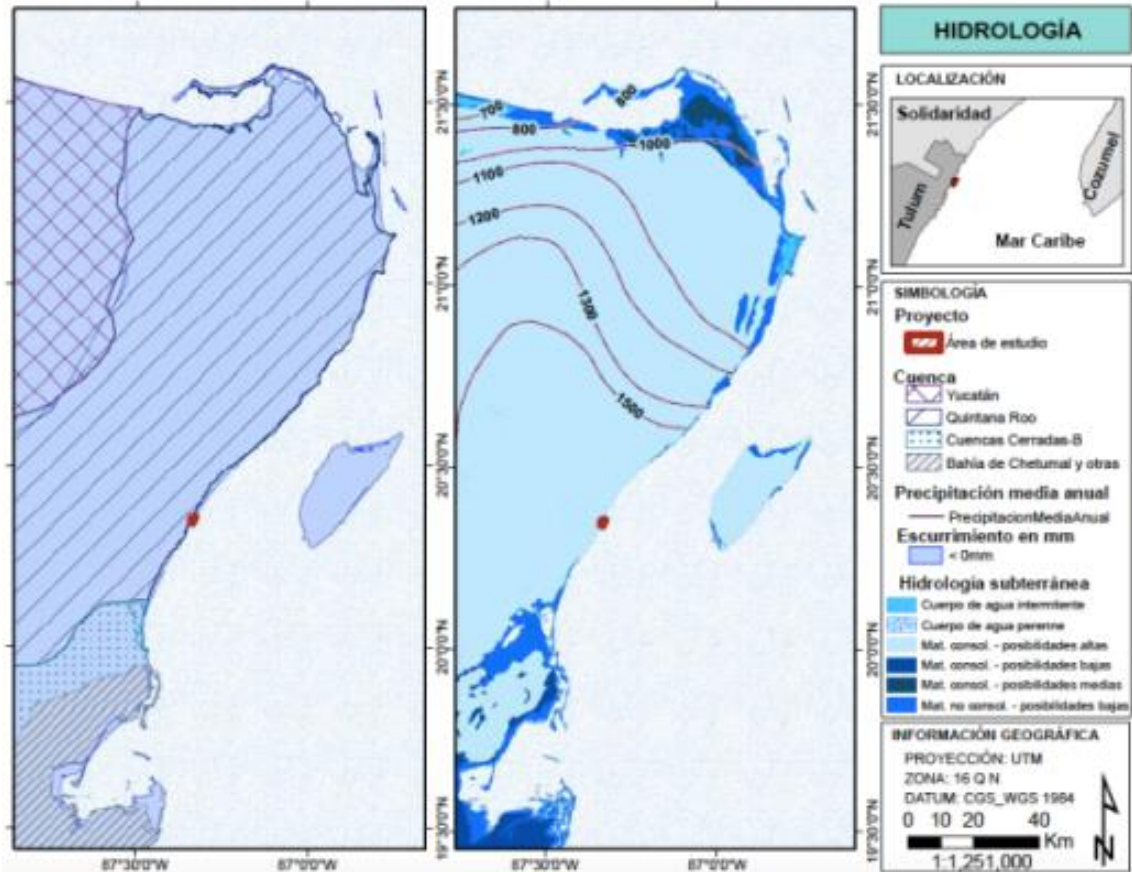


Figura IV.8. Hidrología superficial y subterránea.

IV.2.1.1.12. Geohidrología.

La figura siguiente, muestra un mapa de la geología del área costera adyacente y del proyecto, donde sobresalen dos características importantes. Primero, un estrecho cinturón de 1 km de amplitud en promedio que bordea la costa, que constituye la roca calcárea más joven de la Península de Yucatán, depositada durante el último período interglacial, hace unos 125,000 a 118,000 años, cuando el nivel del mar era 6 metros mayor que el actual. Estas jóvenes rocas calcáreas no presentan una gran disolución por el agua, excepto a lo largo de la zona de carst.

La segunda característica es un área de roca más antigua al oeste del cinturón costero de roca calcárea, la cual ha sido intensamente disuelta, por lo que desde el aire se pueden observar numerosas zonas de colapso por varios kilómetros que se dirigen hacia la costa. La figura muestra estas zonas de colapso descritas por Shaw (1997) en la zona de Akumal y

sus alrededores. Estas zonas de colapso desaparecen debajo del límite oeste del cinturón costero de roca calcárea, donde continúan por debajo de la superficie hacia la costa hasta liberar el agua en la zona costera de carst.

Las rocas calcáreas del cinturón costero son de tres tipos. Una antigua playa arenosa, que ahora se observa endurecida y de color crema, marca una antigua línea costera asociada con el último período interglacial, y el cual se observa en la topografía actual como un borde en el lado oeste de la carretera federal 307, exactamente igual como el moderno borde de la playa marca la actual línea de costa.

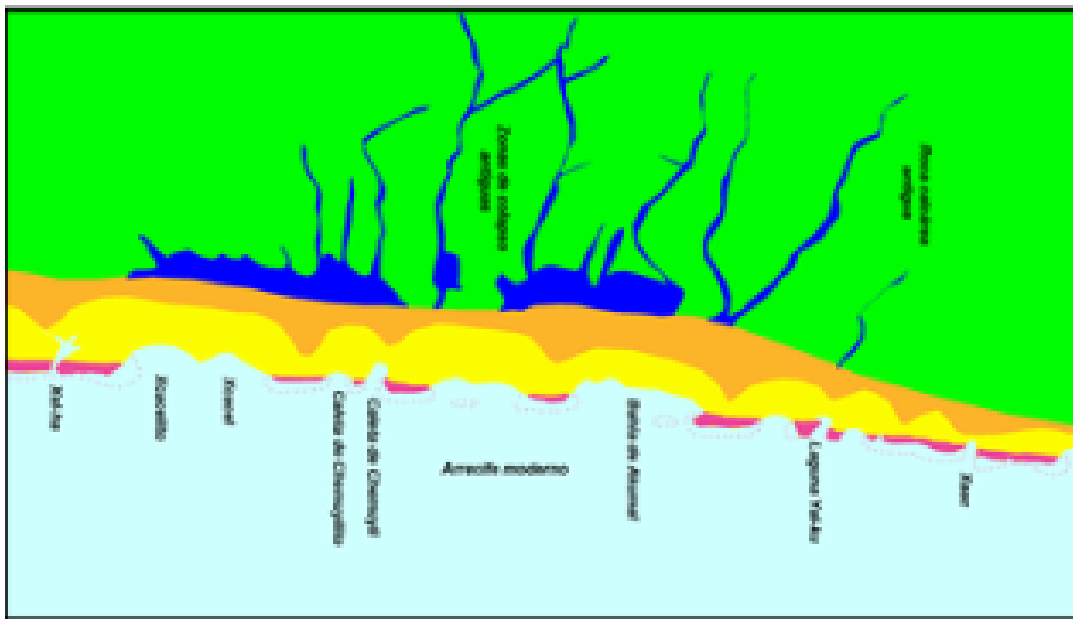


Figura IV.9. Geología de la costa cercana a Chemuyil. Las capas de laja calcárea más jóvenes están divididas en: borde de playa (punteado), bahía antigua (amarillo) y roca arrecifal (rojo). Las capas de laja más antiguas expuestas hacia el oeste han sido profundamente disueltas por el agua subterránea, formando largos canales de colapso en la superficie (azul).

El suelo bajo entre la base del antiguo frente de playa y la actual línea costera, define la extensión de antiguas bahías asociadas con las antiguas playas. El antiguo suelo de las bahías, como su moderna contraparte actual, acumuló sedimentos finos producidos por organismos, como fragmentos de conchas, algas coralinas y pedacería de coral.

Debajo de estos sedimentos existe una capa impermeable de roca que constituye un importante componente para el flujo de las aguas subterráneas. Un tercer tipo de roca calcárea está compuesta por antigua roca arrecifal y subyace debajo de las modernas puntas rocosas que delimitan a las caletas actuales. La roca arrecifal es un entramado de corales, semejante a los arrecifes actuales, que es extremadamente porosa y altamente permeable.

La diferencia entre porosidad y permeabilidad es importante porque una roca porosa tiene espacios que atrapan agua. Si estos espacios no están interconectados, el agua no se puede mover a través de la roca. En una roca permeable, los espacios porosos están interconectados y, donde la permeabilidad es alta, como en la roca arrecifal, el agua es capaz de moverse rápidamente a través de ella.

Los antiguos sedimentos de las bahías, por el otro lado, pueden tener una alta porosidad, pero, debido a una escasez de interconexión entre los espacios, es relativamente impermeable.

Las masas de roca arrecifal subyacentes a las puntas rocosas de las caletas actuales, están separadas unas de otras por roca calcárea suave de baja permeabilidad. Cada antigua masa de roca arrecifal actúa como un desagüe poroso para el agua. Así, el agua subterránea actual que entra a la zona de carst a lo largo de las fracturas hacia la siguiente masa arrecifal porosa y entonces hacia el mar vía canales de disolución.

Los antiguos arrecifes están expuestos en las puntas rocosas, y pueden seguirse por casi 300 metros tierra adentro en zonas como el Canal de Yalkú, al norte de la zona del proyecto, lo que significa que la roca arrecifal está mucho más extendida de lo que se observa en las puntas rocosas.



Por otra parte, la vertiente hidrográfica del mar Caribe es una de las más extensas del mundo. El río más largo que desemboca en él es el Magdalena, que cruza a Colombia desde el Macizo Colombiano a lo largo de unos 1.540 km. El Magdalena a su vez recibe el caudal de otros ríos como el Cauca y Cesar.

Otros ríos que desembocan en el Caribe son: Unare, Tuy, Tocuyo, Catatumbo y Chama, en Venezuela; Ranchería, Sinú y Atrato, en Colombia; San San, Chagres (Canal de Panamá) y Changuinola, en Panamá; Grande, Prinzapolca y Huahua, en Nicaragua;

San Juan, en la zona sureste de Nicaragua, que conecta el lago Cocibolca o lago de Nicaragua con el Caribe; Coco, en la frontera de Honduras y Nicaragua; Patuca, Sico, Aguán y Ulúa, en Honduras; Motagua y Dulce, en Guatemala; Belice, en Belice; Hondo, en

México; Cauto, en Cuba; Yaque del Sur, Ozama, Nizao, Haina, Chavón y Macorís, en República Dominicana; Negro, en Jamaica; y Grande de Patillas, en Puerto Rico.

Los estuarios que se forman en la desembocadura de los ríos al mar crean ecosistemas y condiciones de vida especiales.

Las condiciones ecológicas básicas en este medio son: una salinidad que fluctúa a lo largo del año, aporte de aguas dulces, cargadas con materia orgánica y nutrientes, los cuales contribuyen a la productividad biológica y también cargadas con sedimentos que enturbian el medio, e influencia permanente de aguas marinas costeras que en el Caribe son más claras y menos fértiles que las de cualquier estuario. También se destaca el lago de Maracaibo, que se conecta al Caribe a través del golfo de Venezuela, es el lago más grande de Sudamérica con una superficie de 13.820 km² y uno de los más antiguos sobre la tierra.

IV.2.1.1.12. Circulación costera y patrones de corrientes (patrón de corrientes costeras, estimación de las velocidades medias de las corrientes).

Existen corrientes que viajan en dirección paralela a la costa (N-NE) antes de recalar en ella. Estas corrientes llegan a la costa norte de la península o a corta distancia de esta. Esto sugiere que a partir de este punto derivan hacia el Oeste también en forma paralela a la costa. Debido al efecto del régimen de vientos prevalecientes (alisios), se produce un transporte intenso de agua con dirección predominante Sur-Norte representado por la corriente de Yucatán.

Los patrones hidrodinámicos estacionales dependen básicamente de la potencia de la corriente de Yucatán y de los vientos dominantes; en invierno los vientos dominantes provienen del Norte, y el resto del año, del Sureste. Lo anterior parece también resultar de la influencia de factores como la morfología y topografía de la zona, dando origen al flujo paralelo a la costa tanto en el litoral oriental como en el norte de la península.

A mayor detalle, este panorama es bastante más complejo ya que no sólo existen variaciones estacionales en la intensidad de la corriente, sino que se presenta una contracorriente costera que fluye paralela al litoral en dirección Norte-Sur, con una dinámica propia. Esta contracorriente caracteriza a las porciones más internas de la costa quintanarroense. Sin embargo, en ciertos tramos de la barrera arrecifal, sobre todo en los más expuestos a la zona oceánica, se puede esperar una influencia alternativa de la corriente principal, Sur-Norte.

La mezcla de ambos flujos forma giros de amplitud variable y de forma longitudinalmente alargada cuyo flujo resultante se dirige hacia la costa; es probable que este patrón sea válido para todo el litoral de Quintana Roo.



La Figura siguiente representa los patrones de circulación costera en la parte Noreste de Quintana Roo. Las velocidades medias de deriva oscilan entre 0.10 y 1.62 nudos para esta zona. En alta mar, en cambio, oscilan entre 0.55 y 2.10 nudos. Las velocidades más bajas corresponden a las trayectorias de deriva más cercanas. Mientras que las velocidades más altas corresponden a las trayectorias de deriva más directamente asociadas a la Corriente de Yucatán.

Figura IV.10. Corrientes marinas en Q. Roo (Fuente: Merino, 1984)

IV.2.1.1.13. Sistema de transporte litoral.

El transporte de litoral se encarga de mover o transportar el sedimento a lo largo de la línea de costa, donde se pueden presentar distintos patrones dependiendo de las características de este, ya sea de depósito o de erosión. Este fenómeno natural se origina por la interacción de los procesos climáticos, meteorológicos, hidrodinámicos y sedimentarios, con la morfología costera y con la batimetría del fondo de la zona cercana a la costa, lo que ocasiona un retroceso en la línea de costa. Para determinar el transporte litoral se colocó un espigón temporal de 7 metros de largo formado con costales tipo azucareros rellenos con arena.

Esta estructura se monitoreó 4 días aprovechando vientos intensos con componente del Norte y se retiró al concluir su propósito. El resultado mostró una acumulación de arena muy pequeña, casi despreciable, en el lado del supuesto depósito, comprobándose que el acarreo de arena en esta parte es muy escaso y varía según la dirección del viento.

IV.2.1.1.14. Modelo de simulación matemática.

Como parte de los estudios para caracterizar la morfología e hidrodinámica en la costa, el proyecto Chemuyil-Chemuyilito, ubicado en Tulum, Quintana Roo, se llevó a cabo un ejercicio de modelación numérica. El objetivo central de esta modelación es analizar escenarios futuros considerando el que la línea de costa sufrirá una alteración. Dicho análisis servirá de base para proponer alternativas tecnológicas enfocadas en mitigar las posibles afectaciones negativas por la presencia de los Arrecifes Artificiales (AA).

Para realizar las modelaciones numéricas se ha utilizado la siguiente información hidrográfica: batimetría, topografía, intensidad y dirección de corrientes, perfiles playeros

y propiedades mecánicas de los sedimentos. Los trabajos de campo para la adquisición de dicha información se llevaron a cabo del 15 al 19 de agosto de 2015.

Para la caracterización morfodinámica se han considerado tanto las condiciones de oleaje reinantes como los escenarios de tormenta que se presentan frente a la costa proyecto Chemuyil-Chemuyilito. La información de oleaje y viento se obtuvo del modelo WaveWatch III de la National Oceanographic and Atmospheric.

Características de las Mallas. El primer paso en el proceso de simulación fue definir el área de estudio o “dominio”, el cual debió abarcar tanto la zona de interés como la zona de transformación del oleaje.

Puesto que la fuente de datos clima-oceanográficos se encuentra en aguas profundas, se requirió de dos modelos (malla gris y roja en la siguiente figura) para propagar el oleaje de aguas profundas hacia la zona de interés. La malla del modelo general, con menor resolución (gris), es regular con un tamaño de celda de 50 x 50 m y la del modelo intermedio (roja) es irregular con un tamaño de celda máximo de 50 x 50 m, en los extremos más alejados de la zona de estudio, y un tamaño de celda mínimo de 10 x 10 m en el área de interés.

Con la finalidad de realizar una simulación más detallada y eficiente, el área de estudio se dividió en 2 modelos: zona Norte (malla azul) y zona Sur (malla amarilla). Estos dos modelos de detalle heredan las condiciones de oleaje de aguas profundas, a través del modelo general e intermedio y al mismo tiempo son forzados con marea y viento. Las mallas de detalle son mallas irregulares con un tamaño de celda máximo de 4.5 x 7 m en los extremos más alejados de la zona de estudio y un tamaño de celda mínimo de 1.5 x 1.5 m en el área de interés.

Para cada una de las celdas de los modelos, se resolvieron las ecuaciones de los respectivos procesos físicos para un tiempo y un espacio definido según las condiciones de frontera. El modelo general de aguas profundas corrió de forma individual y fue utilizado para determinar los efectos de transformación del oleaje: reflexión, refracción, someramiento y eventual disipación por ruptura y fricción del oleaje.

Parámetros de entrada. Los grupos de rutinas numéricas emplean diferentes soluciones matemáticas para simular condiciones de transformación del oleaje, movimiento de sedimentos, comportamiento de corriente, salinidad y temperatura, tomando en cuenta múltiples factores como densidad, fuerza de Coriolis, rugosidad de fondo, fricción por viento, mareas, etc.

En el modelo detallado se aplicaron los forzamientos principales que inducen el movimiento del agua como la marea, viento y oleaje. Las condiciones de oleaje fueron

heredadas de un modelo general, el cual se forzó según la serie temporal de condiciones océano-climatológicas de la estación de WWIII más cercana al proyecto Chemuyil-Chemuyilito.

Los forzamientos previamente mencionados, son los responsables del comportamiento de la corriente y transporte de sedimentos y se describen a continuación.

Oleaje y Viento. Para optimizar los escenarios estudiados se realizó un análisis estadístico del oleaje, mismo que permitió optimizar los casos simulados y evitar modelar condiciones irrelevantes, como son períodos de calma, olas mínimas (menores de 0.3 m) o con poca energía.

Las condiciones de oleaje modelado se resumen en la Tabla 2 (basada en la acumulación anual de datos), y representan un año y 2 meses de simulación; tiempo en el cual se incluyó 1 escenario de condiciones climáticas extremas (ver tiempo: 2040 min), donde la altura de ola y la velocidad del viento son substancialmente más energéticas. Así mismo, para representar el efecto de marea de tormenta, simultáneamente se consideraron sobreellevaciones de agua con respecto al nivel de marea, siendo la máxima sobreellevación de 15 cm. Las direcciones de ola cubren el rango Noreste – Sureste durante toda la simulación.

Tabla IV.2. Condiciones de oleaje y vientos modelados.

Tiempo (min)	Altura Hs (m)	Periodo Tp (s)	DIR (*)	Metodo	Marea (m)	Viento (m/s)	DIR (*)
0	0.3	5	95	4	0	5	40
720	0.7	5	95	4	0	5	50
780	0.7	5	100	4	0	5	55
840	0.9	5.5	95	4	0	6	70
960	1.2	7	98	4	0	70	80
1020	1.4	8	100	4	0	8	90
1080	1.6	9	103	4	0	9	100
1140	1.3	8	110	4	0	8	130
1200	1.1	7	105	4	0	7	145
1260	1	6	100	4	0	7	110
1320	0.9	5	108	4	0	6	90
1380	0.7	4.5	100	4	0	5	80
1440	0.9	5.5	95	4	0	6	90
1500	1.2	7	98	4	0	7	110
1560	1.4	8	100	4	0	9	145
1680	1.2	9	103	4	0	8	130
1740	1.1	8	110	4	0	7	120

1800	0.9	6	95	4	0	6	110
1860	0.7	5	100	4	0	5	100
1920	1.6	7	105	4	0	8	90
1980	2.2	11	100	4	0.15	10	60
2040	8	12.5	98.7	4	0.15	27	93
2083	2.5	11	100	4	0.15	15	100
2100	2	10	110	4	0	10	110
2160	1.4	9	111	4	0	8	100
2220	1.5	8	108	4	0	8	90
2280	1.2	7	100	4	0	8	80

Mareas. La marea, en conjunto con las condiciones del oleaje, define el nivel 0 de la línea de costa. Utilizando la base de datos in situ del sensor de presión HOBO y datos de la tabla de predicción de mareas de las estaciones de Calica y Cozumel, Quintana Roo reportado por el departamento de Oceanografía Física (<http://predmar.cicese.mx/calendarios/>), se refirió la marea medida para simular una marea mixta, la cual comprende casi 4 días con una amplitud máxima de marea de aproximadamente 0.175 m.

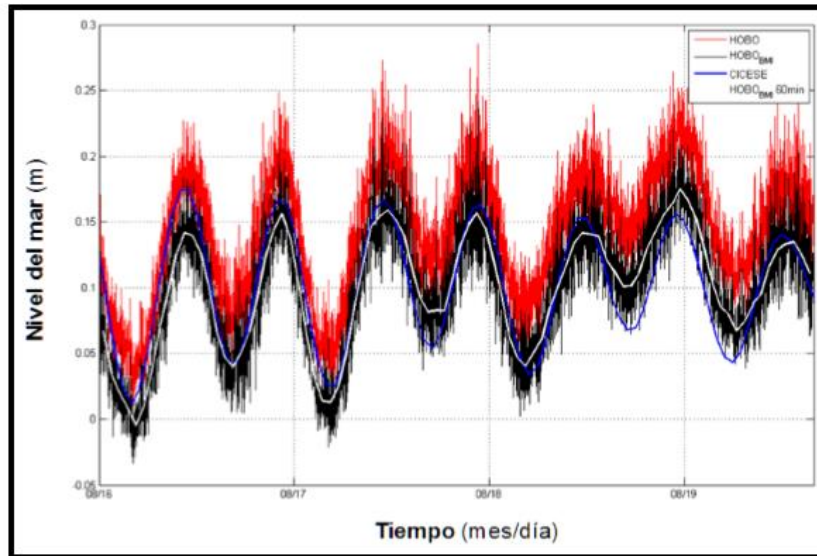


Figura IV.11. Mareas.

Consideraciones Morfológicas. Las características mecánicas del sedimento (tamaño, densidad y forma) definen la susceptibilidad a que sea suspendido y transportado por una condición dada de oleaje-corriente. El análisis de las muestras de arena mostró que los sedimentos corresponden a arena que va de mediana a gruesa. Con base en un promedio de los valores obtenidos en laboratorio, se obtuvo un diámetro de sedimento de $D_{50}=290 \mu\text{m}$ asociado a una densidad de $\rho=2,150 \text{ kg/m}^3$. Para poder establecer un criterio de

modelado del transporte de sedimentos, se utilizó un factor de escala de cambios morfológicos de 48 horas para poder representar lo que sucede en un año.

Topo-Batimetría. El someramiento gradual a lo largo de la línea de costa se ve alterado por la presencia de arrecifes al interior de las caletas. Para realizar un análisis comparativo de la evolución de la línea de costa en condiciones actuales y considerando la propuesta estructural de solución, se modificó la topobatimetría de manera que las estructuras se insertaron digitalmente. Esta nueva topobatimetría fue utilizada para correr de nuevo el modelo y evaluar el impacto hidro-morfológico que causa la construcción de las estructuras.

Oleaje. Para modelar la propagación del oleaje en la zona de interés, el modelo de detalle utiliza los resultados de salida del modelo intermedio como valores de entrada, mientras que el modelo intermedio utiliza a su vez los resultados de salida del modelo general (aguas profundas). A continuación, se presentan los resultados de modelar el oleaje característico frente al proyecto Chemuyil-Chemuyilito, obtenidos de propagar oleaje de aguas profundas a aguas someras; en donde los colores rojos indican alturas de ola mayores a 1 m y colores azules alturas de ola mínimas.

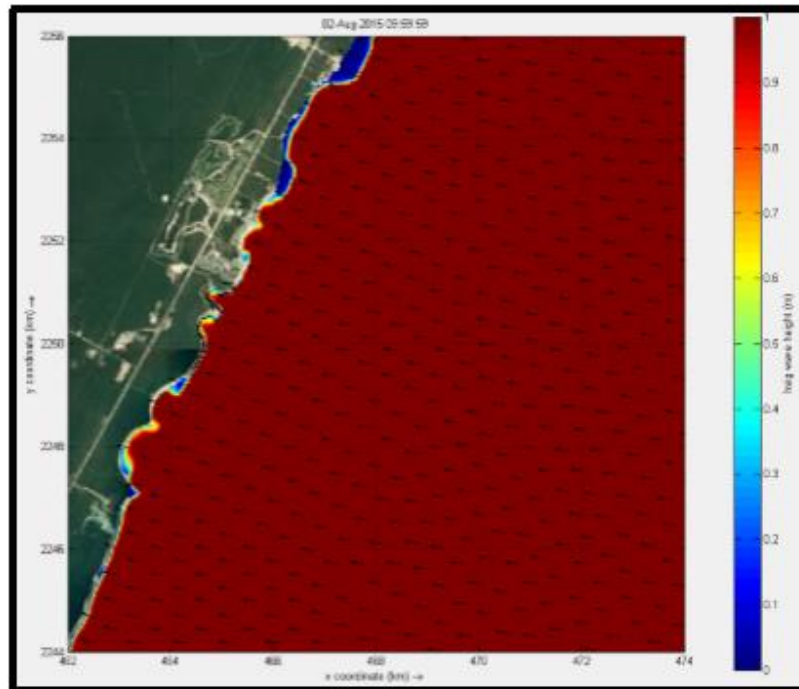


Figura IV.12. Oleaje (m) proveniente del Este con altura de ola de 8 m en aguas profundas (Modelo general).

Debido a que la dirección de propagación del oleaje es prácticamente frontal a la costa evaluada, el oleaje presenta muy poca resistencia para alcanzar la playa, la reducción energética se debe en gran medida a la fricción de fondo y rotura de la ola a causa del someramiento, y este es significativo en una distancia muy corta a la línea de costa. La disminución del oleaje a causa de la refracción y difracción es mínima.

Resultados Hidro-Morfológicos por cambios en la costa. Para asegurar la recuperación y el mantenimiento de las playas de arena en cada una de las zonas se generaron diferentes propuestas, las cuales fueron simuladas con el modelo Delft3D. Con fines de mostrar los resultados Hidro-Morfológicos por cambios en la costa debido a las propuestas estructurales, a continuación, se presenta la propuesta definitiva “K”. En las siguientes figuras se presenta la propuesta K mostrando los resultados de modelación del decaimiento del oleaje para evaluar la eficacia de las estructuras de abrigo. En rojo se exhiben las alturas de ola igual o mayores a 1 m y en azul y blanco oleaje menor.

Propuesta K. La propuesta K en la zona Sur (siguiente figura) considera tres Arrecifes Artificiales, AA1, AA2 y AA3, para proteger la Playa 1 en sus extremos y parte central, también incluye dos caletas artificiales, CA1 y CA2, para habilitar las actividades de recreación en el extremo Sur del predio, cada una de ellas cuenta con tres bocas como parte del sistema de circulación. La propuesta K en la zona Norte (siguiente figura) considera dos Arrecifes Artificiales, AA5 y AA4, para proteger la Playa 3 y Playa 2 respectivamente. Además, una caleta artificial, CA3 entre las dos caletas naturales (Chemuyil y Chemuyilito).

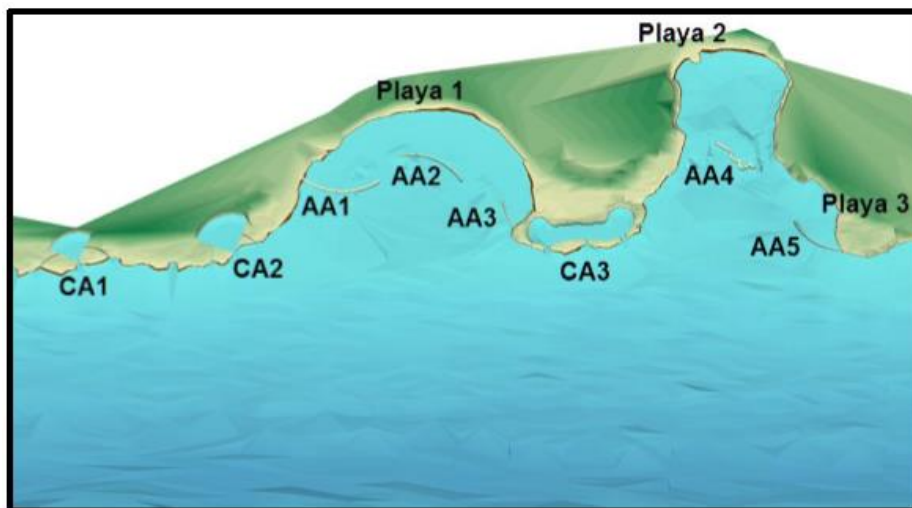


Figura IV.13. Propuesta K.

Oleaje propuesta K. Al analizar los resultados que arroja el software DELFT3D de las condiciones de altura de ola considerando la presencia del proyecto K, se observó que efectivamente estas estructuras cumplen su función de disipar la energía del oleaje en defensa de la playa evitando pérdida de arena hacia aguas profundas. Las cuatro figuras siguientes, correspondientes a los mapas de altura de ola significativa, muestran las alturas de ola (colores) y la dirección (vectores), además comparan el funcionamiento de la propuesta bajo una condición normal contra una condición de extrema.

En la zona Sur el buen desempeño de los tres arrecifes artificiales (AA1, AA2 y AA3) es evidente, debido a la batimetría de la zona la energía se focaliza en la parte central de la caleta, razón por la cual esta impacta de lleno sobre el AA2 y el extremo del AA1, a pesar de que se aprecian zonas de rebase sobre estos, la sombra detrás de los AA debido a la disminución de la altura de ola es clara.

La CA1 y CA2 presentan claramente, en su boca principal, la diferencia de energía entre ambas condiciones de oleaje.

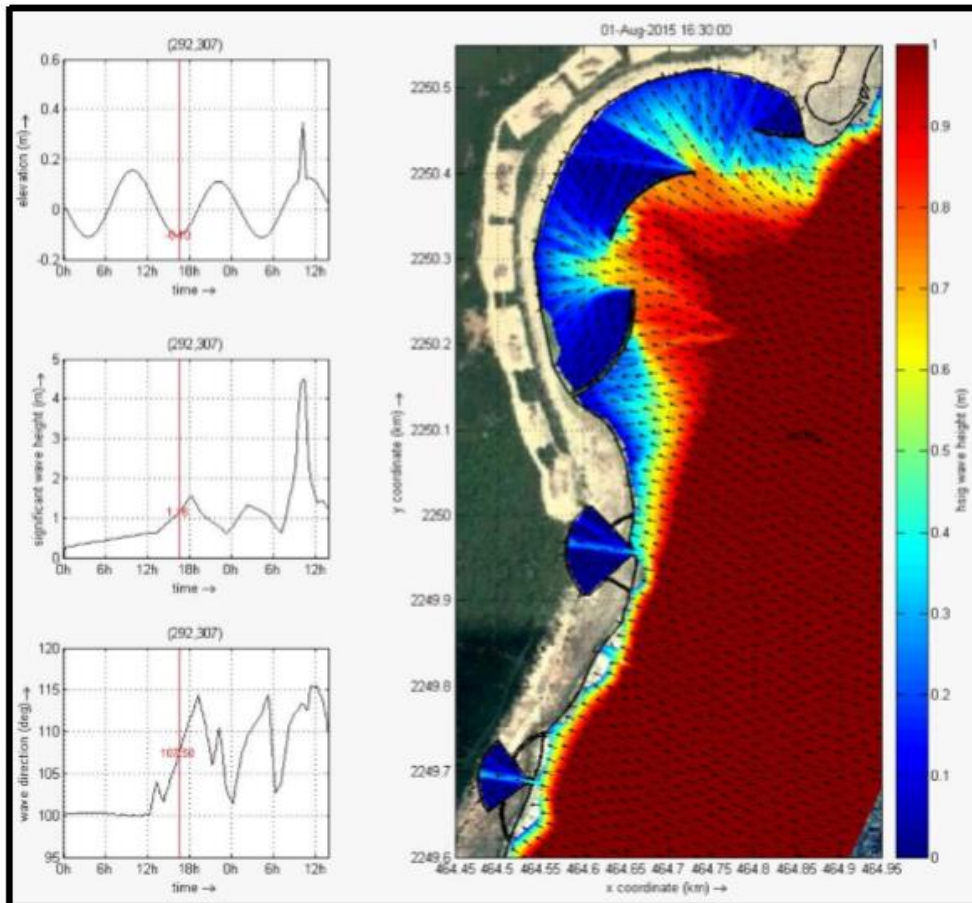


Figura IV.14. Oleaje (m) proveniente del E con altura de ola de 1.2 m en aguas profundas, zona Sur.

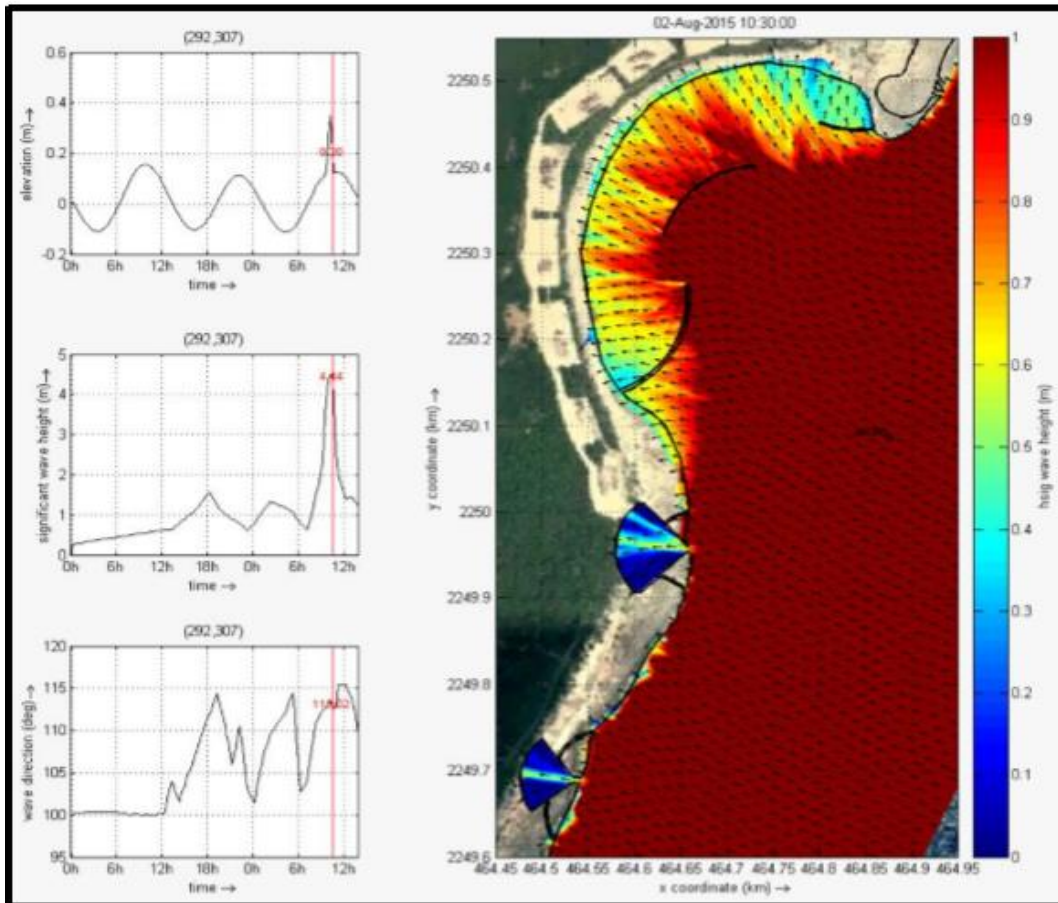


Figura IV.15. Oleaje (m) proveniente del E con altura de ola de 8.0 m en aguas profundas, zona Sur.

Bajo una condición normal, la figura siguiente muestra la protección total de la zona detrás del AA5 (Playa 3), y la significativa disipación de parte del AA4 en beneficio de la Playa 2, mientras que en condición extrema la figura siguiente demuestra que el AA5 se ve rebasado dejando a la Playa 3 expuesta, el AA4 sigue teniendo un buen desempeño disipando visiblemente la energía con ayuda de la zona de arrecife.

Respecto a la CA3, esta presenta el mismo comportamiento que la CA1 y CA2, pues las bocas en los extremos, diseñadas para introducir oleaje a las playas, ejemplifican la diferencia energética entre ambas condiciones de oleaje, la boca en la parte central funciona de acuerdo a su diseño, impidiendo el paso del oleaje y permitiendo sólo corriente.

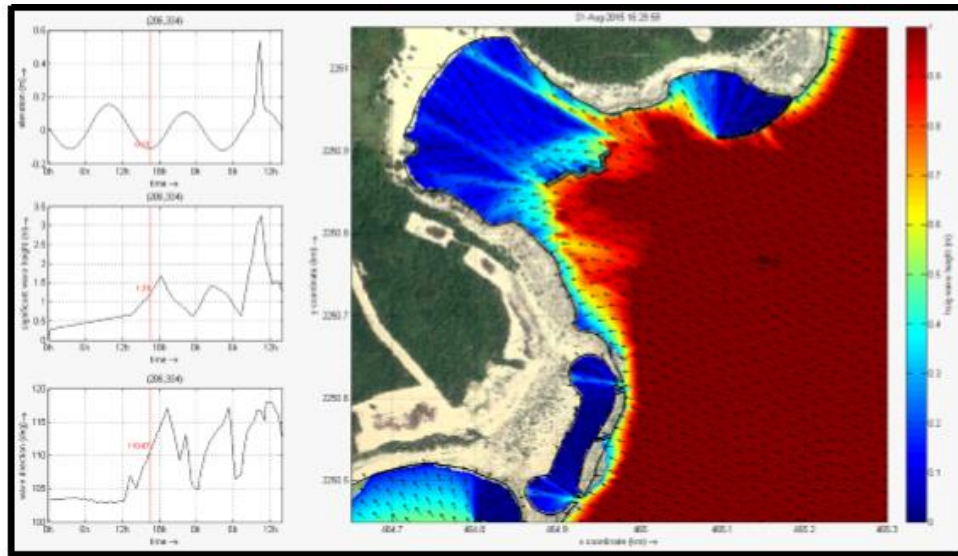


Figura IV.16. Oleaje (m) proveniente del E con altura de ola de 1.2 metros en aguas profundas, zona Norte.

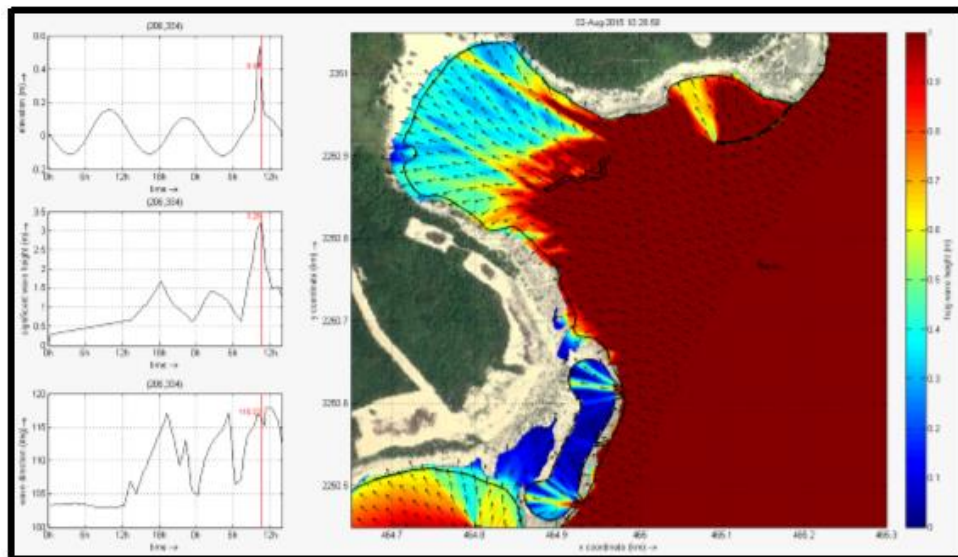


Figura IV.17. Oleaje (m) proveniente del E con altura de ola de 8.0 metros en aguas profundas, zona Norte.

Corrientes propuesta K. En las figuras siguientes se presentan las condiciones de corrientes derivadas de la simulación, donde los elementos que influyen en el movimiento del agua son principalmente la marea y de forma secundaria el oleaje y fricción del viento; los colores rojos indican velocidades de corriente de 1 m/s y colores azules velocidades mínimas o nulas. La magnitud promedio de la corriente modelada dentro de las caletas, naturales y artificiales, en cada una de las dos zonas fue menor a 0.1 m/s, sin embargo,

fuera de las zonas abrigadas, pero a pocos metros de la costa, se observaron corrientes que alcanzan 1.0 m/s, durante condiciones extremas.

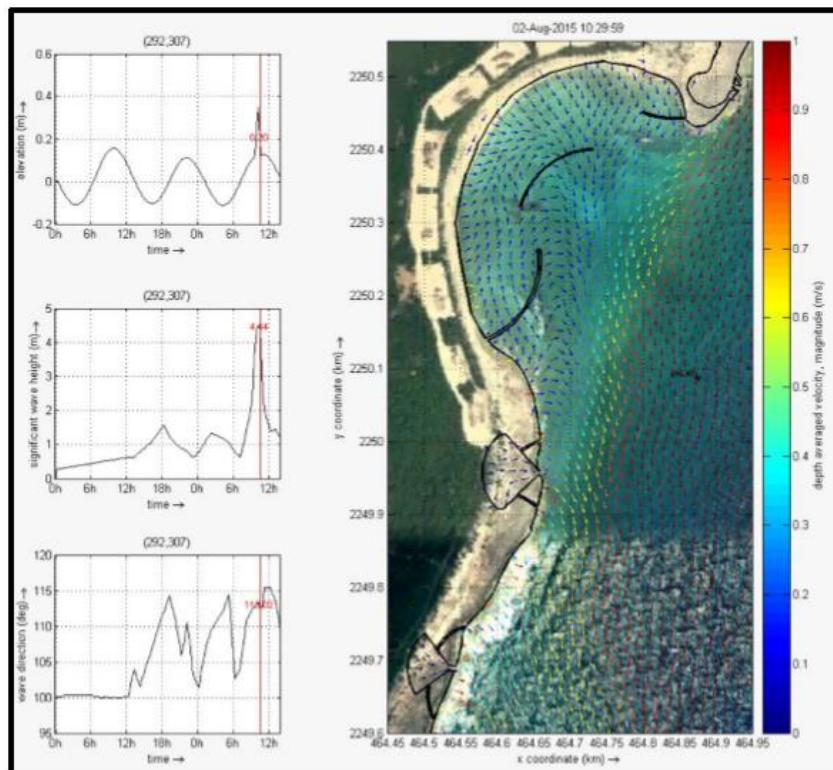


Figura IV.18. Corriente (m/s) viajando en dirección E durante el pico de una tormenta, zona Sur.

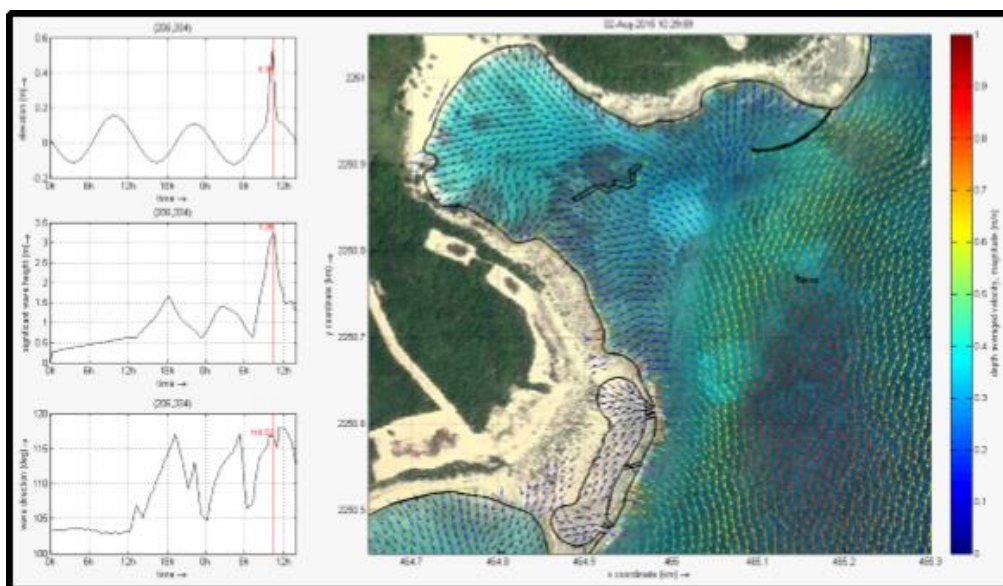


Figura IV.19. Corriente (m/s) viajando en dirección SW durante el pico de una tormenta, zona Norte.

Los resultados de corriente sirvieron para calibrar el modelo, comparándolos con los resultados obtenidos al medir corrientes con plumas de dispersión durante condiciones normales.

Sedimentos propuesta K. La idea fundamental de la propuesta K es que a pesar de existir condiciones de oleaje de tormenta estacional, el sedimento sea retenido tal y como se muestra en los resultados de modelación.

Al cambiar la morfología de la costa debido a la propuesta K, las playas intentaron por sí mismas encontrar un nuevo equilibrio. Las siguientes figuras revelan el transporte de sedimento a partir de una inyección de arena en playas y caletas artificiales (Figura siguientes), el comportamiento de esta capa de sedimento se analiza después del paso de una condición extrema de oleaje y una mejor interpretación es posible a los mapas de erosión y sedimentación, donde los valores negativos indican erosión y los positivos sedimentación.

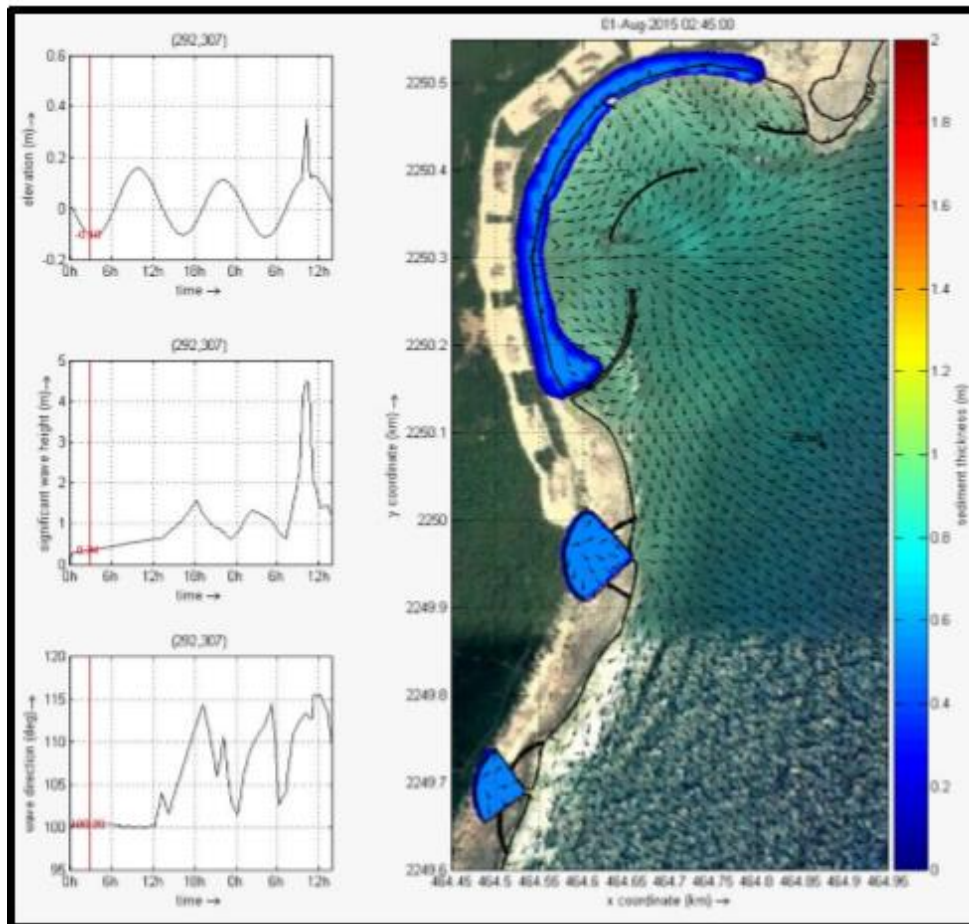


Figura IV.20. Capa de sedimento inicial en la Zona Sur.

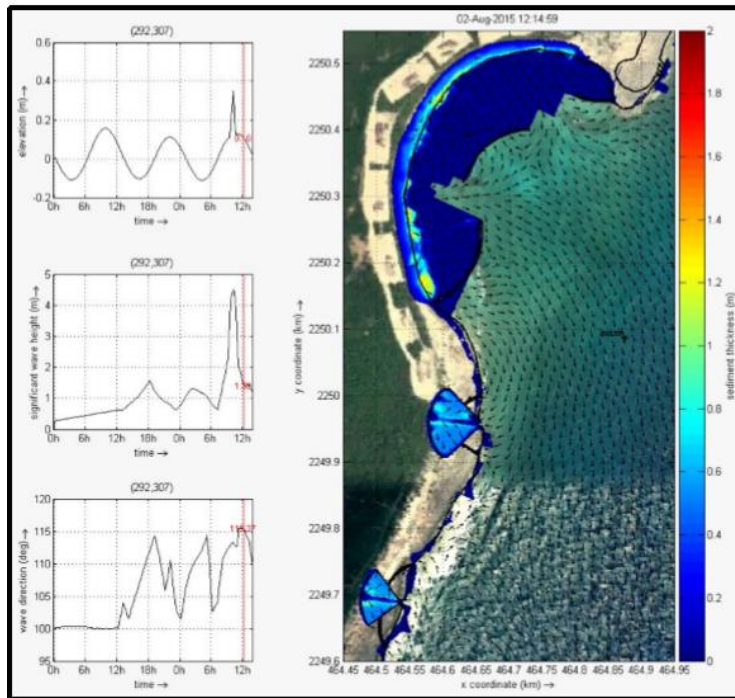


Figura IV.21. Capa de sedimento después de una condición extrema en la Zona Sur.

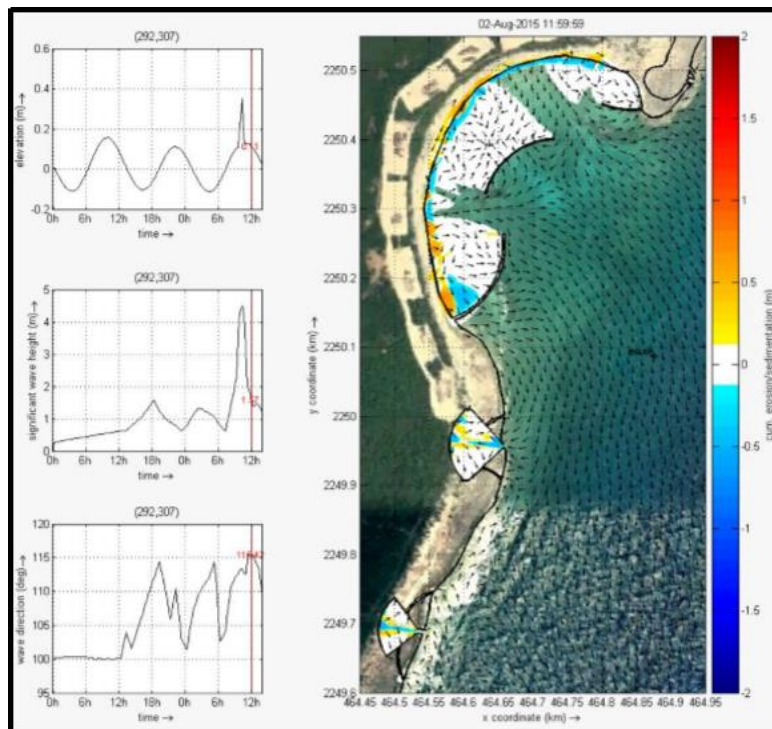


Figura IV.22. Mapa de erosión (azules) y sedimentación (rojos) en la zona Sur después de simular una condición de oleaje extremo.

Tanto en la zona Norte, como en la Sur el comportamiento es el mismo. La arena de las playas, después de la condición extrema, termina principalmente acumulada sobre la costa, formando un perfil peraltado, debido a que como lo muestran los mapas de erosión y sedimentación, toma la arena de la parte baja de la playa (erosiona) y la deposita en la parte seca, una cantidad menor de arena se deposita entre la costa y los arrecifes (naturales y artificiales).

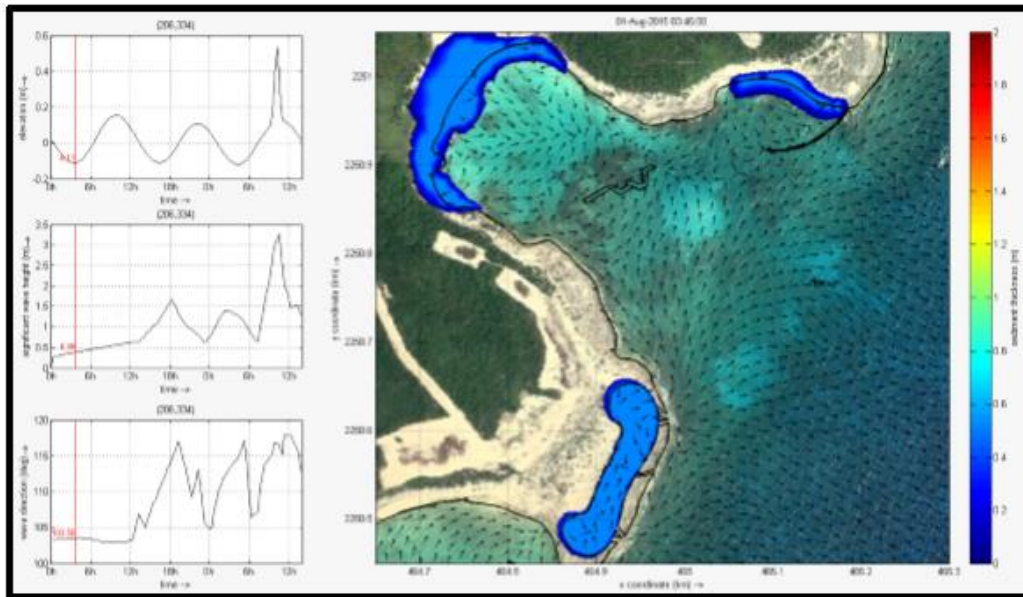


Figura IV.23. Capa de sedimento inicial en la zona Norte.

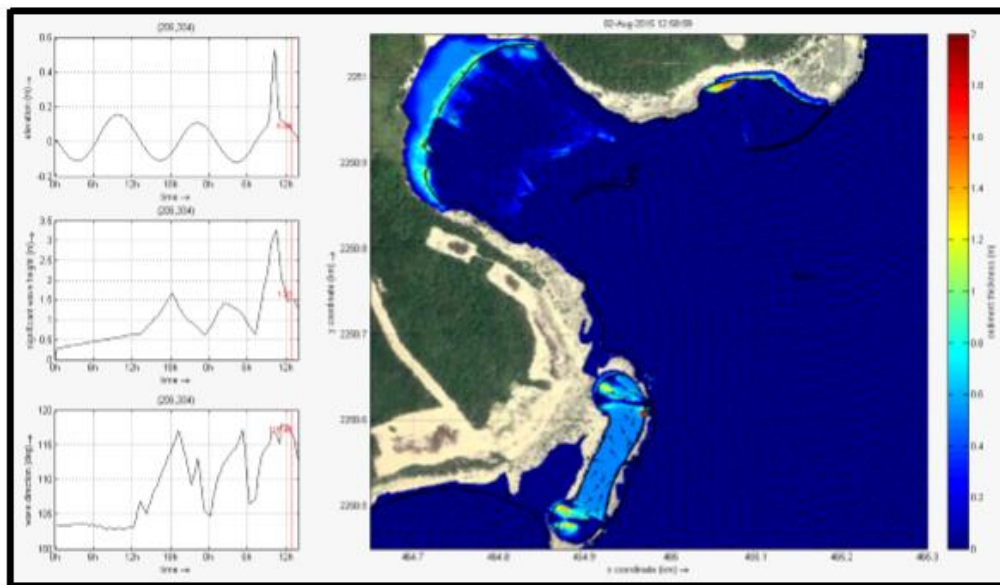


Figura IV.24. Capa de sedimento después de una condición extrema en la zona Norte.

En cuanto a las caletas artificiales, la zona de la playa que recibe directamente el oleaje se erosiona y el sedimento se deposita a los costados, formando un canal que marca la entrada del oleaje, únicamente la CA3 evidencia azolve de las bocas, debido a la cercanía de estas con las playas.

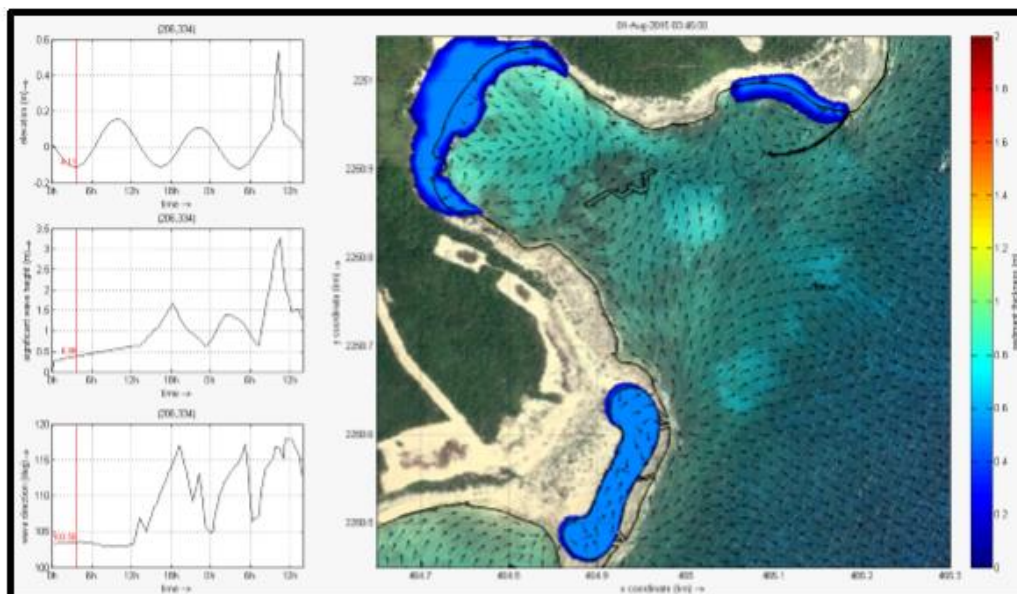


Figura IV.25. Capa de sedimento inicial en la zona norte.

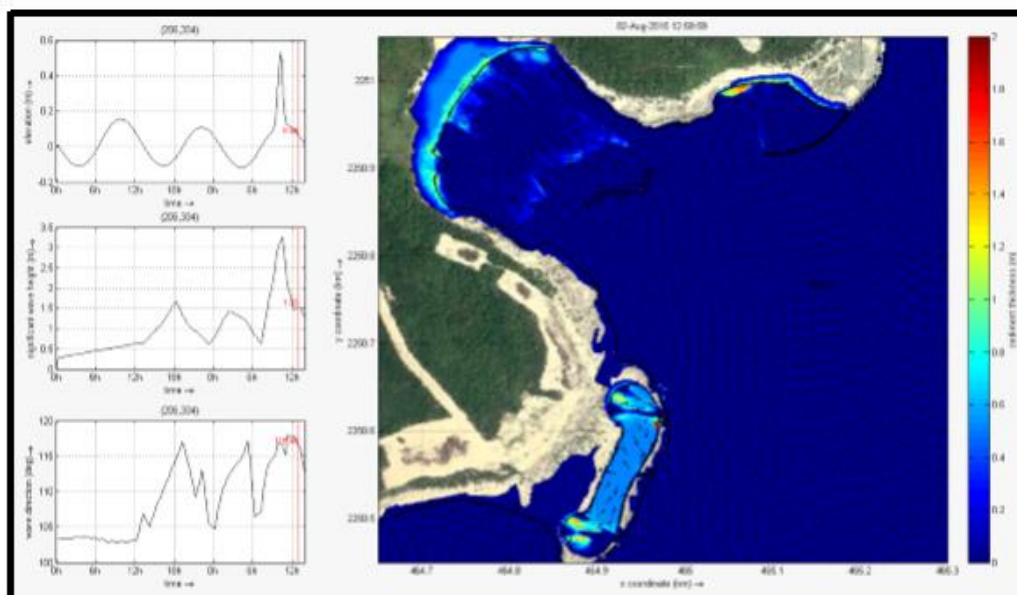


Figura IV.26. Capa de sedimento después de una condición extrema en la zona Norte.

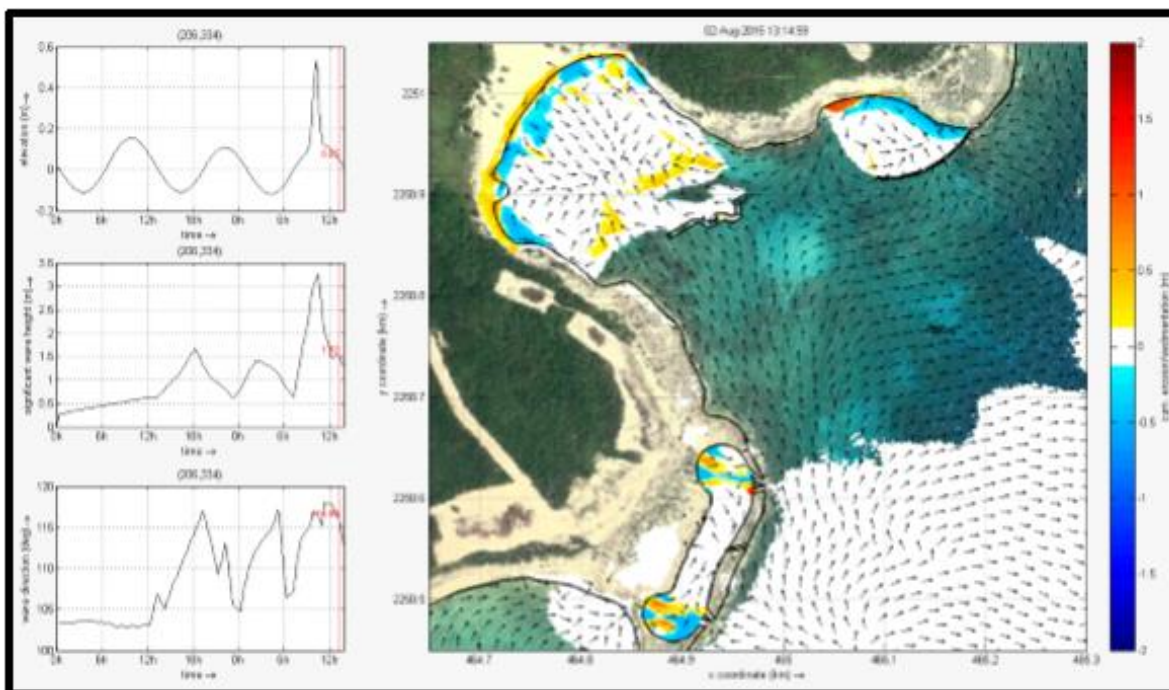


Figura IV.27. Mapa de erosión y sedimentación en la zona Norte después de simular una condición de oleaje extremo.

Cálculo de altura de ola modelada para un periodo de retorno de 50 y 100 años.

Por medio de un ajuste de datos de oleaje extremo mediante máximos anuales a Gumbel, se calculó una ola de 7 m para un periodo de retorno de 50 años y una ola de 7.6 m para un periodo de retorno de 100 años, ver capítulo Análisis de información de oleaje y cálculos de periodos de retorno de 50 y 100 años.

Al simular la propagación del oleaje con periodos de retorno de 50 años, encontramos que olas de 7 m de altura en aguas profundas, se transforman a olas de aproximadamente 2 m de altura entre profundidades de 2.5 y 3.0 m. En la zona Norte, las alturas de ola frente a los arrecifes artificiales AA4 y AA5 son de 1.29 m y 1.93 m, respectivamente. Dentro de la CA3 se observa una altura de ola máxima de 0.25 m.

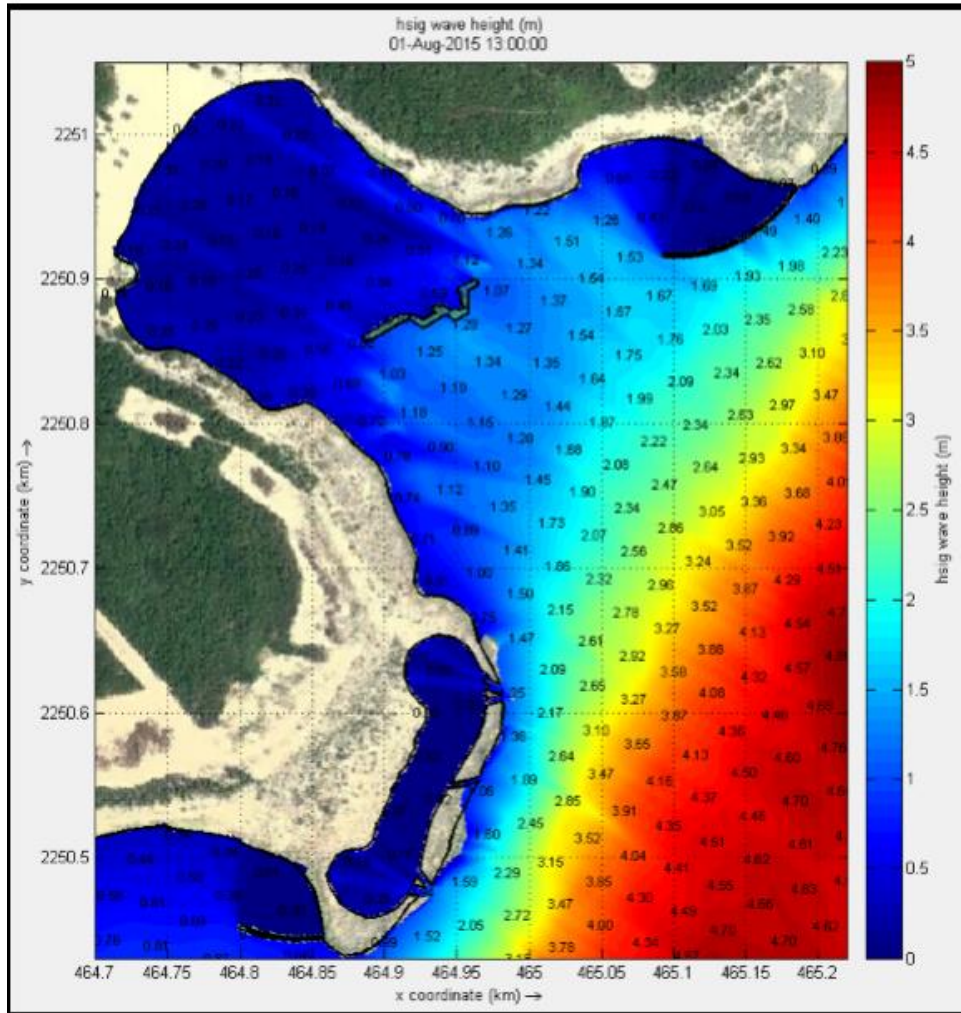


Figura IV.28. Oleaje con periodo de retorno de 50 años propagado desde aguas profundas a la costa del proyecto Chemuyil-Chemuyilito considerando los cambios de costa de la propuesta K, zona Norte (Chemuyil).

En la zona Sur, las alturas de ola significativa frente a los AA1y AA2 es de 1.10 m, mientras que para al AA3 le corresponde 0.5 metros. Dentro de la CA1 se observa un oleaje de 0.4 m en la entrada de la boca central. Al centro de la caleta CA2 se aprecia una altura de ola máxima de 0.31 metros.

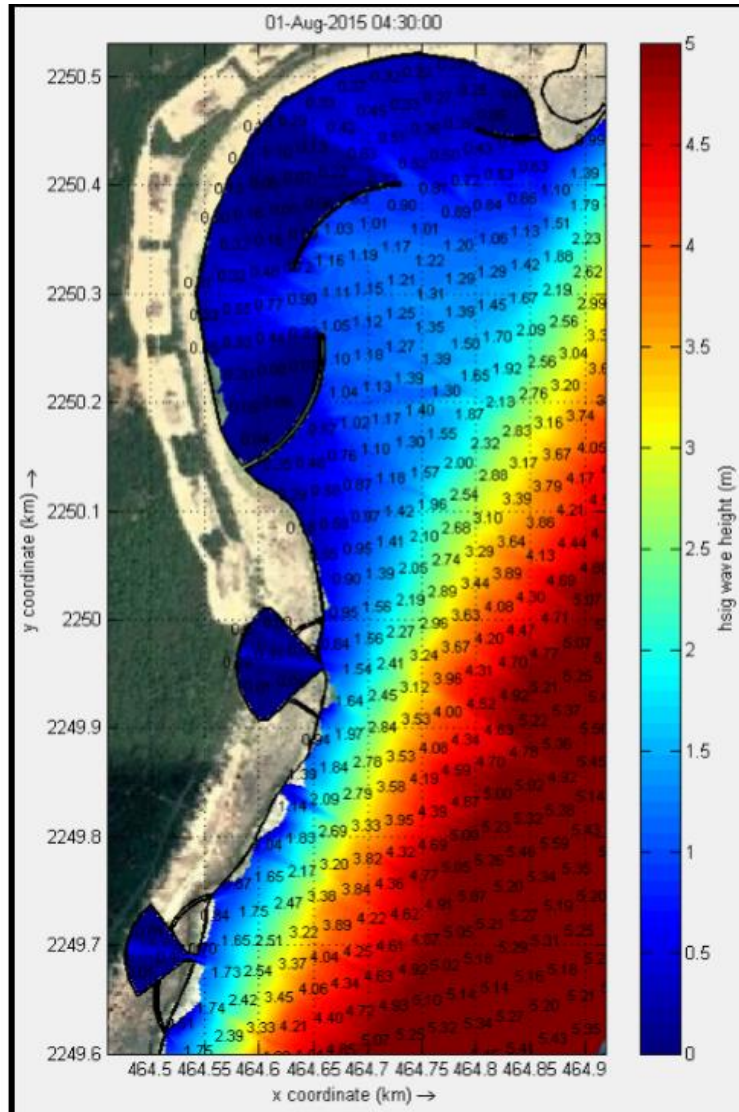


Figura IV.29. Oleaje con periodo de retorno de 50 años propagado desde aguas profundas a la costa del proyecto Chemuyil-Chemuyilito considerando los cambios de costa de la propuesta K, zona Sur (Chemuyilito).

Al simular la propagación del oleaje con períodos de retorno de 100 años, encontramos que olas de 7.6 m de altura en aguas profundas, se transforman a olas con alturas prácticamente iguales a las obtenidas para el período de retorno de 50 años, sobre las dos zonas y en las cercanías a las estructuras de protección.

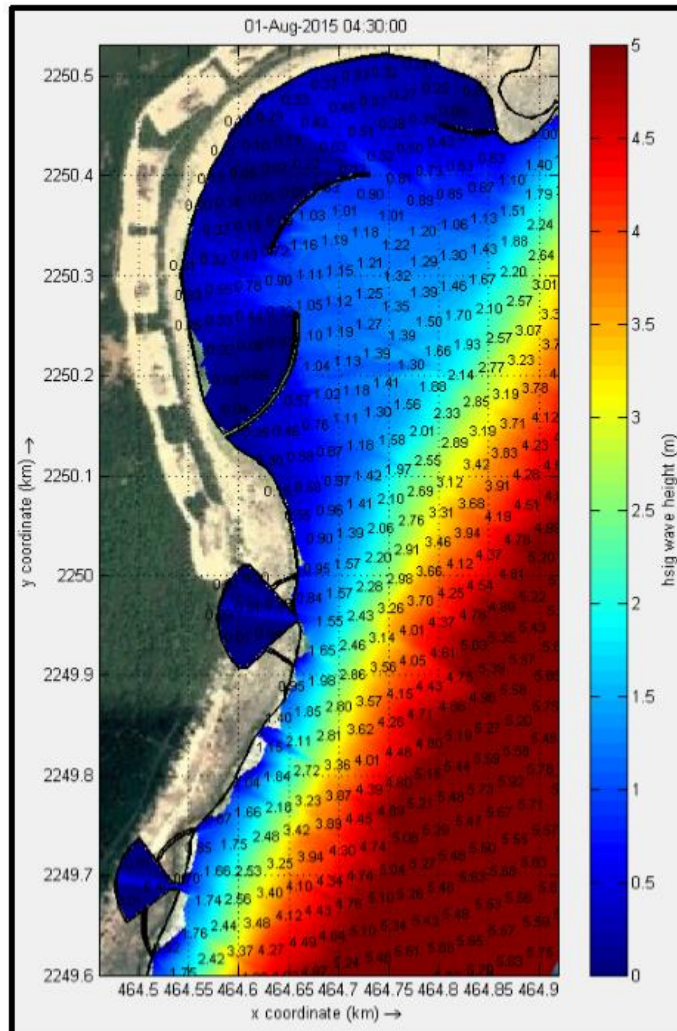


Figura IV.30. Oleaje con periodo de retorno de 100 años propagado desde aguas profundas a la costa del proyecto Chemuyil-Chemuyilito considerando los cambios de costa de la propuesta K, zona Sur (Chemuyilito)

Al evaluar los resultados del modelo considerando el proyecto K sobre el desarrollo proyecto Chemuyil-Chemuyilito se puede concluir lo siguiente:

- A pesar de las restricciones sobre áreas donde no se recomienda colocar estructuras por la presencia de arrecifes, se pueden acoplar elementos prefabricados que colocados estratégicamente pueden ser de gran ayuda para mejorar y estabilizar la playa, reforzando los arrecifes.
- Puesto que la corriente más significativa es paralela a la costa, no se observaron fuertes cambios en el patrón de la misma con respecto a las condiciones actuales.

- Las caletas artificiales generan un área de nado y recreación segura y libre de oleaje, las gráficas de corriente muestran circulación al interior, garantizando la renovación de agua.
- Los AA disipan el oleaje y protegen la arena de la playa en condiciones de oleaje de tormenta estacional y protegen parcialmente en caso de tormentas extraordinarias tales como huracanes.
- Las bocas centrales de cada caleta artificial dejan pasar cierta energía del oleaje para que la arena se acomode con un talud natural dentro de la misma.

En el **Anexo D** se presenta la Hidrodinámica después de efectuar cambios sobre la línea de costa, pudiendo observar que los patrones, no produce cambios significantes en el patrón de circulación.

IV.2.1.2. Medio Biótico.

El trabajo de campo se realizó en el área de estudio los días 3 al 8 de enero del 2017. Para la programación de las actividades se consideraron las condiciones climáticas de la página de Windguru. Las estaciones de muestreo variaron dependiendo de los factores a analizar (bióticos, abióticos y de la arena).

Muestreo de los aspectos bióticos. El análisis de la biota marina presente en el área de estudio, se determinó con base en su composición específica, así como de la distribución y abundancia de los principales organismos, considerando para ello los siguientes grupos taxonómicos:

- Corales, divididos en octocorales (corales duros) y hexacorales (corales blandos),
- Otros invertebrados, como esponjas, moluscos, equinodermos, poliquetos, crustaceos,
- Peces, y
- Vegetación, dividida en algas, pastos marinos y vegetación terrestre.

La caracterización de la fauna y flora del área de estudio se realizó mediante un muestreo sistemático en un área representativa dentro del polígono de estudio siguiendo los métodos convencionales con los que se han caracterizado los arrecifes del Caribe Mexicano (García Salgado, *et al.*, 2006, Gutiérrez, *et al.*, 1993b, 1995; Lara, *et al.*, 1994, Padilla, *et al.*, 1994, 2005; Almada-Villela, *et al.*, 2003, Lang *et al.*, 20012-AGRRA), realizando transectos de 30 m de largo como referencia para el registro de datos (*sensu* Loya, 1972 y Porter 1972), para el registro de corales, otros invertebrados y vegetación se utilizaron cuadrantes de 25 cm x 25 cm y para los peces se utilizó un senso visual solo de ida a lo largo del transecto.

Se definieron en función de los distintos ambientes 85 sitios de muestreo, 32 en la zona marina, 35 en la zona costera y 18 en la zona terrestre, su posición fue registrada con ayuda de un GPS en unidades UTM. En cada sitio de muestreo se realizó un transecto

perpendicular a la línea de costa extendiendo una cinta métrica hasta llegar a los 30 m, manteniéndola en el fondo con ayuda de plomos en los extremos. Del lado derecho del transecto como estándar y cada 2.5m se colocó un cuadrante, registrando *in situ* la presencia de especies y mediante foto cuadrantes el número de organismo o colonias de las especies registradas. Finalizado la toma de datos con cuadrantes se realizó un censo de las especies de peces que se encontraban a medio metro de cada lado del transecto y mediante fotocuadrantes se determinó el número de organismo.

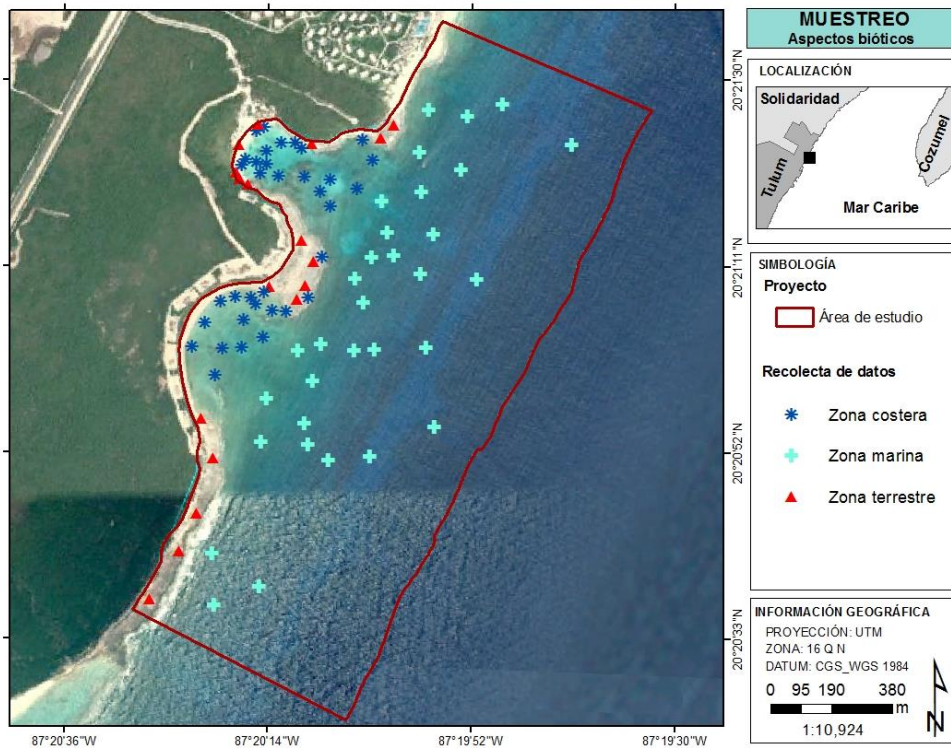


Figura IV.31. Transectos realizados para la toma de datos de los aspectos bióticos.

Adicionalmente se hicieron recorridos en las partes colindantes dentro del mismo tipo de ambiente para registrar otras especies presentes en la zona y el tipo de ambiente. Cada sitio se muestreo dependiendo de su profundidad, se realizó caminando, mediante buceo libre o usando tanque de oxígeno, a pie desde la playa o con el apoyo de una embarcación. La identidad taxonómica de los organismos registrados durante el muestreo se determinó *in situ* y además se tomaron varias fotografías de cada cuadrante para la corroboración de especies. Para los corales escleractínios se utilizaron las claves y guías de campo Smith (1972), Greenberg y Greenberg (1977), Castañares y Soto (1982), Zlatarsky y Martinez (1982), Colin (1988) y Humann (1993a). Para peces se emplearon las claves de Chaplin (1972), Greenberg y Greenberg (1977) y Stokes (1984), además de guías sumergibles para uso turístico como la de Hilario Itriago (sin año). Para algas se usó la clave visual de Littler *et al.* (1989) y la de Humman (1993a).

Análisis de los factores bióticos. Con los ambientes registrados en cada sitio de muestreo y mediante un análisis espacial en ArcGIS, mostrando los valores de color de la Banda número 3 de fotografías satelitales georreferenciadas extraídas del programa Google Earth, se determinaron los límites de cada uno, su área y se generó un mapa de ambientes. Los datos de la fauna y flora presente en el área, fue analizado considerando los siguientes parámetros básicos de la comunidad:

- **Distribución:** para cada grupo taxonómico se obtuvo un listado de especies en donde se muestra la presencia por tipo de ambiente.
- **Índices ecológicos:** de los datos obtenidos se realizaron las siguientes medidas de la comunidad:
 - ~ Número de individuos: para los corales, invertebrados y peces, se determinó el número de individuos observados por grupo, ambiente y su interrelación.
 - ~ Riqueza: en cada grupo taxonómico se determinó el número de especies observadas por grupo, ambiente y su interrelación.
 - ~ Abundancia relativa: para cada grupo taxonómico (corales, invertebrados, peces y vegetación) se determinó la proporción del número de organismos de cada especie con respecto al total de organismos registrados por ambiente; éstas se agruparon bajo el siguiente criterio:
 - Dominante (D)= especies que presentaron una abundancia mayor del 20%;
 - Abundante (A)= especies que presentaron una abundancia entre el 10 y 20%;
 - Común (C)= especies que presentaron una abundancia entre el 5 y 10%;
 - Escasa (E)= especies que presentaron una abundancia entre el 1 y 5% y
 - Rara (R)= especies que presentaron una abundancia menor del 1%.
 - ~ Índice de Diversidad de Simpson (Dsi).- establece que la probabilidad de que dos individuos tomados al azar de una muestra sean de la misma especie, donde la sumatoria de pi es igual a 1, es decir todos los individuos tienen la misma probabilidad. Su fórmula matemática es:

$$D_{si} = \frac{1}{\sum_{i=1}^S p_i^2}$$

Dónde:

p_i = es la abundancia proporcional de la especie i , es decir, el número de individuos de la especie i dividido entre el número total de individuos de la muestra.

- ~ Índice de Shannon-Weaver (H' , 1949).- expresa la uniformidad de los valores de las especies de la muestra, asumiendo que todos los individuos son seleccionados al azar y que todas las especies están representadas; con intervalos de valores de 0 (cuando solo hay una especie) y logaritmo de S (cuando todas las especies están representadas por igual número de organismos). En la mayoría de los ecosistemas naturales varía entre 0,5 y 5, aunque su valor normal está entre 2 y 3; valores inferiores a 2 se consideran bajos en diversidad y superiores a 3 son altos en diversidad de especies. Su fórmula matemática es:

$$H' = -\sum p_i * \ln p_i$$

- ~ Índice de Dominancia (D), fue medida utilizando el índice de McIntosh, el cual resulta independiente de N . Su fórmula matemática es:

$$D = \frac{N - U}{N - \sqrt{N}}$$

Dónde:

N = al número total de individuos de todas las especies.

$U = \sqrt{\sum n_i^2}$ ($i = 1, 2, 3, \dots, S$).

- ~ Índice de Equitabilidad de Pielou (J'), mide la proporción de la diversidad observada con relación a la máxima diversidad esperada; con intervalo de valores de 0 a 1 (todas las especies son igualmente abundantes). Su fórmula matemática es:

$$J' = \frac{H'}{H'_{\max}}$$

Dónde:

$H'_{\max} = \ln(S)$.

S = es el número de especies.

Descripción del área de estudio.

El área de estudio del proyecto fue dividido con base en el trabajo de campo, características oceanográficas, morfológicas, biológicas y al análisis espacial en 17 biotopos.

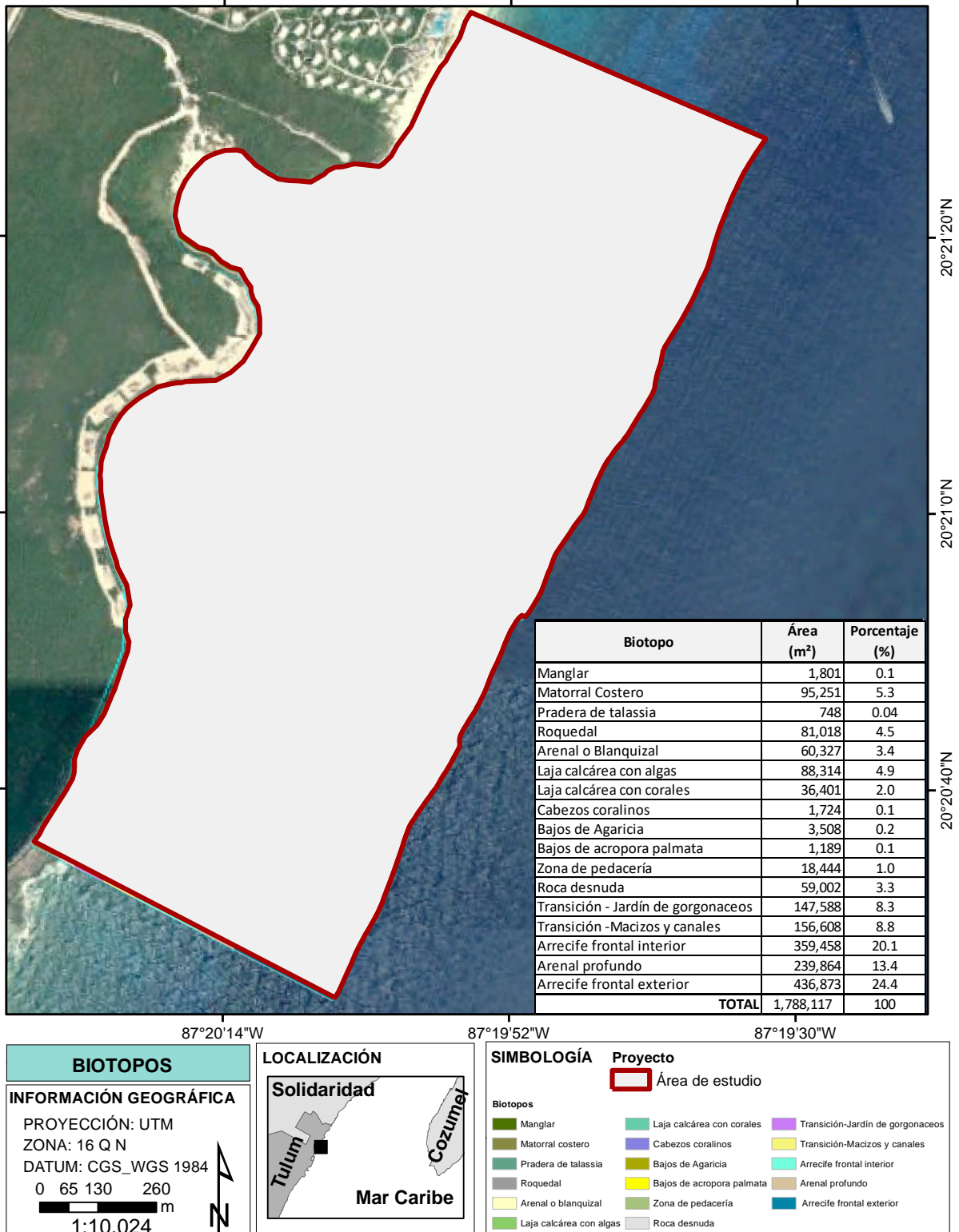


Figura IV.32. Biotopos registrados en el área de estudio.

Las características oceanográficas, morfológicas, biológicas para cada uno de los biotopos se describen a continuación:

1. Manglar.

Biotopo representado por la especie de mangle negro (*Avicennia germinans*), dos especies del matorral costero y dos especies de palmeras. Está conformado por tres áreas intermitentes ubicadas en la parte Suroeste del interior de Bahía de Chemuyil y posee un área de 1,801 m², lo que corresponde apenas al 0.1% del área de estudio.

Se caracteriza por ser un ambiente fragmentado por una pequeña vereda por donde transitan los turistas, contiguos a un predio que fue desmontado años atrás y que presenta vegetación secundaria.



Fotografías del biotopo Manglar.

2. Matorral Costero

Biotopo que corresponde a una franja rocosa con pequeños arenales en la zona costera que rodea las bahías de Chemuyil y Chemuyilito, representado por pequeños arbustos o

plantas de 15 especies típicas de estos ambientes. Posee un área de 95,251 m² lo que corresponde al 5.3% del área de estudio.

Este biotopo, está influenciado fuertemente por las corrientes marinas, las cuales arrojan una gran cantidad de residuos durante las mareas más altas, al grado que parece un basurero clandestino. Las pozas de marea que se encuentran en la sección sur de las bocas de ambas bahías, llegan a presentar condiciones anoxicas por el estancamiento del agua y la descomposición de residuos orgánicos que se acumulan en la zona, como lo es, el sargazo.



Fotografías del biotopo Matorral costero.

3. Pradera de Thalassia.

Biotopo representado por el pasto tortuga (*Thalassia testudinum*) y una gran variedad de algas asociadas, el cual se ubica principalmente en la parte Norte del interior de Bahía de Chemuyil, con manchones pequeños aislados al interior de ambas bahías, posee un área de 748 m² lo que corresponde a apenas el 0.04% del área de estudio.

Las diferentes áreas de este biotopo presentan características distintas, por un lado, el área principal posee una media y baja cobertura, al grado que en zonas llega a observarse organismos de *Thalassia* dispersos, además posee una alta tasa de sedimentación al ubicarse en una zona de rompiente. Por otro, los pequeños machones al interior de las bahías, tienen una baja cobertura llegando a ser organismos aislados de *Thalassia*. En ambos sitios las hojas de los pastos llegan a medir más de 20 cm de longitud.



Fotografías del biotopo Pradera de *Thalassia*.

4. Roquedal.

Biotopo que corresponde a una franja de agrupaciones rocosas en áreas someras próximas a la playa y al matorral costero, así como áreas dispersas al interior de ambas bahías, con mayor presencia en la Bahía de Chemuyil. Posee un área de 81,018 m² lo que corresponde al 4.9 % del área de estudio.



Fotografías del biotopo Roquedal. A-B) Formaciones rocoas, C-D) Rompiente, E-F) Pozas de marea.

Este biotopo por las diferentes formas, especies presentes y condiciones oceanográficas podría ser subdivido en tres subbiotopos, con las siguientes características:

- **Formaciones rocosas:** corresponde a rocas agrupadas que llegan a sobresalir del agua (principalmente las que se ubican cercanas a la playa), con zonas desnudas y zonas con un crecimiento de algas verdes y rojas. Por su ubicación y disposición constituyen una zona de refugio y alimentación para peces adultos y algunas aves marinas, como los pelicanos

- **Rompiente:** corresponde a la pared rocosa, en la zona expuesta de las bahías y la conexión entre estas, que dependiendo de la cara donde golpee la ola, presenta una gran abundancia de algas cafés principalmente o ausencia de estas.
- **Pozas de marea:** corresponde a la zona intermareal entre la rompiente y el matorral costero. El tipo de poza varía dependiendo de su ubicación, se observaron pozas sin vegetación y organismos, pozas con dominancia de caracoles, y pozas que conforman criaderos de peces juveniles con presencia de algas y corales.



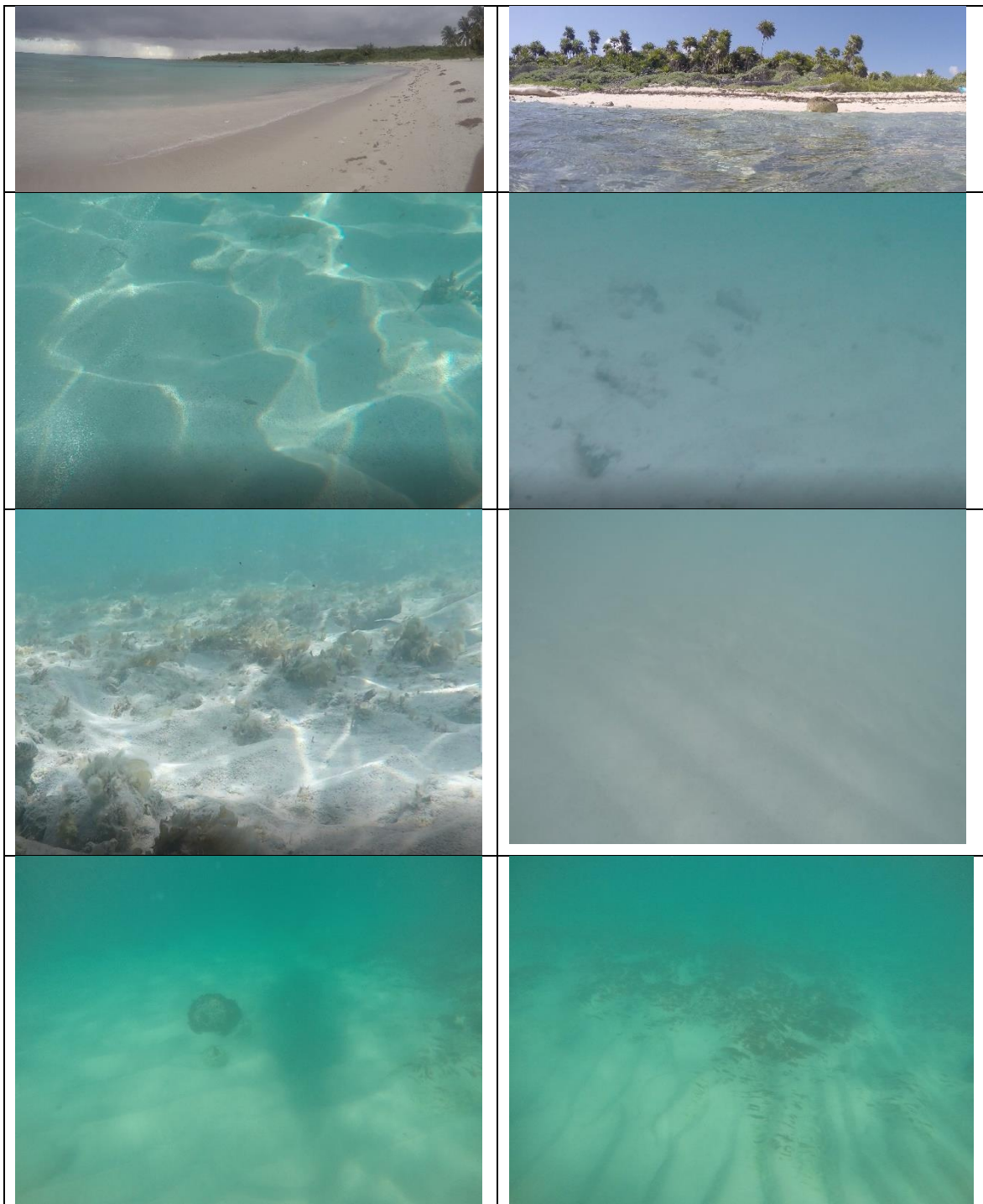
Fotografías del biotopo Roquedal, subtipo pozas de marea.

5. Arenal o Blanquizal.

Biotopo representado por un sustrato exclusivamente de arena sin flora y fauna aparente, en algunas zonas hay presencia de manchones de algas o pastos marinos de la especie *Syringodium filiforme*, así como rocas que sobresalen de la arena. Posee un área de 60,327 m² lo que corresponde al 3.4% del área de estudio.

Este biotopo por las condiciones oceanográficas podría ser subdividido en tres subbiotopos, con las siguientes características:

- **Playa arenosa:** zona arenosa que conforma la playa seca, con residuos de algas secas, restos de corales blancos y basura que trae la corriente.
- **Arenal costero:** ubicado en la zona marina colindante a la playa que conforma el área más extensa del biotopo, se ubica mayormente en la Bahía de Chemuyil. Presenta manchones de pastos, algas y rocas dispersos.
- **Pequeños blanquizales:** arenales ubicados en las bocas de ambas bahías entre los 2 y 4 m de profundidad, con manchones de algas en sus periferias.



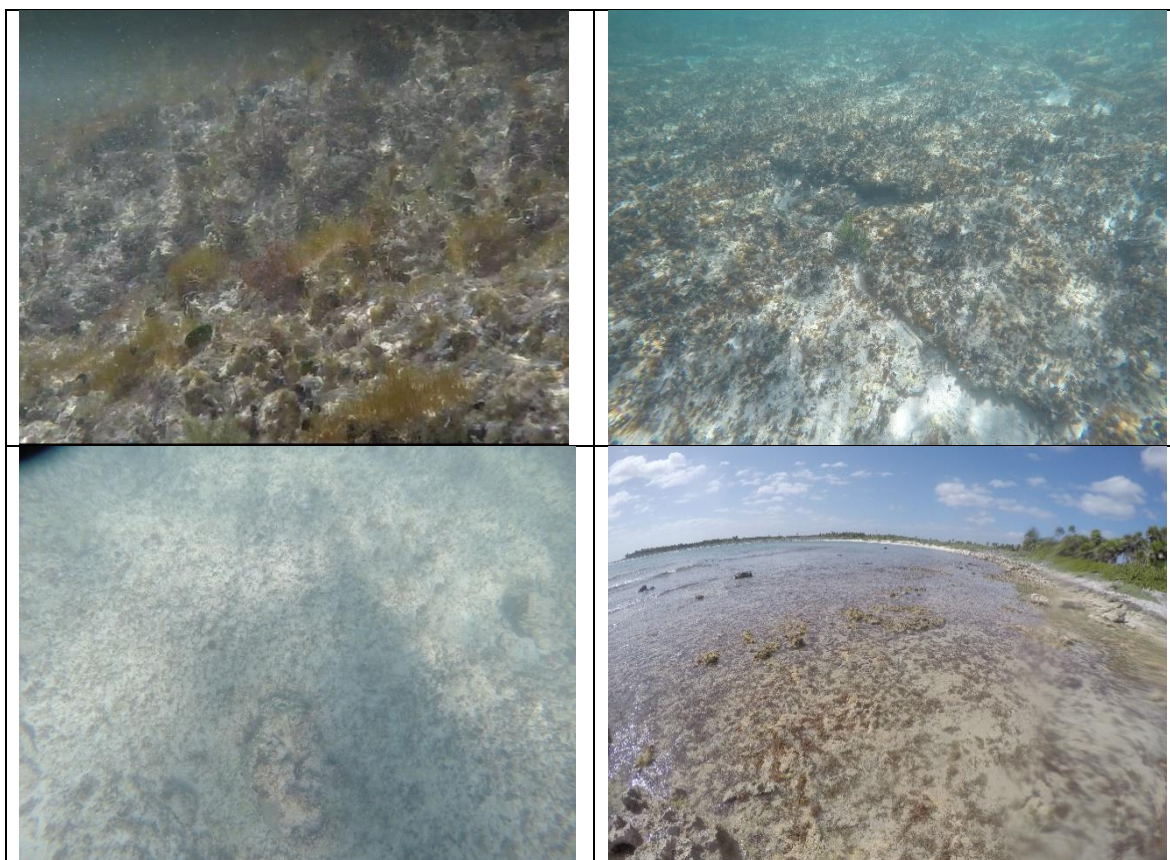
Fotografías del biotopo Arenal o Blanquizal.

6. Laja calcárea con algas.

Biotopo que se caracteriza por un sustrato de laja calcárea cubierto de algas sobre el que se desarrollan una gran variedad de algas, principalmente algas verdes de los géneros *Halimeda*, *Penicillus*, *Caulerpa*, etc., además se observan pequeños ejemplares aislados de corales blandos y duros. Posee un área de 88,314 m² lo que corresponde al 4.9% del área de estudio.

La laja calcárea con algas se ubica en ambas bahías, en cada una con diferentes características:

- En Bahía Chemuyil, corresponde a la zona de la boca a una profundidad mayor de los - 2.5 m, con un sustrato heterogéneo y algas de mayor tamaño.
- En Bahía de Chemuyilito, corresponde a la zona interior y de la boca, desde la zona somera hasta una profundidad de - 2.5 m, con un sustrato homogéneo y algas de menor tamaño.



Fotografías del biotopo Laja calcárea con algas.

7. Laja calcárea con corales.

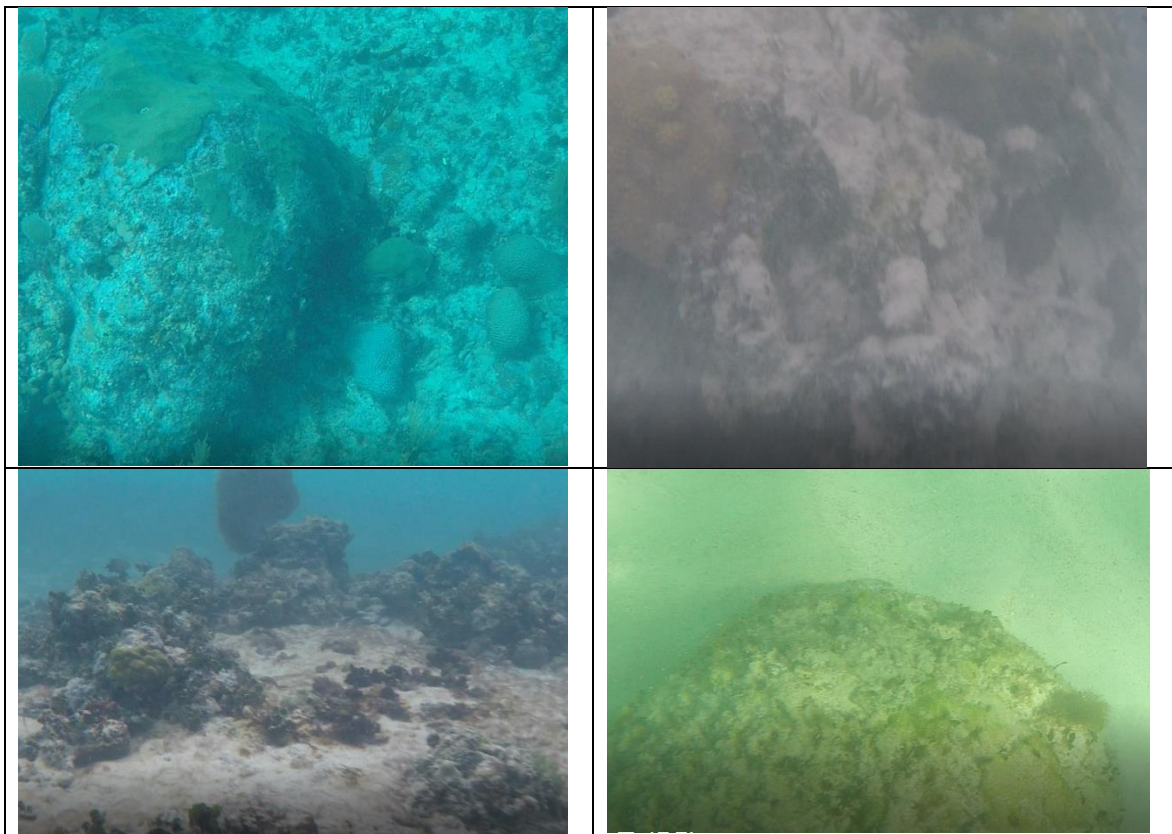
Este biotopo es muy similar a la Laja calcárea con algas, con la diferencia que presenta una mayor diversidad de algas, corales y la presencia de zoanthidos que cubre grandes áreas. Al igual que el biotopo anterior en cada bahía presentan el mismo patrón de profundidad, homogeneidad del sustrato y tamaño de los organismos. Posee un área de 36,401 m² lo que corresponde al 2% del área de estudio.



Fotografías del biotopo Laja calcárea con corales.

8. Cabezos coralinos.

Biotopo que consiste en pequeñas formaciones coralinas de corales duros principalmente de los géneros *Montastrea*, *Diploria*, *Porites* y *Siderastrea*, que sobre sus esqueletos o junto a organismos vivos se desarrollan corales blandos, algas y otros organismos. Se ubica en la zona Sur de la Bahía de Chemuyil al interior y por la boca de esta; posee un área de 1,724 m² lo que corresponde a apenas el 0.1% del área de estudio.



Fotografías del biotopo Cabezos coralinos.

9. Bajos de *Agaricia*.

Biotopo que consiste en pequeñas formaciones coralinas conformadas por las especies *Agaricia tenuifolia* y *Agaricia humilis*, con un buen porcentaje de organismos vivos. Se ubica a las afueras de la Bahía de Chemuyil, entre dos biotopos, que, si bien no físicamente no existe una obvia separación con estos, por la abundancia de dichas especies y por resaltar en el sistema se puede considerar un biotopo separado. Posee un área de 3,505 m² lo que corresponde a apenas el 0.2% del área de estudio.



Fotografías del biotopo Bajos de *Agaricia*.

10. Bajos de *Acropora palmata*

Biotopo que consiste en formaciones coralinas de esqueletos de la especie *Acropora palmata* y se ubica en la zona Norte del interior de la Bahía de Chemuyilito. Este biotopo resalta del sistema por la presencia de grandes esqueletos cubierto de arena y algas, y rodeados algunas especies de corales y algas. Posee un área de 1,189 m² lo que corresponde a apenas el 0.1% del área de estudio.

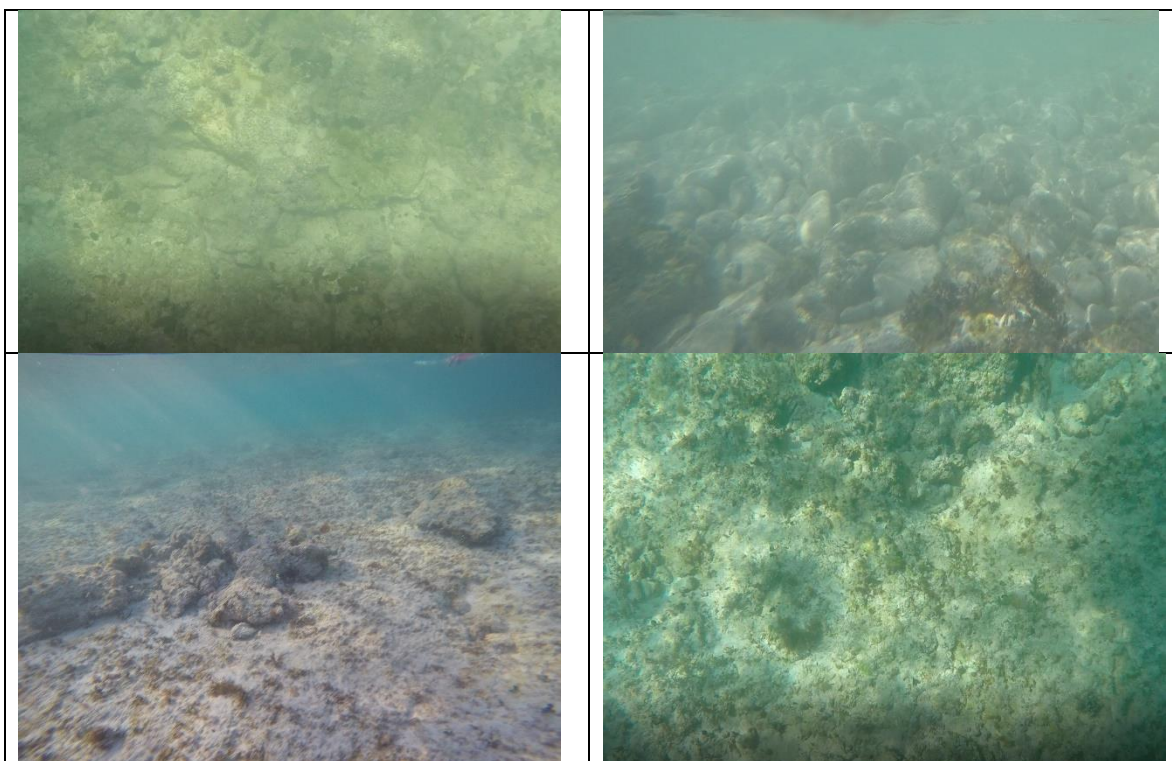
Si bien en estudios previos, se había registrado este biotopo en la Bahía de Chemuyil, cuya característica era una matriz de dicha especie muerta en un 95% y erosionada por otros organismos y por la acción de las corrientes; en el presente estudio no se observó superficie alguna del presente biotopo en dicha bahía.



Fotografías del biotopo Bajos de *Acropora palmata*.

11. Zona de pedacería.

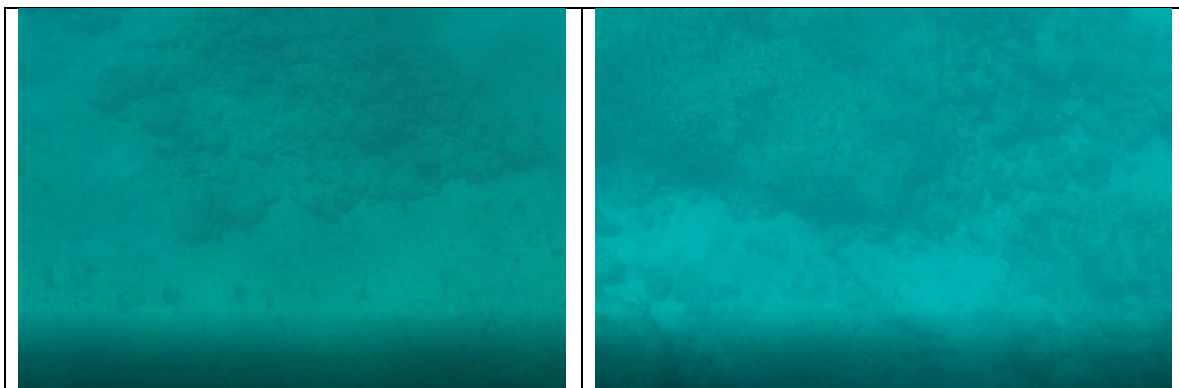
Biotopo constituido por pedacería de tamaño medio, con algunas algas y corales, y sin organismos bentónicos. Se ubica en la zona de rompiente sobre la línea entre las dos puntas rocosas que delimitan la boca de ambas bahías, a una profundidad de entre -1 y -1.5 m en Bahía Chemuyilito y entre -1.5 y -2.5 m en Bahía de Chemuyil. Posee un área de 18,444 m² lo que corresponde a apenas el 1 % del área de estudio.



Fotografías del biotopo Zona de pedacería.

12. Roca desnuda.

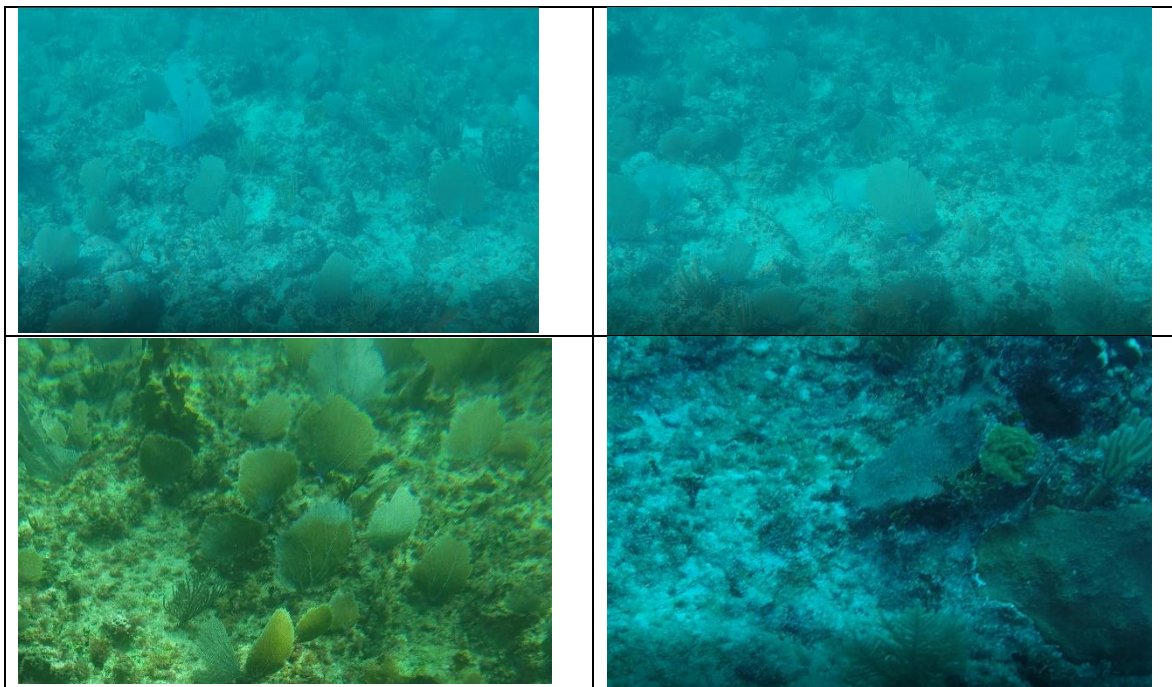
Biotopo que corresponde a una franja de roca calcárea en la zona de rompiente, a una profundidad de entre - 1.5 y - 3 m. Se caracteriza por presentar dos arreglos contiguos o alternados, el primero consiste en grandes bloques de rocas y el segundo a extensas losas, ambos con reducida o nula presencia de flora y fauna. Posee un área de 59,002 m² lo que corresponde a apenas el 3.3 % del área de estudio.



Fotografías del biotopo Roca desnuda.

13. Transición - Jardín de gorgonáceos.

Biotopo que corresponde a una franja horizontal a la costa a una profundidad de entre – 2.5 y - 7m, a una distancia aproximada de 50 a 60 m de la línea de costa. Se caracteriza por una alta abundancia de corales gorgonáceos del género *Gorgonia*, así como pequeñas colonias incrustadas a la laja de corales escleratinios. Los biotopos que conforman la transición, son los que mejor grado de conservación presentan. Posee un área de 147,588 m² lo que corresponde a apenas el 8.3 % del área de estudio.

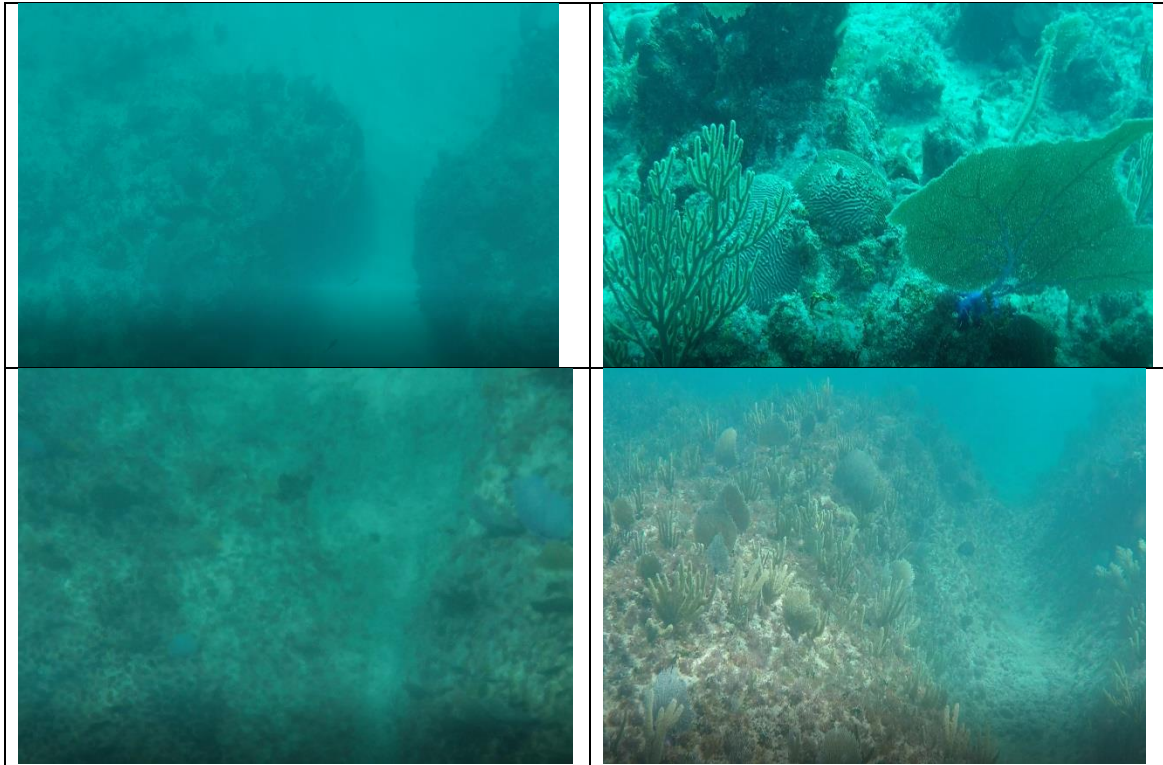


Fotografías del biotopo Transición - Jardín de gorgonáceos.

14. Transición -Macizos y canales.

Biotopo que corresponde a una franja horizontal a la costa a una profundidad de entre - 5 y - 10 m. Se caracteriza por una alta abundancia de organismos pero una baja diversidad biológica, presenta macizos y canales bien definidos (algunos canales están formados por laja y otros son zonas de arenales). Posee un área de 156,608 m² lo que corresponde a apenas el 8.8 % del área de estudio.

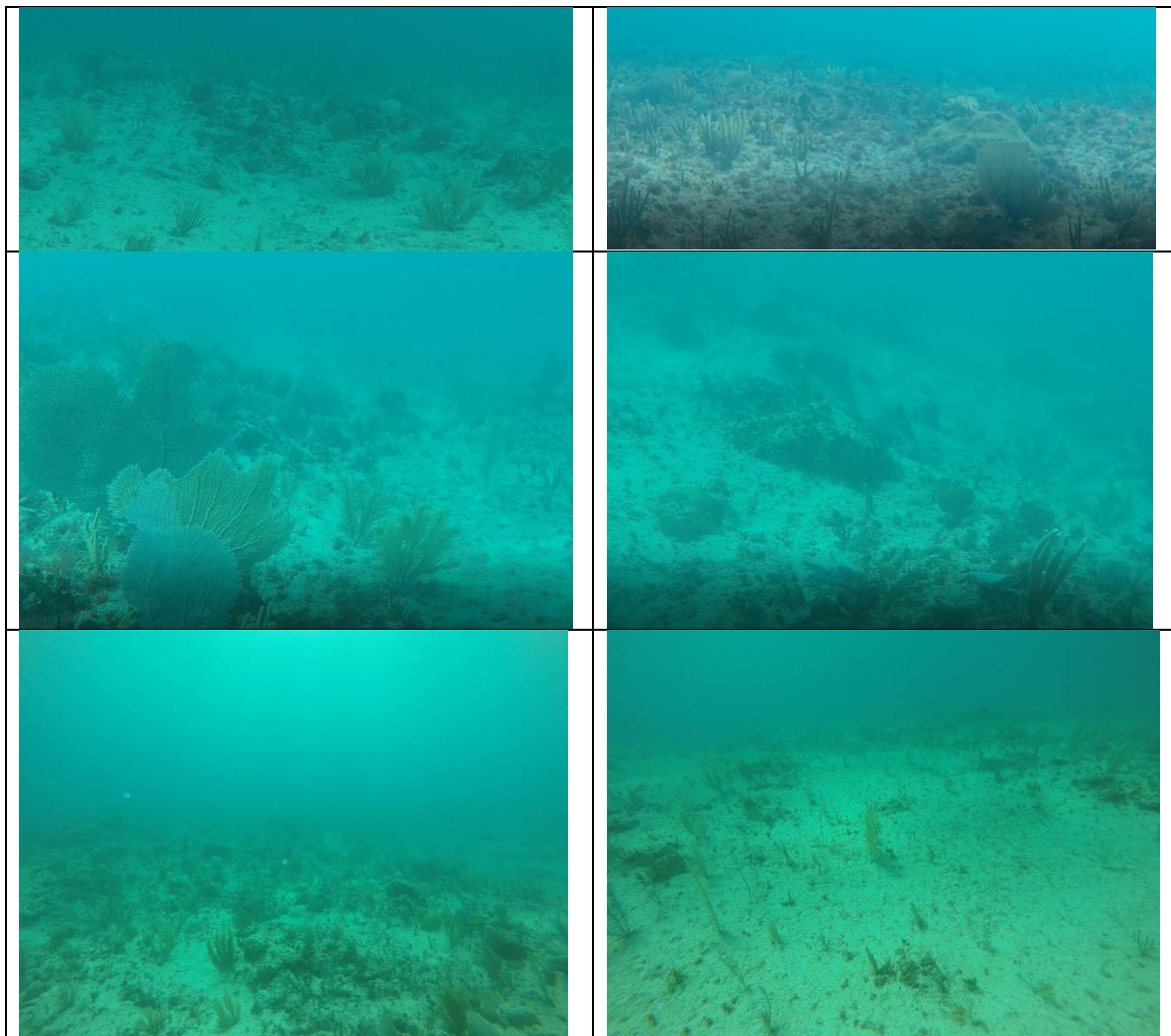
Éste es similar al biotopo de Transición - Jardín de gorgonáceos, a diferencia que presenta menor número de especies, pero presenta cabezos coralinos de corales escleratinios pequeños principalmente de la especie *Siderastrea siderea*.



Fotografías del biotopo Transición -Macizos y canales.

15. Arrecife frontal interior.

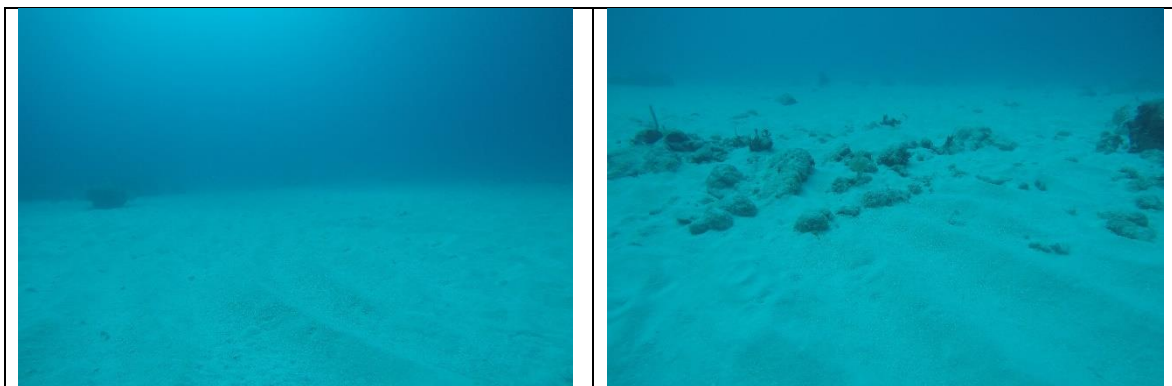
Biotopo que corresponde a una franja horizontal a la costa a una profundidad de entre - 9 y - 17 m. Similar al biotopo Transición -Macizos y canales, pero a diferencia de este se caracteriza por una baja abundancia de organismos, pero una alta diversidad biológica que disminuye hacia el sur del área de estudio, y presenta macizos y canales bien definidos (algunos canales están formados por laja y otros son zonas de arenales). Posee un área de 359,458 m² lo que corresponde a apenas el 20.1 % del área de estudio.



Fotografías del biotopo Arrecife frontal interior.

16. Arenal profundo.

Biotopo que corresponde a una franja horizontal a la costa a una profundidad de entre – 15.5 y - 19 m. Se caracteriza por un sustrato exclusivamente de arena con algunas rocas aisladas, y sin flora y fauna aparente. Posee un área de 239,864 m² lo que corresponde a apenas el 13.4 % del área de estudio.



Fotografías del biotopo Arenal profundo.

17. Arrecife frontal exterior.

Biotopo que corresponde a una franja horizontal a la costa a una profundidad de entre – 16.5 y - 29 m (que marca el límite el área de estudio, pero la pendiente de este biotopo continua). En el presente estudio solo se muestreo el inicio del presente biotopo, razón por la cual solo se registró una reducida cantidad de especies y organismos. Posee un área de 436,873 m² lo que corresponde a apenas el 24.4 % del área de estudio.



Fotografías del biotopo Arrecife frontal exterior.

Aspectos bióticos.

En el área de estudio se registró un total de 179 especies, divididas en cuatro grupos taxonómicos: 54 especies de corales, 29 especies de invertebrados, 27 especies peces y 69 de vegetación. Dichos grupos a su vez fueron divididos en 15 subgrupos taxonómicos, donde el más abundante fueron los hexacorales, seguido de los peces óseos, los octocorales, las algas verdes, la vegetación terrestre, las algas rojas y las esponjas, el resto de los subgrupos estuvieron representados por menos de 10 especies (algas café, cyanobacterias, pastos marinos, erizos, bivalvos, moluscos, poliquetos, poliplacóforos. Adicionalmente en los alrededores se encontraron 13 especies más, cuatro invertebrados, cuatro peces, tres de vegetación y dos vertebrados.

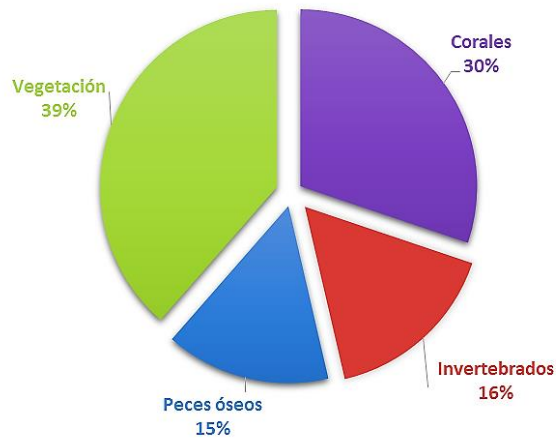


Figura IV.33. Proporción de grupos taxonómicos.

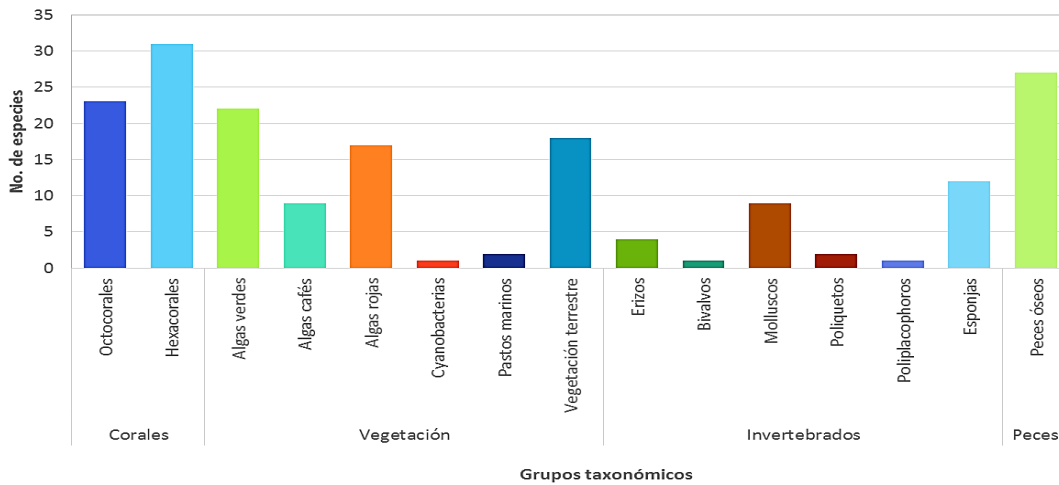


Tabla IV.3. Listado taxonómico de las especies registradas.

Grupo	Clase	Orden	Familia	Especies	Autor
CORALES					
Octocorales	Anthozoa	Alcyonacea	Anthothelidae	<i>Gorgonia ventalina</i>	Linnaeus, 1758
			Gorgoniidae	<i>Gorgonia flabellum</i>	Linnaeus, 1758
				<i>Gorgonia mariae</i>	Bayer, 1961
				<i>Pseudopterogorgia acerosa</i>	Pallas, 1766
				<i>Pseudopterogorgia americana</i>	Gmelin, 1791
				<i>Pseudopterogorgia bipinnata</i>	Verrill, 1864
				<i>Pseudopterogorgia elisabethae</i>	Bayer 1961
				<i>Pseudopterogorgia sp.</i>	-
				<i>Pterogorgia anceps</i>	Pallas, 1766
				<i>Pterogorgia guadalupensi</i>	Duchassaing & Michelin, 1846
				Plexauridae	<i>Eunicea calyculata</i>
			<i>Eunicea laciniata</i>		Duchassaing & Michelotti, 1860
			<i>Eunicea mammosa</i>		Lamouroux, 1816
			<i>Eunicea palmeri</i>		Bayer, 1961
			<i>Plexaura flexuosa</i>		Lamouroux, 1821
			<i>Plexaura homomalla</i>		Esper, 1972
			<i>Plexaurella dichotoma</i>		Esper, 1791
			<i>Plexaurella porosa</i>		Gordon, 1925
			<i>Pseudoplexaura flagellosa</i>		Houttuyn, 1772
	<i>Muriceopsis flavida</i>	Lamarck, 1815			
Hydrozoa	Anthoathecata	Milleporidae	<i>Millepora alcicornis</i>	Linnaeus, 1758	
			<i>Millepora complanata</i>	Lamarck 1816	
			<i>Millepora squarrosa</i>	Lamarck 1816	
Hexacorales	Anthozoa	Corallimorpharia	Ricordeidae	<i>Ricordea florida</i>	Duchassaing & Michelotti, 1860
		Scleractinia	Astrocoeniidae	<i>Stephanocoenia intersepta</i>	Lamarck, 1816
			Meandrinidae	<i>Eusmilia fastigiata</i>	Pallas, 1766

Grupo	Clase	Orden	Familia	Especies	Autor
			Montastraeidae	<i>Montastrea cavernosa</i>	(Linnaeus, 1766)
			Acroporidae	<i>Acropora cervicornis</i>	Lamarck, 1816
				<i>Acropora palamata</i>	Lamarck, 1816
			Agariciidae	<i>Agaricia fragilis</i>	Dana, 1846
				<i>Agaricia humilis</i>	Verrill 1901
				<i>Agaricia tenuifolia</i>	Dana, 1846
			Faviidae	<i>Favia fragum</i>	Esper, 1797
				<i>Solenastrea sp.</i>	Milne Edwards 1849
			Meandrinidae	<i>Dendrogyra cylindrus</i>	Ehrenberg, 1834
				<i>Dichocoenia stokesii</i>	Milne Edwards & Haime, 1848
				<i>Meandrina jacksoni</i>	Weil & Pinzón, 2011
			Merulinidae	<i>Montastraea faveolata</i>	Ellis and Solander, 1786
				<i>Montastrea annularis</i>	(Ellis y Solander, 1786)
				<i>Orbicella flavelata</i>	(Ellis & Solander, 1786)
			Mussidae	<i>Colpophyllia natans</i>	Houttuyn, 1772
				<i>Diploria clivosa</i>	Dana, 1846
				<i>Diploria labyrinthiformis</i>	Linnaeus, 1758
				<i>Diploria strigosa</i>	Ellis y Solander, 1786
				<i>Mussa angulosa</i>	Pallas 1766
			Poritidae	<i>Porites astreoides</i>	Lamarck, 1816
				<i>Porites barnneri</i>	Rathbun, 1887
				<i>Porites divaricata</i>	Lesueur de 1821
				<i>Porites furcata</i>	Lamarck, 1816
				<i>Porites porites</i>	Pallas, 1766
			Scleractinia incertae sedis	<i>Solenastrea bournoni</i>	Milne Edwards & Haime de 1849
			Siderastreidae	<i>Siderastrea radians</i>	Pallas, 1766
				<i>Siderastrea siderea</i>	Ellis y Solander 1786
		Zoantharia	Sphenopidae	<i>Palythoa caribaeorum</i>	Duchassaing & Michelotti, 1860
			Zoanthidae	<i>Zoanthus sociatus</i>	Ellis & Solander, 1786
INVERTEBRADOS					
Bivalva	Bivalvia	Mytiloidea	Mytilidae	<i>Brachidontes modiolus</i>	Lineo, 1767

Grupo	Clase	Orden	Familia	Especies	Autor	
		Ostreida	Pteriidae	<i>Isognomon bicolor</i>	C. B. Adams, 1845	
Erizos	Echinoidea	Diadematoidea	Diadematidae	<i>Diadema antillarum</i>	Philippi, 1845	
		Camarodonta	Echinometridae	<i>Echinometra lucunter</i>	Linnaeus, 1758	
		Cidaroida	Cidaridae	<i>Eucidaris tribuloides</i>	Lamarck, 1816	
		Camarodonta	Toxopneustidae	<i>Tripneustes ventricosus</i>	Lamarck, 1816	
Molusco	Cephalopoda	Myopsida	Loliginidae	<i>Lolliguncula brevis</i>	Blainville, 1823	
	Gastropoda	Archaeogastropoda	Turbinidae	<i>Astraea tecta americana</i>	Gmelin, 1791	
			Tegulidae	<i>Cittarium pica</i>	Linnaeus, 1758	
			Neritidae	<i>Puperita pupa</i>	Linnaeus, 1758	
		Cycloneritimorpha	Neritoidea		<i>Nerita fulgurans</i>	Gmelin, 1791
					<i>Nerita versicolor</i>	Gmelin, 1791
		Littorinimorpha	Littorinidae		<i>Littorina ziczac</i>	Gmelin, 1791
			Strombidae		<i>Tectarius muricatus</i>	Linnaeus, 1758
Neogastropoda	Muricidae		<i>Strombus gigas</i>	Linnaeus, 1758		
			<i>Thais rustica</i>	Lamarck, 1822		
Poliquetos	Polychaeta	Amphinomida	Amphinomidae	<i>Hermodice carunculata</i>	Pallas, 1766	
		Canalipalpata	Serpulidae	<i>Spirobranchus giganteus</i>	Pallas, 1766	
Poliplacophoro	Mollusca	Chitonida	Chitonidae	<i>Chiton sp.</i>	-	
Cangrejos	Malacostraca	Decapoda	Coenobitidae	<i>Coenobita clypeatu</i>	Fabricius, 1787	
Esponja	Desmospongiae	Axinellida	Raspailiidae	<i>Hemectyon ferox</i>	Duchassaing & Michelotti, 1864	
		Chondrosida	Chondrillidae	<i>Chondrilla sp.</i>		
		Dictyoceratida	Thorectidae	<i>Hyrtios sp.</i>	-	
			Irciniidae	<i>Ircinia strobilina</i>	Lamarck, 1816	
		Hadromerida	Clionidae	<i>Cliona sp.</i>	-	
		Haplosclerida	Petrosiidae	<i>Adocia carbonaria</i>	Lamarck, 1813	
			Chalinidae	<i>Haliclona sp.</i>	-	
			Petrosiidae	<i>Xestospongia sp.</i>	-	
		Verongiida	Aplysinidae	<i>Verongia sp.</i>	-	
		-	-	<i>Esponja sp. 1</i>	-	
-	-	<i>Esponja sp. 2</i>	-			
-	-	<i>Esponja sp. 3</i>	-			

Grupo	Clase	Orden	Familia	Especies	Autor	
Oruga	Insecta	Lepidoptera	Arctiidae	<i>Tyria sp.</i>	-	
PECES						
Peces óseos	Actinopterygii	Anguilliformes	Muraenidae	<i>Gymnothorax sp.</i>	-	
		Clupeiformes	Clupeidae	<i>Harengula sp.</i>	-	
		Perciformes	-	-	<i>Juvenil Sp. 1</i>	-
			Lutjanidae		<i>Lujanus sp.</i>	-
			Acanthuridae		<i>Acanthurus chirurgus</i>	Bloch, 1787
					<i>Acanthurus coeruleus</i>	Bloch & Schneider, 1801
					<i>Acnthurus bahianus</i>	Castelnaud, 1855
					<i>Zebrosoma flavescens</i>	Bennett, 1828
			Carangidae		<i>Caranx sexfasciatus</i>	Quoy & Gaimard, 1825
			Chaetodontidae		<i>Chaetodon striatus</i>	Linnaeus, 1758
					<i>Chaetodon capistratus</i>	Linnaeus, 1758
			Gobiidae		<i>Gobiosoma sp.</i>	Dybowski, 1872
			Haemulidae		<i>Haemulon flavolineatum</i>	Desmarest, 1823
					<i>Haemulon plumierii</i>	Lacepède, 1801
			Holocentridae		<i>Holocentrus rufus</i>	Walbaum, 1792
			Labridae		<i>Halichoeres bivittatus</i>	Bloch, 1769
					<i>Halichoeres maculipinna</i>	Müller y Troschel, 1848
					<i>Halichoeres sp.</i>	-
					<i>Thalassoma bifasciatum</i>	Bloch, 1791
			Lutjanidae		<i>Lutjanus analis</i>	Cuvier, 1828
					<i>Ocyurus chrysurus</i>	Bloch, 1791
			Mullidae		<i>Pseudupeneus maculatus</i>	Bloch, 1793
		Pomacanthidae		<i>Holacanthus tricolor</i>	Bloch, 1795	
				<i>Abudefduf luridus</i>	Cuvier, 1830	
				<i>Pomacanthus arcuatus</i>	Linnaeus, 1758	
				<i>Abudefduf saxatilis</i>	Linnaeus, 1758	
	<i>Stegastes parititus</i>		Poey, 1868			
	<i>Stegastes planifrons</i>		Cuvier, 1830			
	<i>Stegastes variabilis</i>	Castelnaud, 1855				
Serranidae		<i>Mycteroperca sp.</i>	-			

Grupo	Clase	Orden	Familia	Especies	Autor
		Scorpaeniformes	Scorpaenidae	<i>Scorpaena sp.</i>	-
Peces cartilagosos	Chondrichthyes	Rajiformes	Urotrygonidae	<i>Urobatis halleri</i>	Cooper, 1863
PECES					
Algas verdes	Ulvophyceae	Bryopsidales	Caulerpaceae	<i>Caulerpa cupressoides</i>	(Vahl) C.Agardh, 1817
				<i>Caulerpa recemosa</i>	(Forsskål) J.Agardh, 1873
				<i>Caulerpa sertularioides</i>	(S.G.Gmelin) M.A.Howe, 1905
			Dichotomosiphonaceae	<i>Avrainvillea asarifolia</i>	Børgesen, 1909
				<i>Avrainvillea longicaulis</i>	(Kützting) G.Murray & Boodle, 1889
			Halimedaceae	<i>Halimeda copiosa</i>	-
				<i>Halimeda discoidea</i>	Decaisne, 1842
				<i>Halimeda goreauii</i>	W.R.Taylor, 1962
				<i>Halimeda incrassata</i>	Lamouroux, J.V.F. 1816
			Udoteaceae	<i>Halimeda opuntia</i>	(Linnaeus) J.V.Lamouroux 1816
				<i>Penicillus capitatus</i>	Lamarck, 1813
				<i>Penicillus dumetosus</i>	(J.V.Lamouroux) Blainville, 1830
		<i>Rhizocephalus phoenix</i>		(J.Ellis & Sol.) Kütz., 1843	
		<i>Udotea flabellum</i>		(J.Ellis & Solander) M.A.Howe, 1904	
		<i>Udotea spinulosa</i>		M.A.Howe, 1909	
		Cladophorales	Cladophoraceae	<i>Udotea cyathiformis</i>	Decaisne, J. (1842)
				<i>Chaetomorpha sp.</i>	-
			Valoniaceae	<i>Cladophora sp.</i>	-
		<i>Valonia ventricosa</i>		J.Agardh 1887	
		Ulvales	Ulvaceae	<i>Enteromorpha sp.</i>	-
-	-	<i>Tapete de algas verdes</i>	-		
Algas cafés	Phaeophyceae	Dictyotales	Acinetosporaceae	<i>Hincksia sp.</i>	-
			Dictyotaceae	<i>Dictyota dichotoma</i>	(Hudson) J.V.Lamouroux, 1809
				<i>Dictyota sp. 2</i>	-
				<i>Dictyota sp.1</i>	-
				<i>Padina jamaicensis</i>	(F.S.Collins) Papenfuss, 1977
				<i>Styopodium zonale</i>	(J.V.Lamouroux) Papenfuss, 1940

Grupo	Clase	Orden	Familia	Especies	Autor
		Fucales	Sargassaceae	<i>Sargassum polyceratum</i>	
				<i>Turbinaria turbinata</i>	
				<i>Tapete de algas cafes</i>	-
Algas rojas	Cephalopoda	Nautilida	Centroceratidae	<i>Centroceras sp.</i>	-
	Florideophyceae	Ceramilales	Rhodomelaceae	<i>Acanthophora sp.</i>	-
				<i>Acanthophora sp.</i>	-
				<i>Acanthophora spicifera</i>	(Vahl) Børgesen, 1910
				<i>Digenea sp.</i>	-
				<i>Laurencia sp. 1</i>	-
				<i>Laurencia sp. 2</i>	-
				<i>Polysiphonia sp.</i>	-
		Corallinales	Corallinaceae	<i>Alga coralina sp. 1</i>	-
				<i>Alga coralina sp. 2</i>	-
				<i>Amphiroa fragilissim</i>	(Linnaeus) J.V.Lamouroux, 1816
			Spongitiaceae	<i>Hydrolithon sp.</i>	-
	Gracilariales	Gracilariaceae	<i>Gracilaria sp.</i>	Greville, 1830	
Halymeniales	Halymeniaceae	<i>Cryptonemia sp.</i>	-		
Nemaliales	Galaxauraceae	<i>Galaxaura oblongata</i>	(J.Ellis & Solander) J.V.Lamouroux, 1816		
Phaeophyceae	Dictyotales	Dictyotaceae	<i>Lobophora variegata</i>	J.V.Lamouroux, 1817	
Cyanobacterias	Cyanophyceae	Nostocales	Rivulariaceae	<i>Rivularia sp.</i>	-
Pastos marinos	Monocotyledoneae	Alismatales	Cymodoceaceae	<i>Syringodium filiforme</i>	Kützing in Hohenacker 1860
			Hydrocharitaceae	<i>Thalassia testudinum</i>	Banks & Sol. ex K.D.Koenig

Tabla IV.4. Lista de especies vegetales encontradas en la Duna Costera en el predio de Chemuyil-Chemuyilito.

Estrato herbáceo

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN
Aizoaceae	<i>Sesuvium portulacastrum*</i>	Verdolaga de mar
Euphorbiaceae	<i>Acalypha so.</i>	
	<i>Euphorbia densiflora</i>	

	<i>Euphorbia sp.</i>	
Compositae	<i>Ageratum littorale</i>	Hulaumyche
	<i>Ambrosia hispida</i>	Margarita de mar
Acanthaceae	<i>Bravaisia tubiflora</i>	
Capparidaceae	<i>Capparis flexuosa</i>	
Lauraceae	<i>Cassytha filiformis</i>	
Commelinaceae	<i>Comelina erecta</i>	
Cyperaceae	<i>Cyperus planifolius</i>	Zacate
Rubiaceae	<i>Chiacocca alba</i>	
Apocinaceae	<i>Echites umbellata</i>	
Gramineae	<i>Eragrostis sp.</i>	
	<i>Lasiacis divaricata</i>	
	<i>Rhynchelytrum repens</i>	
	<i>Sporobolus virginicus</i>	
	<i>Cenchrus incertus</i>	Cadillo
	<i>Distichlis spicata*</i>	Pasto salado
Rubiaceae	<i>Erithalis fruticosa</i>	
	<i>Ernodea littoralis</i>	
Myrtaceae	<i>Eugenia rhombea</i>	
Amarilidaceae	<i>Hymenocallis littoralis</i>	Lirio de mar
	<i>Hyperbaena winzerlingii</i>	
Convolvulaceae	<i>Ipomoea pes-caprae</i>	Riñonina
Verbenaceae	<i>Phyla nodifera</i>	

Estrato arbustivo

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN
Leguminosae	<i>Acacia cornigera</i>	Subin che
	<i>Phitecellobium keyense</i>	Xyáxkaax
	<i>Psychotria nervosa</i>	
Euphorbiaceae	<i>Astrocasia tremula</i>	
Myrtaceae	<i>Calyptanthes</i>	Palles
Apocinaceae	<i>Cameraria latifolia</i>	Chechen blanco
Polygonaceae	<i>Coccoloba uvifera*</i>	Uva de mar
Palmae	<i>Coccothrinax readi</i>	Nakax

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN
	<i>Trinax radiata</i> *	Chit
Malvaceae	<i>Malvaviscus arboreus</i>	
Simarubaceae	<i>Suriana maritima</i> *	Pantsil
Boraginaceae	<i>Tournefortia gnaphaloides</i> *	Sikimay
	<i>Cordia sebestena</i> *	Chakopte
Rubiaceae	<i>Strumpfia maritima</i> *	
Combretaceae	<i>Conocarpus erectus</i> *	Mangle botoncillo
Compositae	<i>Borrchia arborescens</i> *	Margarita de mar

Las especies que tienen * son las dominantes observadas en distintos sitios de esta comunidad.

Estrato arbóreo

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN
Anacardiaceae	<i>Metopium brownei</i>	Chechen negro
Apocinaceae	<i>Plumeria obtusa</i>	Flor de mayo
	<i>Thevetia gaumeri</i>	Akits
Burseraceae	<i>Bursera simaruba</i>	Chaca
Malpigiaceae	<i>Byrsonima bucidaefolia</i>	
Leguminosae	<i>Caesalpinia yucatanensis</i>	
	<i>Gliricidia sepium</i>	
	<i>Piscidia pispula</i>	Jabin
Moraceae	<i>Cecropia obtusifolia</i>	Guarumbo
Palmae	<i>Cocos nucifera</i>	Coco
	<i>Pseudophoenix sargentii</i>	Kuka
	<i>Thrinax radiata</i>	Chit
Ebenaceae	<i>Diospyros cuneata</i>	
Moraceae	<i>Ficus tecolutensis</i>	
Sapotaceae	<i>Manilkara sapota</i>	Chic zapote
Verbenaceae	<i>Vitex gaumeri</i>	Yaáxník

Tabla IV.5. Listado de especies reportadas en la Selva baja Subcaducifolia en el predio de Chemuyil-Chemuyilito.

Estrato arbóreo.		
FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN
Rubiaceae	<i>Antirhea lucida</i>	
Liliaceae	<i>Beucarnea ameliae</i>	Despeinada
Burseraceae	<i>Bursera simaruba</i>	Chaca
Malpigiaceae	<i>Byrsonima bucidaefolia</i>	
Leguminosae	<i>Caesalpinia yucatanensis</i>	
	<i>Gliricidia sepium</i>	
	<i>Lonchocarpus rugosus</i>	
	<i>Lonchocarpus xuul</i>	
	<i>Lysiloma latisiliqua</i>	
	<i>Piscidia piscipula</i>	Jabin
Cappariaceae	<i>Capparis cynophallophora</i>	
Boraginaceae	<i>Cordia dodecandra</i>	Siricote
	<i>Cordia sebastiana</i>	Chakopte
Ebenaceae	<i>Diospyros verae-crucis</i>	
	<i>Diospyros cuneata</i>	
Euphorbiaceae	<i>Drypetes laterifolia</i>	
	<i>Gymnanthes lucida</i>	
Rutaceae	<i>Esenbeckia berlandieri</i>	
Moraceae	<i>Ficus padifolia</i>	Amatillo
	<i>Ficus tecolutensis</i>	Matapalo
Malvaceae	<i>Hampea trilobata</i>	Majagua
Rhamnaceae	<i>Krugiodendron ferrum</i>	Chintok
Combretaceae	<i>Conocarpus erectus</i>	Mangle botoncillo
	<i>Laguncularia racemosa</i>	Mangle negro
Sapotaceae	<i>Manilkara zapota</i>	Chico zapote
Anacardiaceae	<i>Metopium brownei</i>	Chechen negro
Myrtaceae	<i>Myrsianthes fragans</i>	
Rutaceae	<i>Pilocarpus racemosus</i>	
Apocynaceae	<i>Plumeria obtusa</i>	Flor de mayo
Palmae	<i>Pseudophoenix sargentii</i>	Kuka
	<i>Sabal yapa</i>	Guano

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN
Mytaceae	<i>Psidium sartorianum</i>	Guayabillo
Bignoniaceae	<i>Tabebuia chrysantha</i>	Makulix
sapindaceae	<i>Talisia olivaeformis</i>	Guaya
Apocinaceae	<i>Thevetia gaumeri</i>	Akits
sapindaceae	<i>Thouinia canesceras</i>	
Verbenaceae	<i>Vitex gaumeri</i>	Yaaxnik

Estrato arbustivo

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN
Leguminosae	<i>Acacia cornigera</i>	Subinche
	<i>Acacia gaumeri</i>	Box katsin
	<i>Bauhinia jenningsii</i>	Pata de vaca
	<i>Caesalpinia mollis</i>	
	<i>Pithecellobium cayense</i>	
Apocinaceae	<i>Cameraria latifolia</i>	Chechen blanco
Malvaceae	<i>Abutilon permolle</i>	
Polygonaceae	<i>Coccoloba reflexiflora</i>	
Palmae	<i>Coccothrinax readii</i>	Nakax
	<i>Chamaedorea zeifrizii</i>	Xiat
	<i>Thrinax radiata</i>	Chit
Erythroxylaceae	<i>Erythroxylum confussum</i>	
	<i>Erythroxylum rotundifoliu</i>	
Myrtaceae	<i>Eugenia buxifolia</i>	
Polygonaceae	<i>Gymnopodium floridum</i>	Sisilche
Sterculiaceae	<i>Helicteres beruensis</i>	Tzutup
Euphorbiaceae	<i>Jatropha gaumeri</i>	
Malvaceae	<i>Malvaviscus arboreus</i>	Tilipancillo
Celestraceae	<i>Maytenus guatemalensis</i>	
Nyctaginaceae	<i>Neea psychotricoides</i>	Taátsi
Bignoniaceae	<i>Parmentiera millspaughiana</i>	
Celestraceae	<i>Phacoma gaumeri</i>	

Epífitas

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN
Bromeliaceae	<i>Aechmea bracteata</i>	Xchu
	<i>Bromelia karatas</i>	Tzarbay
	<i>Tillandsia dasilirifolia</i>	Gallitos
Araceae	<i>Anthurium schlechtendalii</i>	Machucha
Orquidaceae	<i>Catasetum integerrimum</i>	
	<i>Encyclia botiana</i>	
	<i>Myrrmecophylla tibicinis</i>	
	<i>Oncidium ascendens</i>	
	<i>Oncidium ascendens</i>	
	<i>Encyclia cochleata</i>	
	<i>Encyclia belizensis</i>	
	<i>Rhyncolaelia dygbiana</i>	
Cacataceae	<i>Selinocereus testudo</i>	

Estrato herbáceo

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN
Agavaceae	<i>Agave angustifolia</i>	
Aristolochiaceae	<i>Aristolochia sp.</i>	
Acantaceae	<i>Bravaisia tubiflora</i>	Sulub
Gramineae	<i>Lasiacis divaricata</i>	
	<i>Sp.</i>	
	<i>Sp.</i>	
	<i>Sp.</i>	

Especies trepadoras.

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN
Vitaceae	<i>Cissus gossypifolia</i>	Ixtacani
Polypodiaceae	<i>Microgramma nitida</i>	
Araceae	<i>Philodendron heteraceum</i>	
	<i>Philodendron sp.</i>	
Nyctaginaceae	<i>Pisonia aculeata</i>	
Apocynaceae	<i>Rhabdadenia biflora</i>	

Sapindaceae	<i>Serjonia adianttoides</i>	
Smilacaceae	<i>Smilax spinosa</i>	
	<i>Sp.</i>	

Tabla IV.6. Lista de especies encontradas en la Selva baja Subperennifolia en el predio de Chemuyil-Chemulyito.

Estrato arbóreo

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN
Rutaceae	<i>Amyris elenifera</i>	
Rubiaceae	<i>Antirhea lucida</i>	
Liliaceae	<i>Beucarnea ameliae</i>	Despeinada
Moraceae	<i>Brosimum alicastrum ramón</i>	
Burseraceae	<i>Bursera simaruba</i>	Chaca
Malpigiaceae	<i>Byrsonima bucidaefolia</i>	
Leguminosae	<i>Caesalpinia yucatanensis</i>	
	<i>Gliricidia sepium</i>	
	<i>Lonchocarpus xuul</i>	Xuul
	<i>Lysiloma lasiliqua</i>	Tzalam
	<i>Piscidia piscipula</i>	
Capparidaceae	<i>Capparis cynophallophora</i>	
Ebenaceae	<i>Diospyros vera-crucis</i>	
Euphorbiaceae	<i>Drypetes laterifolia</i>	
	<i>Gymnanthes lucida</i>	
Rutaceae	<i>Esenbeckia berlandierii</i>	
Moraceae	<i>Ficus tecolutensis</i>	
Malvaceae	<i>Hampea trilobata</i>	Majagua
Rhamnaceae	<i>Krugiodendron ferreum</i>	Chintok
Sapotaceae	<i>Manilkara zapota</i>	Chico zapote
Anacardiaceae	<i>Metopium browneii</i>	Chechen negro
Myrtaceae	<i>Myrsianthes fragrans</i>	
Apocynaceae	<i>Plumeria obtusa</i>	
	<i>Thevetia gaumeri</i>	Akits
Palmae	<i>Pseuphoenix sargentii</i>	Kuka
	<i>Sabal yapa</i>	Guano

Myrtaceae	<i>Psidium sartorianum</i>	Guayabillo
	<i>Psidium sp.</i>	
Sapindaceae	<i>Thalisia olivaeformis</i>	Guaya
Verbenaceae	<i>Vitex gaumeri</i>	Yaáxnik

Estrato arbustivo

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN
Malvaceae	<i>Abutilon permolle</i>	
Leguminosae	<i>Acacia cornigera</i>	Subin che
	<i>Caesalpinia mollis</i>	
	<i>Pithecellobium keyense</i>	
	<i>Pithecellobium platylobum</i>	
Apocynaceae	<i>Cameraria latifolia</i>	Chechen blanco
Polygonaceae	<i>Coccoloba reflexiflora</i>	
	<i>Gymnopodium floribundum</i>	
Palmae	<i>Cocothrynax readi</i>	Nakax
	<i>Chamaedorea zeifrizii</i>	Xiat
	<i>Thrinax radiata</i>	Chit
Combretaceae	<i>Conocarpus erectus</i>	Mangle botoncillo
Erythroxylaceae	<i>Erythroxilum confussum</i>	
	<i>Erythroxylum rotundifolium</i>	
Mytaceae	<i>Eugenia buxifolia</i>	
Sterculaceae	<i>Helicteres beruensis</i>	Tzutup
Malvaceae	<i>Malvaviscus arboreus</i>	Tulipancillo
Nyctaginaceae	<i>Neea psychotrioides</i>	Xta'tsi
Cactaceae	<i>Nopalea gaumeri</i>	Tzacam
Bignoniaceae	<i>Parmentiera millspaughiana</i>	
Celastomataceae	<i>Rhacoma gaumeri</i>	

Especies epífitas

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN
Orchidaceae	<i>Catasetum integerrimum</i>	
	<i>Encyclia botiana</i>	
	<i>Oncidium ascendens</i>	

	<i>Encyclia belizensis</i>	
Bromeliaceae	<i>Tillandsia dasilirifolia</i>	Gallitos
Cactaceae	<i>Selinocereus testudo</i>	Chocheksin

Estrato herbáceo

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN
Acanthaceae	<i>Bravaisia tubiflora</i>	Sulub
Capparidaceae	<i>Capparis flexuosa</i>	
Euphorbiaceae	<i>Enriquebeltrania crenatifolia</i>	
Rubiaceae	<i>Hintonia octomera</i>	
Gramineae	<i>Lasiacis divaricata</i>	

Especies trepadoras

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN
Leguminosae	<i>Centrosema virginianum</i>	Chichito
Rubiaceae	<i>Chiococca alba</i>	
Araceae	<i>Philodendron sp.</i>	
Nyctaginaceae	<i>Pisonia aculeata</i>	
Smilacaceae	<i>Smilax spinosa</i>	

Tabla IV.7. Listado de especies encontradas en el manglar del predio Chemuyil-Chemuyilito.

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN
Anacardiaceae	<i>Psidium sartorianum</i>	Guayabillo
Verbenaceae	<i>Avicennia germinans</i>	Mangle negro
Burseraceae	<i>Bursera simaruba</i>	Chaca
Leguminosae	<i>Caesalpinia gaumeria</i>	Kitanche
Combretaceae	<i>Conocarpus erectus</i>	Mangle botoncillo
	<i>Laguncularia racemosa</i>	Mangle blanco
Ebenaceae	<i>Diospyros cuneata</i>	
	<i>Diospyros vera-crucis</i>	
Moraceae	<i>Ficus tecolutensis</i>	
Euphorbiaceae	<i>Gymnanthes lucida</i>	
Sapotaceae	<i>Manilkara zapota</i>	Chico zapote

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN
Rizophoraceae	<i>Rizophora mangle</i>	Mangle rojo

Estrato arbustivo

FAMILIA	NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO
Apocynaceae	<i>Cameraria latifolia</i>	Chechen blanco
Polygonaceae	<i>Coccoloba reflexiflora</i>	
Palmae	<i>Cocothrynx readii</i>	Nakax
	<i>Thrinax radiata</i>	Chit
Nyctaginaceae	<i>Neea psychotroides</i>	

Especies epífitas

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN
Araceae	<i>Anthurium schlechtendalii</i>	Muchacha
Orchidaceae	<i>Myrmecophylla tibiscinis</i>	
Cactaceae	<i>Selenicereus testudo</i>	Chocheksin
Bromeliaceae	<i>Tillandsia dasilirifolia</i>	

Estrato herbáceo

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN
Acanthaceae	<i>Bravaisia tubiflora</i>	Sulub
	<i>Bunchosia swartziana</i>	
Bignoniaceae	<i>Parmentiera millspaughiana</i>	
Boraginaceae	<i>Bourreria oxyphylla</i>	
Cyperaceae	<i>Cyperus planifolius</i>	
Icacinales	<i>Ottoshulzia pallida</i>	
Gramineae	<i>Phynchelytrum repens</i>	
Lorantaceae	<i>Struntanthus cassyoides</i>	

Trepadoras

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN
Apocynaceae	<i>Rhabdenia biflora</i>	

Tabla IV.8. Especies registradas en el predio Chemuyil-Chemuyilito.
Ictiofauna dulceacuícola

TAXÓN	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN
Clase	<i>Osteichthyes</i>	
Orden	<i>Siluriformes</i>	
Familia	<i>Pimelodida</i>	
Género/especie	<i>Rhamdia guatemalensis</i>	Bagre de cenote
Orden	<i>Atheriniformes</i>	
Familia	<i>Poecillidae</i>	
Género/especie	<i>Poecilia mexicana</i>	Molly
	<i>Poecilia velifera</i>	Topote aleta grande
Clase	<i>Osteichthyes</i>	
Orden	<i>Atheriniformes</i>	
Familia	<i>Poecillidae</i>	
Género/especie	<i>Poecilia orri</i>	Truchita capuchona
	<i>Poecilia velifera</i>	Guayacon mapache
Orden	<i>Characiformes</i>	
Familia	<i>Characidae</i>	
Género/especie	<i>Astyanax fasciatus</i>	Sardina de cenote
Orden	<i>Perciformes</i>	
Familia	<i>Eliotridae</i>	
Género/especie	<i>Eleotris picta</i>	Vieja

Anfibios y Reptiles.

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	TIPO DE VEGETACIÓN EN QUE FUE OBSERVADO
Plethodonitidae	<i>Bolitoglossa yucatanana</i>	Salamanquesa	Mar
Leptodactylidae	<i>Leptodactylidae</i>		
	<i>Leptodactylus melanonotus</i>	Ranita de hojarasca	SB, DC
	<i>Leptodactylus labialis</i>	Ranita de hojarasca	SB, DC
Bufoidea	<i>Bufo marinus</i>	Sapo marino	DC
	<i>Bufo valiceps</i>	Sapo	DC

Hylidae	<i>Hyla loquax</i>	Rara arboricola	SB
	<i>Hyla microcephala</i>	QuechS	SB
	<i>Hyla picta</i>	Rana arboricola	SB
	<i>Phrynohyas venulosa</i>	Rana arbórea	SB
	<i>Scinax staufferi</i>	Ranita arboricola	DC, SB
	<i>Smilisca baudinii</i>	Quech	SB
Microhylidae	<i>Hypopachus variolosus</i>	Chacmuc	SB
Ranidae	<i>Rana berlandieri</i>	Rana leopardo	SB, Ma
Testunidae	<i>Kinosternon leucostomun</i>	Tortuga casquito	SB, Ma
Eublepharidae	<i>Coleonyx elegans</i>	Geco manchado	DC, SB
Corytophanidae	<i>Basiliscus vittatus</i>	Lagartija de casco	SB
	<i>Laemantus serratus</i>	Lagartija de casco	SB
Iguanidae	<i>Ctenosaura similis</i>	Iguana rayada	DC, SB
Phrynosomatidae	<i>Sceloporus cozumelae</i>	Lagartija playera	DC
	<i>Sceloporus chrysostictus</i>	Merech	DC, SB
Polychrotidae	<i>Anolis rodriguezii</i>	Lagartija chipoyo	SBC
	<i>Anolis sagrei</i>	Merech	SB, Dc
Teiidae	<i>Ameiva undulata</i>	Lagartija metálica	
Boidae	<i>Boa constrictor</i>	Boa	SB
Colubridae	<i>Conopsis lineatus</i>	Guarda camino	DC
	<i>Dipsas brevifacies</i>	Chupa caracoles	SB
	<i>Drymarchon corais</i>	Cola sucia	Ma
	<i>Drymobius margantiferus</i>	Ranera petatilla	SB, Ma
	<i>Elaphe flavirufa</i>	Ratonera manchada	SB
	<i>Leptodeira frenata</i>	Falsa nauyaca	SB, Ma
	<i>Oxybelis aenus</i>	Bejuquilla	SB
	<i>Oxybelus fulgidus</i>	Culebra verde	SB
	<i>Senticolis triaspis</i>	Ratonera Oliva	SB,
	<i>Sibon sanniola</i>	Culebrita	SB
	<i>Sibon sartorii</i>	Falsa coralillo	SB
	<i>Symphimus mayae</i>	Culebra manchada	SB

Aves.

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	HABITAT EN QUE FUE OBSERVADO
Anatidae	<i>Dendrocygna autumnalis</i>	Pato pijiji	Ma
	<i>Egretta rufescens</i>	Garza roja	Ma
Threskiornithidae	<i>Eudocimus albus</i>	Ibis blanco	Ma
Podicipedidae	<i>Tachybaptus dominicus</i>	Zambullidor común	M, Ma
Pelecanidae	<i>Pelecanus occidentalis</i>	Pelicano café	M
Fregatidae	<i>Fregata magnificens</i>	Rabihorcado	M
Phalacrocoracidae	<i>Phalacrocorax auritus</i>	Cormoran	M, Ma
Cathartidae	<i>Coragyps atratus</i>	Zopilote común	Todos
	<i>Cathartes aura</i>	Aura	Todos
Pandioninae	<i>Pandion hallaetus</i>	Aguila pescadora	M, DC
Accipitridae	<i>Buteo magnirostris</i>	Aguililla caminera	SB, M
Falconidae	<i>Herpetotheres cachinnans</i>	guaco	SB, Ma
Cracidae	<i>Ortalis vetula</i>	Chachalaca	SB
Rallidae	<i>Arammides cajanea</i>	Tutupana	SB, Ma
Charadriidae	<i>Arenaria interpres</i>	Vuelve piedras	DC
	<i>Calidris melanotos</i>	Playero pechirallado	DC
Laridae	<i>Sterna maxima</i>	Golondrina marina	DC
Columbridae	<i>Zenaida asiatica</i>	Paloma aliblanca	DC, SB
	<i>Columbrina passerina</i>	tortolita	DC, SB
Psittacidae	<i>Aratinga astec</i>	Periquillo	SB
	<i>Amazona sp.</i>	Loro Yucateco	SB
Stringidae	<i>Bubo virginianus</i>	Buho cornudo	SB
Caprimulgidae	<i>Nyctidromus albicollis</i>	Tapacamino	SB
Apodidae	<i>Chaetura vauxi</i>	Vencejo	Todos
Trochillidae	<i>Amazilia yucatanensis</i>	Chupa flor	Todos
	<i>Amazilia candida</i>	Tzurun	SB
	<i>Campylopyreus curvipennis</i>	Colibrí	SB
Momotidae	<i>Eumomota supercilliosa</i>	Pájaro reloj	SB
Picidae	<i>Picoides scalaris</i>	Carpintero listado	SB

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	HABITAT EN QUE FUE OBSERVADO
Ramphastidae	<i>Ramphastos sulfuratus</i>	Tucan real	SB
Tyrannidae	<i>Empidonax minimus</i>	Mosquero	SB
	<i>Myarchus yucatanensis</i>	Papamoscas	SB
	<i>Compostoma imberbe</i>	Mosquerito silbador	SB, DC
	<i>Pitangus sulphuratus</i>	Luis bienteveo	Todos
	<i>Oncostoma cinereiguiare</i>	Luis gregarios	SB
	<i>Magarynchus pitangua</i>	Luis piquigrueso	Todos
	<i>Oncostoma cinereiguiare</i>	Luis gregario	SB
	<i>Megarynchus pitangua</i>	Luis piquigrueso	Todos
	<i>Contopus virens</i>	Pibi oriental	SB
Hirundinidae	<i>Tyrannus tyrannus</i>	Tirano viejo	Todos
	<i>Progne subis</i>	Golondrina azul	Todos
	<i>Tachycineta bicolor</i>	Golondrina	Todos
	<i>Hirundo rustica</i>	Golondrina rustica	Todos
Corvidae	<i>Cyanocorax morio</i>	Chara café	Todos
	<i>Cyanocorax yucatanica</i>	Chara yucateca	Todos
Troglodytae	<i>Thryothorus maculipectus</i>	Albarradero	SB
	<i>Troglodytes endonmusculus</i>	Sata pared comun	SB, DC
Sylvinae	<i>Polioptila caerulea</i>	Perlita comun	SB, DC
Mimidae	<i>Dumatella carolinensis</i>	Mimido gris	SB, DC
	<i>Melanoptila glabirostris</i>	Mimido negro	SB, DC
	<i>Mimus gilvus</i>	Cenzontle	Todos
Vireonidae	<i>Vireo magister</i>	Vireo yucateco	SB, DC
	<i>Vireo griseus</i>	Vireo ojo blanco	Ma, SB
	<i>Vireo pallens</i>	Vireo manglero	Ma, SB, DC
	<i>Cyclarthis gujanensis</i>	Alegrín	SB
Parulinae	<i>Dendroica petechia</i>	Gusanero	SB, DC
	<i>Dendroica coronata</i>	Chipe dominico	SB
	<i>Dendroica dominica</i>	Chipe dominico	SB

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	HABITAT EN QUE FUE OBSERVADO
	<i>Dendroica palmarum</i>	Chipe dominico	SB, DC
	<i>Coereba flaveola</i>	Reinita	DC
	<i>Saltator coerulescens</i>	Saltator gris	SB
	<i>Cardinalis cardinalis</i>	Cardenal	SB
	<i>Pheucticus ludovicianus</i>	Tigrillo degollado	SB, DC
	<i>Guiraca caerulea</i>	Azulejo	SB, DC
	<i>Arremonops rufivirgatus</i>	Rascadorcito	SB, DC
	<i>Arremonops chloronotus</i>	Rascadorcito gris	SB
	<i>Sporophila torqueola</i>	Dominico	SB
Icterinae	<i>Quiscalus mexicanus</i>	Zanate	Todos
	<i>Dives dives</i>	Tordo cantor	SB
	<i>Icterus dominicensis</i>	Yuya	SB
	<i>Icterus gularis</i>	yuya	SB, DC
Carduelinae	<i>Carduelis psaltria</i>	Canari yucateco	Todos

Mamíferos.

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMUN	HABITAT EN QUE FUE OBSERVADO
Didelphidae	<i>Didelphys virginiana</i>	Tlacuache	DC, SB
	<i>Philander opossum</i>	Tlacuachillo	SB, Ma
Phyllostomatidae	<i>Coralia brevicauda</i>	Murciélago	SB
	<i>Artibeus intermedius</i>	Murciélago	SB
	<i>Artibeus jamaicensis</i>	Murciélago	SB
	<i>Dermatura pheatitis</i>	Murciélago	SB
Sciuridae	<i>Sciurus deppei</i>	Ardilla	SB
Heteromyidae	<i>Heteromys gaumeri</i>	Ratón de abzones	SB
Cricetidae	<i>Peromyscus yucatanensis</i>	Ratón	SB
	<i>Igmodon hispidus</i>	Ratón de campo	Todos
Dasyproctidae	<i>Dasyprocta punctata</i>	sereque	SB
Canidae	<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	Zorra gris	DC, SB

Procyonidae	<i>Nasua narica</i>	Tejón	Todos
	<i>Procyon lotor</i>	Mapache	Todos
Mustelidae	<i>Conepatus semistriatus yucatanensis</i>	Zorrillo	SB
	<i>Conepatus semistriatus</i>	Zorrillo espalda blanca	SB
Felidae	<i>Leopardus pardalis</i>	Ocelote	SB
Tayassuidae	<i>Pecari tajacu</i>	Pecari de collar	SB, Ma
Cervidae	<i>Mazama americana</i>	Temazate	SB
	<i>Odocoileus virginianus</i>	Venado cola blanca	SB

Análisis de la comunidad.

El biotopo con mayor riqueza en general fue el de Laja calcárea con corales con 125 especies, seguido del Arrecife frontal interior con 82 especies, del resto de los biotopos cinco presentaron entre 20 y 60 especies (Roquedal, Arenal o Blanquizal, Laja calcárea con algas, Cabezos coralinos y Transición-Jardín de gorgonáceos), y los 10 restantes menos de 20 especies. Así mismo, el biotopo con mayor número de individuos es el biotopo de Laja calcárea con corales, el resto de los biotopos las especies estuvieron representadas por al menos un individuo.

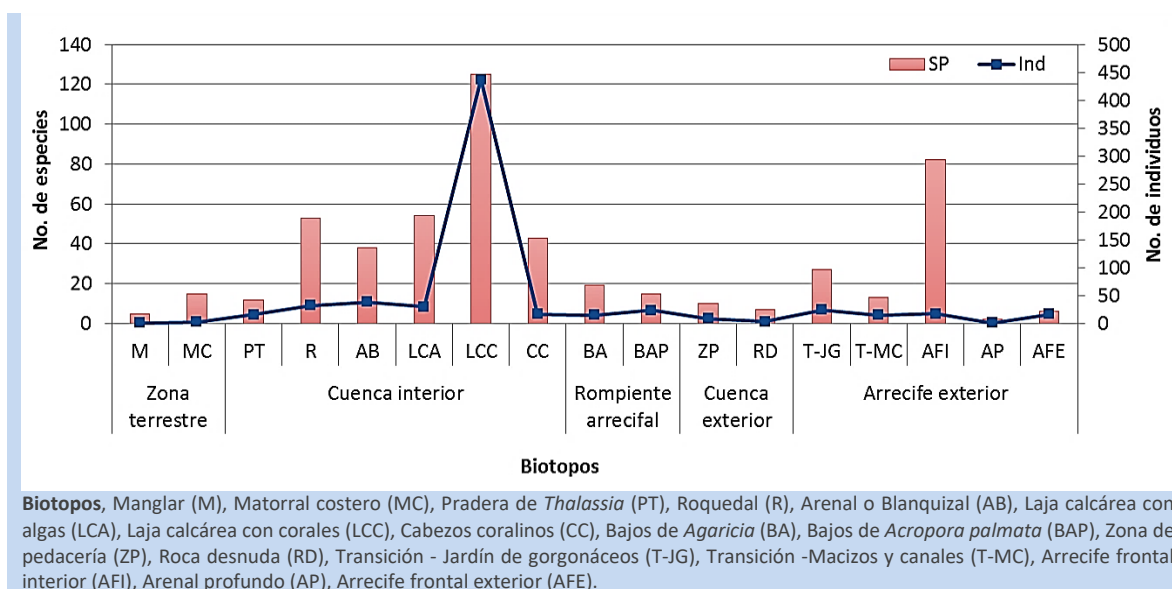
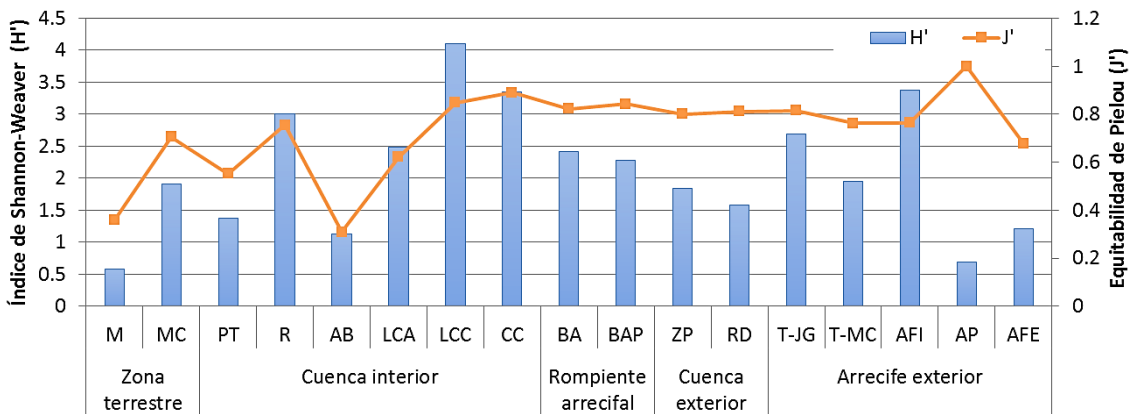


Figura IV.34. Número de especies e individuos de las especies registradas.

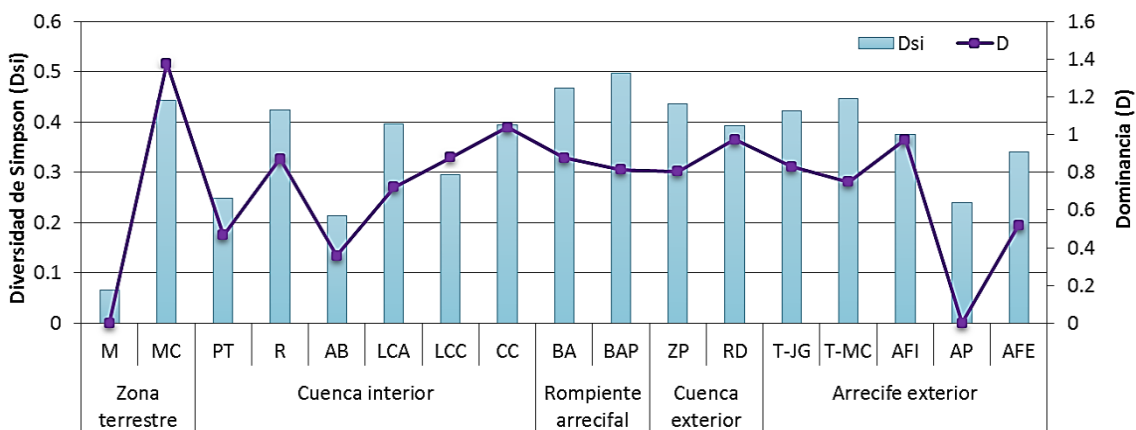
El índice de Shannon-Weaver, considera que valores normales de diversidad entre 2 y 3, mayor a 3 una alta diversidad de especies y menor a 2 una baja diversidad. Por lo tanto, se observó una mayor diversidad de especies en los biotopos de Laja calcárea con corales, Arrecife frontal interior y Cabezos coralinos. Del resto de los biotopos cinco presentaron una diversidad normal y los nueve restantes una baja diversidad, de los cuales el Arenal profundo y el Manglar son los que menos especies se registraron.



Biotopos, Manglar (M), Matorral costero (MC), Pradera de *Thalassia* (PT), Roquedal (R), Arenal o Blanquizal (AB), Laja calcárea con algas (LCA), Laja calcárea con corales (LCC), Cabezos coralinos (CC), Bajos de *Agaricia* (BA), Bajos de *Acropora palmata* (BAP), Zona de pedacería (ZP), Roca desnuda (RD), Transición - Jardín de gorgonáceos (T-JG), Transición -Macizos y canales (T-MC), Arrecife frontal interior (AFI), Arenal profundo (AP), Arrecife frontal exterior (AFE).

Figura IV.35. Índice de Shannon-Weaver y equitabilidad de las especies registradas.

Respecto a la equitabilidad, se observó que en el ambiente Arenal Profundo, las especies son igualmente abundantes. Del resto de los biotopos 13 presentaron valores de equitavilidad entre 0.6 y 0.89, y los biotopos de Pradera de *Thalassia*, Manglar y Arenal o Blanquizal, presentan valores menores a 0.55, debido a la dominancia de determinadas especies. La diversidad de Simpson en general fue baja, considerando que valores de 1 representa que todos los individuos tienen la misma probabilidad y los biotopos presentaron valores por debajo de 0.5, de los cuales el más diverso fue los Bajos de *Acropora palmata* y el menos diverso o donde se presentó mayor dominancia fue el biotopo Mangle. Lo anterior es consistente con los valores registrados para la Dominancia.



Biotopos, Manglar (M), Matorral costero (MC), Pradera de *Thalassia* (PT), Roquedal (R), Arenal o Blanquizal (AB), Laja calcárea con algas (LCA), Laja calcárea con corales (LCC), Cabezos coralinos (CC), Bajos de *Agaricia* (BA), Bajos de *Acropora palmata* (BAP), Zona de pedacería (ZP), Roca desnuda (RD), Transición - Jardín de gorgonáceos (T-JG), Transición -Macizos y canales (T-MC), Arrecife frontal interior (AFI), Arenal profundo (AP), Arrecife frontal exterior (AFE).

Figura IV.36. Diversidad de Simpson y Dominancia de las especies registradas.

Corales. De las 54 especies de corales registradas en los diferentes biotopos, el 57% corresponde a los hexacorales o corales duros, mientras que 43% corresponde a los octocorales o corales blandos. De dichos subgrupos, los hexacorales se distribuyeron en 14 biotopos, mientras que los octocorales solamente en 11; ambos subgrupos registraron mayor número de especies en los biotopos de Laja calcárea con corales y Arrecife frontal interior. No se registraron corales en los biotopos del Manglar, Matorral costero y Arenal profundo.

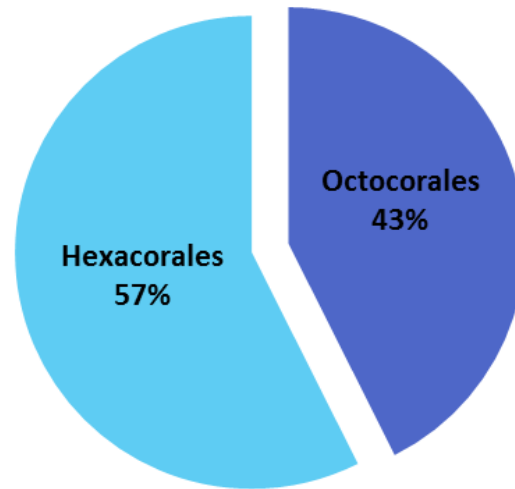
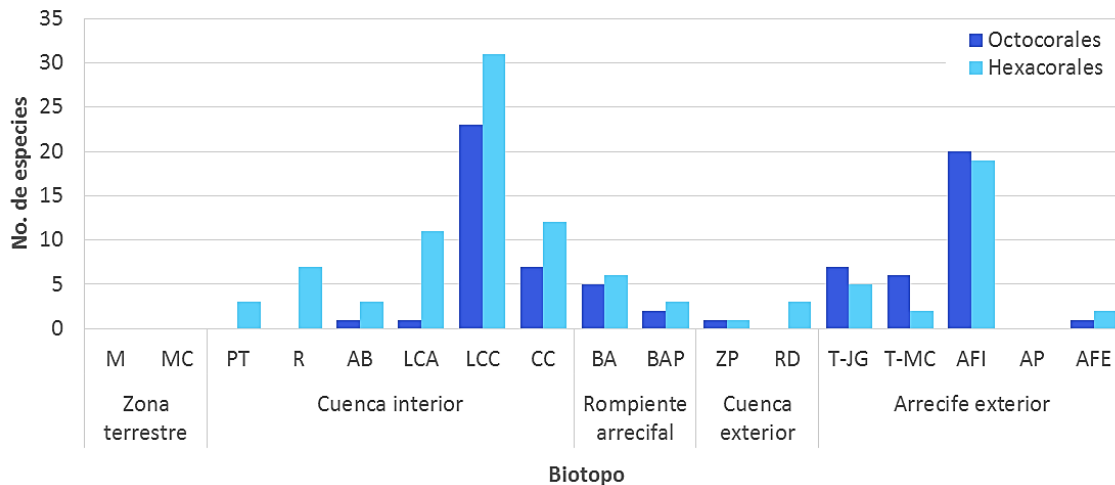


Figura IV.37. Proporción de especies por subgrupo de corales.



Biotopos, Manglar (M), Matorral costero (MC), Pradera de *Thalassia* (PT), Roquedal (R), Arenal o Blanquizar (AB), Laja calcárea con algas (LCA), Laja calcárea con corales (LCC), Cabezos coralinos (CC), Bajos de *Agaricia* (BA), Bajos de *Acropora palmata* (BAP), Zona de pedacería (ZP), Roca desnuda (RD), Transición - Jardín de gorgonáceos (T-JG), Transición -Macizos y canales (T-MC), Arrecife frontal interior (AFI), Arenal profundo (AP), Arrecife frontal exterior (AFE).

Figura IV.38. Distribución de los subgrupos de corales por biotopo.

De las especies de corales registradas en cada uno de los biotopos, en conjunto 20 especies dominaron alguno de ellos, como por ejemplo *Gorgonia flabellum*, *Agaricia humilis*, *Porites astreoides*, etc. , 17 fueron abundantes, 41 comunes, 74 escasa y 30 raras; lo que nos dice que la abundancia relativa de las especies registradas en cada biotopo vario entre estos, llegando a ser dominantes en más de un biotopo como en el caso de *Siderastrea siderea*, *Porites astreoides*, entre otros.

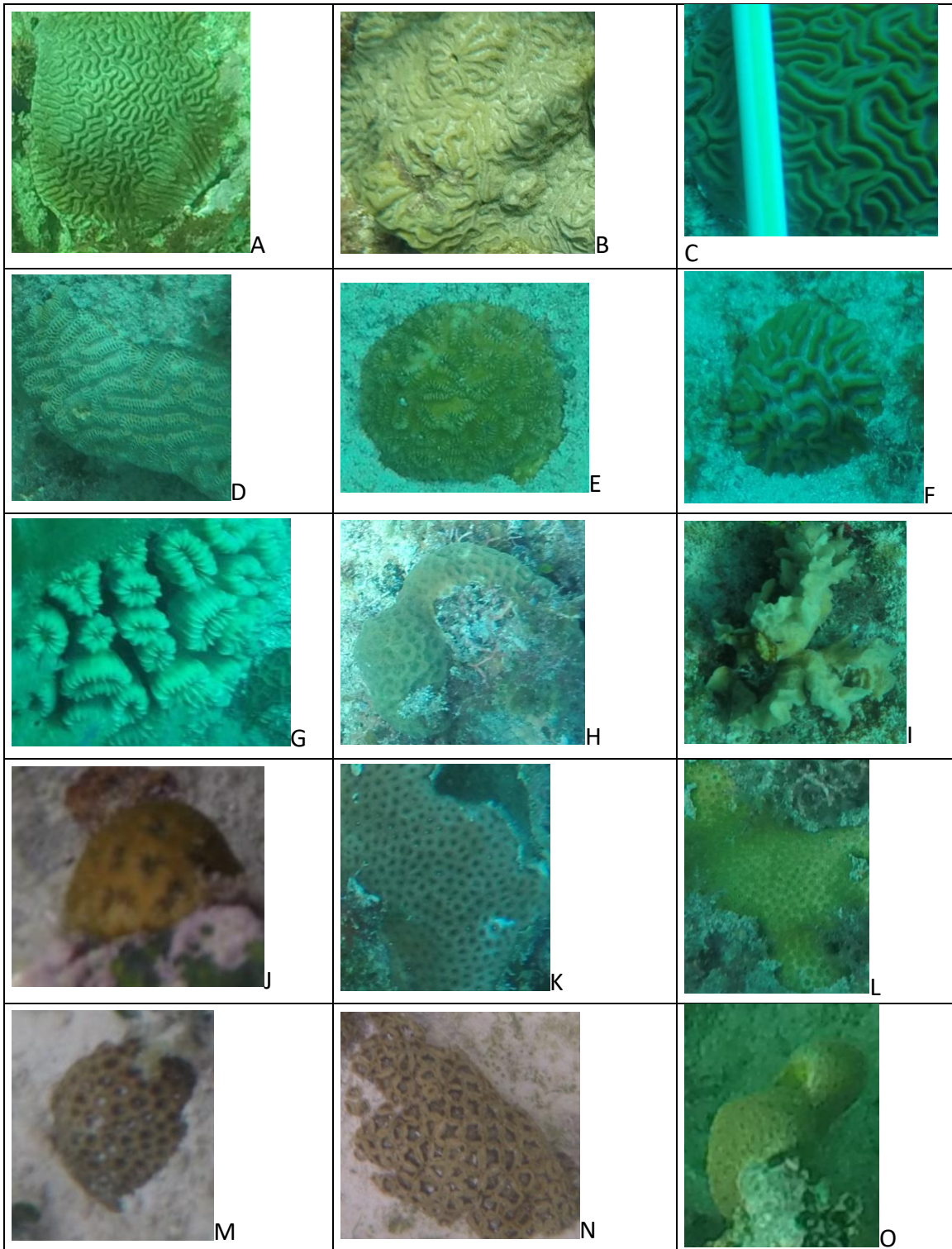
Tabla II.7. Listado de especies de corales por subgrupo y su abundancia relativa en cada biotopo.

Grupo	Especies	Zona terrestre		Cuenca interior						Rompiete arrecifal		Cuenca exterior		Arrecife exterior				
		M	MC	PT	R	AB	LCA	LCC	CC	BA	BAP	ZP	RD	T-JG	T-MC	AFI	AP	AFE
Octocorales	<i>Eunicea calyculata</i>							E	E	C						E		
	<i>Eunicea laciniata</i>							E						E	C	E		
	<i>Eunicea mammosa</i>							E								C		
	<i>Eunicea palmeri</i>							R										D
	<i>Gorgonia flabellum</i>					A		C	C	C	C	A		A	D	A		
	<i>Gorgonia mariae</i>							R						C		E		
	<i>Gorgonia ventalina</i>							E						C	C	E		
	<i>Plexaura flexuosa</i>							R		A						E		
	<i>Plexaura homomalla</i>							C	E							E		
	<i>Plexaurella dichotoma</i>							R								R		
	<i>Plexaurella porosa</i>							E								E		
	<i>Pseudoplexaura flagellosa</i>							E						D		E		
	<i>Pseudopterogorgia acerosa</i>							E								C		
	<i>Pseudopterogorgia americana</i>							E	E	E						C		
	<i>Pseudopterogorgia bipinnata</i>							E	E							C		
	<i>Pseudopterogorgia elisabethae</i>							E								C		
	<i>Muriceopsis flavida</i>							R										
	<i>Pseudopterogorgia sp.</i>							R	E							R		
	<i>Pterogorgia anceps</i>							R								E		
	<i>Millepora alcicornis</i>							E	E	E				E	C	C		
<i>Millepora complanata</i>							E						C	A	E			
<i>Millepora squarrosa</i>							R							C				
<i>Pterogorgia guadalupensi</i>						E	R			C					R			

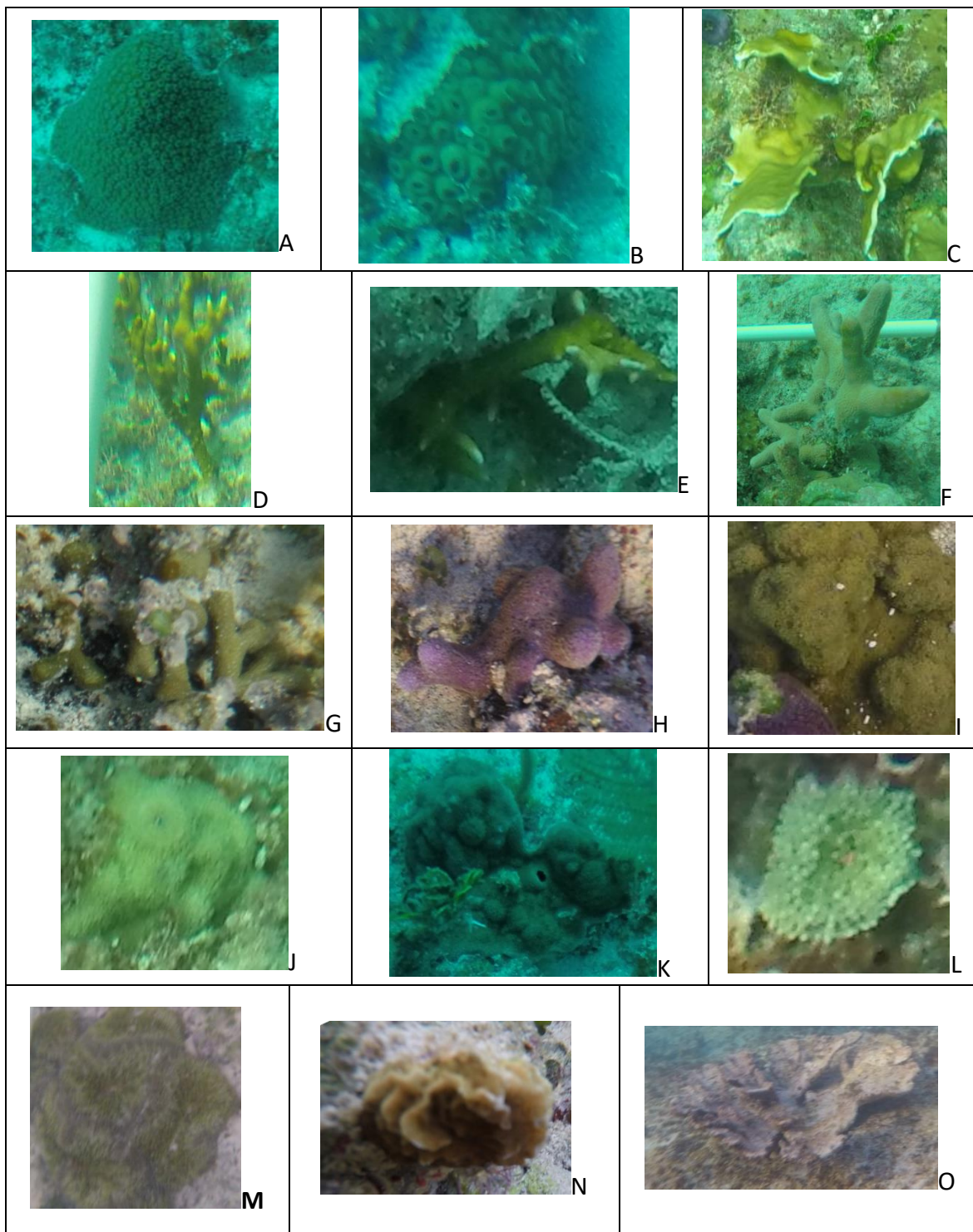
Grupo	Especies	Zona terrestre		Cuenca interior						Rompiete arrecifal		Cuenca exterior		Arrecife exterior				
		M	MC	PT	R	AB	LCA	LCC	CC	BA	BAP	ZP	RD	T-JG	T-MC	AFI	AP	AFE
	Subtotal de especies	0	0	0	0	1	1	23	7	5	2	1	0	7	6	20	0	1
Hexacorales	<i>Ricordea florida</i>				E			E	E					E		E		
	<i>Acropora cervicornis</i>							R								E		
	<i>Acropora palmata</i>										*							
	<i>Agaricia fragilis</i>							R								E		
	<i>Agaricia humilis</i>							E	E	D				E	C	C		
	<i>Agaricia tenuifolia</i>							R		E								D
	<i>Colpophyllia natans</i>							R								E		
	<i>Dendrogyra cylindrus</i>							E	E	A						C		
	<i>Dichocoenia stokesii</i>							R								E		
	<i>Diploria clivosa</i>						C	E		C						E		
	<i>Diploria labyrinthiformis</i>							R	E									
	<i>Diploria strigosa</i>						E	C	E					C		E		
	<i>Eusmilia fastigiata</i>							R								E		
	<i>Favia fragum</i>					D		R										
	<i>Meandrina jacksoni</i>							R								R		
	<i>Montastraea faveolata</i>							E								E		
	<i>Montastrea annularis</i>							R	E					C				
	<i>Montastrea cavernosa</i>							C	C							E		
	<i>Orbicella flavelata</i>							R						C				
	<i>Porites astreoides</i>				D	A	A	A	C	D		D				E		
	<i>Porites barnneri</i>					E	A	E	E	A		C						
	<i>Porites divaricata</i>					C		A	E									
	<i>Porites furcata</i>				D			A	E			C		D				
	<i>Porites porites</i>					A		C	E	C						E		D
	<i>Siderastrea radians</i>							E	R	E				D		E		
	<i>Siderastrea siderea</i>				D	D	D	C	A	C	C		D		D	A		
	<i>Solenastrea bournoni</i>								R							E		
	<i>Stephanocoenia intersepta</i>								R							E		
	<i>Mussa angulosa</i>							D	E									
	<i>Solenastrea sp.</i>								R					D				
<i>Palythoa caribaeorum</i>								R		E								
<i>Zoanthus sociatus</i>							C	R										

Grupo	Especies	Zona terrestre		Cuenca interior						Rompiete arrecifal		Cuenca exterior		Arrecife exterior				
		M	MC	PT	R	AB	LCA	LCC	CC	BA	BAP	ZP	RD	T-JG	T-MC	AFI	AP	AFE
	Subtotal de especies	0	0	3	7	3	11	31	12	6	3	1	3	5	2	19	0	2
	Total de especies	0	0	3	7	4	12	54	19	11	5	2	3	12	8	39	0	3

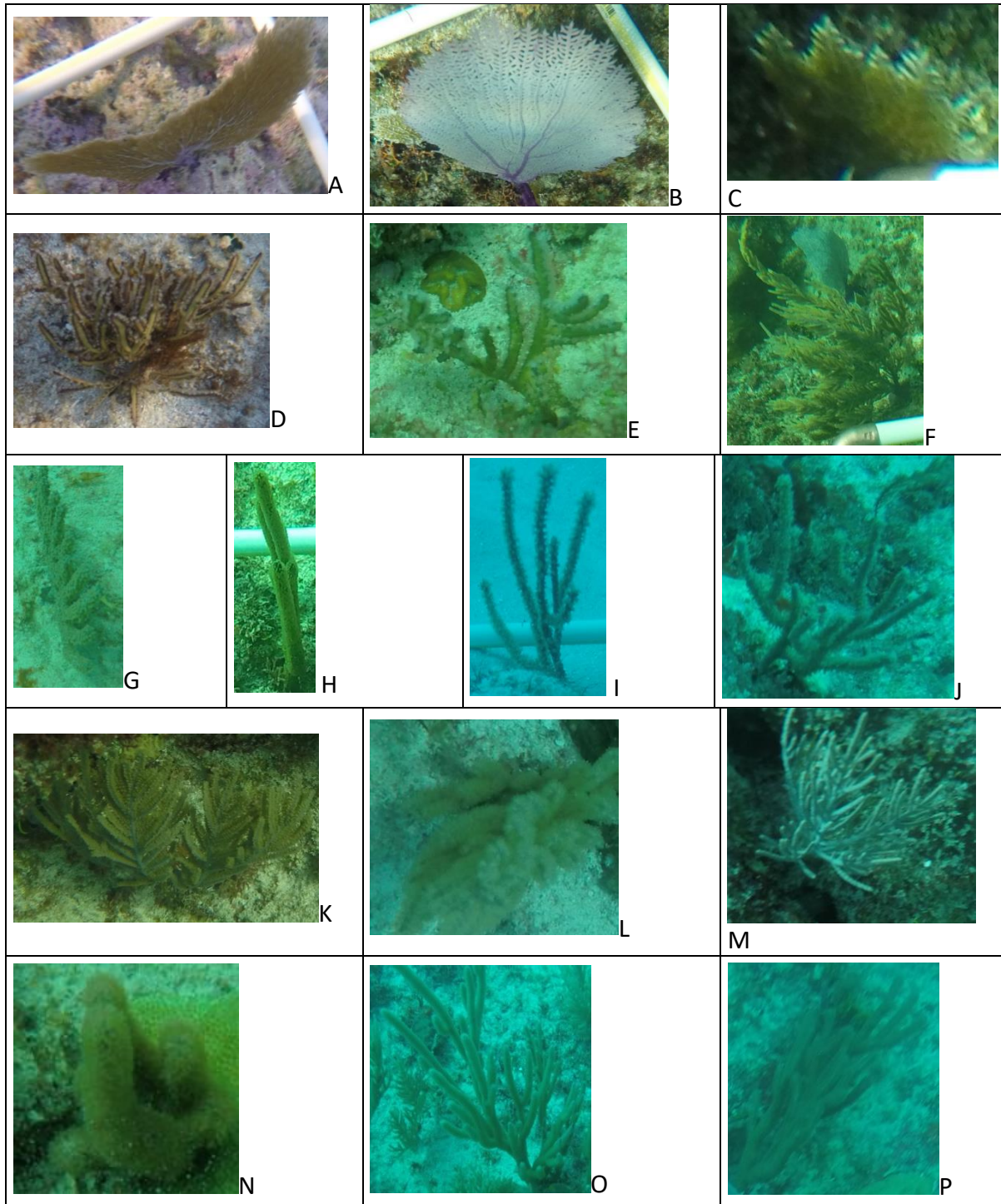
Simbología: **Abundancia relativa**, Dominante (D)=>20%; Abundante (A)=10-20%; Común (C)= 5-10%; Escasa (E)= 1-5% y Rara (R) = <1%. **Biotopos**, Manglar (M), Matorral costero (MC), Pradera de *Thalassia* (PT), Roquedal (R), Arenal o Blanquizal (AB), Laja calcárea con algas (LCA), Laja calcárea con corales (LCC), Cabezos coralinos (CC), Bajos de *Agaricia* (BA), Bajos de *Acropora palmata* (BAP), Zona de pedacería (ZP), Roca desnuda (RD), Transición - Jardín de gorgonáceos (T-JG), Transición -Macizos y canales (T-MC), Arrecife frontal interior (AFI), Arenal profundo (AP), Arrecife frontal exterior (AFE). * Solo se observaron organismos muertos llenos de algas calcareas.



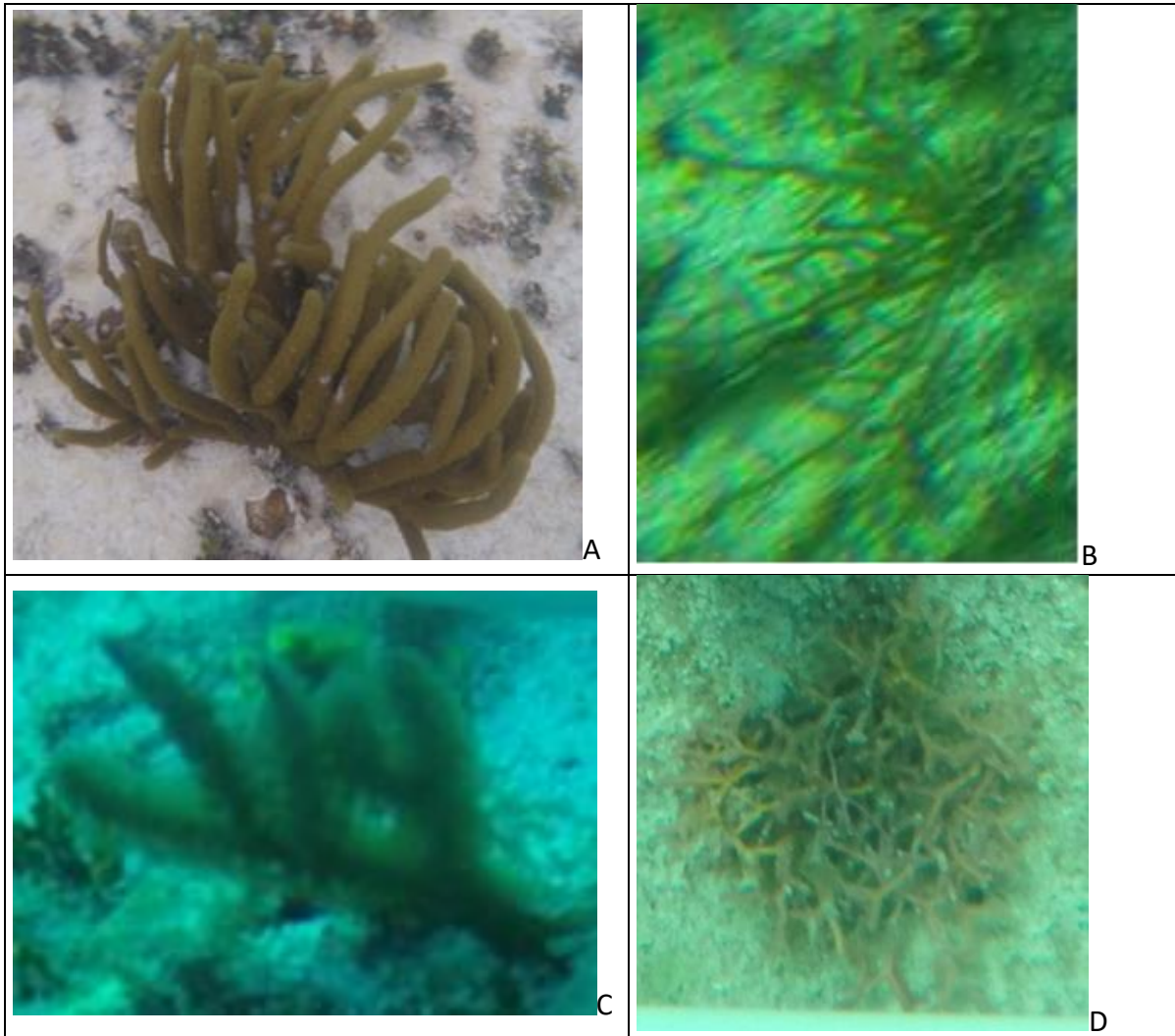
A) *Diploria strigosa*, B) *Diploria clivosa*, C) *Diploria labyrinthiformis*, D) *Meandrina jacksoni*, E) *Dichocoenia stokesii*, F) *Colpophyllia natans*, G) *Eusmilia fastigiata*, H) *Agaricia humilis*, I) *Agaricia tenuifolia*, J) *Favia fragum*, K) *Siderastrea siderea*, L) *Stephanocoenia intersepta*, M) *Solenastrea sp.*, N) *Zoanthus sociatus*, O) *Montastraea faveolata*.



Especies de hexacorales registradas en los biotopos. A) *Montastraea cavernosa*, B) *Palythoa caribaeorum*, C) *Millepora complanata*, D) *M. alcicornis*, E) *Acropora cervicornis*, F) *Porites porites*, G) *P. divaricata*, H) *P. barnneri*, I) *P. astreoides*, J) *P. astreoides*, K) *Dendrogyra cylindrus*, L) *Ricordea florida*, M) *Mussa angulosa*, N) *Agaricia agaricites*, O) *Acropora palmata*.



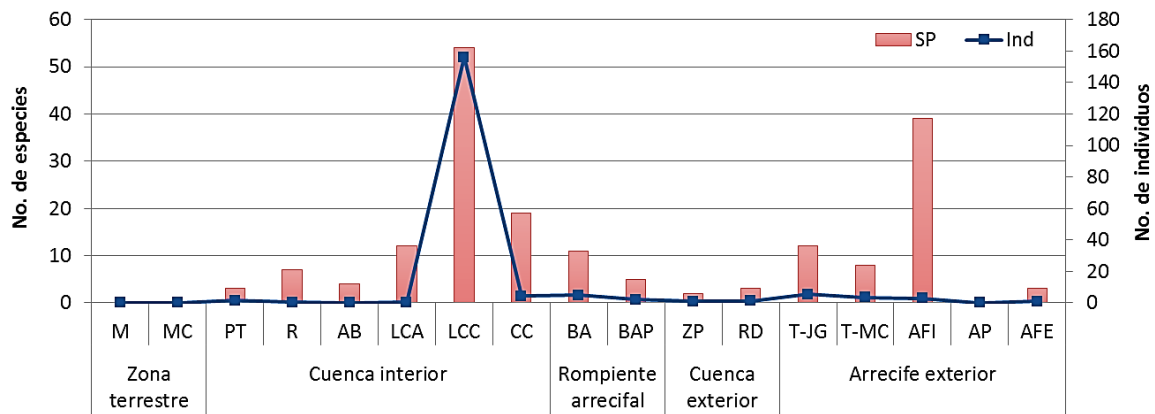
Especies de octocorales registradas en los biotopos. A) *Gorgonia flabellum*, B) *Gorgonia ventalina*, C) *Gorgonia mariae*, D) *Pterogorgia guadalupensi*, E) *Pterogorgia anceps*, F) *Muriceopsis flavida*, G) *Eunicea mammosa*, H) *Eunicea laciniata*, I) *Eunicea palmeri*, J) *Eunicea calyculata*, K) *Pseudopterogorgia elisabethae*, L) *Pseudopterogorgia bipinnata*, M) *Pseudopterogorgia sp.*, N) *Pseudoplexaura porosa*, O) *Plexaurella porosa*, P) *Plexaura flexuosa*.



Especies de octocorales registradas en los biotopos. A) *Pleuxaura homomalla*, B) *Plexaurella dichotoma*, C) *Plexaura homomalla*, D) *Bugula neritina*.

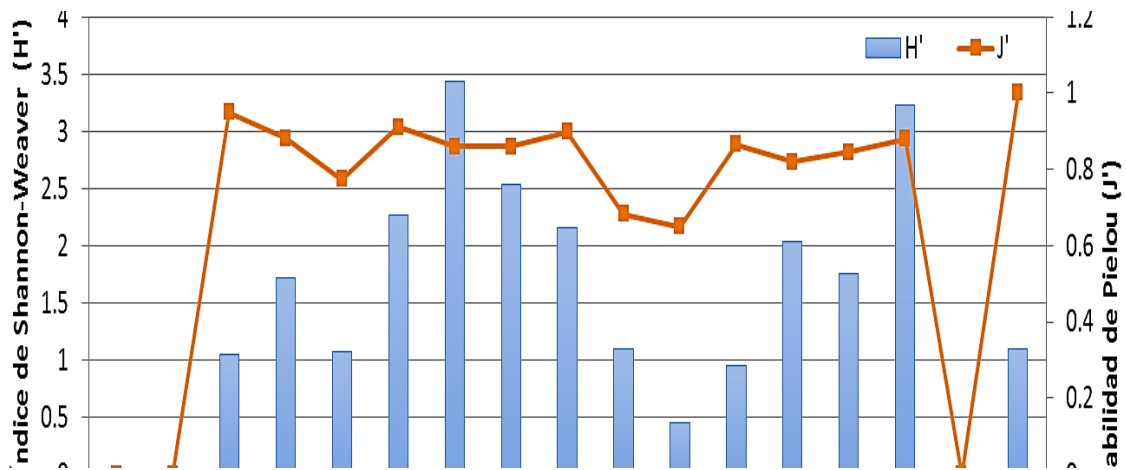
La riqueza de corales presentó un patrón similar al análisis de la riqueza en general. Donde el biotopo con mayor riqueza de corales fue el de Laja calcárea con corales con 54 especies, seguido del Arrecife frontal interior con 39 especies, del resto de los biotopos cuatro presentaron entre 10 y 20 especies (Laja calcárea con algas, Cabezos coralinos, Bajos de *Agaricia* y Transición-Jardín de gorgonáceos) y nueve menos de 10 especies. Igualmente, el biotopo con mayor número de individuos es el biotopo de Laja calcárea con corales, el resto de los biotopos donde se registraron corales las especies estuvieron representadas por al menos un individuo

Con relación al índice de Shannon-Weaver, se observó una mayor diversidad de especies en los biotopos de Laja calcárea con corales y Arrecife frontal interior. Del resto de los biotopos cuatro presentaron una diversidad normal y nueve una baja diversidad. Respecto a la equitabilidad en general las especies estuvieron igualmente representadas. El ambiente Arrecife frontal exterior, presentó la mayor equitabilidad. Del resto de los biotopos, 11 presentaron valores de equitabilidad entre 0.8 y 0.95, y los biotopos de Bajos de *Acropora palmata* y Zona de pedacera presentaban valores entre 0.6 y 0.79.



Biotopos, Manglar (M), Matorral costero (MC), Pradera de *Thalassia* (PT), Roquedal (R), Arenal o Blanquizal (AB), Laja calcárea con algas (LCA), Laja calcárea con corales (LCC), Cabezos coralinos (CC), Bajos de *Agaricia* (BA), Bajos de *Acropora palmata* (BAP), Zona de pedacera (ZP), Roca desnuda (RD), Transición - Jardín de gorgonáceos (T-JG), Transición -Macizos y canales (T-MC), Arrecife frontal interior (AFI), Arenal profundo (AP), Arrecife frontal exterior (AFE).

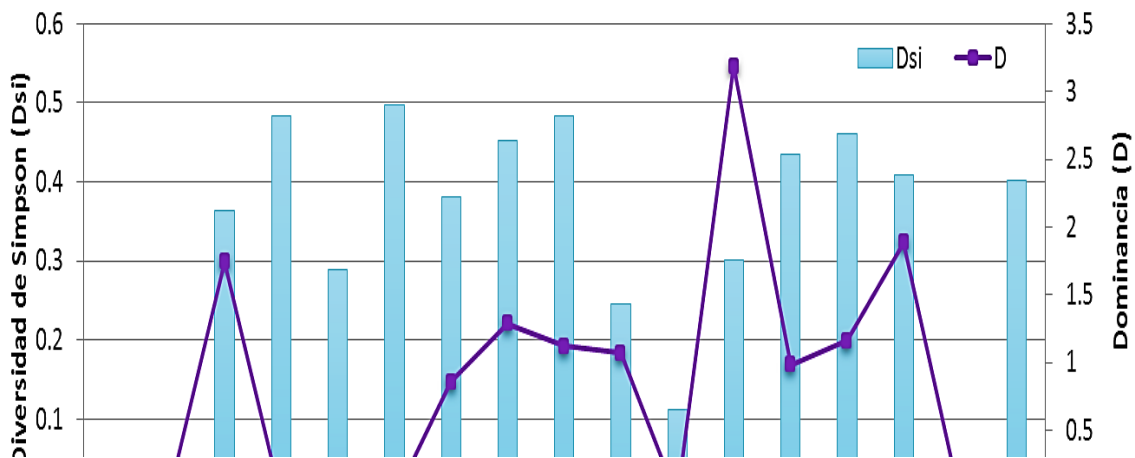
Figura IV.39. Número de especies e individuos de las especies de corales registradas.



Biotopos, Manglar (M), Matorral costero (MC), Pradera de *Thalassia* (PT), Roquedal (R), Arenal o Blanquizal (AB), Laja calcárea con algas (LCA), Laja calcárea con corales (LCC), Cabezos coralinos (CC), Bajos de *Agaricia* (BA), Bajos de *Acropora palmata* (BAP), Zona de pedacera (ZP), Roca desnuda (RD), Transición - Jardín de gorgonáceos (T-JG), Transición -Macizos y canales (T-MC), Arrecife frontal interior (AFI), Arenal profundo (AP), Arrecife frontal exterior (AFE).

Figura IV.40. Índice de Shannon-Weaver y equitabilidad de las especies de corales registradas.

La diversidad de Simpson en general fue baja, considerando que valores de 1 representa que todos los individuos tienen la misma probabilidad y los biotopos presentaron valores por debajo de 0.5, de los cuales el más diverso fue la Laja calcárea con algas y el menos diverso o donde se presentó mayor dominancia fue el biotopo Zona de pedacería. Lo anterior es consistente con los valores registrados para la Dominancia, sin embargo el biotopo de Roca desnuda presentó una mayor distribución entre las especies.



Biotopos, Manglar (M), Matorral costero (MC), Pradera de *Thalassia* (PT), Roquedal (R), Arenal o Blanquizal (AB), Laja calcárea con algas (LCA), Laja calcárea con corales (LCC), Cabezos coralinos (CC), Bajos de *Agaricia* (BA), Bajos de *Acropora palmata* (BAP), Zona de pedacería (ZP), Roca desnuda (RD), Transición - Jardín de gorgonáceos (T-JG), Transición -Macizos y canales (T-MC), Arrecife frontal interior (AFI), Arenal profundo (AP), Arrecife frontal exterior (AFE).

Figura IV.41. Diversidad de Simpson y Dominancia de las especies de corales registradas.

Invertebrados.

De las 29 especies de invertebrados registradas en los diferentes biotopos, el 41% corresponde a las esponjas, el 31% a los moluscos, 14% a los erizos y el resto de los subgrupos presenta menos del 10 % del total. De dichos subgrupos, las esponjas fueron las mejor representadas, distribuyéndose en nueve biotopos con mayor número de especies en la Laja calcárea con corales, seguidas de los erizos distribuidos en seis biotopos. No se registraron invertebrados en ocho biotopos.

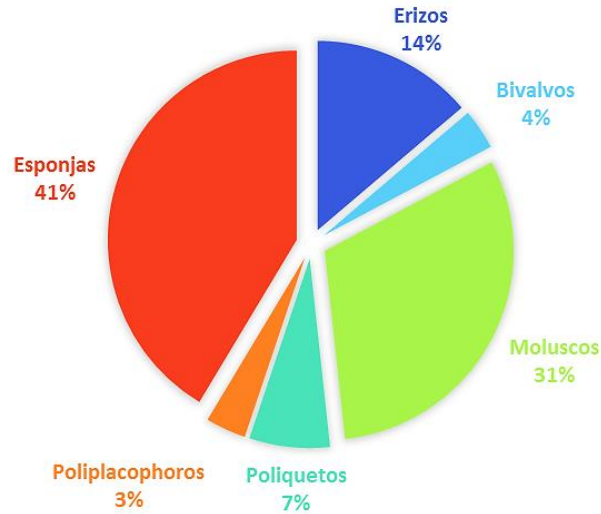
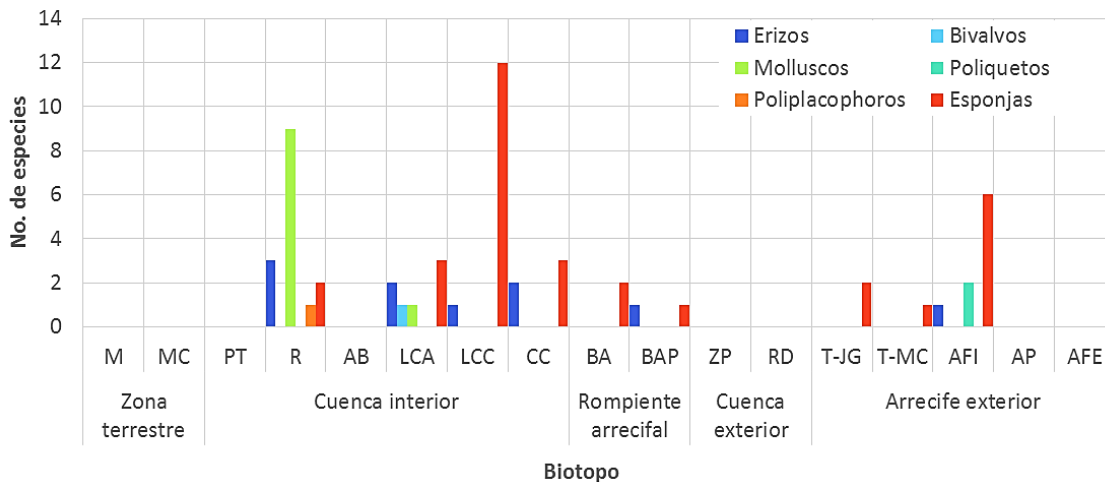


Figura IV.42. Proporción de especies por subgrupo de invertebrados.



Biotopos, Manglar (M), Matorral costero (MC), Pradera de *Thalassia* (PT), Roqedal (R), Arenal o Blanquízal (AB), Laja calcárea con algas (LCA), Laja calcárea con corales (LCC), Cabezos coralinos (CC), Bajos de *Agaricia* (BA), Bajos de *Acropora palmata* (BAP), Zona de pedacería (ZP), Roca desnuda (RD), Transición - Jardín de gorgonáceos (T-JG), Transición -Macizos y canales (T-MC), Arrecife frontal interior (AFI), Arenal profundo (AP), Arrecife frontal exterior (AFE).

Figura IV.43. Distribución de los subgrupos de invertebrados por biotopo.

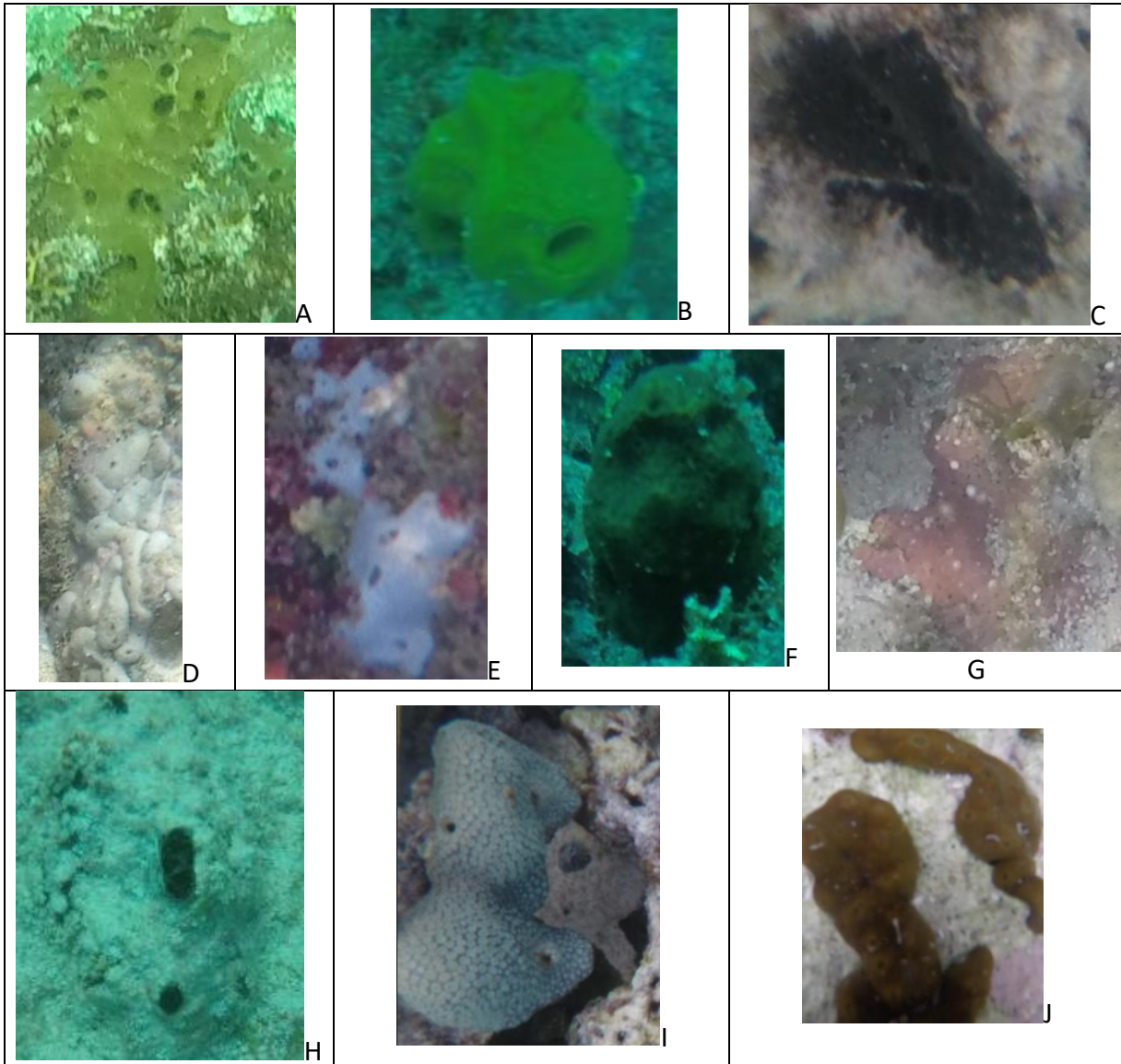
Los invertebrados registrados en cada uno de los biotopos, en conjunto 13 especies dominaron alguno de ellos, como por ejemplo *Brachidontes modiolus*, *Echinometra lucunter*, *Nerita fulgurans*, etc., 7 fueron abundantes, 6 comunes, 18 escasa y 12 raras; lo que nos dice que la abundancia relativa de las especies registradas en cada biotopo vario entre estos, llegando a ser dominantes en más de un biotopo como en el caso de *Hemectyon ferox*, *Adocia carbonaria*, entre otros.

Tabla IV.9. Listado de especies de invertebrados por subgrupo y su abundancia relativa en cada biotopo.

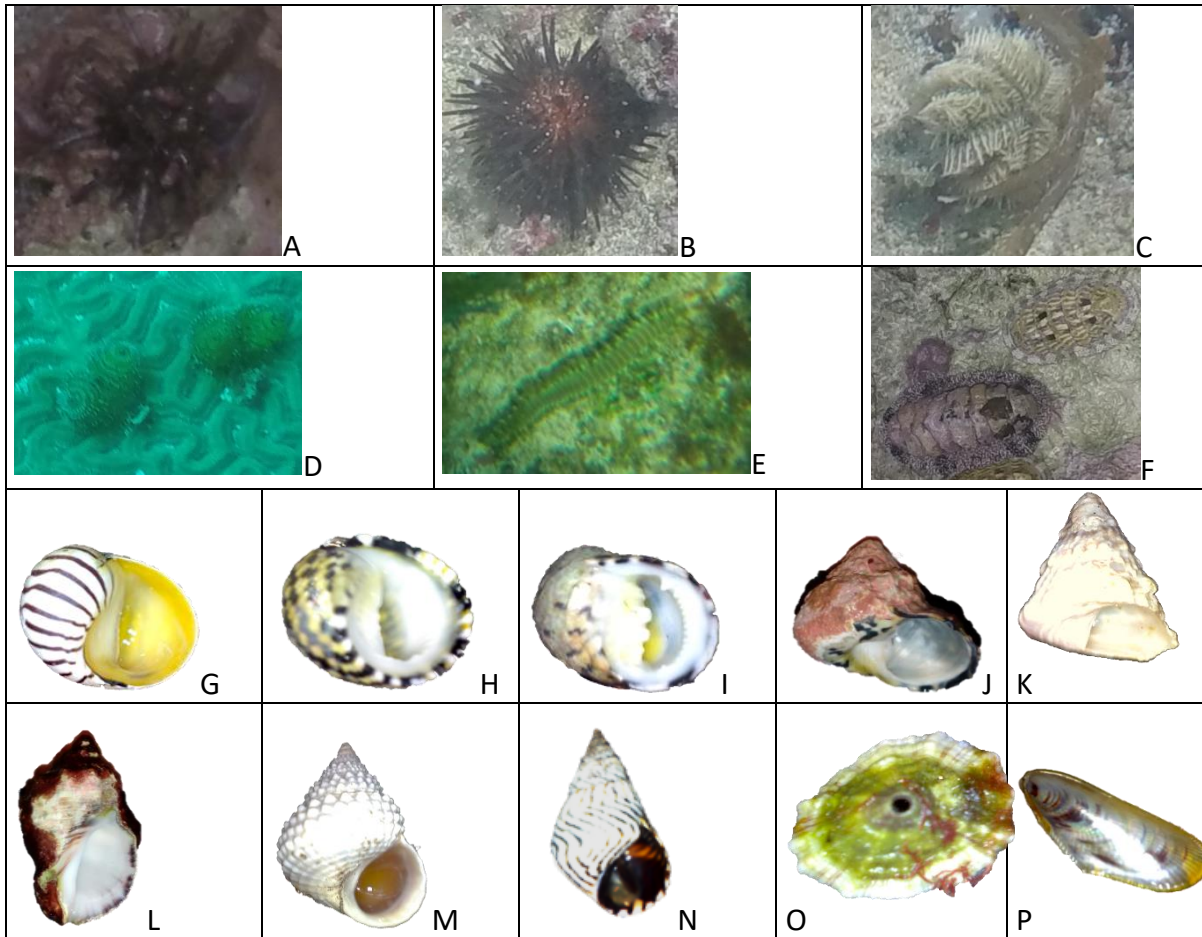
Grupo	Especies	Zona terrestre		Cuenca interior					Rompiete arrecifal		Cuenca exterior		Arrecife exterior					
		M	MC	PT	R	AB	LCA	LCC	CC	BA	BAP	ZP	RD	T-JG	T-MC	AFI	AP	AFE
Erizos	<i>Diadema antillarum</i>				R			R	A									
	<i>Echinometra lucunter</i>				E		E		A		D					E		
	<i>Eucidaris tribuloides</i>				R													
	<i>Tripneustes ventricosus</i>						R											
	Subtotal de especies	0	0	0	3	0	2	1	2	0	1	0	0	0	0	1	0	0
Bivalvos	<i>Brachidontes modiolus</i>						D											
	Subtotal de especies	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Moluscos	<i>Astraea tecta americana</i>				E													
	<i>Cittarium pica</i>				A													
	<i>Littorina ziczac</i>				A													
	<i>Nerita fulgurans</i>				D													
	<i>Nerita versicolor</i>				C													
	<i>Puperita pupa</i>				E													
	<i>Strombus gigas</i>				R													
	<i>Tectarius muricatus</i>				A													
	<i>Thais rustica</i>				R		R											
	Subtotal de especies	0	0	0	9	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Poliquetos	<i>Hermodice carunculata</i>															E		
	<i>Spirobranchus giganteus</i>															C		
	Subtotal de especies	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0
Poliplacóforos	<i>Chiton sp</i>				C													
	Subtotal de especies	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Esponjas	<i>Adocia carbonaria</i>						E	D	C	D						D		
	<i>Chondrilla sp.</i>				E			E										
	<i>Cliona sp.</i>				E			E										
	<i>Esponja sp. 1</i>						R	E								E		

Grupo	Especies	Zona terrestre		Cuenca interior					Rompiente arrecifal		Cuenca exterior		Arrecife exterior					
		M	MC	PT	R	AB	LCA	LCC	CC	BA	BAP	ZP	RD	T-JG	T-MC	AFI	AP	AFE
	<i>Esponja sp. 2</i>							E	D									
	<i>Esponja sp. 3</i>							R	C									
	<i>Haliclona sp.</i>							R			C							
	<i>Hemectyon ferox</i>							D					D	D	D			
	<i>Hyrtios sp.</i>							E										
	<i>Ircinia strobilina</i>							E					A		E			
	<i>Verongia sp.</i>							R							E			
	<i>Xestospongia sp.</i>						R	A		D					D			
	Subtotal de especies	0	0	0	2	0	3	12	3	2	1	0	0	2	1	6	0	0
	Total de especies	0	0	0	15	0	7	13	5	2	2	0	0	2	1	9	0	0

Simbología: **Abundancia relativa**, Dominante (D)=>20%; Abundante (A)=10-20%; Común (C)= 5-10%; Escasa (E)= 1-5% y Rara (R) = <1%. **Biotopos**, Manglar (M), Matorral costero (MC), Pradera de *Thalassia* (PT), Roquedal (R), Arenal o Blanquizal (AB), Laja calcárea con algas (LCA), Laja calcárea con corales (LCC), Cabezos coralinos (CC), Bajos de *Agaricia* (BA), Bajos de *Acropora palmata* (BAP), Zona de pedacería (ZP), Roca desnuda (RD), Transición - Jardín de gorgonáceos (T-JG), Transición -Macizos y canales (T-MC), Arrecife frontal interior (AFI), Arenal profundo (AP), Arrecife frontal exterior (AFE).

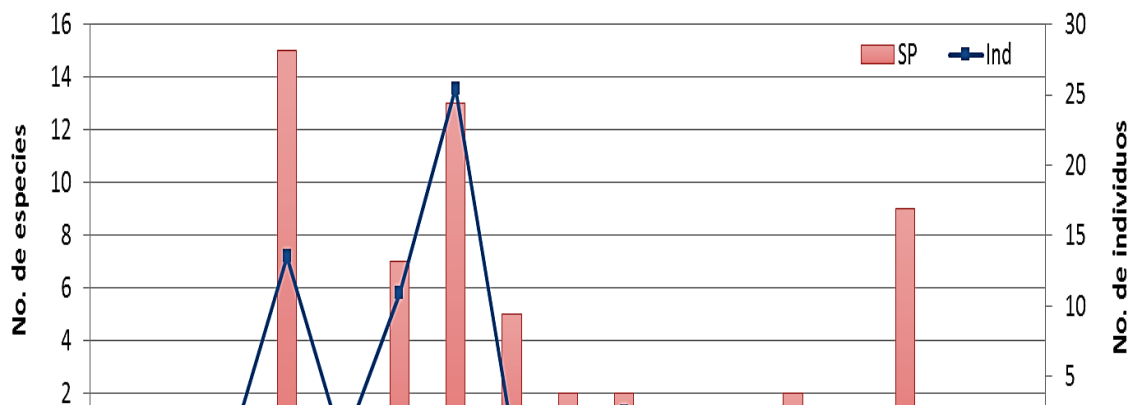


Especies de esponjas registradas en los biotopos. A) *Hemectyon ferox*, B) *Verongia sp.*, C) *Hyrtilis sp.*, D) *Esponja sp. 1*, E) *Haliclona sp.*, F) *Cliona sp.*, G) *Xestospongia sp.*, H) *Ircinia strobilina*, I) *Esponja sp. 2 y 3*, J) *Chondrilla sp.*



Especies de invertebrados registradas en los biotopos. A) *Eucidaris tribuloides*, B) *Echinometra lucunter*, C) *Tripneustes ventricosus*, D) *Spirobranchus giganteu*, E) *Hermodice carunculata*, F) *Chiton sp.*, G) *Puperita pupa*, H) *Nerita fulgurans*, I) *Nerita versicolor*, J) *Cittarium pica*, K) *Astraea tecta americana*, L) *Thais rustica*, M) *Tectarius muricatus*, N) *Littorina ziczac*, O) *Fissurella barbadensis*, P) *Brachidontes modiolus*.

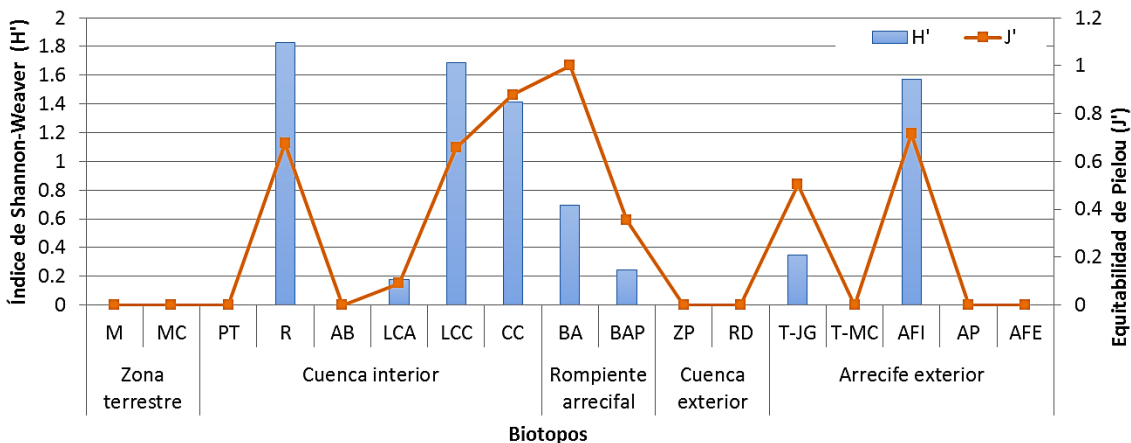
La riqueza de invertebrados fue mayor en el biotopo de Roquedal con 15 especies, seguido de la Laja calcárea con corales con 13 especies, del resto de los biotopos tres presentaron 9, 7 y 5 especies (Arrecife frontal interior, Laja calcárea con algas y Cabezos coralinos respectivamente) y cuatro menos de 2 especies. En este caso los biotopos con mayor número de individuos fueron Laja calcárea con corales, Roquedal y Laja calcárea con algas, el resto de los biotopos donde se registraron invertebrados las especies estuvieron representadas por al menos un individuo.



Biotopos, Manglar (M), Matorral costero (MC), Pradera de *Thalassia* (PT), Roquedal (R), Arenal o Blanquizal (AB), Laja calcárea con algas (LCA), Laja calcárea con corales (LCC), Cabezos coralinos (CC), Bajos de *Agaricia* (BA), Bajos de *Acropora palmata* (BAP), Zona de pedacería (ZP), Roca desnuda (RD), Transición - Jardín de gorgonáceos (T-JG), Transición -Macizos y canales (T-MC), Arrecife frontal interior (AFI), Arenal profundo (AP), Arrecife frontal exterior (AFE).

Figura IV.44. Número de especies e individuos de las especies de invertebrados registradas.

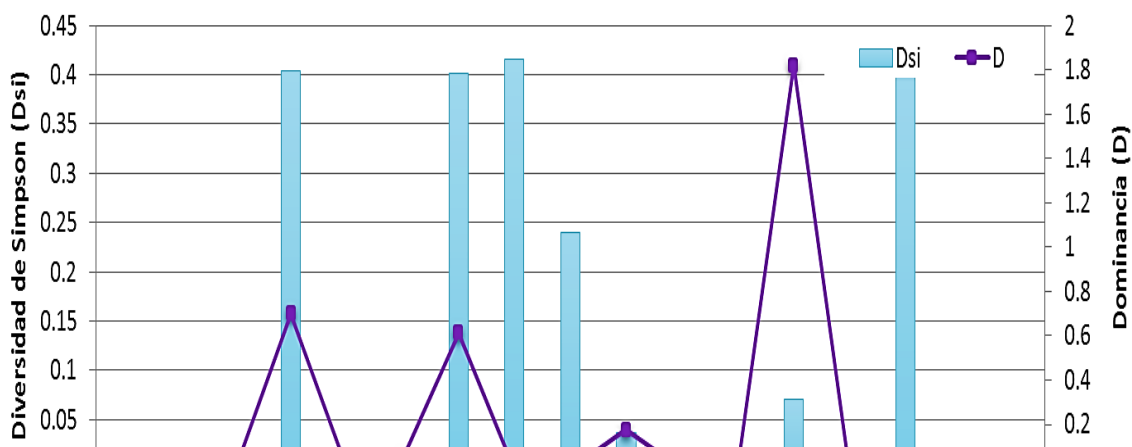
Con relación al índice de Shannon-Weaver, se observó una baja diversidad de especies en general. Los biotopos con una diversidad más alta dentro de lo anteriormente establecido, fueron el Roquedal, Laja calcárea con corales, Arrecife frontal interior y Cabezos coralinos. Respecto a la equitabilidad en general las especies no estuvieron igualmente representadas. El biotopo Bajos de *Agaricia*, presento la mayor equitabilidad. Del resto de los biotopos, cuatro presentaron valores de entre 0.6 y 0.8, y los demás donde se registraron invertebrados la equitabilidad fue baja.



Biotopos, Manglar (M), Matorral costero (MC), Pradera de *Thalassia* (PT), Roquedal (R), Arenal o Blanquizal (AB), Laja calcárea con algas (LCA), Laja calcárea con corales (LCC), Cabezos coralinos (CC), Bajos de *Agaricia* (BA), Bajos de *Acropora palmata* (BAP), Zona de pedacería (ZP), Roca desnuda (RD), Transición - Jardín de gorgonáceos (T-JG), Transición -Macizos y canales (T-MC), Arrecife frontal interior (AFI), Arenal profundo (AP), Arrecife frontal exterior (AFE).

Figura IV.45. Índice de Shannon-Weaver y equitabilidad de las especies de invertebrados registradas.

La diversidad de Simpson en general fue baja, los biotopos donde se registraron invertebrados presentaron valores por debajo de 0.5, de los cuales el más diverso fue los Cabezos Coralinos, seguido del Roquedal, Laja calcárea con corales y Arrecife frontal interior. Lo anterior es consistente con los valores registrados para la Dominancia, sin embargo el biotopo Transición - Jardín de gorgonáceos presento una mayor distribución entre las especies.



Biotopos, Manglar (M), Matorral costero (MC), Pradera de *Thalassia* (PT), Roquedal (R), Arenal o Blanquizar (AB), Laja calcárea con algas (LCA), Laja calcárea con corales (LCC), Cabezos coralinos (CC), Bajos de *Agaricia* (BA), Bajos de *Acropora palmata* (BAP), Zona de pedacería (ZP), Roca desnuda (RD), Transición - Jardín de gorgonáceos (T-JG), Transición -Macizos y canales (T-MC), Arrecife frontal interior (AFI), Arenal profundo (AP), Arrecife frontal exterior (AFE).

Figura IV.46. Diversidad de Simpson y Dominancia de las especies de invertebrados registradas.

Adicionalmente se registraron cuatro especies de invertebrados en los alrededores de los transectos, de las cuales tres fueron marinas y una terrestre.



Otras especies de invertebrados registradas. A) *Isognomon bicolor*, B) *Lolliguncula brevis*, C) *Coenobita clypeatu*, D) *Tyria sp.*

Peces. Los peces se distribuyeron en 13 de los 17 biotopos, mayor número de especies en los biotopos Arrecife frontal interior, Cabezos coralinos, Laja calcárea con corales y Roquedal, en el resto de los biotopos se registraron menos de 6 especies. No se

observaron peces en los biotopos del Manglar, Matorral costero, Roca desnuda y Transición -Macizos y canales.

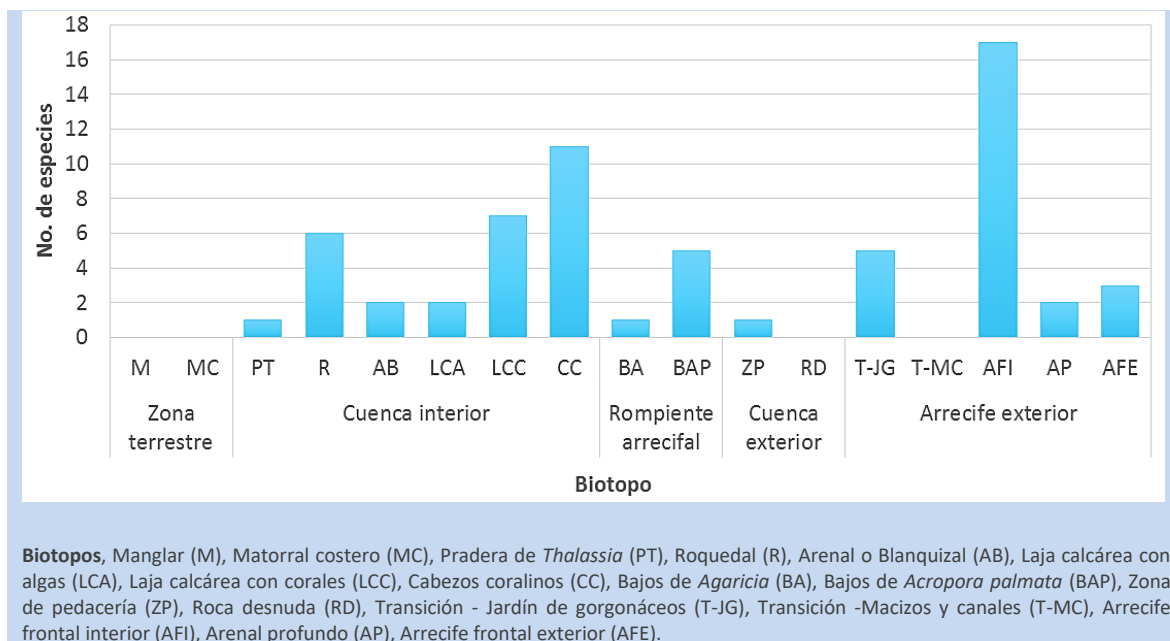


Figura IV.47. Distribución de las especies de peces por biotopo.

De las especies de peces registradas en cada uno de los biotopos, en conjunto 18 especies dominaron alguno de ellos, como por ejemplo *Acanthurus coeruleus*, *Harengula sp.*, *Haemulon flavolineatum*, etc., 13 fueron abundantes, 6 comunes, 26 escasa y ninguna fue rara; lo que nos dice que la abundancia relativa de las especies registradas en cada biotopo vario entre estos, llegando a ser dominante en más de un biotopo como en el caso de *Halichoeres bivittatus* que presento dicha abundancia en 8 biotopos.

Tabla IV.10. Listado de especies de peces y su abundancia relativa en cada biotopo.

Grupo	Especies	Zona terrestre		Cuenca interior					Rompiente e arrecifal		Cuenca exterior		Arrecife exterior					
		M	MC	PT	R	AB	LCA	LCC	CC	BA	BAP	ZP	RD	T-JG	T-MC	AFI	AP	AFE
Peces óseos	<i>Abudefduf luridus</i>							E	A		A					E		
	<i>Abudefduf saxatilis</i>				A			E		C						E		
	<i>Acanthurus chirurgus</i>				D								D		D			D
	<i>Acanthurus coeruleus</i>									D			D					

<i>Acnthurus bahianus</i>														D		C		
<i>Chaetodon striatus</i>								A										
<i>Chaetodon capistratus</i>																E		
<i>Gobiosoma sp.</i>					E													
<i>Haemulon flavolineatum</i>				D				A								E		
<i>Haemulon plumierii</i>							E	E										
<i>Halichoeres bivittatus</i>			D	E		D	D	A		D	D					A	D	D
<i>Halichoeres maculipinna</i>								A								A		
<i>Halichoeres sp.</i>																C		
<i>Harengula sp.</i>					D													
<i>Holacanthus tricolor</i>																E		
<i>Holocentrus rufus</i>																E		
<i>Juvenil Sp. 1</i>								E		C								
<i>Lutjanus analis</i>								E										
<i>Lujanus sp.</i>																E		
<i>Mycteroperca sp.</i>																E		
<i>Ocyurus chrysurus</i>								E								E		
<i>Pomacanthus arcuatus</i>									E									
<i>Pseudupeneus maculatus</i>																E		
<i>Stegastes parititus</i>																E	D	A
<i>Stegastes planifrons</i>									C									
<i>Stegastes variabilis</i>				A			E	E					A		E			
<i>Thalassoma bifasciatum</i>				E		C		E		D			A					
Total de especies	0	0	1	6	2	2	7	11	1	5	1	0	5	0	17	2	3	

Simbología: **Abundancia relativa**, Dominante (D)=>20%; Abundante (A)=10-20%; Común (C)= 5-10%; Escasa (E)= 1-5% y Rara (R) = <1%.
Biotopos, Manglar (M), Matorral costero (MC), Pradera de *Thalassia* (PT), Roquedal (R), Arenal o Blanquial (AB), Laja calcárea con algas (LCA), Laja calcárea con corales (LCC), Cabezos coralinos (CC), Bajos de *Agaricia* (BA), Bajos de *Acropora palmata* (BAP), Zona de pedacería (ZP), Roca desnuda (RD), Transición - Jardín de gorgonáceos (T-JG), Transición -Macizos y canales (T-MC), Arrecife frontal interior (AFI), Arenal profundo (AP), Arrecife frontal exterior (AFE).



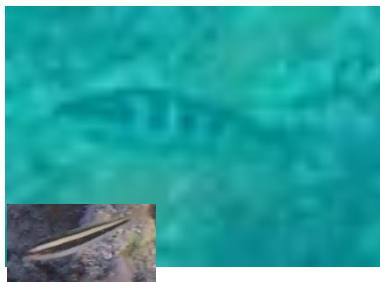
A



B



C



D



E



F



G



H



I



J



K



L



M

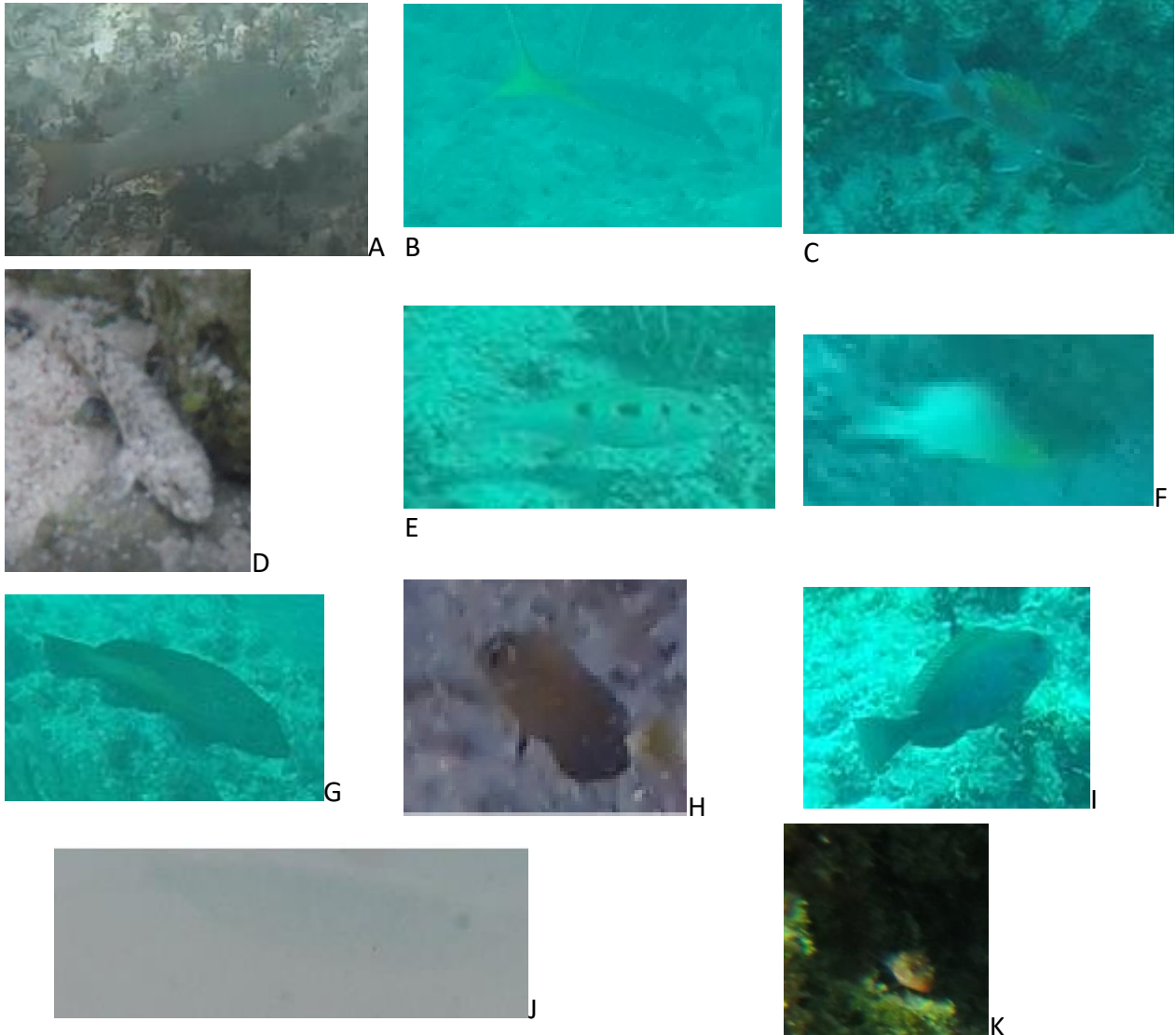


N



O

Especies de peces registradas en los biotopos. A) *Acanthurus bahianus*, B) *Acanthurus chirurgus*, C) *Halichoeres bivittatus*, D) *Thalassoma bifasciatum*, E) *Halichoeres maculipinna*, F) *Halichoeres sp.*, G) *Halichoeres garnoti*, H) *Stegastes variabilis*, I) *Abudefduf luridus*, J) *Abudefduf saxatilis*, K) *Chaetodon striatus*, L) *Chaetodon capistratus*, M) *Holacanthus tricolor*, N) *Haemulon flavolineatum*, O) *Haemulon plumieri*.



Especies de peces registradas en los biotopos. A) *Lutjanus analis*, B) *Ocyurus chrysurus*, C) *Longspine squirrelfish*, D) *Gobiosoma sp.*, E) *Pseudupeneus maculatus*, F) *Stegastes parititus*, G) *Mycteroperca sp.*, H) *Juvenil Sp. 1*, I) *Lujanus sp.*, J) *Harengula sp.*, K) *Scorpaena sp.*

La riqueza de peces fue mayor en el Arrecife frontal interior con 17 especies, seguido de los Cabezos coralinos con 11 especies y Laja calcárea con corales con 7 especies. El resto de los biotopos presentaron menos de 6 especies y no se registraron peces en cuatro biotopos. En este caso los biotopos con mayor número de individuos fueron Arrecife frontal exterior, Bajos de *Acropora palmata*, Arenal o Blanquizal y Roquedal, el resto de los biotopos donde se registraron peces las especies estuvieron representadas por al menos un individuo.

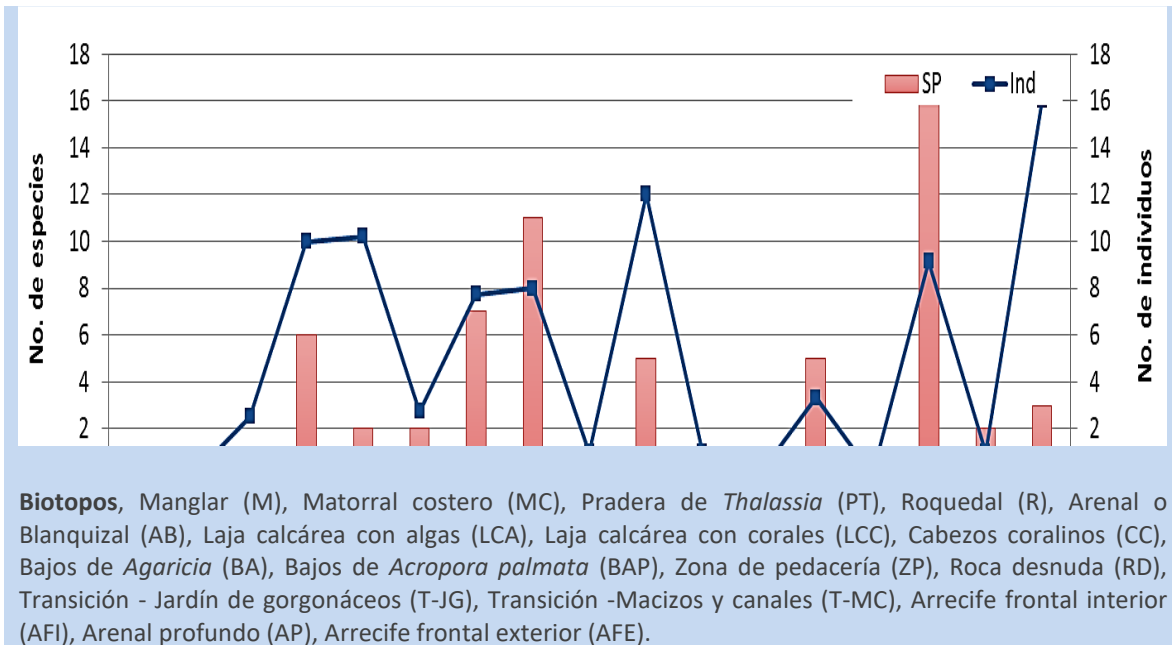


Figura IV.48. Número de especies e individuos de las especies de peces registradas.

Con relación al índice de Shannon-Weaver, se observó una diversidad normal en los biotopos de Cabezos coralinos y Arrecife frontal interior. El resto de los biotopos donde se registraron peces la diversidad fue baja. Respecto a la equitabilidad en general las especies no estuvieron igualmente representadas. El biotopo Arenal profundo, presenta la mayor equitabilidad. Del resto de los biotopos, cuatro presentaron valores de entre 0.6 y 0.94, y los demás donde se registraron peces la equitabilidad fue baja.

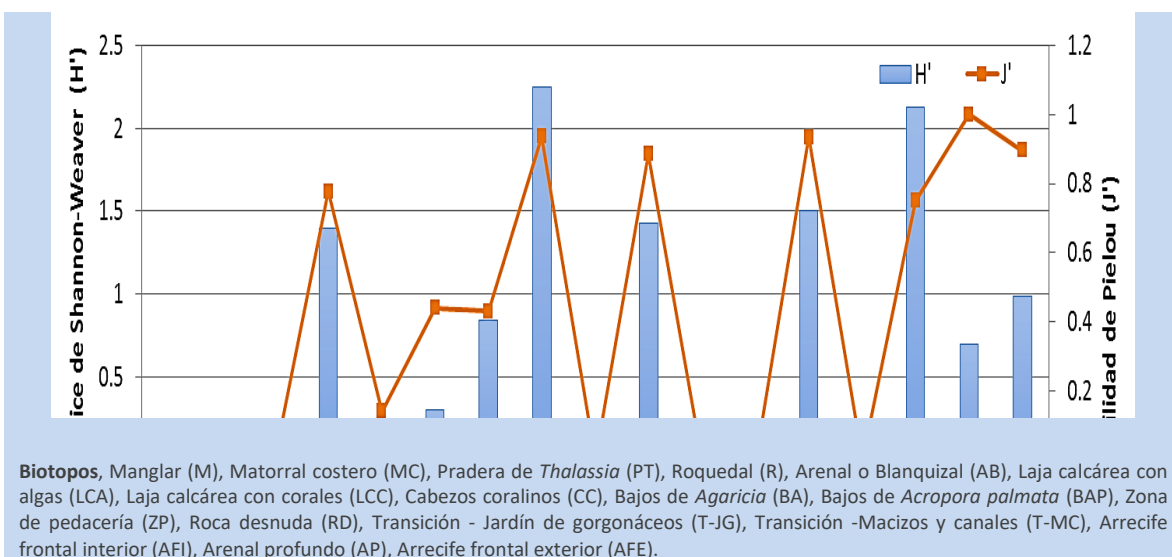


Figura IV.49. Índice de Shannon-Weaver y equitabilidad de las especies de peces registradas.

La diversidad de Simpson en general fue baja, los biotopos presentaron valores por debajo de 0.51, de los cuales los más diversos fueron Cabezos coralinos, Transición - Jardín de gorgonáceos, Bajos de *Acropora palmata*, Arrecife frontal exterior y Roquedal. Lo anterior es consistente con los valores registrados para la Dominancia, sin embargo el biotopo de Roca desnuda presento una mayor distribución entre las especies.

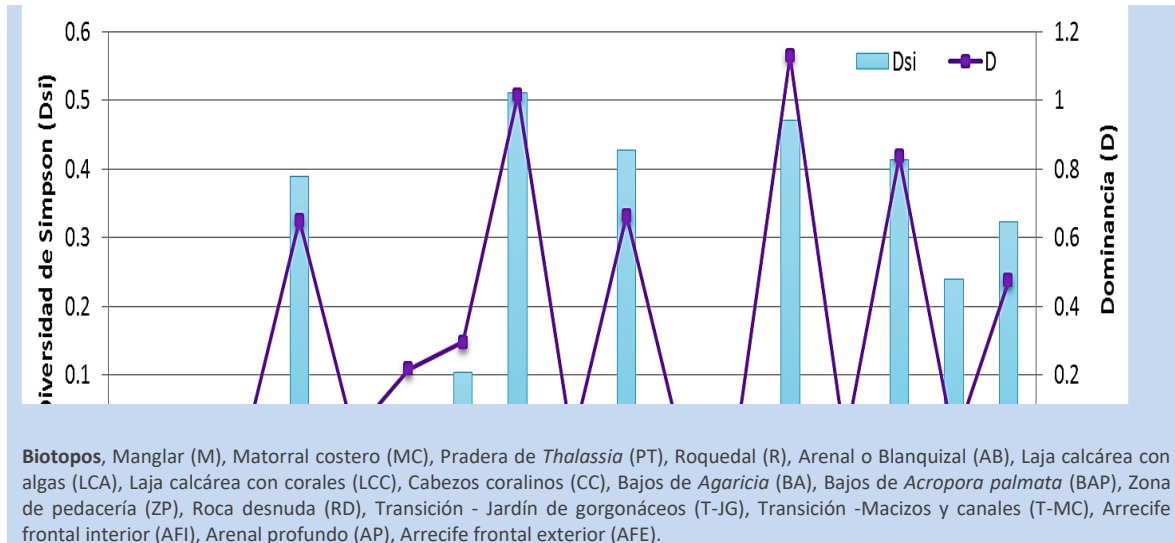
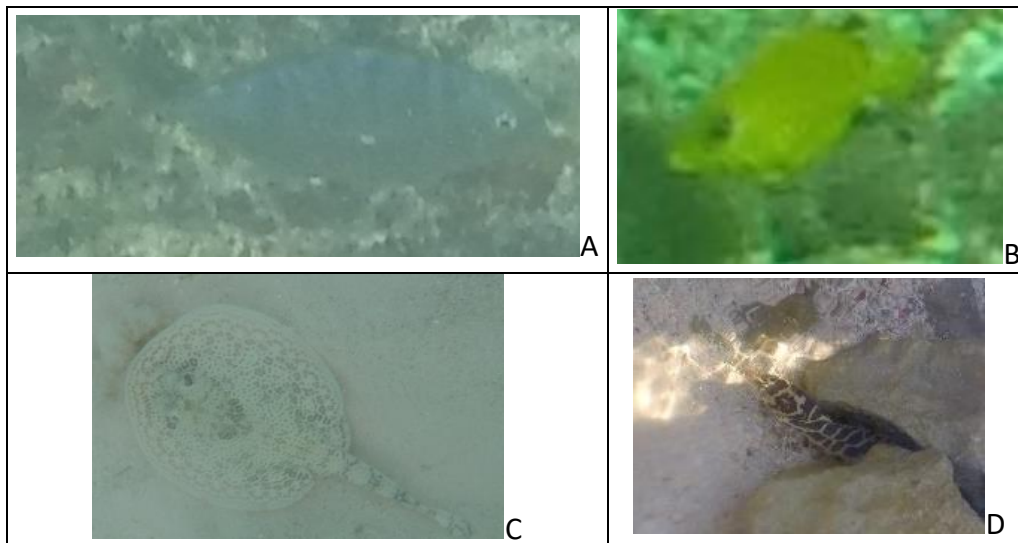


Figura IV.50. Diversidad de Simpson y Dominancia de las especies de peces registradas

Adicionalmente se registraron cuatro especies de peces en los alrededores de los transeptos.



Otras especies de peces registradas en los biotopos. A) *Caranx sexfasciatus*, B) *Zebrasoma flavescens*, C) *Urobatis halleri*, D) *Gymnothorax* sp.

Vegetación. De las 69 especies de vegetación registradas en los diferentes biotopos, el 32% corresponde a algas verdes, 26% vegetación terrestre, 25% algas rojas y 13 % algas cafés. De dichos subgrupos, las algas fueron las mejor representadas. Las algas verdes y cafés se distribuyeron en 13 biotopos, las algas rojas en 10; dichos subgrupos registraron mayor número de especies en los biotopos de Laja calcárea con corales, Laja calcárea con algas y Arenal o Blanquizal. No se registró vegetación en dos biotopos.

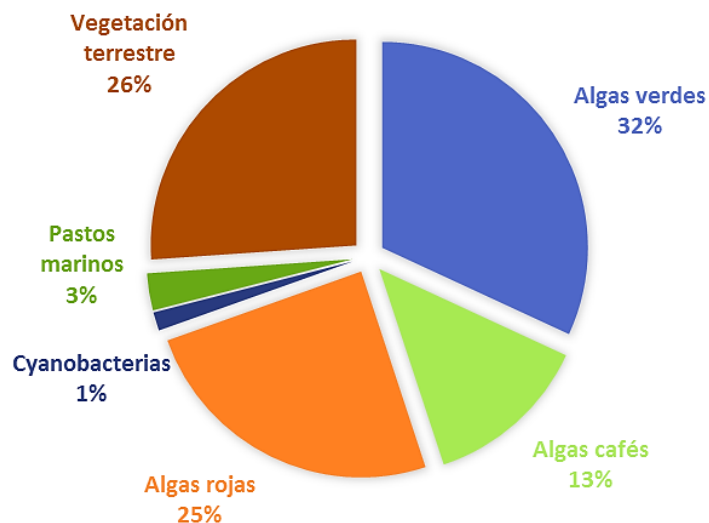
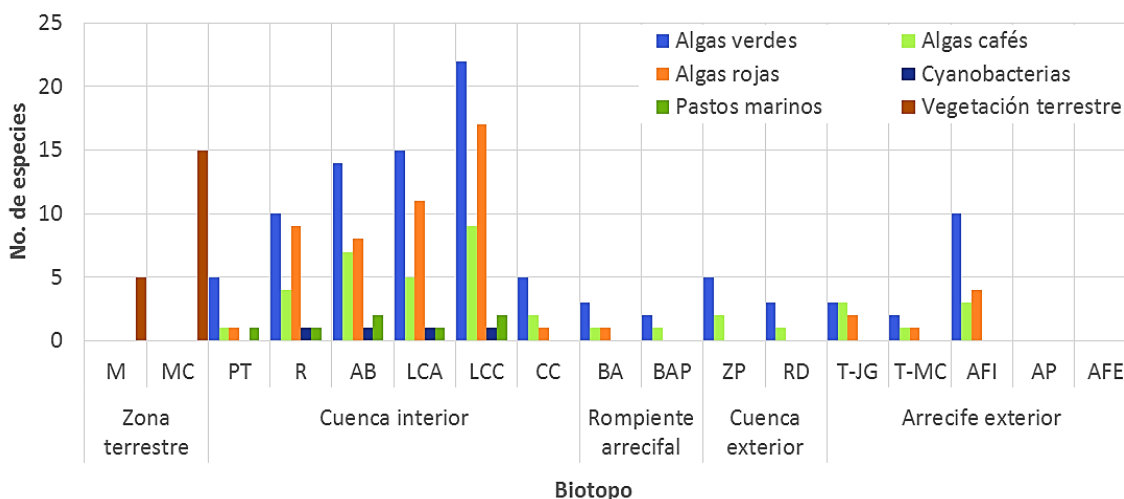


Figura IV.51. Proporción de especies por subgrupo de vegetación.



Biotopos, Manglar (M), Matorral costero (MC), Pradera de *Thalassia* (PT), Roquedal (R), Arenal o Blanquizal (AB), Laja calcárea con algas (LCA), Laja calcárea con corales (LCC), Cabezos coralinos (CC), Bajos de *Agaricia* (BA), Bajos de *Acropora palmata* (BAP), Zona de pedacería (ZP), Roca desnuda (RD), Transición - Jardín de gorgonáceos (T-JG), Transición -Macizos y canales (T-MC), Arrecife frontal interior (AFI), Arenal profundo (AP), Arrecife frontal exterior (AFE).

Figura IV.52. Distribución de los subgrupos de vegetación por biotopo.

Las especies de vegetación registradas en cada uno de los biotopos, en conjunto 21 especies dominaron alguno de ellos, como por ejemplo *Halimeda copiosa*, *Avrainvillea longicaulis*, etc., 21 fueron abundantes, 20 comunes, 95 escasa y 68 raras; lo que nos dice que la abundancia relativa de las especies registradas en cada biotopo vario entre estos, llegando a ser dominantes en más de un biotopo como en el caso de *Halimeda discoidea*, *Galaxaura oblongata*, entre otros.

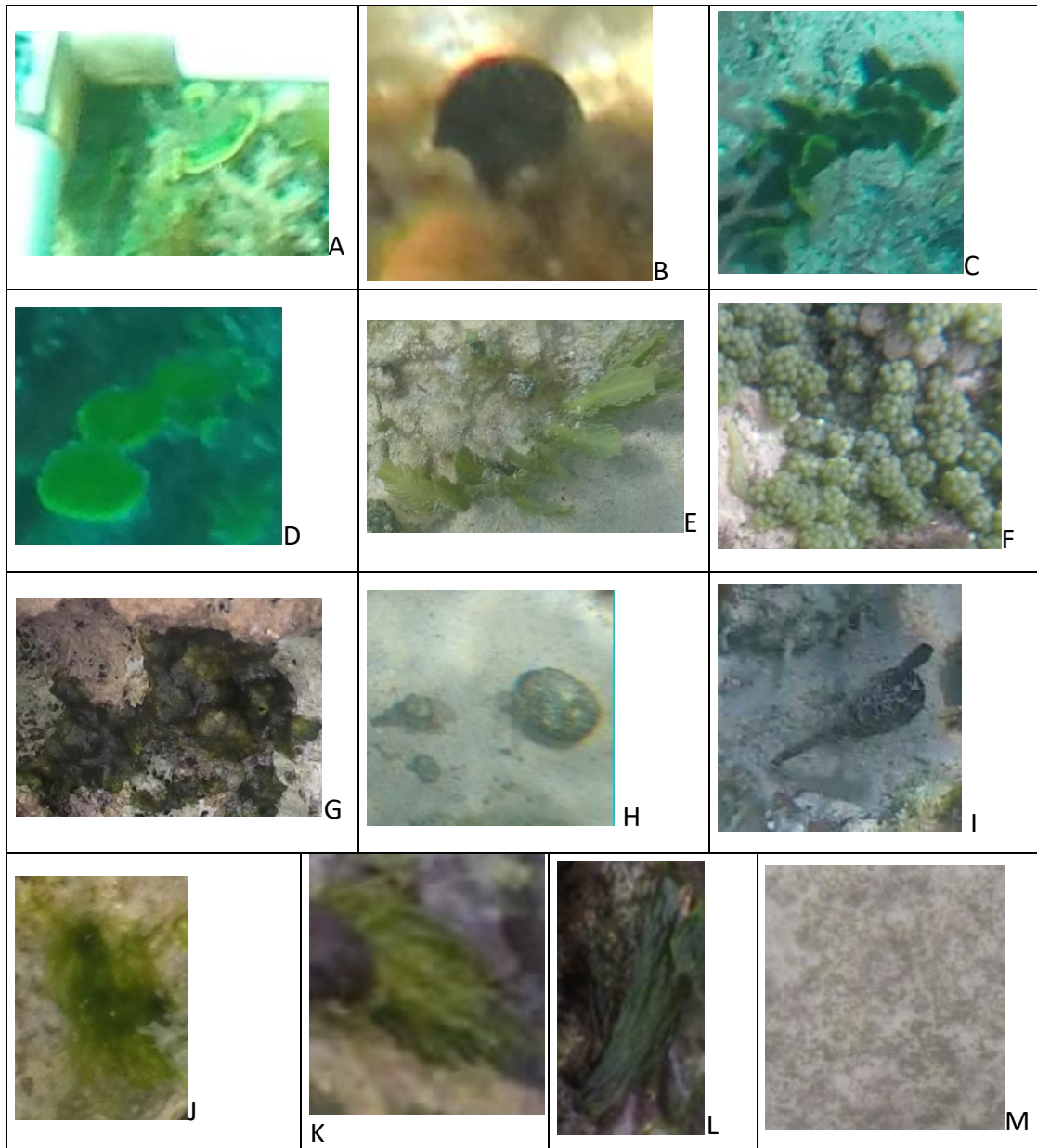
Tabla IV.11. Listado de especies de vegetación por subgrupo y su abundancia relativa en cada biotopo.

Grupo	Especies	Zona terrestre		Cuenca interior					Rompiente arrecifal		Cuenca exterior		Arrecife exterior					
		M	MC	PT	R	AB	LCA	LCC	CC	BA	BAP	ZP	RD	T-JG	T-MC	AFI	AP	AFE
Algas verdes	<i>Avrainvillea asarifolia</i>					E	E	R				C				E		
	<i>Avrainvillea longicaulis</i>			C		E	C	E	E		A	D		A	D	R		
	<i>Caulerpa cupressoides</i>				R	R		R										
	<i>Caulerpa recemosa</i>				E		E	E	A									
	<i>Caulerpa sertularioides</i>				E	E	E	E										
	<i>Chaetomorpha sp.</i>				C			R										
	<i>Cladophora sp.</i>				A	R	E	E										
	<i>Enteromorpha sp.</i>				E			R										
	<i>Halimeda copiosa</i>			C		R	E	E	C	D			A	E		A		
	<i>Halimeda discoidea</i>			E	E	R	A	C	D	D	D	D	D	A	A	A		
	<i>Halimeda goreauii</i>							R								E		
	<i>Halimeda incrassata</i>				R	R	E	E								R		
	<i>Halimeda opuntia</i>			E		R	E	R	A							E		
	<i>Penicillus capitatus</i>					R	A	E										
	<i>Penicillus dumetosus</i>					R	E	R										
	<i>Rhipocephalus phoenix</i>							R		E						R		
	<i>Tapete de algas verdes</i>					R	E	E				C				E		
	<i>Udotea cyathiformis</i>							R								R		
	<i>Udotea flabellum</i>				E	R	C	E					A					
	<i>Udotea spinulosa</i>							R				E						
<i>Valonia sp.</i>				R	R	C	C											
<i>Valonia ventricosa</i>			E			E	R											
Subtotal de especies	0	0	5	10	14	15	22	5	3	2	5	3	3	2	10	0	0	

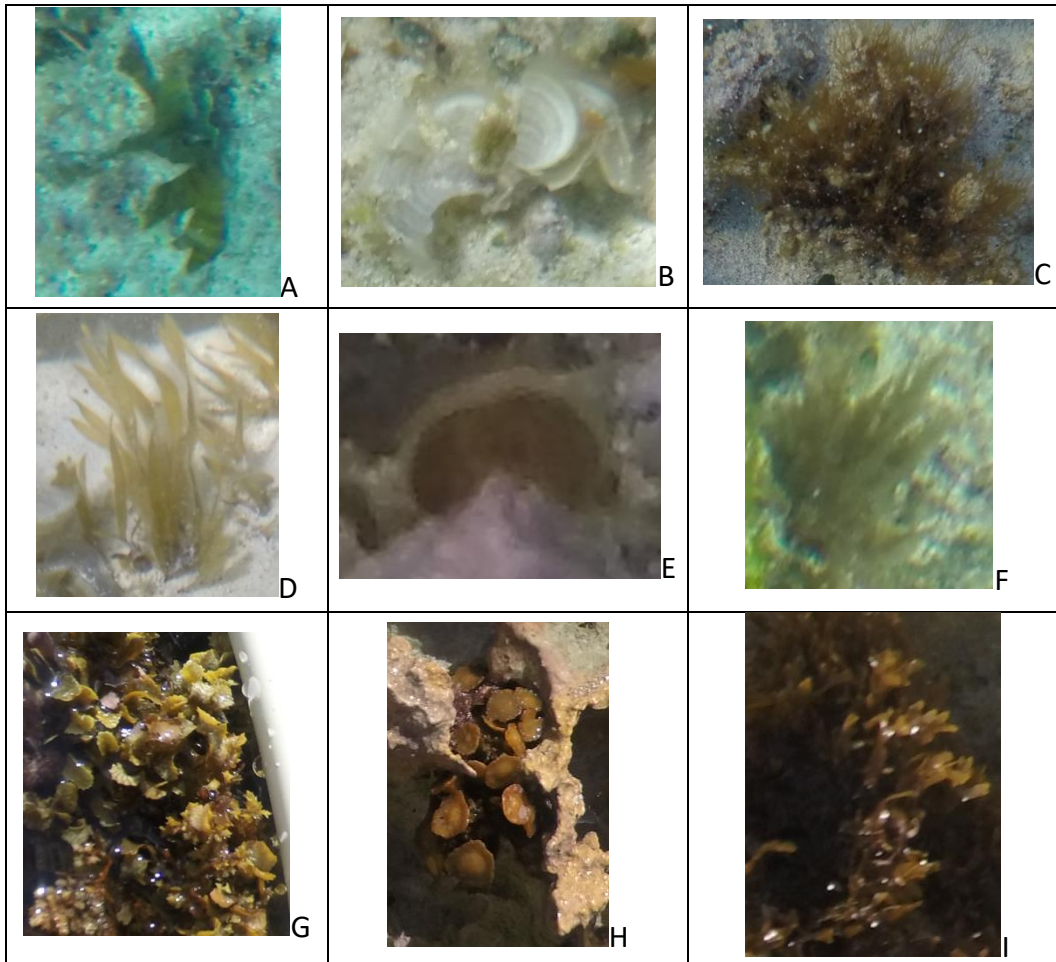
Grupo	Especies	Zona terrestre		Cuenca interior					Rompiente arrecifal		Cuenca exterior		Arrecife exterior					
		M	MC	PT	R	AB	LCA	LCC	CC	BA	BAP	ZP	RD	T-JG	T-MC	AFI	AP	AFE
Algas cafés	<i>Dictyota dichotoma</i>					R	E	E	E	D				C	E	A		
	<i>Dictyota sp. 2</i>				E	E	R	E										
	<i>Dictyota sp.1</i>					R		R										
	<i>Hinckia sp.</i>					E	E	E			D	C						
	<i>Padina jamaicensis</i>				E	E	E	E						E				
	<i>Sargassum polyceratum</i>				E			R										
	<i>Styopodium zonale</i>					R		R						E		R		
	<i>Tapete de algas cafés</i>			E		R	E	C	E			C	A			C		
	<i>Turbinaria turbinata</i>				E			R										
	Subtotal de especies	0	0	1	4	7	5	9	2	1	1	2	1	3	1	3	0	0
Algas rojas	<i>Acanthophora sp.</i>				R			R										
	<i>Acanthophora sp.</i>					R	R	E	A	E						D		
	<i>Acanthophora spicifera</i>				E	R		R										
	<i>Alga coralina sp. 1</i>						E	E										
	<i>Alga coralina sp. 2</i>					R	R	E										
	<i>Amphiroa fragilissim</i>				R	R	E	R								E		
	<i>Amphiroa rigida</i>			E			E	R								R		
	<i>Centroceras sp.</i>				D	E	D	A										
	<i>Cryptonemia sp.</i>						R	R										
	<i>Digenea sp.</i>				C	R	E	E										
	<i>Galaxaura oblongata</i>							E						D	D	D		
	<i>Gracilaria sp.</i>							R						C				
	<i>Hydrolithon sp.</i>				R			R										
	<i>Laurencia sp. 1</i>				R		E	E										
	<i>Laurencia sp. 2</i>				C	E	R	E										
	<i>Polysiphonia sp.</i>				E	R	E	E										
<i>Lobophora variegata</i>							R											
Subtotal de especies	0	0	1	9	8	11	17	1	1	0	0	0	2	1	4	0	0	
Cyanobacterias	<i>Rivularia sp.</i>				A	R	R	E										
	Subtotal de especies	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pastos marinos	<i>Syringodium filiforme</i>				A	D		E										
	<i>Thalassia testudinum</i>			D		R	R	E										
	Subtotal de especies	0	0	1	1	2	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Vegetación	<i>Chamaesyce dioica</i>		E															

Grupo	Especies	Zona terrestre		Cuenca interior					Rompiete arrecifal		Cuenca exterior		Arrecife exterior					
		M	MC	PT	R	AB	LCA	LCC	CC	BA	BAP	ZP	RD	T-JG	T-MC	AFI	AP	AFE
terrestre	<i>Chrysobalanus icaco</i>		A															
	<i>Coccoloba uvifera</i>	E	E															
	<i>Distichlis spicata</i>		R															
	<i>Euphorbia mesembrianthemifolia</i>		E															
	<i>Phyla nodiflora</i>		E															
	<i>Sesuvium portulacastrum</i>		E															
	<i>Sp.1</i>		A															
	<i>Sp. 2</i>		E															
	<i>Spartina patens</i>	E	R															
	<i>Sporobolus virginicus</i>		C															
	<i>Suriana maritima</i>		E															
	<i>Tournefortia gnaphalodes</i>		E															
	<i>Astraea tecta americana</i>		D															
	<i>Tectarius muricatus</i>		D															
	<i>Avicennia germinans</i>	D																
	<i>Thrinax radiata</i>	E																
	<i>Cocos nucifera</i>	E																
Subtotal de especies	5	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Total de especies	5	15	8	25	32	33	51	8	5	3	7	4	8	4	17	0	0	

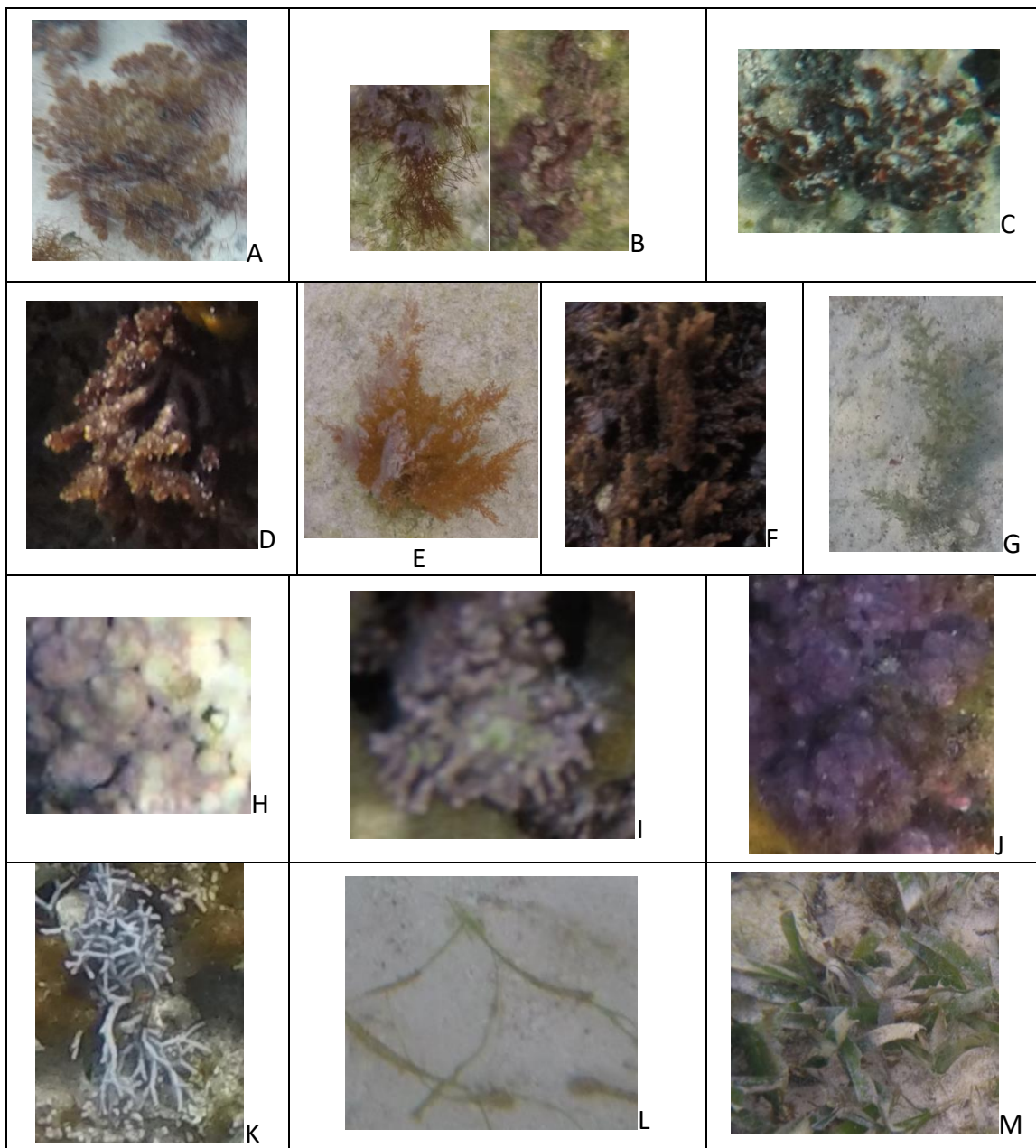
Simbología: **Abundancia relativa**, Dominante (D)=>20%; Abundante (A)=10-20%; Común (C)= 5-10%; Escasa (E)= 1-5% y Rara (R) = <1%. **Biotopos**, Manglar (M), Matorral costero (MC), Pradera de *Thalassia* (PT), Roquedal (R), Arenal o Blanquizal (AB), Laja calcárea con algas (LCA), Laja calcárea con corales (LCC), Cabezos coralinos (CC), Bajos de *Agaricia* (BA), Bajos de *Acropora palmata* (BAP), Zona de pedacería (ZP), Roca desnuda (RD), Transición - Jardín de gorgonáceos (T-JG), Transición -Macizos y canales (T-MC), Arrecife frontal interior (AFI), Arenal profundo (AP), Arrecife frontal exterior (AFE).



Especies de algas registradas en los biotopos. A) *Avrainvillea asarifolia*, B) *A. longicaulis*, C) *Halimeda discoidea*, D) *H. copiosa*, E) *Caulerpa sertularioides*, F) *C. racemosa*, G) *Rivularia sp.*, H) *Penicillus capitatus*, I) *P. dumetosus*, J) *Cladophora sp.*, K) *Enteromorpha sp.*, L) *Chaetomorpha sp.*, M) *Valonia sp.*



Especies de algas registradas en los biotopos. A) *Styopodium zonale*, B) *Padina jamaicensis*, C) *Hincksia sp.*, D) *Dictyota sp.1*, E) *Lobophora variegata*, F) *Laurencia sp. 1*, G) *Sargazo polyceratium*, H) *Turbinaria turbinata*, I) *Dictyota sp. 2*.



Especies de algas y pastos marinos registradas en los biotopos. A) *Polysiphonia sp.*, B) *Centroceras sp.*, C) *Cryptonemia sp.*, D) *Digenea sp.*, E) *Laurencia sp.*, F) *Acanthophora spicifera*, G) *Acanthophora sp.*, H) *Alga coralina sp.*, I) *Hydrolithon sp.*, J) *Jania sp.*, K) *Amphiroa rigida*, L) *Syringodium filiforme*, M) *Thalassia testudinum*.



Especies de vegetación terrestre registrada en los biotopos. A) *Chrysobalanus icaco*, B) *Suriana maritima*, C) *Distichlis spicata*, D) *Sesuvium portulacastrum*, E) *Euphorbia mesembrianthemifolia*, F) *Spartina patens*, G) *Phyla nodiflora*, H) *Chamaesyce dioica*, I) *Planta sp. 1*, J) *Planta sp. 2*, K) *Tournefortia gnaphalodes*, L) *Coccoloba uvifera*, M) *Sporobolus virginicus*, O) *Cocos nucifera*, P) *Thrinax radiata*, Q) *Avicennia germinans*.

La riqueza de la vegetación fue mayor en el biotopo de Laja calcárea con corales con 51 especies, seguido de la Laja calcárea con algas 33 especies, Arenal o Blanquizal con 32 especies y Roquedal con 25 especies. El resto de los biotopos dos presentaron entre 10 y 20 especies (Matorral costero y Arrecife frontal inferior), nueve menos de 10 especies y no se registró vegetación en dos biotopos. En este caso, el biotopo con mayor número de individuos fue la Laja calcárea con corales, el resto de los biotopos donde se registró vegetación las especies estuvieron representadas por al menos un individuo.

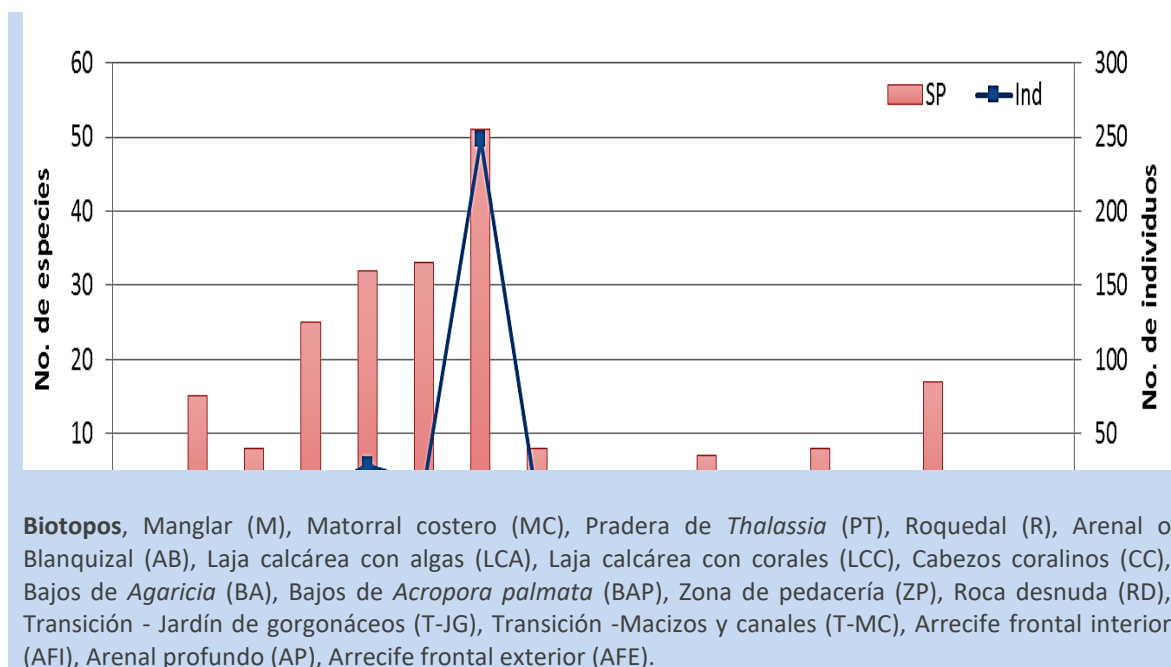


Figura IV.53. Número de especies e individuos de las especies de vegetación registradas.

Con relación al índice de Shannon-Weaver, se observó una diversidad normal en los biotopos Laja calcárea con corales, Laja calcárea con algas y Roquedal. El resto de los biotopos donde se registró vegetación la diversidad fue baja. Respecto a la equitabilidad en general las especies no estuvieron igualmente representadas. El biotopo Bajos de *Acropora palmata*, presento la mayor equitabilidad con un valor de 0.87. Del resto de los biotopos, once presentaron valores de entre 0.67 y 0.83, y los demás donde se registraron peces la equitavilidad fue baja.

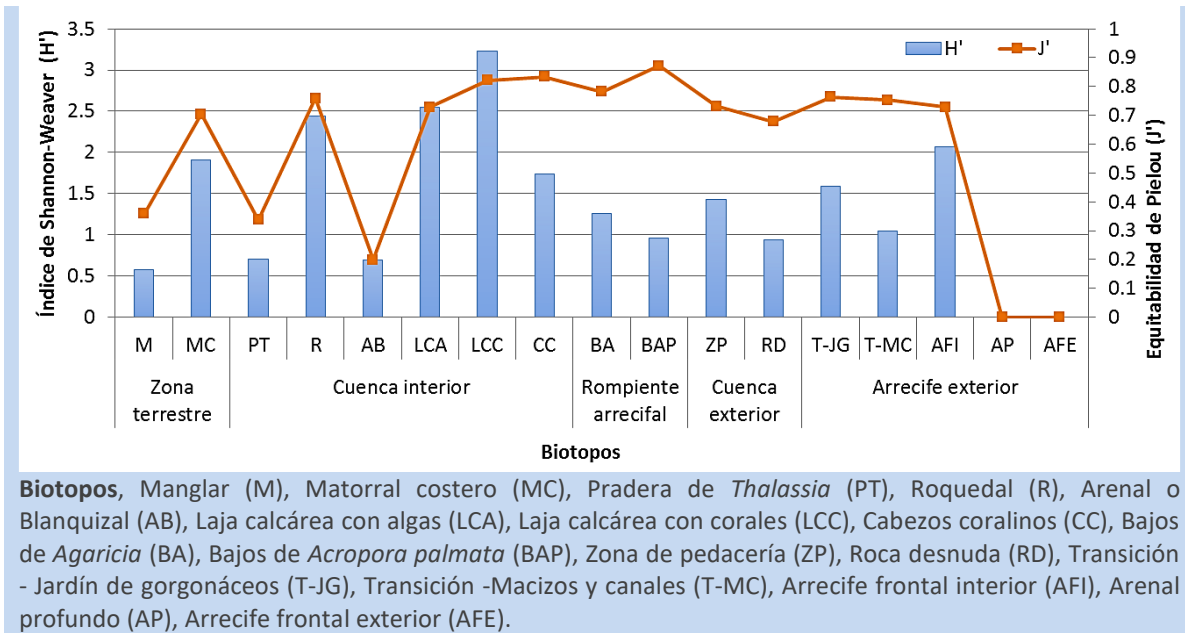


Figura IV.54. Índice de Shannon-Weaver y equitabilidad de las especies de vegetación registradas.

La diversidad de Simpson en general fue baja, todos los biotopos presentaron valores por debajo de 0.5, de los cuales el más diverso fue el Arrecife frontal interior y el menos diverso o donde se presentó mayor dominancia fue el biotopo Arenal o Blanquizal. Lo anterior es consistente con los valores registrados para la Dominancia.

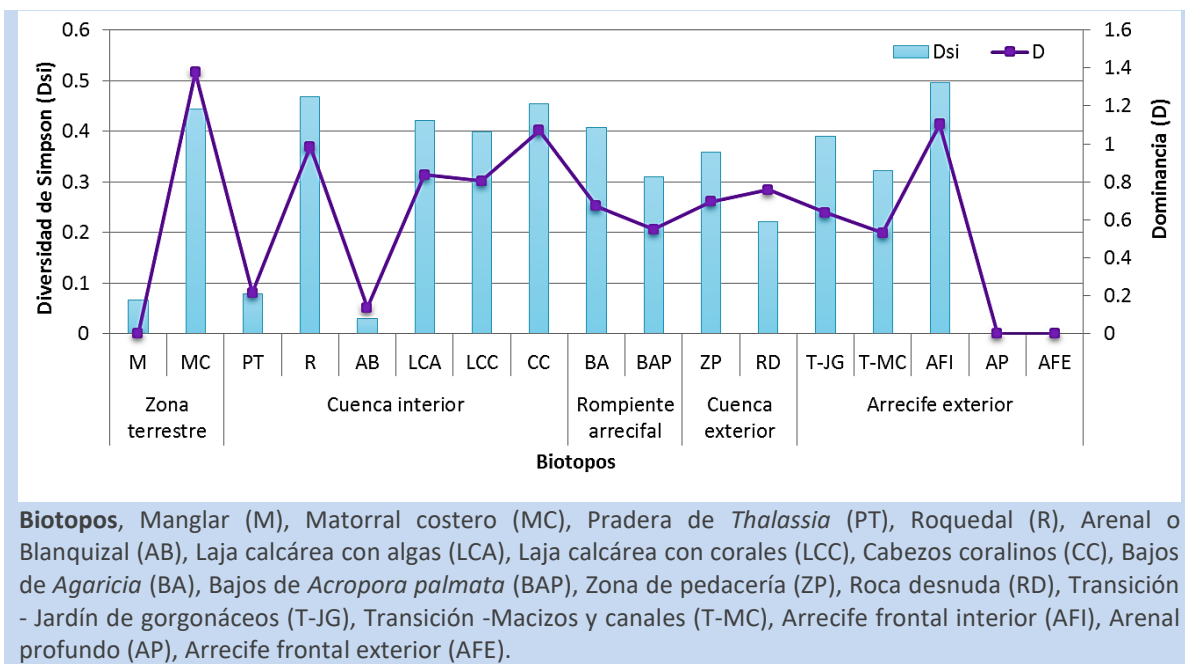


Figura IV.55. Diversidad de Simpson y Dominancia de las especies de vegetación registradas.

Adicionalmente se registraron tres especies de vegetación terrestre en los alrededores de los transectos trazados en los roquedales.



A



B



C

Otras especies de vegetación terrestre registrada en los biotopos. A) *Planta sp. 3*, B) *Hymenocallis littoralis*, C) *Scaevola sp.*

Vertebrados

Adicionalmente en los recorridos por la zona se observó en el Matorral costero un ejemplar de boa constrictor de aproximadamente 1 m de largo y en el Roquedal y arenal adyacente varios ejemplares de pelicano café.



A



B

Organismos observados en el área de estudio fuera de los transectos. A) *Boa constrictor*, B) *Pelecanus occidentalis*.

Análisis de arena – organismos asociados. En las muestras de arena se contabilizaron un total de 167 organismos divididos en 61 taxa y ocho grupos taxonómicos. El grupo taxonómico más abundante fue el Gnatopoda con 22 especies lo que corresponde al 36% del total, seguido de Foraminífera con 13 especies (21%) y Bivalvia con 12 especies (20%), el resto de los grupos presentaron menos de 10 especies y conforman el 23% del total.

Tabla IV.12. Composición de los grupos taxonómicos.

Grupo taxonómico	Banco profundo	Banco cercano	Caleta 1	Caleta 2
Bivalvia	7	1	1	3
Gastropoda	12	11	9	8
Foraminífera	7	5	4	8
Scaphopoda	1	0	0	0
Crustáceos	4	0	0	3
Nematoda	1	0	1	1
Polychaeta	3	0	2	0
Otros	1	0	0	0
Total de especies	36	17	17	23

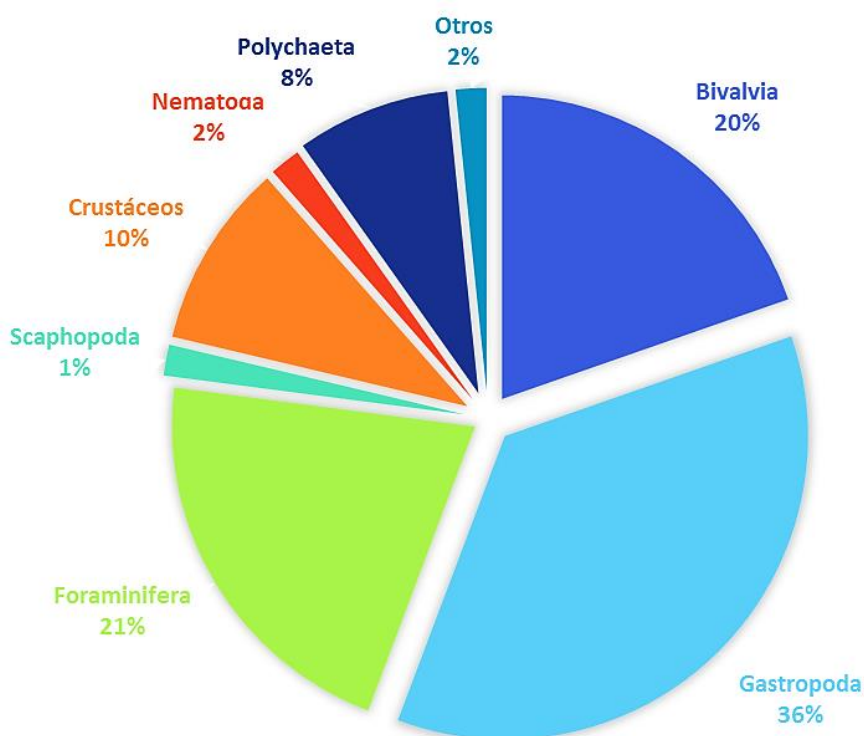


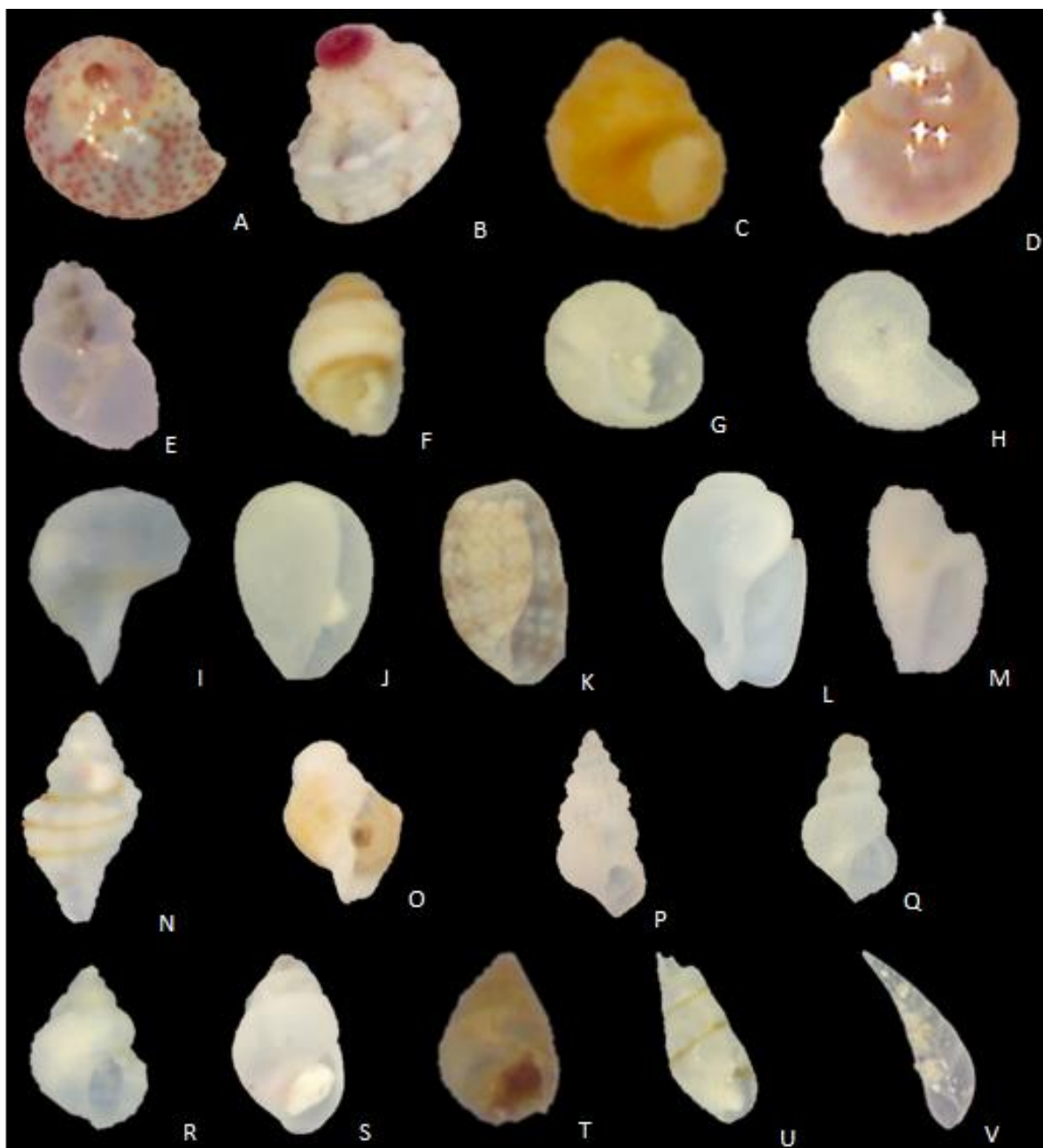
Figura IV.56. Proporción de los grupos taxonómicos encontrados en las muestras de arena.

De las 61 taxa observados, *Pyramidella sp.*, *Peneroplis sp.*, y *Nematoda sp.* Dominaron un tipo de arenal, ocho taxa fueron abundantes, nueve comunes, 15 raras y 53 taxa fueron escasas en alguno de los arenales, lo que demuestra que la abundancia relativa de las taxa en cada tipo de arenal en general fue escasa.

Tabla IV.13. Composición taxonómica de los organismos encontrados en las muestras de arena.

Grupo	Taxa	Arenales			
		Banco profundo	Banco cercano	Caleta 1	Caleta 2
Bivalvia	<i>Papyridea sp.</i>			E	
	<i>Glycymeris sp.</i>				E
	<i>Tellina alternata</i>				E
	<i>Bivalvia sp.</i>				E
	<i>Sinum maculatum</i>		E		
	<i>Acmaea sp.</i>	E			
	<i>Pododesmus sp.</i>	R			
	<i>Semele sp.</i>	E			
	<i>Tellina sp.</i>	R			
	<i>Pitar sp.</i>	R			
	<i>Arca sp.</i>	R			
	<i>Gary sp.</i>	R			
Gastrópoda	<i>Natica sp.</i>	E	A	A	
	<i>Cittarium sp.</i>	C	A	A	C
	<i>Littorina sp.</i>			C	E
	<i>Tegula sp.</i>			E	E
	<i>Cerithiopsis sp.</i>			E	E
	<i>Gastropoda sp. 1</i>	R		E	
	<i>Neritina sp.</i>	E	E	C	
	<i>Turbo sp.</i>	E	A	E	
	<i>Gastropoda sp. 2</i>		E		E
	<i>Pyramidella sp.</i>				D
	<i>Cerithium sp. 2</i>	E	C		E
	<i>Busycon sp.</i>	E			E
	<i>Gibberula sp.</i>		E	E	
	<i>Natica sp.</i>		E		
	<i>Epitonium sp.</i>		A		
	<i>Leucozonia sp.</i>		E		
	<i>Gastropoda sp. 3</i>		E		
	<i>Bulla sp.</i>	E			
	<i>Strombus sp.</i>	R			
	<i>Gastropoda sp. 4.</i>	R			
<i>Cerithium sp. 1</i>	R				
<i>Melongena sp.</i>	R				
Foraminífera	<i>Forminifero sp. 1</i>	C		A	E

	<i>Nonionella sp. 2</i>				E
	<i>Forminifero sp. 6</i>			E	E
	<i>Peneroplis sp</i>	C		D	A
	<i>Forminifero sp. 2</i>	E	E	C	E
	<i>Textularia sp. 2</i>				E
	<i>Globothalamea sp</i>	E	E		E
	<i>Forminifero sp. 3,</i>				E
	<i>Forminifero sp. 5</i>	E	E		
	<i>Forminifero sp. 4</i>		E		
	<i>Textularia sp. 1</i>		E		
	<i>Nonionella sp. 1</i>	R			
	<i>Gasteropoda sp.</i>	E			
Scaphopoda	<i>Scaphopoda sp.</i>	R			
Crustáceos	<i>Isopoda sp. 1</i>	E			
	<i>Amphipoda sp. 1</i>	E			
	<i>Calappidae sp.</i>	R			
	<i>Cumacean sp.</i>				E
	<i>Eufáusido sp.</i>				E
	<i>Isopoda sp. 2</i>	E			E
Nematoda	<i>Nematoda sp.</i>	D		E	C
Polychaeta	<i>Polychaeta sp. 1</i>			E	
	<i>Polychaeta sp. 2</i>	R			
	<i>Polychaeta sp. 3</i>	E			
	<i>Polychaeta sp. 4</i>			E	
	<i>Polychaeta sp. 5</i>	R			
Otros	<i>Sp. 1</i>	E			
No. de organismos		51	28	27	61
No. de especies		36	17	17	23



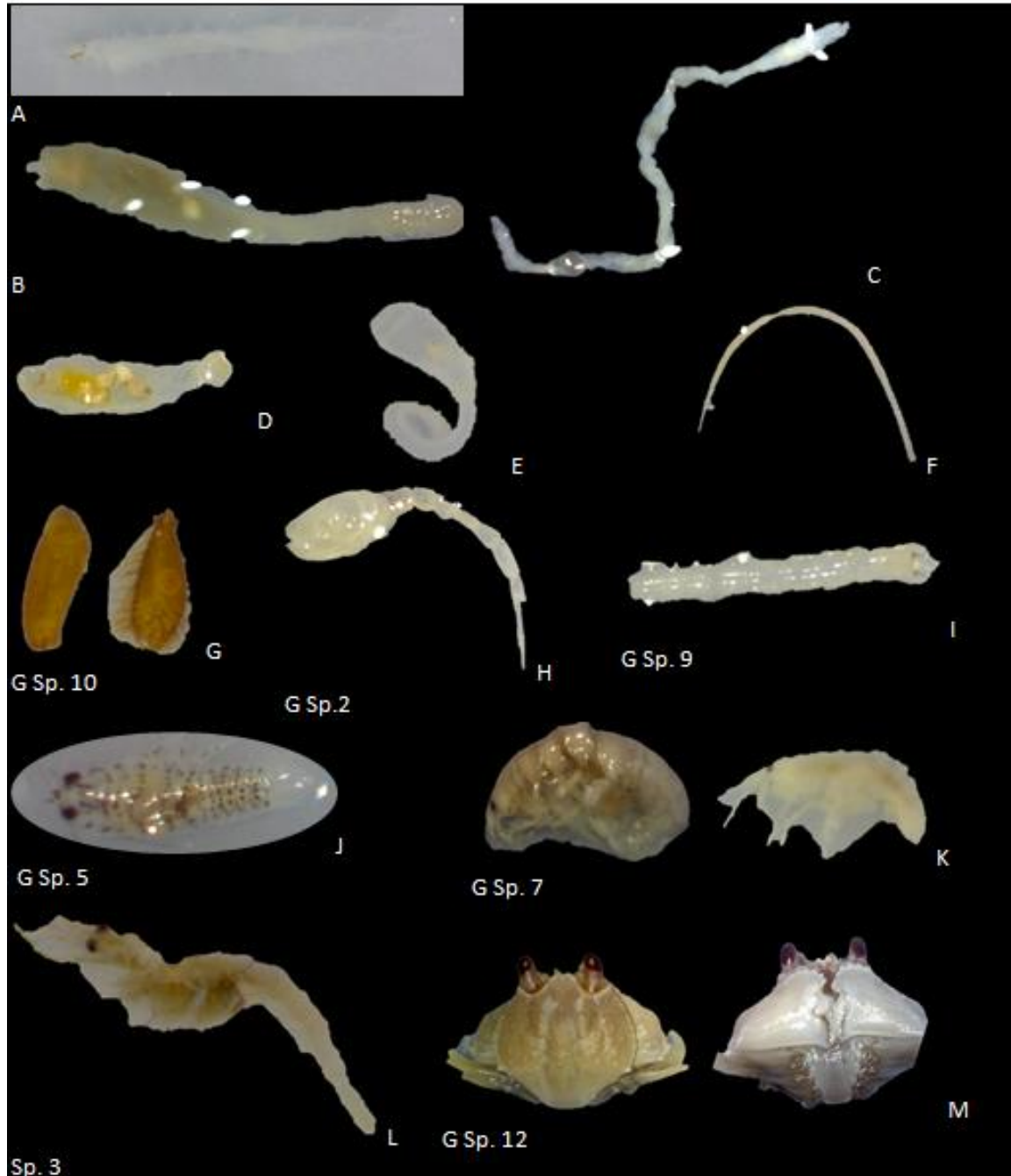
Gasteropodos encontrados en las muestras de arena. A) *Natica sp.*, B) *Cittarium sp.*, C) *Littorina sp.*, D) *Tegula sp.*, E) *Gastropoda sp. 1*, F) *Gastropoda sp. 2*, G) *Neritina sp.*, H) *Natica sp.*, I) *Busycon sp.*, J) *Gibberula sp.*, K) *Bulla sp.*, L) *Melongena sp.*, M) *Strombus sp.*, N) *Leucozonia sp.*, O) *Gastropoda sp. 3*, P) *Cerithium sp. 1*, Q) *Cerithium sp. 2*, R) *Turbo sp.*, S) *Epitonium sp.*, T) *Cerithiopsis sp.*, U) *Pyramidella sp.*, V) *Gastropoda sp. 4*.



Scaphododos y foraminíferos encontrados en las muestras de arena. A) *Scaphopoda sp.*, B) *Forminifero sp. 1*, C) *Gasteropoda sp.*, D) *Forminifero sp. 2*, E) *Nonionella sp. 1*, F) *Nonionella sp. 2*, G) *Globothalamea sp.*, H) *Forminifero sp. 3*, I) *Forminifero sp. 4*, J) *Forminifero sp. 5*, K) *Peneroplis sp.*, L) *Textularia sp. 1*, M) *Textularia sp. 2*, N) *Forminifero sp. 6*.



Bivalvos encontrados en las muestras de arena. A) *Arca sp.*, B) *Papyridea sp.*, C) *Gary sp.*, D) *Tellina sp.*, E) *Semele sp.*, F) *Pitar sp.*, G) *Glycymeris sp.*, H) *Tellina alternata*, I) *Bivalvia sp.*, J) *Pododesmus sp.*, K) *Sinum maculatum*, L) *Acmaea sp.*



Poliquetos, crustáceos y otros organismos encontrados en las muestras de arena. A) *Polychaeta sp. 1*, B) *Polychaeta sp. 2*, C) *Polychaeta sp. 3*, D) *Polychaeta sp. 4*, E) *Polychaeta sp. 5*, F) *Nematoda sp.*, G) *Sp. 1*, H) *Cumacean sp.*, I) *Isopoda sp. 1*, J) *Isopoda sp. 2*, K) *Amphipoda sp. 1*, L) *Eufáusido sp.*, M) *Calappidae sp.*

Análisis de la comunidad.

El Arenal o Blanquizal con mayor riqueza de especies fue el banco profundo, seguido de la Caleta 2, patrón contrario cuando se considera el número de individuos. Respecto al Banco cercano y la Caleta 1, tanto el número de especies como de individuos es muy similar.

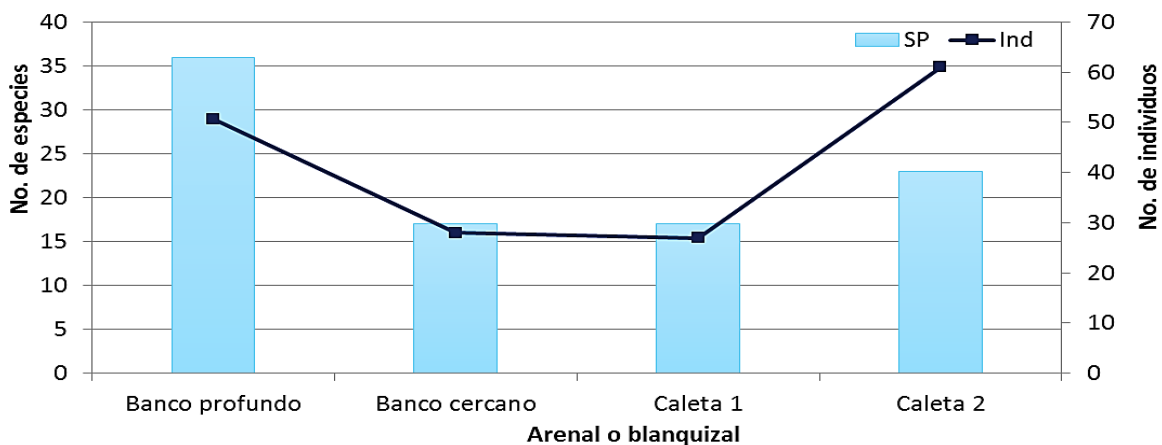


Figura IV.57. Número de especies e individuos de las especies registradas en los arenales.

La diversidad en los arenales se puede considerar normal, con pequeñas variaciones entre ellos, el más diverso conforme al Índice de Shannon-Weaver, fue el Banco profundo contrario a la registrada en la Caleta 1, en general. Lo anterior se confirma considerando que la equitabilidad en los arenales es mayor a 0.8, siendo el Banco cercano donde las especies son igualmente abundantes.

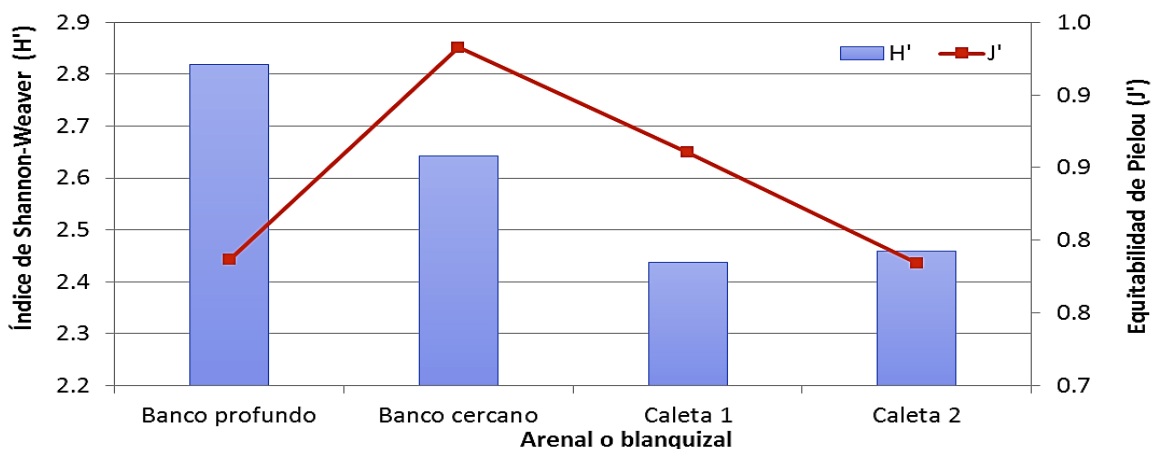


Figura IV.58. Índice de Shannon-Weaver y equitabilidad de las especies registradas en los arenales.

Los valores de diversidad de Simpson y de dominancia en los arenales son muy similares entre cada índices lo que nos confirma la diversidad en los arenales es normal y no existe una aparente dominancia estructural.

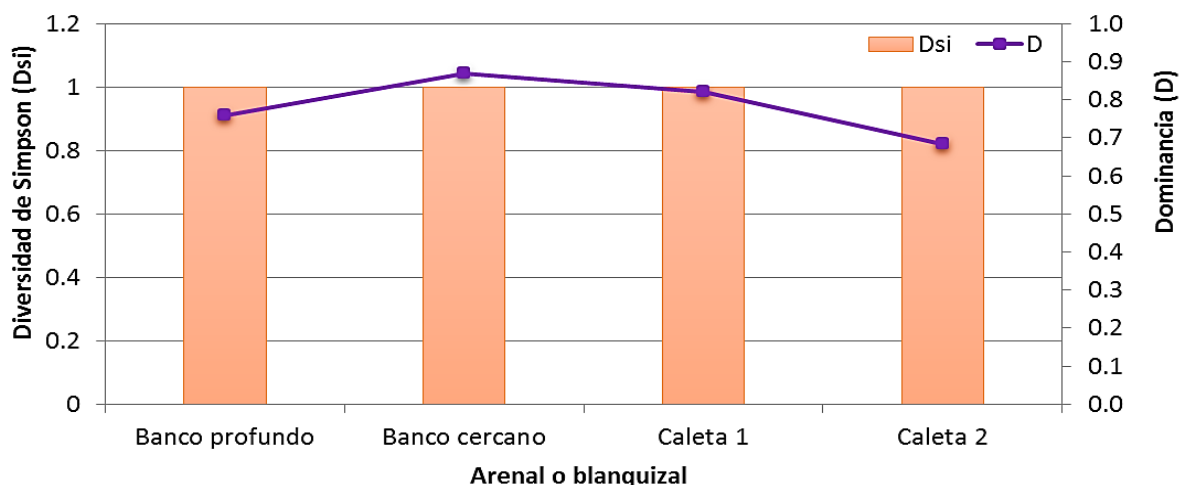


Figura IV.59. Diversidad de Simpson y Dominancia de las especies registradas en los arenales.

Especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010

De las 179 especies de corales, invertebrados, peces y vegetación terrestre registradas en el muestreo realizado al área de estudio nueve se encontraron listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, de las cuales cuatro están sujetas a protección y cinco son consideradas como amenazadas.

Tabla IV.14. Especies registradas en el área de estudio listas en la NOM-059-SEMARNAT-2010

No.	Especies	Especies	Especies
1	<i>Plexaura homomalla</i>	Coral blando	Sujetas a Protección Especial (Pr)
2	<i>Plexaurella dichotoma</i>	Coral blando	Sujetas a Protección Especial (Pr)
3	<i>Thrinax radiata</i>	Palma chit	Amenazada (A)
4	<i>Acropora cervicornis</i>	Cuerno de ciervo	Sujetas a Protección Especial (Pr)
5	<i>Acropora palmata</i>	Cuerno de alce	Sujetas a Protección Especial (Pr)
6	<i>Thrinax radiata</i>	Palma chit	Amenazada (A)
7	<i>Boa constrictor</i>	Boa	Amenazada (A)
8	<i>Pelecanus occidentalis</i>	Pelícano	Amenazada (A)
9	<i>Avicennia germinans</i>	Mangle negro	Amenazada (A)

*Solo se observaron organismos muertos llenos de algas calcareas

IV.2.2.3. MEDIO SOCIOECONÓMICO.

El Municipio de Tulum es uno de los 10 municipios del estado de Quintana Roo. Se localiza en la zona centro-norte del estado, en la llamada Riviera Maya, su cabecera es la ciudad de Tulum y su territorio fue segregado del Municipio de Solidaridad.

Población del Municipio. El área donde se localiza el sitio de estudio pertenece al municipio de Tulum, Quintana Roo. Tiene como cabecera municipal a la población de Tulum, por lo que tiene una gran afluencia de habitantes de los municipios colindantes, además de las visitas de los extranjeros por la belleza natural de sus costas y sus atractivos arqueológicos e históricos.

El censo de INEGI 2015 determina que Quintana Roo cuenta con un número de habitantes de 1,501,562, de los cuales 750,024 son mujeres y 751,538 son hombres. El estado ocupa el lugar 26 a nivel nacional por su número de habitantes. El municipio de Tulum cuenta con una población total de 32,714. Por otro lado, STPS-INEGI obtuvo en el cuarto trimestre un registro del 2016 un total de 1,636,736 habitantes en el estado de Quintana Roo, de los cuales 50.2% fueron hombres y 49.8% fueron mujeres.

El municipio de Tulum forma parte de la región denominada Caribe Norte, al oriente del Estado de Quintana Roo. De los cuatro municipios que conforman esta región, Tulum, junto con Solidaridad, son los que presentan la tasa más alta de crecimiento poblacional, que duplicó en los últimos 10 años.

Este crecimiento tan alto de la población municipal arroja una tasa media de crecimiento anual del 16.2% en el lapso comprendido entre 2000 y 2005. Por consiguiente, determina la importancia de este municipio dentro de la región y su potencial de desarrollo, tan sólo Playa del Carmen, paso de una localidad de más de 40 mil habitantes a 100 mil habitantes, igualando a la capital del Estado en sólo 5 años; la tendencia en Tulum es similar a Playa del Carmen con el incremento de su población de 6 mil habitantes a casi 15 mil habitantes en sólo 5 años (Tabla siguiente).

Tabla IV.15. Habitantes por Municipio.

MUNICIPIO	CABECERA MUNICIPAL	HABITANTES (AÑO 2010)	HABITANTES (AÑO 2015)
Cozumel	Cozumel	79 535	86 415
Felipe Carrillo Puerto	Felipe Carrillo Puerto	75 026	81 742
Isla Mujeres	Isla Mujeres	16 203	19 495
Othón P. Blanco	Chetumal	244 553	224 080
Benito Juárez	Cancún	661 176	734 626
José María Morelos	José María Morelos	36 179	37 502
Lázaro Cárdenas	Kantunilkín	25 333	27 243
Solidaridad	Playa del Carmen	159 310	209 634

MUNICIPIO	CABECERA MUNICIPAL	HABITANTES (AÑO 2010)	HABITANTES (AÑO 2015)
Tulum	Tulum	28 263	32 714
Bacalar	Bacalar	-	39 111

Fuente: http://www.cuentame.inegi.org.mx/monografias/informacion/qroo/territorio/div_municipal.aspx?tema=me&e=23

La población de Akumal, representó aproximadamente 1.1% de la población que reside en el territorio municipal, ahora territorio del municipio de Tulum. En el censo realizado en el 2010, el municipio de Tulum cuenta con una población total de 28,263 habitantes que representa el 2.13% de la población total del Estado, de los cuales 14,714 son hombres y 13,549 son mujeres. Las principales localidades de Tulum con Akumal, Chanchen Primero, Ciudad Chemuyil, Cobá y la cabecera municipal Tulum (Tabla siguiente). Sin embargo, el censo realizado en el 2015 para Tulum registró 32,714 habitantes. Por lo tanto, el municipio aumentó el 13.6% de su población en cinco años.

Tabla IV.16. Principales localidades.

Nombre	Población	Porcentaje de población municipal (%)
Tulum	18,233	64.51
Akumal	1,31	4.64
Chanchen Primero	875	3.1
Ciudad Chemuyil	1,377	4.87
Cobá	1,278	4.52
Total	23,073	81.64

Tabla IV.17. Estadísticas de Población del Municipio de Tulum, Quintana Roo.

Estadística	Municipio de Tulum	Quintana Roo
Población total, 2010	28,263	1,325,578
Población total hombres, 2010	14,714	673,220
Población total mujeres, 2010	13,549	652,358
Relación hombres-mujeres, 2010	108.6	103.2
Hogares con jefe hombre, 2010	6,053	280,790
Hogares con jefe mujer, 2010	1,429	82,276
Tamaño promedio de los hogares, 2010	3.7	3.6
Nacimientos, 2008	564	29,311
Nacimientos hombres, 2008	284	14,866
Nacimientos mujeres, 2008	280	14,445
Defunciones generales, 2009	51	4,097
Defunciones generales hombres, 2009	37	2,534
Defunciones generales mujeres, 2009	14	1,560
Tasa de mortalidad infantil, 2000	No disponible	23.6
Matrimonios, 2008	74	10,914
Divorcios, 2008	0	1,704

Por otro lado, en el censo 2010 la localidad de Chemuyil presentó con un grado de marginación bajo y un grado de rezago social localidad muy bajo. Asimismo, una población de 648 mujeres y 729 hombres, con un total de 1,377 habitantes en la ciudad.

Natalidad y mortalidad.

El notable crecimiento de la población del municipio de Tulum se refleja en una alta tasa de crecimiento media anual intercensal que entre 1990 y 1995 alcanzó, según INEGI, un 19.4% y entre 1995 y el año 2000 un 20.4%, estos porcentajes contrastan con la media estatal que para los mismos periodos alcanza un 6.5% y 5.2%, respectivamente. La alta tasa de crecimiento municipal se debe a su vez, a una alta tasa de fecundidad general, una baja tasa de mortalidad y a un elevado proceso de inmigración al municipio. Según datos presentados por el INEGI (2001), el municipio de Tulum presentó en 1995 una tasa de fecundidad general de 140.5 y de 118.3 en el año 2000 cuando a nivel estatal se alcanzaban tasas de 107.2 y 104.4, respectivamente.

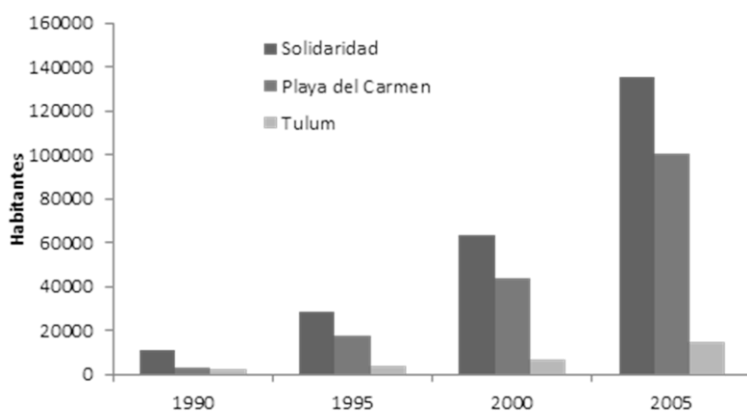


Figura IV.60. Crecimiento demográfico del municipio Tulum.

Además, presenta una tasa bruta de mortalidad para el municipio de 5.0 en 1995 y de 2.7 en el año 2000. Para tener elemento comparativo se señala que el indicador que presenta el XII Censo General de Población y Vivienda según el cual un 7.91% del total de los hijos nacidos vivos de las mujeres de 12 años y más han fallecido, mientras la media estatal es de 8.13%.

Procesos migratorios.

El Estado de Quintana Roo, cuya población total en el año 2000 era de 874,963 habitantes, es la entidad federativa que presentó el saldo neto migratorio más alto de todo el país. En efecto, 55.4% de los habitantes de Quintana Roo no nacieron en la entidad; por ello resulta interesante profundizar en los procesos migratorios y el patrón de poblamiento del Estado.

El patrón de poblamiento de Quintana Roo se ha caracterizado por una concentración-dispersión y bajas densidades poblacionales. El 85% de los poblados existentes hoy día tienen menos de 50 habitantes y en el otro extremo, el 60% de la población total vive en tres de los centros turísticos más importantes del Estado: Cancún, Playa del Carmen y Cozumel.

A finales de los años sesenta, la creación de Cancún, Municipio de Benito Juárez, como polo de desarrollo turístico, generó un punto de atracción, cuya dinámica económica lo colocó como la segunda Ciudad más importante de la Península de Yucatán. El desarrollo turístico de la zona norte de Quintana Roo ha constituido un poderoso imán creador de fuentes de trabajo y empleos provocando una permanente corriente migratoria procedente –en orden de importancia- de Yucatán, Veracruz, el Distrito Federal, Tabasco, Chiapas y Campeche.

El elemento que polariza la migración en Quintana Roo es la oferta de trabajo. De todas las entidades de la República provienen inmigrantes atraídos por el mercado de trabajo, en busca de nuevas condiciones de vida. Cozumel e Isla Mujeres fueron impulsados con la creación de Cancún y ahora se observa un fenómeno similar en Playa del Carmen, Municipio de Solidaridad: la acelerada construcción de cuartos hoteleros en el corredor turístico hacia Tulum en poco tiempo igualará la oferta turística de Cancún, para convertirse ambos en un destino único de 50,000 cuartos hoteleros.

Una de las características distintivas de Quintana Roo es la presencia de sucesivos mestizajes y la recepción de grupos colonizadores. Las corrientes migratorias no sólo han procedido del interior de nuestro país. Quintana Roo dio abrigo y recibió en forma cálida a los refugiados guatemaltecos que en la década de los ochenta ingresaron al país, ubicándolos en los campamentos de los Lirios (2,056 refugiados) y Maya-Balam (3,686 refugiados), al sur del Estado.

Por otro lado, en el 2005 salieron de Quintana Roo 51,915 personas para radicar en otra entidad, donde de cada 100 personas, 33 se fueron a Yucatán, 11 a Veracruz, 8 a Campeche, 8 a Tabasco y 6 a Chiapas. En el 2010 llegaron a Quintana Roo un total de 143,899 personas procedentes del resto de las entidades del país. Asimismo, para dicho año, de cada 100 migrantes internacionales del estado de Quintana Roo, 59 fueron a Estados Unidos.

Grupos étnicos.

Quintana Roo cuenta con una población mayor de 5 años de 173,592 que hablan alguna lengua indígena, de estos sólo el 0.05% hablan español. En el municipio de Solidaridad, hasta 1995, existía una población de 9,832 habitantes que hablan una lengua indígena y son mayores de 5 años, estos corresponden al 34% de la población total, de los que

sobresale en forma significativa la población de origen maya, etnia autóctona de la región. Quintana Roo se encuentra dentro de los estados con mayor presencia de grupos étnicos, ya que esta población equivale al 41.9% de la población total.

LENGUA INDÍGENA	POBLACIÓN	LENGUA INDÍGENA	POBLACIÓN
Tzetzal	4	Tzotzil	29
Yaqui	1	Zapoteco	22
Zoque	4	No especificada	53
Chol	5	Mixteco	2
Chontal	4	Náhuatl	35
Chontal (Tabasco)	1	Otomí	1
Maya	9,651	Popoluca	1
Mazateco	3	Totonaco	16

Fuente: INEGI 2005, Censo de Población y Vivienda.

En el año 2015 se obtuvo que los hablantes de lengua indígena de 3 años y más fueron de 17 de cada 100 personas.

Población Económicamente Activa.

La población económicamente activa en Quintana Roo equivale a 352,014 habitantes, donde el 70% son hombres y 30% son mujeres, que en conjunto representan el 40% de la población total estatal.

La estructura de población ocupada, se encuentra que 14.9% se dedicaba a la artesanía y como obreros, lo anterior es explicable dado que el corredor turístico se encuentra en franco proceso de construcción. Otro rubro donde se emplea la población son los comerciantes independientes con un 13%, seguido de trabajadores de servicios personales con 12.6%, trabajadores agropecuarios con 10.4% y oficinistas con 8.4%.

En la participación por actividad económica del 2014 se obtuvo que los sectores de actividad económica pesentaron 1% para actividades primarias, 13% actividades secundarias y 86% actividades terciaras, correspondiente al porcentaje de aportación al PIB estatal. Así pues, el sector de actividades que más aporta al PIB estatal son los servicios de alojamiento temporal y de preparación de alimentos y bebidas, generando una aportación al PIB nacional del 1.6%.

Por otro lado, en el estado de Quintana Roo la STPS-INEGI determinó que en el cuarto trimestre del 2016, la población en edad de trabajar (15 años y más) fue de 1,208,322 personas, los cuales 806,043 son población económicamente activa (PEA) y 402, 279 población económicamente inactiva (PEI), donde 62.2% fueron hombres y 37.8% fueron mujeres, y 24.8% fueron hombres y 75.2% fueron mujeres, respectivamente.

Turismo.

El crecimiento más impactante en la actividad turística de la Riviera Maya se ha dado en los últimos 6 años, cuando prácticamente duplicó su afluencia ante la puesta en operación de más de 21,105 cuartos de hotel hasta diciembre de 2002, para llegar al cierre 2005 a 28,435 cuartos hoteleros. Además, la ampliación a cuatro carriles de la carretera federal 307 en su tramo Cancún-Playa del Carmen, y el mejoramiento de la sección Playa del Carmen-Tulum lo que ha facilitado la transportación y distribución desde el aeropuerto de Cancún hasta la parte final del Corredor. La afluencia de turismo receptivo a la Riviera Maya registra la dinámica de crecimiento más alta del país, con el 31.6% promedio anual desde 1997 hasta el año 2001. El promedio ha crecido alrededor del 21%. La Riviera Maya experimenta un incremento de visitantes extranjeros debido a la amplia gama de establecimientos y servicios turísticos con grandes áreas de vegetación en sus alrededores, en comparación con Cancún, que mantiene una oferta de alojamiento y servicios con una mayor concentración de edificaciones y menos áreas de vegetación.

Comercio.

En el estado de Quintana Roo el total de personas consideradas en comercio fue de 130,102 habitantes, donde el 50.2% fueron hombres y 49.8% mujeres.

Además, 48 de cada 100 establecimientos se orientan al comercio en el estado, lo que representa 18,516 negocios, de los cuales 94.8% son micro, 3.6% pequeños, 1.2% medianos y 0.3% grandes empresas. Los establecimientos grandes concentran 20.8% del valor de la producción del sector y emplean a 15.7% del total de los trabajadores.

Servicios.

Se estima que 43 de cada 100 establecimientos se dedican a los servicios en Quintana Roo, donde los establecimientos grandes concentran el 64% del valor de la producción del sector.

Infraestructura.

Educación.

Quintana Roo cuenta con 516 escuelas para preescolar con un total de 32,267 alumnos y 1,294 profesores; 696 primarias con 127,358 alumnos y 4,437 profesores; a nivel secundaria 224 planteles con 41,476 alumnos y 2,811 profesores; 6 planteles de nivel técnico, 71 de bachillerato, 12 universitarios y 5 de postgrado.

En Cancún y en Playa del Carmen existen planteles educativos suficientes para abastecer la demanda de la población en los niveles preescolar, primaria, secundaria y bachillerato. El Estado de Quintana Roo ha realizado un notable esfuerzo en las últimas dos décadas, para disminuir el analfabetismo y elevar el grado promedio de escolaridad en Quintana Roo. En 1980 el grado promedio de escolaridad era de 2.3; en 1990 se elevó a 6.3.

Según cifras del ciclo escolar 2002-2003, el Estado de Quintana Roo ocupa el noveno lugar a nivel nacional con un grado promedio de escolaridad de 8.3 años, superior a los 7.8 de la media nacional; el analfabetismo se ha reducido a un 6.5%, también arriba de la media nacional de 8.8 y la matrícula total aumentó un 4.9%, 13 mil 315 alumnos más que en el ciclo anterior. De acuerdo a la Secretaría de Educación y Cultura estatal, el mayor crecimiento de la matrícula se dio en los municipios de Solidaridad y Benito Juárez con el 11.0 y 5.8%, respectivamente.

La localización y estado de las escuelas públicas presenta deficiencias tanto en el número de unidades, en su aspecto físico y en su equipamiento, así como en los niveles de escolaridad disponibles.

Para el 2007 Tulum contaba con: 4 jardines de niños, 2 escuelas primarias, 1 escuela secundaria, 1 preparatoria y colegio de bachilleres, un CECyT y el proyecto para construir un ICAT. El principal lugar con riqueza cultural en Tulum es la Zona Arqueológica conocida como Centro Ceremonial. Asimismo, se localizan tres bibliotecas que dan servicio a los residentes.

Salud.

Quintana Roo cuenta con un total de 199 unidades médicas, donde 13 son hospitales y 186 son unidades de consulta externa con personal médico estimado de 1,236. Además, 408 son especialistas y el resto son médicos generales.

La cobertura que ofrece este sistema es deficiente para la población que radica en Tulum, existe carencia de estos servicios, un grave problema de déficit de equipo y recursos operativos y de un servicio más especializado para la población y para turistas, ya que no existe y se tiene que recurrir a la ciudad de Playa del Carmen o Cancún. Existe un Centro de Salud, sus instalaciones son de carácter gubernamental y no existen clínicas, laboratorios, consultorios y de especialidades de carácter privado existentes. No obstante, a ellos no cuenta con ninguna unidad de salud considerada de primer nivel, sea esta pública o privada.

En la ciudad se corre un serio peligro de salud, el 30% de las viviendas no están conectadas a ningún sistema de drenaje, el 66% cuenta con fosa séptica y el 1% directamente a fosas o grietas. No obstante que se cuenta con un número considerable de

viviendas que cuentan con fosas sépticas, estas no se encuentran debidamente construidas, ya que son colocadas aprovechando grietas y cenotes, sin un sistema de cuidado para no contaminar mantos acuíferos.

Vivienda.

El uso habitacional regular es escaso en la incipiente población, apenas unas cuantas manzanas que ocupan una superficie de 8.27 hectáreas. En las que disponen de habitación para trabajadores flotantes de la industria de la construcción y turística. Son casas habitación de uno y dos niveles con muros de bloc de cemento y losas coladas con concreto armado, cartón y/o palapa. Además, la carencia de infraestructura adecuada la vivienda se ve devaluada en su calidad y desarrollo.



Servicios Públicos.

El mantenimiento del drenaje urbano se encuentra concesionado, en tanto que el ayuntamiento se encarga de la conservación y mantenimiento de parques, jardines, monumentos y espacios deportivos.

Medios de comunicación.

- a) **Vías de acceso:** El corredor turístico Cancún-Tulum abarca desde Cancún hasta el poblado de Tulum, y es comunicado por vía terrestre por medio de la carretera federal No. 307 cuyo trazo bordea la zona costera y a partir de Tulum se interna en la península hasta llegar a Chetumal. El tramo de carretera Cancún-Playa del Carmen es una autopista de cuatro carriles cada uno, lo que permite un fácil y seguro desplazamiento de los turistas hacia cualquier destino en la región. Por vía aérea, se puede arribar usando el aeropuerto internacional de Cancún localizado a aproximadamente 50 km del proyecto y por la isla de Cozumel, frente al poblado de Playa del Carmen.
- b) **Teléfono:** Existe una amplia gama de red telefónica en la cabecera municipal de donde se obtendrán líneas para el proyecto. Cabe destacar, que existe capacidad suficiente para cubrir la demanda de las obras del proyecto.
- c) **Telégrafos, correos:** En Playa del Carmen, existen oficinas de telégrafos, correos, fax y otros medios de comunicación, que cubren los requerimientos de la población total y la demanda del desarrollo.
- d) **Transporte terrestre:** Existen recorridos de autobuses de líneas comerciales locales y nacionales en los tramos de Cancún-Tulum y Cancún-Chetumal.

Vías de comunicación.

El trazo urbano de Tulum está conformado por una irregularidad en la Zona Centro, el resto se caracteriza por una red ortogonal con ejes de comunicación terrestre de norte-sur y oriente-poniente, siendo uno de los ejes primario la carretera 307, así como un crecimiento hacia el poniente sobre los terrenos del ejido. Tulum presenta dos ejes carreteros: la carretera federal 307 Chetumal-Puerto Juárez paralela al mar, y la otra perpendicular al mar que parte como camino a Punta Allen y se convierte en la carretera a Coba y Mérida. Los puntos más significativos son la carretera federal 307, por su función original de vía regional y la carretera a Coba y Mérida, por ser vía de comunicación alterna y de llegada al centro de población.

Para llegar por aire se encuentra el aeropuerto Internacional de Cancún situado a 115 km. Existe el proyecto para un segundo aeropuerto en la Riviera Maya, situado en Tulum. También, la comunicación aérea se realiza con un aeródromo para aviones de corto alcance, que hacen el servicio entre Playa del Carmen y otros centros turísticos situados a corta distancia, sobre todo Cozumel.

Para la comunicación marítima existe una terminal en Playa del Carmen con un muelle para las embarcaciones de ruta a Cozumel y para el servicio de tenders a los cruceros turísticos internacionales que llegan frecuentemente. En Punta Venado, situado a 12 km de Playa del Carmen se tiene una terminal para transbordadores que realiza la transportación de carga y pasajeros a Cozumel, además del servicio de exportación de materiales pétreos a los Estados Unidos por una empresa privada.

Centros turísticos.

La zona arqueológica se localiza a 128 km al sur de la ciudad de Cancún, en el Estado de Quintana Roo. Tulum es un Parque Nacional con 644 hectáreas de extensión. Es la ciudad Maya más grande construida en la costa, donde su nombre original fue Zama, que quiere decir "Amanecer".

La ciudad prehispánica se encuentra construida sobre un acantilado frente al Mar Caribe, sus restos se extienden seis kilómetros a lo largo de la costa. El centro de la zona está protegido por la muralla y lo forman edificios público-administrativos, cívicos y religiosos. La muralla corre por los lados norte, sur y oeste; en tanto que por el lado este limita con el mar. Por fuera de la fortificación se concentran las zonas de habitación.

También se puede hacer referencia a la llamada estructura 59 la cual muestra rasgos arquitectónicos característicos del periodo Clásico. Sin embargo, los estudios realizados hasta la fecha demuestran una ocupación más bien tardía. Se observa que la región, en general, estuvo densamente poblada para el Postclásico Tardío.

Durante su apogeo, Tulum, fungió como un importante punto costero que vinculaba el comercio marítimo con el terrestre, el cual llegó a desempeñar un papel preponderante en su economía. La fuerte actividad comercial a nivel regional como con lugares distantes se hace evidente con algunos restos arqueológicos como sílex y vasijas cerámicas de la península; obsidiana y jade de Guatemala, y cascabeles y anillos de cobre del altiplano mexicano.

IV.2.2.4. PAISAJE.

El paisaje es la calidad visual y estética de un territorio y puede identificarse como el conjunto de interrelaciones derivadas de la interacción entre geomorfología, clima, vegetación, fauna, agua y modificaciones antrópicas. Por lo tanto, para estudiarlo, se deben investigar sus elementos constituyentes y tiene diferentes formas de percepción como auditiva, visual y olfativa.

Actualmente el paisaje forma parte de la unidad turística del corredor conocido comercialmente como Riviera Maya, donde se construyen hoteles y fraccionamientos residenciales y turísticos, lo que ha modificado el paisaje, disminuyendo así su naturalidad, pero siempre buscando ofrecer una alta calidad paisajística. Para describir el paisaje del área en la cual se desarrollará el proyecto, se tomaron en cuenta los siguientes aspectos:

Visibilidad.- Considerando que el área del proyecto es en la zona de playa y área marina, la visibilidad no se verá afectada con la implementación de las obras, al contrario se proponen obras que mejoren la zona.



Figura IV.61. Vista panorámica de las bahías. A) Bahía de Chemuyil, B) Bahía de Chemuyilito.

Calidad paisajística. - El área del proyecto cuenta con elementos naturales visuales muy importantes como arena blanca y agua azul turquesa. Estas características proporcionan un fondo escénico de gran belleza natural al combinarse una serie de atributos ambientales costeros, otorgándole así una calidad de alto valor paisajístico. Este no se verá afectado con la implementación de las obras, al contrario, mejorará la estética principalmente de la zona costera.

Fragilidad visual. - El área de interés se localiza en una región muy susceptible a los fenómenos hidrometeorológicos y que ha sido afectada por estos, que han originado no solamente la transformación de las características en el paisaje terrestre (remoción de vegetación, daño a infraestructura hotelera, y vías de comunicación, etc.), sino también la erosión constante de la playa y deterioro de los arrecifes.

Residuos. - En la zona costera se observaron una gran cantidad de residuos producto del transporte de las corrientes. Llegando a observar textiles, zapatos, plásticos (bidones, recipientes alimenticios, sillas, etc.), cuerdas de barco, maderas, etc. Estos pueden producir daños a la distribución de la flora y fauna, a la población y turistas que transitan en la zona, y al quedarse en las pozas de marea su descomposición generaría una contaminación líquida al mar y subsuelo.



Figura IV.62. Residuos traídos por las corrientes a la zona costera.

Afectaciones antropogénicas.- Cabe destacar que al Norte del área de estudio y colindante al Hotel Grand Bahía Principe existe unos espigones de piedras, por lo que ya existe un elemento ajeno al paisaje y además modifica el transporte litoral de la zona.

Obras que se encuentran en la misma Unidad de Gestión Ambiental y que fueron autorizadas en su momento por la autoridad ambiental.



Figura IV.63. Impactos antropogénicos al Norte del área de estudio.

Estado actual de los arrecifes: Los arrecifes coralinos son uno de los ecosistemas más amenazados y diversos del planeta, haciendo que su conservación sea de máxima importancia global. Es por ello que se presenta información tomada de la Iniciativa Arrecifes Saludables (HRI), el cual es uno de los primeros esfuerzos a nivel mundial en desarrollar criterios de clasificación medibles para los indicadores de salud de arrecifes coralinos. El Índice de Salud Arrecifal (ISA) evalúa el estado ecológico del SAM de acuerdo con cuatro indicadores clave vitales para la estructura y funcionamiento de los ecosistemas coralinos saludables; el cambio o disminución en uno de estos indicadores puede tener un efecto cascada o dominó en todo el ecosistema. Está basado en cuatro indicadores, que se combinan y son igualmente ponderados:

- ~ La cobertura de coral: es la cantidad de superficie del arrecife cubierta por corales pétreos vivos, contribuyendo a su estructura tridimensional.
- ~ La cobertura de macroalgas carnosas: es la proporción de arrecife cubierto por dichas algas.
- ~ Los peces herbívoros: es una medida de la biomasa de importantes forrajeros de plantas que podrían crecer sobre el arrecife.
- ~ Los peces comerciales: es una medida de la biomasa de especies de peces comercialmente importantes para la población.

Tabla IV.18. Índice de Salud Arrecifal (ISA).

Indicadores	Muy Bien (5)	Bien (4)	Regular (3)	Mal (2)	Crítico (1)
Cobertura de coral (%)	≥ 40	20.0 – 39.9	10.0 – 19.9	5.0-9.9	< 5
Cobertura de Macroalgas (%)	0-0.9	1.0 –	5.1-12.0	12.1-25	> 25.0

Indicadores	Muy Bien (5)	Bien (4)	Regular (3)	Mal (2)	Crítico (1)
		5.0			
Peces herbívoros clave (g/100 m ²)	≥ 3480	2880–3479	1920–2879	950–1919	< 960
Peces comerciales clave (g/100 m ²)	≥ 1680	1260–1679	840–1259	420–839	< 420

De acuerdo a los reportes de 2008 y 2012, para el área de estudio los arrecifes frente a la Bahía de Chemuyil y Bahía de Chemuyilito se encuentra en mal estado, lo que significa una cobertura de coral baja, un porcentaje de coberturas de alga considerable y peces herbívoros y comerciales de tamaño pequeño.

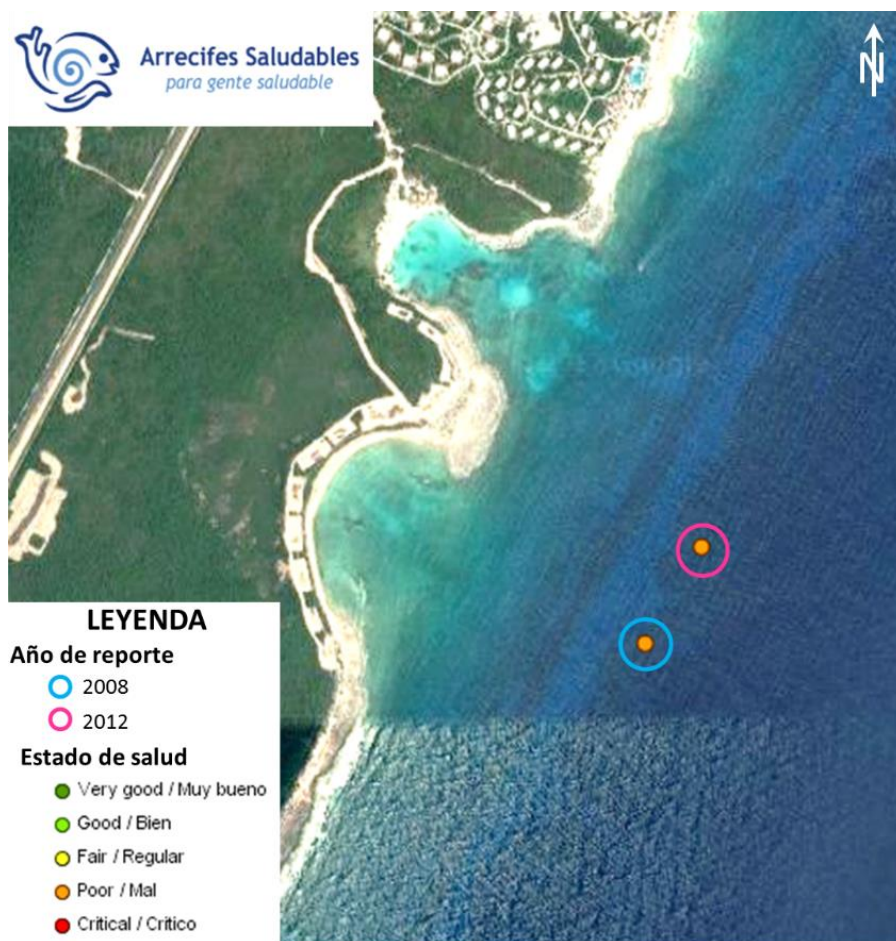


Figura IV.64. Estado del arrecife en el área de estudio, información de Arrecifes Saludable.

De acuerdo con Gómez-Orea (1999) implica medir primero aquello que se desea valorar y traducir luego esa medida a un valor, para medir hace falta una unidad de medida y un método, para valorar se requiere unos niveles de referencia, que en este caso serán en

los casos aplicables las Normas Oficiales Mexicanas, Reglamentos y otros instrumentos legales aplicables. Para valorar el medio físico, se puede considerar entre otros factores los siguientes:

- Valor ecológico, que incluye el grado de contaminación en sentido físico (materiales o energía) y biológico (presencia de fauna y flora exótica).
- Valor paisajístico, que considera la percepción sensorial tanto positiva como negativa.
- Valor productivo, que considera la capacidad en cuanto a recursos.
- Valor científico-cultural, que se refiere a las características propias y que sean relevantes para la ciencia o la cultura.

Por otra parte, los factores del medio físico y biológico se pueden valorar desde dos puntos de vista: como recurso y/o como receptor, tal es el caso del agua, el suelo, la flora, etc. Los factores pueden ser valores utilizando dos escalas: de proporcionalidad y de orden o semánticas. La primera se subdivide en Directamente Cuantificable, utilizando unidades de medida más o menos convencionales (p.e. para el ruido en dB, para la erosión en cantidad de material desplazado por unidad de superficie, etc.) e indirectamente cuantificable para los cuales no hay una medida convencional y se recurre a indicadores (índice metropolitano de calidad del aire). Por otra parte, las escalas de orden semánticas se refieren a aspectos cualitativos, cuya escala no es proporcional. Los criterios utilizados en el presente estudio para la valoración de los diferentes factores son los siguientes:

Normativos. Son aquellos que se refieren a aspectos que están regulados o normados por instrumentos legales o administrativos vigentes tales como Normas Oficiales Mexicanas para regular descargas de aguas residuales, emisiones a la atmósfera, etc.

Rareza. Este indicador hace mención a la escasez de un determinado recurso y está condicionado por el ámbito espacial que tenga en cuenta (por ejemplo: ámbito local, municipal, estatal, regional, etc.). Se suele considerar que un determinado recurso tiene más valor cuando más escaso sea.

Naturalidad. Estima el estado de conservación de las biocenosis e indica el grado de perturbación derivado de la acción humana. Este rubro adolece del problema de que debe definirse un “estado sin la influencia humana”, lo cual implica considerar una situación “ideal y estable” difícilmente aplicable a sistemas naturales.

Este criterio debe usarse con precaución en sitios donde hay influencia humana desde tiempos remotos, considerando que lo producido por el hombre puede ser muy valioso. En este caso parece razonable valorar alto y positivo lo natural, que no significa valorar bajo y negativo lo artificial.

Grado de aislamiento. Mide la posibilidad de dispersión de los elementos móviles del ecosistema y está en función del tipo de elementos a considerar y de la distancia a otras zonas de carácter similares. Se considera que las poblaciones aisladas son más sensibles a los cambios ambientales, debido a los procesos de colocación y extinción por lo que poseen mayor valor que las poblaciones no aisladas.

Calidad. Este parámetro se considera útil especialmente para problemas de perturbación atmosférica, del agua y suelo. Se refiere a la desviación de los valores identificados versus los valores “normales” establecidos, bien sea de cada uno de los parámetros fisicoquímicos y biológicos, como del índice global de ellos. Se debe considerar que los valores por debajo de los límites máximos permitidos las calificaciones más altas, y en caso de rebasarlos lo más cercanos a este tendrán las calificaciones más altas.

Representatividad. Es la capacidad de representar a espacios o comunidades más amplias que el ámbito estudiado. Es un criterio utilizado para identificar los espacios a proteger de tal manera que se encuentre representada en ellos la diversidad ambiental en un ámbito determinado (local, municipal, estatal, regional, etc.). Se utiliza en el sentido de valorar más lo que es más representativo (Gómez Orea, 1999).

Fragilidad. Se entiende como susceptibilidad al deterioro derivado de los cambios introducidos en las variables ambientales. Un espacio frágil se degrada con facilidad y se recupera con dificultad, por lo que se le atribuye mayor valor (Gómez Orea, 1999). Considerando los criterios antes citados y seis factores ambientales, que fueron seleccionados como los más representativos desde la perspectiva ambiental del sitio, se obtiene la matriz de interacción que se muestra en la siguiente tabla. Es importante señalar que no hay interacción entre todos los factores y criterios seleccionados. A continuación, se presenta la matriz de los criterios aplicables para el proyecto:

Matriz de interacción de factores ambientales vs criterios.

Factor Ambiental	Normatividad	Diversidad	Rareza	Naturalidad	Aislamiento	Calidad	Representatividad	Fragilidad
Agua	X		X	X	X	X	X	X
Atmósfera	X			X		X		X
Suelo	X			X	X	X	X	X
Fauna	X	X	X	X	X	X	X	X
Flora	X	X	X	X	X	X	X	X
Paisaje		X		X	X	X	X	X

Para calificar a cada uno de los factores ambientales seleccionados se les asignó una condición, la cual se le relacionó con una cierta calidad ambiental (calificación que se distribuye en un intervalo de 0 a 1, siendo cero la condición más desfavorable y uno de la condición óptima.

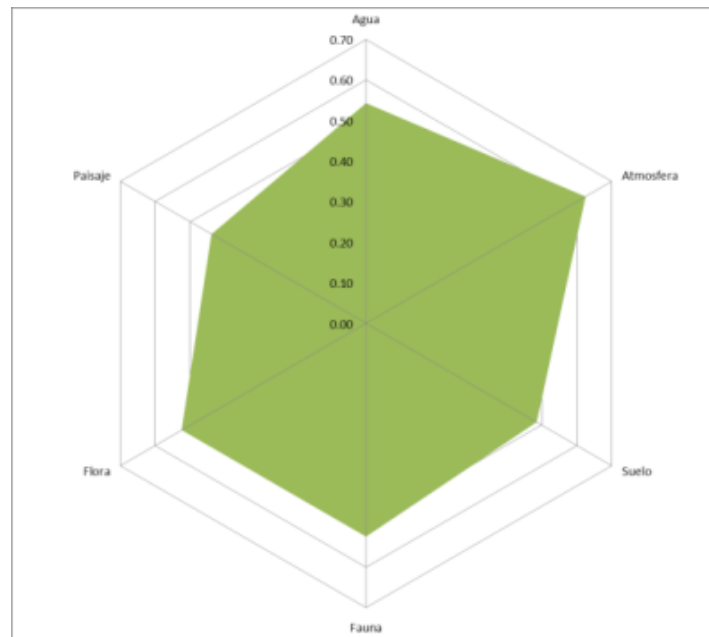
Factor	Condición	Calidad ambiental (calificación)
Normatividad	No existe	0
	Parcial	0.5
	Completa	1
Diversidad	Cero	0
	<=4	0.6
	>=4	1
Rareza	Nula	0
	Muy baja	0.2
	Baja	0.4
	Media	0.6
	Alta	0.8
	Muy Alta	1.0
Naturalidad	Nula	0
	Muy baja	0.2
	Baja	0.4
	Media	0.6
	Alta	0.8
	Muy Alta	1
Aislamiento	Nulo	0.0
	Bajo	0.3
	Medio	0.6
	Alto	1
Calidad	Nula	0
	Muy baja	0.2
	Baja	0.4
	Media	0.6
	Alta	0.8
	Muy Alta	1
Representatividad	Nula	0
	Muy baja	0.2
	Baja	0.4
	Media	0.6
	Alta	0.8
	Muy Alta	1

Factor	Condición	Calidad ambiental (calificación)
Fragilidad	Nula	0
	Muy baja	0.2
	Baja	0.4
	Media	0.6
	Alta	0.8
	Muy Alta	1

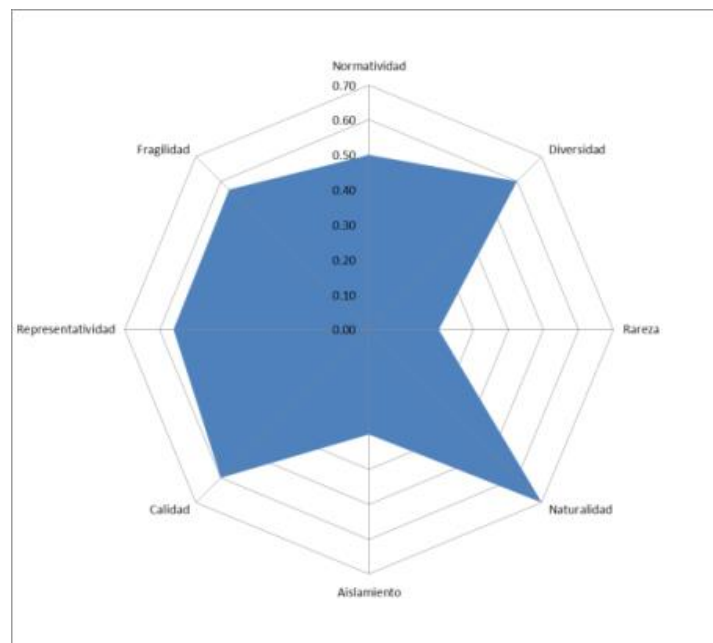
Para el caso de la Diversidad se consideró que su relación es lineal y se obtuvo la ecuación de la recta que la determina, la cual es la siguiente: $\text{Calidad ambiental} = \text{Diversidad}/4$. Calificando cada uno de los siguientes factores en los criterios, donde existe interacción se obtienen los resultados que se muestran en la tabla siguiente.

Factor Ambiental	Normatividad	Diversidad	Rareza	Naturalidad	Aislamiento	Calidad	Representatividad	Fragilidad
Agua	0.5		0.2	0.8	0.3	0.8	0.8	0.4
Atmósfera	0.5			1		0.8		0.2
Suelo	0.5		0.2	0.6	0.3	0.4	0.4	1
Fauna	0.5	0.6	0.2	0.6	0.3	0.6	0.6	0.8
Flora	0.5	0.6	0.2	0.6	0.3	0.6	0.6	0.8
Paisaje		0.6		0.6		0.4	0.4	0.2

Con los datos obtenidos al calificar cada uno de los factores, se obtuvo un promedio aritmético tanto para los factores como para los criterios y se construyeron las siguientes gráficas. Estos promedios deben ser tomados con cierta cautela, ya que al ser aritméticos no se considera el peso específico de cada uno de ellos.



Como puede observarse en la tabla anterior y sus gráficas correspondientes, la mejor calidad ambiental promedio es para el agua y la atmósfera, por su parte, la calificación promedio obtenida para **suelo, paisaje, flora y fauna, indican que el recurso está impactado, debido a la presión humana ejercida**. Por otra parte al analizar la calidad ambiental promedio para cada una de los criterios se observa que la mayor calificación fue para **naturalidad, calidad y diversidad**, no se encuentran muy impactados. La menor calidad ambiental fue para el aislamiento, principalmente a la zona del proyecto.



Por lo que se considera desde la perspectiva ambiental, la calidad paisajística puede ser calificada como de valor **medio alto**, ya que si bien se ha perdido cierta naturalidad, la conjunción de las componentes ambiental y arquitectónica que inciden en la zona, crean un espacio que se reconoce como un punto focal más en el litoral cancenense, por lo que, dada la vulnerabilidad de la zona, será indispensable que las obras que se realicen conjuguen e integren elementos y estructuras que garanticen el mantenimiento de la calidad que ahí se percibe.

IV.3 DIAGNÓSTICO AMBIENTAL.

Las playas constan de una delgada franja de arena que se encuentra inestable al paso de tormentas estacionales y extraordinarias, y también ha sufrido cierto grado de erosión, estos lotes cuentan con el potencial de promover el desarrollo turístico, siendo necesario generar un proyecto de mejoramiento de playas y estabilización de línea de costa.

Desde hace muchos años, el hombre ha buscado la manera de duplicar los efectos que sobre la costa tienen estructuras como arrecifes de coral. Es fácil apreciar que estas estructuras fomentan la sedimentación de arena en su zona protegida, generando la formación de playones calmos y atractivos. Imitando los procesos anteriores es posible regenerar litorales erosionados por el efecto de oleaje de gran intensidad, o recrear de forma artificial las condiciones necesarias para la acumulación y estabilidad de la arena en la playa. Es entonces que después de analizar diferentes alternativas, acomodos y rumbos para los Arrecifes Artificiales (AA), evaluando su costo-beneficio, se eligió la construcción de 5AA.

Es bien sabido que la economía del desarrollo y de la zona de Cancún en general depende en buena parte de la imagen de sus playas, por lo que es importante llevar a cabo un proyecto de mejoramiento y estabilización de las mismas, motivo por lo cual se consideró la construcción de la duna artificial y la inyección de arena como medida para acelerar el crecimiento de la playa y que esta sea aprovechada a corto plazo.

Para la extracción de arena se ha encontrado un banco de arena frente a la playa, uno se encuentra sobre el canal de navegación y otro a aproximadamente 800 metros de distancia.

Finalmente, es importante mencionar que el área donde se colocaran las estructuras de remediación y rehabilitación, se encuentra prácticamente desprovistas de vegetación y fauna. La zona donde se instalarán los arrecifes artificiales, consiste básicamente es un arenal situado entre 65 a 130 metros de distancia de la orilla, y que se extiende hasta los 200 a 300 metros de distancia de la orilla. Este arenal tiene una baja cobertura biológica, en particular de algas verdes, con eventual presencia de pastos marinos *Syringodium filiforme* esparcidos por desuniformemente.

De los grupos taxonómicos registrados se observaron 17 corales escleractinios, 16 gorgonáceos, 24 invertebrados, 40 macroalgas y cianofitas y 31 peces. El mayor número de especies correspondió a las macroalgas y cianofitas con un 31.25% del total.

En el caso de las zonas donde se desarrolla el vertido arena y la instalación de la duna artificial, se encuentra completamente desprovista de vegetación, éste corresponde a la franja delgada de área, que se encuentra actualmente en la zona de playa.

En términos generales, puede afirmarse que el sitio del proyecto se encuentra en regular estado de conservación, que ha tolerado los efectos de las actividades humanas diversas. Aunque el sistema ha tolerado el incremento de contaminantes producto de la deficiente infraestructura urbana y cultura ambiental de propios y extraños, es necesario controlar y revertir la problemática ambiental, para evitar que ello llegue a incidir de manera negativa en la afluencia turística de la zona, representados por la erosión que ejercen una presión constante sobre el sistema ambiental local, impactando de tal manera que el lugar va perdiendo gradualmente su calidad y belleza, factores que, individualmente y en su conjunto, degradan la imagen de esta localidad turística, razones que hacen necesaria la implementación de acciones que tiendan a mejorar el entorno en el cual se prestan servicios turísticos. En este contexto, es que se proyecta la rehabilitación y mejoramiento del sitio para con ello en lo posible, lograr tanto la satisfacción de visitantes y turistas y restablecer las condiciones originales de la zona de playa. En la siguiente tabla se muestra los indicadores ambientales del municipio.

Agua potable	<ul style="list-style-type: none"> • Su principal fuente de abastecimiento del agua es proporcionada por el Municipio. • El abastecimiento de agua potable es bueno. • La calidad del agua es buena. • El municipio tiene un organismo operador del agua.
Agua residual	<ul style="list-style-type: none"> • Se cuenta con un sistema de drenaje y alcantarillado.
Suelo	<ul style="list-style-type: none"> • El municipio se encuentra regulado por un ordenamiento territorial. • El municipio se encuentra regulado por un plan municipal. • Su principal uso de suelo es turístico.
Aire	<ul style="list-style-type: none"> • El municipio cuenta con una buena calidad del Aire. • Existen algunos problemas provocados por el humo de vehículos.
Residuos sólidos	<ul style="list-style-type: none"> • Cuentan con un relleno sanitario, así como como con un sistema de recolección, transporte y disposición de residuos sólidos municipales (basura). • Cuentan con un sistema de recolección, transporte y disposición de residuos como aceite motor gastado, material de hospital, residuos biológicos.

V. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES Y MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES.

V.1. INDICADORES AMBIENTALES.

Metodológicamente, los pasos a seguir para la identificación y evaluación de los impactos ambientales que podría generar la ejecución del proyecto son:

- El análisis de la información utilizada para la caracterización y diagnóstico ambiental del proyecto, para determinar los indicadores ambientales o de estado.
- Determinación de las relaciones causa-efecto entre las acciones y los factores del medio, para determinar indicadores de presión.
- Definición de área de influencia y posterior descripción y estudio del mismo.
- Elaboración de matrices de efectos y de la matriz de importancia.
- Determinación de la magnitud del impacto sobre cada factor.
- Estimación cuantitativa de impactos sobre los factores del medio y valoración final de los impactos que la actividad produce en su conjunto.
- Conclusiones

V.1.1. METODOLOGÍA PARA IDENTIFICAR Y EVALUAR LOS IMPACTOS AMBIENTALES.

Así pues, con la finalidad de determinar los indicadores de presión del proyecto denominado **Mejoramiento y Estabilización de las zonas de Playa y Marina de las bahías de Chemuyil y Chemuyilito**, sobre el sistema ambiental se consideró la metodología del modelo Presión Estado Respuesta (PER), promovido por la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE, 1977). A continuación, se realizará una breve descripción del método de Presión Estado Respuesta, también llamado modelo llamado PER, misma que comprende tres tipos de indicadores ambientales, que son:

- Indicadores de presiones ambientales causadas por el hombre.
- Indicadores de las condiciones o calidad del ambiente y los recursos naturales.
- Indicadores de las respuestas de la sociedad a las presiones sobre el ambiente.

El modelo PER se basa en las causas que dan origen a la situación, presupone relaciones de acción y respuesta entre la actividad económica y el medio ambiente, y trata de responder preguntas simples como:

¿Qué está afectando el ambiente?

¿Cuál es el estado actual del medio ambiente?

¿Qué estamos haciendo para mitigar o resolver los problemas ambientales?

Los indicadores de presión describen las presiones ejercidas sobre el ambiente por las actividades humanas. Estos indicadores se clasifican en dos grupos: de presión directa y de presión indirecta sobre el ambiente. Los primeros corresponden a las externalidades creadas por las actividades humanas, por ejemplo, el volumen de residuos generados y la emisión de contaminantes atmosféricos. Los segundos corresponden a tendencias en las actividades que crean externalidades ambientales, por ejemplo, las características de la planta vehicular e industrial (OCDE, 1996; Salazar, 1999).

Los indicadores de estado se refieren a la calidad del ambiente, así como a la cantidad y estado de los recursos naturales. Este tipo de indicadores incluye los efectos a la salud de la población y a los ecosistemas causados por el deterioro de la calidad ambiental. Finalmente, los indicadores de respuesta presentan los esfuerzos realizados por la sociedad o por las autoridades para reducir o mitigar la degradación del ambiente. Estos indicadores son de los que menos avance se tiene, ya que la complejidad de medir cuantitativamente cómo una acción de respuesta contribuye a la solución de un problema ambiental (SEMARNAP, 1999).

Es importante mencionar que la metodología PER será adaptada en el presente estudio para caracterizar a los efectos negativos, misma que puede ser de utilidad para determinar los indicadores ambientales de éxito del proyecto. El método que se aplicó se muestra en la figura siguiente.

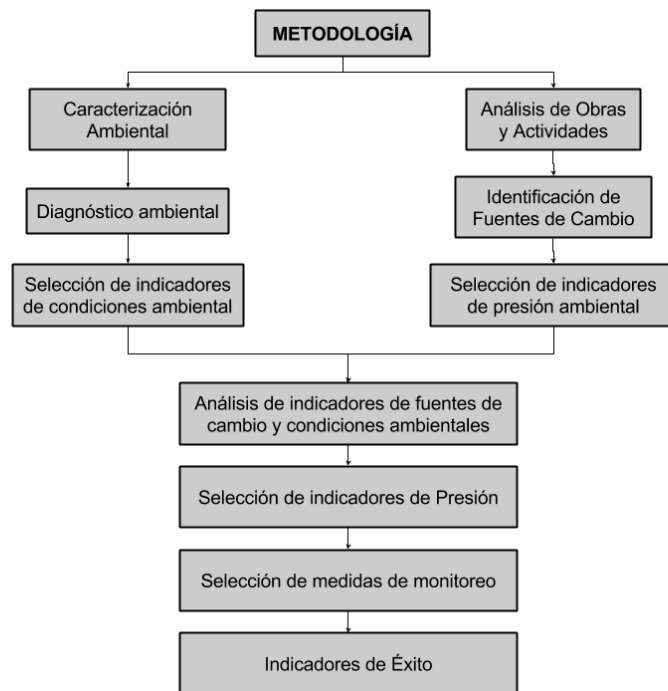


Figura V.1. Diagrama de Flujo del método utilizado para la determinación de indicadores.

V.2. CLASIFICACIÓN DE LOS INDICADORES POR NIVELES.

El Instituto de Recursos Internacionales (*WRI por sus siglas en inglés*), propone para la determinación de los indicadores, dividirlos en tres tipos (Hammond *et al.*, 1995):

- *Los que analizan la oferta ambiental: permiten detectar la existencia de recursos.*
- *Los que analizan la sensibilidad o vulnerabilidad ambiental: detectan procesos de degradación ambiental.*
- *Los que analizan la producción: establecen los problemas de rendimiento cuando se analizan los procesos naturales con base en recursos naturales.*

Asimismo, para la determinación de indicadores, se tomó en cuenta las recomendaciones que propone la OCDE (1996), los cuales deben de tener características que les permitan ser funcionales, entendibles y aplicables a cuestiones prácticas:

- *Proporcionar una visión de las condiciones ambientales, presiones ambientales o respuestas de la sociedad.*
- *Ser sencillo y fácil de interpretar y capaz de mostrar las tendencias a través del tiempo.*
- *Ser aplicable a escala nacional o regional, según sea el caso.*
- *Proporcionar una base para las comparaciones internacionales.*
- *Debe existir un valor de referencia contra el cual se pueda comparar el valor del indicador, facilitando así su interpretación en términos relativos.*
- *Debe tener congruencia teórica y consistencia científica.*
- *Debe basarse en consensos internacionales.*
- *Debe ser capaz de relacionarse con modelos económicos.*
- *Los datos utilizados deben generarse con una "razonable" relación costo/beneficio.*
- *Los datos utilizados deben ser de calidad, estar bien documentados y validados*
- *Los datos utilizados deben poder actualizarse a intervalos regulares.*

De acuerdo a las características de los indicadores, se establece un orden jerárquico, el cual discrimina las relaciones entre las categorías establecidas, y permite determinar la tipología del ecosistema, manifestándose por la interacción de indicadores a diferentes niveles (Salazar, 1999):

Indicadores de Tercer Nivel. Son los indicadores macros: abióticos, bióticos y socioeconómicos; son conocidos como subcomponentes del sistema ambiental.

Indicadores de Segundo Nivel. Son indicadores que definen patrones de importancia en el área estudiada y agrupan indicadores específicos de primer nivel, son conocidos como los diferentes factores de cada uno de los subcomponentes. Los indicadores de segundo nivel

son: medio geológico, medio geomorfológico, medio climatológico, medio hidrológico, medio edáfico, vegetación, fauna, medio social, medio económico, medio cultural, medio demográfico y medio paisajístico.

Indicadores de Primer Nivel o Específicos. Son cuantificables y calificables, se caracterizan porque determinan patrones espaciales y funcionales de los ecosistemas, definiendo unidades ecológicas y de paisaje. A estos indicadores se les debe hacer un análisis de influencia - dependencia, con el objeto de identificar cuáles son los más importantes y cuáles son los más vulnerables dentro del ecosistema.

La siguiente tabla esquematiza los tres niveles a los que se ha hecho referencia, partiendo de los componentes o indicadores de tercer nivel hasta llegar a los indicadores específicos o de primer nivel:

COMPONENTES (NIVEL III)	FACTORES (NIVEL II)	INDICADORES (NIVEL I)
Medio Abiótico	Suelo/Sustrato marino	Condiciones geomecánicas. Sedimentación/Suspensión.
	Agua	Temperatura. Sólidos Totales.
	Aire	Niveles de NO _x . Niveles de CO ₂ .
Medio Biótico	Flora	Índice de diversidad. Biomasa. Abundancia.
	Fauna	Índice de diversidad. Distribución.
Socioeconómico	Medio Cultural	Escolaridad.
	Nivel de vida	Salarios básicos. Vivienda.

Estableciendo los indicadores para cada factor y para cada componente, las unidades de medida quedan automáticamente definidas y delimitadas en virtud de la definición del propio indicador.

Existen diferentes métodos para poder determinar qué indicadores son los que tienen una mayor influencia en el medio en estudio (matriz del ecosistema, análisis influencia-dependencia, etc.), sin embargo, en todos los casos se requiere que esta información esté sustentada en valores cuantificables, con una metodología estandarizada y que se cuente con la información base, que permita realizar un seguimiento durante la realización y operación del proyecto en estudio (Salazar, 1999).

Considerando lo anterior, es que el presente estudio, tanto en su fase de diagnóstico como de identificación y evaluación de impactos ambientales, considera indicadores de Nivel II (Salazar, 1999) basados, tanto en la información medioambiental como

socioeconómica del medio, pasando posteriormente a indicadores de Nivel I dentro de la misma metodología de Evaluación de Impacto Ambiental.

Los indicadores Nivel II nos permitirán tener una base comparativa con el diagnóstico del medio ambiente realizado, mientras que los indicadores de Nivel I proporcionarán un escenario o un esquema más fino de los posibles efectos del proyecto y permitirán en consecuencia proponer parámetros confiables de control y monitoreo durante la operación del proyecto en estudio.

V.2.1. INDICADORES DE IMPACTO Y DE CAMBIO CLIMÁTICO.

A continuación, se señalan los principales indicadores seleccionados para la presente Evaluación de Impacto Ambiental:

Físicos y químicos.

- **Aguas marina, superficial y subterránea:** Para estos, se consideran la contaminación del agua, debido al aporte de terraginos y derrames de combustibles durante las etapas de construcción y de operación.
- **Atmósfera:** Cantidad de emisiones generadas a la atmósfera durante las etapas de construcción y de operación.
- **Suelo/Sustrato marino:** Para este caso se consideran todos aquellos eventos que puedan afectar el suelo, como la compactación, la erosión y la posible contaminación del mismo. Asimismo, se considera la compatibilidad del uso del suelo con el proyecto propuesto.
- **Ruido:** Se consideran básicamente dos indicadores de evaluación, la intensidad y la duración, para este caso solo en la etapa de construcción del proyecto.

Biológicos.

- **Flora y Fauna:** Para ambos casos, se consideran tres indicadores de evaluación. La diversidad, referida al número de especies totales, y la cual en ocasiones puede ser evaluada numéricamente mediante el Índice de Shannon; la distribución, en donde se tomará en cuenta si el proyecto evaluado influirá en ésta, cortando corredores naturales o segmentando la zona en estudio, entre otros aspectos; y la abundancia referida al número de individuos totales.

Socio-económicos y culturales.

Dentro de este rubro, se consideran cinco indicadores de manera aislada, los cuales consideramos pueden permitirnos evaluar el impacto generado:

- **Paisaje:** Si bien es un Criterio bastante subjetivo, en ocasiones en donde el medio natural se mantiene en buen estado de conservación, permite tener un elemento de control o de referencia hacia el diseño arquitectónico del proyecto.
- **Vivienda:** En lo particular en el área de ubicación del proyecto, no se encuentran asentamientos urbanos, dado que pertenece a una zona industrial donde solo se ha establecido el recinto aduanal, el análisis se realizará en función de la repercusión de la superficie del recinto.
- **Servicios:** Como se ha venido comentando se ha mencionado el proyecto se encuentra en una zona industrial bien delimitada, por lo que los servicios que el proyecto genere serán principalmente al alcance y suministro de gas a nivel puntual y regional, así como en la mejora de los precios en la transportación.
- **Empleo:** Este Criterio es de tipo directo hacia el proyecto en sus diferentes fases.
- **Patrimonio:** Se refiere a la evaluación de si el proyecto en evaluación, representará un beneficio o bien común hacia la comunidad que se dirige.

Para evaluar la importancia de los impactos que se derivarán del proyecto, se aplicaron para el presente estudio los Criterios que proponen Conesa–Vitora (1993), así como su técnica, misma que se describe a continuación:

Naturaleza (Na): Considera si el impacto es negativo (-), positivo (+) o neutro.

Intensidad (I): Grado de incidencia de la acción sobre el factor, en el ámbito específico en que actúa. (Los valores pueden estar comprendido entre 1 a 12).

- Baja (1).
- Media (2).
- Alta (4).
- Muy alta (8).
- Total (12).

Efecto (Ef): Se refiere a la relación causa efecto, o sea a la forma de manifestación del efecto sobre un factor como consecuencia de una acción.

- Indirecto (secundario) (1).
- Directo (4).

Extensión (Ex): Área de influencia teórica del impacto en relación con el entorno de la actividad.

Si la acción produce un efecto muy localizado, se considerará que el impacto tiene un carácter puntual (1). Si por el contrario tiene una influencia generalizada el impacto será total (8), considerando situaciones intermedias, como impacto parcial (2). Extenso (4) Si el efecto se produce en un lugar crítico se le atribuirá un valor de 4 unidades más por encima del que le corresponde.

Momento (Mo): Plazo en que se manifiesta el impacto. Alude al tiempo que transcurre entre la aparición de la acción y el comienzo del efecto.

- Largo plazo (1).
- Mediano plazo (2).
- Inmediato (4).
- Crítico (4).

Persistencia (Pe): Se refiere al tiempo en que permanecerá el efecto desde su aparición y, a partir del cual el factor afectado retornaría a las condiciones iniciales previas a la acción produce.

Fugas (menor a un año), el valor es de (1).

Temporal, si dura entre 1 y 10 años, se le asigna un valor de (2).

Permanente si la duración del efecto es superior a los 10 años, el valor es de (4).

Reversibilidad (Rv): Es la posibilidad de que, una vez producido el impacto, el sistema afectado pueda volver a su estado inicial, ya sea de manera natural o aplicando medidas de mitigación.

Corto plazo, se le asigna un valor (1).

Medio plazo (2).

Irreversible o reversible hasta el abandono del proyecto, le asignamos el valor (4).

Recuperabilidad (Rc): Se refiere a las posibilidades de reconstrucción, total o parcial, del factor afectado como consecuencia del proyecto, es decir, la posibilidad de retomar a las condiciones existentes previas a la actuación; por medio de la intervención humana (introducción de medidas correctivas).

- Recuperable de manera inmediata, se le asigna valor de (1).
- Recuperable a mediano plazo se le asigna valor de (2).
- Mitigable, toma un valor de 4.
- Irrecuperable (alteración imposible de reparar por la acción natural, como por la humana, se da el valor de (8).

Periodicidad (Pr): La periodicidad se refiere a la regularidad de manifestaciones del efecto, bien sea de manera cíclica o recurrencia (efecto periódico), de forma impredecible en el tiempo (efecto irregular) o constante en el tiempo (efecto continuo).

- Irregular o aperiódico y discontinuo (1).
- Periódico (2).
- Continuo (4).

Sinergia (Si): Este atributo contempla el reforzamiento de dos o más efectos simples.

- Sin sinergismo simple el valor se torna en (1),
- Sinérgico (2).
- Altamente sinérgico (3).

Acumulabilidad (Ac): Es el incremento progresivo de la manifestación del efecto.

Cuando una acción no produce efectos acumulativos, se valora como (1);

Si el efecto es acumulativo el valor es de (4).

Magnitud o Importancia (Ma): De acuerdo a los Criterios antes señalados y una vez realizada una lista de verificación "Check list", así como una matriz general de impactos ambientales (ver siguiente tabla) se procede a la aplicación del siguiente algoritmo:

$$Ma = +/- (3i + 2Ex + Mo + Pe + Rv + Si + Ac + Ef + Pr + Rc).$$

Es importante mencionar que las fuentes de cambio variarán conforme las etapas del desarrollo del proyecto, no obstante, lo anterior a continuación se señalan los principales indicadores de presión, que podrían servir para medir el nivel de impacto por el presente proyecto:

Tabla V.1. Indicadores de Presión del proyecto.

ACTIVIDAD	PRINCIPALES FUENTES DE CAMBIO	INDICADOR
Retiro de vegetación en playa y en fondo marino.	Remoción de vegetación y colocación de estructuras y tubería.	Porcentaje de superficie alterada.
Construcción de obra civil.	Cambios de batimetría por trabajos de nivelación.	Modificación de niveles naturales.
	Impermeabilización y/o erosión en áreas donde se realice obras.	Porcentaje de superficies afectadas. Cambios en la frecuencia y número de anidaciones de tortugas marinas.
	Cambios en el paisaje.	Perdida de la vegetación terrestre y marina.
	Generación de residuos sólidos.	Volúmenes de residuos producidos.
	Generación de aguas residuales.	Volúmenes y calidad de residuos producidos.
	Generación de ruido.	Nivel de ruido (decibeles)
	Generación de Polvo.	Producción de polvo (Partículas suspendidas).
	Emisiones a la atmósfera por fuentes móviles.	Volumen de contaminantes Criterio, GEI y tóxicos, generados
Operación de Proyecto.	Generación de residuos sólidos.	Volúmenes de residuos producidos.
	Generación de aguas residuales.	Volúmenes y calidad de residuos producidos.
	Intensidad de aprovechamiento por huéspedes y turistas.	Número de usuarios.

Los indicadores de estado y de presión antes señalados se utilizarán para determinar de manera cuantitativa, cuál podría ser el nivel de impacto que alcanzará el proyecto en el sistema ambiental.

Los indicadores de respuesta en esta manifestación corresponderán propiamente a las medidas de control de impactos ambientales que se propongan y dependerán del seguimiento que se establezca para determinar el éxito ambiental del proyecto.

A continuación, se exponen los Criterios y las técnicas que se usaron para establecer la magnitud de importancia de los impactos ambientales, que podría alcanzar cada una de las actividades y de obras en el sistema ambiental. Ejemplo de Tabla **“check list”** y de evaluación de la magnitud de impacto.

Tabla V.2. Ejemplo de Tabla “check list” y de evaluación de la magnitud de impacto.

Indicador					
Impacto	Negativo (-)	Neutro	Positivo (+)		
Extensión (Ex)	Puntual (1)	Parcial (2)	Extenso (4)	Total (8)	Crítico (+4)
Persistencia (Pe)	Fugaz	Temporal	Permanente		
Sinergia (Si)	Sin sinergismo (simple) (1)	Sinérgico (2)	Muy sinérgico (4)		
Efecto (Ef)	Indirecto (1)	Directo (4)			
Recuperabilidad (Rc)	Inmediata (1)	A mediano plazo (2)	Mitigable (4)	Irrecuperable (8)	
Intensidad (In)	Baja (1)	Media (2)	Alta (4)	Muy alta (8)	Total (12)
Momento (Mo)	Largo plazo (1)	Mediano plazo (2)	Inmediato (4)	Crítico (4)	
Reversibilidad (Rv)	Corto plazo (1)	Mediano plazo (2)	Irreversible (4)		
Acumulación (Ac)	Simple (1)	Acumulativo (4)			
Periodicidad (Pr)	Irregular, discontinuo (1)	Periódico (2)	Continuo (4)		
Magnitud (Ma)	$Ma = +/- (3i + 2Ex + Mo + Pe + Rv + Si + Ac + Ef + Pr + Rc) =$				

Una vez aplicado, se puede conseguir el valor o magnitud que puede tener un impacto sobre un factor ambiental, de acuerdo con los siguientes criterios.

El método seleccionado comprende valores dentro del intervalo de **13 a 100**. Por lo tanto, se consideran **irrelevantes o compatibles** los que se mantienen con valores inferiores a **25**. Los impactos **moderados** corresponden un rango de **25 a 50** del cálculo de importancia de cifras. Los impactos **severos** son aquellos que tengan cifras de importancia comprendidas entre los números **50 y 75**. Por último, los **críticos** corresponden a valor de importancia superior a **75**.

La importancia del impacto es la suma algebraica de cada elemento por columna, los altos valores negativos nos indicarán las acciones más agresivas, los bajos valores negativos las poco agresivas, y las benéficas con valores positivos, permitiendo analizar según sus efectos sobre los distintos factores.

Asimismo, la suma de importancia del impacto de cada elemento tipo por filas, nos indicará los factores ambientales que sufren en mayor o menor medida las consecuencias de la realización de la actividad, la cual indica los efectos totales causados en los distintos componentes y subsistemas presentes en la matriz de impactos. Sin embargo, pese a la cuantificación de los elementos tipo llevada a cabo para calcular la importancia del impacto, la valoración es sólo cualitativa, ya que el algoritmo creado para su cálculo es función del grado de manifestación cualitativa de los atributos que se intervienen.

Las importancias de los impactos correspondientes a los efectos producidos por dos acciones sobre dos factores, expresa simplemente que la importancia del primer efecto es

mayor o menor que la del segundo, pero con carácter cualitativo, no en la proporción que sus valores numéricos indican.

V.3. VALORACIÓN DE LOS IMPACTOS.

En el presente estudio, se aplicará una metodología matricial, así como la asignación de valores de acuerdo a los Criterios de Conesa-Vitora (1993), que permitirá la determinación de la magnitud de los impactos positivos y negativos. La metodología matricial, permitirá jerarquizar las áreas en función de la magnitud e importancia, pueden ser identificados claramente los impactos más relevantes al proyecto, ya sean benéficos o adversos.

El método matricial, está basado en una lista de las actividades, mismas que se presentan en los renglones y una relación de las áreas que pueden ser objeto de los efectos ambientales en los renglones de la matriz, de tal suerte que áreas y actividades pueden ser interrelacionadas y los impactos clasificados dentro de la misma matriz.

Una ventaja adicional de este método, consiste en la posibilidad de calcular y evaluar los impactos que ocasionará una actividad específica o un conjunto de actividades dentro de una etapa del proyecto o bien calcular y evaluar los impactos sobre uno o un grupo de los componentes ambientales del ecosistema. Para ejemplificar este método, se ha incluido una matriz simplificada que sin duda servirá para ilustrar el método que se utilizará como base o guía para este proyecto en particular.

La matriz simplificada fue obtenida de *Methods of Environmental Impact Assessment* editado por Peter Morris y Riki Therivel (1995), se basa en la posibilidad de identificar interacciones entre los impactos ambientales de un proyecto específico, sin embargo, en el ejemplo propuesto por Morris y Therivel no se asignan valores numéricos.

Con COMPONENTE DEL PROYECTO	COMPONENTE DEL PROYECTO			
	CONSTRUCCIÓN		OPERACIÓN	
	A	B	A	B
Suelo/Sustrato y Geomorfología				
Flora				
Fauna				
Calida del Aire				
...				
<i>Los impactos ocasionados por uno de los componentes del proyecto.</i>	<i>Los impactos sobre uno de los componentes ambientales del ecosistema.</i>			

Para este caso en particular, el método matricial modificado, incluyó tres grandes áreas para agrupar las actividades a ser desarrolladas en el proyecto (columnas) y que

corresponden a las **ETAPAS DE PREPARACIÓN DEL SITIO, DE CONSTRUCCIÓN Y DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO.**

Otras etapas que anteriormente eran incluidas en este tipo de matrices como la **Etapas de Planeación y la Etapa de Abandono**, se excluyeron de la matriz dado que de las actividades inherentes a la planeación no se esperan impactos negativos sobre el ambiente o en el ámbito socioeconómico, mientras que para la etapa de abandono se deberá elaborar un plan de abandono y restauración del área.

El método matricial identifica las áreas de impacto (renglones) en tres componentes: **físicoquímicos, biológicos y socioeconómicos** en los que las áreas y actividades se interrelacionan. Debe señalarse que esta metodología matricial se utilizará en primera instancia para identificar los impactos adversos y benéficos sin tomar en cuenta las medidas de mitigación propuestas y posteriormente con medidas de mitigación, para cada una de las etapas del proyecto y para cada una de las áreas a las que se ha hecho referencia, pudiendo así comparar los impactos ambientales con y sin medidas de mitigación. A fin de que la asignación de valores sea objetiva y evite la asignación arbitraria, se realizó un ejercicio de asignación de valores mediante la participación de un grupo interdisciplinario de profesionales.

Se espera que el método matricial propuesto permita, como ya se ha señalado, identificar aquellas áreas y/o actividades en las que tendrán lugar los mayores impactos ambientales, ya sea por su carácter primario o irreversible y aquellas áreas y/o actividades en las que los impactos podrán ser reducidos mediante la implementación de las medidas de mitigación propuestas.

V.3.1. IMPACTOS AMBIENTALES GENERADOS.

En este apartado se describen los impactos ambientales adversos y benéficos que, de acuerdo con la información recabada en el presente estudio, se espera sean provocados durante las diferentes etapas del proyecto. Las visitas previas al sitio en el que se pretende desarrollar el proyecto, permitieron identificar plenamente las condiciones actuales del mismo, principalmente en sus componentes físicos y biológicos.

Esta información permitió establecer un primer acercamiento a la factibilidad ambiental del proyecto. La descripción de los impactos ambientales que a continuación se desarrollan, siguen un orden cronológico de ocurrencia, conforme al cronograma planteado para la realización del proyecto. Para cada acción del proyecto se define su efecto sobre los componentes ambientales del lugar, indicando las consideraciones que se tomaron en cuenta para calificar el impacto con base en la lista de verificación de Criterios, mencionada anteriormente.

Para identificar los impactos generados en las etapas del proyecto, se han considerado las siguientes actividades:

Preparación del Sitio:

- Habilitación de las áreas del proyecto, colocación de la malla anti-dispersión de finos e instalación de la tubería (PS1).

Construcción:

- Construcción de tarquina en área de descarga de arena (C1);
- Construcción de la duna artificial (C2);
- Construcción de los Arrecifes Artificiales (C3);
- Construcción de las caletas (C4);
- Extracción y distribución de arena en la zona de playa (C5).

Operación y Mantenimiento.

- Aprovechamiento de la zona de playa (OM1);
- Mantenimiento de la zona de playa (OM2).

PREPARACIÓN DEL SITIO.

HABILITACIÓN DE LAS ÁREAS DEL PROYECTO, COLOCACIÓN DE LA MALLA ANTI-DISPERSIÓN DE FINOS E INSTALACIÓN DE LA TUBERÍA (PS1).

El proceso de habilitación de las áreas de trabajo consiste en el retiro de forma manual de rocas sueltas y caracoles arrojados por el mar. Además, la colocación de la malla anti-dispersión y la tubería, serán lastradas de forma temporal al suelo marino.

El impacto producto de estas actividades será por la producción de turbulencia en el agua, la modificando la calidad del agua debido a los sólidos suspendidos, la generación de residuos sólidos contaminantes que pueden afectar tanto el suelo como el agua.

Por otra parte, la morfología del suelo, la fauna marina y la vegetación pueden verse dañada al momento de lastrar la tubería, las bombas eléctricas y la malla para la anti dispersión. Cabe mencionar que la instalación de la tubería es de aproximadamente 7,000 m².

Durante los trabajos de retiro de rocas sueltas no se generarán grandes cantidades de ruido, ni emisiones de partículas a la atmósfera, debido a que los trabajos se realizarán en

fase húmeda. Se generarán pequeñas cantidades de emisiones a la atmósfera producto de los equipos de combustión y automotores que se utilicen (camionetas y lancha).

Por lo que se considera que el impacto por la habilitación de las áreas del proyecto, colocación de la malla anti-dispersión de finos e instalación de la tubería, es negativo, de intensidad baja y mitigable.

Factor Impactado: Atmósfera.

La implementación de trabajos en las áreas del proyecto, la colocación de la malla anti-dispersión de finos e instalación de la tubería, estarán exentas de generar grandes cantidades de ruido, ni emisiones de partículas a la atmósfera, debido a que estos trabajos se realizarán en fase húmeda y manualmente. Durante la colocación de la tubería y malla antidispersión se generarán pequeñas cantidades de emisiones a la atmósfera, producto de los equipos de combustión y automotores que se utilicen. Por lo tanto, se considera que este impacto es negativo, de intensidad baja y mitigable.

ATMÓSFERA.							
Impacto	Negativo (-)	•	Neutro		Positivo		
Intensidad (In)	Baja (1)	•	Media (2)		Alta (4)		Muy Alta (8)
Extensión (Ex)	Puntual (1)	•	Parcial (2)		Extenso (4)		Total (12)
Momento (Mo)	Largo plazo (1)		Mediano plazo (2)	•	Inmediato (4)		Crítico (4)
Persistencia (Pe)	Fugaz (1)		Temporal (2)	•	Permanente (4)		
Reversibilidad (Rv)	Corto plazo (1)		Mediano plazo (2)	•	Irreversible (4)		
Sinergia (Si)	Sinergia simple (1)	•	Sinérgico (2)		Muy sinérgico (4)		
Acumulación (Ac)	Simple (1)	•	Acumulativo (4)				
Efecto (Ef)	Indirecto (1)	•	Directo (4)				
Periodicidad (Pr)	Irregular, discontinuo (1)	•	Periódico (2)		Continuo (4)		
Recuperabilidad (Rc)	Inmediata (1)		A mediano plazo (2)		Mitigable (4)	•	Irrecuperable (8)
Magnitud (Ma)	Ma=+/-{3In+2Ex+Mo+Pe+Rv+Si+Ac+Ef+Pr+Rc} =-19					Irrelevante.	

Por consiguiente, con las características determinadas anteriormente, el potencial impacto identificado tiene una magnitud de -19, Irrelevante. Sin embargo, se consideran medidas de mitigación.

Factor Impactado: Suelo.

La zona de playa y zona marina podría verse afectada por la generación de residuos y/o posibles derrames de sustancias. Además, la instalación de la malla anti-dispersión y de la

tubería pueden ocasionar la alteración de la geomorfología de suelo marino y de la línea de costa. Así, se considera que este proyecto es de intensidad alta, puntual, pero mitigable. Se colocarán durmientes (bolsas con arena) bajo la tubería, de tal manera que se minimicen los riesgos.

SUELO.							
Impacto	Negativo (-)	•	Neutro		Positivo		
Intensidad (In)	Baja (1)		Media (2)		Alta (4)	•	Muy Alta (8)
Extensión (Ex)	Puntual (1)	•	Parcial (2)		Extenso (4)		Total (12)
Momento (Mo)	Largo plazo (1)		Mediano plazo (2)	•	Inmediato (4)		Crítico (4)
Persistencia (Pe)	Fugaz (1)		Temporal (2)	•	Permanente (4)		
Reversibilidad (Rv)	Corto plazo (1)		Mediano plazo (2)	•	Irreversible (4)		
Sinergia (Si)	Sinergia simple (1)	•	Sinérgico (2)		Muy sinérgico (4)		
Acumulación (Ac)	Simple (1)		Acumulativo (4)	•			
Efecto (Ef)	Indirecto (1)		Directo (4)	•			
Periodicidad (Pr)	Irregular, discontinuo (1)	•	Periódico (2)		Continuo (4)		
Recuperabilidad (Rc)	Inmediata (1)		A mediano plazo (2)		Mitigable (4)	•	Irrecuperable (8)
Magnitud (Ma)	Ma=+/- (3In+2Ex+Mo+Pe+Rv+Si+Ac+Ef+Pr+Rc) = -34					Moderado.	

Por consiguiente, con las características determinadas anteriormente, el potencial impacto identificado tiene una magnitud de -34, Moderado. Sin embargo, se consideran medidas de mitigación.

Factor Impactado: Agua.

Debido a que las actividades de habilitación de áreas del proyecto, la colocación de malla anti-dispersión de finos e instalación de la tubería, se realizarán en la zona marina, la calidad del agua puede verse afectada por el derrame de sustancias químicas, la generación de residuos sólidos y partículas suspendidas, que pueden contaminar el agua. Asimismo, se generará turbulencia en el agua, dificultando la visibilidad debido a los sólidos suspendidos y alterando la calidad de la misma. Por lo que este impacto se considera alto, de extensión parcial, sinérgico, pero mitigable.

AGUA.							
Impacto	Negativo (-)	•	Neutro		Positivo		
Intensidad (In)	Baja (1)		Media (2)		Alta (4)	•	Muy Alta (8)
Extensión (Ex)	Puntual (1)		Parcial (2)	•	Extenso (4)		Total (12)
							Crítico (4)

AGUA.							
Momento (Mo)	Largo plazo (1)		Mediano plazo (2)	•	Inmediato (4)		Crítico (4)
Persistencia (Pe)	Fugaz (1)		Temporal (2)	•	Permanente (4)		
Reversibilidad (Rv)	Corto plazo (1)		Mediano plazo (2)	•	Irreversible (4)		
Sinergia (Si)	Sinergia simple (1)		Sinérgico (2)	•	Muy sinérgico (4)		
Acumulación (Ac)	Simple (1)		Acumulativo (4)	•			
Efecto (Ef)	Indirecto (1)		Directo (4)	•			
Periodicidad (Pr)	Irregular, discontinuo (1)	•	Periódico (2)		Continuo (4)		
Recuperabilidad (Rc)	Inmediata (1)		A mediano plazo (2)		Mitigable (4)	•	Irrecuperable (8)
Magnitud (Ma)	Ma=+/- (3In+2Ex+Mo+Pe+Rv+Si+Ac+Ef+Pr+Rc) = -37					Moderado.	

Por consiguiente, con las características determinadas anteriormente, el potencial impacto identificado tiene una magnitud de -37, Moderado. Sin embargo, se consideran medidas de mitigación.

Factor Impactado: Vegetación.

En el área de trabajo se encontró la especie de mangle negro (*Avicennia germinans*), dos especies del matorral costero y dos especies de palmeras. En la zona afectada se encontró pasto tortuga (*Thalassia testudinum*) y una gran variedad de algas asociadas, el cual se ubica principalmente en la parte Norte del interior de Bahía de Chemuyil, con manchones pequeños aislados al interior de ambas bahías, lo cual posee un área de 748 m², lo que corresponde el 0.04% del área de estudio. Además, se encontraron las especies *Plexaura homomalla* y *Plexaurella dichotoma*, las cuales son consideradas sujetas a protección especial según la NOM-059-SEMARNAT-2010. Por lo tanto, se considera que el impacto es de intensidad muy alta y puntual.

VEGETACIÓN.							
Impacto	Negativo (-)	•	Neutro		Positivo		
Intensidad (In)	Baja (1)		Media (2)		Alta (4)		Muy Alta (8)
Extensión (Ex)	Puntual (1)	•	Parcial (2)		Extenso (4)		Total
Momento (Mo)	Largo plazo (1)		Mediano plazo (2)		Inmediato (4)	•	Crítico (4)
Persistencia (Pe)	Fugaz (1)		Temporal (2)		Permanente (4)	•	
Reversibilidad (Rv)	Corto plazo (1)		Mediano plazo (2)	•	Irreversible (4)		
Sinergia (Si)	Sinergia simple (1)		Sinérgico (2)	•	Muy sinérgico (4)		
Acumulación (Ac)	Simple (1)		Acumulativo (4)	•			

VEGETACIÓN.							
Efecto (Ef)	Indirecto (1)		Directo (4)	•			
Periodicidad (Pr)	Irregular, discontinuo (1)		Periódico (2)	•	Continuo (4)		
Recuperabilidad (Rc)	Inmediata (1)		A mediano plazo (2)		Mitigable (4)	•	Irrecuperable (8)
Magnitud (Ma)	Ma=+/- (3In+2Ex+Mo+Pe+Rv+Si+Ac+Ef+Pr+Rc) =-52					Severo.	

Por consiguiente, con las características determinadas anteriormente, el potencial impacto identificado tiene una magnitud de -52, Severo. Sin embargo, se consideran medidas de mitigación.

Factor Impactado: Fauna.

Las especies detectadas corresponden a las comúnmente encontradas en la zona marina, donde 29 especies de invertebrados registradas en los diferentes biotopos, el 41% corresponde a las esponjas, el 31% a los moluscos, 14% a los erizos y el resto de los subgrupos presenta menos del 10 % del total. De las 179 especies de corales, invertebrados, peces y vegetación terrestre registradas en el área de proyecto, ocho se encontraron listadas en la NOM-059- SEMARNAT-2010, de las cuales cuatro están sujetas a protección y cuatro son consideradas como amenazas. Además, se tiene un registro de la presencia de dos especies de tortugas marinas. Así pues, se considera que el impacto es negativo de intensidad muy alta y puntual, ya que, al iniciar las actividades, los animales de mayor movimiento se alejarán de la zona, y los animales de lento movimiento serán reubicados antes de iniciados los trabajos, pero mitigable.

FAUNA.							
Impacto	Negativo (-)	•	Neutro		Positivo		
Intensidad (In)	Baja (1)		Media (2)		Alta (4)		Muy Alta (8) • Total (12)
Extensión (Ex)	Puntual (1)	•	Parcial (2)		Extenso (4)		Total • Crítico (4)
Momento (Mo)	Largo plazo (1)		Mediano plazo (2)		Inmediato (4)	•	Crítico (4)
Persistencia (Pe)	Fugaz (1)		Temporal (2)	•	Permanente (4)		
Reversibilidad (Rv)	Corto plazo (1)		Mediano plazo (2)	•	Irreversible (4)		
Sinergia (Si)	Sinergia simple (1)		Sinérgico (2)	•	Muy sinérgico (4)		
Acumulación (Ac)	Simple (1)		Acumulativo (4)	•			
Efecto (Ef)	Indirecto (1)		Directo (4)	•			
Periodicidad (Pr)	Irregular, discontinuo (1)		Periódico (2)	•	Continuo (4)		
Recuperabilidad (Rc)	Inmediata (1)		A mediano plazo (2)		Mitigable (4)	•	Irrecuperable (8)
Magnitud (Ma)	Ma=+/- (3In+2Ex+Mo+Pe+Rv+Si+Ac+Ef+Pr+Rc) =-50					Severo.	

Por consiguiente, con las características determinadas anteriormente, el potencial impacto identificado tiene una magnitud de -50, Severo. Sin embargo, se consideran medidas de mitigación.

Factor Impactado: Paisaje.

Las actividades de habilitación de las áreas del proyecto, colocación de la malla anti-dispersión de finos e instalación de la tubería generará un impacto al paisaje de la zona, siendo la calidad visual y permitiendo identificar el conjunto de interrelaciones derivadas de la interacción entre geomorfología, clima, vegetación, fauna, agua y modificaciones antrópicas. Así pues, el paisaje presenta una visibilidad buena e impacto mitigable.

PAISAJE.							
Impacto	Negativo (-)	•	Neutro		Positivo		
Intensidad (In)	Baja (1)		Media (2)	•	Alta (4)	Muy Alta (8)	Total (12)
Extensión (Ex)	Puntual (1)	•	Parcial (2)		Extenso (4)	Total	Crítico (4)
Momento (Mo)	Largo plazo (1)		Mediano plazo (2)		Inmediato (4)	•	Crítico (4)
Persistencia (Pe)	Fugaz (1)		Temporal (2)	•	Permanente (4)		
Reversibilidad (Rv)	Corto plazo (1)	•	Mediano plazo (2)		Irreversible (4)		
Sinergia (Si)	Sinergia simple (1)	•	Sinérgico (2)		Muy sinérgico (4)		
Acumulación (Ac)	Simple (1)	•	Acumulativo (4)				
Efecto (Ef)	Indirecto (1)		Directo (4)	•			
Periodicidad (Pr)	Irregular, discontinuo (1)	•	Periódico (2)		Continuo (4)		
Recuperabilidad (Rc)	Inmediata (1)		A mediano plazo (2)	•	Mitigable (4)	Irrecuperable (8)	
Magnitud (Ma)	Ma=+/--(3In+2Ex+Mo+Pe+Rv+Si+Ac+Ef+Pr+Rc) =-24					Irrelevante.	

Por consiguiente, con las características determinadas anteriormente, el potencial impacto identificado tiene una magnitud de -24, Irrelevante.

Factor Impactado: Empleo.

La implementación de malla anti-dispersión de finos e instalación de la tubería traerán como consecuencia un impacto positivo en la localidad, ya que generarán trabajos al contratarse personal de la región.

EMPLEO.							
Impacto	Negativo (-)		Neutro		Positivo	•	
Intensidad (In)	Baja (1)	•	Media (2)		Alta (4)	Muy Alta (8)	Total (12)

EMPLEO.							
Extensión (Ex)	Puntual (1)	•	Parcial (2)		Extenso (4)	Total	Crítico (4)
Momento (Mo)	Largo plazo (1)		Mediano plazo (2)	•	Inmediato (4)	Crítico (4)	
Persistencia (Pe)	Fugaz (1)	•	Temporal (2)		Permanente (4)		
Reversibilidad (Rv)	Corto plazo (1)	•	Mediano plazo (2)		Irreversible (4)		
Sinergia (Si)	Sinergia simple (1)	•	Sinérgico (2)		Muy sinérgico (4)		
Acumulación (Ac)	Simple (1)	•	Acumulativo (4)				
Efecto (Ef)	Indirecto (1)		Directo (4)	•			
Periodicidad (Pr)	Irregular, discontinuo (1)		Periódico (2)	•	Continuo (4)		
Recuperabilidad (Rc)	Inmediata (1)	•	A mediano plazo (2)		Mitigable (4)	Irrecuperable (8)	
Magnitud (Ma)	Ma=+/- (3In+2Ex+Mo+Pe+Rv+Si+Ac+Ef+Pr+Rc) =18					Irrelevante.	

Por consiguiente, con las características determinadas anteriormente, el potencial impacto identificado tiene una magnitud de 18, Irrelevante.

CONSTRUCCIÓN.

CONSTRUCCIÓN DE TARQUINA EN ÁREA DE DESCARGA DE ARENA (C1).

La tarquina tiene como objetivo recibir la arena extraída del banco que será construida en la zona de playa, estará conformada por la misma arena de la playa y tendrá una superficie total de 100 m².

Así, durante esta actividad se pueden generar impactos a la atmósfera debido al uso de equipos automotores (excavadora para la formación de la tarquina), y la generación de partículas por el movimiento de arena. Asimismo, el suelo o el agua puede contaminarse por la generación de residuos sólidos o derrames de sustancias químicas.

La construcción de la tarquina solamente se llevará a cabo durante el vertido de la arena, teniendo un impacto de intensidad media dado que el área destinada para ésta es pequeña y desprovista de vegetación.

Factor Impactado: Atmósfera.

Durante la construcción de la tarquina se generarán pequeñas cantidades de emisiones a la atmósfera, producto de los equipos de combustión y automotores que se utilicen. Por lo tanto, se considera que este impacto es negativo, de intensidad baja, puntual y mitigable.

ATMÓSFERA.							
Impacto	Negativo (-)	•	Neutro		Positivo		
Intensidad (In)	Baja (1)		Media (2)	•	Alta (4)	Muy Alta (8)	Total (12)
Extensión (Ex)	Puntual (1)	•	Parcial (2)		Extenso (4)	Total	Crítico (4)
Momento (Mo)	Largo plazo (1)		Mediano plazo (2)	•	Inmediato (4)	Crítico (4)	
Persistencia (Pe)	Fugaz (1)		Temporal (2)	•	Permanente (4)		
Reversibilidad (Rv)	Corto plazo (1)		Mediano plazo (2)	•	Irreversible (4)		
Sinergia (Si)	Sinergia simple (1)	•	Sinérgico (2)		Muy sinérgico (4)		
Acumulación (Ac)	Simple (1)	•	Acumulativo (4)				
Efecto (Ef)	Indirecto (1)	•	Directo (4)				
Periodicidad (Pr)	Irregular, discontinuo (1)	•	Periódico (2)		Continuo (4)		
Recuperabilidad (Rc)	Inmediata (1)		A mediano plazo (2)		Mitigable (4)	•	Irrecuperable (8)
Magnitud (Ma)	Ma=+/- (3In+2Ex+Mo+Pe+Rv+Si+Ac+Ef+Pr+Rc) = -22					Irrelevante.	

Por consiguiente, con las características determinadas anteriormente, el potencial impacto identificado tiene una magnitud de -22, Irrelevante.

Factor Impactado: Suelo.

Estas actividades darán lugar a impactos al suelo mediante la generación de residuos derivados producto de los trabajadores que realizarán esta actividad. Asimismo, el uso de maquinaria para construir la tarquina puede ocasionar derrames en la playa. Y en un defecto puede ocasionar la modificación de la línea de costa (ZOFEMAT). Se considera que este impacto es negativo de intensidad alta, pero muy puntual dado que la superficie de construcción de la tarquina es de 100 m² y se contemplan medidas de mitigación.

SUELO.							
Impacto	Negativo (-)	•	Neutro		Positivo		
Intensidad (In)	Baja (1)		Media (2)		Alta (4)	•	Muy Alta (8)
Extensión (Ex)	Puntual (1)	•	Parcial (2)		Extenso (4)	Total	Crítico (4)
Momento (Mo)	Largo plazo (1)		Mediano plazo (2)	•	Inmediato (4)	Crítico (4)	
Persistencia (Pe)	Fugaz (1)		Temporal (2)	•	Permanente (4)		
Reversibilidad (Rv)	Corto plazo (1)	•	Mediano plazo (2)		Irreversible (4)		
Sinergia (Si)	Sinergia simple (1)	•	Sinérgico (2)		Muy sinérgico (4)		

SUELO.							
Acumulación (Ac)	Simple (1)	•	Acumulativo (4)				
Efecto (Ef)	Indirecto (1)		Directo (4)	•			
Periodicidad (Pr)	Irregular, discontinuo (1)	•	Periódico (2)		Continuo (4)		
Recuperabilidad (Rc)	Inmediata (1)		A mediano plazo (2)		Mitigable (4)	•	Irrecuperable (8)
Magnitud (Ma)	Ma=+/- (3In+2Ex+Mo+Pe+Rv+Si+Ac+Ef+Pr+Rc) = -30					Moderado.	

Por consiguiente, con las características determinadas anteriormente, el potencial impacto identificado tiene una magnitud de -30, Moderado. Sin embargo, se consideran medidas de mitigación.

Factor Impactado: Agua.

Aunque las actividades no se realizaran en el mar, se pueden generar impactos a la calidad del agua mediante la generación de residuos y derrames de sustancias químicas, producto de los trabajadores y la maquinaria que se utilizara para construir la tarquina. Se considera que este impacto es negativo de intensidad alta, temporal y mitigable.

AGUA.							
Impacto	Negativo (-)	•	Neutro		Positivo		
Intensidad (In)	Baja (1)		Media (2)		Alta (4)	•	Muy Alta (8)
Extensión (Ex)	Puntual (1)	•	Parcial (2)		Extenso (4)		Total (12)
Momento (Mo)	Largo plazo (1)		Mediano plazo (2)	•	Inmediato (4)		Crítico (4)
Persistencia (Pe)	Fugaz (1)		Temporal (2)	•	Permanente (4)		
Reversibilidad (Rv)	Corto plazo (1)		Mediano plazo (2)	•	Irreversible (4)		
Sinergia (Si)	Sinergia simple (1)	•	Sinérgico (2)		Muy sinérgico (4)		
Acumulación (Ac)	Simple (1)		Acumulativo (4)	•			
Efecto (Ef)	Indirecto (1)		Directo (4)	•			
Periodicidad (Pr)	Irregular, discontinuo (1)	•	Periódico (2)		Continuo (4)		
Recuperabilidad (Rc)	Inmediata (1)		A mediano plazo (2)		Mitigable (4)	•	Irrecuperable (8)
Magnitud (Ma)	Ma=+/- (3In+2Ex+Mo+Pe+Rv+Si+Ac+Ef+Pr+Rc) = -34					Moderado.	

Por consiguiente, con las características determinadas anteriormente, el potencial impacto identificado tiene una magnitud de -34, Moderado. Sin embargo, se consideran medidas de mitigación.

Factor Impactado: Vegetación.

El área de trabajo estará exenta de vegetación, por lo que este factor **NO** se verá afectado por esta actividad.

Factor Impactado: Fauna.

El área de trabajo estará exenta de fauna terrestre y merina, por lo que este factor **NO** se verá afectado por esta actividad.

Factor Impactado: Paisaje.

La construcción de la tarquina traerá como consecuencia un impacto al paisaje actual de la zona, el cual se minimiza de cierta forma, al encontrarse en una zona turística y ser un impacto mitigable.

PAISAJE.							
Impacto	Negativo (-)	•	Neutro		Positivo		
Intensidad (In)	Baja (1)		Media (2)	•	Alta (4)		Muy Alta (8)
Extensión (Ex)	Puntual (1)	•	Parcial (2)		Extenso (4)		Total
Momento (Mo)	Largo plazo (1)		Mediano plazo (2)		Inmediato (4)	•	Crítico (4)
Persistencia (Pe)	Fugaz (1)		Temporal (2)	•	Permanente (4)		
Reversibilidad (Rv)	Corto plazo (1)	•	Mediano plazo (2)		Irreversible (4)		
Sinergia (Si)	Sinergia simple (1)	•	Sinérgico (2)		Muy sinérgico (4)		
Acumulación (Ac)	Simple (1)	•	Acumulativo (4)				
Efecto (Ef)	Indirecto (1)	•	Directo (4)				
Periodicidad (Pr)	Irregular, discontinuo (1)	•	Periódico (2)		Continuo (4)		
Recuperabilidad (Rc)	Inmediata (1)		A mediano plazo (2)	•	Mitigable (4)		Irrecuperable (8)
Magnitud (Ma)	Ma=+/-(-3In+2Ex+Mo+Pe+Rv+Si+Ac+Ef+Pr+Rc) =-21					Irrelevante.	

Por consiguiente, con las características determinadas anteriormente, el potencial impacto identificado tiene una magnitud de -21, Irrelevante.

Factor Impactado: Empleo.

Es importante mencionar que las actividades la construcción de la tarquina generarán un impacto positivo en la economía de la región, ya que habrá de contratarse personal de la localidad para la ejecución de los trabajos correspondientes.

EMPLEO.							
Impacto	Negativo (-)		Neutro		Positivo	•	
Intensidad (In)	Baja (1)	•	Media (2)		Alta (4)		Muy Alta (8)
Extensión (Ex)	Puntual (1)	•	Parcial (2)		Extenso (4)		Total (12)
Momento (Mo)	Largo plazo (1)		Mediano plazo (2)	•	Inmediato (4)		Total (4)
Persistencia (Pe)	Fugaz (1)	•	Temporal (2)		Permanente (4)		
Reversibilidad (Rv)	Corto plazo (1)	•	Mediano plazo (2)		Irreversible (4)		
Sinergia (Si)	Sinergia simple (1)	•	Sinérgico (2)		Muy sinérgico (4)		
Acumulación (Ac)	Simple (1)	•	Acumulativo (4)				
Efecto (Ef)	Indirecto (1)		Directo (4)	•			
Periodicidad (Pr)	Irregular, discontinuo (1)		Periódico (2)	•	Continuo (4)		
Recuperabilidad (Rc)	Inmediata (1)	•	A mediano plazo (2)		Mitigable (4)		Irrecuperable (8)
Magnitud (Ma)	Ma=+/--(3In+2Ex+Mo+Pe+Rv+Si+Ac+Ef+Pr+Rc) =+18					Irrelevante.	

Por consiguiente, con las características determinadas anteriormente, el potencial impacto identificado tiene una magnitud de 18, Irrelevante.

CONSTRUCCIÓN DE LA DUNA ARTIFICIAL (C2).

Respecto a la Duna artificial, se pretende construirla usando geocilindros, de material textil, rellenos de arena, que se colocan a lo largo de la costa y se unen entre sí para crear un elemento masivo y pesado que será muy difícil mover aún con oleaje de tormenta. Una vez que se complete la longitud total de diseño se cubrirá con una capa de 0.30 metros de arena y se sembrará vegetación nativa del sitio sobre ella, recreando la elevación, inclinación y vegetación que se encuentra en la duna natural. La duna artificial tendrá una superficie total de **520 m²**, con una longitud de 260 m y 2 m de ancho.

Por consiguiente, se utilizará el vertido de arena en la playa, para cubrir la duna artificial y para ensanchar y mejorar esta entre 5 y 8 m con talud 10:1 (H:V).

La duna tendrá la revegetación y relocalización del programa de rescate de flora y fauna del matorral costero. Por lo tanto, las plantas rescatadas serán reutilizadas en la revegetación de la duna y relocalizar a zonas similares los ejemplares de fauna que se encuentren durante la implementación de las obras. Considerando la medida de protección a ejemplares de palma chit y boa, las cuales se encuentran listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010. Además, se considerarán las especies de mangle negro (*Avicennia*

germinans), dos especies de matorral costero y dos especies de palmeras se encontrarán cerca del área de la duna.

Así pues, la construcción de la duna artificial ayudará a la estabilización de la zona de playa, la zona marina y costera del lugar. Sin embargo, durante su construcción, la zona de playa puede contaminarse por la generación de residuos sólidos o por el derrame de sustancias. Además, la geomorfología, la vegetación y fauna de la zona se pueden alterar en caso de no tener cuidado durante el desarrollo de las actividades. Por lo tanto, se considera que este impacto es negativo, de intensidad alta, debido a que la zona donde se colocará la duna artificial se encuentra desprovista de vegetación.

Factor Impactado: **Atmósfera.**

Durante la construcción de la Duna Artificial se generarán pequeñas cantidades de emisiones a la atmósfera producto de los equipos de combustión y automotores que se utilicen (caminatas, bombas y lancha). Por lo tanto, se considerará que el impacto es negativo, de intensidad baja, puntual y mitigable.

ATMÓSFERA.							
Impacto	Negativo (-)	•	Neutro		Positivo		
Intensidad (In)	Baja (1)	•	Media (2)		Alta (4)		Muy Alta (8)
Extensión (Ex)	Puntual (1)	•	Parcial (2)		Extenso (4)		Total (12)
Momento (Mo)	Largo plazo (1)		Mediano plazo (2)		Inmediato (4)	•	Crítico (4)
Persistencia (Pe)	Fugaz (1)		Temporal (2)	•	Permanente (4)		
Reversibilidad (Rv)	Corto plazo (1)		Mediano plazo (2)	•	Irreversible (4)		
Sinergia (Si)	Sinergia simple (1)	•	Sinérgico (2)		Muy sinérgico (4)		
Acumulación (Ac)	Simple (1)	•	Acumulativo (4)				
Efecto (Ef)	Indirecto (1)	•	Directo (4)				
Periodicidad (Pr)	Irregular, discontinuo (1)	•	Periódico (2)		Continuo (4)		
Recuperabilidad (Rc)	Inmediata (1)		A mediano plazo (2)		Mitigable (4)	•	Irrecuperable (8)
Magnitud (Ma)	Ma=+/- (3In+2Ex+Mo+Pe+Rv+Si+Ac+Ef+Pr+Rc) =-21					Irrelevante.	

Por consiguiente, con las características determinadas anteriormente, el potencial impacto identificado tiene una magnitud de -21, Irrelevante. Sin embargo, se consideran medidas de mitigación.

Factor Impactado: Suelo.

Estas actividades darán lugar a impactos al suelo mediante la generación de residuos derivados producto de los trabajadores que realizarán esta actividad. El uso de maquinaria para construir la duna artificial puede ocasionar derrames en la playa. Asimismo, en caso de no ejecutar de forma adecuada los trabajos, pueden alterar la morfología de la playa. Se considera que este impacto es negativo de intensidad media, pero se contemplan medidas de mitigación.

SUELO.							
Impacto	Negativo (-)	•	Neutro		Positivo		
Intensidad (In)	Baja (1)		Media (2)		Alta (4)	•	Muy Alta (8)
Extensión (Ex)	Puntual (1)	•	Parcial (2)		Extenso (4)		Total (12)
Momento (Mo)	Largo plazo (1)		Mediano plazo (2)		Inmediato (4)	•	Crítico (4)
Persistencia (Pe)	Fugaz (1)		Temporal (2)	•	Permanente (4)		
Reversibilidad (Rv)	Corto plazo (1)		Mediano plazo (2)		Irreversible (4)	•	
Sinergia (Si)	Sinergia simple (1)		Sinérgico (2)	•	Muy sinérgico (4)		
Acumulación (Ac)	Simple (1)		Acumulativo (4)	•			
Efecto (Ef)	Indirecto (1)		Directo (4)	•			
Periodicidad (Pr)	Irregular, discontinuo (1)		Periódico (2)		Continuo (4)	•	
Recuperabilidad (Rc)	Inmediata (1)		A mediano plazo (2)		Mitigable (4)	•	Irrecuperable (8)
Magnitud (Ma)	Ma = +/-(3In+2Ex+Mo+Pe+Rv+Si+Ac+Ef+Pr+Rc) = -42					Moderado.	

Por consiguiente, con las características determinadas anteriormente, el potencial impacto identificado tiene una magnitud de -42, Moderado. Sin embargo, se consideran medidas de mitigación.

Factor Impactado: Agua.

Estas actividades darán lugar a impactos en la calidad mediante la generación de residuos derivados producto de los trabajadores que realizarán esta actividad. Por lo tanto, el uso de maquinaria para construir la duna artificial puede ocasionar derrames en la playa, contaminando el mar. Por otro lado, en caso de no ejecutar de forma adecuada los trabajos, pueden contaminar la calidad del agua. Se considera que este impacto es negativo de intensidad alta, pero mitigable.

AGUA.							
Impacto	Negativo (-)	•	Neutro		Positivo		
Intensidad (In)	Baja (1)		Media (2)		Alta (4)	•	Muy Alta (8)
Extensión (Ex)	Puntual (1)		Parcial (2)	•	Extenso (4)		Total
Momento (Mo)	Largo plazo (1)		Mediano plazo (2)	•	Inmediato (4)		Crítico (4)
Persistencia (Pe)	Fugaz (1)		Temporal (2)	•	Permanente (4)		
Reversibilidad (Rv)	Corto plazo (1)		Mediano plazo (2)	•	Irreversible (4)		
Sinergia (Si)	Sinergia simple (1)		Sinérgico (2)	•	Muy sinérgico (4)		
Acumulación (Ac)	Simple (1)		Acumulativo (4)	•			
Efecto (Ef)	Indirecto (1)		Directo (4)	•			
Periodicidad (Pr)	Irregular, discontinuo (1)	•	Periódico (2)		Continuo (4)		
Recuperabilidad (Rc)	Inmediata (1)		A mediano plazo (2)		Mitigable (4)	•	Irrecuperable (8)
Magnitud (Ma)	Ma=+/- (3In+2Ex+Mo+Pe+Rv+Si+Ac+Ef+Pr+Rc) =-37					Moderado.	

Por consiguiente, con las características determinadas anteriormente, el potencial impacto identificado tiene una magnitud de -37, Moderado. Sin embargo, se consideran medidas de mitigación.

Factor Impactado: Vegetación.

La duna artificial puede alterar la morfología de zona. Se considera que este impacto es negativo de intensidad alta, pero se contemplan medidas de mitigación.

VEGETACIÓN.							
Impacto	Negativo (-)	•	Neutro		Positivo		
Intensidad (In)	Baja (1)		Media (2)		Alta (4)	•	Muy Alta (8)
Extensión (Ex)	Puntual (1)	•	Parcial (2)		Extenso (4)		Total
Momento (Mo)	Largo plazo (1)		Mediano plazo (2)		Inmediato (4)	•	Crítico (4)
Persistencia (Pe)	Fugaz (1)		Temporal (2)	•	Permanente (4)		
Reversibilidad (Rv)	Corto plazo (1)		Mediano plazo (2)	•	Irreversible (4)		
Sinergia (Si)	Sinergia simple (1)		Sinérgico (2)	•	Muy sinérgico (4)		
Acumulación (Ac)	Simple (1)		Acumulativo (4)	•			
Efecto (Ef)	Indirecto (1)		Directo (4)	•			
Periodicidad (Pr)	Irregular, discontinuo (1)	•	Periódico (2)		Continuo (4)		

VEGETACIÓN.						
Recuperabilidad (Rc)	Inmediata (1)		A mediano plazo (2)		Mitigable (4)	● Irrecuperable (8)
Magnitud (Ma)	Ma=+/- (3In+2Ex+Mo+Pe+Rv+Si+Ac+Ef+Pr+Rc) =-31				Moderado.	

Por consiguiente, con las características determinadas anteriormente, el potencial impacto identificado tiene una magnitud de -31, Moderado. Sin embargo, se consideran medidas de mitigación.

Factor Impactado: Fauna.

Existe la posibilidad de afectar algunas especies consideradas por la Norma Oficial Mexicana (NOM-059-SEMARNAT-2010), como la boa (*Boa constrictor*). Por tal motivo, se considera que este impacto es negativo de intensidad alta, pero puntual, ya que una vez comenzando las actividades los animales de mayor movimiento se alejarán de la zona y los animales de lento movimiento serán reubicados antes de iniciados los trabajos.

FAUNA.						
Impacto	Negativo (-)	●	Neutro		Positivo	
Intensidad (In)	Baja (1)		Media (2)		Alta (4)	● Muy Alta (8) Total (12)
Extensión (Ex)	Puntual (1)	●	Parcial (2)		Extenso (4)	Total Crítico (4)
Momento (Mo)	Largo plazo (1)		Mediano plazo (2)		Inmediato (4)	● Crítico (4)
Persistencia (Pe)	Fugaz (1)		Temporal (2)	●	Permanente (4)	
Reversibilidad (Rv)	Corto plazo (1)		Mediano plazo (2)	●	Irreversible (4)	
Sinergia (Si)	Sinergia simple (1)		Sinérgico (2)	●	Muy sinérgico (4)	
Acumulación (Ac)	Simple (1)		Acumulativo (4)	●		
Efecto (Ef)	Indirecto (1)		Directo (4)	●		
Periodicidad (Pr)	Irregular, discontinuo (1)		Periódico (2)	●	Continuo (4)	
Recuperabilidad (Rc)	Inmediata (1)		A mediano plazo (2)		Mitigable (4)	● Irrecuperable (8)
Magnitud (Ma)	Ma=+/- (3In+2Ex+Mo+Pe+Rv+Si+Ac+Ef+Pr+Rc) =-38				Moderado	

Por consiguiente, con las características determinadas anteriormente, el potencial impacto identificado tiene una magnitud de -38, Moderado. Sin embargo, se consideran medidas de mitigación.

Factor Impactado: Paisaje.

La construcción de la duna artificial traerá como consecuencia un impacto al paisaje actual de la zona, el cual se minimiza de cierta forma, al encontrarse en una zona turística y ser un impacto mitigable.

PAISAJE.							
Impacto	Negativo (-)	•	Neutro		Positivo		
Intensidad (In)	Baja (1)		Media (2)	•	Alta (4)	Muy Alta (8)	Total (12)
Extensión (Ex)	Puntual (1)	•	Parcial (2)		Extenso (4)	Total	Crítico (4)
Momento (Mo)	Largo plazo (1)		Mediano plazo (2)		Inmediato (4)	•	Crítico (4)
Persistencia (Pe)	Fugaz (1)		Temporal (2)	•	Permanente (4)		
Reversibilidad (Rv)	Corto plazo (1)	•	Mediano plazo (2)		Irreversible (4)		
Sinergia (Si)	Sinergia simple (1)	•	Sinérgico (2)		Muy sinérgico (4)		
Acumulación (Ac)	Simple (1)	•	Acumulativo (4)				
Efecto (Ef)	Indirecto (1)	•	Directo (4)				
Periodicidad (Pr)	Irregular, discontinuo (1)	•	Periódico (2)		Continuo (4)		
Recuperabilidad (Rc)	Inmediata (1)		A mediano plazo (2)		Mitigable (4)	•	Irrecuperable (8)
Magnitud (Ma)	Ma=+/- (3In+2Ex+Mo+Pe+Rv+Si+Ac+Ef+Pr+Rc)=-23					Irrelevante.	

Por consiguiente, con las características determinadas anteriormente, el potencial impacto identificado tiene una magnitud de -23, Irrelevante. Sin embargo, se consideran medidas de mitigación.

Factor Impactado: Empleo.

Es importante mencionar que las actividades la construcción de la Duna Artificial generaran un impacto positivo en la economía de la región, ya que para la ejecución de estos trabajos habrá de contratarse personal de la localidad.

EMPLEO.							
Impacto	Negativo (-)		Neutro		Positivo	•	
Intensidad (In)	Baja (1)	•	Media (2)		Alta (4)	Muy Alta (8)	Total (12)
Extensión (Ex)	Puntual (1)	•	Parcial (2)		Extenso (4)	Total	Crítico (4)
Momento (Mo)	Largo plazo (1)		Mediano plazo (2)	•	Inmediato (4)	Crítico (4)	
Persistencia (Pe)	Fugaz (1)	•	Temporal (2)		Permanente (4)		
Reversibilidad (Rv)	Corto plazo (1)	•	Mediano plazo (2)		Irreversible (4)		
Sinergia (Si)	Sinergia simple (1)	•	Sinérgico (2)		Muy sinérgico (4)		
Acumulación (Ac)	Simple (1)	•	Acumulativo (4)				
Efecto (Ef)	Indirecto (1)		Directo (4)	•			

EMPLEO.							
Periodicidad (Pr)	Irregular, discontinuo (1)		Periódico (2)	•	Continuo (4)		
Recuperabilidad (Rc)	Inmediata (1)	•	A mediano plazo (2)		Mitigable (4)		Irrecuperable (8)
Magnitud (Ma)	$Ma = +/- (3In + 2Ex + Mo + Pe + Rv + Si + Ac + Ef + Pr + Rc) = 18$					Irrelevante.	

Por consiguiente, con las características determinadas anteriormente, el potencial impacto identificado tiene una magnitud de 18, Irrelevante. Sin embargo, se consideran medidas de mitigación.

CONSTRUCCIÓN DE LOS ARRECIFES ARTIFICIALES (C3).

1. Arrecife Artificial 1 (AA1), con una longitud de 180 m, una corona con elevación de +0.30 m sobre el nivel medio del mar y 4.00 metros de ancho; construido a base de bolsacreto (dimensiones son de 0.5 m de alto, 2 m de base y 3 m de largo) y ubicado en la zona de la caleta Sur del desarrollo, con una superficie de 720 m², y un porcentaje del proyecto de 1.09%.
2. Arrecife Artificial 2 (AA2), con una longitud de 135 m, una corona con elevación de +0.30 m sobre el nivel medio del mar y 4.00 metros de ancho; construido a base de bolsacreto (dimensiones son de 0.5 m de alto, 2 m de base y 3 m de largo) y ubicado frente a la caleta Sur del desarrollo, con una superficie de 540 m² y un porcentaje de proyecto de 0.82%.
3. Arrecife Artificial 3 (AA3), con una longitud de 60 m, una corona con elevación de +0.30 m sobre el nivel medio del mar y 4.00 metros de ancho; construido a base de bolsacreto (dimensiones son de 0.5 m de alto, 2 m de base y 3 m de largo) y ubicado frente a la caleta Sur del desarrollo, con una superficie de 240 m² y un porcentaje del proyecto de 0.36%.
4. Arrecifes Artificiales 4 (AA4). Con una longitud aproximada de 70 m y un ancho de 15 m, así como una altura sobre el nivel medio del mar de 0.30 m. Consta de 197 figuras de una estructura a base de concreto armado con una malla electrosoldada. Hay diversos tipos de arrecifes artificiales modulares posibles para este proyecto, sin embargo, aún no se ha tomado una decisión al respecto, la superficie es de 1,050 m² y el porcentaje del proyecto es de 1.59%.
5. Arrecife Artificial 5, (AA5) con una longitud de 110 m, una corona con elevación de +0.30 m sobre el nivel medio del mar y 4.00 metros de ancho; construido a base de bolsacreto (dimensiones son de 0.5 m de alto, 2 m de base y 3 m de largo) y ubicado frente a la caleta Sur del desarrollo, y una superficie de 440 m² y un porcentaje de proyecto de 0.66 m².

Asimismo, la zona donde se colocarán los arrecifes artificiales corresponde a un arenal situado entre 65 a 130 metros de distancia de la orilla, y que se extiende hasta los 200 a 300 metros de distancia de la orilla. Este arenal tiene una baja cobertura biológica, en particular de algas o pastos marinos de la especie *Syringodium filiforme* esparcidos. La arena es biogénica de granulometría gruesa proveniente en su mayoría de algas calcárea.

Por otra parte, es importante mencionar que la zona de manchones de algas o pastos marinos posee un área de 60,327 m², corresponde al 3.4% del área de estudio. Por lo que, se considera que este impacto es negativo, de intensidad alta y puntual, debido a que la zona donde se colocarán los arrecifes artificiales, se encuentra parcialmente desprovista de vegetación y fauna y no ocupan una superficie muy grande del lugar.

Factor Impactado: Atmósfera.

Dado que estos trabajos no generarán ruido ni emisiones de partículas a la atmósfera, debido a que se realizan en fase húmeda, se considera que este factor **NO** se verá afectado por esta actividad.

Factor Impactado: Suelo.

La construcción de los arrecifes artificiales y escolleras puede alterar de la geomorfología de suelo marino. Por lo que se considera que este impacto es de intensidad alta, pero muy puntual.

SUELO.									
Impacto	Negativo (-)	•	Neutro		Positivo				
Intensidad (In)	Baja (1)		Media (2)		Alta (4)		Muy Alta (8)	• Total (12)	
Extensión (Ex)	Puntual (1)	•	Parcial (2)		Extenso (4)		Total	• Crítico (4)	
Momento (Mo)	Largo plazo (1)		Mediano plazo (2)		Inmediato (4)	•	Crítico (4)		
Persistencia (Pe)	Fugaz (1)		Temporal (2)		Permanente (4)	•			
Reversibilidad (Rv)	Corto plazo (1)		Mediano plazo (2)	•	Irreversible (4)				
Sinergia (Si)	Sinergia simple (1)		Sinérgico (2)		Muy sinérgico (4)	•			
Acumulación (Ac)	Simple (1)		Acumulativo (4)	•					
Efecto (Ef)	Indirecto (1)		Directo (4)	•					
Periodicidad (Pr)	Irregular, discontinuo (1)		Periódico (2)	•	Continuo (4)				
Recuperabilidad (Rc)	Inmediata (1)		A mediano plazo (2)		Mitigable (4)	•	Irrecuperable (8)		
Magnitud (Ma)	Ma=+/- (3In+2Ex+Mo+Pe+Rv+Si+Ac+Ef+Pr+Rc) =-54						Severo.		

Por consiguiente, con las características determinadas anteriormente, el potencial impacto identificado tiene una magnitud de -54, Severo. Sin embargo, se consideran medidas de mitigación.

Factor Impactado: Agua.

Durante la construcción de los arrecifes artificiales y las escolleras el agua se verá afectada por la turbulencia y pérdida de visibilidad, que se generará al momento de llevar a cabo las actividades; de la misma forma el agua puede verse afectada por el derrame no intencional de sustancias o productos químicos. Por lo tanto, el impacto se considera de intensidad alta, de persistencia temporal y reversibilidad a mediano plazo, de la misma forma se tiene contemplado como medida de mitigación.

AGUA.							
Impacto	Negativo (-)	•	Neutro		Positivo		
Intensidad (In)	Baja (1)		Media (2)		Alta (4)		Muy Alta (8) • Total (12)
Extensión (Ex)	Puntual (1)		Parcial (2)	•	Extenso (4)		Total • Crítico (4)
Momento (Mo)	Largo plazo (1)		Mediano plazo (2)	•	Inmediato (4)		Crítico (4)
Persistencia (Pe)	Fugaz (1)		Temporal (2)	•	Permanente (4)		
Reversibilidad (Rv)	Corto plazo (1)		Mediano plazo (2)	•	Irreversible (4)		
Sinergia (Si)	Sinergia simple (1)		Sinérgico (2)	•	Muy sinérgico (4)		
Acumulación (Ac)	Simple (1)		Acumulativo (4)	•			
Efecto (Ef)	Indirecto (1)		Directo (4)	•			
Periodicidad (Pr)	Irregular, discontinuo (1)	•	Periódico (2)		Continuo (4)		
Recuperabilidad (Rc)	Inmediata (1)		A mediano plazo (2)		Mitigable (4)	•	Irrecuperable (8)
Magnitud (Ma)	Ma=+/- (3In+2Ex+Mo+Pe+Rv+Si+Ac+Ef+Pr+Rc) =-49					Moderado.	

Por consiguiente, con las características determinadas anteriormente, el potencial impacto identificado tiene una magnitud de -49, Moderado. Sin embargo, se consideran medidas de mitigación.

Factor Impactado: Vegetación.

En la zona se encuentra cubierto de algas, principalmente algas verdes del género *Halimeda*, *Penicillus*, *Caulerpa*, etc. En la bahía Chemuyil con profundidad mayor a -2.5 m y en la Bahía de Chemuyilito, desde la zona somera hasta la profundidad de -2.5 m, con algas de mayor y menor tamaño, respectivamente. Por lo que se considera que este impacto es de intensidad muy alta puntual.

VEGETACIÓN.							
Impacto	Negativo (-)	•	Neutro		Positivo		
Intensidad (In)	Baja (1)		Media (2)		Alta (4)		Muy Alta (8) • Total (12)
Extensión (Ex)	Puntual (1)	•	Parcial (2)		Extenso (4)		Total • Crítico (4)
Momento (Mo)	Largo plazo (1)		Mediano plazo (2)		Inmediato (4)	•	Crítico (4)
Persistencia (Pe)	Fugaz (1)		Temporal (2)		Permanente (4)	•	
Reversibilidad (Rv)	Corto plazo (1)		Mediano plazo (2)	•	Irreversible (4)		
Sinergia (Si)	Sinergia simple (1)		Sinérgico (2)	•	Muy sinérgico (4)		
Acumulación (Ac)	Simple (1)		Acumulativo (4)	•			
Efecto (Ef)	Indirecto (1)		Directo (4)	•			
Periodicidad (Pr)	Irregular, discontinuo (1)		Periódico (2)	•	Continuo (4)		
Recuperabilidad (Rc)	Inmediata (1)		A mediano plazo (2)		Mitigable (4)	•	Irrecuperable (8)
Magnitud (Ma)	Ma=+/- (3In+2Ex+Mo+Pe+Rv+Si+Ac+Ef+Pr+Rc) =-52					Severo.	

Por consiguiente, con las características determinadas anteriormente, el potencial impacto identificado tiene una magnitud de -52, Severo. Sin embargo, se consideran medidas de mitigación.

Factor Impactado: Fauna.

Debido a que la afectación a la vegetación (pastos) por la construcción de los arrecifes artificiales, se disminuirán las zonas de alimentación y anidación de la fauna marina, también representa actividades riesgosas para los mismos. Las especies detectadas corresponden a las comúnmente encontradas en la zona marina, donde cuatro de las ocho especies listadas en la NOM-059- SEMARNAT-2010 pertenecen al grupo de los corales, como las especie *Plexaura homomalla* y *Plexaurella dichotoma*. Además, los arrecifes artificiales propuestos en el proyecto se ubican sobre los ambientes de transición y el arrecife frontal interior.

Por lo tanto, se deberán realizar con la finalidad de evitar dañar organismos de dichas especies sondeos de reconocimiento en el área donde se ubicarán dichas obras previo a su colocación. Por tal motivo, se considera que este impacto es negativo de intensidad muy alta, pero puntual, ya que una vez comenzando las actividades los animales de mayor movimiento se alejarán de la zona y los animales de lento movimiento serán reubicados antes de iniciados los trabajos.

FAUNA.							
Impacto	Negativo (-)	•	Neutro		Positivo		
Intensidad (In)	Baja (1)		Media (2)		Alta (4)	Muy Alta (8)	• Total (12)
Extensión (Ex)	Puntual (1)	•	Parcial (2)		Extenso (4)	Total	Crítico (4)
Momento (Mo)	Largo plazo (1)		Mediano plazo (2)		Inmediato (4)	• Crítico (4)	
Persistencia (Pe)	Fugaz (1)		Temporal (2)	•	Permanente (4)		
Reversibilidad (Rv)	Corto plazo (1)		Mediano plazo (2)	•	Irreversible (4)		
Sinergia (Si)	Sinergia simple (1)		Sinérgico (2)	•	Muy sinérgico (4)		
Acumulación (Ac)	Simple (1)		Acumulativo (4)	•			
Efecto (Ef)	Indirecto (1)		Directo (4)	•			
Periodicidad (Pr)	Irregular, discontinuo (1)	•	Periódico (2)		Continuo (4)		
Recuperabilidad (Rc)	Inmediata (1)		A mediano plazo (2)		Mitigable (4)	• Irrecuperable (8)	
Magnitud (Ma)	Ma=+/- (3In+2Ex+Mo+Pe+Rv+Si+Ac+Ef+Pr+Rc) =-49					Moderado.	

Por consiguiente, con las características determinadas anteriormente, el potencial impacto identificado tiene una magnitud de -49, Moderado. Sin embargo, se consideran medidas de mitigación.

Factor Impactado: Paisaje.

La construcción de los arrecifes artificiales y las escolleras traerá como consecuencia un impacto al paisaje actual de la zona, el cual se minimiza de cierta forma, al encontrarse en una zona turística y ser un impacto mitigable.

PAISAJE.							
Impacto	Negativo (-)	•	Neutro		Positivo		
Intensidad (In)	Baja (1)		Media (2)		Alta (4)	Muy Alta (8)	• Total (12)
Extensión (Ex)	Puntual (1)	•	Parcial (2)		Extenso (4)	Total	Crítico (4)
Momento (Mo)	Largo plazo (1)		Mediano plazo (2)		Inmediato (4)	• Crítico (4)	
Persistencia (Pe)	Fugaz (1)		Temporal (2)	•	Permanente (4)		
Reversibilidad (Rv)	Corto plazo (1)	•	Mediano plazo (2)		Irreversible (4)		
Sinergia (Si)	Sinergia simple (1)	•	Sinérgico (2)		Muy sinérgico (4)		
Acumulación (Ac)	Simple (1)	•	Acumulativo (4)				
Efecto (Ef)	Indirecto (1)	•	Directo (4)				

PAISAJE.							
Periodicidad (Pr)	Irregular, discontinuo (1)	•	Periódico (2)		Continuo (4)		
Recuperabilidad (Rc)	Inmediata (1)		A mediano plazo (2)		Mitigable (4)	•	Irrecuperable (8)
Magnitud (Ma)	Ma=+/- (3In+2Ex+Mo+Pe+Rv+Si+Ac+Ef+Pr+Rc) =-23					Irrelevante.	

Por consiguiente, con las características determinadas anteriormente, el potencial impacto identificado tiene una magnitud de -23, Irrelevante. Sin embargo, se consideran medidas de mitigación.

Factor Impactado: Empleo.

Es importante mencionar que las actividades colocación de los arrecifes artificiales y las escolleras, desde una perspectiva socioeconómica conllevan aspectos positivos para la región, ya que, para la ejecución de estos trabajos, habrá de contratarse personal de la localidad.

EMPLEO.							
Impacto	Negativo (-)		Neutro		Positivo	•	
Intensidad (In)	Baja (1)	•	Media (2)		Alta (4)		Muy Alta (8)
Extensión (Ex)	Puntual (1)	•	Parcial (2)		Extenso (4)		Total (12)
Momento (Mo)	Largo plazo (1)	•	Mediano plazo (2)		Inmediato (4)		Crítico (4)
Persistencia (Pe)	Fugaz (1)	•	Temporal (2)		Permanente (4)		
Reversibilidad (Rv)	Corto plazo (1)		Mediano plazo (2)	•	Irreversible (4)		
Sinergia (Si)	Sinergia simple (1)	•	Sinérgico (2)		Muy sinérgico (4)		
Acumulación (Ac)	Simple (1)	•	Acumulativo (4)				
Efecto (Ef)	Indirecto (1)		Directo (4)	•			
Periodicidad (Pr)	Irregular, discontinuo (1)		Periódico (2)	•	Continuo (4)		
Recuperabilidad (Rc)	Inmediata (1)	•	A mediano plazo (2)		Mitigable (4)		Irrecuperable (8)
Magnitud (Ma)	Ma=+/- (3In+2Ex+Mo+Pe+Rv+Si+Ac+Ef+Pr+Rc) =18					Irrelevante.	

Por consiguiente, con las características determinadas anteriormente, el potencial impacto identificado tiene una magnitud de -18, Irrelevante.

CONSTRUCCIÓN DE LAS CALETAS ARTIFICIALES (C4).

Se pretende construir **2 caletas artificiales** que son consideradas como **Caleta 1** de **3,196.58 m²** y la segunda **Caleta 2** de **5,451.83 m²** en la parte Sur del desarrollo, las cuales se conectarán al mar con 3 bocas que permitirán un flujo hidráulico adecuado para tener un buen intercambio de agua. Así pues, se llevarán a cabo excavaciones hasta la cota de -

2.00 msnmm y se rellenarán con una cama de arena de 50 cm de espesor. Por otro lado, en la parte Norte de desarrollo se pretende construir **1 caleta artificial** con dos playas arenosas pequeñas, una en cada extremo, conectadas por un **canal** de aproximadamente **30 m de ancho**, denominada **Caleta 3** con **9,189.67 m²**. Dicha caleta estará conectada al mar por medio de 3 canales, dos de ellos a los extremos con ramificaciones para transmitir oleaje a las playas, y uno al centro con la finalidad de mejorar la circulación y por ende la calidad del agua en el interior.

Factor Impactado: Atmósfera.

Dado que estos trabajos no generarán ruido ni emisiones de partículas a la atmósfera, debido a que se realizan en fase húmeda, se considera que este factor **NO** se verá afectado por esta actividad.

Factor Impactado: Suelo.

La construcción de los canales puede alterar de la geomorfología de suelo marino. Por lo que se considera que este impacto es de intensidad alta, pero muy puntual.

SUELO.							
Impacto	Negativo (-)	•	Neutro		Positivo		
Intensidad (In)	Baja (1)		Media (2)		Alta (4)		Muy Alta (8) • Total (12)
Extensión (Ex)	Puntual (1)	•	Parcial (2)		Extenso (4)		Total • Crítico (4)
Momento (Mo)	Largo plazo (1)		Mediano plazo (2)		Inmediato (4)	•	Crítico (4)
Persistencia (Pe)	Fugaz (1)		Temporal (2)		Permanente (4)	•	
Reversibilidad (Rv)	Corto plazo (1)		Mediano plazo (2)	•	Irreversible (4)		
Sinergia (Si)	Sinergia simple (1)		Sinérgico (2)	•	Muy sinérgico (4)		
Acumulación (Ac)	Simple (1)		Acumulativo (4)	•			
Efecto (Ef)	Indirecto (1)		Directo (4)	•			
Periodicidad (Pr)	Irregular, discontinuo (1)		Periódico (2)	•	Continuo (4)		
Recuperabilidad (Rc)	Inmediata (1)		A mediano plazo (2)		Mitigable (4)	•	Irrecuperable (8)
Magnitud (Ma)	Ma=+/--(3In+2Ex+Mo+Pe+Rv+Si+Ac+Ef+Pr+Rc) =-52					Severo.	

Por consiguiente, con las características determinadas anteriormente, el potencial impacto identificado tiene una magnitud de -52, Severo. Sin embargo, se consideran medidas de mitigación.

Factor Impactado: Agua.

Durante la construcción de los arrecifes artificiales y las escolleras, el agua se verá afectada por la turbulencia y pérdida de visibilidad que se generará al momento de llevar a cabo las actividades, de la misma forma el agua puede verse afectada por el derrame no intencional de sustancias o productos químicos. Por lo tanto, el impacto se considera de intensidad alta, de persistencia temporal y reversibilidad a mediano plazo, de la misma forma se tiene contemplado como medida de mitigación.

AGUA.							
Impacto	Negativo (-)	•	Neutro		Positivo		
Intensidad (In)	Baja (1)		Media (2)		Alta (4)		Muy Alta (8) • Total (12)
Extensión (Ex)	Puntual (1)		Parcial (2)	•	Extenso (4)		Total Crítico (4)
Momento (Mo)	Largo plazo (1)		Mediano plazo (2)	•	Inmediato (4)		Crítico (4)
Persistencia (Pe)	Fugaz (1)		Temporal (2)	•	Permanente (4)		
Reversibilidad (Rv)	Corto plazo (1)		Mediano plazo (2)	•	Irreversible (4)		
Sinergia (Si)	Sinergia simple (1)		Sinérgico (2)	•	Muy sinérgico (4)		
Acumulación (Ac)	Simple (1)		Acumulativo (4)	•			
Efecto (Ef)	Indirecto (1)		Directo (4)	•			
Periodicidad (Pr)	Irregular, discontinuo (1)	•	Periódico (2)		Continuo (4)		
Recuperabilidad (Rc)	Inmediata (1)		A mediano plazo (2)		Mitigable (4)	•	Irrecuperable (8)
Magnitud (Ma)	Ma=+/- (3In+2Ex+Mo+Pe+Rv+Si+Ac+Ef+Pr+Rc) = -49					Moderado.	

Por consiguiente, con las características determinadas anteriormente, el potencial impacto identificado tiene una magnitud de -49, Moderado. Sin embargo, se consideran medidas de mitigación.

Factor Impactado: Vegetación.

En la zona se encuentra cubierto de algas, principalmente algas verdes del género *Halimeda*, *Penicillus*, *Caulerpa*, etc. Por lo que se considera que este impacto es de intensidad muy alta puntual.

VEGETACIÓN.							
Impacto	Negativo (-)	•	Neutro		Positivo		
Intensidad (In)	Baja (1)		Media (2)		Alta (4)		Muy Alta (8) • Total (12)
Extensión (Ex)	Puntual (1)	•	Parcial (2)		Extenso (4)		Total Crítico (4)

VEGETACIÓN.							
Momento (Mo)	Largo plazo (1)		Mediano plazo (2)		Inmediato (4)	●	Crítico (4)
Persistencia (Pe)	Fugaz (1)		Temporal (2)		Permanente (4)	●	
Reversibilidad (Rv)	Corto plazo (1)		Mediano plazo (2)	●	Irreversible (4)		
Sinergia (Si)	Sinergia simple (1)		Sinérgico (2)	●	Muy sinérgico (4)		
Acumulación (Ac)	Simple (1)		Acumulativo (4)	●			
Efecto (Ef)	Indirecto (1)		Directo (4)	●			
Periodicidad (Pr)	Irregular, discontinuo (1)		Periódico (2)	●	Continuo (4)		
Recuperabilidad (Rc)	Inmediata (1)		A mediano plazo (2)		Mitigable (4)	●	Irrecuperable (8)
Magnitud (Ma)	Ma=+/- (3In+2Ex+Mo+Pe+Rv+Si+Ac+Ef+Pr+Rc) =-52					Severo.	

Por consiguiente, con las características determinadas anteriormente, el potencial impacto identificado tiene una magnitud de -52, Severo. Sin embargo, se consideran medidas de mitigación.

Factor Impactado: Fauna. Las especies detectadas corresponden a *Bivalvias*, *Gastropodos* y *Nematodos*. Por tal motivo, se considera que este impacto es negativo de intensidad muy alta, pero puntual, ya que una vez comenzando las actividades los animales de mayor movimiento se alejarán de la zona y los animales de lento movimiento serán reubicados antes de iniciados los trabajos.

FAUNA.							
Impacto	Negativo (-)	●	Neutro		Positivo		
Intensidad (In)	Baja (1)		Media (2)		Alta (4)		Muy Alta (8) ● Total (12)
Extensión (Ex)	Puntual (1)	●	Parcial (2)		Extenso (4)		Total ● Crítico (4)
Momento (Mo)	Largo plazo (1)		Mediano plazo (2)		Inmediato (4)	●	Crítico (4)
Persistencia (Pe)	Fugaz (1)		Temporal (2)	●	Permanente (4)		
Reversibilidad (Rv)	Corto plazo (1)		Mediano plazo (2)	●	Irreversible (4)		
Sinergia (Si)	Sinergia simple (1)		Sinérgico (2)	●	Muy sinérgico (4)		
Acumulación (Ac)	Simple (1)		Acumulativo (4)	●			
Efecto (Ef)	Indirecto (1)		Directo (4)	●			
Periodicidad (Pr)	Irregular, discontinuo (1)	●	Periódico (2)		Continuo (4)		
Recuperabilidad (Rc)	Inmediata (1)		A mediano plazo (2)		Mitigable (4)	●	Irrecuperable (8)
Magnitud (Ma)	Ma=+/- (3In+2Ex+Mo+Pe+Rv+Si+Ac+Ef+Pr+Rc) =-49					Moderado.	

Por consiguiente, con las características determinadas anteriormente, el potencial impacto identificado tiene una magnitud de -49, Moderado. Sin embargo, se consideran medidas de mitigación.

Factor Impactado: Paisaje.

La construcción de caletas traerá como consecuencia un impacto al paisaje actual de la zona, el cual se minimiza de cierta forma, al encontrarse en una zona turística y ser un impacto mitigable.

PAISAJE.							
Impacto	Negativo (-)	•	Neutro		Positivo		
Intensidad (In)	Baja (1)		Media (2)	•	Alta (4)		Muy Alta (8) Total (12)
Extensión (Ex)	Puntual (1)	•	Parcial (2)		Extenso (4)		Total Crítico (4)
Momento (Mo)	Largo plazo (1)		Mediano plazo (2)		Inmediato (4)	•	Crítico (4)
Persistencia (Pe)	Fugaz (1)		Temporal (2)	•	Permanente (4)		
Reversibilidad (Rv)	Corto plazo (1)	•	Mediano plazo (2)		Irreversible (4)		
Sinergia (Si)	Sinergia simple (1)	•	Sinérgico (2)		Muy sinérgico (4)		
Acumulación (Ac)	Simple (1)	•	Acumulativo (4)				
Efecto (Ef)	Indirecto (1)	•	Directo (4)				
Periodicidad (Pr)	Irregular, discontinuo (1)	•	Periódico (2)		Continuo (4)		
Recuperabilidad (Rc)	Inmediata (1)		A mediano plazo (2)		Mitigable (4)	•	Irrecuperable (8)
Magnitud (Ma)	Ma=+/--(3In+2Ex+Mo+Pe+Rv+Si+Ac+Ef+Pr+Rc) =-23					Irrelevante.	

Por consiguiente, con las características determinadas anteriormente, el potencial impacto identificado tiene una magnitud de -23, Irrelevante. Sin embargo, se consideran medidas de mitigación.

Factor Impactado: Empleo.

Las actividades de colocación de las caletas generan una perspectiva socioeconómica, que conllevan aspectos positivos para la región, ya que para la ejecución de estos trabajos habrá de contratarse personal de la localidad.

EMPLEO.							
Impacto	Negativo (-)		Neutro		Positivo	•	
Intensidad (In)	Baja (1)	•	Media (2)		Alta (4)		Muy Alta (8) Total (12)
Extensión (Ex)	Puntual (1)	•	Parcial (2)		Extenso (4)		Total Crítico (4)
Momento (Mo)	Largo plazo (1)	•	Mediano plazo		Inmediato (4)		Crítico (4)

EMPLEO.							
			(2)				
Persistencia (Pe)	Fugaz (1)	•	Temporal (2)		Permanente (4)		
Reversibilidad (Rv)	Corto plazo (1)		Mediano plazo (2)	•	Irreversible (4)		
Sinergia (Si)	Sinergia simple (1)	•	Sinérgico (2)		Muy sinérgico (4)		
Acumulación (Ac)	Simple (1)	•	Acumulativo (4)				
Efecto (Ef)	Indirecto (1)		Directo (4)	•			
Periodicidad (Pr)	Irregular, discontinuo (1)		Periódico (2)	•	Continuo (4)		
Recuperabilidad (Rc)	Inmediata (1)	•	A mediano plazo (2)		Mitigable (4)		Irrecuperable (8)
Magnitud (Ma)	Ma=+/- (3In+2Ex+Mo+Pe+Rv+Si+Ac+Ef+Pr+Rc) =18					Irrelevante.	

Por consiguiente, con las características determinadas anteriormente, el potencial impacto identificado tiene una magnitud de -18, Irrelevante.

EXTRACCIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE ARENA EN LA ZONA DE PLAYA (C5).

Para cubrir el área de playa que requiere de arena, se ha localizado un banco de arena cercano a la línea de costa de la propiedad, con una superficie de 47,637.58 m² (4.76 hectáreas) y un volumen aproximado de 30,000 m³. El banco de arena se encuentra al Sur-Sureste de la bahía de Chemuyilito, entre 400 y 450 metros de la costa, en su sección más cercana (Caletas Artificiales) y a 700 metros aproximadamente en la parte más lejana (Playa 1).

Se requerirán 3 líneas de bombeo debido por las distancias a las que se encuentra repartida la arena en el banco marino, ya que cada bomba puede bombear hasta una distancia aproximada de 200 metros, la forma de alimentar la energía a las bombas será por medio de vables extendidos sobre el fondo marino o anclado sobre la bomba, y colocando un generador sobre el chalan para evitar caídas de tensión por la longitud de los cables. Línea de Bombeo 1 depositará la arena en la Caleta Artificial 3 y a partir de ahí se transportará por vía terrestre a la siguiente caleta. También, acarrear por tierra hacia las playas 1 y playa 2.

La Línea de Bombeo 2 coloca la arena en la costa en la Caleta 2, mientras que la Línea de Bombeo 3 deposita la arena directo en la Caleta 1.

La línea de Bombeo 2 extrae la arena del banco y lo deposita en la Caleta 2, y por último la Línea de Bombeo 3 deposita la arena directo en la Caleta 1. Es importante mencionar que de acuerdo a los estudios de granulometría realizados al banco de arena y a las zonas de playa, es posible afirmar que presentan las mismas características, por lo que se presume que la arena del banco corresponde a la arena erosionada.

La arena será extraída con bombas eléctricas sumergibles y transportada hidráulicamente por tubería, lastradas al fondo para no interferir con la navegación, hasta el sitio de vertido, donde se colocarán mallas anti-dispersión para el control del agua de retorno y finos en suspensión.

Estos trabajos no generarán ruido ni emisiones de partículas a la atmósfera dado que, como se ha indicado, el proceso de succión y bombeo no genera la suspensión de materiales *in situ*, sin embargo, la zona marina pudiera verse afectado por en el remoto caso de presentarse una fuga en el proceso y en los equipos. Asimismo, el mal manejo de las bombas puede alterar el suelo marino, pudiendo ocasionar la erosión de los bancos. Por lo tanto, los trabajos se consideran de intensidad alta, temporales y mitigables.

Factor Impactado: Atmósfera.

Dado que estos trabajos no generarán ruido ni emisiones de partículas a la atmósfera, debido a que se realizan en fase húmeda y la bomba es eléctrica, se considera que este factor **NO** se verá afectado por esta actividad.

Factor Impactado: Suelo.

La extracción de arena para la rehabilitación de la playa podría alterar el suelo marino pudiendo ocasionar la erosión del banco de material y/o la alteración de la geomorfología marina. Se considera que este impacto es de intensidad alta, pero de extensión puntual y reversible, ya que el volumen que se calcula corresponde al 15% del total de los dos bancos, y una vez terminados los trabajos se contempla que los bancos volverán a su volumen original una vez transcurrido el tiempo.

SUELO.							
Impacto	Negativo (-)	•	Neutro		Positivo		
Intensidad (In)	Baja (1)		Media (2)		Alta (4)		Muy Alta (8) • Total (12)
Extensión (Ex)	Puntual (1)		Parcial (2)	•	Extenso (4)		Total Crítico (4)
Momento (Mo)	Largo plazo (1)		Mediano plazo (2)	•	Inmediato (4)		Crítico (4)
Persistencia (Pe)	Fugaz (1)		Temporal (2)	•	Permanente (4)		
Reversibilidad (Rv)	Corto plazo (1)		Mediano plazo (2)	•	Irreversible (4)		
Sinergia (Si)	Sinergia simple (1)		Sinérgico (2)	•	Muy sinérgico (4)		
Acumulación (Ac)	Simple (1)		Acumulativo (4)	•			
Efecto (Ef)	Indirecto (1)		Directo (4)	•			

SUELO.							
Periodicidad (Pr)	Irregular, discontinuo (1)		Periódico (2)	•	Continuo (4)		
Recuperabilidad (Rc)	Inmediata (1)		A mediano plazo (2)		Mitigable (4)	•	Irrecuperable (8)
Magnitud (Ma)	$Ma = +/-(3In+2Ex+Mo+Pe+Rv+Si+Ac+Ef+Pr+Rc) = -50$					Severo.	

Por consiguiente, con las características determinadas anteriormente, el potencial impacto identificado tiene una magnitud de -50, Severo. Sin embargo, se consideran medidas de mitigación.

Factor Impactado: Agua.

El proceso de succión y bombeo no genera la suspensión de materiales *in situ*, sin embargo, la zona marina pudiera verse afectada por en el remoto caso de presentarse una fuga en el proceso y en los equipos, así como por el derrame accidental de sustancia o productos químicos. Se considera que el impacto es alto, tiene una persistencia temporal y de reversibilidad a mediano plazo, y mitigable.

AGUA.							
Impacto	Negativo (-)	•	Neutro		Positivo		
Intensidad (In)	Baja (1)		Media (2)		Alta (4)		Muy Alta (8) • Total (12)
Extensión (Ex)	Puntual (1)		Parcial (2)	•	Extenso (4)		Total Crítico (4)
Momento (Mo)	Largo plazo (1)		Mediano plazo (2)	•	Inmediato (4)		Crítico (4)
Persistencia (Pe)	Fugaz (1)		Temporal (2)	•	Permanente (4)		
Reversibilidad (Rv)	Corto plazo (1)		Mediano plazo (2)	•	Irreversible (4)		
Sinergia (Si)	Sinergia simple (1)		Sinérgico (2)	•	Muy sinérgico (4)		
Acumulación (Ac)	Simple (1)		Acumulativo (4)	•			
Efecto (Ef)	Indirecto (1)		Directo (4)	•			
Periodicidad (Pr)	Irregular, discontinuo (1)		Periódico (2)	•	Continuo (4)		
Recuperabilidad (Rc)	Inmediata (1)		A mediano plazo (2)		Mitigable (4)	•	Irrecuperable (8)
Magnitud (Ma)	$Ma = +/-(3In+2Ex+Mo+Pe+Rv+Si+Ac+Ef+Pr+Rc) = -50$					Severo.	

Por consiguiente, con las características determinadas anteriormente, el potencial impacto identificado tiene una magnitud de -50, Severo. Sin embargo, se consideran medidas de mitigación.

Factor Impactado: Vegetación.

Los bancos de arena han sido seleccionados estratégicamente dado que se encuentra desprovista de pastos marinos, por lo que **NO** se consideran impactos a la vegetación (pastos marinos) producto de la extracción y distribución de arena.

Factor Impactado: Fauna.

De la misma forma, el banco de arena ha sido seleccionado estratégicamente dado que se encuentra desprovista de pastos marinos. Así pues, la fauna de lento desplazamiento como lo son caracoles, erizos, etc., previo a la habilitación de las obras. Por lo que, se considera que el impacto a la fauna marina derivados por esta actividad es de intensidad alta, de extensión puntual y mitigable.

FAUNA.							
Impacto	Negativo (-)	•	Neutro		Positivo		
Intensidad (In)	Baja (1)		Media (2)		Alta (4)		Muy Alta (8) • Total (12)
Extensión (Ex)	Puntual (1)	•	Parcial (2)		Extenso (4)		Total • Crítico (4)
Momento (Mo)	Largo plazo (1)		Mediano plazo (2)		Inmediato (4)	•	Crítico (4)
Persistencia (Pe)	Fugaz (1)		Temporal (2)	•	Permanente (4)		
Reversibilidad (Rv)	Corto plazo (1)		Mediano plazo (2)	•	Irreversible (4)		
Sinergia (Si)	Sinergia simple (1)		Sinérgico (2)	•	Muy sinérgico (4)		
Acumulación (Ac)	Simple (1)		Acumulativo (4)	•			
Efecto (Ef)	Indirecto (1)		Directo (4)	•			
Periodicidad (Pr)	Irregular, discontinuo (1)		Periódico (2)	•	Continuo (4)		
Recuperabilidad (Rc)	Inmediata (1)		A mediano plazo (2)		Mitigable (4)	•	Irrecuperable (8)
Magnitud (Ma)	Ma=+/- (3In+2Ex+Mo+Pe+Rv+Si+Ac+Ef+Pr+Rc) =-50					Severo.	

Por consiguiente, con las características determinadas anteriormente, el potencial impacto identificado tiene una magnitud de -50, Severo. Sin embargo, se consideran medidas de mitigación.

Factor Impactado: Paisaje.

Las actividades de extracción y distribución de arena traerán como consecuencia un impacto al paisaje marino y de la zona de playa. Sin embargo, se consideran medidas de mitigación para aminorar este impacto.

PAISAJE.							
Impacto	Negativo (-)	•	Neutro		Positivo		
Intensidad (In)	Baja (1)		Media (2)		Alta (4)		Muy Alta (8) • Total (12)
Extensión (Ex)	Puntual (1)	•	Parcial (2)		Extenso (4)		Total • Crítico (4)
Momento (Mo)	Largo plazo (1)		Mediano plazo (2)		Inmediato (4)	•	Crítico (4)

PAISAJE.							
Persistencia (Pe)	Fugaz (1)		Temporal (2)	•	Permanente (4)		
Reversibilidad (Rv)	Corto plazo (1)	•	Mediano plazo (2)		Irreversible (4)		
Sinergia (Si)	Sinergia simple (1)	•	Sinérgico (2)		Muy sinérgico (4)		
Acumulación (Ac)	Simple (1)	•	Acumulativo (4)				
Efecto (Ef)	Indirecto (1)	•	Directo (4)				
Periodicidad (Pr)	Irregular, discontinuo (1)	•	Periódico (2)		Continuo (4)		
Recuperabilidad (Rc)	Inmediata (1)		A mediano plazo (2)		Mitigable (4)	•	Irrecuperable (8)
Magnitud (Ma)	Ma=+/- (3In+2Ex+Mo+Pe+Rv+Si+Ac+Ef+Pr+Rc) =-23					Irrelevante.	

Por consiguiente, con las características determinadas anteriormente, el potencial impacto identificado tiene una magnitud de -23, Irrelevante. Sin embargo, se consideran medidas de mitigación.

Factor Impactado: Empleo.

Las actividades de extracción y distribución de arena, desde una perspectiva socioeconómica traerán aspectos positivos para la región, ya que para la ejecución de estos trabajos será necesario contratar personal de la localidad.

EMPLEO.							
Impacto	Negativo (-)		Neutro		Positivo	•	
Intensidad (In)	Baja (1)	•	Media (2)		Alta (4)		Muy Alta (8)
Extensión (Ex)	Puntual (1)	•	Parcial (2)		Extenso (4)		Total
Momento (Mo)	Largo plazo (1)		Mediano plazo (2)	•	Inmediato (4)		Crítico (4)
Persistencia (Pe)	Fugaz (1)	•	Temporal (2)		Permanente (4)		
Reversibilidad (Rv)	Corto plazo (1)	•	Mediano plazo (2)		Irreversible (4)		
Sinergia (Si)	Sinergia simple (1)	•	Sinérgico (2)		Muy sinérgico (4)		
Acumulación (Ac)	Simple (1)	•	Acumulativo (4)				
Efecto (Ef)	Indirecto (1)		Directo (4)	•			
Periodicidad (Pr)	Irregular, discontinuo (1)		Periódico (2)	•	Continuo (4)		
Recuperabilidad (Rc)	Inmediata (1)	•	A mediano plazo (2)		Mitigable (4)		Irrecuperable (8)
Magnitud (Ma)	Ma=+/- (3In+2Ex+Mo+Pe+Rv+Si+Ac+Ef+Pr+Rc) =18					Irrelevante.	

Por consiguiente, con las características determinadas anteriormente, el potencial impacto identificado tiene una magnitud de 18, Irrelevante.

OPERACIÓN DE MANTENIMIENTO.

APROVECHAMIENTO DE LA ZONA DE PLAYA (OM1).

Posteriormente a que el proyecto haya concluido se mantendrá el acceso público permanente a la playa, siendo zona federal marítimo terrestre **se mantendrá limpia**, así como el total de la superficie de playa, concesionada o no. Se espera que la playa sea muy estable en condiciones normales e incluso en condiciones de tormenta estacional.

Factor Impactado: Suelo.

Con la colocación de los Arrecifes Artificiales se podrá disipar la energía de la ola incidente, evitando que el oleaje que rompe en la ola, arrastre la arena hacia el mar a profundidades de las que ya no puede regresar. Con la inyección de arena se podrá ensanchar la playa y la construcción de una duna artificial. Además, ayudará a capturar los granos de arena y proteger la zona de la erosión eólica. Por lo tanto, este impacto se considera positivo de intensidad alta y sinérgico.

SUELO.							
Impacto	Negativo (-)		Neutro		Positivo	•	
Intensidad (In)	Baja (1)		Media (2)		Alta (4)	•	Muy Alta (8) Total (12)
Extensión (Ex)	Puntual (1)	•	Parcial (2)		Extenso (4)		Total Crítico (4)
Momento (Mo)	Largo plazo (1)		Mediano plazo (2)		Inmediato (4)	•	Crítico (4)
Persistencia (Pe)	Fugaz (1)		Temporal (2)	•	Permanente (4)		
Reversibilidad (Rv)	Corto plazo (1)		Mediano plazo (2)	•	Irreversible (4)		
Sinergia (Si)	Sinergia simple (1)		Sinérgico (2)	•	Muy sinérgico (4)		
Acumulación (Ac)	Simple (1)		Acumulativo (4)	•			
Efecto (Ef)	Indirecto (1)		Directo (4)	•			
Periodicidad (Pr)	Irregular, discontinuo (1)		Periódico (2)		Continuo (4)	•	
Recuperabilidad (Rc)	Inmediata (1)		A mediano plazo (2)	•	Mitigable (4)		Irrecuperable (8)
Magnitud (Ma)	Ma=+/- (3In+2Ex+Mo+Pe+Rv+Si+Ac+Ef+Pr+Rc) =38						Moderado.

Por consiguiente, con las características determinadas anteriormente, el potencial impacto identificado tiene una magnitud de 38, Moderado.

- **Factor Impactado: Agua.**

No se contemplan impactos en el agua una vez terminadas las actividades, las características del agua volverán a su normalidad. Asimismo, se considera que el flujo entre el mar y el continente no se será afectado, por el contrario, con la construcción de la escollera se protegerá la bocanada de la misma. Por lo tanto, se considera que este factor **NO** se verá afectado por esta actividad.

- **Factor Impactado: Vegetación.**

Se llevarán a cabo acciones de revegetación de la duna a partir del matorral costero. El restablecimiento de vegetación dentro del proyecto, tanto en la duna artificial como en la zona marina (arrecifes artificiales), se realizará en la fase final de construcción. Por lo tanto, se considera que este impacto es de intensidad alta y sinérgico.

VEGETACIÓN.							
Impacto	Negativo (-)		Neutro		Positivo	•	
Intensidad (In)	Baja (1)		Media (2)		Alta (4)	•	Muy Alta (8)
Extensión (Ex)	Puntual (1)	•	Parcial (2)		Extenso (4)		Total (12)
Momento (Mo)	Largo plazo (1)		Mediano plazo (2)	•	Inmediato (4)		Crítico (4)
Persistencia (Pe)	Fugaz (1)		Temporal (2)		Permanente (4)	•	
Reversibilidad (Rv)	Corto plazo (1)		Mediano plazo (2)	•	Irreversible (4)		
Sinergia (Si)	Sinergia simple (1)		Sinérgico (2)	•	Muy sinérgico (4)		
Acumulación (Ac)	Simple (1)		Acumulativo (4)	•			
Efecto (Ef)	Indirecto (1)		Directo (4)	•			
Periodicidad (Pr)	Irregular, discontinuo (1)		Periódico (2)		Continuo (4)	•	
Recuperabilidad (Rc)	Inmediata (1)		A mediano plazo (2)	•	Mitigable (4)		Irrecuperable (8)
Magnitud (Ma)	Ma=+/- (3In+2Ex+Mo+Pe+Rv+Si+Ac+Ef+Pr+Rc) =38						Moderado.

Por consiguiente, con las características determinadas anteriormente, el potencial impacto identificado tiene una magnitud de 38, Moderado.

- **Factor Impactado: Fauna.**

El restablecimiento de vegetación de la duna artificial como en la zona marina (arrecifes artificiales), puede atraer a cierto tipo de fauna que la empleará como refugio o área de

alimentación. Por consiguiente, se considera como un impacto benéfico de intensidad alta y sinérgico.

FAUNA.							
Impacto	Negativo (-)		Neutro		Positivo	•	
Intensidad (In)	Baja (1)		Media (2)		Alta (4)	•	Muy Alta (8)
Extensión (Ex)	Puntual (1)	•	Parcial (2)		Extenso (4)		Total
Momento (Mo)	Largo plazo (1)		Mediano plazo (2)	•	Inmediato (4)		Crítico (4)
Persistencia (Pe)	Fugaz (1)		Temporal (2)		Permanente (4)	•	
Reversibilidad (Rv)	Corto plazo (1)		Mediano plazo (2)	•	Irreversible (4)		
Sinergia (Si)	Sinergia simple (1)		Sinérgico (2)	•	Muy sinérgico (4)		
Acumulación (Ac)	Simple (1)		Acumulativo (4)	•			
Efecto (Ef)	Indirecto (1)	•	Directo (4)				
Periodicidad (Pr)	Irregular, discontinuo (1)		Periódico (2)	•	Continuo (4)		
Recuperabilidad (Rc)	Inmediata (1)		A mediano plazo (2)	•	Mitigable (4)		Irrecuperable (8)
Magnitud (Ma)	Ma=+/- (3In+2Ex+Mo+Pe+Rv+Si+Ac+Ef+Pr+Rc) =33					Moderado.	

Por consiguiente, con las características determinadas anteriormente, el potencial impacto identificado tiene una magnitud de 33, Severo.

- **Factor Impactado: Paisaje.**

Una vez concluido todo el proceso de construcción, el proyecto se encontrará integrado al ámbito natural de la región, la cual corresponde a una zona residencial – turística, por lo que el impacto se considera positivo y puntual.

PAISAJE.							
Impacto	Negativo (-)		Neutro		Positivo	•	
Intensidad (In)	Baja (1)		Media (2)	•	Alta (4)		Muy Alta (8)
Extensión (Ex)	Puntual (1)	•	Parcial (2)		Extenso (4)		Total
Momento (Mo)	Largo plazo (1)		Mediano plazo (2)		Inmediato (4)	•	Crítico (4)
Persistencia (Pe)	Fugaz (1)		Temporal (2)		Permanente (4)	•	
Reversibilidad (Rv)	Corto plazo (1)		Mediano plazo (2)	•	Irreversible (4)		
Sinergia (Si)	Sinergia simple (1)	•	Sinérgico (2)		Muy sinérgico (4)		

PAISAJE.							
Acumulación (Ac)	Simple (1)		Acumulativo (4)	•			
Efecto (Ef)	Indirecto (1)	•	Directo (4)				
Periodicidad (Pr)	Irregular, discontinuo (1)		Periódico (2)		Continuo (4)	•	
Recuperabilidad (Rc)	Inmediata (1)		A mediano plazo (2)	•	Mitigable (4)		Irrecuperable (8)
Magnitud (Ma)	$Ma = +/- (3In + 2Ex + Mo + Pe + Rv + Si + Ac + Ef + Pr + Rc) = 30$					Moderado.	

Por consiguiente, con las características determinadas anteriormente, el potencial impacto identificado tiene una magnitud de 30, Moderado.

- **Factor Impactado: Empleo.**

Una vez concluido todo el proceso de construcción, el proyecto se encontrará integrado a una zona residencial – turística, consolidando lo establecido por el POET y el Plan Parcial de Tulum.

EMPLEO.							
Impacto	Negativo (-)		Neutro		Positivo	•	
Intensidad (In)	Baja (1)	•	Media (2)		Alta (4)		Muy Alta (8)
Extensión (Ex)	Puntual (1)	•	Parcial (2)		Extenso (4)		Total
Momento (Mo)	Largo plazo (1)		Mediano plazo (2)	•	Inmediato (4)		Crítico (4)
Persistencia (Pe)	Fugaz (1)	•	Temporal (2)		Permanente (4)		
Reversibilidad (Rv)	Corto plazo (1)	•	Mediano plazo (2)		Irreversible (4)		
Sinergia (Si)	Sinergia simple (1)	•	Sinérgico (2)		Muy sinérgico (4)		
Acumulación (Ac)	Simple (1)	•	Acumulativo (4)				
Efecto (Ef)	Indirecto (1)		Directo (4)	•			
Periodicidad (Pr)	Irregular, discontinuo (1)		Periódico (2)	•	Continuo (4)		
Recuperabilidad (Rc)	Inmediata (1)	•	A mediano plazo (2)		Mitigable (4)		Irrecuperable (8)
Magnitud (Ma)	$Ma = +/- (3In + 2Ex + Mo + Pe + Rv + Si + Ac + Ef + Pr + Rc) = 18$					Irrelevante.	

Por consiguiente, con las características determinadas anteriormente, el potencial impacto identificado tiene una magnitud de 18, Irrelevante.

MANTENIMIENTO DE LA ZONA DE LA PLAYA (OM2).

Se establecerá y ejecutará un programa de mantenimiento regular para reponer el material que pudiera ser erosionado. Así pues, se efectuará estacionalmente después de algún evento meteorológico que pudiera ocasionar la pérdida de arena, el cual se realizará en su momento un levantamiento topográfico para evaluar el nivel de material presente en la playa, y con esto determinar la cantidad de arena que sea necesaria reponer. El impacto producto de estas actividades será por la producción de turbulencia en el agua, modificando la calidad del agua debido a los sólidos suspendidos, la generación de residuos sólidos contaminantes, aunado a que la vegetación y la fauna pueden ser dañadas al momento de colocar la malla anti-dispersión y la tubería.

Factor Impactado: Atmósfera.

En la colocación de la tubería y malla antidispersión se generarán pequeñas cantidades de emisiones de partículas a la atmósfera, debido a que estos trabajos se realizarán en fase húmeda y serán menores los equipos de combustión y automotores que se utilicen (lancha, camioneta). Además, no se generarán grandes cantidades de ruido. Por lo que se considera que este impacto es negativo, de intensidad baja, puntual y mitigable.

ATMÓSFERA.							
Impacto	Negativo (-)	•	Neutro		Positivo		
Intensidad (In)	Baja (1)	•	Media (2)		Alta (4)		Muy Alta (8)
Extensión (Ex)	Puntual (1)	•	Parcial (2)		Extenso (4)		Total (12)
Momento (Mo)	Largo plazo (1)		Mediano plazo (2)	•	Inmediato (4)		Crítico (4)
Persistencia (Pe)	Fugaz (1)		Temporal (2)	•	Permanente (4)		
Reversibilidad (Rv)	Corto plazo (1)		Mediano plazo (2)	•	Irreversible (4)		
Sinergia (Si)	Sinergia simple (1)	•	Sinérgico (2)		Muy sinérgico (4)		
Acumulación (Ac)	Simple (1)	•	Acumulativo (4)				
Efecto (Ef)	Indirecto (1)	•	Directo (4)				
Periodicidad (Pr)	Irregular, discontinuo (1)	•	Periódico (2)		Continuo (4)		
Recuperabilidad (Rc)	Inmediata (1)		A mediano plazo (2)		Mitigable (4)	•	Irrecuperable (8)
Magnitud (Ma)	Ma=+/- (3In+2Ex+Mo+Pe+Rv+Si+Ac+Ef+Pr+Rc) = -19					Irrelevante.	

Por consiguiente, con las características determinadas anteriormente, el potencial impacto identificado tiene una magnitud de -19, Irrelevante. Sin embargo, se consideran medidas de mitigación.

Factor Impactado: Suelo.

La extracción de arena para la rehabilitación de la playa podría alterar el suelo marino pudiendo ocasionar la erosión del banco de material y/o la alteración de la geomorfología marina. Se considera que este impacto es de intensidad alta, pero reversible, ya que se contempla que el banco volverá a su volumen original una vez transcurrido el tiempo, aunado a que solamente se volverá a extraer arena del banco después de algún evento meteorológico que pudiera ocasionar la pérdida de arena.

SUELO.							
Impacto	Negativo (-)	•	Neutro		Positivo		
Intensidad (In)	Baja (1)		Media (2)		Alta (4)	•	Muy Alta (8)
Extensión (Ex)	Puntual (1)	•	Parcial (2)		Extenso (4)		Total
Momento (Mo)	Largo plazo (1)		Mediano plazo (2)	•	Inmediato (4)		Crítico (4)
Persistencia (Pe)	Fugaz (1)		Temporal (2)	•	Permanente (4)		
Reversibilidad (Rv)	Corto plazo (1)		Mediano plazo (2)	•	Irreversible (4)		
Sinergia (Si)	Sinergia simple (1)	•	Sinérgico (2)		Muy sinérgico (4)		
Acumulación (Ac)	Simple (1)		Acumulativo (4)	•			
Efecto (Ef)	Indirecto (1)		Directo (4)	•			
Periodicidad (Pr)	Irregular, discontinuo (1)	•	Periódico (2)		Continuo (4)		
Recuperabilidad (Rc)	Inmediata (1)		A mediano plazo (2)		Mitigable (4)	•	Irrecuperable (8)
Magnitud (Ma)	Ma=+/- (3In+2Ex+Mo+Pe+Rv+Si+Ac+Ef+Pr+Rc) = -34					Moderado.	

Por consiguiente, con las características determinadas anteriormente, el potencial impacto identificado tiene una magnitud de -34, Moderado. Sin embargo, se consideran medidas de mitigación.

Factor Impactado: Agua.

El proceso de succión y bombeo no genera la suspensión de materiales *in situ*, sin embargo, el sistema ambiental pudiera verse afectado si se presentase una fuga en el proceso y en los equipos. Así, como por el derrame no intencional de sustancia o productos químicos. Sin embargo, se considera que este impacto tiene una persistencia temporal y de reversibilidad a mediano plazo, de la misma forma se tiene contemplado como medida de mitigación la instalación de una malla anti-dispersión de finos, aunado a que solamente se volverá a extraer arena del banco después de algún evento meteorológico que pudiera ocasionar la pérdida de arena.

AGUA.							
Impacto	Negativo (-)	•	Neutro		Positivo		
Intensidad (In)	Baja (1)		Media (2)		Alta (4)	•	Muy Alta (8)
Extensión (Ex)	Puntual (1)		Parcial (2)	•	Extenso (4)		Total
Momento (Mo)	Largo plazo (1)		Mediano plazo (2)	•	Inmediato (4)		Crítico (4)
Persistencia (Pe)	Fugaz (1)		Temporal (2)	•	Permanente (4)		
Reversibilidad (Rv)	Corto plazo (1)		Mediano plazo (2)	•	Irreversible (4)		
Sinergia (Si)	Sinergia simple (1)		Sinérgico (2)	•	Muy sinérgico (4)		
Acumulación (Ac)	Simple (1)		Acumulativo (4)	•			
Efecto (Ef)	Indirecto (1)		Directo (4)	•			
Periodicidad (Pr)	Irregular, discontinuo (1)	•	Periódico (2)		Continuo (4)		
Recuperabilidad (Rc)	Inmediata (1)		A mediano plazo (2)		Mitigable (4)	•	Irrecuperable (8)
Magnitud (Ma)	Ma=+/- (3In+2Ex+Mo+Pe+Rv+Si+Ac+Ef+Pr+Rc) = -37					Moderado.	

Por consiguiente, con las características determinadas anteriormente, el potencial impacto identificado tiene una magnitud de -37, Moderado. Sin embargo, se consideran medidas de mitigación.

Factor Impactado: Vegetación.

La zona de trabajo está conformada con pasto tortuga (*Thalassia testudinum*) y una gran variedad de algas asociadas, el cual se ubica principalmente en la parte Norte del interior de Bahía de Chemuyil, con manchones pequeños aislados al interior de ambas bahías. Asimismo, se encontraron las especies *Plexaura homomalla* y *Plexaurella dichotoma*, las cuales son consideradas sujetas a protección especial según la NOM-059-SEMARNAT-2010. Por lo tanto, se considera que el impacto es de intensidad muy alta y puntual.

VEGETACIÓN.							
Impacto	Negativo (-)	•	Neutro		Positivo		
Intensidad (In)	Baja (1)		Media (2)		Alta (4)		Muy Alta (8)
Extensión (Ex)	Puntual (1)	•	Parcial (2)		Extenso (4)		Total
Momento (Mo)	Largo plazo (1)		Mediano plazo (2)		Inmediato (4)	•	Crítico (4)
Persistencia (Pe)	Fugaz (1)		Temporal (2)		Permanente (4)	•	
Reversibilidad (Rv)	Corto plazo (1)		Mediano plazo (2)	•	Irreversible (4)		
Sinergia (Si)	Sinergia simple (1)		Sinérgico (2)	•	Muy		

VEGETACIÓN.							
				sinérgico (4)			
Acumulación (Ac)	Simple (1)		Acumulativo (4)	•			
Efecto (Ef)	Indirecto (1)		Directo (4)	•			
Periodicidad (Pr)	Irregular, discontinuo (1)		Periódico (2)	•	Continuo (4)		
Recuperabilidad (Rc)	Inmediata (1)		A mediano plazo (2)		Mitigable (4)	•	Irrecuperable (8)
Magnitud (Ma)	Ma=+/- (3In+2Ex+Mo+Pe+Rv+Si+Ac+Ef+Pr+Rc) =-52					Severo.	

Por consiguiente, con las características determinadas anteriormente, el potencial impacto identificado tiene una magnitud de -52, Severo. Sin embargo, se consideran medidas de mitigación.

Factor Impactado: Fauna.

La zona de la playa ha sido seleccionada estratégicamente debido que se encuentra desprovista de pastos marinos. Por lo tanto, la fauna observada se compone de organismos que la utilizan solamente como lugar de paso. Así pues, el impacto a la fauna marina por esta actividad es de intensidad alta, pero de magnitud moderada, ya se consideran medidas de mitigación para esta actividad.

FAUNA.							
Impacto	Negativo (-)	•	Neutro		Positivo		
Intensidad (In)	Baja (1)		Media (2)		Alta (4)		Muy Alta (8) • Total (12)
Extensión (Ex)	Puntual (1)	•	Parcial (2)		Extenso (4)		Total • Crítico (4)
Momento (Mo)	Largo plazo (1)		Mediano plazo (2)		Inmediato (4)	•	Crítico (4)
Persistencia (Pe)	Fugaz (1)		Temporal (2)	•	Permanente (4)		
Reversibilidad (Rv)	Corto plazo (1)		Mediano plazo (2)	•	Irreversible (4)		
Sinergia (Si)	Sinergia simple (1)		Sinérgico (2)	•	Muy sinérgico (4)		
Acumulación (Ac)	Simple (1)		Acumulativo (4)	•			
Efecto (Ef)	Indirecto (1)		Directo (4)	•			
Periodicidad (Pr)	Irregular, discontinuo (1)		Periódico (2)	•	Continuo (4)		
Recuperabilidad (Rc)	Inmediata (1)		A mediano plazo (2)		Mitigable (4)	•	Irrecuperable (8)
Magnitud (Ma)	Ma=+/- (3In+2Ex+Mo+Pe+Rv+Si+Ac+Ef+Pr+Rc) =-50					Severo.	

Por consiguiente, con las características determinadas anteriormente, el potencial impacto identificado tiene una magnitud de -50, Severo. Sin embargo, se consideran medidas de mitigación.

Factor Impactado: Paisaje.

Las actividades de mantenimiento traerán como consecuencia un impacto al paisaje marino de la zona. Sin embargo, una vez finalizados los trabajos se considera que el impacto sobre la zona, correspondiente a la zona Hotelera, será positivo ya que se mejorarán las condiciones de recreación.

PAISAJE.							
Impacto	Negativo (-)	•	Neutro		Positivo		
Intensidad (In)	Baja (1)		Media (2)	•	Alta (4)		Muy Alta (8)
Extensión (Ex)	Puntual (1)	•	Parcial (2)		Extenso (4)		Total
Momento (Mo)	Largo plazo (1)		Mediano plazo (2)		Inmediato (4)	•	Crítico (4)
Persistencia (Pe)	Fugaz (1)		Temporal (2)	•	Permanente (4)		
Reversibilidad (Rv)	Corto plazo (1)	•	Mediano plazo (2)		Irreversible (4)		
Sinergia (Si)	Sinergia simple (1)	•	Sinérgico (2)		Muy sinérgico (4)		
Acumulación (Ac)	Simple (1)	•	Acumulativo (4)				
Efecto (Ef)	Indirecto (1)		Directo (4)	•			
Periodicidad (Pr)	Irregular, discontinuo (1)	•	Periódico (2)		Continuo (4)		
Recuperabilidad (Rc)	Inmediata (1)		A mediano plazo (2)	•	Mitigable (4)		Irrecuperable (8)
Magnitud (Ma)	Ma=+/- (3In+2Ex+Mo+Pe+Rv+Si+Ac+Ef+Pr+Rc) = -24					Irrelevante.	

Por consiguiente, con las características determinadas anteriormente, el potencial impacto identificado tiene una magnitud de -24, Irrelevante.

Factor Impactado: Empleo.

Es importante mencionar que las actividades de mantenimiento, desde una perspectiva socioeconómica genera aspectos positivos para la región, ya que se contará personal de la localidad para la ejecución dichos trabajos.

EMPLEO.							
Impacto	Negativo (-)		Neutro		Positivo	•	
Intensidad (In)	Baja (1)	•	Media (2)		Alta (4)		Muy Alta (8)
Extensión (Ex)	Puntual (1)	•	Parcial (2)		Extenso (4)		Total
Momento (Mo)	Largo plazo (1)		Mediano plazo (2)	•	Inmediato (4)		Crítico (4)

EMPLEO.							
Persistencia (Pe)	Fugaz (1)	•	Temporal (2)	•	Permanente (4)		
Reversibilidad (Rv)	Corto plazo (1)	•	Mediano plazo (2)	•	Irreversible (4)		
Sinergia (Si)	Sinergia simple (1)	•	Sinérgico (2)	•	Muy sinérgico (4)		
Acumulación (Ac)	Simple (1)	•	Acumulativo (4)	•			
Efecto (Ef)	Indirecto (1)	•	Directo (4)	•			
Periodicidad (Pr)	Irregular, discontinuo (1)	•	Periódico (2)	•	Continuo (4)		
Recuperabilidad (Rc)	Inmediata (1)	•	A mediano plazo (2)	•	Mitigable (4)	Irrecuperable (8)	
Magnitud (Ma)	Ma=+/- (3In+2Ex+Mo+Pe+Rv+Si+Ac+Ef+Pr+Rc) =18					Irrelevante.	

Por consiguiente, con las características determinadas anteriormente, el potencial impacto identificado tiene una magnitud de -18, Irrelevante.

V.4. IMPACTOS RESIDUALES.

Los principales impactos residuales a partir de las interacciones del análisis en las etapas del proyecto serán:

- La sensibilidad se presentará en el paisaje y los receptores visuales debido a la construcción y la colocación de las estructuras. Sin embargo, dichos efectos serán reducidos con el tiempo, debido a que el proyecto presenta impactos residuales bajos.
- La variación de la calidad del fondo marino siendo resultado a las actividades de excavación y colocación de estructuras.
- La hidrología superficial queda exenta de impactos residuos importantes del curso, con la posible excepción de la contaminación de la zona marina por la generación de residuos sólidos y peligrosos.

Así pues, en términos generales el impacto a los recursos ecológicos por la ejecución del proyecto será de alta a moderada, pero mitigable.

V.5. IMPACTOS ACUMULATIVOS.

Los impactos identificados como acumulativos que se relaciona al proyecto incluyen:

- Impactos en el paisaje e impactos visuales. En el desarrollo existen otros proyectos de características similares al aquí expuesto. Los cuales, en conjunto, modificarán de forma permanente el paisaje natural que ahora caracteriza al área del proyecto.

- Ocupación del terreno/ecología terrestre. El proyecto provocará la pérdida permanente de cobertura vegetal (pastos marinos), provocando la pérdida de alimento y hábitat, el desplazamiento de la fauna nativa. No obstante, todos estos impactos que en un inicio resultan violentos para el ambiente, con el paso del tiempo se verán disminuidos por la vegetación de los arrecifes artificial, así como implementación de las medidas de mitigación, conservación de áreas naturales y habitación de áreas jardinadas, consideras en ambos proyectos.
- Emisiones atmosféricas y ruido. El incremento del flujo vehicular, así como la utilización de maquinaria y equipo para la preparación y construcción de las obras propuestas, provocarán un aumento en las concentraciones de gases de combustión en los niveles de ruido estándares del lugar.
- Impacto Social. Se dará un impacto demográfico por la construcción de las instalaciones, provocando una mayor inmigración de personas que buscan empleo o un beneficio económico, a través de la venta de productos y servicios. Así pues, se ocasionará una mayor presión a nivel municipal por la demanda de servicios, con vivienda, agua, electricidad, etc.

V.6. CONCLUSIONES.

Los impactos ambientales sin medidas de mitigación corresponden al **18.4%** en la preparación del proyecto, sin embargo, los principales impactos se presentan en las diferentes fases de construcción del proyecto, que representan un valor del **77.7%** del total de los impactos (Matriz 1). Por lo que, las dos fases iniciales (preparación y construcción) acumulan el 96.2% de los impactos ambientales totales, los cuales corresponden a los impactos primarios (atmósfera, suelo y agua), cuya característica en la mayoría de los casos es adversa.

Asimismo, el **3.8%** restante corresponde a las etapas de operación y mantenimiento, siendo el de menor porcentaje con impacto ambiental que tiene la realización del proyecto, ya que estabilizará la zona de la playa, presentando un beneficio a la zona ambiental. Por consiguiente, el valor total obtenido de los impactos ambientales fue de -1074 (ver matriz 1), dicho valor afecta tanto los aspectos biológicos como los físico-químicos en las diversas actividades de preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento del proyecto.

Matriz 1. Método matricial modificado para la identificación y evaluación de impactos ambientales sin Medidas de Mitigación.

Atributos Ambientales		Preparación del Sitio	Construcción					Operación y Mantenimiento		Total
		PS1	C1	C2	C3	C4	C5	OM1	OM2	
Físico y Químicos	Atmósfera	-19	-22	-21	-	-	-	-	-19	-81
	Suelo	-34	-30	-42	-54	-52	-50	38	-34	-258
	Agua	-37	-34	-37	-49	-49	-50	-	-37	-293
Biológicos	Vegetación	-52	-	-38	-52	-52	-	38	-52	-208
	Fauna	-50	-	-32	-49	-49	-50	33	-50	-247
Socioeconómicos	Paisaje	-24	-21	-23	-23	-23	-23	30	-24	-131
	Social (Empleo/Cambio Climático)	18	18	18	18	18	18	18	18	144
Totales		-198	-89	-175	-209	-207	-155	157	-198	-1074

Códigos Utilizados en el método matricial	
Preparación del Sitio	Escala
PS1 - Colocación de malla anti-dispersión de finos e instalación de la tubería.	0 = Sin Interacción
Construcción	
C1 - Construcción de tarquina.	≤ 24 = Irrelevantes o compatibles
C2 - Construcción de duna artificial.	
C3 - Construcción arrecifes artificiales.	25 - 50 = Moderados
C4 - Construcción caletas artificiales.	
C5 - Extracción y distribución de arena.	
Operación y Mantenimiento	51 - 75 = Severos
OM-1 Aprovechamiento de la zona de la playa.	
OM-2 Mantenimiento de las zonas de la playa.	
	≥ 76 = Críticos

Por otro lado, a través del análisis de las matrices de impacto se puede inferir que la implementación de las medidas de remediación descritas anteriormente permitiría reducir en un **27.8%** los impactos generados durante la fase de preparación del sitio, en un **45.5%** los de la fase de construcción y hasta **78.0%** los referentes a la operación y mantenimiento del proyecto (ver matriz 2). En el balance total, considerando medidas de mitigación es la reducción en **43.5% del total** de los impactos ambientales generados.

En conclusión, los impactos generados muestran la reducción en el efecto del proyecto con las medidas de mitigación.

Matriz 2. Método matricial modificado para la identificación y evaluación de impactos ambientales con Medidas de Mitigación.

Atributos Ambientales		Preparación del Sitio	Construcción					Operación y Mantenimiento		Total
		PS1	C1	C2	C3	C4	C5	OM1	OM2	
Físico y Químicos	Atmósfera	-15	-18	-19	-	-	-	-	-15	-67
	Suelo	-24	-20	-32	-40	-37	-40	30	-24	-187
	Agua	-27	-24	-27	-36	-36	-40	-	-27	-217
Biológicos	Vegetación	-35	-	-28	38	38	-	30	-35	8
	Fauna	-40	-	-22	-35	-35	-40	28	-40	-184
Socioeconómicos	Paisaje	-20	-18	-18	-18	-18	-20	28	-20	-104
	Social (Empleo/Cambio Climático)	18	18	18	18	18	18	18	18	144
Totales		-143	-62	-128	-73	-70	-122	134	-143	-607

Códigos Utilizados en el método matricial	
Preparación del Sitio	Escala
PS1 - Colocación de malla anti-dispersión de finos e instalación de la tubería.	0 = Sin Interacción
Construcción	
C1 - Construcción de tarquina.	≤ 24 = Irrelevantes o compatibles
C2 - Construcción de duna artificial.	
C3 - Construcción arrecifes artificiales.	25 - 50 = Moderados
C4 - Construcción caletas artificiales.	
C5 - Extracción y distribución de arena.	51 - 75 = Severos
Operación y Mantenimiento	
OM-1 Aprovechamiento de la zona de la playa.	≥ 76 = Críticos
OM-2 Mantenimiento de las zonas de la playa.	

Por consiguiente, se concluye que el proyecto solicitado es viable desde la perspectiva ambiental, al optimizar la infraestructura y minimizando los posibles impactos ambientales generados en el área.

En la siguiente tabla se muestra en forma de resumen los impactos que se generarían en cada una de las etapas del proyecto.

Actividad	Impacto Ambiental
Habilitación de las áreas del proyecto, colocación de la malla anti-dispersión de finos e instalación de la tubería.	<p>El proceso de habilitación de las áreas de trabajo consiste en el retiro de forma manual de rocas sueltas y caracoles y bivalvos arrojados por el mar. Asimismo, la colocación de la malla anti-dispersión y la tubería, que serán lastradas de forma temporal al suelo marino.</p> <p>El impacto producto de estas actividades será por la producción de turbulencia en el agua, la modificando la calidad del agua debido a los sólidos suspendidos, la generación de residuos sólidos contaminantes que pueden afectar tanto el suelo como el agua.</p>

Actividad	Impacto Ambiental
	<p>Por otra parte, la morfología del suelo, la fauna marina y la vegetación (pastos y algas) pueden verse dañada al momento de lastrar la tubería, las bombas eléctricas y la malla para la anti dispersión aunque se prevé en la especie tener una adecuada capacitación y realizar los trabajos con especialistas que de ninguna forma alteren o dañen la vegetación presente.. Cabe mencionar que la superficie de instalación de la tubería es de 7,000 m².</p>
Construcción de tarquina provisional	<p>La tarquina tiene como objetivo recibir la arena extraída del banco. Esta será construida en la zona de playa. Durante esta actividad se pueden generar impactos a la atmósfera debido al uso de equipos automotores (excavadora para la formación de la tarquina) y la generación de partículas, por el movimiento de arena. Asimismo, el suelo o el agua puede contaminarse por la generación de residuos sólidos o derrames de sustancias químicas.</p> <p>La construcción de la tarquina solamente se llevará a cabo durante el vertido de la arena, teniendo un impacto de intensidad media dado que el área destinada para ésta es pequeña y desprovista de vegetación.</p>
Construcción de la Duna Artificial	<p>Se considera que la construcción de la duna artificial ayudará a la estabilización de la zona de playa, la zona marina y costera del lugar. Sin embargo, durante su construcción, la zona de playa puede contaminarse por la generación de residuos sólidos o por el derrame de sustancias, asimismo, la geomorfología, la vegetación y fauna de la zona se puede alterar en caso de no tener cuidado durante el desarrollo de las actividades.</p> <p>Por lo tanto, se considera que este impacto es negativo, de intensidad alta, debido a que la zona donde se colocara la duna artificial, se encuentra desprovista de vegetación.</p>
Construcción de Arrecifes Artificiales	<p>Al igual que en la duna artificial, se considera que la construcción de los arrecifes artificiales y las escolleras ayudarán a la estabilización de la zona de playa, la zona marina y costera del lugar. Sin embargo, durante su construcción, la zona de playa puede contaminarse por la generación de residuos sólidos o por el derrame de sustancias, asimismo, la geomorfología, la vegetación y fauna de la zona se puede alterar en caso de no tener cuidado durante el desarrollo de las actividades.</p> <p>Cabe mencionar, que la zona donde se colocaran los arrecifes artificiales corresponde a un arenal situado entre 65 a 130 metros de distancia de la orilla, y que se extiende hasta los 200 a 300 metros de distancia de la orilla. Este arenal tiene una baja cobertura biológica, en particular de algas verdes. La arena es biogénica de granulometría gruesa, proveniente en su mayoría de algas calcáreas del género <i>Halimeda</i>. Así pues, se considera que este impacto es negativo, de intensidad alta y puntual, debido a que la zona donde se colocarán los arrecifes artificiales, se encuentra parcialmente desprovista de</p>

Actividad	Impacto Ambiental
	vegetación y fauna, y no ocupan una superficie muy grande del lugar.
Construcción de Caletas Artificiales	<p>Las caletas artificiales ayudarán a la estabilización de la zona de playa y la zona marina. Los volúmenes de excavación para las caletas 1, 2 y 3 son 13,218.30 m³, 19,224.00 m³ y 29,180.00 m³, respectivamente.</p> <p>Durante la construcción de las caletas puede contaminarse por la generación de residuos sólidos o por el derrame de sustancias. Asimismo, la geomorfología, la vegetación y fauna de la zona se puede alterar en caso un descuido durante el desarrollo de las actividades. Debido a que es importante conservar el ambiente de la cresta arrecifal, los esqueletos de coral cuerno de alce (<i>Acropora palmata</i>) ofrecen protección a la caleta al disipar la energía del oleaje.</p>
Extracción y distribución de arena	<p>La extracción y distribución de arena no generarán ruido ni emisiones de partículas a la atmósfera dado que, como se ha indicado, el proceso de succión y bombeo no genera la suspensión de materiales <i>in situ</i>, sin embargo, la zona marina pudiera verse afectado por en el remoto caso de presentarse una fuga en el proceso y en los equipos, asimismo el mal manejo de las bombas puede alterar el suelo marino, pudiendo ocasionar la erosión de los bancos. Por lo que, estos trabajos se consideran de intensidad alta, temporales y mitigables.</p>
Operación	<p>Aún con el proyecto concluido, la playa seguirá con acceso público permanente; la zona federal marítimo terrestre se mantendrá limpia, así como el total de la superficie de playa, concesionada o no. Se espera que la playa sea muy estable en condiciones normales e incluso en condiciones de tormenta estacional.</p>
Mantenimiento.	<p>Se establecerá y ejecutará un programa de mantenimiento regular para reponer el material que pudiera ser erosionado. Este trabajo, se efectuará estacionalmente después de algún evento meteorológico que pudiera ocasionar la pérdida de arena, para esto se realizará en su momento un levantamiento topográfico para evaluar el nivel de material presente en la playa y con esto determinar la cantidad de arena que sea necesaria reponer.</p> <p>El impacto producto de estas actividades será por la producción de turbulencia en el agua, modificando la calidad del agua debido a los sólidos suspendidos, la generación de residuos sólidos contaminantes, aunado a que la vegetación y la fauna pueden ser dañadas al momento de colocar la malla anti-dispersión y la tubería.</p>

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

VI.1. MEDIDAS O PROGRAMAS DE MEDIDAS PARA LA MITIGACIÓN O CORRECCIÓN DE IMPACTOS POR COMPONENTE AMBIENTAL.

VI.1.1. PREPARACIÓN DEL SITIO.

A continuación, se desglosan las medidas de prevención y mitigación para cada etapa de ejecución del proyecto.

Factor impactado: Atmósfera.

- ✚ Se deberá respetar los límites máximos permisibles de ruido perimetral de las zonas de trabajo de 68 dbA de las 06:00 hrs a las 22:00 hrs y de 65 dbA de las 22:00 hrs a las 06:00 hrs.
- ✚ Prevenir la producción de algún incendio o de humo que pueda disminuir la calidad ambiental y afectar a la vegetación y a la fauna del predio.
- ✚ Impedir la producción de malos olores.
- ✚ Se deberá evitar la generación de tráfico vehicular.

Factor impactado: Vegetación.

- ✚ Antes de iniciar actividades se capacitará a los trabajadores acerca del contenido de los procedimientos y su responsabilidad en el cumplimiento de los lineamientos de protección al medio ambiente.
- ✚ Se confirmará que se respeten las dimensiones autorizadas para la colocación de tubería, malla anti-dispersión y bombas eléctricas, a fin de no afectar áreas vecinas, sobre todo las zonas de manglar y pastos.
- ✚ Se colocarán durmientes (bolsas con arena) bajo la tubería, de tal manera que se minimicen los riesgos y daños a la vegetación.
- ✚ Se implementarán un programa para garantizar el rescate y protección de las especies marinas susceptibles a ser rescatadas, teniendo especial cuidado de no dañar las especies de manglar, palma chit, tortugas marinas, entre otras.

- ✚ Antes de colocar la duna artificial, se rescatará la vegetación rastrera que se encuentre en el sitio, y se reubicará en la misma playa, donde se encuentre un espacio adecuado.
- ✚ Se deberá utilizar el equipo adecuado de protección para el personal que ejecutará las actividades, además de tener en buenas condiciones de funcionamiento de dicha herramienta.
- ✚ Se deberá utilizar el equipo adecuado de protección para el personal que ejecutará las actividades, además de mantener en buenas condiciones de funcionamiento de dicha herramienta.
- ✚ Para ningún tipo de vegetación se deberán utilizar productos químicos o fuego.
- ✚ Estará prohibido el uso o vertimiento de agua proveniente de la cuenca que alimenta a los humedales costeros de la región. Se llevará a cabo programas de monitoreo para determinar la calidad de los ecosistemas de las bahías de Chemuyil – Chemuyilito.
- ✚ Queda prohibido el relleno, desmonte, quema y desecación de vegetación de humedal costero

Factor impactado: Fauna.

- ✚ Los animales que se llegasen a encontrar en el lugar se alejarán una vez iniciado los trabajos, solamente los animales de lento desplazamiento serán reubicados para no interferir con sus procesos biológicos.
- ✚ Se implementarán un programa para garantizar el rescate y protección de las especies susceptibles a ser rescatadas, especialmente las especies consideradas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.
- ✚ Queda estrictamente prohibido introducir especies exóticas para las actividades de restauración de los humedales costeros.
- ✚ 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.
- ✚ No alimentar, tocar o perseguir a los ejemplares de la vida silvestre, salvo que se cuente con la autorización correspondiente.

Factor impactado: Suelo y Agua.

- ✚ Se recomendará a los responsables del manejo de transporte, maquinaria y equipos de combustión interna que mantengan sus vehículos y maquinarias en condiciones óptimas de operación.
- ✚ En el área de trabajo se destinarán espacios para la disposición de los residuos sólidos generados por insumos y alimentos para su posterior transporte a lugares establecidos por las autoridades municipales.
- ✚ Durante el proceso de colocación de la tubería deberán realizarse recorridos, con el propósito de verificar la integridad y durabilidad de éstas para evitar y, en su caso reparar de forma inmediata fugas de material bombeado.
- ✚ Se colocará una malla anti-dispersión de finos en zona de aprovechamiento y descarga de la tubería durante el bombeo de arena.
- ✚ Se verificará que los trabajadores no arrojen ningún tipo de sustancia o residuo directamente al suelo o al mar.
- ✚ En caso de haber un derrame de sustancias en la zona de playa, éste será dispuesto conforme lo establece la normatividad aplicable.
- ✚ Los diferentes tipos de desechos que se generen podrán ser almacenados temporalmente en los frentes de trabajo para posteriormente ser enviados de manera apropiada para su disposición final en sitios autorizados por el Municipio.
- ✚ Se colocarán contenedores de residuos con las leyendas “orgánico”, “inorgánico” y “peligrosos” a lo largo de todo el proyecto, con el fin de promover la separación de residuos de acuerdo a su naturaleza. Una vez separados, serán clasificados y canalizados a empresas u organismos encargados de su reciclamiento y/o disposición adecuada.
- ✚ Se deberá instalar un sanitario portátil, 1 por cada 10 trabajadores de la obra o fracción excedente.
- ✚ Las aguas residuales provenientes de los sanitarios portátiles deberán ser transportadas por la empresa contratada para la instalación de los mismos, quien después de darle un tratamiento previo, se hará cargo de su destino final.

- ✚ Se llevará a cabo un Programa de Manejo de Residuos Sólidos el cual se pondrá a consideración y evaluación de la autoridad.
- ✚ Durante la ejecución del proyecto, quedará estrictamente prohibido el vertido y disposición de residuos de las embarcaciones. Se ejecutará un programa específico para el manejo adecuado de residuos sólidos y líquidos.
- ✚ Queda prohibido realizar el mantenimiento, limpieza, reparación de embarcaciones, abastecimiento de combustible y achicamiento de las sentinas.
- ✚ 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.
- ✚ Carga, descarga, recarga y almacenamiento de hidrocarburos en zonas arrecifales.
- ✚ Posterior a la construcción del proyecto, quedará estrictamente prohibido el tránsito de vehículos automotores sobre la playa.

Factor Impactado: Paisaje.

Se deberá implementar algún tipo de malla o cercado hacia la porción colindante con la playa con el fin de disminuir la visibilidad de las labores que se realizan en el interior.

IV.1.2. CONSTRUCCIÓN.

Factor impactado: Fauna.

- ✚ Los animales que se llegasen a encontrar en el lugar se alejarán una vez iniciado los trabajos, solamente los animales de lento desplazamiento serán reubicados para no interferir con sus procesos biológicos.
- ✚ Se vigilará que los trabajadores respeten y protejan a la fauna que habitará el área de conservación.
- ✚ Se instalarán letreros que promuevan el cuidado de la fauna de la región, dentro y fuera del área de conservación.

- ✚ El horario en que se realizarán las actividades de contemplación dentro del área de conservación será diurno.
- ✚ A lo largo del recorrido, serán colocados letreros de concientización ambiental, alusivos a la protección de los recursos naturales de sitio y el sistema ambiental donde se inserta.
- ✚ No se permitirá la introducción de fauna exótica.
- ✚ Se instalarán una serie de señalizaciones con el fin de proteger la fauna tales como: No alimentar a la fauna, No molestar a la fauna, No depositar residuos fuera de las zonas indicadas, No provocar ruido innecesario y No remover, coleccionar o dañar ningún tipo de fauna. Se realizará la limpieza constante de las vialidades, para evitar proliferación de fauna nociva.
- ✚ Si alguna especie de fauna nativa resulta herida por efecto de las actividades de construcción, recibirá atención médica veterinaria y será mantenida en las instalaciones o bien reubicada donde lo disponga la autoridad.
- ✚ Se llevará a cabo un Programa de Rescate, Manejo y Protección de Flora y Fauna Silvestre el cual se pondrá a consideración de la autoridad.
- ✚ Garantizar la protección de las especies y la conservación de la duna como hábitat crítico para las especies de tortuga y otras especies sensibles.
- ✚ Se realizará la limpieza constante del terreno, para evitar proliferación de fauna nociva.

Factor impactado: Suelo y Agua.

- ✚ El anclaje de embarcaciones solo se permitirá en zonas de arenales y ceibadales.
- ✚ Los trabajos de colocación y colado de colchacreto y bolsacreto, sólo se deberán realizar en condiciones de oleaje menores a 0.30 metros, si se realizan entre junio y octubre se deberán monitorear los pronósticos de tormentas y huracanes y si se trabaja entre octubre y marzo se deberán revisar los avisos de entrada de frentes fríos.
- ✚ Cuando exista un aviso de entrada de frente frío o tormenta se deberán detener los trabajos 24 horas antes del día de entrada de dicho temporal, para lo cual se obedecerán los boletines meteorológicos emitidos por la capitanía de puerto local.

- ✚ En caso de pronosticarse oleaje fuerte del sureste, cerrarse el puerto o de la amenaza de una tormenta extraordinaria, la embarcación de apoyo será llevada a su puerto de abrigo para resguardarse y permanecerán ahí hasta que las condiciones mejoren.
- ✚ El servicio o reparación a los motores de las embarcaciones y autos se realizará fuera del área de construcción, el mantenimiento se llevará a cabo en lugares adecuados para tal fin.
- ✚ Si por alguna razón existiera un derrame de hidrocarburos en la zona marina 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 para revisión y reparación de la fuga.
- ✚ Los buzos encargados de la extracción de arena se encargarán de que la extracción sea uniforme evitando con ello un desequilibrio en la morfología del arenal.
- ✚ Durante el proceso de bombeo deberán realizarse recorridos a lo largo de la tubería y mangueras utilizadas en el transporte de la arena hacia la playa, con el propósito de verificar la integridad y durabilidad de éstas para evitar y, en su caso reparar de forma inmediata fugas de material bombeado.
- ✚ Se colocará una malla anti-dispersión de finos en zona de aprovechamiento y descarga.
- ✚ El material ya bombeado será depositado a la orilla del mar para que, posteriormente, con ayuda de un minicargador frontal –tipo bobcat- se lleve a cabo la distribución de arena.
- ✚ Se verificará que el minicargador no cuente con fugas de combustible y que esté afinado.
- ✚ Se verificará que los trabajadores no arrojen ningún tipo de sustancia o residuo directamente al suelo o al mar.
- ✚ Los diferentes tipos de desechos que se generen durante esta etapa podrán ser almacenados temporalmente en los frentes de trabajo para posteriormente ser enviados de manera apropiada para su disposición final en sitios autorizados por el Municipio.

- ✚ Se deberá colocar recipientes para el depósito de residuos de tipo doméstico e identificarlos para evitar confusiones o mezcla de residuos de diferentes tipos. Así mismo, se deberá instalar un sanitario portátil, 1 por cada 10 trabajadores de la obra o fracción excedente de quince.

Factor impactado: Vegetación.

Se colocarán durmientes (bolsas con arena) bajo la tubería, de tal manera que se minimicen los riesgos y daños a la vegetación.

IV.I.2.1. RECOMENDACIONES Y PROCEDIMIENTOS DE SEGURIDAD.

Se recomiendan las siguientes prácticas para los trabajos descritos anteriormente.

1. Los trabajos de colocación y colado de bolsacreto, sólo se deberán realizar con oleaje menor de 0.3 m, si se realizan entre junio y octubre se deberán monitorear los pronósticos de tormentas y huracanes, si se trabaja entre octubre y marzo se deberán revisar los avisos de entrada de frentes fríos, cuando exista un aviso de entrada de frente frío o tormenta se deberán detener los trabajos 24 horas antes del día de entrada de dicho temporal para lo cual se obedecerán los boletines meteorológicos emitidos por la capitanía del puerto local.
2. En caso de pronosticarse oleaje fuerte del sureste, cerrarse el puerto o de la amenaza de una tormenta extraordinaria, las embarcaciones de apoyo serán llevadas a Puerto Calica, Puerto Morelos, Playa del Carmen u otro puerto de abrigo para resguardarse, y permanecerán ahí hasta que las condiciones mejoren.
3. No existe razón para pensar que habrá algún tipo de derrame de hidrocarburos ya que cualquier servicio o reparación a los motores de las embarcaciones se realizará fuera del área de construcción de Arrecifes Artificiales, estas operaciones de mantenimiento se llevarán a cabo en los puertos de Playa del Carmen o Calica.
4. Si por alguna razón hubiera un derrame ligero de hidrocarburos, el procedimiento a seguir es:
 - a) Interrumpir las operaciones,
 - b) 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,
 - c) En caso de ser posible y no causar derrames adicionales, navegar de manera inmediata hacia el puerto más cercano para revisión y reparación de la fuga. Los flotadores absorbentes de hidrocarburos son cordones de 8 plg x 10 pies

que pueden ser unidos con una conexión de acero inoxidable para hacerlos tan largos como sea necesario, se empacan 4 cordones por bolsa. Los flotadores absorbentes permanecen en la superficie formando un cerco alrededor de la zona de derrame para evitar que la mancha crezca, una vez que la fuente de la fuga ha cesado y que el cordón se ha cerrado, éste se puede empezar a acotar para disminuir su área, provocando que el flotador absorbente absorba el hidrocarburo, cuando se safe el flotador habrá que reemplazarlo por uno nuevo hasta que todo el material quede en los flotadores y la superficie del agua limpia.

5. Las tuberías flexibles de polipropileno, las mangueras, uniones y conexiones usadas durante la extracción y bombeo hacia la costa de la arena, son de uso rudo y fueron diseñadas para el manejo de este tipo de mezclas abrasivas de agua y arena a presión. En caso de aparecer una grieta en alguna manguera o tubo por exceso de presión en el interior, el derrame que se genere se visualizará de inmediato y procederá:
 - a) Detener la bomba,
 - b) Cambiar la manguera o tubo en el sitio,
 - c) Renaudar el bombeo.
6. Ya que se tienen las mallas anti-dispersión armadas y en su lugar para evitar que los sedimentos viajen descontrolados, no será necesaria ninguna otra acción, los sedimentos serán contenidos y caerán al fondo por gravedad, la arena, en sí no es ningún exótico ni representa un riesgo para ecosistema.
7. Las mallas geotextiles deberán estar completas y en buenas condiciones, con lastres a cada 20 m para mantenerlas extendidas desde la superficie hasta el fondo. Deben tener boyas flotantes en la superficie amarradas a la malla geotextil a cada 20 m, coincidiendo con los lastres para que se tensen adecuadamente. Así, se unirán varias mallas suturando una con otra dependiendo de las medidas que se consigan en el mercado para obtener una malla de las dimensiones requeridas.

IV.I.3. OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO.

Factor impactado: Vegetación.

- ✚ Se colocarán durmientes (bolsas con arena) bajo la tubería, de tal manera que se minimicen los riesgos y daños a la vegetación (pastos marinos).

Factor impactado: Fauna.

- Los animales que se llegasen a encontrar en el lugar se alejarán una vez iniciado los trabajos de extracción de arena, solamente los animales de lento desplazamiento (estrellas del mar, caracoles y bivalvos) serán reubicados para no interferir con sus procesos biológicos.

Factor impactado: Agua y Suelo.

- Los buzos encargados del manejo de la bomba se encargarán de que la extracción sea uniforme evitando con ello un desequilibrio en la morfología del arenal. Durante el proceso de bombeo deberán realizarse recorridos a lo largo de la tubería y mangueras utilizadas en el transporte de la arena hacia la playa, con el propósito de verificar la integridad y durabilidad de éstas para evitar y, en su caso reparar de forma inmediata fugas de material bombeado.
- Se colocará una malla anti-dispersión de finos en zona de aprovechamiento (banco de materiales) y zona de descarga (zona de vertido).
- El material ya bombeado será depositado a la orilla del mar para que, posteriormente, con ayuda de un mini cargador frontal –tipo bobcat- se lleve a cabo la distribución de arena. Se verificará que el mini cargador no cuente con fugas de combustible y/o aceite.
- Finalmente, se verificará que los trabajadores no arrojen ningún tipo de sustancia o residuo directamente al suelo o al mar.
- Los diferentes tipos de desechos que se generen durante esta etapa podrán ser almacenados temporalmente en los frentes de trabajo, para posteriormente ser enviados de manera apropiada para su disposición final en sitios autorizado por el Municipio.
- Asimismo, se procurará instalar un sanitario portátil, 1 por cada 10 trabajadores de la obra o fracción excedente de quince.

VI.2. PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL.

Un programa de vigilancia ambiental (PVA), atiende a la necesidad de implementar un área administrativa responsable para que el proyecto, desde la perspectiva ambiental, supervise, verifique y dé seguimiento a la aplicación de las medidas de prevención, mitigación y compensación ambientales propuestas en la manifestación de impacto ambiental.

El programa de vigilancia ambiental del proyecto, se encargará de plantear la metodología para realizar las actividades de planificación y gestión ambiental, orientadas hacia la definición e instrumentación de estrategias y medidas que se conduzcan a lo largo del desarrollo del proyecto y a la disminución de sus costos ambientales, incluida la correspondiente a su huella ecológica, siempre a favor del desarrollo sustentable, además de recopilar y sistematizar la información generada durante cada una de las etapas de ejecución del proyecto: preparación, construcción, operación y mantenimiento.

El Programa de Vigilancia Ambiental establece las acciones a seguir para verificar el avance de las obras y actividades, que la ejecución del Proyecto con relación al cumplimiento de las medidas prevención, mitigación y compensación medioambientales, tanto las comprometidas por la promovente como las establecidas por la autoridad ambiental en Términos y Condicionantes.

El PVA del proyecto tendrá los siguientes objetivos y alcances:

Objetivos:

- Realizar actividades de planificación y gestión ambiental, para cada una de las etapas de preparación, construcción, operación y mantenimiento.
- Recopilar y sistematizar la información generada durante la ejecución de todos los subprogramas propuestos, para cada una de las etapas de preparación, construcción, operación y mantenimiento.
- Vigilar el cumplimiento estricto de las obligaciones ambientales establecidas en la MIA durante las etapas de construcción, operación y mantenimiento del mismo.
- Vigilar la ejecución de las medidas de prevención, control y mitigación de los impactos ambientales identificados en las etapas de preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento.

Alcances:

- Analizar el nivel de cumplimiento ambiental del proyecto y la verificación de la calidad en el cumplimiento de dichas obligaciones durante todas las fases del proyecto –preparación del sitio, construcción, operación y abandono.
- Llevar a cabo en buen término las recomendaciones propuestas en la Manifestación de Impacto Ambiental del Proyecto; así como de los términos y condicionantes que, en su caso, emita la autoridad ambiental a través del resolutive correspondiente.

- Además, debe permitir el seguimiento de las acciones implementadas para mitigar o reducir ciertos impactos. Y para ello, se implementarán subprogramas, en donde se describen sus finalidades, estrategias de medición de indicadores y acciones concretas de cada uno de ellos se describe más adelante.

VI.3. SEGUIMIENTO Y CONTROL (MONITOREO).

Dentro del programa de vigilancia ambiental (PVA) se contempla implementar un subprograma de monitoreo ambiental, el cual se contempla como herramienta de verificación directa de los aspectos planificados y gestionados en el presente programa y se basa en las siguientes medidas de monitoreo:

1. Levantamientos Topobatimétricos anuales o después de periodos de oleaje extraordinario, para comprobar que la sección de diseño se mantenga, también se facilitará una mojonera para identificar los movimientos que la arena pueda presentar, sirviendo de base para predicciones futuras. Es muy probable que después de varios periodos de tormentas la arena que se va perdiendo de la playa se encuentre esparcida en el área protegida por los arrecifes artificiales, el tiempo en que esto sea necesario depende de muchos factores como son la intensidad de las tormentas y la frecuencia con la que se presentan, por eso es importante realizar los levantamientos topográficos y batimétricos periódicamente.
2. Inspecciones visuales periódicas de los arrecifes artificiales 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, también se recomienda que se realicen en periodos de marea baja.
3. Colocar señalización a los arrecifes artificiales para que los usuarios de embarcaciones no las golpeen.

VI.4. INFORMACIÓN NECESARIA PARA LA FIJACIÓN DE MONTOS PARA FIANZAS.

El proyecto contará con la instrumentación necesaria para garantizar que los impactos por la operación del proyecto sean controlados, prevenidos y mitigados. Estos instrumentos se diseñaron con base en las necesidades propias del proyecto, a través del diseño de diversos procedimientos, entre los cuales se encuentran.

- Rescate, manejo y conservación de Flora y Fauna marina.
- Programa de reforestación de la Duna Artificial.
- Manejo de Residuos Sólidos y Líquidos.

- Programa de monitoreo del perfil de playa.

Cabe mencionar, que estos programas serán elaborados con base en el cumplimiento de las medidas de control y mitigación, se considera que no debería de llevarse a cabo la ejecución del proyecto bajo ninguna otra manera, ya que el hecho de no cumplir con la normatividad y las medidas de control ambiental comprometidas, atentan contra de la viabilidad del proyecto.

VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES REGIONALES Y EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS.

VII.1. Pronósticos ambientales regionales y evaluación de alternativas.

Los pronósticos del escenario nos permiten tener una imagen a futuro de las condiciones ambientales del área del proyecto, a fin de prever las afectaciones que tendrían los recursos naturales por el desarrollo del mismo. Así como poder discernir, si las medidas establecidas en el SIGA para el proyecto, son eficaces en la disminución y/o prevención de los impactos ambientales generados.

Es así que a través de estos escenarios se pueden reconsiderar las medidas de mitigación propuestas, a fin de establecer las más adecuadas para la prevención y mitigación de las posibles afectaciones generadas por el proyecto.

Para la elaboración del pronóstico de los escenarios, es necesario contar con información base que proporcione una aproximación de la condición de deterioro o conservación de los recursos naturales, el cual sería el punto de partida para establecer la evolución de estos recursos, así como de posibles cambios en el espacio, dicha información se presentó en el capítulo IV de la presente MIA-R.

La tendencia de cambio se analiza al tenor de los siguientes escenarios:

- **Descripción y análisis del escenario sin proyecto.**
- **Descripción y análisis del escenario con proyecto.**
- **Escenario con proyecto con Sistema de Gestión Ambiental.**

VII.2. Descripción y análisis del escenario sin proyecto.

En el año 2010, la bahía de Chemuyil se vio afectada por los efectos del huracán vilma, causando severos daños en la zona de playa y en la vegetación de la zona de duna y del manglar, el cual actualmente se ha podido restablecer casi en su condición natural.

Sin embargo, las condiciones de la zona de playa y coral no se han podido restablecerse del todo, ya que actualmente, la zona de playa de las bahías se encuentra en un área en la que se presentan dos escenarios, uno de costa rocosa y otro con playas no muy anchas con poca arena, llena de residuos sólidos, piedras y sargazo.

Asimismo, las zonas de arrecife presentan evidencias de presiones que han afectado su estado de conservación, como el aumento en la mortalidad de tejido coralino, el aumento en la cobertura y diversidad de macroalgas, la presencia de cianofitas, el incremento en el número de colonias enfermas o dañadas, y la densidad y talla de los peces arrecifales.

Motivo por lo cual, se contempla la ejecución de diversas actividades con la finalidad de restablecer las condiciones óptimas de la zona de playa y marina de las bahías, con la finalidad de que mejoren las condiciones ambientales de las bahías y estas sean aprovechadas de la mejor manera por los visitantes.

Se considera que, sin el proyecto, continuará la presión sobre los componentes del sistema ambiental donde se inserta, por lo que se mantendrá la continuidad de los procesos de transformación que actualmente y desde hace tiempo se están dando en la zona.

A continuación, se presenta la tendencia de los principales factores ambientales dentro del sistema ambiental regional. Para realizar el modelo se consideró corto plazo (1-5 años), mediano (6-15 años) y largo plazo (15-30 años). Posteriormente se correlacionaron estos escenarios con los impactos actuales para determinar la calidad ambiental del sitio, la cual fue representada por valores que van de 1 a 5, donde uno es un sitio en perfecto estado de conservación y cinco es el efecto máximo en el ambiente (sitio muy mal conservado).

Escenario sin proyecto					
Factor	Nivel de calidad	Calificación	Corto plazo	Mediano plazo	Largo plazo
Aire	Buena	1	1	1	1
	Regular	2			
	Mala	3			
	Muy mala	4			
	Extremadamente mala	5			
Suelo	Sin erosión	1	2	4	5
	Escasa erosión	2			
	Moderadamente erosionado	4			
	Degradado	5			
Geomorfología	Original	1	2	4	5
	Escasamente modificado	2			
	Moderadamente modificada	4			
	Totalmente modificada	5			
Hidrología	Modificación nula	1	2	4	5
	Modificación escasa	2			
	Modificación moderada	4			
	Modificación alta	5			
Vegetación	Vegetación original	1	1	2	4
	Vegetación secundaria	2			
	Vegetación inducida	4			
	Perdida de la cobertura vegetal	5			
Fauna	Presencia alta	1	1	2	4

Escenario sin proyecto					
Factor	Nivel de calidad	Calificación	Corto plazo	Mediano plazo	Largo plazo
	Presencia moderada	2			
	Presencia escasa	4			
	Presencia nula	5			
Paisaje	Modificación nula	1	2	2	5
	Modificación escasa	2			
	Modificación moderada	4			
	Modificación alta	5			
Presencia de penetración antrópica	Nula	1	2	5	5
	Escasa	2			
	Moderada	4			
	Alta	5			

VII.3. Descripción y análisis del escenario con proyecto.

La planeación del proyecto, se elaboró bajo la perspectiva de alcanzar la compatibilidad entre las obras y actividades a realizar con la protección, conservación y el monitoreo ambiental, particularmente de aquellas componentes físicas y bióticas que por su valor ecológico sean importantes en el mantenimiento de la biodiversidad local y de los ciclos biogeohidrológicos a nivel regional.

Con un diseño especializado y modelación de escenarios, se consiguió una propuesta de proyecto que pretende la modificación del entorno inmediato donde el proyecto se inserta, siendo uno de los impactos que, con la aplicación de medidas de mitigación debiera de ser temporal, es sin lugar a dudas la afectación de vegetación costera y marina.

Sin embargo, este escenario no es necesariamente negativo, debido a que al mejorarse la oferta de servicios recreativos y de esparcimiento en la zona, es posible esperar la activar social, turística y económica de ésta, ya que debiera resultar obligatorio y hasta atractivo, inducir a que los propietarios de instalaciones turísticas colindantes o cercanas participen en la rehabilitación y mejoramiento del litoral y sus playas, así como del saneamiento de la calidad del agua, ya sea incorporados o no al programa de playas limpias.

Adicionalmente, de forma indirecta, durante el tiempo que durará el proceso de preparación del sitio y construcción del proyecto, serán requeridos de la participación directa de al menos 100 personas por día, generando empleos directos o jornales de trabajo.

Una vez que se complete la longitud total de diseño, se cubrirá con una capa de 0.30 metros de arena y se sembrará vegetación nativa del sitio sobre ella, recreando la elevación, inclinación y vegetación que se encuentra en la duna natural y en los arrecifes artificiales, que ayudarán a la capturar el CO₂ emitido.

Es importante mencionar que el proyecto no causará problemas a los vecinos ni a las costas aledañas, ya que el área de influencia de los arrecifes artificiales es sobre el frente del predio; de presentarse algún cambio en las playas vecinas será positivo, ya que el ensanchamiento de la playa genera estabilidad a las playas vecinas también, y al traer arena de los bancos de préstamo hay más arena en el sistema playa-duna.

A continuación, se presenta la tendencia de los principales factores ambientales con el proyecto.

Escenario con proyecto					
Factor	Nivel de calidad	Calificación	Corto plazo	Mediano plazo	Largo plazo
Aire	Buena	1	1	1	1
	Regular	2			
	Mala	3			
	Muy mala	4			
	Extremadamente mala	5			
Suelo	Sin erosión	1	2	1	1
	Escasa erosión	2			
	Moderadamente erosionado	4			
	Degradado	5			
Geomorfología	Original	1	2	2	2
	Escasamente modificado	2			
	Moderadamente modificada	4			
	Totalmente modificada	5			
Hidrología	Modificación nula	1	2	1	1
	Modificación escasa	2			
	Modificación moderada	4			
	Modificación alta	5			
Vegetación	Vegetación original	1	1	1	1
	Vegetación secundaria	2			
	Vegetación inducida	4			
	Perdida de la cobertura vegetal	5			
Fauna	Presencia alta	1	2	1	1
	Presencia moderada	2			
	Presencia escasa	4			
	Presencia nula	5			
Paisaje	Modificación nula	1	2	2	2
	Modificación escasa	2			
	Modificación moderada	4			

Escenario con proyecto					
Factor	Nivel de calidad	Calificación	Corto plazo	Mediano plazo	Largo plazo
	Modificación alta	5			
Presencia de penetración antrópica	Nula	1	2	5	5
	Escasa	2			
	Moderada	4			
	Alta	5			

VII.4. DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL ESCENARIO CONSIDERANDO LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN.

El escenario ambiental futuro considerando la operación del proyecto, teniendo en cuenta la aplicación de las medidas de impacto ambiental que se pretende implementar no se prevén impactos ambientales significativos sobre los componentes ambientales del sistema ambiental donde se insertará el proyecto.

Asimismo, se estima que por el desarrollo del presente proyecto, no se producirán desequilibrios ecológicos, ni daños permanentes en el área del proyecto y en el área de influencia del mismo, ya que se encuentra debidamente regulado el uso de suelo y se cumplirían con las disposiciones legales aplicables.

A través del análisis de las matrices de impacto se puede inferir que la implementación de las medidas de remediación descritas anteriormente permitiría reducir en un **27.8%** los impactos generados durante la fase de preparación del sitio, en un **45.5%** los de la fase de construcción y hasta **78.0%** los referentes a la operación y mantenimiento del proyecto. En el balance total, considerando medidas de mitigación es la reducción en **43.5% del total** de los impactos ambientales generados.

VII.5. PRONÓSTICO AMBIENTAL.

Con base en el escenario ambiental actual (presentado en el capítulo IV), así como la evaluación del proyecto con respecto a su interacción con el medio (capítulo V) y las medidas establecidas en el capítulo VI; se realizó una proyección del SAR en un probable escenario futuro con la implementación del proyecto.

Al analizar de forma integral los escenarios: sin proyecto, con proyecto y escenario con proyecto sin medidas de mitigación y con proyecto y con medidas de mitigación, se pueden observar cambios derivados de las diferentes situaciones respecto a las tendencias. Derivado de la naturaleza del proyecto y consecuentemente de los impactos ambientales destacables que se identificaron, se puede proyectar que:

- La mayor parte del escenario actual se conservará sin cambios, debido a que los impactos identificados no alcanzan la significancia en el contexto que establece en

la definición del Reglamento de la LGEEPA en materia de Evaluación del Impacto Ambiental.

- El proyecto solo integrará al paisaje lo que se percibe como elementos antrópicos de baja dimensión en el contexto paisajístico que puede ser asimilada en el escenario donde se localiza. Las dimensiones y diseño sencillo permiten su adaptabilidad al escenario actual.

VII.6. Evaluación de alternativas.

No se considera conveniente definir otros predios para la ejecución del proyecto debido a que el objetivo principal del proyecto corresponde al Mejoramiento y Estabilización de las Zonas de Playa y Marina de las Bahías de Chemuyil y Chemuyilito, asimismo los instrumentos de la política ambiental analizados en el capítulo III de la MIA-R, no prohíben la ejecución de este tipo de proyectos. Por lo que desde el punto de vista ambiental el proyecto es viable, dado que, de manera complementaria, incide positivamente en las comunidades cuyo hábitat son las bahías de Chemuyil-Chemuyilito.

VII.7. CONCLUSIONES GENERALES.

El área del proyecto de mejoramiento y estabilización de las zonas de la Playa y Marina de las Bahías Chemuyil y Chemuyilito, ubicadas frente del proyecto denominado **“Desarrollo Turístico Ecotur”**, dentro de la región denominada **“Riviera Maya”**, esta delimitada al Norte por una línea a 190 m, al Sur de Bahía Principe, al Este con la cota de (-) 29 m, que marca la pendiente de arrecife exterior, al Sur a 170 m al Norte de Bahía Xcel, y al Oeste con el extremo entre el matorral costero y la selva baja.

Así pues, el área cuenta de una delgada franja de arena que se encuentra inestable al paso de tormentas estacionales y extraordinarias. Por lo tanto, es necesario generar un proyecto de mejoramiento de playas y estabilización de línea de costa.

Imitando los procesos anteriores es posible regenerar litorales erosionados por el efecto de oleaje de gran intensidad, o recrear de forma artificial las condiciones necesarias para la acumulación y estabilidad de la arena en la playa. Por consiguiente, se propone la construcción de arrecifes artificiales AA1, AA2, AA3, AAM4 y AA5.

El paisaje es la calidad visual y estética del territorio, por lo que la economía del desarrollo de la zona. Por consiguiente, es importante llevar a cabo un proyecto de mejoramiento y estabilización de la zona. Por lo tanto, se considera la implementación de la duna artificial e inyección de arena para acelerar el crecimiento de la playa a corto plazo.

Así pues, para la extracción de arena se han encontrado un banco con una superficie de **47,637.58 m² (4.76 hectáreas)** y un volumen aproximado de **30,000 m³**. La construcción de la Duna Artificial se llevará a cabo a partir del uso de tubos de material geotextil, rellenos de arena, con una longitud de 250 metros sobre un tapete, también de material geotextil, antisocavación.

Finalmente se instalarán los arrecifes artificiales, AA1, AA2, AA3, AAM4 y AA5, con una longitud de 155 m, 135 m, 60 m, 106 m y 110 m, respectivamente.

Por otro lado, cuatro de las ocho especies listados en la NOM-059-SEMARNAT-2010, pertenecen al grupo de los corales, cuya conservación se verá asegurada con los arrecifes artificiales propuestos para el proyecto, ubicados tanto en los ambientes de transición como en el arrecife frontal interior.

Las actividades que se realizarán en el matorral costero, implican la ejecución de un programa de rescate de flora y fauna, que establezca las plantas a rescatar serán reutilizadas a la revegetación de la duna a habilitarse, y relocalizar zonas similares los ejemplares de fauna que se encuentren durante la implementación de las obras, al ser una medida de protección a ejemplares de palma chit y boa, las cuales son especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Los principales impactos se encontraron en los principales impactos que están asociados a las primeras actividades del proyecto, las cuales corresponden a las actividades inherentes a la preparación del sitio y las diferentes fases de construcción. Así, con base en el análisis de las Matrices de Impacto se puede inferir que la implementación de las medidas de remediación descritas permitirá reducir un **27.8%** los impactos durante la fase de preparación del sitio, en un **45.5%** los de la fase de construcción y hasta **78.0%** los referentes a la operación y mantenimiento del proyecto. En el balance total con las medidas de mitigación la reducción es **43.5%** del total de los impactos ambientales generados.

Por lo anteriormente expuesto, se concluye como resultado del estudio de impacto ambiental, que el área de proyecto mejoramiento y estabilización de la Zona de Playa de las **Bahías de Chemuyil y Chemuyilito**, ubicadas frente del proyecto denominado "**Desarrollo Turístico Ecotur**", es viable desde la perspectiva ambiental, optimizando la infraestructura actual instalada y minimizando los posibles impactos ambientales generados.

VIII. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LOS RESULTADOS DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL.

VIII.1. PRESENTACIÓN DE LA INFORMACIÓN.

VIII.1.1. Planos definitivos.

Los croquis e imagen que refieren el proyecto han sido incluidos a lo largo del texto, particularmente en los capítulos I y IV, de la presente manifestación de impacto ambiental.

VIII.1.2. Fotografías.

El material fotográfico relativo al proyecto se encuentra inserto en el cuerpo de todo el documento aquí presentado a evaluación de impacto ambiental.

VIII.1.3. Videos.

No se incluyen videos.

Listados de flora y fauna silvestres.

Los listados de la flora y fauna silvestres observados y reportados para el área de estudio se encuentran en el Capítulo IV del documento.

VIII.2. OTROS ANEXOS.

A continuación, se relaciona la documentación que se presenta como Anexos de ésta manifestación de impacto ambiental:

Anexo A: Documentación del Responsable Legal.

Anexo B: Documentación del Responsable técnico y la carta bajo protesta de decir verdad.

Anexo C: Autorización MIA, oficio **No. SGPA.DGIRA.DIA.0599/02.**

Anexo D: Estudio técnico para determinan las dimensiones de las estructuras e hidrodinámica después de efectuar cambios sobre la línea de costa.

Anexo E: Plan maestro del proyecto georreferenciado, cuadro de construcción, plano de perfiles, proceso constructivo, plano de las áreas para maniobras y tarquinas.

Anexo F: Planos Tecnicos (Distancia al Manglar con las estructuras, Plumitas de dispersión y Topobaltimetria).

Anexo G: Zofemat de Chemuyil.

GLOSARIO DE TÉRMINOS.

Área natural. Es la superficie en la que se respeta en pie la vegetación nativa de porte arbóreo mejor conservada del predio. En caso de no existir elementos de porte arbóreo en esta área, o que haya sido afectada por eventos climáticos o incendios, se deberá enriquecer con la plantación de ejemplares de especies nativas arbóreas.

Banco de arena. Un banco de arena es la acumulación de arena, grava o guijarros a lo largo del litoral o en el lecho de un río. Los bancos de las playas se forman por la acción repetida de un sistema de olas, o bien, de una vez, en el curso de una tempestad. En los estuarios se forman al ser entallados los aluviones por múltiples brazos del río. Eventualmente se moldean por el flujo y reflujo de la marea.

Biodiversidad. Es la variabilidad de organismos vivos de cualquier fuente, incluidos, entre otros, los ecosistemas terrestres, marinos y otros ecosistemas acuáticos y los complejos ecológicos de los que forman parte; comprende la diversidad dentro de cada especie, entre las especies y de los ecosistemas.

Componentes ambientales críticos. Serán definidos de acuerdo con los siguientes Criterios: fragilidad, vulnerabilidad, importancia en la estructura y función del sistema, presencia de especies de flora, fauna y otros recursos naturales considerados en alguna categoría de protección, así como aquellos elementos de importancia desde el punto de vista cultural, religioso y social.

Componentes ambientales relevantes. Se determinarán sobre la base de la importancia que tienen en el equilibrio y mantenimiento del sistema, así como por las interacciones proyecto-ambiente previstas.

Conservación. La acción dirigida a mantener el equilibrio ecológico y el Patrimonio Cultural de la Entidad que requieren de su preservación. En la conservación del patrimonio cultural, las acciones serán especializadas de mantenimiento y protección, que aseguren la permanencia del bien patrimonial.

Daño ambiental. Es el que ocurre sobre algún elemento ambiental a consecuencia de un impacto ambiental adverso.

Daño a los ecosistemas. Es el resultado de uno o más impactos ambientales sobre uno o varios elementos ambientales o procesos del ecosistema que desencadenan un desequilibrio ecológico.

Daño grave al ecosistema. Es aquel que propicia la pérdida de uno o varios elementos ambientales, que afecta la estructura o función, o que modifica las tendencias evolutivas o sucesionales del ecosistema.

Desarrollo Urbano Sustentable. La satisfacción de necesidades de la población en distintos tipos de asentamientos, sin agotar el capital natural e incluyendo la minimización de costos ambientales hacia otras zonas o poblaciones, y por supuesto hacia el futuro.

Desequilibrio ecológico grave. Alteración significativa de las condiciones ambientales en las que se prevén impactos acumulativos, sinérgicos y residuales que ocasionarían la destrucción, el aislamiento o la fragmentación de los ecosistemas.

Especies exóticas o invasoras. Son aquellas que la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad cita como exóticas o invasoras y cuya relación se encuentra en www.conabio.gob.mx.

Especies nativas o locales. Son aquellas especies de flora o fauna pertenecientes a especies silvestres que tienen como ámbito de distribución natural la zona Norte del Estado de Quintana Roo.

Especies de difícil regeneración. Las especies vulnerables a la extinción biológica por la especificidad de sus requerimientos de hábitat y de las condiciones para su reproducción.

Infraestructura temporal. Estructuras de vida útil corta, construida con materiales naturales cuyas características permiten su remoción total e impactos mínimos en el sitio donde se construyen. Son ejemplos: los asoleaderos, las palapas, etc.

Infraestructura. Obras que permiten el establecimiento de los sistemas y redes de organización y distribución de bienes y servicios.

Impacto ambiental. Modificación del ambiente ocasionada por la acción del hombre o de la naturaleza.

Impacto ambiental acumulativo. El efecto en el ambiente que resulta del incremento de los impactos de acciones particulares ocasionado por la interacción con otros que se efectuaron en el pasado o que están ocurriendo en el presente.

Impacto ambiental residual. El impacto que persiste después de la aplicación de medidas de mitigación.

Impacto ambiental significativo o relevante. Aquel que resulta de la acción del hombre o de la naturaleza, que provoca alteraciones en los ecosistemas y sus recursos naturales o

en la salud, obstaculizando la existencia y desarrollo del hombre y de los demás seres vivos, así como la continuidad de los procesos naturales.

Impacto ambiental sinérgico. 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.

Importancia. Indica qué tan significativo es el efecto del impacto en el ambiente. Para ello se considera lo siguiente:

- La condición en que se encuentran el o los elementos o componentes ambientales que se verán afectados.
- La relevancia de la(s) función(es) afectadas en el sistema ambiental.
- La calidad ambiental del sitio, la incidencia del impacto en los procesos de deterioro.
- La capacidad ambiental expresada como el potencial de asimilación del impacto y la de regeneración o autorregulación del sistema.
- El grado de concordancia con los usos del suelo y/o de los recursos naturales actuales y proyectados.

Irreversible. Aquel cuyo efecto supone la imposibilidad o dificultad extrema de retornar por medios naturales a la situación existente antes de que se ejecutara la acción que produce el impacto.

Magnitud. Extensión del impacto con respecto al área de influencia a través del tiempo, expresada en términos cuantitativos.

Medidas de compensación. Conjunto de acciones que tienen como fin el compensar el deterioro ambiental ocasionado por los impactos ambientales asociados a un proyecto, ayudando así a restablecer las condiciones ambientales que existían antes de la realización de las actividades del proyecto.

Medidas de prevención. Conjunto de acciones que deberá ejecutar el promovente para evitar efectos previsibles de deterioro del ambiente.

Medidas de mitigación. Conjunto de acciones que deberá ejecutar el promovente para atenuar el impacto ambiental y restablecer o compensar las condiciones ambientales existentes antes de la perturbación que se causare con la realización de un proyecto en cualquiera de sus etapas.

Naturaleza del impacto. Se refiere al efecto benéfico o adverso de la acción sobre el ambiente.

Reversibilidad. Ocurre cuando la alteración causada por impactos generados por la realización de obras o actividades sobre el medio natural, puede ser asimilada por el entorno debido al funcionamiento de procesos naturales de la sucesión ecológica y de los mecanismos de autodepuración del medio.

Residencia turística: Aquella que se construye en zonas o sectores con uso residencial turístico.

Sistema ambiental. Es la interacción entre el ecosistema (componentes abióticos y bióticos), y el subsistema socioeconómico (incluidos los aspectos culturales) de la región donde se pretende establecer el proyecto.

Urgencia de aplicación de medidas de mitigación. Rapidez e importancia de las medidas correctivas para mitigar el impacto, considerando como Criterios si el impacto sobrepasa umbrales o la relevancia de la pérdida ambiental, principalmente cuando afecta las estructuras o funciones críticas.

Vegetación natural. Conjunto de elementos arbóreos, arbustivos y herbáceos presentes en el área por afectar.

Zona de amortiguamiento. Superficie con vegetación, preferentemente arbolada, que separa un predio de otro con la finalidad de mitigar los impactos visuales, de generación de polvos o ruido.

BIBLIOGRAFÍA.

- <http://smn.cna.gob.mx/productos/normales/estacion/normales.html>.
- <http://www.semarnat.gob.mx/leyesynormas>
- <http://www.inegi.gob.mx>
- <http://conabiweb.conabio.gob.mx/bancoimagenes/cgi-bin/consultabi.pl>
- <http://www.conabio.com>
- <http://www.conanp.gob.mx/anp/anp.php>
- <http://infoteca.semarnat.gob.mx/index3.htm>
- <http://www.conanp.gob.mx/sig/informacion/info.htm>
- <http://mapserver.inegi.gob.mx/>

Antón Camacho, A. I. (2016). Lugares adecuados para la utilización de nuevos materiales y formas con geotextiles en la gestión integral de la zona litoral como protección ambiental. Madrid: Universidad Politécnica de Madrid.

Carter, R., 1988. Coastal environments: an introduction to the physical, ecological and cultural systems of coastlines. Academic Press, London, UK.

Harley, M. D., & Ciavola, P. (2013). Managing local coastal inundation risk using real-time forecasts and artificial dune placements. *Coastal Engineering*, 77, 77-90.

Mass, M. O. (2013). StormSmart Properties Fact Sheet 1: Artificial Dunes and Dune Nourishment. Obtenido de Massachusetts Office of Coastal Zone Management: www.mass.gov/czm/stormsmart

Cabrera, E.F., M. Sousa y O. Telléz. 1982. Imágenes de la Flora Quintanarroense. CIQRO-SEDUE. 224 p.

Diario Oficial de la Federación, 2010. Norma Oficial Mexicana 059-SEMARNAT-2010. Protección ambiental- Especies nativas de México de flora y fauna silvestres – categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión o cambio – lista de especies en riesgo.

Etnoflora Yucatanense Fascículo 20, 2003. Nomenclatura, forma de vida, uso, manejo, y distribución de las especies vegetales de la Península de Yucatán. Pp.815.

Miranda, F. 1959. La vegetación de la Península Yucateca. En. Los recursos naturales del sureste y su aprovechamiento. Tomo II. IMERNAR, México, D.F. 215-271.

Odilon Sanchez S.y G. A. Islebe ECOSUR. 2000. El Jardín Botánico Dr. Alfredo Barrera Marín fundamentos y estudios particulares pp.191.

Reuter, M., C. Schulz y C. Marrufo. 1998. Manual Técnico Forestal, Información básica, métodos y procedimientos. Acuerdo México – Alemania.

Sosa, V., J.S. Flores, V. Rico-Gray, R. Lira y J. Ortiz. 1985. Etnoflora Yucatanense. Fasc. 1. INIREB. Xalapa, Ver. 226 p.

Sousa, M. & E.F. Cabrera. 1983. Listados Florísticos de México. II. Flora de Quintana Roo. Instituto de Biología. UNAM. México, D.F. 100 p.

Rzedowsky, J. 1979. La vegetación de México. Ed. LIMUSA.

Standley, P. 1930. Flora of Yucatan. *Field. Mus. Nat. Hist., Bot Ser.* 3:157-492.

Standley, P., J.A. Steyermark y L.O. Williams. 1946-1977. Flora of Guatemala. *Fieldiana Bot.* 24:1-12.

Bauer-Gottwein P-Gondwe B., Charvet G, Marín L.E, Rebolledo-Vieyra M, Merediz-Alonso G. 2011 Review: The Yucatán Peninsula karst aquifer, Mexico. *Hydrogeology Journal* 19: 507–524

García, A. E. 1973 Modificaciones al sistema de Clasificación Climática de Köeppen para la República Mexicana. Instituto de Geografía de la UNAM.

Instituto Nacional de Geografía Estadística e Informática INEGI, 1987. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. Hoja escala 1:250, 000 Cozumel F16-11.

Instituto Nacional de Geografía Estadística e Informática. 2000. Carta de uso de suelo y Vegetación.

Instituto Nacional de Geografía Estadística e Informática. 2005. Estudio Hidrológico del Estado de Quintana Roo.

Lopez- Ramos E., 1975. Geological summary of the Yucatán peninsula. En Nairn A.E.M. y Stehli (eds), *The ocean basin and margin. III. The Gulf of Mexico and the Caribbean*. Plenum, New York:257-282.

Marín S. L.E., Pacheco A. J.G., Méndez R.R. 2004. Hidrogeología de la Península de Yucatán. En: Jiménez B. y Marín L. (eds.) 2004. *El agua en México vista desde la Academia*. Academia Mexicana de Ciencias. México D.F.

Ward, W.C., A. E. Weidie y W. Back, 1985. *Geology and hydrogeology of the Yucatán Peninsula*. New Orleans Geol. Soc., p. 23-95. New Orleans.

Weidie, A.E. 1985. *Geology of the Yucatán Platform*; En: *Geology and Hydrogeology of the Yucatán and Quaternary Geology of Northeastern Yucatán Peninsula (Part I)*; Nex Orleans Geological Society, p 1-19. New Orleans.

Humann, P. 1996a. *Reef Coral Identification, Florida Caribbean Bahamas*. New World Publications, INC. 1861, Cornell Road Jacksonville Florida 32207. USA. Ned Deloach Ed.

Humann, P. 1996b. *Reef Creature Identification, Florida Caribbean Bahamas*. New World Publications, INC. 1861, Cornell Road Jacksonville Florida 32207. USA. Ned Deloach Ed.

Humann, P. 1997. *Reef Fish Identification, Florida Caribbean Bahamas*. New World Publications, INC. 1861, Cornell Road Jacksonville Florida 32207. USA. Ned Deloach Ed.

Pozo, C., Armijo Canto, N. y Calmé, S. (editoras). 2011. *Riqueza Biológica de Quintana Roo. Un análisis para su conservación, Tomo I. El Colegio de la Frontera Sur (Ecosur), Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (Conabio), Gobierno del Estado de Quintana Roo y Programa de Pequeñas Donaciones (ppd)*. México, D. F.

Simpson, E. H. 1949. Measurement Of Diversity. Nature 163, 688-688.

Shannon, C. E. y Weaver W. 1948. A mathematical theory of communication. The Bell System Technical Journal, 27, 379–423 and 623–656.

Van Tussenbroek, B., Barba-Santos, M.G., Wong, J. G. R., van Dijk, J.K., Waycott, M. 2010. Guía de los pastos marinos tropicales del Atlántico oeste. Universidad Nacional Autónoma de México. 1ª. Ed.

US Corps of Engineers, Revisión del 1 de junio de 2006 , “Coastal Engineering Manual (CEM)”, Coastal and Hydraulics Laboratory - Engineer Research and Development Center , Waterways Experiment Station - Vicksburg, Mississippi, USA

Reeve, Chadwick, Fleming, 2004, “Coastal Engineering, Processes. Theory and Design Practice”, Spon Press, Oxon, UK

Guillermo Macdonel Martínez, Julio Pindter Vega, Luis Herrejón, Juan Pizá, Héctor López, 1999, “Ingeniería Marítima y Portuaria”, Alfaomega, México

Per Bruun, 1989, “Port Engineering”, 4a Edición, Gulf Publishing Co. USA.

Francingues, N. R., and Palermo, M. R. (2005). “Silt curtains as a dredging project management practice,” DOER Technical Notes Collection (ERDC TN-DOER-E21). U.S. Army Engineer Research and Development Center, Vicksburg, MS.

Jensen, R. E. 1983b. "Methodology for the Calculation of a Shallow-Water Wave Climate," WIS Report 8, US Army Engineer Waterways Experiment Station, Coastal Engineering Research Center, Vicksburg, MS.

del Valle, R., Medina, R., and Losada, M. A. 1993. "Dependence of Coefficient K on Grain Size," Technical Note No. 3062, Journal of Waterway, Port, Coastal, and Ocean Engineering, Vol 119, No. 5, September/ October, pp 568-574.

Bailard, J. A. 1984. "A Simplified Model for Longshore Sediment Transport," Proceedings, 19th International Coastal Engineering Conference, American Society of Civil Engineers, New York, pp 1454-1470.

Walton, T. L. 1980. "Littoral Sand Transport from Longshore Currents," Technical Note, Journal of the Waterway, Port, Coastal, and Ocean Division, American Society of Civil Engineers, Vol 106, No. WW4, November, pp 483-487.

Página del modelo WaveWatch III de la NOAA: <http://csc-s-maps-q.csc.noaa.gov/hurricanes/viewer.html>, accesada el 7/jul/10.

Para consultar los
anexos del presente
estudio haga clic en
la siguiente liga

[23QR2017T0026](#)