MEDIO AMBIENTE

SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES

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

DIRECION GENERAL DE
IMPACTO Y RIESGO
AMBIENTAL

INMOBILIARIA MARÍTIMA DOLORES, S.A. DE C.V.

PROYECTO:

"MEJORAMIENTO DE LA PLAYA HOTEL EL CID Y LOTE 1, PUERTO MORELOS"

MANIFESTACION DE IMPACTO AMBIENTAL

MODALIDAD REGIONAL

Ubicado en la zona federal marítimo terrestre y área marina adyacente al HOTEL MARINA EL CID SPA & BEACH RESORT Y LOTE 1

Municipio de Puerto Morelos,
Estado de Quintana Roo, Mx.

PUERTO MORELOS, QUINTANA ROO.

OCTUBRE DE 2022.

TABLA DE CONTENIDO

I. DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL 2
I.1 Datos generales del proyecto 2
I.1.1. Nombre del proyecto 2
I.1.2. Ubicación del proyecto. 2
I.1.3. Duración del proyecto. 3
I.2. Datos generales del promovente 3
I.2.1. Nombre o razón social 3
I.2.2. Registro Federal de Contribuyentes del promovente 4
I.2.3. Nombre y cargo del representante legal 4
I.2.4. Dirección del promovente o de su representante legal para recibir u oír notificaciones 4
I.2.5. Nombre del responsable técnico del estudio. 4
II. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS O ACTIVIDADES Y, EN SU CASO, DE LOS PROGRAMAS O PLANES PARCIALES DE DESARROLLO. 7
II.1. Información general del proyecto, plan o programa 7
II.1.1 Naturaleza del proyecto, plan o programa 24
II.1.2. Justificación. 26
II.1.3. Ubicación física y dimensiones del proyecto 28
II.1.4. Inversión requerida 34
II.2. Características particulares del proyecto, plan o programa 34
II.2.1. Programa de trabajo 34
II.2.2. Preparación del sitio y construcción. 37
II.2.3. Etapa de operación y mantenimiento 71
II.2.4. Desmantelamiento y abandono de las instalaciones. 72
II.2.5. Residuos. 72
II.2.6. Generación de gases efecto invernadero 73
III. VINCULACIÓN CON LOS INSTRUMENTOS DE PLANEACIÓN Y ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES 77
III.1. Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT) 77
III.1.1. Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe 83
III.1.2. Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial de la Región Denominada Corredor Cancún-Tulum 107
III.1.3. Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Benito Juárez, Quintana Roo 114
III.2. Decretos y programas de conservación y manejo de las áreas naturales protegidas. 131
REGLAS ADMINISTRATIVAS DEL PROGRAMA DE MANEJO DE LA RESERVA DE LA BIOSFERA CARIBE MEXICANO 135
III.2.1. Regiones Prioritarias 144
III.2.2. Regiones Terrestres Prioritarias 145
III.2.3. Regiones Marinas Prioritarias 146
III.2.4. Regiones Hidrológicas Prioritarias 148
III.3. Planes o programas de desarrollo urbano Municipales (PDU). 151
III.3.1. Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Puerto Morelos 2020-2030. 151
III.4. Normas Oficiales Mexicanas 157

III.5. Otros instrumentos a considerar 179
III.5.1. Leyes: 179
III.5.1.1. Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente 180
III.5.1.2. Ley General de Vida Silvestre 182
III.5.1.3. Ley de Aguas Nacionales 184
III.5.1.4. Ley General de Cambio Climático 184
III.5.1.5. Ley General de Bienes Nacionales 187
III.5.1.6. Ley Federal de Mar 188
III.5.1.7. Ley de Vertimientos en Zonas Marinas Mexicanas 189
III.5.1.8. Ley Federal de Responsabilidad Ambiental 190
III.5.2. Reglamentos: 192
III.5.2.1. Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental 192
III.5.2.2. Reglamento para el uso y aprovechamiento del mar territorial, vías navegables, playas, zona federal marítimo terrestre y terrenos ganados al mar 195
III.5.3. Planes y programas 196
III.5.3.1 Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024 196
III.5.3.2. Plan Estatal de Desarrollo 2016-2022 197
III.5.3.3. Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales 200
III.5.3.4. Programa Sectorial de Turismo 2020-2024 202
III.5.3.5. Programa Especial de Cambio Climático 2021-2024 203
III.5.3.6. Programa Estatal de Acción ante el Cambio Climático, Estado de Quintana Roo 205
III.6.1. Tratados y convenciones internacionales 206
III.6.1.1. Convenio sobre la Diversidad Biológica 207
III.6.1.2. Convención Relativa a los Humedales de Importancia Internacional Especialmente como Hábitat de Aves Acuáticas 209
III.6.1.3. Convención Interamericana para la Protección y Conservación de lasTortugas Marinas 212
III.6.1.4. Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático 213
IV. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL (SAR) Y SEÑALAMIENTO DE TENDENCIAS DEL DESARROLLO Y DETERIORO DE LA REGIÓN. 217
IV.1 Delimitación y justificación del sistema ambiental regional (SAR) donde pretende establecerse el proyecto. 217
IV.1.1 SAR MARINO 217
IV.1.2 SAR TERRESTRE 219
IV.2. Caracterización y análisis del sistema ambiental regional (SAR). 223
IV.2.1 SAR MARINO 223
IV.2.2 SAR TERRESTRE 225
IV.3. Caracterización y análisis retrospectivo de la calidad ambiental del SAR. 231
IV.3.1 Medio abiótico. 231
IV.3.1.1 Clima y fenómenos meteorológicos 231
IV.3.1.1.1 Temperatura 231
IV.3.1.1.2 Precipitación 232
IV.3.1.1.3 Tipo de clima 233
IV.3.1.1.4 Ciclones tropicales. 234
IV.3.1.1.5 Huracanes (Ciclones tropicales) 236
IV.3.1.1.6 Amenaza por inundaciones 237
IV.3.1.2 Geología y geomorfología 238
IV.3.1.2.1 Geología 238
IV.3.1.2.1.1 SAR MARINO 238
IV.3.1.2.1.2 SAR TERRESTRE 239
IV.3.1.2.2 Geomorfología 240
IV.3.1.2.2.1 SAR MARINO 240

IV.3.1.2.3 Relieve 242
IV.3.1.2.3.1 SAR MARINO 242
IV.3.1.2.4 Fallas y fracturamientos 246
IV.3.1.2.4.1 SAR MARINO 246
IV.3.1.2.4.2 SAR TERRESTRE 247
IV.3.1.2.5 Susceptibilidad de la zona a sismicidad 248
IV.3.1.2.6 Susceptibilidad de la zona por tsunami 250
IV.3.1.2.7 Riesgo por erosión 251
IV.3.1.3 Suelos 254
IV.3.1.4 Hidrología superficial y subterránea 256
IV.3.1.4.1 SAR MARINO 256
IV.3.1.4.1.1 Hidrología marina 256
IV.3.1.4.1.2 Batimetría 256
IV.3.1.4.1.3 Viento 257
IV.3.1.4.1.4 Oleaje 258
IV.3.1.4.1.5 Corrientes 260
IV.3.1.4.1.6 Mareas 262
IV.3.1.4.1.7 Sedimentos 263
IV.3.1.4.2 SAR TERRESTRE 264
IV.3.1.4.2.1 Hidrología superficial 264
IV.3.1.4.2.2 Hidrología subterránea 265
IV.3.2. Medio biótico. 267
IV.3.2.1 Biota marina en el SAR 267
IV.3.2.2 Tipos de ambientes en el Área de Estudio en el medio marino 289
IV.3.2.3 Muestreo de campo. 290
IV.3.2.3.1 Muestreo de tipos de ambientes del medio marino 290
IV.3.2.3.2 Muestreo de la biota marina en el Sistema Ambiental Regional 292
IV.3.2.3.3 Muestreo en áreas de influencia de los atenuadores de oleaje propuestos 293
IV.3.2.3.4 Muestreo en áreas de influencia de zonas a regenerar 295
IV.3.2.4 Análisis de datos 296
IV.3.2.4.1 Abundancia 297
IV.3.2.4.2 Diversidad 297
IV.3.2.4.3 Formas de crecimiento 298
IV.3.2.4.4 Estructura de tallas 299
IV.3.2.4.5 Condiciones del organismo 299
IV.3.2.4.6 Grupos funcionales 299
IV.3.2.5 Resultados 300
IV.3.2.5.1 Descripción general del Área de Estudio 300
IV.3.2.5.2 Tipos de ambientes en el Área de Estudio 300
IV.3.2.5.2.1 Arenal somero (A/s) 303
IV.3.2.5.2.2 Laja con algas (L/a) 304
IV.3.2.5.2.3 Laja con algas y gorgonáceos (L/a+g) 306
IV.3.2.5.2.4 Laja con sedimentos (L/s) 308
IV.3.2.5.2.5 Laja con sedimentos y algas (L/s+a) 310
IV.3.2.5.2.6 Pastizal mixto (Pmix) 312
IV.3.2.5.2.7 Rocas con algas (R/a) 314
IV.3.2.5.3 Caracterización biológica en el Sistema Ambiental Regional 315
IV.3.2.5.3.1 Escleractinios (corales duros) 315
IV.3.2.5.3.1.1 Distribución y composición de especies 315
IV.3.2.5.3.1.2 Abundancia y riqueza específica 317
IV.3.2.5.3.1.3 Diversidad y equitabilidad 318
IV.3.2.5.3.1.4 Estructura de tallas 319

IV.3.2.5.3.1.5 Formas de crecimiento 321
IV.3.2.5.3.1.6 Comparación entre las dos épocas del año 322
IV.3.2.5.3.2 Gorgonáceos (corales blandos) 323
IV.3.2.5.3.2.1 Distribución y composición de especies 323
IV.3.2.5.3.2.2 Abundancia y riqueza específica 324
IV.3.2.5.3.2.3 Diversidad y equitabilidad 325
IV.3.2.5.3.2.4 Estructura de tallas 326
IV.3.2.5.3.2.5 Condiciones del organismo 327
IV.3.2.5.3.2.6 Comparación entre las dos épocas del año 328
IV.3.2.5.3.3 Ictiofauna (peces arrecifales) 329
IV.3.2.5.3.3.1 Distribución y composición de especies 329
IV.3.2.5.3.3.2 Abundancia y riqueza específica 331
IV.3.2.5.3.3.3 Diversidad y equitabilidad 332
IV.3.2.5.3.3.4 Estructura de tallas 334
IV.3.2.5.3.3.5 Grupos funcionales 335
IV.3.2.5.3.3.6 Comparación entre las dos épocas del año 336
IV.3.2.5.4 Vegetación marina (macroalgas y pastos marinos) 337
IV.3.2.5.4.1 Distribución y composición de especies 337
IV.3.2.5.4.2 Abundancia y riqueza específica 340
IV.3.2.5.4.3 Diversidad y equitabilidad 342
IV.3.2.5.4.4 Grupos funcionales 343
IV.3.2.5.5 Comparación entre las dos épocas del año 345
IV.3.2.6 Caracterización biológica en las áreas de influencia de las zonas programadas para realizar actividades de recuperación 345
IV.3.2.6.A.1 Escleractinios (corales duros) 351
IV.3.2.6.A.1.1 Distribución y composición de especies 351
IV.3.2.6.A.1.2 Abundancia y riqueza específica 352
IV.3.2.6.A.1.3 Diversidad y equitabilidad 352
IV.3.2.6.A.1.4 Estructura de tallas 353
IV.3.2.6.A.1.5 Formas de crecimiento 354
IV.3.2.6.A.2 Gorgonáceos (corales blandos) 354
IV.3.2.6.A.2.1 Distribución composición de especies 354
IV.3.2.6.A.2.2 Abundancia y riqueza específica 355
IV.3.2.6.A.2.3 Diversidad y equitabilidad 356
IV.3.2.6.A.2.4 Estructura de tallas 356
IV.3.2.6.A.2.5 Condiciones del organismo 357
IV.3.2.6.A.3 Ictiofauna (peces arrecifales) 357
IV.3.2.6.A.3.1 Distribución y composición de especies 357
IV.3.2.6.A.3.2 Abundancia y riqueza específica 358
IV.3.2.6.A.3.3 Diversidad y equitabilidad 359
IV.3.2.6.A.3.4 Estructura de tallas 360
IV.3.2.6.A.3.5 Grupos funcionales 360
IV.3.2.6.A.4 Vegetación marina (macroalgas y pastos marinos) 361
IV.3.2.6.A.4.1 Distribución y composición de especies 361
IV.3.2.6.A.4.2 Abundancia y riqueza específica 362
IV.3.2.6.A.4.3 Diversidad y equitabilidad 363
IV.3.2.6.A.4.4 Grupos funcionales 363
IV.3.2.6.A.5 Invertebrados 364
IV.3.2.6.A.5.1 Distribución y composición de especies 364
IV.3.2.6.B Temporada de secas (18 de enero y 9 de febrero de 2019) 365
IV.3.2.6.B.1 Escleractinios (corales duros) 370
IV.3.2.6.B.1.1 Distribución y composición de especies 370

IV.3.2.6.B.1.2 Abundancia y riqueza específica 370
IV.3.2.6.B.1.3 Diversidad y Equitabilidad 371
IV.3.2.6.B.1.4 Estructura de tallas 372
IV.3.2.6.B.1.5 Formas de crecimiento 372
IV.3.2.6.B.1.6 Condición del organismo 373
IV.3.2.6.B.2 Gorgonáceos (corales blandos) 374
IV.3.2.6.B.2.1 Distribución y composición de especies 374
IV.3.2.6.B.2.2 Abundancia y riqueza específica 375
IV.3.2.6.B.2.3 Diversidad y Equitabilidad 375
IV.3.2.6.B.2.4 Estructura de tallas 376
IV.3.2.6.B.2.5 Condiciones del organismo 376
IV.3.2.6.B.3 Ictiofauna (peces arrecifales) 377
IV.3.2.6.B.3.1 Distribución y composición de especies 377
IV.3.2.6.B.3.2 Abundancia y riqueza específica 377
IV.3.2.6.B.3.3 Diversidad y Equitabilidad 378
IV.3.2.6.B.3.4 Estructura de tallas 379
IV.3.2.6.B.3.5 Grupos funcionales 379
IV.3.2.6.B.4 Vegetación marina (macroalgas y pastos marinos) 380
IV.3.2.6.B.4.1 Distribución y composición de especies 380
IV.3.2.6.B.4.2 Abundancia y riqueza específica 381
IV.3.2.6.B.4.3 Diversidad y Equitabilidad 382
IV.3.2.6.B.4.4 Grupos funcionales 383
IV.3.2.6.B.5 Invertebrados 383
IV.3.2.6.B.5.1 Distribución y composición de especies 383
IV.3.2.7 Especies de interés particular 384
IV.3.2.8 Caracterización biológica general en el SAR marino. 385
IV.3.2.8.1 Escleractinios (corales duros) 385
IV.3.2.8.1.1 Riqueza, abundancia, composición e índices ecológicos. 385
IV.3.2.8.1.2 Estructura de tallas 386
IV.3.2.8.2 Gorgonáceos (Corales blandos) 387
IV.3.2.8.2.1 Riqueza, abundancia, composición e índices ecológicos. 387
IV.3.2.8.2.2 Estructura de tallas. 388
IV.3.2.8.2.3 Condición del organismo. 389
IV.3.2.8.3 Ictiofauna (peces arrecifales) 389
IV.3.2.8.3.1 Riqueza, abundancia, composición e índices ecológicos. 389
IV.3.2.8.3.2 Estructura de tallas. 391
IV.3.2.8.3.3 Grupos funcionales. 392
IV.3.2.8.4 Vegetación marina (Macroalgas y Pastos marinos) 393
IV.3.2.8.4.1 Riqueza, abundancia, composición e índices ecológicos. 393
IV.3.2.8.4.2 Grupos funcionales. 395
IV.3.2.8.5 Otros invertebrados. 396
IV.3.2.8.5.1 Riqueza y composición de especies. 396
IV.3.2.9 Caracterización biológica general de las áreas de influencia de las estructuras para el mejoramiento de playa. 397
IV.3.2.9.1 Corales duros (escleractinios) 397
IV.3.2.9.1.1 Riqueza, abundancia, composición e índices ecológicos. 397
IV.3.2.9.1.2 Estructura de tallas. 398
IV.3.2.9.1.3 Formas de crecimiento. 399
IV.3.2.9.2 Gorgonáceos. 399
IV.3.2.9.2.1 Riqueza, abundancia, composición e índices ecológicos. 399
IV.3.2.9.2.2 Estructura de talla. 400
IV.3.2.9.2.3 Condición del organismo. 401

IV.3.2.9.3 Ictiofauna. 401
IV.3.2.9.3.1 Riqueza, abundancia, composición e índices ecológicos. 401
IV.3.2.9.3.2 Estructura de tallas 402
IV.3.2.9.3.3 Estructura de tallas Grupos funcionales 403
IV.3.2.9.4 Vegetación marina 404
IV.3.2.9.4.1 Riqueza, abundancia, composición e índices ecológicos. 404
IV.3.2.9.4.2 Grupos funcionales 406
IV.3.2.9.5 Otros Invertebrados 406
IV.3.2.9.5.1 Riqueza, composición y distribución. 406
IV.3.2.10 Biota marina potencial y biota registrada a través del muestreo en campo en el SAR marino. 407
IV.3.2.11 Discusión 427
IV.3.2.12 Caracterización ambiental de la comunidad marina en la zona de operación del muelle APIQROO, canal de navegación y áreas colindantes. 431
IV.3.2.12.1 Muestreo 432
IV.3.2.12.2 Tipos de ambientes 433
IV.3.2.12.3 Análisis de datos 438
IV.3.2.12.3.1 Caracterización biológica general 438
IV.3.2.12.3.1.1 Grupos taxonómicos 438
IV.3.2.12.3.1.2 Riqueza en términos de número de especies 440
IV.3.2.12.3.1.3 Diversidad y equitabilidad 441
IV.3.2.12.3.2 Por grupo taxonómico 442
IV.3.2.12.3.2.1 Invertebrados 442
IV.3.2.12.3.2.1.1 Distribución y composición de especies 442
IV.3.2.12.3.2.1.2 Abundancia y riqueza específica 443
IV.3.2.12.3.2.1.3 Diversidad y equitabilidad 444
IV.3.2.12.3.2.1.4 Condición del organismo 445
IV.3.2.12.3.2.2 Ictiofauna 446
IV.3.2.12.3.2.2.1 Distribución y composición de especies 446
IV.3.2.12.3.2.2.2 Abundancia y riqueza específica 447
IV.3.2.12.3.2.2.3 Diversidad y equitabilidad 448
IV.3.2.12.3.2.2.4 Estructura de tallas 449
IV.3.2.12.3.2.2.5 Grupos funcionales 450
IV.3.2.12.3.2.3 Vegetación marina 450
IV.3.2.12.3.2.3.1 Distribución y composición de especies 450
IV.3.2.12.3.2.3.2 Abundancia y riqueza específica 451
IV.3.2.12.3.2.3.3 Diversidad y equitabilidad 453
IV.3.2.12.3.2.4 Especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010 454
IV.3.2.13 Conclusiones 454
IV.3.2.14 Caracterización biológica adyacente al Área de Estudio 455
IV.3.2.14.1 Tortugas Marinas 455
IV.3.3 Medio socioeconómico 460
IV.3.3.a) Demografía 460
IV.3.3.b) Factores socioculturales 464
IV.3.4 Paisaje 465
IV.4 Diagnóstico ambiental 468
V. IDENTIFICACIÓN, CARACTERIZACIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL 474
V.1 Identificación de impactos 474
V.1.1. Metodología para identificar y evaluar los impactos ambientales 477
V.2 Caracterización de los impactos 478

V.2.1. Indicadores de impacto y de cambio climático. 478
V.2.1.1 Indicadores para medio terrestre 479
V.2.1.2 Indicadores para medio marino 480
V.3 Valoración de los impactos 481
V.3.1 Valoración en medio terrestre 481
V.3.2 Valoración en medio marino 483
V.4 Impactos residuales 494
V.5 Impactos acumulativos 497
V.6 Resumen y conclusiones 498
VI. ESTRATEGIAS PARA LA PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL 502
VI.1 Programa de manejo ambiental 502
VI.2 Seguimiento y control (monitoreo) 515
VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES REGIONALES Y EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS . 547
VII.1 Descripción y análisis del escenario sin proyecto. 547
VII.2 Descripción y análisis del escenario con proyecto. 551
VII.3 Descripción y análisis del escenario considerando las medidas de mitigación. 552
VII.4 Pronóstico ambiental 554
VII.5 Evaluación de alternativas 556

FIGURAS

Figura I - 1. Localización del proyecto respecto a la Marina El Cid y APIQROO, Quintana Roo.. 2

Figura II - 1. Polígono de la zona de disposición de sedimento aprovechable al frente del proyecto. 10
Figura II - 2. Áreas para relleno..... 11
Figura II - 3. Ejemplo de tarquina donde se bombeará la arena. 11
Figura II - 4. Corte de la playa con tarquina. 12
Figura II - 5. Espacio donde el hotel almacena arena mezclada con restos de materia orgánica tras remoción de algas de la playa..... 12
Figura II - 6. Núcleo resistente de la duna con tubos de geotextil rellenos con arena, acomodados en perfil atenuante. 13
Figura II - 7. Ejemplo de paso de duna 13
Figura II - 8. Ejemplo de Tubo de geotextil encajonado en estructura de madera..... 14
Figura II - 9. Ubicación y dimensiones de las estructuras para estabilizar la playa. 15
Figura II - 10. Resultado esperado del acomodo de arena después del vertimiento y funcionamiento de los atenuadores de oleaje..... 15
Figura II - 11. Ejemplo de atenuador de oleaje con cubierta y conexión a playa. 16
Figura II - 12. Ejemplo de postes para colgar hamacas aprobados en proyecto similar..... 16
Figura II - 13. Áreas para retiro y reubicación de rocas. 17
Figura II - 14. Palapa en la punta de espigón con techumbre de red tratada. 18
Figura II - 15. Zona para proyecto de arrecifes artificiales. 19
Figura II - 16. Tipos de arrecifes artificiales (Reef Ball, antropomorfos y C Cell)..... 19
Figura II - 17. Cortina de microburbujas. 20
Figura II - 18. Trazo de barrera para contención de sargazo y algas con refuerzo de cortina de microburbujas..... 21
Figura II - 19. El color pardo de la zona marina muestra la mala calidad del agua por acumulación de sargazo en descomposición. 21
Figura II - 20. Inyección de agua de mar para el mejoramiento de la calidad del agua en la orilla de la playa en situaciones de gran penetración de algas, sargazo etc. 22
Figura II - 21. Sistema de inyección de agua de mar mediante bomba sumergible. 22
Figura II - 22. Resultado esperado del acomodo de arena después del vertimiento y funcionamiento de las estructuras para estabilizar la playa frente al Lote 1 (Casa de Visitas). 24
Figura II - 23. Ubicación de la propiedad con respecto a muelles vecinos. 27
Figura II - 24. Pérdida de la Zona Federal concesionada por erosión frente al hotel Marina El Cid..... 27
Figura II - 25. Pérdida de la Zona Federal concesionada por erosión frente al Lote 1 (Casa de Visitas). 28
Figura II - 26. Obras frente al hotel El Cid 29
Figura II - 27. Obras frente al Lote 1 (casa de Visitas)..... 29
Figura II - 28. Atenuadores de oleaje en área de hotel 33
Figura II - 29. Atenuadores de oleaje en área de Lote 1 34
Figura II - 30. Procedimiento para extracción de arena. 39
Figura II - 31. Bomba sumergible. 40
Figura II - 32. Esquema de las estructuras de soporte de la tubería de conducción de arena ... 40
Figura II - 33. Colocación y funcionamiento de malla antidispersión, en proyectos similares. ... 41
Figura II - 34. Descarga de arena sobre tarquina en la playa. 42
Figura II - 35. Succión de arena mediante tubería y mangueras. 43
Figura II - 36. Red de boyado (A) y banderines de precaución (B). 43

Figura II - 37. Conformación del bordo de la tarquina. 44
Figura II - 38. Conformación de la duna costera. 44
Figura II - 39. Fotos de ejemplares de vegetación de duna costera. 45
Figura II - 40. Sistema de plantación a "tres bolillo". 46
Figura II - 41. Detalle de los elementos que conforman la duna. 47
Figura II - 42. Detalle de duna con paso. 48
Figura II - 43. Efecto atenuador de oleaje con elemento paralelo a la costa y formación de tómbolo. 48
Figura II - 44. Ejemplo de atenuador de oleaje con cubierta y conexión a la playa. 49
Figura II - 45. Atenuador de oleaje encajonado en estructura de madera. 50
Figura II - 46. Corte de atenuador de oleaje de tubos de geotextil rellenos con arena y cubierta. 50
Figura II - 47. Elemento en Marina Hacienda del Mar durante el paso del Huracán Iván. 51
Figura II - 48.Traslado de madera al área de playa del proyecto. 52
Figura II - 49. Proceso de chifoneo y colocación de pilotes de soporte. 53
Figura II - 50. Utilización de la perforadora rotatoria. 53
Figura II - 51. Funda en pilote para protección por colonización de organismos. 54
Figura II - 52. Estructura de soporte de los atenuadores de oleaje a base de tubos de geotextil rellenos con arena. 55
Figura II - 53. Ejemplo de atenuador de oleaje con tubos de geotextil rellenos de arena encajonado en estructura de madera. 55
Figura II - 54. Elemento con perfil atenuante al oleaje de gran peso y estabilidad 56
Figura II - 55. Sistema de anclaje de atenuador de oleaje de fibra de vidrio. 56
Figura II - 56. Atenuador de oleaje con cubierta tipo deck de madera. 57
Figura II - 57. Block de roca típico para escollera de la Marina. 57
Figura II - 58. Atenuador de oleaje a base de block. 58
Figura II - 59. Detalle longitudinal de la estructura de soporte de la cubierta. 58
Figura II - 60. Detalle de la cubierta de madera sobre los atenuadores de oleaje. 59
Figura II - 61. Ejemplo de hamaca en la parte somera marina. 60
Figura II - 62. Colocación de arrecifes artifíciales. 61
Figura II - 63. Colocación del arrecife artificial considerando la batimetría en el polígono. 62
Figura II - 64. Diseño de arrecifes artificiales para otros proyectos. 63
Figura II - 65. Fabricación de arrecifes en el patio de colado. 64
Figura II - 66. Transportación de arrecifes artificiales. 65
Figura II - 67. Escultura del Museo Subacuático. 66
Figura II - 68. Anclas de fijación de los arrecifes. 66
Figura II - 69. Ejemplo de perforación del sustrato para anclas tipo stingray. 67
Figura II - 70. Anclaje de los arrecifes artificiales. 67

Figura III - 1. Ubicación del proyecto dentro del POEGT. 79
Figura III - 2. En donde se muestra la UGA No. 138 y 178 del POEMRGMMC, así como el sitio del proyecto. 84
Figura III - 3. Ubicación de la UGA M-2 del POETRDCCT y la ubicación del proyecto 108
Figura III - 4. Ubicación del proyecto en el POELMBJ. 115
Figura III - 5. Ubicación del proyecto y las Áreas Naturales Protegidas cercanas. 132
Figura III - 6. Ubicación del proyecto y las RTP, más cercanas. 146
Figura III - 7. Ubicación del proyecto y la RMP Punta Maroma-Nizuc, así como las RMP cercanas. 147
Figura III - 8. Ubicación del proyecto y la RHP Corredor Cancún- Tulum, así como las RHP cercanas. 149
Figura III - 9. Plano PDUCPPM y la ubicación del proyecto. 156
Figura III - 10. Ubicación de los elementos del proyecto respecto a las áreas de manglar. 159

Figura III - 11. Ubicación del proyecto y el sitio RAMSAR Parque Nacional Arrecife Puerto Morelos. 211

Figura IV - 1. Sistema Ambiental Regional del proyecto el cual está delimitado por una celda litoral. 219
Figura IV - 2. Zona terrestre, donde se ubica el Hotel Marina El Cid Spa and Beach Resort Riviera Maya y los Sitios de las Obras y Actividades Provisionales (SOAP), la cual forma parte de la Zona Turística de acuerdo con el PDUCPPM, y donde se puede realizar Aprovechamiento sustentable conforme al POELMBJ. 220
Figura IV - 3. Vialidades existentes en parte de la zona urbana de Puerto Morelos y en la Zona Turística, en la cual está el hotel asociado al proyecto. 221
Figura IV - 4. Uso de suelo y vegetación, en el cual está el hotel asociado al proyecto. Serie VI (INEGI 2017) 222
Figura IV - 5. Sistema Ambiental Regional terrestre delimitado para el proyecto 223
Figura IV - 6. Uso de suelo y vegetación del municipio de Puerto Morelos en la década de los 90´s del siglo pasado. (INEGI) 227
Figura IV - 7. Uso de suelo y vegetación, Serie VII, en el municipio de Puerto Morelos. (INEGI 2018). 228
Figura IV - 8. Uso de suelo y vegetación en el Sistema Ambiental Regional terrestre del proyecto 230
Figura IV - 9. Registros de la temperatura mínima, media normal y máxima por mes en la estación meteorológica de 23019 Puerto Morelos..... 232
Figura IV - 10. Registros de la precipitación normal en la estación meteorológica de 23019 Puerto Morelos. 232
Figura IV - 11. Clima del Sistema Ambiental Regional (SAR) terrestre del proyecto (García 1998). 233
Figura IV - 12. Zonas de riesgo de huracanes. 237
Figura IV - 13. Grado de riesgo por inundaciones por municipio, escala: 1:1000000. 238
Figura IV - 14. Geología del Sistema Ambiental Regional terrestre del proyecto. 239
Figura IV - 15. Geología en el Sistema Ambiental Regional terrestre del proyecto. 240
Figura IV - 16. Geomorfología del Sistema Ambiental Regional marino (SAR) del proyecto. .. 241
Figura IV - 17. Distribución general de los ambientes marinos someros en el Golfo de México y el Mar Caribe. 242
Figura IV - 18. Relieve Submarino de los Ecosistemas Marinos del Caribe Mexicano desde Cabo Catoche hasta Xcalak. 243
Figura IV - 19. Relieve submarino del Sistema Ambiental Regional del proyecto. 244
Figura IV - 20. Relieve del Sistema Ambiental Regional terrestre del proyecto. 245
Figura IV - 21. Perfil geológico de Puerto Morelos, en el que además también se observa el relieve del SAR terrestre. 245
Figura IV - 22. Geoformas localizadas en el SAR terrestre del proyecto. 246
Figura IV - 23. Se observa la plataforma continental, junto con la barrera de arrecifes de coral y fallas geológicas. 247
Figura IV - 24. Se observan fallas geológicas fuera del SAR terrestre. 248
Figura IV - 25. Regionalización sísmica en el Sistema Ambiental Regional. 249
Figura IV - 26. Sismos próximos al Sistema Ambiental Regional. 250
Figura IV - 27. Representación de peligro de tsunamis en México. 251
Figura IV - 28. Vista satelital que muestra la erosión y acreción de la playa producida por la presencia del Muelle Fiscal. 252
Figura IV - 29. Fotografías aéreas que abarcan la celda confinada entre el Muelle Fiscal y el Muelle de Cubos 252

Figura IV - 30. Espigones construidos en diferentes años en la zona marina dentro del Sistema Ambiental Regional del proyecto. 253
Figura IV - 31. Tipo de suelo en el Sistema Ambiental Regional terrestre del proyecto. 255
Figura IV - 32. Batimetría en el Sistema Ambiental Regional 257
Figura IV - 33. Rosas de viento. Izquierda: condiciones de calma o "no tormenta"; derecho: condiciones de tormenta. 258
Figura IV - 34. Rosas de oleaje. Izquierda: condiciones de calma o "no tormenta"; derecho: condiciones de tormenta. 259
Figura IV - 35. Corriente del Caribe en el Sistema Ambiental Regional del proyecto. Izquierda: general; derecha: a escala menor. 262
Figura IV - 36. Hidrología superficial adyacente al Sistema Ambiental Regional terrestre del proyecto. 265
Figura IV - 37. Corte longitudinal del Parque Nacional Arrecife de Puerto Morelos. 266
Figura IV - 38. Mapa de cobertura bentónica de los ecosistemas marinos del caribe mexicano: Cabo Catoche-Xcalak 290
Figura IV - 39. Sitios de muestreo del medio marino en el Área de Estudio. 292
Figura IV - 40. Sitios de muestreo en las áreas de influencia de los atenuadores de oleaje propuestos 295
Figura IV - 41. Sitios de muestreo biológico marino en las posibles áreas de influencia de las zonas de regeneración. 296
Figura IV - 42. Tipos de ambientes identificados en el Área de Estudio. 301
Figura IV - 43. Arenal somero (A/s) en el Sistema Ambiental Regional del proyecto en la época de lluvias. 304
Figura IV - 44. Laja con algas (L/a) en el Sistema Ambiental Regional marino del proyecto en la época de lluvias. 305
Figura IV - 45. Tipo de ambiente denominado laja con algas (L/a) dentro del Sistema Ambiental Regional marino del proyecto en la época de secas. 306
Figura IV - 46. Laja con algas y gorgonáceos (L/a+g) en el Sistema Ambiental Regional marino durante la época de lluvias. 307
Figura IV - 47. Tipo de ambiente denominado Laja con algas y gorgonáceos (L/a+g) dentro del Sistema Ambiental Regional marino para el proyecto durante la época de secas. 308
Figura IV - 48. Laja con sedimentos (L/s) presente en el Sistema Ambiental Regional marino del proyecto durante la época de lluvias 309
Figura IV - 49. Tipo de ambiente denominado Laja con sedimentos (L/s) dentro del Sistema Ambiental Regional marino del proyecto durante la época de secas. 310
Figura IV - 50. Laja con sedimentos y algas (L/s+a) en el Sistema Ambiental Regional marino del proyecto durante la época de lluvias 311
Figura IV - 51. Tipo de ambiente denominado Laja con sedimentos y algas (L/s+a) en el Sistema Ambiental Regional marino para el proyecto durante la época de secas. 312
Figura IV - 52. Pastizal mixto (Pmix) en el Sistema Ambiental Regional marino del proyecto durante la época de lluvias. 313
Figura IV - 53. Tipo de ambiente denominado Pastizal mixto (Pmix) dentro del SAR marino para el proyecto durante la época de secas. 314
Figura IV - 54. Tipo de ambiente denominado Rocas con algas (R/a) dentro del SAR marino del proyecto durante la época de lluvias 315
Figura IV - 55. Abundancia y Riqueza específica de corales escleractinios para el Sistema Ambiental Regional marino en la época de lluvias. 317
Figura IV - 56. Abundancia y Riqueza específica de corales escleractinios para el Sistema Ambiental Regional marino en la época de secas. 318

Figura IV - 57. Diversidad de corales escleractinios para el Sistema Ambiental Regional marino. Índice de Shannon-Wiener (H') y Equitabilidad (J') en la época de lluvias. 318
Figura IV - 58. Diversidad de corales escleractinios para el Sistema Ambiental Regional marino. Índice de Shannon-Wiener (H') y Equitabilidad (J') en la época de secas. 319
Figura IV - 59. Estructura de tallas para corales escleractinios para el Sistema Ambiental Regional marino en la época de lluvias. 320
Figura IV - 60. Estructura de tallas para corales escleractinios para el Sistema Ambiental Regional marino en la época de secas. 320
Figura IV - 61. Formas de crecimiento para corales escleractinios para el Sistema Ambiental Regional en la época de lluvias. 321
Figura IV - 62. Formas de crecimiento para corales escleractinios para el Sistema Ambiental Regional marino en la época de secas. 322
Figura IV - 63. Abundancia y Riqueza específica de gorgonáceos para el Sistema Ambiental Regional marino en la época de lluvias. 324
Figura IV - 64. Abundancia y Riqueza específica de gorgonáceos para el Sistema Ambiental Regional marino en la época de secas. 325
Figura IV - 65. Diversidad de gorgonáceos para el Sistema Ambiental Regional marino en la época de lluvias. Índice de Shannon-Wiener (H'), Equitabilidad (J'). 325
Figura IV - 66. Diversidad de gorgonáceos para el Sistema Ambiental Regional marino en la época de secas. Índice de Shannon-Wiener (H'), Equitabilidad (J'). 326
Figura IV - 67. Frecuencia de estructura de tallas para gorgonáceos para el Sistema Ambiental Regional marino en la época de lluvias. 326
Figura IV - 68. Frecuencia de estructura de tallas para gorgonáceos para el Sistema Ambiental Regional marino en la época de secas. 327
Figura IV - 69. Condición del organismo para gorgonáceos para el Sistema Ambiental Regional marino en la época de lluvias. 327
Figura IV - 70. Condición del organismo para gorgonáceos para el Sistema Ambiental Regional marino en la época de lluvias. 328
Figura IV - 71. Abundancia y Riqueza específica de peces arrecifales para el Sistema Ambiental Regional marino durante la época de lluvias. 332
Figura IV - 72. Abundancia y Riqueza específica de peces arrecifales para el Sistema Ambiental Regional marino durante la época de secas. 332
Figura IV - 73. Diversidad de peces arrecifales para el Sistema Ambiental Regional marino en la época de lluvias. Índice de Shannon-Wiener (H'), Equitabilidad (J'). 333
Figura IV - 74. Diversidad de peces arrecifales para el Sistema Ambiental Regional marino en la época de secas. Índice de Shannon-Wiener (H'), Equitabilidad (J'). 333
Figura IV - 75. Estructura de tallas para peces arrecifales para el Sistema Ambiental Regional marino en la época de lluvias. 334
Figura IV - 76. Estructura de tallas para peces arrecifales para el Sistema Ambiental Regional marino en la época de secas. 335
Figura IV - 77. Grupos tróficos para peces arrecifales para el Sistema Ambiental Regional marino en la época de lluvias. 335
Figura IV - 78. Grupos tróficos para peces arrecifales para el Sistema Ambiental Regional marino en la época de secas. 336
Figura IV - 79. Abundancia y Riqueza específica de vegetación marina del Sistema Ambiental Regional marino en la época de lluvias. 340
Figura IV - 80. Abundancia y Riqueza específica de vegetación marina del Sistema Ambiental Regional marino en la época de secas. 341
Figura IV - 81. Abundancia y Riqueza específica de pastos marinos para el Sistema Ambiental Regional marino durante la época de lluvias. 342

Figura IV - 82. Abundancia y Riqueza específica de pastos marinos para el Sistema Ambiental Regional marino durante la época de secas..... 342
Figura IV - 83. Diversidad de vegetación marina para el Sistema Ambiental Regional marino durante la época de lluvias. Índice de Shannon-Wiener (H'), Equitabilidad (J'). 343
Figura IV - 84. Diversidad de vegetación marina para el Sistema Ambiental Regional marino durante la época de secas. Índice de Shannon-Wiener (H'), Equitabilidad (J'). 343
Figura IV - 85. Grupos taxonómicos para vegetación marina del Sistema Ambiental Regional marino durante la época de lluvias. 344
Figura IV - 86. Grupos taxonómicos para vegetación marina del Sistema Ambiental Regional marino durante la época de secas..... 344
Figura IV - 87. Nomenclatura utilizada para reconocimiento de biota asociada: Influencia 1 (E-1), Influencia 2 (E-2), Influencia 3 (E-3) e Influencia 4 (E-4)..... 346
Figura IV - 88. Tipo de ambiente en el área de influencia E1 para el proyecto. 347
Figura IV - 89. Tipo de ambiente en el área de Influencia E2. 348
Figura IV - 90. Tipo de ambiente en el área de Influencia E3. 349
Figura IV - 91. Tipo de ambiente en el área de Influencia E4 para el proyecto. 350
Figura IV - 92. Especies de corales presentes en el área de Influencia E1 de los sitios programados para recuperación..... 351
Figura IV - 93. Abundancia y Riqueza específica de corales escleractinios en las áreas de Influencia de los sitios programados para recuperación..... 352
Figura IV - 94. Diversidad de corales escleractinios en las áreas de Influencia de los sitios programados para recuperación. Índice de Shannon-Wiener (H'), Equitabilidad (J'). 353
Figura IV - 95. Estructura de tallas para corales escleractinios en las áreas de Influencia de los sitios programados para recuperación. 353
Figura IV - 96. Formas de crecimiento para corales escleractinios en las áreas de Influencia de los sitios programados para recuperación. 354
Figura IV - 97. Especies de gorgonáceos presentes en las áreas de Influencia de los sitios programados para recuperación..... 355
Figura IV - 98. Abundancia y Riqueza específica de gorgonáceos en las áreas de Influencia de los sitios programados para recuperación. 356
Figura IV - 99. Diversidad de gorgonáceos para el Sistema Ambiental Regional marino en las áreas de Influencia de los sitios programados para recuperación. Índice de Shannon-Wiener (H'), Equitabilidad (J')..... 356
Figura IV - 100. Frecuencia de estructura de tallas para gorgonáceos en las áreas de Influencia de los sitios programados para recuperación..... 357
Figura IV - 101. Condición del organismo para gorgonáceos en las áreas de Influencia de los sitios programados para recuperación. 357
Figura IV - 102. Especies de peces en las áreas de Influencia de los sitios programados para recuperación. 358
Figura IV - 103. Abundancia y Riqueza específica de peces arrecifales en las áreas de Influencia de los sitios programados para recuperación..... 359
Figura IV - 104. Diversidad de peces arrecifales para el Sistema Ambiental Regional en las áreas de Influencia de los sitios programados para recuperación. Índice de Shannon-Wiener (H'), Equitabilidad (J')..... 359
Figura IV - 105. Estructura de tallas para peces arrecifales en las áreas de Influencia de los sitios programados para recuperación. 360
Figura IV - 106. Grupos tróficos para peces arrecifales en las áreas de Influencia de los sitios programados para recuperación. 361

Figura IV - 107. Especies de macroalgas presentes en las áreas de Influencia de los sitios programados para recuperación. 362
Figura IV - 108. Abundancia y Riqueza específica de vegetación marina en las áreas de Influencia de los sitios programados para recuperación. 363
Figura IV - 109. Diversidad de vegetación marina en las áreas de Influencia de los sitios programados para recuperación. Índice de Shannon-Wiener (H'), Equitabilidad (J'). 363
Figura IV - 110. Grupos taxonómicos para vegetación en las áreas de Influencia de los sitios programados para recuperación. 364
Figura IV - 111. Especies de invertebrados presentes en las áreas de Influencia de los sitios programados para recuperación. 365
Figura IV - 112. Tipo de ambiente en el área de influencia E1´ cercana a la playa de las zonas de recuperación propuestas. 366
Figura IV - 113. Tipo de ambiente en el área de influencia E1-a´ cercana a la playa de las zonas de recuperación propuestas. 367
Figura IV - 114. Tipo de ambiente en el área de influencia E2´ cercana a la playa de las zonas de recuperación propuestas. 368
Figura IV - 115. Tipo de ambiente en el área de influencia E3´ cercana a la playa de las zonas de recuperación propuestas. 369
Figura IV - 116. Tipo de ambiente en el área de influencia E4´ cercana a la playa de las zonas de recuperación propuestas. 369
Figura IV - 117. Especies de corales presentes en las áreas de influencia cercanas a la playa de las zonas de recuperación propuestas. 370
Figura IV - 118. Abundancia y Riqueza específica de corales escleractinios en las áreas de influencia cercanas a la playa de las zonas de recuperación propuestas. 371
Figura IV - 119. Diversidad de corales escleractinios en las áreas de influencia cercanas a la playa de las zonas de recuperación propuestas. Índice de Shannon-Wiener (H'), Equitabilidad (J'). 371
Figura IV - 120. Estructura de tallas para corales escleractinios en las áreas de influencia cercanas a la playa de las zonas de recuperación propuestas. 372
Figura IV - 121. Formas de crecimiento para corales escleractinios en las áreas de influencia cercanas a la playa de las zonas de recuperación propuestas. 373
Figura IV - 122. Condición de los organismos para corales escleractinios en las áreas de influencia cercanas a la playa de las zonas de recuperación propuestas. 373
Figura IV - 123. Especies de gorgonáceos presentes en las áreas de influencia cercanas a la playa de las zonas de recuperación propuestas. 374
Figura IV - 124. Abundancia y Riqueza específica de gorgonáceos en las áreas de influencia cercanas a la playa de las zonas de recuperación propuestas. 375
Figura IV - 125. Diversidad de gorgonáceos en las áreas de influencia cercanas a la playa de las zonas de recuperación propuestas. Índice de Shannon-Wiener (H'), Equitabilidad (J'). 375
Figura IV - 126. Frecuencia de estructura de tallas para gorgonáceos en las áreas de influencia cercanas a la playa de las zonas de recuperación propuestas. 376
Figura IV - 127. Condición del organismo para gorgonáceos en las áreas de influencia cercanas a la playa de las zonas de recuperación propuestas. 376
Figura IV - 128. Especies de peces en las áreas de influencia cercanas a la playa de las zonas de recuperación propuestas. 377
Figura IV - 129. Abundancia y Riqueza específica de peces arrecifales en las áreas de influencia cercanas a la playa de las zonas de recuperación propuestas. 378
Figura IV - 130. Diversidad de peces arrecifales en las áreas de influencia cercanas a la playa de las zonas de recuperación propuestas. Índice de Shannon-Wiener (H'), Equitabilidad (J'). 378

Figura IV - 131. Estructura de tallas para peces arrecifales en las áreas de influencia cercanas a la playa de las zonas de recuperación propuestas. 379
Figura IV - 132. Grupos tróficos para peces arrecifales en las áreas de influencia cercanas a la playa de las zonas de recuperación propuestas. 380
Figura IV - 133. Especies de macroalgas presentes en las áreas de influencia cercanas a la playa de las zonas de recuperación propuestas 381
Figura IV - 134. Abundancia y Riqueza específica de vegetación marina en las áreas de influencia cercanas a la playa de las zonas de recuperación propuestas. 382
Figura IV - 135. Diversidad de vegetación marina en las áreas de influencia cercanas a la playa de las zonas de recuperación propuestas. Índice de Shannon-Wiener (H'), Equitabilidad (J'). 382
Figura IV - 136. Grupos taxonómicos para vegetación en las áreas de influencia cercanas a la playa de las zonas de recuperación propuestas. 383
Figura IV - 137. Especies de invertebrados presentes en las áreas de influencia cercanas a la playa de las zonas de recuperación propuestas. Esponja (der). 384
Figura IV - 138. Estructura de tallas para CORALES ESCLERACTINIOS en el SAR marino. . 387
Figura IV - 139. Formas de crecimiento para CORALES ESCLERACTINIOS en el SAR marino. 387
Figura IV - 140. Frecuencia de estructura de tallas para GORGONACEOS en el SAR marino. 389
Figura IV - 141. Estructura de tallas para PECES ARRECIFALES para el SAR marino. 392
Figura IV - 142. Grupos tróficos para PECES ARRECIFALES en el SAR marino. 392
Figura IV - 143. Grupos funcionales para VEGETACIÓN MARINA en el SAR marino. 395
Figura IV - 144. Estructura de tallas para CORALES ESCLERACTINIOS en las áreas de influencia de las estructuras para la recuperación de playas. 398
Figura IV - 145. Formas de crecimiento para CORALES ESCLERACTINIOS en las áreas de influencia de las estructuras para la recuperación de playas. 399
Figura IV - 146. Frecuencia de estructura de tallas para GORGONACEOS en las áreas de influencia de las estructuras para la recuperación de playas. 401
Figura IV - 147. Condición del organismo para GORGONACEOS en las áreas de influencia de las estructuras para la recuperación de playas. 401
Figura IV - 148. Estructura de tallas para PECES ARRECIFALES en las áreas de influencia de las estructuras para la recuperación de playas. 403
Figura IV - 149. Grupos tróficos para PECES ARRECIFALES en las áreas de influencia de las estructuras para la recuperación de playas. 403
Figura IV - 150. Grupos funcionales para VEGETACIÓN MARINA en las áreas de influencia de las estructuras para la recuperación de playas. 406
Figura IV - 151. Área de estudio de la caracterización ambiental de la comunidad marina en la zona de operación del muelle APIQROO, canal de navegación y áreas colindantes. 432
Figura IV - 152. Ubicación de puntos de muestreo y recorridos del estudio de la caracterización ambiental de la comunidad marina en la zona de operación del muelle APIQROO, canal de navegación y áreas colindantes. 433
Figura IV - 153. Tipo de ambientes en la zona de estudio 434
Figura IV - 154. Fotos del subambiente arenal dentro del ambiente de Arenal con parches del área de estudio 435
Figura IV - 155. Fotos del subambiente arenal dentro del ambiente de Arenal con parches del área de estudio 435
Figura IV - 156. Fotos del ambiente arenal profundo a lo largo del canal de navegación del área de estudio 436
Figura IV - 157. Fotos del ambiente Pradera Marina I del área de estudio 437

Figura IV - 158. Fotos de corales y algas entre el pastizal del ambiente Pradera Marina I del área de estudio 437
Figura IV - 159. Fotos del ambiente Pradera Marina II del área de estudio..... 438
Figura IV - 160. Grupos taxonómicos en el área de estudio 439
Figura IV - 161. Número de especies por subgrupos taxonómicos registradas en los diversos ambientes en el área de estudio 439
Figura IV - 162. Especies por ambiente registradas en transectos y alrededores por grupo taxonómico en el área de estudio..... 440
Figura IV - 163. Número de especies y densidad en los transectos en el área de estudio 441
Figura IV - 164. Índice de Shannon-Weaver y equitabilidad de las especies registradas en el área de estudio 441
Figura IV - 165. Proporción de subgrupos taxonómicos de invertebrados en el área de estudio. 442
Figura IV - 166. Número de especies en los subgrupos taxonómicos de invertebrados en el área de estudio. 442
Figura IV - 167. Abundancia de invertebrados por ambiente (Nº de individuos por metro cuadrado)..... 443
Figura IV - 168. Abundancia relativa en los invertebrados..... 443
Figura IV - 169. Índice de Shannon-Weaver y equitabilidad de invertebrados por ambiente. .. 445
Figura IV - 170. Fotos de las condiciones de los corales observados en los ambientes 445
Figura IV - 171. Proporción de subgrupos taxonómicos de peces en el área de estudio. 446
Figura IV - 172. Número de especies en los subgrupos taxonómicos de peces en el área de estudio. 447
Figura IV - 173. Abundancia de peces por ambiente (Nº de individuos por metro cuadrado). . 447
Figura IV - 174. Abundancia relativa de los peces..... 448
Figura IV - 175. Índice de Shannon-Weaver y equitabilidad de peces por ambiente. 449
Figura IV - 176. Estructura de tallas de los peces..... 449
Figura IV - 177. Grupos funcionales de los peces. 450
Figura IV - 178. Proporción de especies por grupo de vegetación marina en el área de estudio. 450
Figura IV - 179. Número de especies de vegetación marina por ambiente de acuerdo con la forma de muestreo..... 451
Figura IV - 180. Abundancia de la vegetación marina por ambientes..... 452
Figura IV - 181. Abundancia relativa en la vegetación marina..... 452
Figura IV - 182. Índice de Shannon-Weaver y equitabilidad de las especies de vegetación marina..... 453

TABLAS

Tabla II - 1. Cuadros de construcción de áreas generales del proyecto 30
Tabla II - 2. Cuadros de construcción de atenuadores de olas frente al Hotel El Cid 30
Tabla II - 3. Cuadros de construcción de atenuadores de olas frente al Lote 1 32
Tabla II - 4. Programa general de trabajo. 34
Tabla II - 5. Especies aptas para la reforestación de duna costera. 45
Tabla II - 6. Dimensiones de las estructuras para el arrecife artificial. 62
Tabla II - 7. Materiales necesarios para la conformación de estructuras. 64
Tabla II - 8. Lista de los principales materiales y equipos requeridos. 69
Tabla II - 9. Relación del personal de obra. 70
Tabla II - 10. Fuentes generadoras de gases de efecto invernadero 74
Tabla II - 11. Generación de gases de efecto invernadero 74

Tabla III - 1. Vinculación jurídica del proyecto, con las estrategias sectorial de la UAB 62 del POEGT 79
Tabla III - 2. Acciones Generales del Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe y la Vinculación Jurídica del proyecto. 85
Tabla III - 3. Acciones específicas de la UGA 138 del Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe y la Vinculación Jurídica de las obras y actividades en ambiente terrestre del proyecto. 92
Tabla III - 4. Acciones específicas de la UGA 178 del Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe y la Vinculación Jurídica de las obras y actividades en ambiente marino del Proyecto. 100
Tabla III - 5. Criterios de Regulación Ecológica, de la Zona Costera Inmediata del Mar Caribe, aplicable a la UGA 138 y 178 del Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe y Vinculación Jurídica de las obras y actividades en ambiente marino del proyecto. 103
Tabla III - 6. Asignación de criterios del programa de ordenamiento ecológico territorial de la región denominada corredor Cancún Tulum. 108
Tabla III - 7. Criterios ecológicos de la UGA M-2 y vinculación jurídica de las obras y actividades en ambiente marino del proyecto. 108
Tabla III - 8. Características de la UGA 28 del Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Benito Juárez, Quintana Roo. 115
Tabla III - 9. Criterios ecológicos de aplicación general de la UGA 28 y la vinculación jurídica de las obras y actividades en ambiente terrestre del proyecto. 116
Tabla III - 10. Criterios ecológicos de aplicación específica de la UGA 28 y vinculación jurídica de las obras y actividades en ambiente terrestre del proyecto. 122
Tabla III - 11. Vinculación jurídica del proyecto con la ANP RBCM. Disposiciones de la Zona de Influencia 134
Tabla III - 12. Vinculación jurídica del proyecto con la ANP RBCM. Reglas Administrativas 135
Tabla III - 13. Vinculación jurídica del proyecto con la ANP PNAPM. Reglas Administrativas 143
Tabla III - 14. Vinculación jurídica del proyecto con las normas oficiales mexicanas. 158
Tabla III - 15. Vinculación del proyecto con la NOM-022-SEMARNAT-2003. 159
Tabla III - 16. Vinculación con la NOM-162-SEMARNAT-2012. 168
Tabla III - 17. Vinculación jurídica del proyecto, con las disposiciones de la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. 180
Tabla III - 18. Vinculación jurídica del proyecto con las disposiciones de la Ley General de Vida Silvestre. 182
Tabla III - 19. Vinculación jurídica del proyecto con las disposiciones de la LAN. 184

Tabla III - 20. Vinculación jurídica del proyecto con las disposiciones de la Ley General de Cambio Climático. 185
Tabla III - 21. Vinculación jurídica del proyecto con las disposiciones de la Ley General de Bienes Nacionales. 188
Tabla III - 22. Vinculación jurídica del proyecto con las disposiciones de la Ley Federal del Mar. 188
Tabla III - 23. Vinculación jurídica del proyecto con las disposiciones de la Ley de Vertimientos en Zonas Marinas Mexicanas. 189
Tabla III - 24. Vinculación jurídica del proyecto con las disposiciones de la Ley Federal de Responsabilidad Ambiental. 190
Tabla III - 25. Vinculación jurídica con las disposiciones del Reglamento de la LGEEPA en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental. 192
Tabla III - 26. Vinculación jurídica del proyecto con las disposiciones del Reglamento para el Uso y Aprovechamiento del Mar Territorial, Vías Navegables, Playas, Zona federal marítimo terrestre y Terrenos Ganados al Mar. 195
Tabla III - 27. Vinculación jurídica del proyecto, con el Plan Estatal de Desarrollo 2016-2022. 199
Tabla III - 28. Vinculación del proyecto con los objetivos y estrategias del Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2020-2024 200
Tabla III - 29. Vinculación del proyecto con los objetivos y estrategias del Programa Sectorial de Turismo 2020-2024 203
Tabla III - 30. Vinculación del proyecto con los objetivos y estrategias del Programa Especial de Cambio Climático 2021-2024 204
Tabla III - 31. Vinculación jurídica del proyecto, con el Programa Estatal de Acción ante el Cambio Climático, Estado de Quintana Roo. 206
Tabla III - 32. Vinculación jurídica de la Convención sobre Diversidad Biológica con el proyecto. 208
Tabla III - 33. Vinculación jurídica de la Convención Interamericana para la Protección y Conservación de las Tortugas Marinas con el proyecto. 212
Tabla III - 34. Vinculación jurídica de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático con el proyecto. 214

Tabla IV - 1. Sistemas tropicales por año, punto de entrada, categoría de entrada, presión y vientos máximos. 234
Tabla IV - 2. Fenómenos sismológicos registrados en el periodo 2000 a la fecha. 249
Tabla IV - 3. Listado de especies de CORALES con distribución potencial dentro del SAR. ... 270
Tabla IV - 4. Listado de especies de PECES ARRECIFALES con distribución potencial dentro del SAR. 272
Tabla IV - 5. Listado de especies de VEGETACIÓN MARINA con distribución potencial dentro del SAR. 277
Tabla IV - 6. Listado de especies de otros INVERTEBRADOS con distribución potencial dentro del SAR. 282
Tabla IV - 7. Coordenadas UTM de los sitios de muestreo del medio marino en el Área de Estudio. 291
Tabla IV - 8. Coordenadas UTM de áreas de influencia de los atenuadores de oleaje propuestos donde se realizó el muestreo biológico marino 294
Tabla IV - 9. Coordenadas UTM de los sitios de muestreo de áreas de influencia de las zonas de regeneración. 295
Tabla IV - 10. Categorías de abundancia relativa y definición de su rango. 297
Tabla IV - 11. Categorías de formas de crecimiento para los escleractinios (corales duros). .. 298
Tabla IV - 12. Categorías de talla para los escleractinios, gorgonáceos e ictiofauna (peces). . 299

Tabla IV - 13. Categorías de condición de los organismos para escleractinios y gorgonáceos. 299
Tabla IV - 14. Categorías de grupos funcionales para peces arrecifales y para la vegetación marina. 300
Tabla IV - 15. Tipo de ambiente identificado en el Área de Estudio, así como superficie (ha) y porcentaje (%) de cada uno de ellos. 301
Tabla IV - 16. Tipos de ambientes identificados en los sitios de muestreo intensivos para caracterizar el Sistema Ambiental Regional (SAR) marino y las posibles áreas a regenerar. 302
Tabla IV - 17. Lista de especies y abundancia relativa de corales escleractinios para el SAR marino durante la época de lluvias. 316
Tabla IV - 18. Listado de especies y abundancia relativa de corales escleractinios para el SAR marino durante la época de secas. 316
Tabla IV - 19. Comparación de los valores de la riqueza específica, abundancia y especies dominantes para corales escleractinios por tipo de ambiente en dos épocas: lluvias (agosto 2018) y secas (enero y febrero del 2019). 322
Tabla IV - 20. Lista de especies y abundancia relativa de gorgonáceos para el Sistema Ambiental Regional marino en la época de lluvias. 323
Tabla IV - 21. Listado de especies y abundancia relativa de gorgonáceos para el Sistema Ambiental Regional marino del proyecto durante la época de secas. 324
Tabla IV - 22. Comparación de los valores de la riqueza específica, abundancia y especies dominantes para gorgonáceos por tipo de ambiente en dos épocas: Lluvias (agosto 2018) y secas (enero y febrero del 2019). 328
Tabla IV - 23. Lista de especies y abundancia relativa de peces arrecifales para el Sistema Ambiental Regional marino en la época de lluvias. 329
Tabla IV - 24. Listado de especies y abundancia relativa de peces arrecifales para el Sistema Ambiental Regional marino para el proyecto durante la época de secas. 330
Tabla IV - 25. Comparación de los valores de la riqueza específica, abundancia y especies dominantes para peces arrecifales por tipo de ambiente en dos épocas: Lluvias (agosto 2018) y secas (enero y febrero del 2019). 336
Tabla IV - 26. Lista de especies y abundancia relativa de la vegetación marina del Sistema Ambiental Regional marino durante la época de lluvias. 337
Tabla IV - 27. Listado de especies y abundancia relativa de la vegetación marina para el Sistema Ambiental Regional marino del proyecto durante la época de secas. . 338
Tabla IV - 28. Comparación de los valores de la riqueza específica, abundancia y especies dominantes para vegetación marina por tipo de ambiente en dos épocas: Lluvias (agosto 2018) y secas (enero y febrero del 2019). 345
Tabla IV - 29. Lista de especies de corales escleractinios y estimaciones de abundancia en el área de Influencia E1 de los sitios programados para recuperación, con base en su cobertura relativa. 351
Tabla IV - 30. Lista de especies y abundancia relativa de gorgonáceos en las áreas de Influencia de los sitios programados para recuperación 354
Tabla IV - 31. Lista de especies y abundancia relativa de peces arrecifales en las áreas de Influencia de los sitios programados para recuperación, con base en su abundancia relativa. 358
Tabla IV - 32. Lista de especies de vegetación marina y estimaciones de abundancia en las áreas de Influencia de los sitios programados para recuperación, con base en su cobertura relativa. 361
Tabla IV - 33. Presencia y abundancia relativa de otros invertebrados en las áreas de Influencia de los sitios programados para recuperación. 364

Tabla IV - 34. Listado de especies de corales escleractinios y estimaciones de abundancia en las áreas de influencia cercanas a la playa de las zonas de recuperación propuestas, con base en su cobertura relativa. 370
Tabla IV - 35. Listado de especies y abundancia relativa de gorgonáceos en las áreas de influencia cercanas a la playa de las zonas de recuperación propuestas. 374
Tabla IV - 36. Listado de especies y abundancia relativa de peces arrecifales en las áreas de influencia cercanas a la playa de las zonas de recuperación propuestas, con base en su abundancia relativa. 377
Tabla IV - 37. Listado de especies de vegetación marina y estimaciones de abundancia en las áreas de influencia cercanas a la playa de las zonas de recuperación propuestas, con base en su cobertura relativa. 380
Tabla IV - 38. Presencia y abundancia relativa de otros invertebrados en las áreas de influencia cercanas a la playa de las zonas de recuperación propuestas. 383
Tabla IV - 39. Especies presentes en el área de estudio que se encuentran en alguna categoría de riesgo en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y la modificación del anexo III de la misma. 384
Tabla IV - 40. Listado de especies y abundancia relativa de CORALES ESCLERACTINIOS para el SAR marino. 386
Tabla IV - 41. Listado de especies y abundancia relativa de GORGONÁCEOS para el SAR marino. 388
Tabla IV - 42. Condición del organismo para GORGONACEOS en el SAR maribo. 389
Tabla IV - 43. Listado de especies y abundancia relativa de PECES ARRECIFALES para el SAR marino. D=Dominante (>20%), A=Abundante (10-20%), C=Común (5-10%), E=Escaso (1-5%), R=Raro (<1%). H´= índice de diversidad de Shanon-Wiener (nits/ind), J´= Índice de equitabilidad de Pielou, R= Riqueza, D= densidad (ind/m2). 390
Tabla IV - 44. Listado de especies y abundancia relativa de la VEGETACIÓN MARINA para el SAR marino. D=Dominante (>20%), A=Abundante (10-20%), C=Común (5-10%), E=Escaso (1-5%), R=Raro (<1%). H´= índice de diversidad de Shanon-Wiener (nits/ind), J´= Índice de equitabilidad de Pielou, R= Riqueza, C= porcentaje de cobertura. 393
Tabla IV - 45. Listado de especies de INVERTEBRADOS para el SAR marino. 396
Tabla IV - 46. Listado de especies y abundancia relativa de CORALES para el SAR marino. 397
Tabla IV - 47. Listado de especies y abundancia relativa de GORGONACEOS en las áreas de influencia de las estructuras para la recuperación de playas. 400
Tabla IV - 48. Listado de especies y abundancia relativa de PECES ARRECIFALES en las áreas de influencia de las estructuras para la recuperación de playas, con base en su abundancia relativa. 402
Tabla IV - 49. Listado de especies de VEGETACIÓN MARINA y estimaciones de abundancia en las áreas de influencia de las estructuras para la recuperación de playas, con base en su cobertura relativa. 404
Tabla IV - 50. Presencia y abundancia relativa de OTRO INVERTEBRADOS en las áreas de influencia de las estructuras para la recuperación de playas. 407
Tabla IV - 51. Listado de especies de CORALES documentadas y registradas en el muestreo realizado en el SAR marino. 407
Tabla IV - 52. Listado de especies de PECES documentadas y registradas en el muestreo realizado en el SAR marino. 410
Tabla IV - 53. Listado de especies de VEGETACIÓN MARINA documentadas y registradas en el muestreo realizado en el SAR marino 415
Tabla IV - 54. Listado de especies de otros INVERTEBRADOS documentadas y registradas en el muestreo realizado en el SAR marino. 421

Tabla IV - 55. Listado de especies de invertebrados y su abundancia relativa en cada ambiente. 444
Tabla IV - 56. Listado de especies de peces por familia y su abundancia relativa en cada ambiente. 448
Tabla IV - 57. Listado de especies de algas por grupo y su abundancia relativa en cada ambiente. 452
Tabla IV - 58. Especies registradas en el área de estudio listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010. 454

INMOBILIARIA MARÍTIMA DOLORES, S.A. DE C.V.
MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL Modalidad Regional
PROYECTO "MEJORAMIENTO DE LA PLAYA HOTEL EL CID Y LOTE 1, PUERTO MORELOS"

A N E X O S

1 CROQUIS DE LOCALIZACIÓN

2 ACTA CONSTITUTIVA DE LA EMPRESA

3 RFC DE LA EMPRESA

4 REPRESENTACIÓN LEGAL

5 IDENTIFICACIÓN DEL REPRESENTANTE LEGAL

6 a – PLANO DE DISTRIBUCIÓN DE OBRAS EN ÁREA DE HOTEL (2)
b – PLANO DE DISTRIBUCIÓN DE OBRAS EN ÁREA DE LOTE 1 (2)

7 MATRIZ DE LEOPOLD MEDIO MARINO
MATRIZ DE LEOPOLD MEDIO TERRESTRE

8 CUADROS DE COORDENADAS EN ARCHIVOS CSV

9 POLIGONOS DE OBRAS EN ARCHIVO KML

10 POLIGONOS DE OBRAS EN ARCHIVO SHP

11 TABLA RESUMEN DE IMPACTOS

CAPITULO I

DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

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

I.1 Datos generales del proyecto

I.1.1. Nombre del proyecto

"MEJORAMIENTO DE LA PLAYA HOTEL EL CID Y LOTE 1, PUERTO MORELOS"

I.1.2. Ubicación del proyecto.

El proyecto se localiza en la zona federal marítimo terrestre, playa y el área marina adyacente al Hotel Marina El Cid Spa & Beach Resort y Lote 1, El Cid, municipio de Puerto Morelos, Quintana Roo.

El proyecto se ubica en zona de litoral expuesta a oleaje de tormenta y procesos de erosión.

El proyecto consta de 3 áreas generales en las que se realizarán diversas obras y actividades, mismas que se describen en el Capítulo II, su localización se muestra en la siguiente figura, teniéndose como coordenadas UTM de referencia (WGS 84 R16): X = 511810.32, Y = 2303906.16.

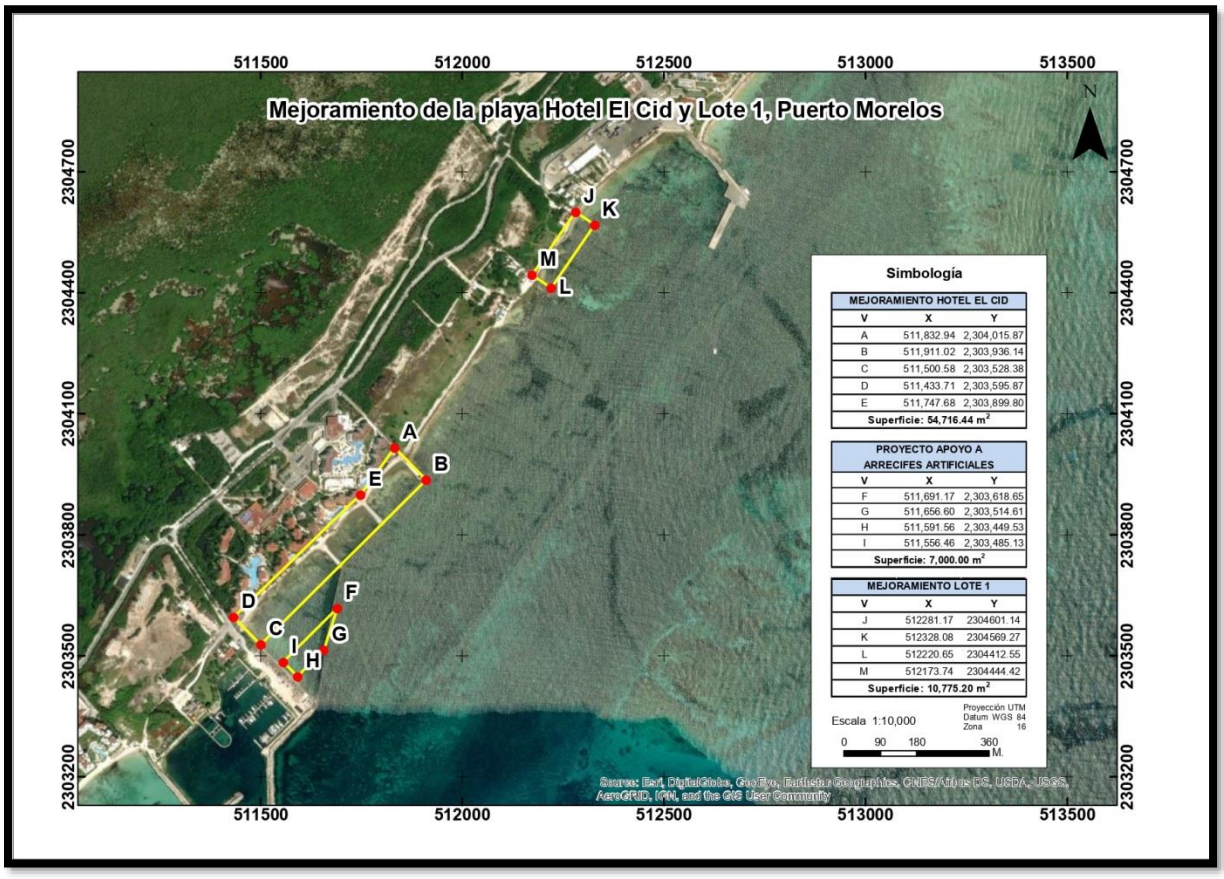


Figura I - 1. Localización del proyecto respecto a la Marina El Cid y APIQROO, Quintana Roo.

En el Anexo 1 se presentan diversos croquis de localización general y particular.

En el apartado II.1.3 se contemplan los cuadros de construcción de las áreas que conforman el presente proyecto, así como los de sus diversas estructuras.

Las colindancias del área denominada Mejoramiento Hotel son:

Al Norte	Zona de playa y lindero de predio al Norte Hotel Marina El Cid Spa & Beach Resort.
Al Sur	Marina El Cid.
Al Este	Mar Caribe.
Al Oeste	Hotel Marina El Cid Spa & Beach Resort.

Las colindancias del área denominada Mejoramiento Lote 1 son:

Al Norte	Zona de playa, lindero de la Casa veraniega y Lote 2-02.
Al Sur	Mar Caribe.
Al Este	Mar Caribe y muelle fiscal.
Al Oeste	Zona de playa y lindero del Lote 1-01.

Por otro lado, el área denominada Arrecifes artificiales se localizan en zona marina con colindancia oeste la Marina El Cid.

I.1.3. Duración del proyecto.

La duración del proyecto es de 50 años, correspondiendo 5 años para la preparación del sitio y construcción.

La vida útil del proyecto se estima en 45 años a partir de su construcción.

Debido a que las estructuras a colocar podrían sufrir daños por acción de los eventos climatológicos característicos de la región, desgaste o fallas, se pretende reciban un mantenimiento periódico. Se realizará vertimiento de arena para sustituir el volumen perdido y conservar la playa colindante con condiciones de calidad.

I.2. Datos generales del promovente

I.2.1. Nombre o razón social

Inmobiliaria Marítima Dolores, S.A. de C.V.

La empresa Inmobiliaria Marítima Dolores, S.A. de C.V. se encuentra legalmente constituida conforme a las leyes mexicanas contando con la Escritura Pública No. 7,560, Volumen XXX, de fecha 21 noviembre del año 2002, pasada ante la Fe del titular de la Notaria Publica Numero 141, Lic. Jorge Luis Buenrostro Félix, con residencia en la ciudad de Mazatlán, en el Estado de Sinaloa, e inscrita en el Registro Público de la Propiedad y del Comercio del Estado de Sinaloa (Anexo 2).

I.2.2. Registro Federal de Contribuyentes del promovente

[redacted]

I.2.3. Nombre y cargo del representante legal

[redacted]

Otorgado legalmente conforme a las leyes mexicanas mediante Escritura Publica No. 7,592, Volumen XXX de fecha 6 de diciembre de 2002, pasada ante la Fe del titular de la Notaria Publica Número 141, Lic. Jorge Luis Buenrostro Félix, con residencia en la ciudad de Mazatlán, en el Estado de Sinaloa, e inscrita en el Registro Público de la Propiedad y del Comercio del Estado de Sinaloa (Anexo 4), quien se identifica con pasaporte mexicano No. G18700171 (Anexo 5) con fecha de caducidad el 19 de noviembre de 2025.

I.2.4. Dirección del promovente o de su representante legal para recibir u oír notificaciones

SM3, MZA. 20, Lote 1-01, Unidad 15
Boulevard El Cid
Puerto Morelos
Municipio de Puerto Morelos
Quintana Roo, C.P. 77580
[redacted]
[redacted]

I.2.5. Nombre del responsable técnico del estudio.

[redacted]
[redacted]
[redacted]
Nuevo León No. 56.
Colonia Centro.
Hermosillo, Sonora.
C.P. 83000
[redacted]
[redacted]

Equipo técnico de colaboradores:

- [redacted]
- [redacted]
- [redacted]
- [redacted]
- [redacted]
- [redacted]
- [redacted]
- [redacted]
- [redacted]

CAPITULO II

DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS O ACTIVIDADES Y, EN SU CASO, DE LOS PROGRAMAS O PLANES PARCIALES DE DESARROLLO

II. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS O ACTIVIDADES Y, EN SU CASO, DE LOS PROGRAMAS O PLANES PARCIALES DE DESARROLLO.

II.1. Información general del proyecto, plan o programa

En las costas del Estado de Quintana Roo existe una intensa dinámica costera. Las playas por ser resultado de la acumulación de material no consolidado están sujetas a la incidencia del oleaje, las corrientes, los vientos y las mareas; otros elementos de influencia son los procesos bióticos, las fluctuaciones climáticas (paso de tormentas, nortes y huracanes), los cambios en el nivel medio del mar, la actividad turística presente en el área, así como la presencia de obras habilitadas en las inmediaciones.

Por otro lado, se tiene también el arribo de sargazo, cuya problemática estriba en que su presencia constituye un foco de contaminación que afecta la calidad del agua, aire y la salud del ecosistema costero, afectando la biodiversidad, los inconvenientes aumentan al entrar en descomposición, por la posibilidad de la creación de zonas anóxicas o de bajo contenido de oxígeno disuelto.

La Federación contempla como acciones para la adaptación al cambio climático la conservación y restauración de ecosistemas, es así que se requiere la realización de proyectos integrales que permitan la restauración de las playas y la recuperación y mantenimiento de la biodiversidad de las zonas afectadas.

A causa del deterioro de las playas y arrecifes coralinos, situación que ha sido alarmante en años recientes, se ha detectado una alta implementación de proyectos de protección costera en la zona litoral de Quintana Roo, con la finalidad de crear y restaurar el servicio de protección costera y minimizar el riesgo contra la erosión y energía del oleaje; asimismo se han establecido acciones para el control de los arribos de sargazo.

Al frente del hotel Marina El Cid y Lote 1 hay gran cantidad de arena, pero ésta no se acumula sobre la playa de interés, debido a que está "encajonada" entre dos estructuras monumentales tipo muelle, perpendiculares a la costa que son el Muelle Fiscal y la Marina El Cid, que fueron construidos por terceros antes de 1988. Estas estructuras interrumpen el transporte natural de la arena y contribuyen a la pérdida en general de la calidad de la playa. Este fenómeno se intensifica durante la temporada de Nortes (eventos con oleaje de alta energía) y/o huracanes, ya que se maximiza el transporte transversal hacia el mar, generando la pérdida del sedimento de la playa y dejando poco material disponible para ser transportado.

Al frente del Hotel y del Lote 1 también se extiende el canal de navegación usado por las embarcaciones que atracan en el Muelle Fiscal operado por la Administración Portuaria Integral de Quintana Roo (APIQROO), donde dadas las características del relieve marino por el uso antrópico, también se acumula sedimento; además de que por la presencia de formaciones arrecifales (Neto´s y La Pared) al Este, dentro del Área Natural Protegida Parque Nacional Arrecife de Puerto Morelos, que atenúan el oleaje generando condiciones de calma relativa, la arena que se desplaza hacia la zona costera, se acumula en el canal de navegación sin alcanzar la playa (MIA-P 2005 "Mantenimiento de un Tramo del Canal de Navegación y Reversión de la Erosión en la Zona Costera entre la Marina El Cid y El Muelle Fiscal de Puerto Morelos, Quintana Roo").

Estas condiciones en la zona del proyecto se traducen en la erosión permanente de la playa, cambios en la batimetría y morfología costera y el afloramiento del sustrato rocoso a lo largo de la costa, provocando por un lado la pérdida del hábitat natural, por otro lado el detrimento de las condiciones paisajistas y la pérdida de la vocación de uso de suelo turístico por la falta de playa seca y que el tránsito de bañistas y paseantes no sea de manera segura, pues el acceso es difícil y también peligroso.

Por tales motivos surge la necesidad de efectuar acciones enfocadas a la recuperación, mejoramiento y mantenimiento de la playas a efecto de revertir el proceso erosivo y el control del sargazo, por ello la empresa **Inmobiliaria Marítima Dolores, S.A. de C.V.** tiene la intención de ejecutar un proyecto de recuperación de playa que siga criterios ambientales estrictos que permitan orientar el diseño y desempeño bajo esquemas de sustentabilidad ambiental y contemplando el cumplimiento de la normatividad aplicable.

Los componentes del proyecto, motivo de la presente Manifestación de Impacto Ambiental, reducirán la fuerza del oleaje, permitirán el transporte de sedimento a las zonas erosionadas, esto junto con otras acciones a realizar, como es la regeneración del ancho de playa mediante relleno, estabilizarán el frente de playa fortaleciendo su resiliencia y resistencia y con ello, el retroceso de la línea de costa; a su vez, todas estas acciones disminuyen la vulnerabilidad costera a causa del incremento del nivel medio del mar vinculado al fenómeno del cambio climático, asimismo se contemplan acciones para el control del sargazo para disminuir su problemática en la zona.

Contrario a lo anterior, en caso de no ser autorizado el presente proyecto, la meso celda de afectación generada entre el Muelle Fiscal y Muelle de Cubos, continuarán: 1) afectando la dinámica de sedimentos y corrientes debido a su aislamiento; 2) alterando el ciclo de erosión/acreción de playa y reduciendo la línea de costa; 3) manteniendo la turbidez del agua marina por efecto de la llegada masiva y periódica de sargazo; 4) disminuyendo el tamaño de los parches de pastos marinos; 5) disminuyendo la población de tortugas marinas; 6) contribuyendo a la perturbación de arrecifes coralinos así como a la disminución de su biodiversidad; 7) empeorando la calidad visual del paisaje; 8) afectando la actividad turística, y por ende, puede poner en riesgo, los empleos locales y derrama económica.

La empresa **Inmobiliaria Marítima Dolores, S.A. de C.V.** promueve el proyecto **“Mejoramiento de la Playa Hotel El Cid y Lote 1, Puerto Morelos”**, a establecerse en la Zona Federal Marítimo Terrestre, playa y área marina adyacente al Hotel Marina El Cid Spa & Beach Resort y Lote 1, El Cid, 77580 Municipio de Puerto Morelos, Quintana Roo, el cual consiste en la realización de obras y acciones para la recuperación de la playa del Hotel Marina El Cid Spa & Beach Resort, cuyo predio tiene un frente de playa de 570 m de largo, y el frente al Lote 1 (Casa de Visitas), con un frente de playa de 190 m, para recuperar su uso recreativo-turístico.

La arena a relocalizarse para la recuperación y mejoramiento de la playa, provendrá tanto de la zona de disposición de sedimento aprovechable ubicada frente al proyecto, como del sedimento que el hotel recupera tras las acciones de remoción de sargazo, como se describe más adelante.

Para el Hotel se dispone de 3 títulos de concesión de zona federal marítimo terrestre:

No. de Concesión	Titular	Uso Fiscal	Uso autorizado	Superficie m^2	Vencimiento
DGZF-108/09	Caribe Paradise, S.A. de C.V.	General	23 palapas para uso de los huéspedes del hotel	6,386.67	27-Feb-2024
DGZF-321/15	Inmobiliaria Marítima Dolores, S.A. de C.V.	General	14 palapas tipo sombrilla, 1 palapa rectangular (tumbona), 1 pérgola rectangular y 3 palapas cuadradas	2,423.30	29-Sep-2030
DGZF-315/15	Caribe Paraíso, S.A. de C.V.	General	Instalaciones complementarias al hotel	3,021.41	29-Sep-2030

Para el Lote 1 se dispone de 2 títulos de concesión de zona federal marítimo terrestre:

No. de Concesión	Titular	Uso Fiscal	Uso autorizado	Superficie m^2	Vencimiento
DGZF-327/15	Caribe Paraíso, S.A. de C.V.	General	Instalaciones complementarias al hotel, muro de contención, área de regadera, área jardinada y parte de una casa habitación, 6 palapas removibles tipo sombrilla	3,854.99	29-Sep-2030
DGZF-342/15	Inmobiliaria Marítima Dolores, S.A. de C.V.	General	Muro de contención, 4 palapas tipo sombrilla	523.03	29-Sep-2030

Debido a que actualmente existe en la zona un fuerte proceso erosivo se tiene la pérdida de casi toda la Zona Federal concesionada y con el objeto de recuperar el uso recreativo-turístico de las áreas en mención se pretende realizar las siguientes obras y acciones:

1. Disposición de arena y su relocalización para recuperar la playa del proyecto.
2. Habilitación de tarquina, para recibir la arena
3. Rehabilitación de la duna.
4. Colocación de estructuras para estabilizar la playa (atenuadores de oleaje)
5. Hincado de postes para colgar hamacas.
6. Reubicación de rocas sueltas que han arribado a la orilla por marejadas tras eventos tropicales, hacia oquedades de la escollera de la Marina El Cid y espigones.
7. Reparación de espigones existentes afectados por la incidencia de huracanes durante 2020-2021.
8. Apoyo a proyectos de arrecifes artificiales, para fomentar la diversidad de fauna y conservación de corales.
9. Establecer y Operar un Programa de Mantenimiento para conservar la calidad de la playa y del entorno marino que incluye:

   9.1. Barreras para contención y desvío de algas.

   9.2. Refuerzo de control de sargazo mediante cortinas de microburbujas.

   9.3. Inyección de agua de mar.

9.4. Regresar periódicamente a la playa la arena recogida junto con algas, previo acondicionamiento.

9.5. Disposición de arena y su relocalización en la playa para revertir alguna eventual situación de erosión, sobre todo después de eventos extraordinarios.

10. Obras para recuperación de playa frente al Lote 1.

La descripción de estas obras y acciones a realizar es la siguiente:

1. **Disposición de arena y su relocalización en la playa del proyecto. -** Para el mejoramiento de la playa se pretende disponer del sedimento depositado de una amplia zona que abarca inclusive el canal de navegación del muelle de la APIQROO (Figura II - 1).

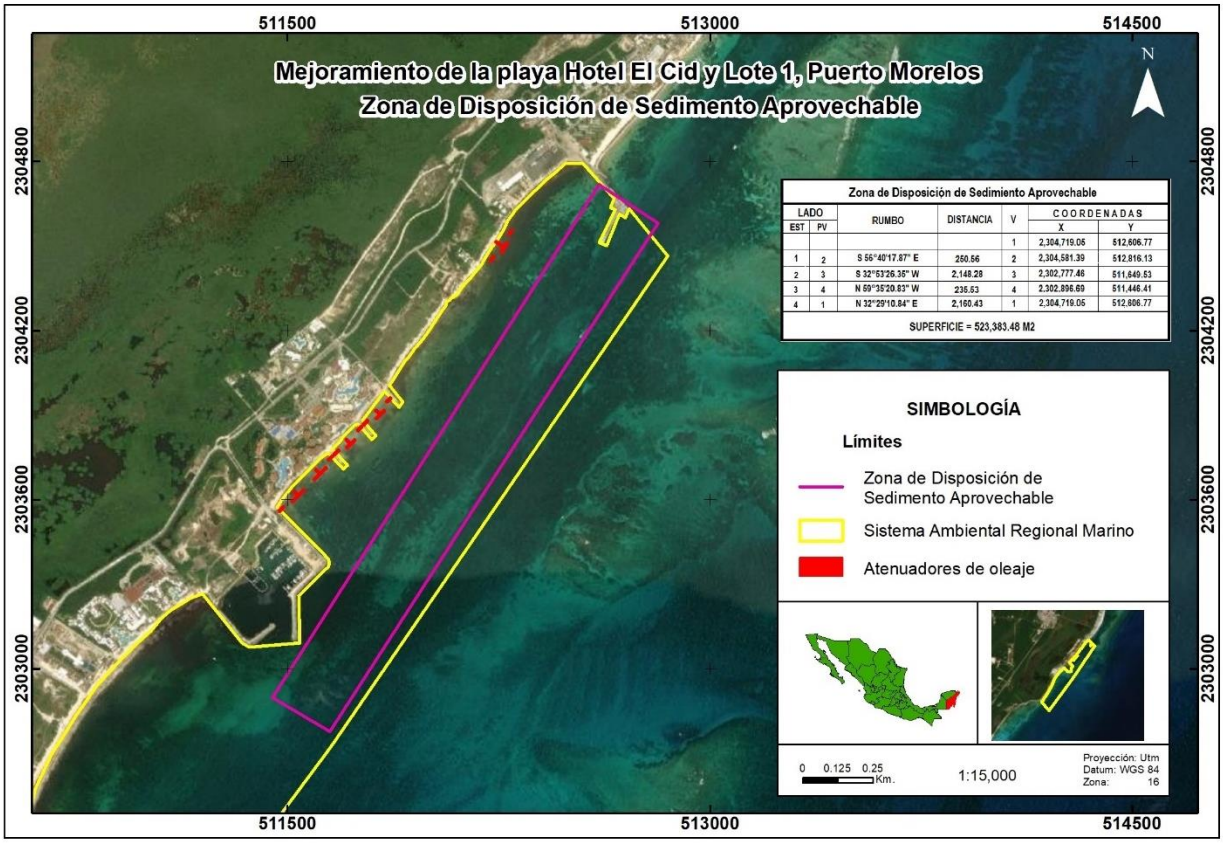


Figura II - 1. Polígono de la zona de disposición de sedimento aprovechable al frente del proyecto. Coordenadas extremas UTM de referencia (WGS 84 R16): X = 511700, Y = 2302800 y X = 512800, Y = 2304580

La arena será transportada hasta una tarquina, en una mezcla de agua y arena mediante bombas de succión (Figura II - 2), permaneciendo un tiempo en ella mientras se deseca y el agua de transporte se regresa al mar (Figura II - 3).

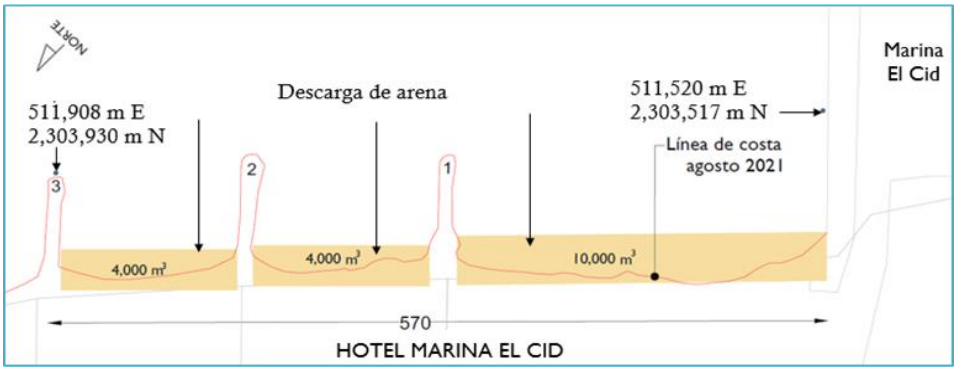


Figura II - 2. Áreas para relleno.



Figura II - 3. Ejemplo de tarquina donde se bombeará la arena.

Se pretende disponer de un volumen de 20,000 m^3 de sedimento, para las obras frente al hotel El Cid, que se aprovecharán de la siguiente manera: 18,000 m^3 para rellenar áreas erosionadas, incluyendo una zona contigua a la orilla de la costa en una capa de entre 20 y 40 cm de espesor fuera de la zona de la tarquina, a fin de recuperar las superficies de ZOFEMAT autorizadas en las concesiones y cubrir los espacios que lo requieran para mejorar la calidad general de la playa y el entorno marino próximo. Los otros 2,000 m^3 se usarán para el relleno de elementos de geotextil de la tarquina y núcleo de la duna, así como los atenuadores de oleaje conformados a base de tubos de geotextil, con lo que dispondrá de un volumen de arena que mejore las condiciones de la playa seca y área marina colindante.

La permanencia de la arena en la zona de interés se logra mediante el efecto estabilizador de los elementos atenuadores de oleaje contemplados para este proyecto.

Durante estas actividades siempre se aplicarán las medidas de mitigación, como la colocación de barreras anti-dispersión para el control de los finos en suspensión.

2. Tarquina. - Se habilitará una tarquina o depósito abierto en la zona de playa paralelo a la costa, para recibir y contener el material proveniente de la zona de disposición de sedimento aprovechable ubicada frente al proyecto.

Esta tarquina se conformará aprovechando los muros de las construcciones del hotel y un bordo del lado del mar mediante tubos de geotextil rellenos con arena, que proporcionarán una contención estable durante los trabajos, y a su vez, formarán parte del núcleo resistente para la rehabilitación de la duna con un perfil atenuante (Figura II - 4).

La superficie a ocupar por esta tarquina será de aproximadamente 17,600 m^2.



Figura II - 4. Corte de la playa con tarquina.

Adicionalmente, el hotel El Cid dispone de un volumen importante de material consistente en arena mezclada con residuos de materia orgánica, principalmente sargazo, producto de la limpieza de la playa, el cual se almacena en terrenos dentro de su propiedad (Figura II - 5).

Se pretende que este material se utilice inicialmente para el relleno de los tubos de geotextil que se utilicen en la conformación de la tarquina y, además, aprovechar esta arena previo tratamiento de cribado y separación de materia orgánica, regresándola en camiones a sitios convenientes en la playa. Este aprovechamiento de la arena disponible de la que se hace mención, continuará durante la vigencia del proyecto, tanto para el relleno de tubos de geotextil, como para mejoramiento de áreas de la playa que lo requieran.



Figura II - 5. Espacio donde el hotel almacena arena mezclada con restos de materia orgánica tras remoción de algas de la playa.

3. Rehabilitación de la duna. - Para formar el núcleo de la duna se agregarán al bordo principal, tubos de geotextil de menor tamaño, acomodados en un perfil atenuante para mejor resistencia a los embates del oleaje (Figura II - 6).

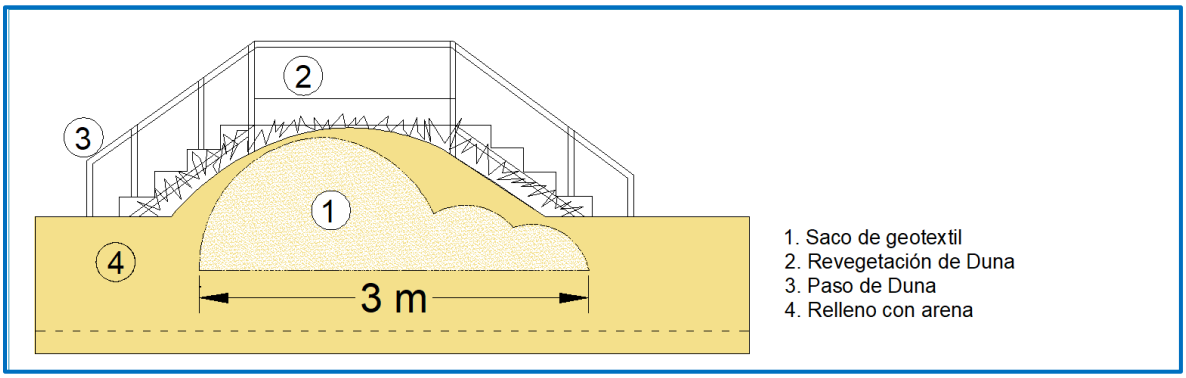


Figura II - 6. Núcleo resistente de la duna con tubos de geotextil rellenos con arena, acomodados en perfil atenuante.

3.1. Revegetación de duna. - Se implementará el programa de revegetación de duna con especies nativas de la región y se colocarán pasos encima en puntos donde se concentre mayor número de personas para que transiten hacia la playa y zona marina sin afectar las plantas (Figura II - 7).



Figura II - 7. Ejemplo de paso de duna

4. Colocación de estructuras para estabilizar la playa. - Se habilitarán atenuadores de oleaje o rompeolas paralelos a la costa, a ubicarse aproximadamente a 60 m de los muros del hotel, emergiendo del NMM como máximo 1 m.

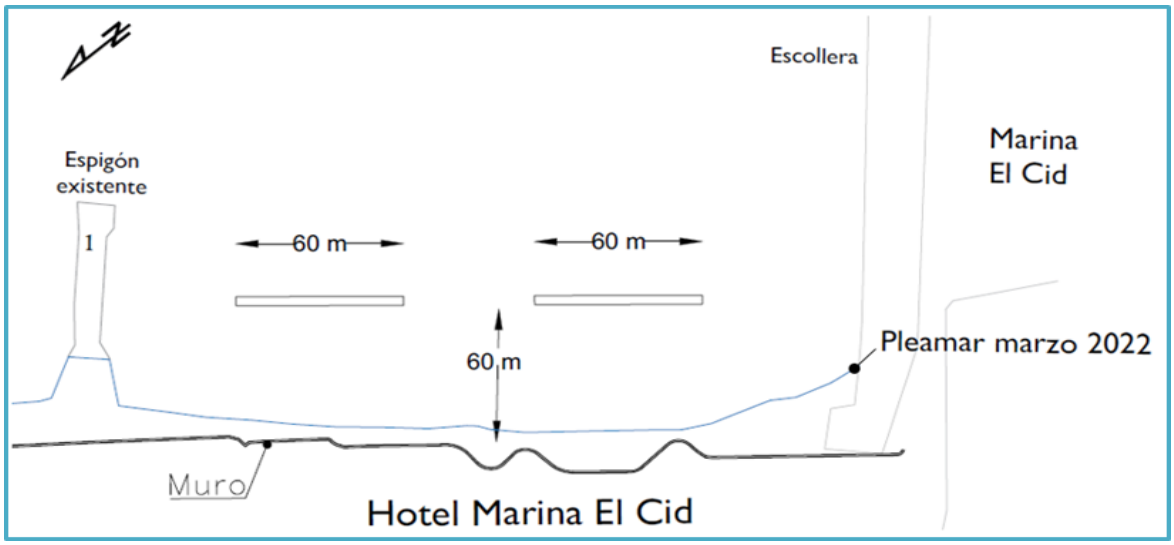
En la primera etapa del proyecto se contempla habilitarlos inicialmente con elementos de geotextil rellenos con arena, de los cuales algunos se colocarán sin protección para facilitar el avance de obra; a medida que se tenga avance se encajonarán en una estructura a base de postes de madera (Figura II - 8). Esta es una opción suave, fácilmente reversible y de bajo costo.



Figura II - 8. Ejemplo de Tubo de geotextil encajonado en estructura de madera.

Se instalarán 10 atenuadores de oleaje frente al Hotel El Cid. El arreglo y cantidad frente a cada celda se muestra en la siguiente tabla y en las imágenes de la Figura II - 9:

CANTIDAD	UBICACIÓN	LARGO
2	Al centro entre espigón 1 y escollera de la marina	60 m
1	Al centro entre espigón 1 y 2	40 m
1	Al centro entre espigón 2 y 3	40 m
6	Empotrados a los espigones y escollera	20 m



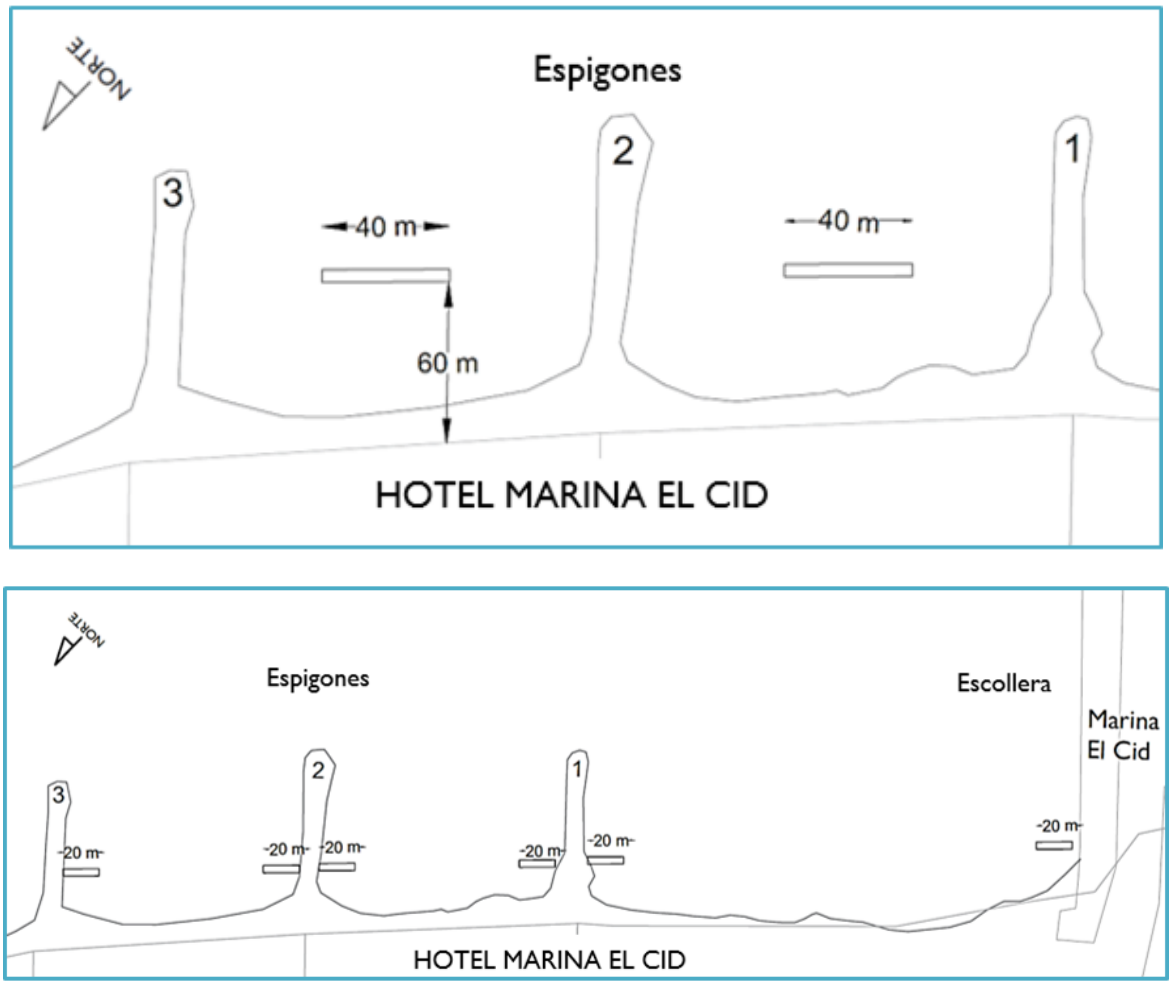


Figura II - 9. Ubicación y dimensiones de las estructuras para estabilizar la playa.

El resultado esperado tras la implementación de las acciones en mención se presenta en la Figura II - 10.

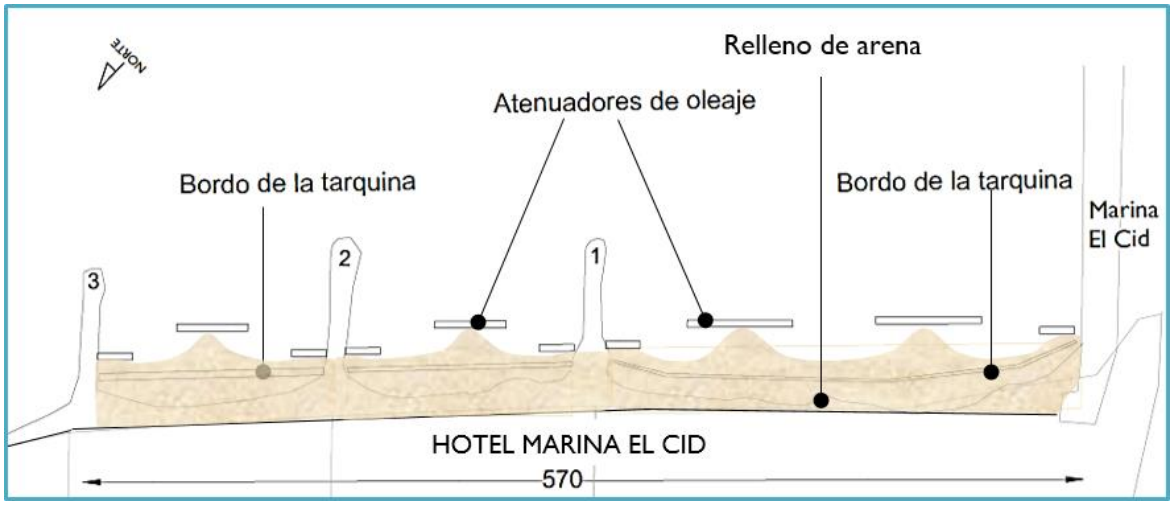


Figura II - 10. Resultado esperado del acomodo de arena después del vertimiento y funcionamiento de los atenuadores de oleaje.

4.1. Cubierta sobre atenuadores de oleajes y conexiones a la playa. - Para mejorar el aprovechamiento de los atenuadores de oleaje, se habilitarán cubiertas encima de ellos y también conexiones desde los atenuadores hacia la playa utilizando madera dura de la región. Con estas medidas se dispondrá de espacios como asoleaderos, para eventos, o como zona para contemplación (Figura II - 11).



Figura II - 11. Ejemplo de atenuador de oleaje con cubierta y conexión a playa.

4.2. Programa de sustitución de atenuadores de oleaje de tubos de geotextil por elementos de materiales duraderos. - Debido a la gran cantidad de rocas y pedacería de formaciones coralinas en el fondo marino, que se traslada a la orilla, los elementos de geotextil al roce con ellos sufren roturas fugándose la arena y con ello disminuyendo su efectividad, por lo que cuando se presente esta situación el promovente los reemplazará por elementos de materiales más duraderos, pero igualmente amigables con el medio ambiente y que se integren de manera armoniosa al paisaje existente, pudiendo utilizar roca, concreto, bolsacreto o fibra de vidrio (tipo Caissons).

5. Hincado de postes para colgar hamacas. - Se instalarán postes de madera dura de la región de 0.20 cm de diámetro, empotrados en el sustrato resistente de la playa para colocar hasta 50 hamacas (Figura II - 12).



Figura II - 12. Ejemplo de postes para colgar hamacas aprobados en proyecto similar.

6. **Programa de reubicación de rocas sueltas**. - Se pretende reubicar una cantidad importante de rocas, que a lo largo de los años han arribado a la zona cercana a la playa por efecto de su deriva constante por el fondo marino, moviéndose del mar hacia la orilla por el oleaje, sobre todo durante eventos extraordinarios. Las áreas por beneficiarse se presentan en la Figura II – 13.



Figura II - 13. Áreas para retiro y reubicación de rocas.

Las rocas retiradas de las áreas de actividades de nadadores se colocarán en las oquedades de los 3 espigones y de la escollera de la Marina El Cid, permaneciendo siempre cubiertas por el mar de tal manera que los organismos adheridos a ellas se mantengan en condiciones adecuadas.

7. **Reparación de espigones existentes. -** Tras las marejadas que se presentaron al paso de los huracanes Delta y Zeta en octubre del 2020, así como por el huracán Grace en agosto del 2021, los 3 espigones de roca existentes sufrieron daños severos, principalmente en el desacomodo de rocas de tamaño mediano y pequeño que se desplazaron y que actualmente se encuentran dispersas en las inmediaciones del área marina. Asimismo, los senderos de concreto, habilitados sobre cada espigón para acceder desde la orilla hasta su extremo, resultaron fracturados y desnivelados por el desacomodo de la base de rocas y pérdida de material. Esta situación impide el aprovechamiento adecuado de estos elementos y su estado actual implica riesgo para las personas que buscan acceder a ellos.

Los trabajos de reparación consistirán en recoger y reacomodar las rocas dispersas. Para mejorar el confinamiento de rocas pequeñas se aplicará mortero en los taludes de manera que

se estabilice y mejore la estética, así como la seguridad. Adicionalmente se colocará señalización con avisos prohibitivos y preventivos para alertar sobre posibles accidentes.

Los senderos de concreto serán renivelados y reparados con trabajos de albañilería.

También es necesario reparar las palapas habilitadas en los extremos de los espigones (Figura II - 14), reforzando algunos elementos estructurales de madera, reponer la techumbre de zacate y red de protección contra la acción del viento.



Figura II - 14. Palapa en la punta de espigón con techumbre de red tratada.

Para realizar estos trabajos se empleará una retroexcavadora pequeña y un camión de carga para acarreo de los materiales.

8. Apoyo a proyectos de arrecifes artificiales. - Para el fomento de la diversidad de fauna, la conservación de corales y educación ambiental, se establecerá este programa en una zona cercana a la playa del hotel considerada como área de nado seguro, hasta donde los huéspedes puedan acceder practicando esnórquel.

El promovente presentará un proyecto de apoyo a la conservación de arrecifes de coral, en el que definirá tipos de elementos, materiales de construcción, plan de manejo y apoyos, para lo cual se destinará un área de 7,000 m^2 para estas actividades, incluyendo la colocación de 2 estaciones de apoyo tipo plataformas flotantes de 10 x 5 m, fijadas al fondo mediante cadenas y anclas empotradas en el sustrato (Figura II - 15). El hotel pretende desarrollar este programa apoyándose en especialistas, asociaciones u organismos que fomenten estos proyectos, procurando aprovechar aquellos ya establecidos en la zona.



Figura II - 15. Zona para proyecto de arrecifes artificiales.

Dentro de los tipos de arrecifes artificiales que pretende incluir este programa, están los del tipo Reef Ball's o Layer Cake y escultórico de figuras antropomorfas, aprobados para proyectos similares como el Museo Subacuático (MUSA), que se fabrican con concreto especial. También se contempla la colocación de arrecifes C Cell, que fomentan el crecimiento de masa arrecifal mediante excitación electro voltaica (Figura II - 16).



Figura II - 16. Tipos de arrecifes artificiales (Reef Ball, antropomorfos y C Cell).

9. **Programa de mantenimiento** para conservar la calidad de la playa y del entorno marino, mediante las siguientes acciones:

9.1. Barreras para contención y desvío de sargazo

El hotel ya cuenta con una barrera flotante para el control de arribazones extraordinarios de sargazo, conformada con un sistema de flotación continuo, cortina de red y anclajes al fondo. Esta barrera funciona durante los meses críticos y es retirada cuando no hay presencia de algas o pastos marinos para darle mantenimiento.

9.2. Refuerzo de control de sargazo mediante cortina de microburbujas

Para reforzar el funcionamiento de la barrera de contención de sargazo, durante el arribo de grandes cantidades de algas, o bien en caso de que haya sido retirada para darle mantenimiento, se pretende instalar una barrera extra, tipo cortina de microburbujas, que funciona con una manguera especial tipo difusor colocada en el fondo, orientada en la misma dirección que la barrera de sargazo, que es alimentada con aire a presión libre de aceite, proveniente de un compresor instalado en la playa. Las microburbujas desvían las algas y pequeños cuerpos flotantes como plásticos o desechos, pero permiten el paso de organismos, personas o embarcaciones y resultan muy eficientes y amigables con el medio ambiente (Figura II - 17).

Esta segunda barrera o cortina apoyará para mantener la calidad de la masa de agua del entorno, al impedir la llegada de material orgánico que pueda descomponerse en el entorno cercano de la playa como sucede actualmente, al mismo tiempo que aporta oxígeno complementario (Figura II - 18).

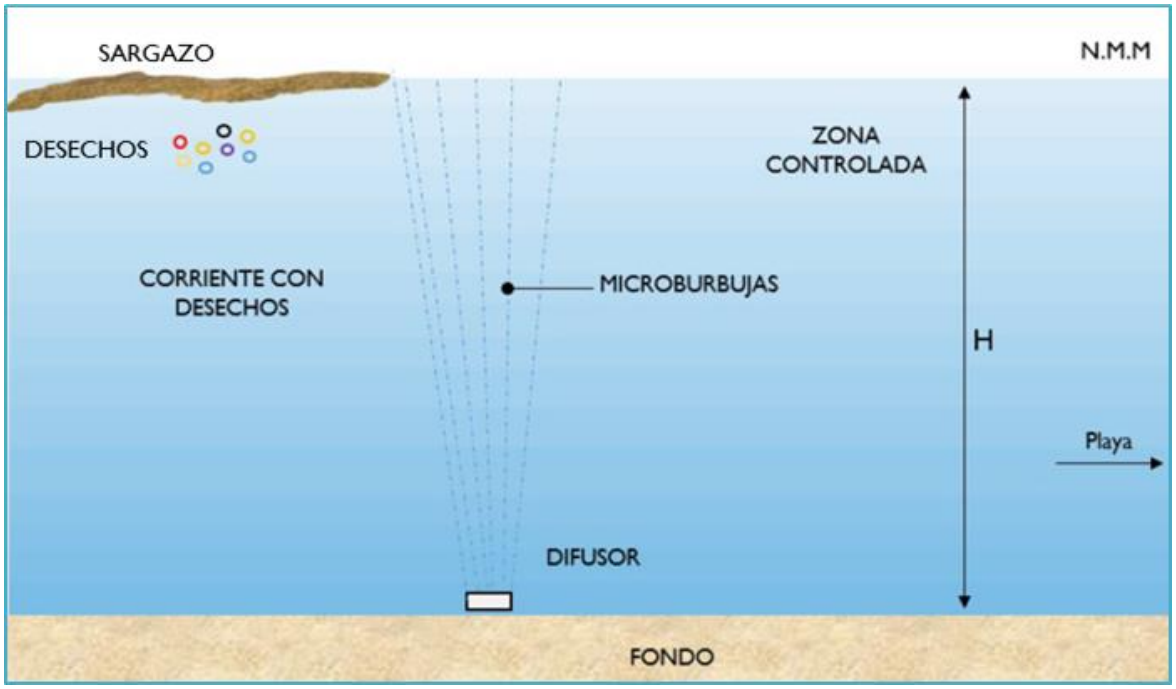


Figura II - 17. Cortina de microburbujas.

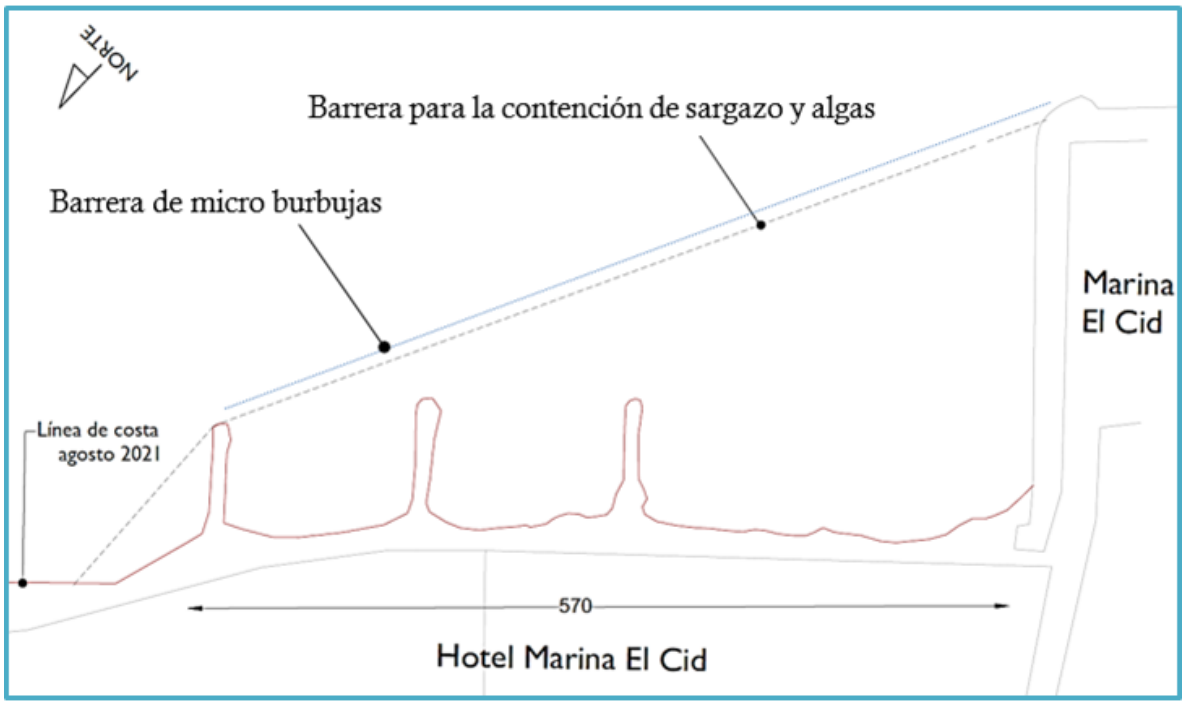


Figura II - 18. Trazo de barrera para contención de sargazo y algas con refuerzo de cortina de microburbujas.

9.3. Inyección de agua de mar limpia

Debido a la afectación de la calidad del agua del entorno marino cuando se presentan arribazones extraordinarios de sargazo y se rebasa la capacidad de las barreras para contenerlo, las algas permanecen largo tiempo descomponiéndose y originando anoxia en el medio marino. Como resultado el agua cambia de color, emite malos olores y las condiciones adversas para la sobrevivencia de la totalidad de los organismos ocasionando la muerte de todos ellos (Figura II - 19).



Figura II - 19. El color pardo de la zona marina muestra la mala calidad del agua por acumulación de sargazo en descomposición.

Para revertir este problema que se presenta durante la temporada de sargazo, de febrero a julio cada año, se pretende instalar un sistema de inyección de agua limpia a tomarse frente al hotel a una distancia de aproximadamente 150 metros donde se

garantice la calidad de la misma (Figura II - 20). Incluye una bomba tipo axial, eléctrica sumergible con motor de 20 HP, instalada en el fondo que proporciona gran caudal sin afectar el medio (Figura II - 21). En su succión lleva una rejilla para evitar la entrada de organismos y otros cuerpos no deseados. La descarga de la bomba se conecta con un ducto de 30 cm de diámetro lastrado al fondo. Un cable submarino de uso rudo alimenta de electricidad a la bomba desde una instalación apropiada en la playa, el cual incluye línea de tierra para prevención de accidentes.



Figura II - 20. Inyección de agua de mar para el mejoramiento de la calidad del agua en la orilla de la playa en situaciones de gran penetración de algas, sargazo etc.

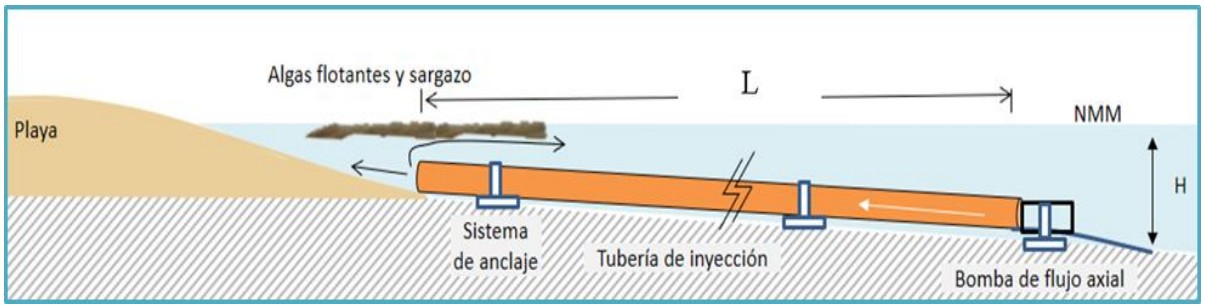


Figura II - 21. Sistema de inyección de agua de mar mediante bomba sumergible.

Este sistema es de fácil instalación y retiro. Se habilita al principio de la temporada de sargazo y se retira al final. No afecta la navegación local ni modifica las corrientes por su bajo perfil.

9.4. Regresar periódicamente a la playa la arena que se recoge junto con algas previo acondicionamiento

Cuando el sargazo y pastos marinos arriban en grandes cantidades a la costa, durante su remoción se recoge también una gran cantidad de arena de la playa. Esta arena mezclada con materia orgánica se almacena en un terreno propiedad del promovente, acumulándose como resultado de estos trabajos de limpieza. El sedimento se reintegrará a la playa tras su cribado y lavado para separarlo de la materia orgánica.

9.5. Disposición de arena de los sitios autorizados y su vertimiento en la playa para revertir la erosión, sobre todo después de eventos extraordinarios

Se aplicará el procedimiento descrito para el bombeo, que se mantendrá durante toda la vida útil del proyecto, cuando sea necesario reponer la arena que se pierda por erosión natural y, sobre todo después de eventos tropicales en los que se presenten marejadas extraordinarias.

10. Obras para recuperación de la playa frente al Lote 1 (casa de visitas). - Para recuperar la playa frente a este predio, se procederá en forma similar a la propuesta para el frente de playa del hotel Marina El Cid (Figura II - 22):

1. Se habilitará a 20 m del muro de la propiedad, una tarquina conformada por un bordo de tubos de geotextil rellenos con arena de aproximadamente 0.8 m de alto por 190 m de largo, para recibir la arena proveniente de la zona de disposición de sedimento aprovechable.

2. Se verterá en esta tarquina el material granular siguiendo un proceso similar al descrito para el hotel, con lo que se dispondrá de una superficie de 3,800 m^2 cubierta con aproximadamente 3,000 m^3 de arena.

3. Se colocarán elementos atenuadores de oleaje paralelos a la línea de costa: 2 de 20 m de largo por 3.5 m de ancho y uno de 40 m de largo por 3.5 m de ancho utilizando tubos de geotextil rellenos con arena que sobresalen hasta 0.90 msnm y encajonados en una estructura de madera a base de pilotes de madera y vigas, para el llenado de estos elementos se usa un volumen de aproximadamente 300 m^3 de arena.

4. Se colocará una cubierta de madera y conexión a la playa de 35 m de largo por 2.5 m de ancho al elemento central.

5. Se realizará vertimiento adicional de arena entre el bordo de la tarquina y los elementos atenuadores de oleaje para estabilizar esta sección de la playa y mejorar el acceso a la zona marina cercana.

6. Se colocarán postes de madera para colgar hasta 20 hamacas.

Durante la ejecución de estos trabajos y acciones se observarán las medidas de mitigación generales del proyecto, principalmente la colocación de mayas anti-dispersión para el control de los finos en suspensión, manejo de residuos, reubicación de fauna marina de lento desplazamiento y monitoreo de la zona previo al inicio de los trabajos.

Una vez realizados estos trabajos la arena depositada se acomodará por efecto de los atenuadores de oleaje como se muestra en la figura siguiente en el cual se puede observar el estado de la playa.

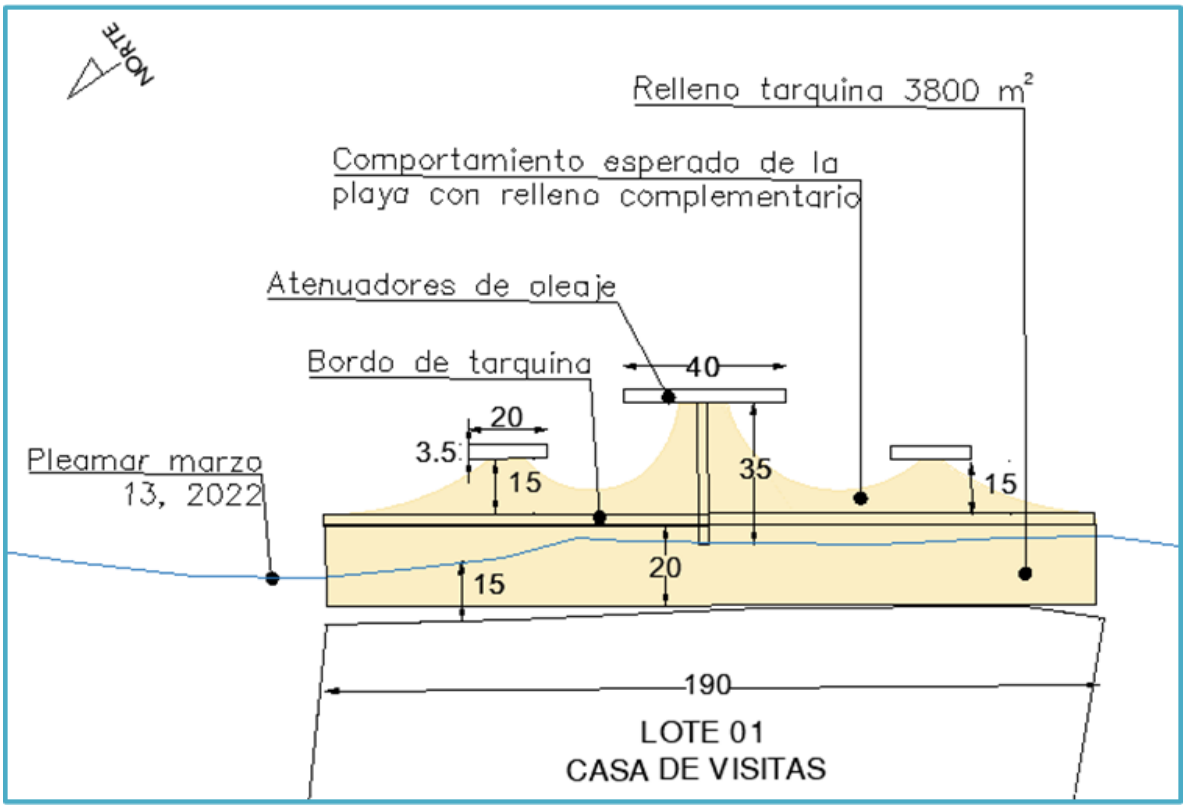


Figura II - 22. Resultado esperado del acomodo de arena después del vertimiento y funcionamiento de las estructuras para estabilizar la playa frente al Lote 1 (Casa de Visitas).

II.1.1 Naturaleza del proyecto, plan o programa

El turismo es la actividad más importante del Estado de Quintana Roo, representa una aportación al PIB estatal de aproximadamente 21% y se sustenta en los recursos naturales y el atractivo que representan, siendo los elementos emblemáticos de este destino turístico, el mar color azul turquesa y las playas de arena blanca.

La zona cuenta con un alto desarrollo turístico y urbano que incluye un grado de impacto antropogénico, derivado de los servicios que se prestan a los usuarios, además de un impacto natural por la erosión.

La pérdida de cantidades considerables de arena deja expuesto el lecho rocoso, esto representa un gran inconveniente tanto para la calidad del ambiente por la pérdida de hábitat, como para el desarrollo turístico ya que la playa resulta menos atractiva y segura que una playa arenosa. La presencia de formaciones rocosas en el lecho marino y en la orilla del mar con formaciones agudas o cortantes lastiman al usuario y limita el aprovechamiento de la zona.

Con el proyecto "Mejoramiento de la Playa Hotel El Cid y Lote 1, Puerto Morelos", se pretende realizar obras de mejoramiento de playa en una porción aproximadamente de 760 m de largo, con lo que se espera revertir el proceso erosivo actual, lograr la recuperación de la playa, mantener los servicios que se derivan de este ambiente, contribuir en la conservación de

especies nativas y mejorar el uso recreativo-turístico, cuyo papel es de vital importancia para la economía de la región.

La flora y fauna terrestre en la zona de desarrollo no se verá impactada de manera importante, dado que la playa posee una vegetación limitada a algunas palmeras y el área marina de donde se extraerá la arena se encuentra libre de pastos marinos.

No se llevarán a cabo obras y actividades de este proyecto al interior de la poligonal que conforma al Área Natural Protegida del Parque Nacional Arrecife de Puerto Morelos.

El proyecto obedece a una imperiosa necesidad turístico-ambiental de acondicionar las playas en la Riviera Maya para que sean de alta calidad.

El proyecto no contraviene ningún ordenamiento o disposición jurídica vigente y aplicable al sitio.

La flora y fauna marina en la zona de desarrollo no se verá impactada de manera significativa, ya que el proyecto incluye la implementación de medidas de mitigación que minimizarán los impactos. Es de hacer mención que en el área del proyecto existe una presencia limitada de organismos de interés.

En el área del proyecto no se presentan cuerpos de agua, tales como cenotes y humedales, siendo la única masa de agua la porción marina en la franja litoral del Mar Caribe.

El entorno paisajístico es privilegiado y no se verá afectado por las actividades del proyecto.

Existe la infraestructura necesaria para el adecuado funcionamiento del proyecto como son: servicios de comunicaciones, agua potable y red eléctrica.

Existen vías de acceso al sitio donde se pretende construir el proyecto dado que es una importante zona turística

El proyecto en su mayor parte se encuentra ubicado en la ZOFEMAT, playa y zona marina, al desarrollarse la mayor parte de las obras en la parte marina le aplica el Programa de Ordenamiento Ecológico Marino de la Región del Golfo de México y Mar Caribe que incluye a la zona dentro de las UGA's #138 catalogada como Terrestre y la #178 correspondiente a Zona Marina de Competencia Federal. Una pequeña porción de las obras se encuentra en el área urbana de Puerto Morelos, por lo cual le es aplicable el Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Benito Juárez que de acuerdo con la zona corresponde a la Unidad de Gestión Ambiental (UGA) 28 Centro de Población de Puerto Morelos con un uso de suelo turístico con densidad media. El Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial Cancún-Tulum ubica a las obras dentro de la UGA MARINA M2.

El proyecto es compatible con las actividades que se realizan en las colindancias.

El objetivo primordial del presente proyecto es ofrecer una solución que permita mejorar las condiciones de la franja costera, así como mitigar las modificaciones a futuro del perfil de costa, respetando los lineamientos en los instrumentos normativos en materia ambiental

aplicables en el sitio, así como consideraciones para disminuir la vulnerabilidad y adaptación ante los efectos adversos del cambio climático.

Como se puede apreciar en la sección II.1 el proyecto es un conjunto de obras y/o actividades que van desde la disposición de arena y su relocalización para recuperar la playa, habilitación de tarquina, rehabilitación de duna, colocación de estructuras para estabilizar la playa, hincado de postes para colgar hamacas, reubicación de rocas sueltas, reparación de espigones existentes afectados por la incidencia de huracanes, proyecto de apoyo para construcción de arrecifes artificiales y mantenimiento para conservar la calidad de la playa y del entorno marino.

El presente proyecto queda sujeto a lo dispuesto en el artículo 28, fracción IX de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA), y artículo 5º, inciso Q del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental (REIA), el cual prevé que *"Quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales en materia de impacto ambiental: …la construcción y operación de hoteles, casa habitación, villas, desarrollos habitacionales y urbanos, restaurantes, instalaciones de comercio y servicios en general, marinas, muelles, rompeolas, campos de golf, infraestructura turística o urbana, vías generales de comunicación, obras de restitución o recuperación de playas, o arrecifes artificiales, que afecte ecosistemas costeros*".

Se considera que el proyecto entra en dichos supuestos, motivo por el cual se somete a evaluación de la Secretaría para obtener la autorización en materia de impacto ambiental a través de la presente manifestación de impacto ambiental en su modalidad regional, conforme a lo establecido en la fracción III del artículo 11 del REIA.

II.1.2. Justificación.

La erosión de las playas es la problemática más importante que enfrentan las costas de la Riviera Maya, ya que la inestabilidad en la línea de costa conlleva a la pérdida de la franja arenosa, lo que minimiza su aprovechamiento, el avance de la línea costera, la pérdida de ecosistemas y cambios en la batimetría y morfología costera.

Normalmente los visitantes de los hoteles de la zona realizan actividades turísticas, náuticas y recreativas, aunque actualmente debido a la pérdida de playa y por el riesgo de accidentes derivados de la exposición de afloramientos rocosos con orillas punzocortantes, las actividades son limitadas.

El proyecto obedece a la necesidad turístico-ambiental de acondicionar las playas en la Riviera Maya para que recuperen su alta calidad.

El tramo de costa del complejo hotelero El Cid y del Lote 1 acusa una erosión crónica por estar encajonado entre dos estructuras monumentales perpendiculares a la costa, que impiden el transporte litoral (Figura II - 23):

1. Muelle fiscal delimitado y determinado por medio del ACUERDO publicado en el Diario Oficial de la Federación el 21 de noviembre de 1994 previo a la creación del Parque Marino.

2. Marina El Cid aprobada mediante el oficio número D.O.O./DGOEIA.-005955 de fecha 15 de septiembre de 1999 cuya base estructural inició su construcción por terceros, previo a la publicación de la LGEEPA.

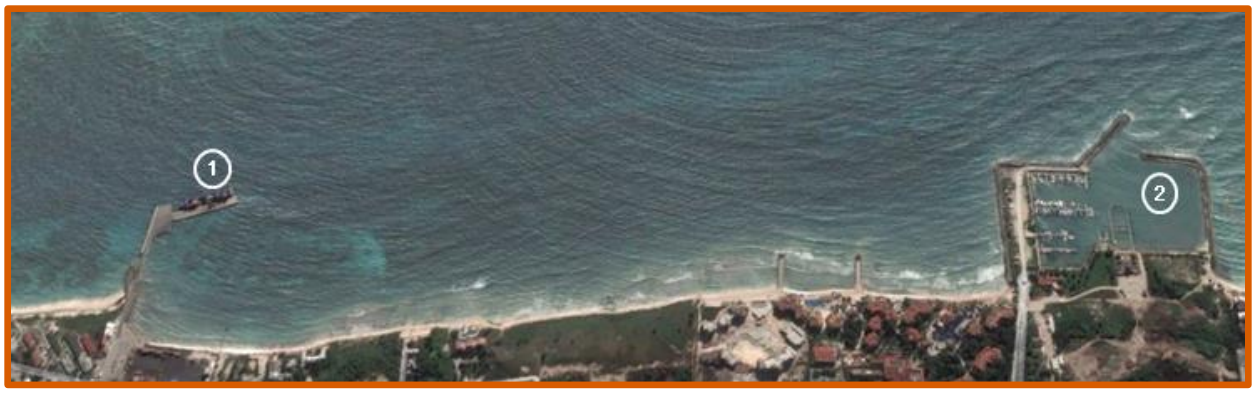


Figura II - 23. Ubicación de la propiedad con respecto a muelles vecinos.

Debido a que actualmente existe en la zona un proceso erosivo, se pretende realizar acciones y obras para mejorar la playa del Hotel Marina El Cid Spa & Beach Resort, con un frente de 570 m de largo.

La Figura II - 24 muestra el estado actual de la playa, observándose la pérdida de casi toda la Zona Federal Marítimo Terrestre concesionada.



Figura II - 24. Pérdida de la Zona Federal concesionada por erosión frente al hotel Marina El Cid.

Los trabajos incluyen también la recuperación de la playa frente al Lote 1 (Casa de Visitas) con un frente de 190 m, donde se ha perdido la Zona Federal Marítimo Terrestre de las concesiones (Figura II - 25).



Figura II - 25. Pérdida de la Zona Federal concesionada por erosión frente al Lote 1 (Casa de Visitas).

Con las obras y acciones a realizar se pretende recuperar la calidad ambiental y el uso recreativo-turístico de las áreas en mención, asimismo para conservar la calidad de la playa y del entorno marino, en una zona turística de privilegiada posición debido a que cuenta con condiciones ideales para el desarrollo de actividades recreativas.

Aunado a lo anterior, el proyecto no contraviene ningún ordenamiento o disposición jurídica vigente y aplicable al sitio.

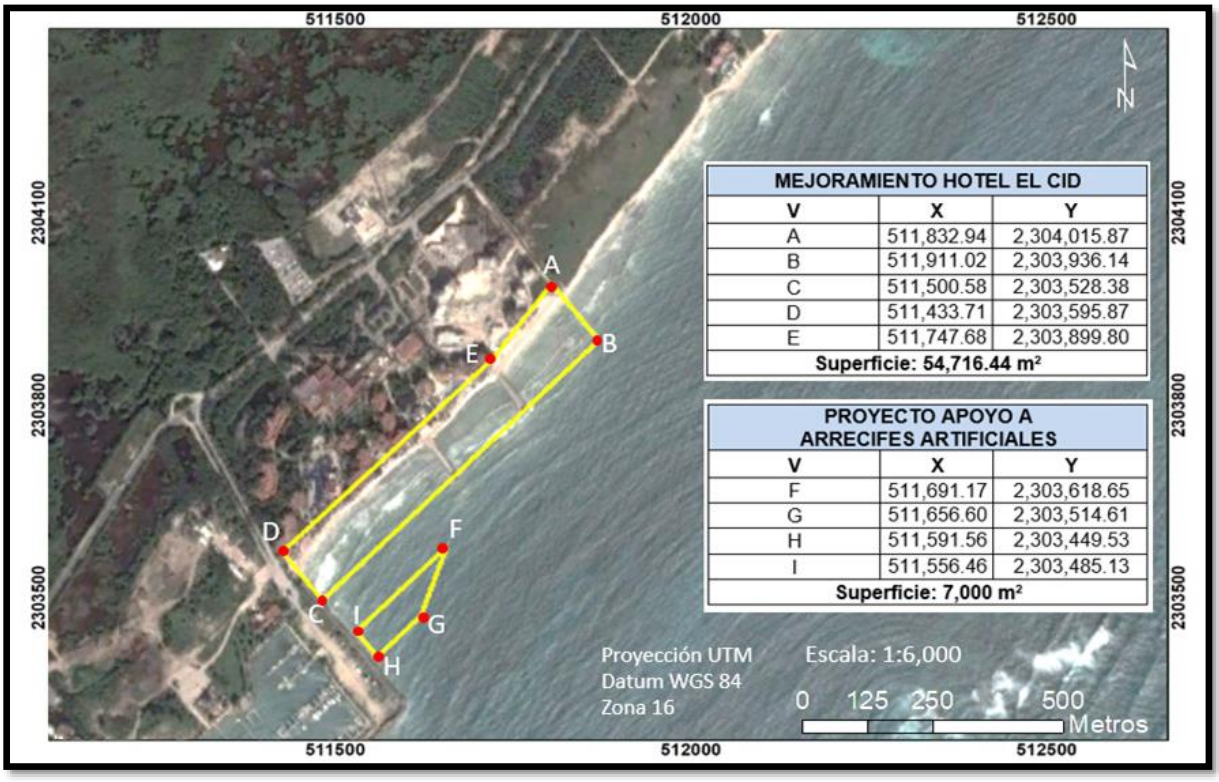
El área en la que se encuentra el proyecto es colindante con la zona urbana y cuenta con todos los servicios de electricidad, agua potable y calles pavimentadas; existen muelles e infraestructura náutica. Las playas son utilizadas para la realización de actividades de orden turístico asociadas a la ciudad de Cancún y la Riviera Maya. La zona del proyecto se ubica sobre el espacio urbano de Puerto Morelos que cuenta una amplia red telefónica, en fibra óptica; telégrafos y correos que cubren los requerimientos demandados para el desarrollo de la zona.

II.1.3. Ubicación física y dimensiones del proyecto

El proyecto se localiza en zona federal marítimo terrestre, playa y área marina adyacente al Hotel Marina El Cid Spa & Beach Resort y Lote 1, El Cid, municipio de Puerto Morelos, estado de Quintana Roo y se cuenta con las concesiones DGZF-108/09, DGZF-321/15, DGZF-315/15, DGZF-342/15 y DGZF-327/15.

Las superficies en que se desarrollará el proyecto son de 54,716.44 m^2 para el mejoramiento de la zona correspondiente al hotel más una superficie adicional de 7,000.00 m^2 para apoyar proyectos de arrecifes artificiales (Figura II - 26) y de 10,775.20 m^2 para el mejoramiento de la zona correspondiente al Lote 1 (Figura II - 27), haciendo un total de 72,491.64 m^2.

En los Anexos 1 y 6 se presentan los planos en donde se aprecia el área en donde se desarrollará el proyecto y la distribución de las obras.



MEJORAMIENTO HOTEL EL CID		
V	X	Y
A	511,832.94	2,304,015.87
B	511,911.02	2,303,936.14
C	511,500.58	2,303,528.38
D	511,433.71	2,303,595.87
E	511,747.68	2,303,899.80
Superficie: 54,716.44 m²		

PROYECTO APOYO A ARRECIFES ARTIFICIALES		
V	X	Y
F	511,691.17	2,303,618.65
G	511,656.60	2,303,514.61
H	511,591.56	2,303,449.53
I	511,556.46	2,303,485.13
Superficie: 7,000 m²		

Figura II - 26. Obras frente al hotel El Cid

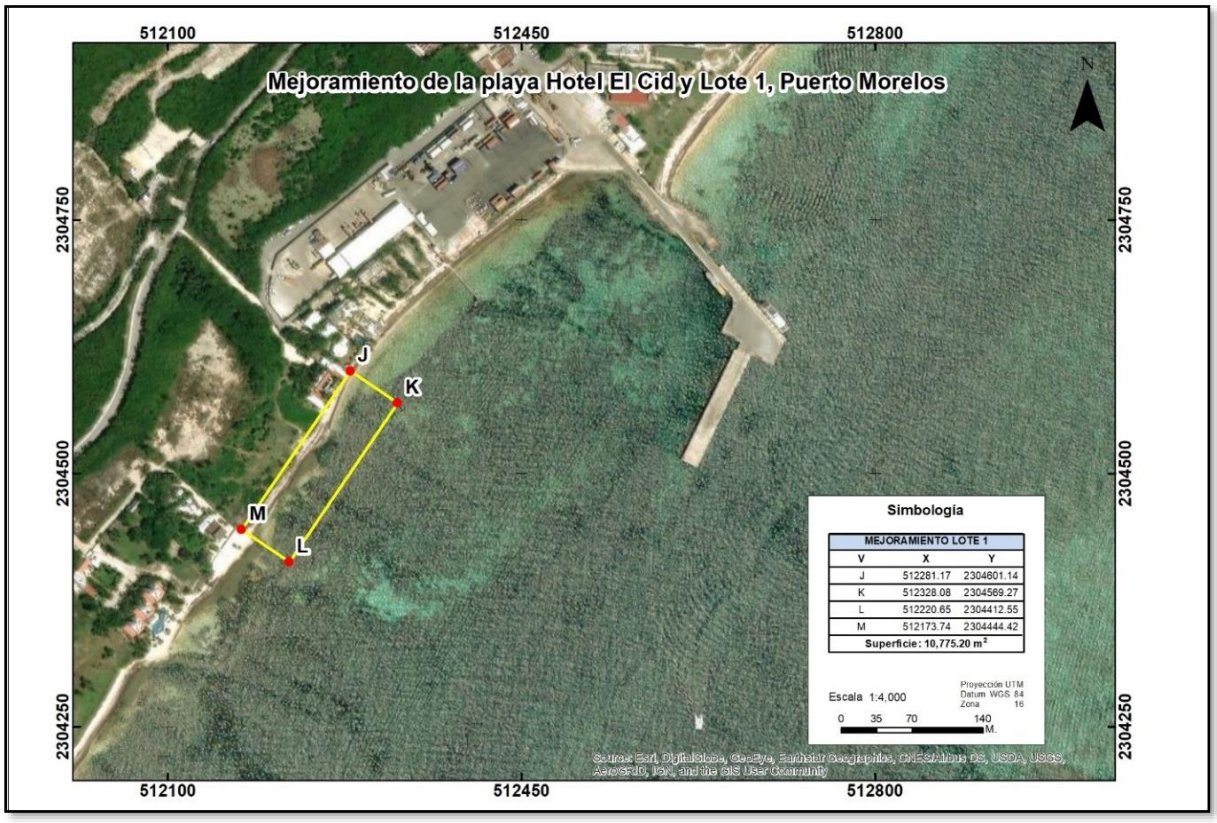


Figura II - 27. Obras frente al Lote 1 (casa de Visitas).

Los vértices y coordenadas en UTM (DATUM WGS 84 Z16 N) de los polígonos generales en las que se realizarán las obras y acciones del proyecto, son las que se muestran a continuación:

Tabla II - 1. Cuadros de construcción de áreas generales del proyecto

MEJORAMIENTO HOTEL EL CID		
V	**X**	**Y**
A	511,832.94	2,304,015.87
B	511,911.02	2,303,936.14
C	511,500.58	2,303,528.38
D	511,433.71	2,303,595.87
E	511,747.68	2,303,899.80
Superficie: 54,716.44 m²		

MEJORAMIENTO LOTE 1		
V	**X**	**Y**
J	512281.17	2304601.14
K	512328.08	2304569.27
L	512220.65	2304412.55
M	512173.74	2304444.42
Superficie: 10,775.20 m²		

PROYECTO APOYO A ARRECIFES ARTIFICIALES		
V	**X**	**Y**
F	511,691.17	2,303,618.65
G	511,656.60	2,303,514.61
H	511,591.56	2,303,449.53
I	511,556.46	2,303,485.13
Superficie: 7,000 m²		

Por otro lado, como ya se ha mencionado, en la zona marina se efectuará colocación de 13 atenuadores de oleaje, correspondiendo 10 de ellos al área frente al Hotel El Cid y los 3 restantes al área frente al Lote 1 (Casa de Visitas). Los vértices y coordenadas en UTM (DATUM WGS 84 Z16 N) de los polígonos correspondientes a cada atenuador de oleaje se muestran a continuación:

Tabla II - 2. Cuadros de construcción de atenuadores de olas frente al Hotel El Cid

ATENUADOR DE OLEAJE 1		
V	**X**	**Y**
1	511864.863	2303962.996
2	511867.315	2303960.499
3	511853.044	2303946.486
4	511850.592	2303948.984
Superficie: 70 m²		

ATENUADOR DE OLEAJE 2		
V	**X**	**Y**
1	511814.491	2303918.846
2	511828.554	2303904.625
3	511841.974	2303917.720
4	511844.420	2303915.216
5	511815.802	2303887.268
6	511813.357	2303889.772
7	511826.777	2303902.867
8	511812.714	2303917.088
Superficie: 190 m^2		
ATENUADOR DE OLEAJE 3		
V	**X**	**Y**
1	511783.063	2303882.525
2	511785.515	2303880.027
3	511771.244	2303866.015
4	511768.792	2303868.513
Superficie: 70 m^2		
ATENUADOR DE OLEAJE 4		
V	**X**	**Y**
1	511762.097	2303861.356
2	511764.549	2303858.858
3	511750.278	2303844.846
4	511747.826	2303847.344
Superficie: 70 m^2		
ATENUADOR DE OLEAJE 5		
V	**X**	**Y**
1	511709.942	2303815.305
2	511724.005	2303801.084
3	511737.446	2303814.157
4	511740.225	2303811.280
5	511711.565	2303783.376
6	511708.787	2303786.253
7	511722.228	2303799.326
8	511708.164	2303813.547
Superficie: 210 m^2		
ATENUADOR DE OLEAJE 6		
V	**X**	**Y**
1	511680.044	2303777.820
2	511682.496	2303775.323
3	511668.225	2303761.311
4	511665.773	2303763.808
Superficie: 70 m^2		

ATENUADOR DE OLEAJE 7		
V	**X**	**Y**
1	511658.795	2303757.300
2	511661.247	2303754.802
3	511646.976	2303740.790
4	511644.524	2303743.288
Superficie: 70 m²		
ATENUADOR DE OLEAJE 8		
V	**X**	**Y**
1	511600.981	2303708.604
2	511615.044	2303694.383
3	511635.473	2303714.613
4	511637.935	2303712.126
5	511595.300	2303669.909
6	511592.837	2303672.396
7	511613.266	2303692.625
8	511599.203	2303706.846
Superficie: 260 m²		
ATENUADOR DE OLEAJE 9		
V	**X**	**Y**
1	511523.391	2303631.145
2	511537.454	2303616.924
3	511557.883	2303637.154
4	511560.345	2303634.667
5	511517.710	2303592.450
6	511515.248	2303594.937
7	511535.676	2303615.167
8	511521.613	2303629.387
Superficie: 260 m²		
ATENUADOR DE OLEAJE 10		
V	**X**	**Y**
1	511483.654	2303575.833
2	511486.106	2303573.335
3	511471.835	2303559.323
4	511469.383	2303561.821
Superficie: 70 m²		

Tabla II - 3. Cuadros de construcción de atenuadores de olas frente al Lote 1

ATENUADOR DE OLEAJE 11		
V	**X**	**Y**
1	512290.21	2304551.19
2	512293.11	2304549.24
3	512281.93	2304532.65
4	512279.03	2304534.61
Superficie: 70 m²		

ATENUADOR DE OLEAJE 12		
V	**X**	**Y**
1	512280.168	2304512.348
2	512283.052	2304510.366
3	512260.395	2304477.402
4	512257.510	2304479.384
5	512268.135	2304494.833
6	512239.203	2304514.528
7	512240.610	2304516.595
8	512269.542	2304496.900
Superficie: 227.50 m^2		
ATENUADOR DE OLEAJE 13		
V	**X**	**Y**
1	512230.919	2304465.548
2	512233.820	2304463.591
3	512222.525	2304447.085
4	512219.624	2304449.043
Superficie: 70 m^2		

La ubicación de los atenuadores de oleaje se presenta en las siguientes figuras:

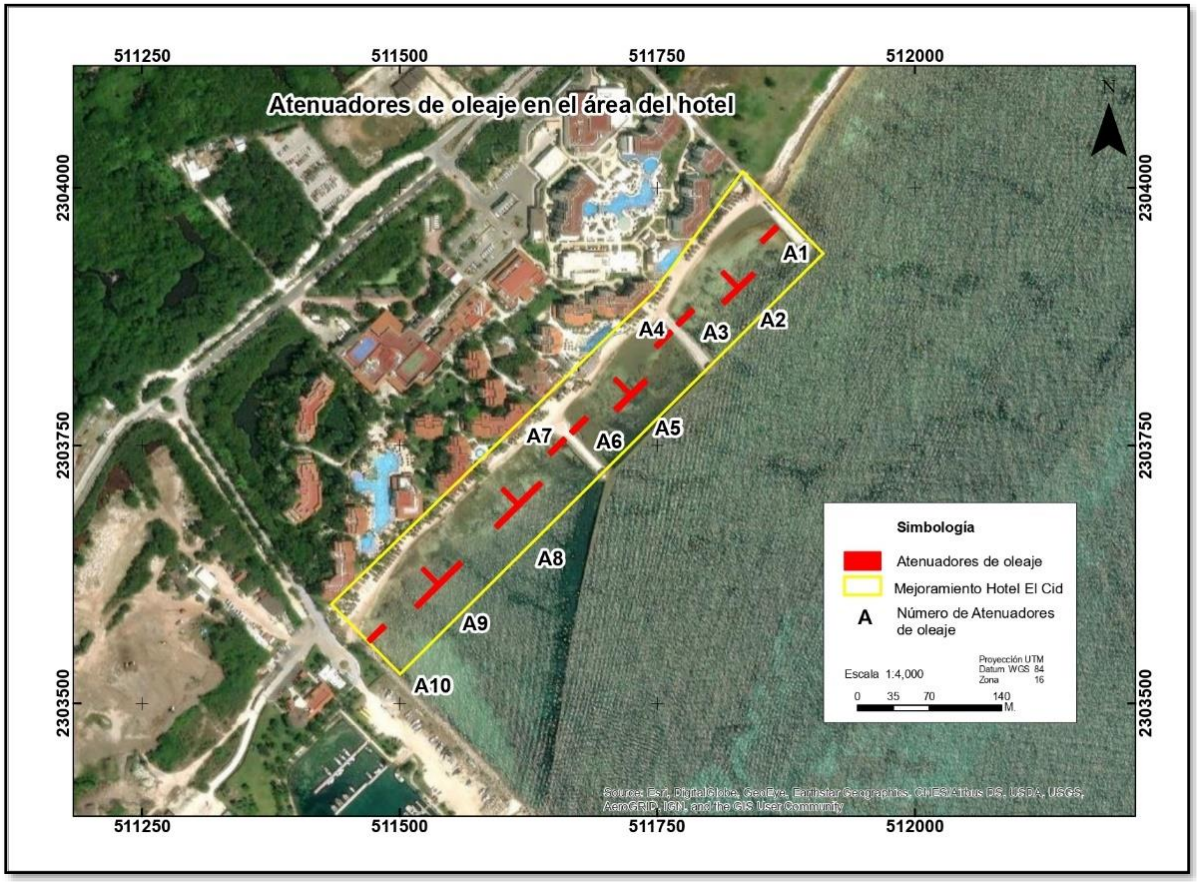


Figura II - 28. Atenuadores de oleaje en área de hotel

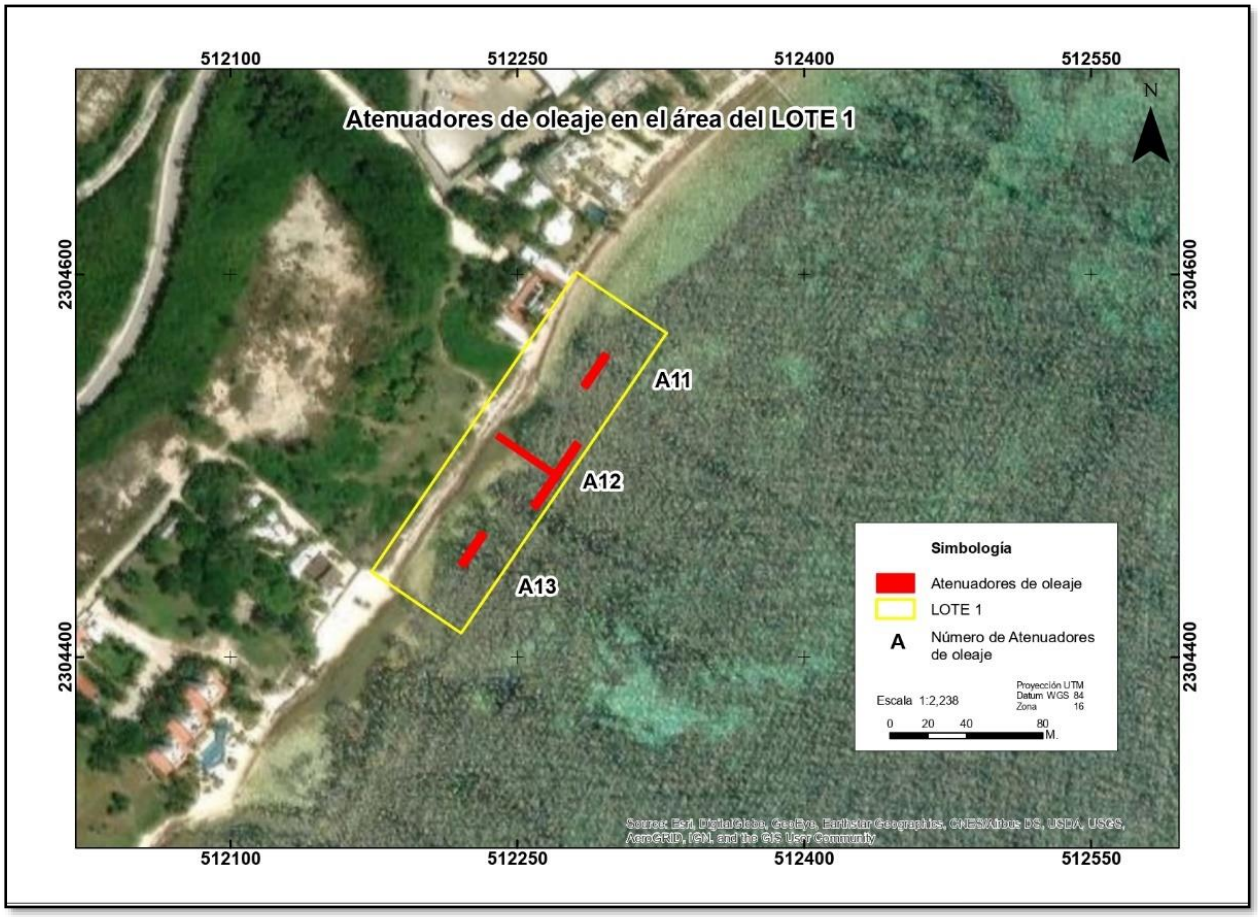


Figura II - 29. Atenuadores de oleaje en área de Lote 1

II.1.4. Inversión requerida

Se tiene contemplada una inversión de 14 millones de pesos para su desarrollo.

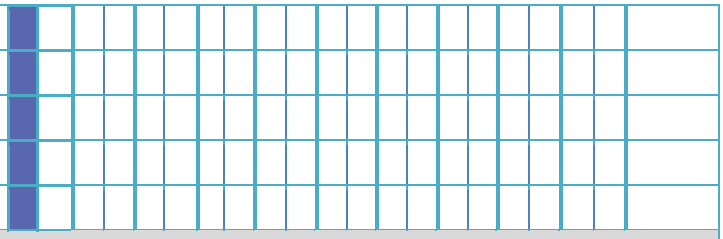
II.2. Características particulares del proyecto, plan o programa

II.2.1. Programa de trabajo

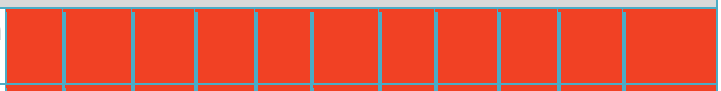
Se estima un periodo de ejecución de **5 AÑOS** para las actividades de preparación del sitio y construcción, mientras que la operación del proyecto está prevista para un periodo de **45 AÑOS**.

Tabla II - 4. Programa general de trabajo.

Descripción del concepto	Tiempo requerido en semestres (5 años)										Años
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	6 a 50
PREPARACIÓN DEL SITIO											
Recepción de permisos previos, presentación de avisos, generación de programas e inicio de cumplimiento de condicionantes											
Movilización											

Acondicionamiento del área de trabajo en la playa	
Bodega provisional	
Colocación de contenedores temporales	
Servicios sanitarios	
Elementos de geotextil de apoyo	
CONSTRUCCIÓN	
1. Disposición de arena de áreas autorizadas y su relocalización en la playa/ Aprovechamiento de arena disponible almacenada	
Colocación de señalización	
Lastreado de tuberías de conducción	
Colocación de mallas antidispersión	
Succión de arena	
Conducción de arena	
Vertimiento de arena en tarquina	
2. Habilitación de tarquina	
Colocación de tapete	
Conformación de bordo	
3. Rehabilitación de duna	
Colocación de tubos de geotextil	
Colocación	
Llenado	
Formación de loma	
Reforestación	
Formación de cepas	
Colocación de la planta	
Colocación de paso de duna	
4. Colocación de estructuras para estabilizar la playa (atenuadores de oleaje)	
Colocación de tubos de geotextil y llenado	
Colocación	
Llenado	
Colocación de estructuras de madera	
Hincado de los pilotes de soporte	
Colocación de Vigas	
Colocación de la cubierta	
Conexión a la playa	
5. Hincado de postes para colgar hamacas	
6. Reubicación de rocas sueltas	
Recolección	

Traslado	
Colocación	
7. Reparación de espigones existentes	
Reacomodo de rocas	
Consolidación de taludes	
Reparación de senderos	
Reparación de palapas	
8. Formación de arrecifes artificiales	
Adquisición	
Transportación	
Trazo del sitio de desplante	
Relocalización de organismos	
Hundimiento	
Fijación al sustrato marino	
OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	
Operación de instalaciones	Conforme se vayan terminando las obras
Mantenimiento de instalaciones	Conforme se vaya requiriendo
Programa de mantenimiento para conservar la playa y la calidad del entorno marino	
Barreras para contención y desvío de sargazo	Ya en operación
Cortina de microburbujas	
Colocación de difusor	Conforme se requiera para reforzar el funcionamiento de la barrera de contención de sargazo
Colocación de manguera	
Suministro de aire	
Inyección de agua de mar limpia	
Colocación de bomba	Conforme se requiera para evitar la formación de zonas anóxicas por la descomposición del sargazo que rebase las barreras de contención
Colocación de ducto lastrado	
Colocación de cable eléctrico submarino	
Inyección de agua limpia	
Regreso periódico a la playa de la arena que se recoge junto con algas previo acondicionamiento	
Recolección de sargazo y pastos marinos que arriban a la costa	Conforme exista disponibilidad
Almacenamiento	
Cribado	
Lavado	
Depósito en playa	

Reposición de arena que se haya perdido	Conforme se requiera. Acciones similares a "Disposición de arena y su relocalización para recuperar la playa"
SEGUIMIENTO Y CONTROL AMBIENTAL	
Aplicación de medidas de prevención y mitigación de impactos	
Cumplimiento de términos y condicionantes	
Informes de cumplimiento	

La unidad de tiempo considerada es de 3 meses, las obras pueden en ocasiones iniciar antes o después del lapso indicado, pero siempre dentro de los 5 años considerados para la etapa de preparación del sitio y construcción.

Conforme se vayan terminando las obras se efectuará el retiro de la maquinaria, equipo e infraestructura de apoyo.

En la etapa de mantenimiento se operará el Programa de sustitución de atenuadores de oleaje de tubos de geotextil por elementos de materiales duraderos.

Las actividades de construcción del 1 al 6 se aplicarán tanto al área marina adyacente al hotel Marina El Cid Spa & Beach Resort y como al Lote 1.

A pesar de que el periodo de operación se estima en un periodo de 45 años, no se planea el abandono del proyecto debido a que el sitio será sujeto a mantenimiento periódico y rehabilitación.

II.2.2. Preparación del sitio y construcción.

Preparación del sitio

Debido a la ubicación del proyecto y la presencia de rocas sueltas en la parte cercana a la playa, cuando su tamaño lo permita, se retirarán a mano y con ayuda de herramientas no mecánicas, las rocas sueltas que se encuentren dispersas en el área de nado somera del proyecto. Éstas serán manejadas adecuadamente y trasladadas a un sitio dispuesto dentro del Hotel. Se cuidará de retirar organismos adheridos a las rocas.

Permisos previos

Una vez autorizado el proyecto, se procederá a tramitar los permisos correspondientes de acuerdo con lo estipulado en el resolutivo y cumpliendo con otras autoridades a nivel municipal, estatal y federal.

Movilización

Se llevarán al área del proyecto todos los materiales y equipos necesarios para su desarrollo.

Acondicionamiento del área de trabajo en la playa

Colocación de las boyas de señalización para prevenir interferencia con usuarios de la playa.

Colocación de señalamientos en el área de playa para promover la seguridad en el trabajo, así como el cuidado al medio ambiente. Algunos ejemplos de las leyendas con que contarán estos letreros son:

- Hombres trabajando.
- Precaución.
- Colocar la basura en su lugar o prohibido tirar basura.
- No extraer organismos.

Bodega provisional

Se utilizará una bodega con dimensiones aproximadas de 2.5 m por 6 m que podrá ser prefabricada o a base de hojas de triplay, la cual se utilizará como almacén de los equipos, material y artículos personales de los trabajadores. Además de ésta, se asignará un espacio dentro del área del Hotel para resguardar temporalmente equipo de mayores dimensiones.

Colocación de contenedores temporales

Se utilizarán contenedores temporales con capacidad de 200 litros provistos de tapa para almacenar residuos sólidos de manera temporal. Se les colocarán bolsas plásticas para evitar escurrimientos. El acopio y traslado al sitio de disposición final estará a cargo del servicio de recolección de basura municipal.

Servicios sanitarios

El personal de obra del proyecto utilizará los servicios sanitarios del Hotel asignados por la administración, en caso de ser necesario para zonas de trabajo alejadas se utilizarán letrinas sanitarias.

Elementos de geotextil de apoyo

Para contener la arena que se relocalice durante los trabajos y evitar la formación de hundimientos, se colocarán de manera paralela a la playa. Permanecerán mientras se opera la tarquina y se habilita el desplante de los rompeolas que generarán un área de calma relativa, favoreciendo la permanencia del material vertido y serán retirados una vez que las actividades de relocalización de arena hayan concluido.

Los sacos son fabricados con geotextil de gran resistencia, de hilos de polipropileno de tipo multifilamento de alta firmeza hilados en una trama estable que les permite conservar su posición relativa. Son estructuras suaves que no provocan accidentes a los bañistas al carecer de aristas filosas o picos.

Construcción

Se describe el proceso constructivo de las obras para el proyecto de mejoramiento de playa frente al Hotel Marina El Cid y Lote 1 (Casa de Visitas).

1. DISPOSICIÓN DE ARENA Y SU RELOCALIZACIÓN PARA RECUPERAR LA PLAYA DEL PROYECTO

La arena de la zona de disposición seleccionada se tomará solamente de áreas sin presencia de pastos. Este sedimento tiene un tamaño de grano, color similar y mismo origen al de la playa del proyecto.

Se utilizará un flotador o embarcación sobre la cual se colocará la bomba (Figura II - 30)

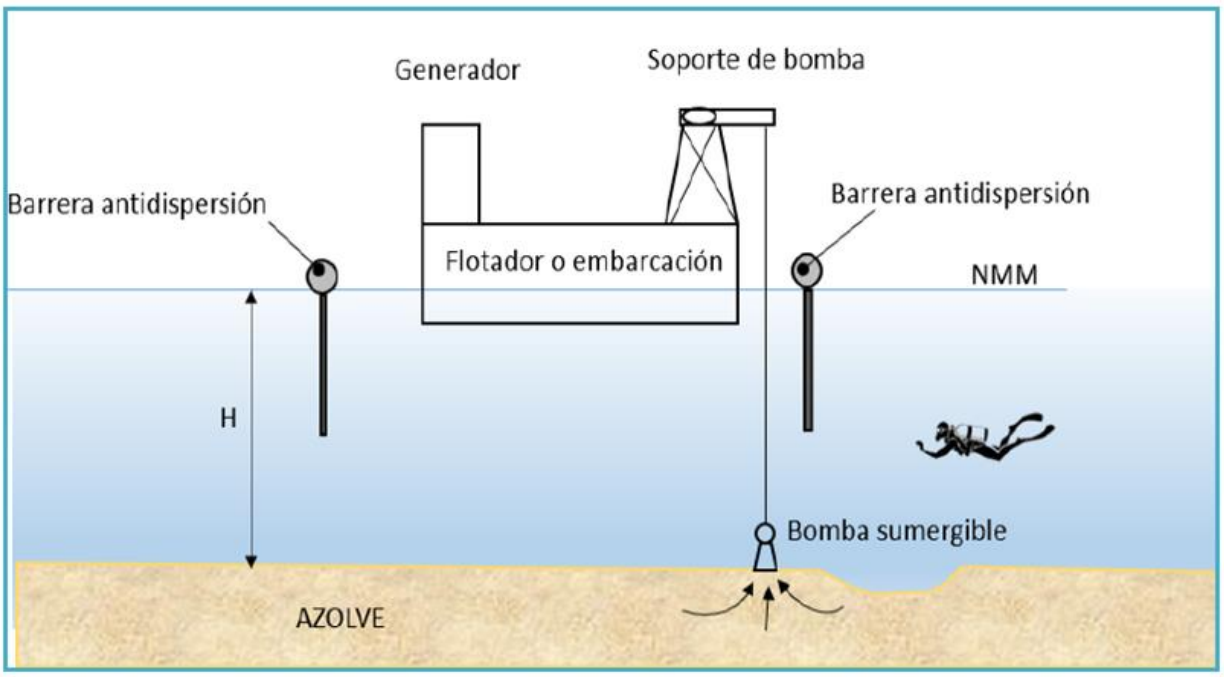


Figura II - 30. Procedimiento para extracción de arena.

El procedimiento de relocalización de la arena se realizará de la siguiente manera:

1) Como medida de seguridad, previo al inicio de los trabajos, se dará aviso a Capitanía de Puerto, señalando el polígono y generalidades de los trabajos a fin de que divulguen estas actividades.

2) En un sitio seguro y adecuado dentro de la caseta de obras, se instalará un tablero de control del suministro eléctrico del cual se alimentarán los equipos como bombas, compresor de buceo y herramientas.

3) Con el apoyo de una embarcación, se trasladará al sitio de trabajo una bomba sumergible que succiona la arena mediante un dispositivo con rejilla que evita la extracción de rocas (Figura II - 31). Se colocará la señalización adecuada.

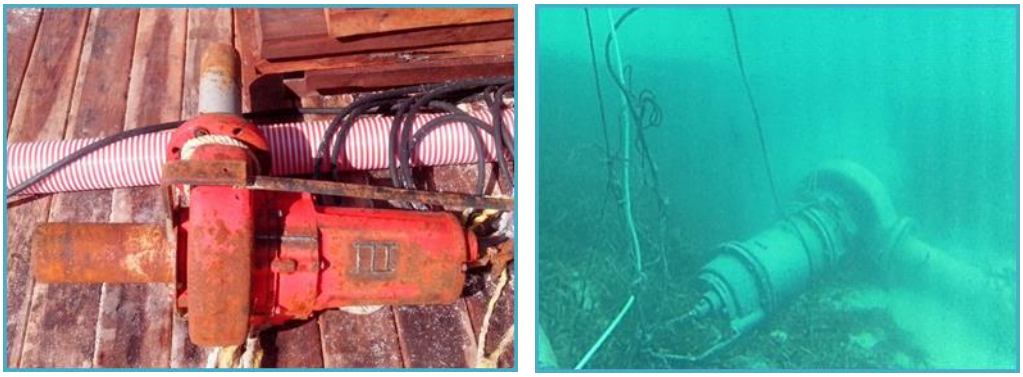


Figura II - 31. Bomba sumergible.

4) Para lastrar las tuberías de conducción y acarreo desde la zona de disposición hasta la zona del proyecto, se utilizarán soportes prefabricados con varillas de acero estructural en forma de "H", que se colocarán al menos a 0.20 m sobre el nivel del fondo marino en las partes con presencia de pastos marinos (Figura II - 32).

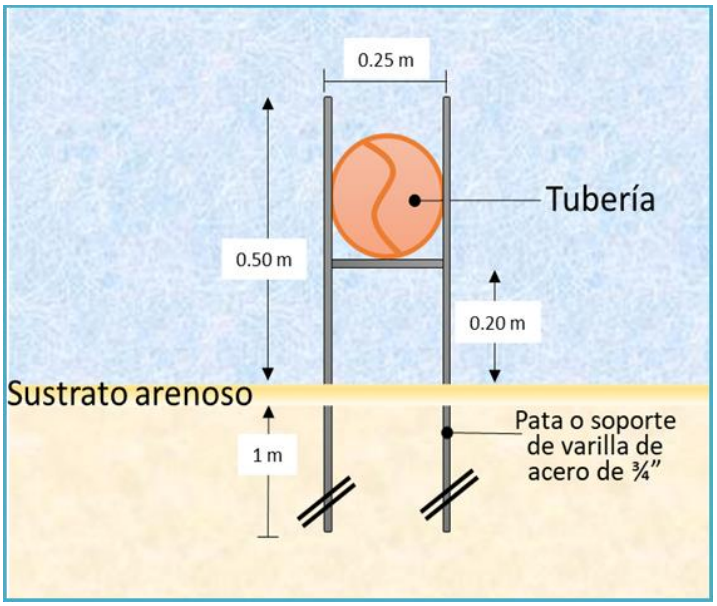


Figura II - 32. Esquema de las estructuras de soporte de la tubería de conducción de arena que su utilizarán en la zona con presencia de vegetación acuática sumergida.

Se fijarán al lecho marino con dos patas, cada una con diámetro de ¾ de pulgada, es decir 1.905 cm de diámetro. La tubería de conducción hidráulica se colocará sobre la varilla de trabe que forma la "H", de 0.25 m de ancho.

Para asegurar la estabilidad de los soportes de acero enterrados en el lecho marino, se comprobará su estabilidad y firmeza previamente al inicio de las actividades de bombeo de arena, implementando las acciones correctivas que pudieran ser necesarias.

Esta técnica de soporte permitirá mantener el impacto prácticamente nulo por las actividades de bombeo en donde se atraviesen zonas con vegetación subacuática.

Considerando la limitada superficie de hincado de cada pata de la estructura de anclaje, la regeneración de la zona al ser retiradas las estructuras será prácticamente inmediata.

5) En la zona de disposición de arena, el proceso de succión de la bomba no generará dispersión ni suspensión de finos, ya que cualquier volumen que pudiera generarse, es succionado de manera continua por el propio equipo. Sin embargo, se colocarán por precaución mallas antidispersión de geotextil, para contener la posible dispersión de los sedimentos finos en suspensión (Figura II - 33).



Figura II - 33. Colocación y funcionamiento de malla antidispersión, en proyectos similares.

6) Hidráulicamente la arena se conduce hasta la playa mediante tuberías y mangueras de 20 cm de diámetro. También se colocarán mallas antidispersión en el área marina inmediata a la playa seca cuando se realicen las actividades de relocalización de arena, con la finalidad de controlar la dispersión de finos (Figura II - 34).



Figura II - 34. Descarga de arena sobre tarquina en la playa.

Durante estos trabajos se mantendrán medidas de seguridad como la colocación de boyas, cintas de advertencia y banderines de señalamiento.

7) Una persona verificará constantemente la integridad del proceso y equipo. En el remoto caso de presentarse una fuga, se suspenda inmediatamente el bombeo de arena y sea reparada la falla.

8) Para el bombeo de arena se requieren tres personas, las cuales se intercambiarán según sea necesario, sus actividades serán:

   Monitorear el compresor y el switch de encendido de la bomba; esta persona será responsable de encender y apagar la bomba sumergible, además de vigilar el buen funcionamiento del compresor.

9) Las personas restantes (buzos) se encontrarán en el fondo marino de la zona de disposición de arena, cerca de la bomba sumergible, sosteniendo y manipulando el dispositivo de succión, desplazándose por el fondo continuamente, para evitar que la succión se concentre en un solo lugar evitando que se formen oquedades demasiado pronunciadas (Figura II - 35). Estos trabajos no generarán ruido ni emisiones de partículas a la atmósfera.



Figura II - 35. Succión de arena mediante tubería y mangueras.

10) Periódicamente el buzo retira elementos extraños de la rejilla para prevenir que la manguera se obstruya o se viertan rocas u otros cuerpos.

11) Para alertar al tráfico de embarcaciones sobre la presencia de trabajadores en el fondo marino, se colocará una red de boyado, así como banderines con logotipo de buceo (Figura II - 36).



A B

Figura II - 36. Red de boyado (A) y banderines de precaución (B).

12) La arena succionada por la bomba es relocalizada en el cuadrante a beneficiar frente al hotel, con la finalidad de acelerar el proceso de recuperación colocando la manguera de descarga con el vertido de una mezcla aproximada de 60 a 70% de sedimento y de 30 a 40% de agua.

13) Se mantiene vigilancia constante de la manguera de descarga para moverla una vez que se alcance el nivel previamente establecido para no generar erosión por escorrentía.

Estos trabajos no afectarán a la navegación. El acomodo de la arena será de manera gradual para que sea coherente con el relieve marino, de tal forma que el espesor será variable. El transporte litoral definirá el acomodo final de la arena vertida.

2. HABILITACIÓN DE TARQUINA

A una distancia aproximada de 25 m de los muros del hotel, se colocará el tapete antisocavación con tubo de anclaje y se llenará ya sea de manera manual con ayuda de palas, o hidráulicamente con una bomba. Se extenderá el geotextil con el que se conformará el bordo de la tarquina sobre el tapete para rellenarlo con arena bombeada a la orilla de la playa de marera hidráulica o acarreándola con ayuda de carretillas y palas (Figura II - 37).

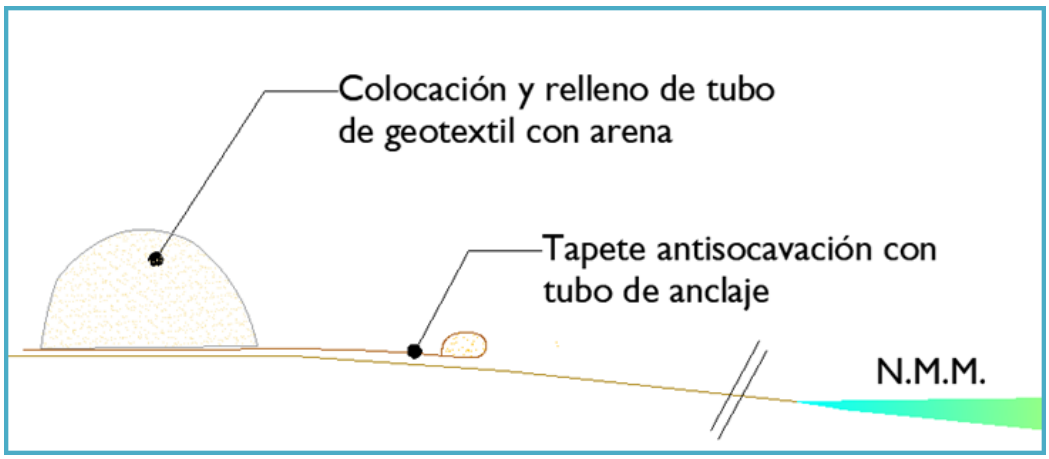


Figura II - 37. Conformación del bordo de la tarquina.

3. REHABILITACIÓN DE LA DUNA

Se colocan al costado del bordo tubos adicionales de menor tamaño para conseguir un perfil atenuante y se cubre con arena dando forma de loma (Figura II - 38).

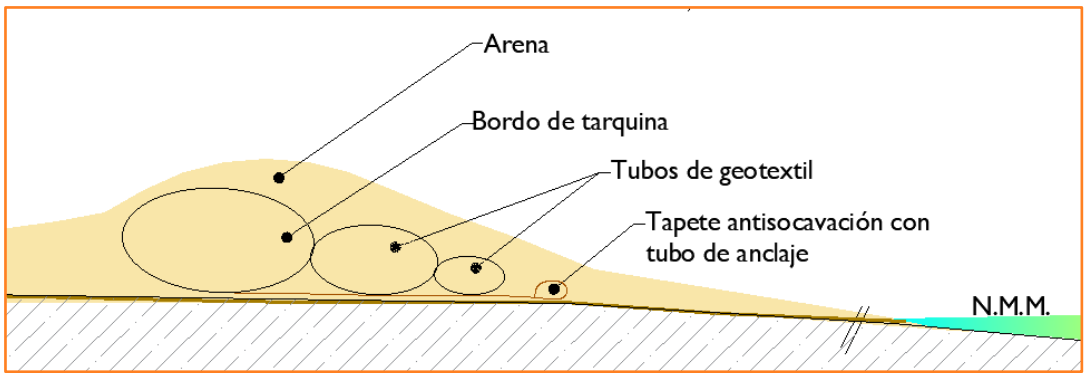


Figura II - 38. Conformación de la duna costera.

Una vez conformada la duna costera, se procederá a la reforestación con ejemplares de vegetación nativa procedentes de viveros autorizados; esto ayudará a dar estabilidad al sustrato arenoso. Se enlistan las probables especies a utilizar en la Tabla II - 5 y Figura II - 39.

Tabla II - 5. Especies aptas para la reforestación de duna costera.

Familia	Nombre científico	Nombre común
Ejemplares de hábitos rastreros en especies pioneras fijadoras de sustrato arenoso		
Asteraceae	*Ambrosia hispida*	Margarita de mar
Convolvulaceae	*Ipomoea pes-caprae*	Riñonina
Aizoaceae	*Sesuvium portulacastrum*	Verdolaga de mar
Fabaceae	*Canavalia rosea*	Frijol de playa
Ejemplares con talla mediana en especies pioneras fijadoras de sustrato arenoso		
Goodeniaceae	*Scaevola plumieri*	Chunup
Amaryllidaceae	*Hymenocallis littoralis*	Lirio de playa
Boraginaceae	*Tournefortia gnaphalodes*	Sikimay
Surianaceae	*Suriana maritima*	Tabaquillo o pats'il
Ejemplares con talla alta en especies fijadoras de sustrato arenoso		
Polygonaceae	*Coccoloba uvifera*	Uva de mar



Ipomoea pes-caprae (Riñonina)



Hymenocallis littoralis (Lirio de playa)



Scaevola plumieri (Chunup)



Suriana maritima (Tabaquillo o pats'il)



Margarita de mar



Frijol de playa

Figura II - 39. Fotos de ejemplares de vegetación de duna costera.

Procedimiento de plantación

La técnica que se utilizará para la plantación será de "siembra directa" o también llamada "labranza cero". Ésta consta básicamente de cuatro pasos:

A. Preparación del terreno. - En el sitio de interés se han ido acumulando rocas cerca de la playa por el efecto del oleaje, por lo tanto, se requerirá remover las rocas que pueden llegar a ser un riesgo.

   Para asegurar el éxito de la reforestación propuesta, los trabajos han de iniciar hasta que se concluyan las actividades de la recuperación de la playa e instalación de los núcleos de las secciones de la duna costera.

B. Trazado o diseño del área de restauración. - Éste depende de las características del terreno, y dado que será en forma de duna, se utilizará el método de plantación a "tres bolillo", el cual consiste en establecer las plantaciones distribuyendo las plantas a distanciamientos iguales con hileras desfasadas, formando triángulos.

   Esta disposición de plantas permite un mejor control de la erosión, debido a la distribución de las raíces y la buena cobertura que proporcionan las copas de los ejemplares, a su vez hay un mejor control contra la acción del viento mismo que juega un factor importante en los frentes de playa (Figura II - 40).

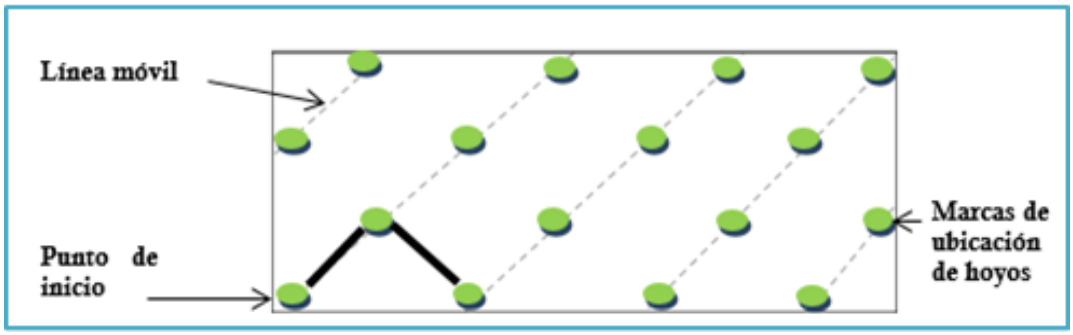


Figura II - 40. Sistema de plantación a "tres bolillo".

C. Preparación de las cepas. - Las cepas se abrirán utilizando las herramientas adecuadas y se realizarán en los sitios determinados previamente. Las dimensiones de las cepas o pocetas estarán en función de las plantas a recibir. Las cepas para plantas pequeñas deberán permitir que todo el contenido de la bolsa donde originalmente se encuentren, quepan al interior y queden ligeramente por debajo del nivel del suelo (3 a 5 cm).

D. Colocación de la planta. - Las plantas se colocarán en las cepas previamente abiertas y se compactará el suelo con la finalidad de eliminar bolsas de aire, posteriormente se deberán regar abundantemente y mantenerse húmedas en los siguientes días para reducir el estrés debido a la plantación.

E. Determinación del número de plantas a utilizar. El número de plantas a utilizar obedece a la propuesta de un diseño orgánico en el que se emplearán especies conocidas como pioneras y fijadoras de dunas costeras. Tienen la función principal

de fijar el sustrato arenoso, seguido de un segundo frente de plantas arbustivas de talla mediana y una fila posterior de plantas arbustivas de talla grande que además de fijar el sustrato con sus raíces funcionarán como barrera que capte y retenga la arena que es constantemente acarreada por acción eólica desde la playa.

La densidad de siembra es la definida como el número de individuos a plantar por metro cuadrado, misma que se estimó aplicando la siguiente fórmula (Arriaga et al, 1994):

$$N_1 = \frac{S}{(dH)\ (dP)}$$

Donde:

N_1	=	Numero de plantas
S	=	Superficie a reforestar (m^2)
dH	=	Distancia entre hileras (m)
dP	=	Distancia entre plantas de una misma hilera (m)

Considerando que la duna a conformar tendrá una superficie a reforestar de 1,710 m^2.

Sustituyendo los valores de cada variable y considerando la estrategia de siembra, se requieren aproximadamente 4,855 ejemplares, tal como se muestra a continuación:

$$N_1 = \frac{1{,}710}{(0.50m)\ (0.70\ m)} = \mathbf{4{,}485\ ejemplares}$$

Dado lo anterior, se contempla que la densidad será de 3 plantas por m^2.

El número total de ejemplares se dividirá entre las especies seleccionadas de acuerdo con la disponibilidad de cada una y diseño durante la siembra.

Su función es retener la arena vertida y recuperar el servicio ecosistémico de este tipo de formación, actualmente inexistente (Figura II - 41).

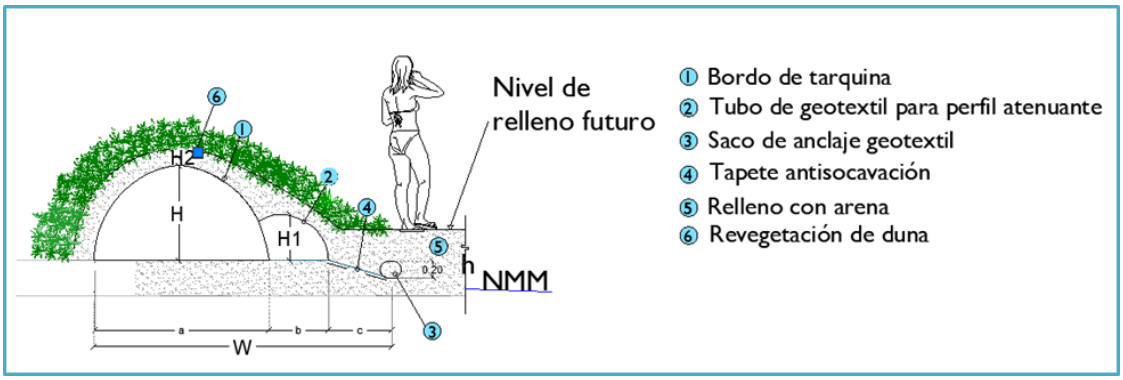


Figura II - 41. Detalle de los elementos que conforman la duna.

Tendrá algunas interrupciones en su trazo para permitir el paso de personas (Figura II - 42), sin estropear la vegetación ni deformar el relleno de arena.

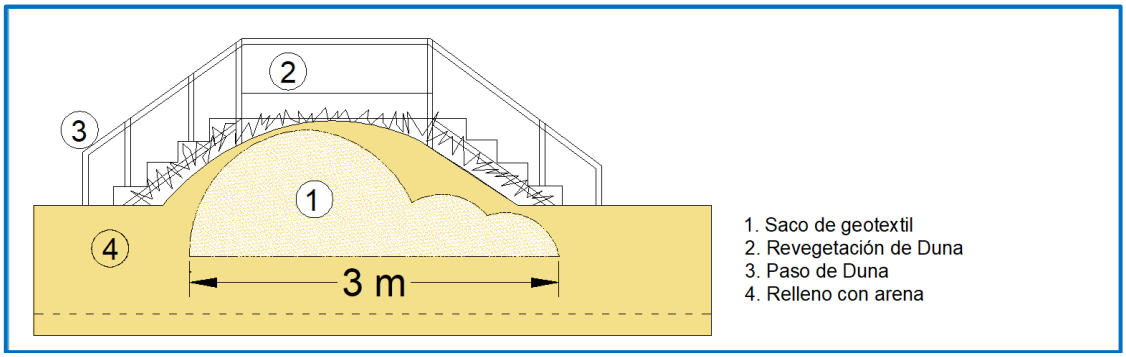


Figura II - 42. Detalle de duna con paso.

4. COLOCACIÓN DE ESTRUCTURAS PARA ESTABILIZAR LA PLAYA (ATENUADORES DE OLEAJE)

Por la dinámica del oleaje que desplaza continuamente la arena de la playa, es necesario disponer de estructuras que atenúen de manera conveniente esta situación, de tal forma, que abatan suficientemente la energía de las olas en su dirección de incidencia predominante, generando una difracción y fomentando el depósito de arena, a la vez que ayuden a minimizar su desplazamiento.

Una parte de la energía del oleaje incidente será reflejada por los rompeolas, y otra parte será difractada generando un abanico de olas que tienden a converger en un punto entre el rompeolas y la costa. Esta situación propicia que la arena se deposite enfrente de las estructuras generando salientes. La formación o depósito de arena al crecer lo suficiente, retendrá la arena con lo que se estabilizará la playa (Figura II - 43).

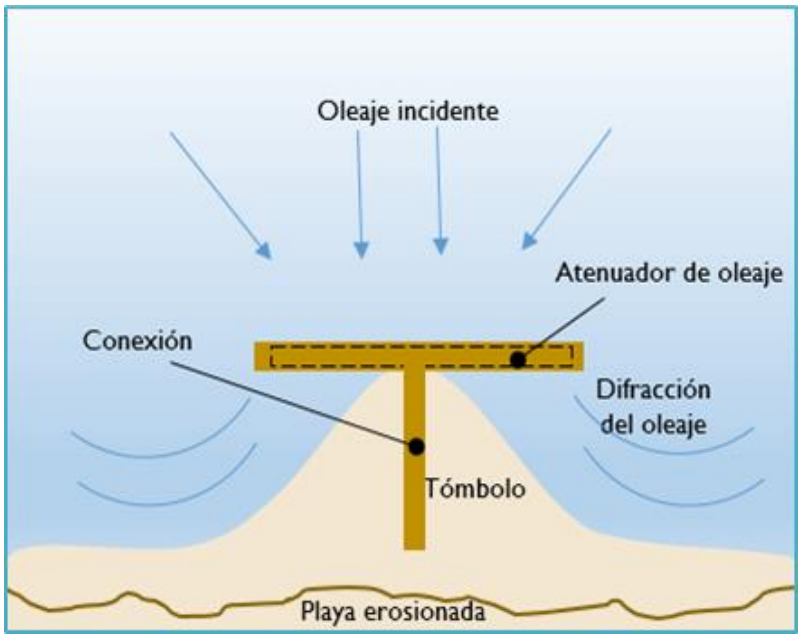


Figura II - 43. Efecto atenuador de oleaje con elemento paralelo a la costa y formación de tómbolo.

Las estructuras de esta propuesta se localizan a una distancia promedio de los muros del hotel de 60 m, con la finalidad de que formar tómbolos y que se disponga de mayor longitud de playa, además de facilitar el acceso a la zona marina (Figura II - 44).

El diseño considera que los rompeolas sobresalgan solamente medio metro, lo que permitirá operar satisfactoriamente el sistema; promoviendo la permanencia de la arena en la playa durante oleajes normales. En marejadas extraordinarias estos elementos serán superados y los efectos en la playa ya mejorada, dependerán de la intensidad y duración del fenómeno que lo genere.

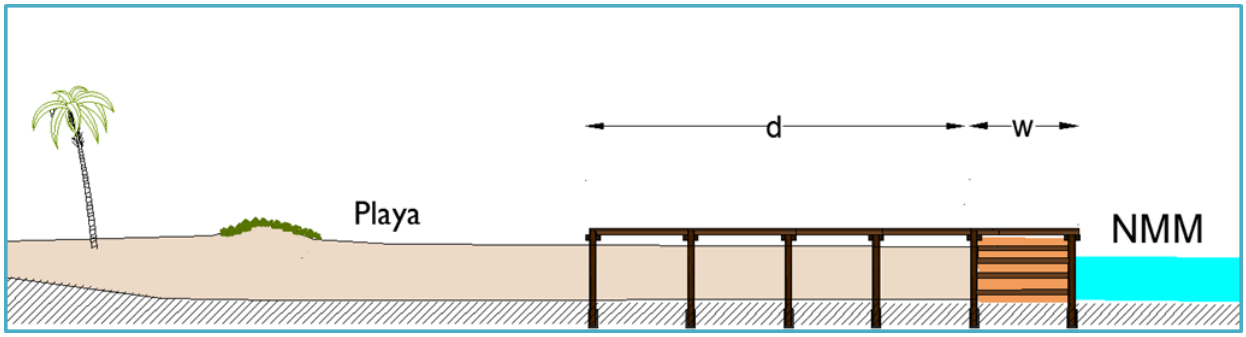


Figura II - 44. Ejemplo de atenuador de oleaje con cubierta y conexión a la playa.

Su diseño sigue los presentes criterios:

- Garantizan efectividad.
- No interrumpen el paso de la arena a lo largo de la playa, para no generar efectos adversos aguas abajo.
- Estables, reversibles y seguras.
- No afectan el paisaje.

Para la habilitación de los atenuadores de oleaje en una primera etapa, se colocarán tubos de geotextil a rellenarse con arena mediante bombeo hidráulico. Posteriormente se encajonarán en estructuras de madera dura de la región proveniente de proveedores autorizados, que contengan a los elementos atenuadores de oleaje. Esta obra se edificará mediante pilotes hincados a una profundidad variable en el sustrato y vigas, con una serie de elementos estructurales de madera atornillados en forma horizontal o diagonal de acuerdo al caso se agrega la estabilidad y resistencia necesarias. Todos los herrajes a utilizarse son de acero inoxidable (Figura II - 45).

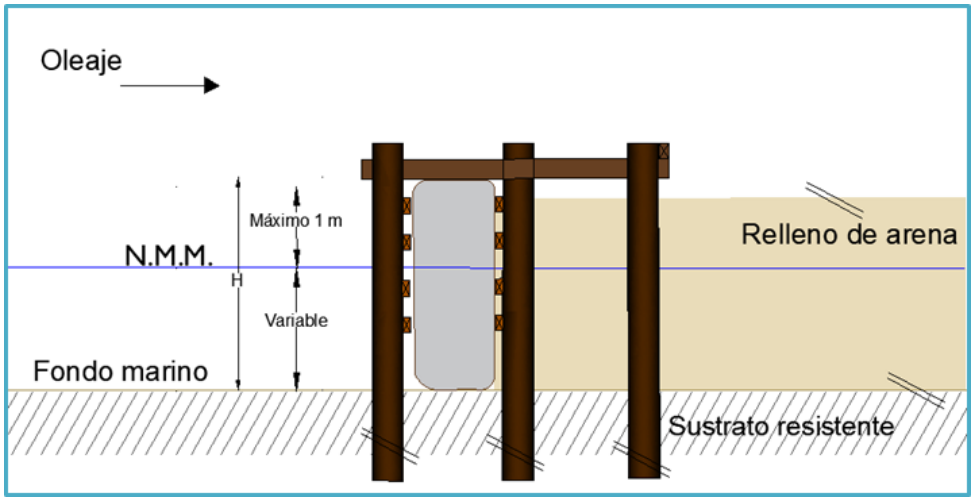


Figura II - 45. Atenuador de oleaje encajonado en estructura de madera.

Posteriormente se les colocará cubierta y conexión a la playa, otorgándoles apariencia de estructuras típicas del paisaje costero en la zona (Figura II - 46).

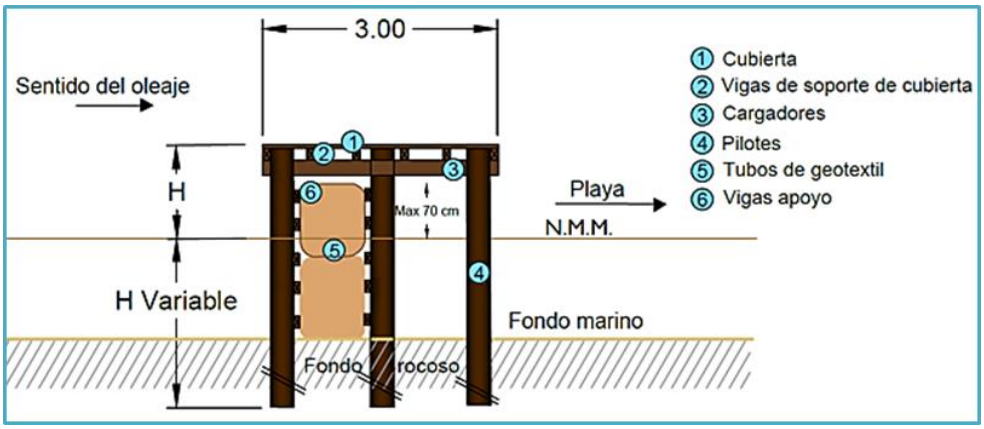


Figura II - 46. Corte de atenuador de oleaje de tubos de geotextil rellenos con arena y cubierta.

El diseño y los materiales a emplearse en esta estructura la hacen reversible, es decir, que se puede retirar con poco esfuerzo y sin afectación al medio toda vez que la arena de relleno de los tubos de geotextil se regrese al mar, mientras que los materiales pueden retirarse quedando la zona libre de elementos de construcción.

Las estructuras propuestas pueden soportar marejadas por eventos hidrometeorológicos extraordinarios. En la Figura II - 47 se aprecia un elemento similar en la conocida Marina Hacienda del Mar en Cancún, que soporta la incidencia de marejadas durante eventos extraordinarios, como fue el caso del Huracán Iván que afectó a la Bahía de Mujeres en septiembre del 2004.

En el supuesto caso de fallas, ya sea por efectos de envejecimiento natural de los elementos al paso del tiempo o por efectos de eventos extraordinarios que generen las marejadas extremas, el diseño del atenuador de oleaje permite que se puedan realizar reparaciones de mantenimiento con una afectación mínima y temporal al medio.

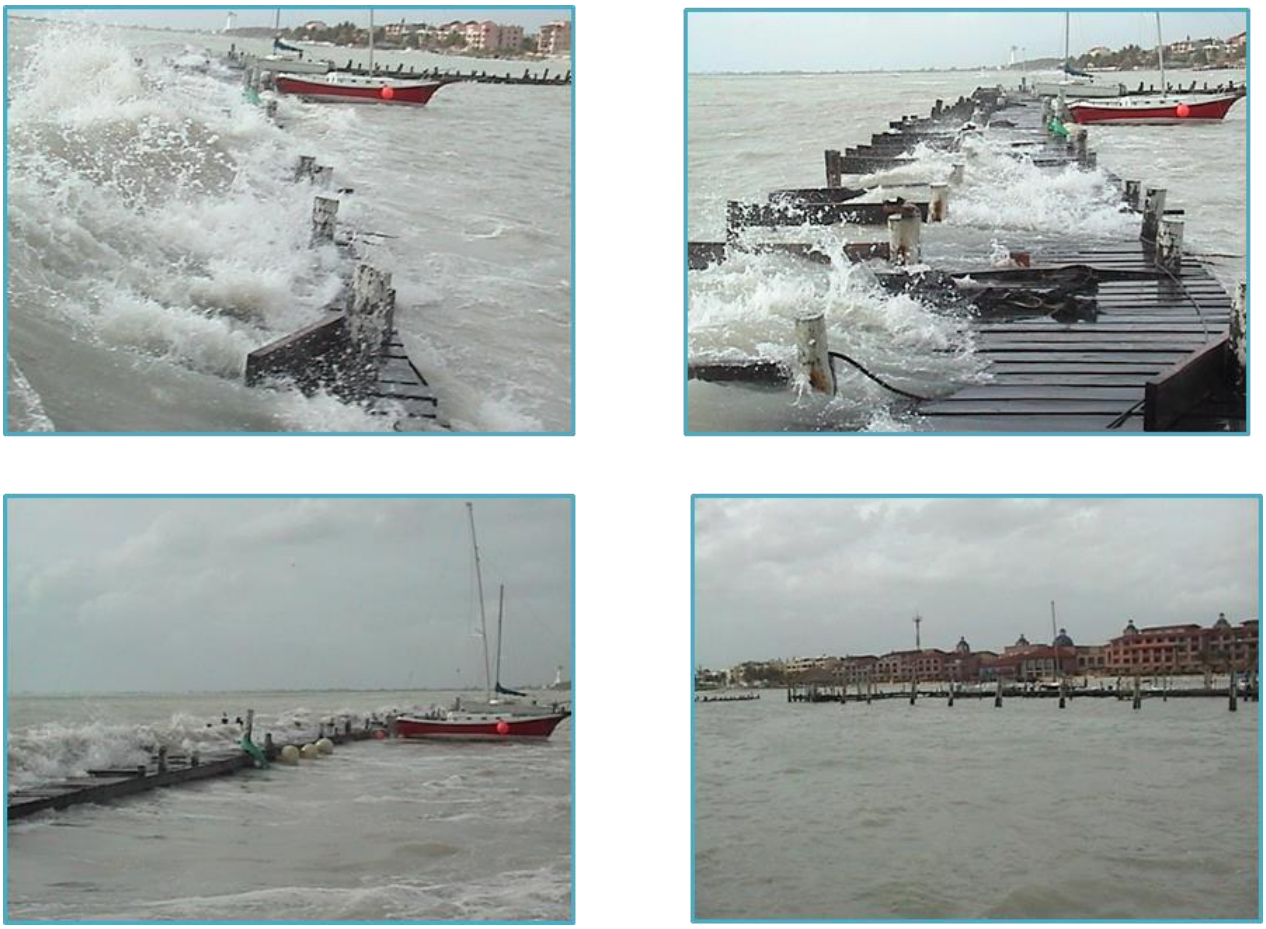


Figura II - 47. Elemento en Marina Hacienda del Mar durante el paso del Huracán Iván.

4.1. Proceso de instalación

La construcción de los atenuadores de oleaje encajonados consiste en los siguientes puntos:

1) Colocación de los elementos de geotextil de los atenuadores de oleaje.

Para disponer de una zona de calma y fomentar la estabilidad de la playa recuperada, se colocarán como parte de la primera etapa, desde el fondo hasta sobresalir del nivel del mar un máximo de 1 m, tubos de geotextil rellenos con arena que funcionen como atenuadores de oleaje.

Los tubos se fabricarán con tela de geotextil de polipropileno de alta resistencia con estabilizantes para protegerlo de la radiación ultravioleta de los rayos solares. Cada elemento llevará tapas en los extremos para un mejor ajuste entre ellos y asas de amarre.

La secuencia para la colocación de los tubos de geotextil se describe a continuación:

- *Colocación de los tubos*. Con cabos de fijación se posicionará el elemento de geotextil que se va a colocar y rellenar, apoyándose en las asas de amarre de los tubos y las anclas provisionales.
- *Llenado.* Personal realizará el llenado de los tubos de geotextil mediante mangueras. Se manipulará la succión de agua y arena a través de las bombas sumergibles dirigiéndola hacia las bocas de llenado de la sección de tubos que se está colocando. El agua se filtrará por la tela del tubo dejando la arena dentro del mismo hasta llenarlo a la altura de diseño. Una vez relleno el tubo se amarra la boca de llenado para sellarla y se procede a posicionar y rellenar el siguiente elemento hasta terminar.

Su función es soportar esfuerzos durante marejadas fuertes, otorgándole apariencia de estructuras típicas del paisaje costero en la zona.

2) Hincado de los pilotes de soporte

Son elementos verticales tipo postes de madera dura de la región de 25 a 30 cm de diámetro. Se trasladan del sitio de acopio en el patio de maniobras del hotel a la zona de trabajos utilizando un pequeño artefacto con ruedas anchas (Figura II - 48).



Figura II - 48.Traslado de madera al área de playa del proyecto.

El grupo de trabajo mediante cabos y poleas levanta cada pilote y lo coloca en el punto que le corresponde y a una profundidad que asegure su estabilidad. En las partes donde el sustrato es arenoso, se usará chifón con agua a presión para crear la oquedad y el pilote se irá hundiendo por su propio peso, facilitándose esta maniobra por la fluidización de la columna de sedimento (Figura II - 49).



Figura II - 49. Proceso de chifoneo y colocación de pilotes de soporte.

Cuando haya un sustrato resistente (rocoso) se utilizará una perforadora portátil equipada con una broca rotatoria en su extremo (Figura II - 50).

Para minimizar cualquier riesgo de contaminación al mar se colocará una malla geotextil antidispersión evitando la propagación de sedimentos o partículas suspendidas. La perforadora se acciona mediante aire a presión, suministrado por un compresor localizado fuera del área de trabajo y alojado dentro de una caseta para minimizar el ruido.



Figura II - 50. Utilización de la perforadora rotatoria.

Esta maquinaria se va desplazando sobre la cubierta a medida que se avanza. En el extremo del tramo se acomoda en andamios provisionales para realizar series de barrenos nuevos.

El diámetro del barreno es ligeramente mayor al diámetro de la base del pilote. Una vez posicionado y comprobada su verticalidad, el espacio libre se llena con arena del sitio para generar la fricción necesaria para que no se levante.

Como la longitud necesaria del pilote va creciendo a medida que se avanza hacia mar adentro, se surten de longitudes sobradas, que se ajustan para que tengan la misma altura. Con la finalidad de contener la dispersión de aserrín y residuos de madera se colocará un plástico que facilitará su remoción sin afectar la playa o zona marina. La separación de los pilotes es de aproximadamente 2 m entre centros.

Se colocará una funda de plástico a los pilotes para prevenir la colonización de organismos marinos y para alargar su vida útil previniendo el intemperismo. El espacio entre la funda y el pilote se rellena con arena del sitio (Figura II - 51).

Se colocará una malla geotextil antidispersión evitando la propagación de sedimentos o partículas suspendidas.

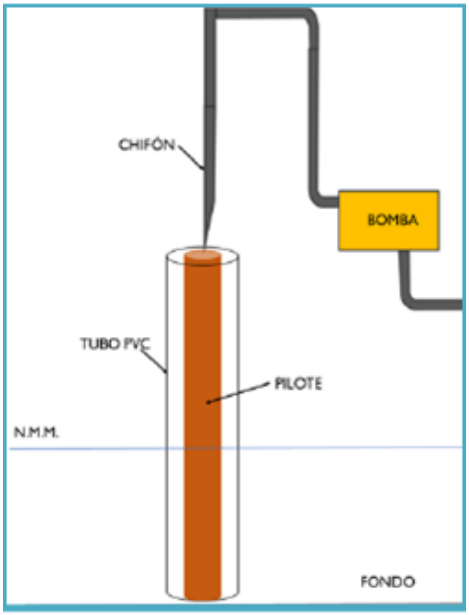


Figura II - 51. Funda en pilote para protección por colonización de organismos.

3) Vigas.

Una vez que se finaliza con el número de pilotes hincados, un grupo de carpinteros se encarga de armar el soporte de la cubierta, con una serie de vigas de madera que se fijan de forma horizontal, perpendiculares a los pilotes, mediante varillas roscadas, tuercas y arandelas de acero inoxidable (Figura II - 52). Cada eje llevará una línea de vigas superior y otra inferior en cada banda de la estructura.



Figura II - 52. Estructura de soporte de los atenuadores de oleaje a base de tubos de geotextil rellenos con arena.

El conjunto de elementos garantiza su funcionamiento, estabilidad y vida útil. (Figura II - 53).



Figura II - 53. Ejemplo de atenuador de oleaje con tubos de geotextil rellenos de arena encajonado en estructura de madera.

4.2. Programa de sustitución de atenuadores de oleaje de tubos de geotextil por elementos de materiales duraderos

Dentro de los alcances se prevé un programa de sustitución de los atenuadores de oleaje de tubos de geotextil que al dañarse y que pierdan su efectividad por elementos de materiales duraderos, que pueden ser a base de rocas, concreto, bolsacreto o fibra de vidrio que se explican a continuación:

Elementos en forma de trapecio de fibra de vidrio

Estos atenuadores de oleaje se fabrican en forma de cajones de perfil trapecio con altura de 1.50 m máximo y largo de 10 m, empleando técnicas de construcción a base de fibra de vidrio reforzada aplicando el exterior un acabado tipo embarcación para logar superficies lisas y de apariencia agradable. En su interior llevan refuerzos del mismo material y todo el cuerpo lleva varias capas de fibra tipo petatillo para mayor resistencia (Figura II - 54).

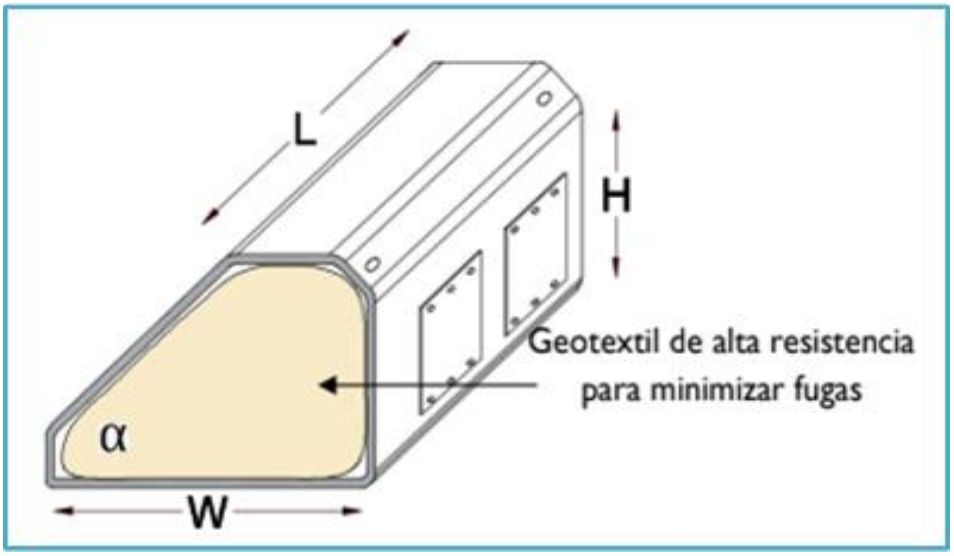


Figura II - 54. Elemento con perfil atenuante al oleaje de gran peso y estabilidad

Para mayor estabilidad se rellenan con arena y se fijan al sustrato resistente mediante tubos de concreto que se hincan en el fondo; también se colocan en su interior lienzos de geotextil para prevenir fugas del relleno por eventuales fisuras en caso de oleajes extremos (Figura II - 55).

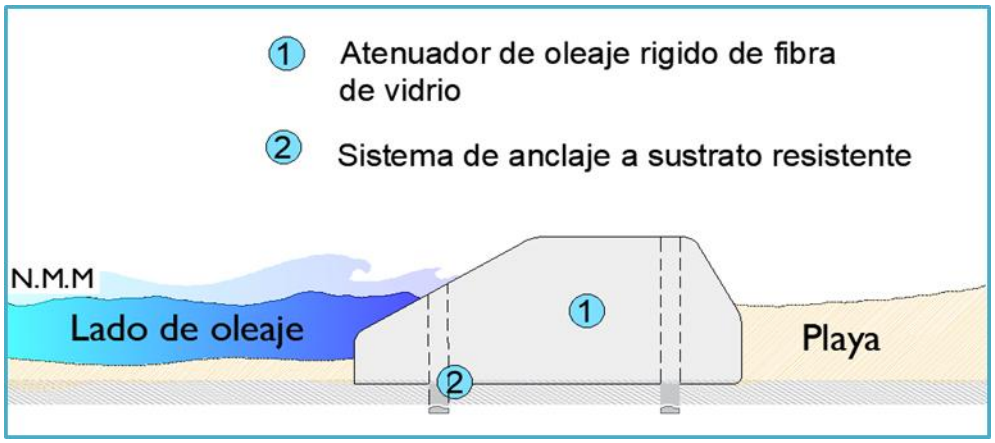


Figura II - 55. Sistema de anclaje de atenuador de oleaje de fibra de vidrio.

Estos elementos presentan un perfil atenuante del lado de incidencia del oleaje por lo que no reflejan el oleaje favoreciendo que la arena permanezca enfrente de ellos.

Se colocan uno a continuación de otro formando un atenuador de oleaje que funciona reteniendo la arena al fomentar que esta no se desplace.

Los materiales y tipo de construcción aseguran larga vida útil - de decenas de años – y resisten embates de oleajes fuertes. En caso de roturas se pueden reparar sin gran costo.

Sobre estos elementos pueden colocarse estructuras tipo plataformas para uso de bañistas (Figura II - 56).



Figura II - 56. Atenuador de oleaje con cubierta tipo deck de madera.

Elementos de roca

El promovente dispone de elementos de roca de la región en forma de block de aproximadamente 1 x 1 x 2.5 m, que forman parte de inventario de piezas destinadas a las escolleras de la Marina El Cid (Figura II - 57).

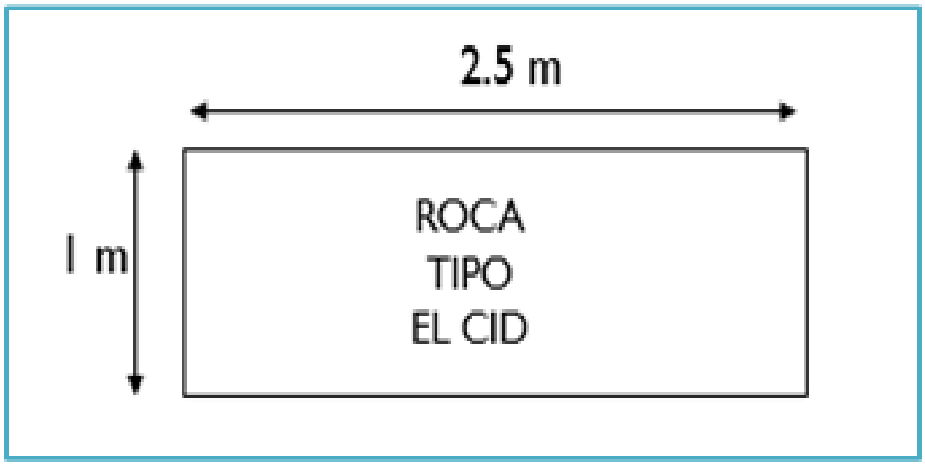


Figura II - 57. Block de roca típico para escollera de la Marina.

Estos blocks se pretenden colocar acomodados convenientemente para formar atenuadores de oleaje, encimándolos uno sobre otro para alcanzar a sobresalir del NMM aproximadamente 0.50 m (Figura II - 58).

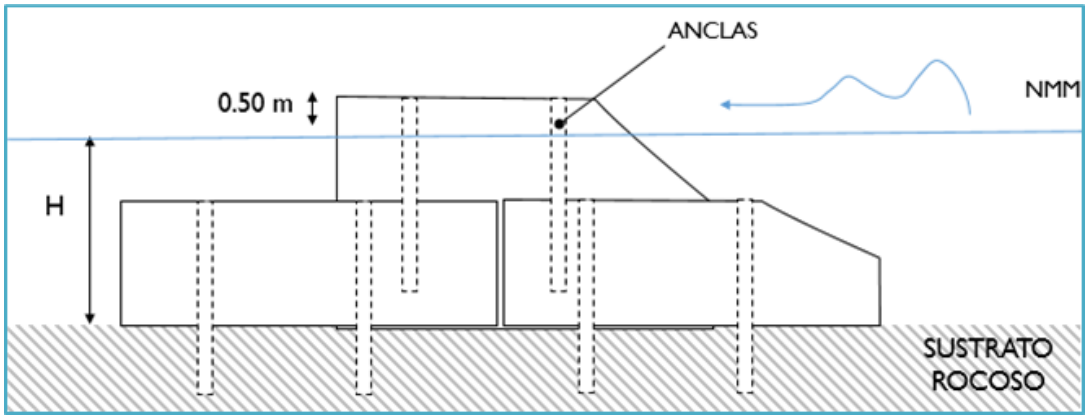


Figura II - 58. Atenuador de oleaje a base de block.

Elementos tipo Bolsacreto

Son elementos a base de mortero preparado a base de arena del sitio con cemento y aditivos, que se inyecta en fundas o cimbras de materiales temporales. Miden 1.20 x 3 x 0.50 m y se acomodan encimados para sobresalir del NMM 0.50 m.

Su vida útil es muy larga y es una mejor opción a elementos rellenados con arena solamente, ya que con el tiempo la funda se degrada, pero el cuerpo de mortero permanece conservado sus características mecánicas.

Elementos de concreto tipo Caissons

Son cuerpos prefabricados de concreto especial, en forma de prismas rectangulares de aprox. 4 x 10 x 2 m, con paredes de espesores de 20 cm que se colocan alineados formando atenuadores de oleaje. Estos cuerpos se rellenan con arena para darles mayor peso y estabilidad.

4) Colocación de la cubierta.

Como parte de la segunda etapa del proyecto, se habilitará una cubierta sobre los atenuadores de oleaje, colocando cargadores en sentido longitudinal, con una separación máxima de 0.60 m, sobre los cuales se clavan o atornillan las piezas de la cubierta (Figura II - 59). En estos pasos se conservan los niveles, de tal manera que quede terminada a una sola altura.

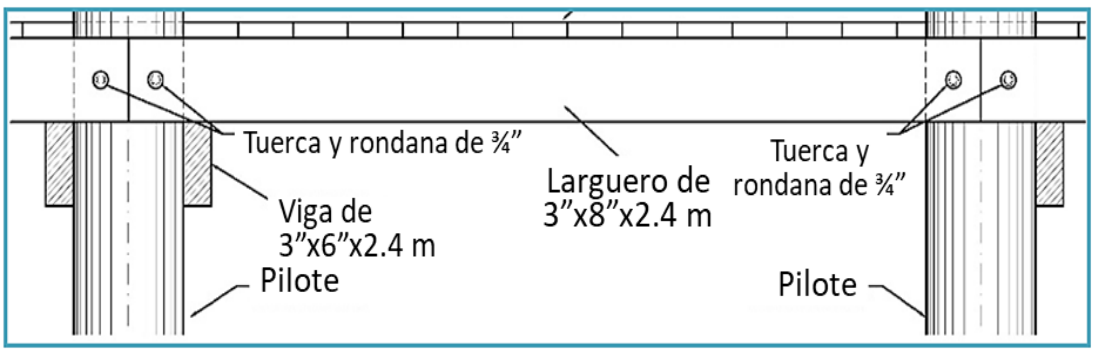


Figura II - 59. Detalle longitudinal de la estructura de soporte de la cubierta.

Sobre las vigas longitudinales se clavan o atornillan las piezas de la cubierta (Figura II - 60)**.** En estos pasos se conservan los niveles, de tal manera que la cubierta quede terminada a un solo nivel.

El último paso es rebajar con pulidora las orillas de las tablas de la cubierta para eliminar bordes ásperos o filosos, para lo cual se coloca una lona alrededor del área con la finalidad de recoger la viruta y evitar su dispersión.

La mayor parte de los componentes de madera se trasladan al sitio de los trabajos previamente cortados a medida. Solo se practicarán pequeños ajustes en campo evitando con ello los riesgos de dispersión de partículas de madera. Todos los herrajes son de acero inoxidable.

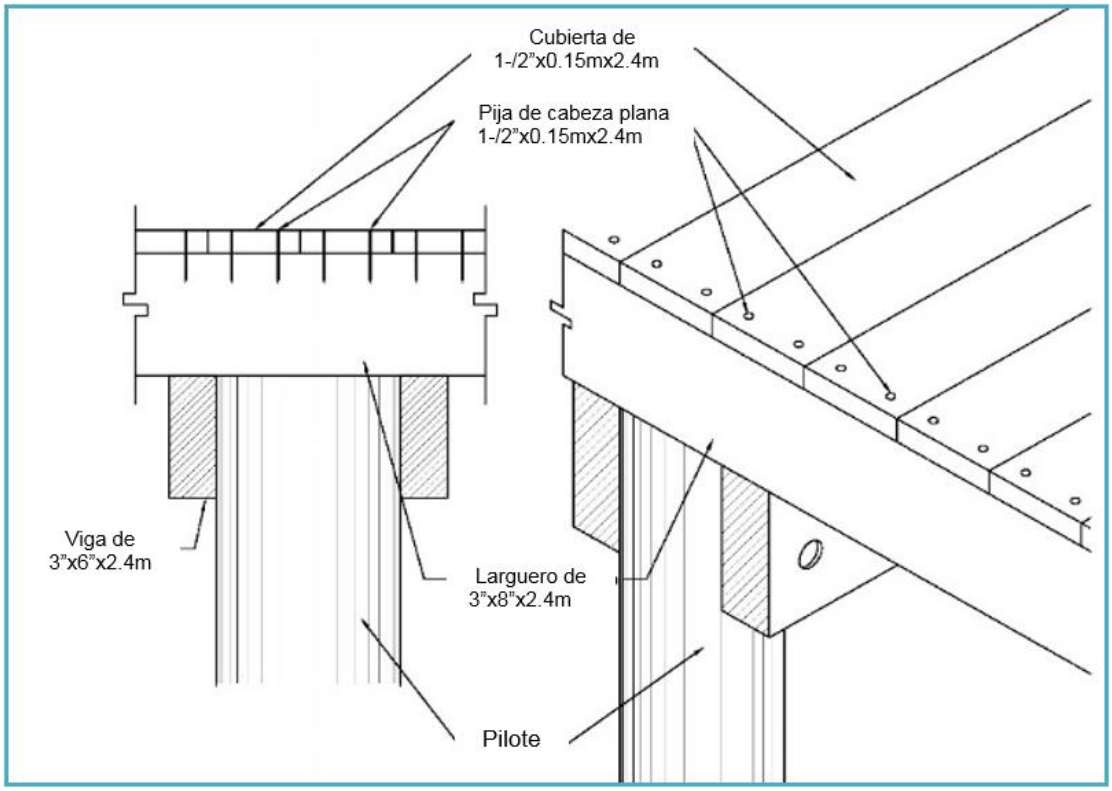


Figura II - 60. Detalle de la cubierta de madera sobre los atenuadores de oleaje.

5) Conexiones a la playa para los atenuadores de oleaje.

Para conectar los atenuadores de oleaje con la playa, en la segunda etapa del proyecto, se pretende habilitar conexiones de madera de 20 m de largo por 2.5 m de ancho construidas sobre pilotes y con cubierta. Estas estructuras no llevarán debajo ningún elemento de tal manera que las corrientes y arena tendrán libre paso, evitando de esta manera la afectación a zonas aledañas al proyecto.

Su proceso constructivo incluye el hincado de pilotes, la colocación de vigas, largueros y cubierta como se describió previamente.

5. HINCADO DE POSTES PARA COLGAR HAMACAS

Se habilitará un lote de postes hincados en el sustrato arenoso, con el fin de utilizarlos para colocar hasta 20 hamacas para los huéspedes. Varios de estos hamaqueros quedarán en la parte seca de la playa, otros en la zona húmeda y área marina somera (Figura II - 61).



Figura II - 61. Ejemplo de hamaca en la parte somera marina.

El proceso para la colocación de los postes para hamaqueros, es similar al de la colocación de pilotes para la estructura que encajona los atenuadores de oleaje, por lo que se siguen los siguientes pasos:

- Traslado de los postes de madera dura de la región de 15 a 20 cm de diámetro.
- Colocación en el punto que le corresponde con apoyo de cabos y poleas. En el caso de que el sustrato sea arenoso se usará chifón de agua a presión para crear la oquedad en la que se irá hundiendo por su propio peso. Cuando haya un sustrato resistente (rocoso) se utilizará una perforadora portátil equipada con una broca rotatoria en su extremo.
- Llenado de la oquedad donde está el pilote con arena del sitio y comprobación de su estabilidad.

6. REUBICACIÓN DE ROCAS SUELTAS

Se reubicarán manualmente las rocas que por efecto del oleaje se han desplazado a la zona marina somera para colocarlas en los intersticios de la escollera de la Marina El Cid y espigones existentes. Se incluye el vertimiento de una delgada capa de arena de aproximadamente 20 cm sobre la zona para aminorar el riesgo de accidentes por rocas de aristas cortantes.

7. REPARACIÓN DE ESPIGONES EXISTENTES

Reacomodo de rocas de tamaño mediano y pequeño que se desplazaron y se encuentran en las inmediaciones de estas estructuras.

Consolidación de los taludes aplicando mortero para agregar estabilidad, seguridad y estética a estas estructuras.

Colocación de señalética para prevenir accidentes.

Renivelación de los senderos de concreto y reparación con trabajos de albañilería.

Para realizar estos trabajos se empleará una retroexcavadora pequeña y un camión de carga para acarreo de los materiales.

Reparación de las palapas existentes sobre los extremos de los espigones, reforzando algunos elementos estructurales de madera, reponiendo la techumbre de zacate y red de protección contra la acción del viento.

8. APOYO A PROYECTOS DE ARRECIFES ARTIFICIALES

Se contará con expertos y asociaciones para convenir la participación en esta parte del proyecto para promover la regeneración y conservación del medio marino.

Se busca que la colocación de arrecifes artificiales (Figura II - 62) fomente el turismo subacuático en la zona somera cerca de la costa del hotel y que se apoye a la conservación de este ecosistema, ya que favorecen el establecimiento de organismos como peces de arrecife y otros ejemplares, de tal manera que aumente el atractivo para los bañistas y genere un incremento en la biodiversidad, ya que funcionarán como área de refugio, reproducción, alimentación y hábitat, principalmente alevines y organismos pequeños .

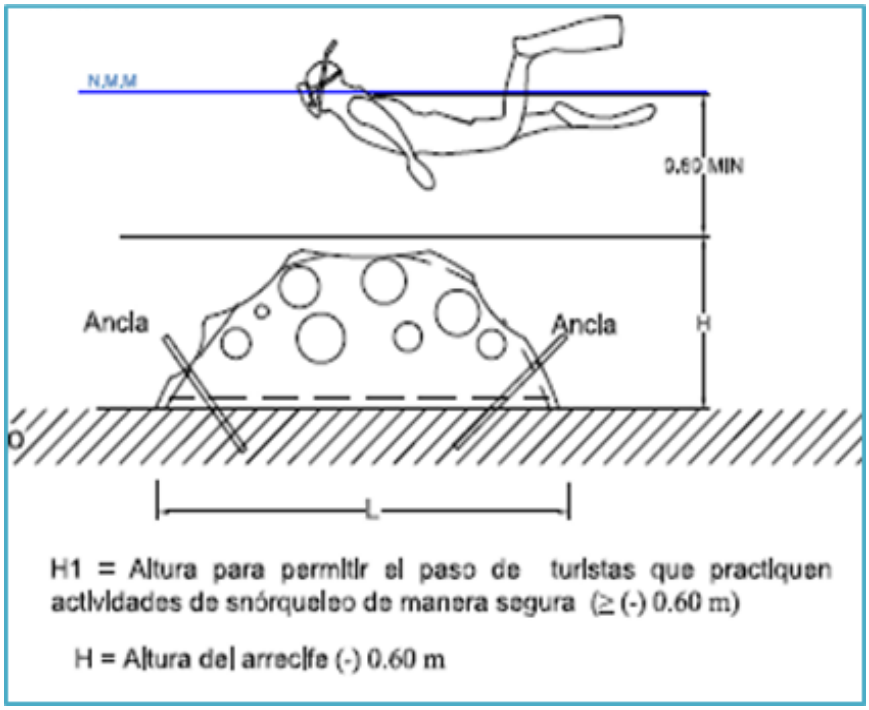


Figura II - 62. Colocación de arrecifes artifíciales.

Una gran abundancia de peces busca refugio entre la pedacería de coral y algunas oquedades entre la zona rocosa, por lo que es de esperarse que, con la instalación de estos elementos, la ictiofauna encuentre un hábitat para su refugio y alimentación.

Estos elementos se instalan en profundidades mayores a (-) 1.5m y en zonas desprovistas de cualquier tipo de vegetación marina y de cabezos de arrecifes, buscando las zonas con un fondo de laja calcárea, lo que permite la fijación a través de anclas. Se instalan en forma individual o en arreglos de grupos de 4 a 5 elementos dispersos, formando un sendero para que los visitantes realicen actividades de esnorqueléo.

Los arrecifes artificiales se fabrican de concreto especial que tiene un pH similar al del agua del mar y no incluyen partes o componentes como varillas de acero para refuerzo, que se puedan oxidar o liberar al medio componentes no deseados. Esta característica los hace inocuos al medio marino.

Los elementos de concreto (Tabla II - 6 y Figura II - 63) se fabrican de diferentes alturas de tal manera, que siempre existirá al menos 0.60 m de holgura para nado seguro.

Tabla II - 6. Dimensiones de las estructuras para el arrecife artificial.

Medidas	Chica	Mediana	Grande
Diámetro (m)	1 – 1.5	2.0	2.5 – 3.0
Altura (m)	0.5	0.6	0.8 – 1.0

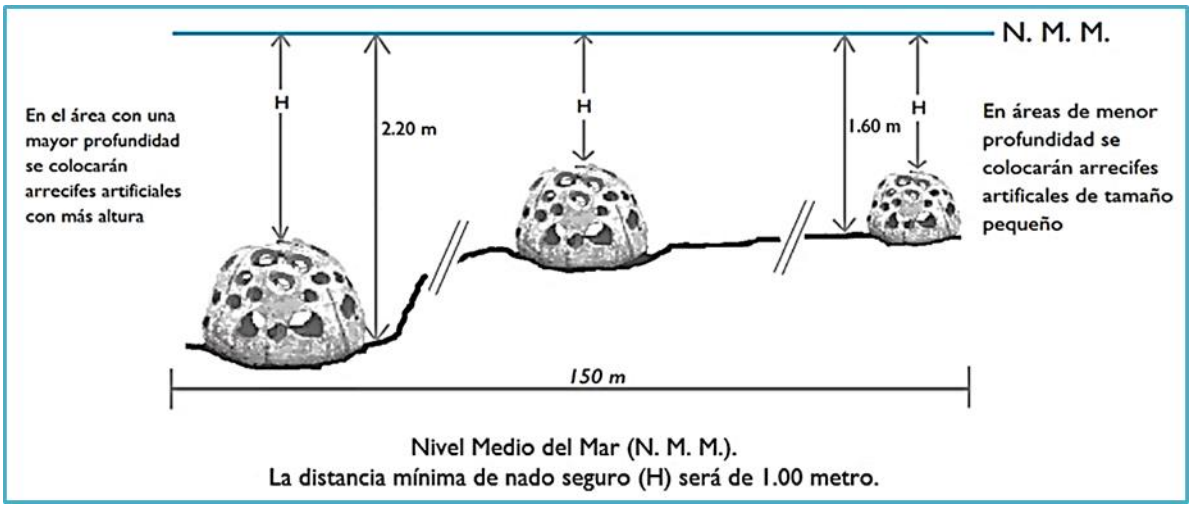


Figura II - 63. Colocación del arrecife artificial considerando la batimetría en el polígono.

El procedimiento para la habilitación de estos elementos contempla observar todas las medidas de control de tipo ambiental en cada etapa del proceso, de tal manera que se garantice que, desde la fabricación, la transportación, hasta la fijación de los arrecifes artificiales en su sitio, no se generen situaciones de riesgo al medio.

La técnica de construcción y colocación en el mar de estos elementos será similar a lo empleado ya en proyectos realizados en Quintana Roo, como El Museo Submarino MUSA Cancún y en los miles de arrecifes conocidos como Reef Ball existentes en distintos sitios del Caribe Mexicano (Figura II - 64).




Figura II - 64. Diseño de arrecifes artificiales para otros proyectos.

Forma de los elementos

Algunos de estos elementos tienen una forma tipo geométrica, formadas por capas irregulares de diferente grosor, con numerosas aberturas de diferentes diámetros que permiten el paso del agua del mar y el ingreso y salida de organismos. Estas aberturas provocan así mismo una disminución sustancial del oleaje incidente, lo cual genera calma relativa en su entorno.

Otros elementos tendrán una configuración artística de tipo antropomorfa o alegórica, agregando un atractivo para los visitantes.




Proceso constructivo del arrecife artificial

Los arrecifes se fabrican en un taller localizado en la Ciudad de Cancún, donde ya se han elaborado este tipo de piezas para otros proyectos exitosos y donde se dispone de las facilidades de patio de operaciones, servicios de agua y materiales consumibles, con el debido control de los procesos.

El concreto que se emplea para la fabricación de los arrecifes artificiales será preparado con cemento puzolánico, al que se le agrega microsílica para mejorar sus propiedades mecánicas y proporciona un pH similar al agua de mar. En la Tabla II - 7 se muestran los materiales a emplear durante la fabricación de los arrecifes artificiales.

Tabla II - 7. Materiales necesarios para la conformación de estructuras.

Material	Etapa constructiva	Forma de manejo
Cemento puzolánico tipo II	Colado	Sólida (en polvo)
Polvo de piedra	Colado	Sólida (granular)
Grava	Colado	Sólida
Microsílica	Colado	Sólida
Aditivos reductores de agua	Colado	Líquidas

La mezcla de concreto preparada se vierte en moldes de piso, previamente habilitados en forma de cajón, formados con láminas de triplay y rellenos con material granular como arena. Se vierte de una forma lenta y continua, mientras se acomoda arena para permitir que conserve su forma. Conforme se avanza, se da tiempo al concreto para que se endurezca y se logre resistencia.

No se utiliza maquinaria en la fabricación de los arrecifes, sino que se sigue un proceso artesanal.

Los elementos colados permanecerán en reposo hasta lograr la firmeza y resistencia máxima del concreto, para ser retirados del molde y repetir el proceso de colado para nuevas estructuras (Figura II - 65).



Figura II - 65. Fabricación de arrecifes en el patio de colado.

Transportación

De acuerdo con el programa de colocación, los elementos se transportan desde el sitio de fabricación, hasta el sitio donde se toman para trasladarse por mar al sitio de colocación en camiones de tipo plataforma equipados con grúa tipo Hiab que facilita tanto la carga como la descarga en forma segura hasta la orilla del mar en un muelle apropiado para este tipo de maniobras (Figura II - 66). Se busca un acceso por el muelle más cercano al área del proyecto.

En el área marina, los arrecifes son acarreados por una embarcación de mediano tamaño desde el muelle más cercano. De ese sitio se utilizan bolsas de aire para levantarlos y colocados en el sitio de anclaje o destino final mediante una maniobra con aparejo de poleas que les coloca en sitio.




Figura II - 66. Transportación de arrecifes artificiales.

Trazo y preparación

Previo a la instalación de los arrecifes se realiza el trazo del sendero ubicando los vértices con GPS. Posteriormente, se marca cada punto con una baliza con un indicador y en caso necesario, con una boya atada al extremo a manera de señalamiento. Posteriormente se trazan líneas con hilo cáñamo que delimiten claramente el sitio de desplante de cada elemento.

Se coloca una malla de geotextil con flotador continuo para el control la dispersión de finos durante los trabajos.

Rescate de organismos de lento desplazamiento

Se implementa un Programa de relocalización de organismos de lento desplazamiento, cuyas actividades consisten, en la realización de una inspección de la zona para verificar que no se encuentren presentes organismos de lento desplazamiento, en caso de localizarse alguno, éste será trasladado a una zona alejada del sitio de intervención que cuente con las características similares a las del área en la que se visualizó.

Hundimiento

Los arrecifes artificiales serán hundidos en las áreas previamente determinadas para el proyecto, sobre superficies de laja y arenales. Se utilizarán flotadores inflables con ayuda de buzos se realizarán las maniobras finas para el descenso y colocación de cada estructura en el sitio elegido para su fijación definitiva (Figura II - 67).



Figura II - 67. Escultura del Museo Subacuático.

Fijación al sustrato marino

Cada estructura puede aproximadamente de dos a tres toneladas, por lo que el propio peso contribuye en gran medida a mantenerlas en el mismo sitio sin desplazarse. A fin de proporcionar mayor estabilidad y como medida de seguridad, cada pieza es fijada al sustrato marino mediante anclas empotradas en el fondo con lo que se asegura que permanezcan en su sitio aun cuando las corrientes pudiesen llegar a ser ocasionalmente fuertes.

Las anclas de fijación de arrecifes consisten en tubos de PVC de 3 pulgadas de diámetro rellenados con concreto, que se introducen por orificios previstos en cada elemento. Estas anclas tubulares penetran el sustrato del fondo hasta una profundidad de 50 o más centímetros mediante un procedimiento de chifoneo de agua a presión si se trata de fondo arenoso. Si se trata de fondo rocoso, mediante un barreno practicado con una herramienta neumática especial para trabajar en el mar, similar a las que se emplean para fijar anclas tipo stingray. Cada elemento llevará al menos 4 anclas (Figura II - 68).

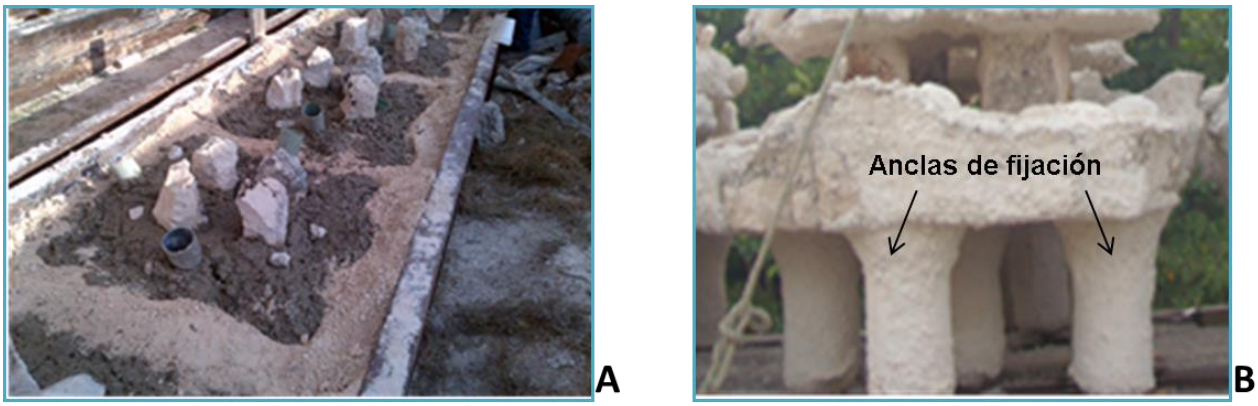


Figura II - 68. Anclas de fijación de los arrecifes.

El taladro neumático y el equipo necesario para la perforación, como bomba y compresor de buceo, están colocados en una lancha. En previsión de derrames se contará con elementos absorbentes a bordo. Solamente se trabajará en ocasiones de calma suficiente para minimizar accidentes (Figura II - 69).



Figura II - 69. Ejemplo de perforación del sustrato para anclas tipo stingray.

Para el anclaje de los arrecifes artificiales se utilizará una broca especial accionada mediante un taladro neumático. El suministro de aire para esta herramienta será provisto por un compresor que se ubicará en la zona de playa. Cada elemento lleva al menos cuatro anclas, lo cual asegura su estabilidad.

En la Figura II - 70 se muestra el diseño de anclaje de los arrecifes artificiales sobre el fondo rocoso.

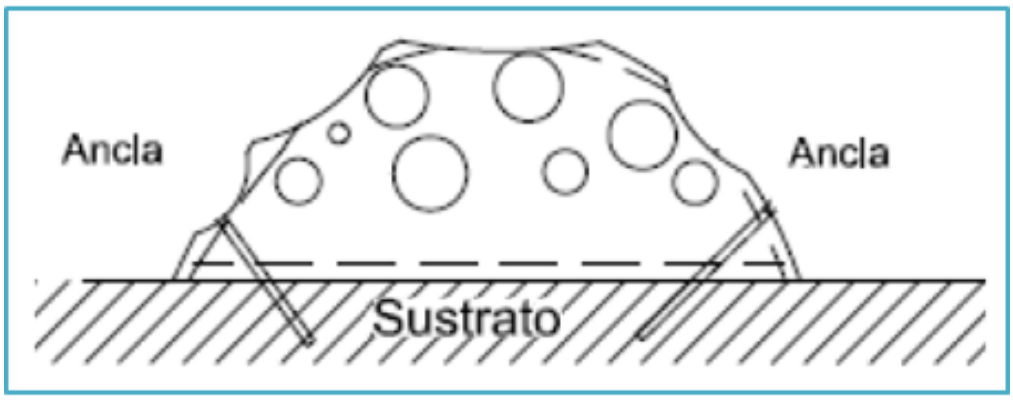


Figura II - 70. Anclaje de los arrecifes artificiales.

Se colocarán 2 estaciones de apoyo de 5 x 10 m, flotantes y ancladas al fondo mediante cadenas y anclas empotradas en el sustrato.

9. PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PARA CONSERVAR LA PLAYA Y LA CALIDAD DEL ENTORNO MARINO

Para la conservación de las condiciones óptimas de esta playa se establecerá y seguirá un programa de mantenimiento que será observado durante la vida útil del proyecto e incluirá los siguientes:

Alcances:

9.1. Barrera para contención de sargazo

Vigilancia constante sobre el estado físico de la barrera para control de sargazo, especialmente en días de arribos extraordinarias, incluyendo los cabos de sujeción, la cortina y ajustando la dirección cuando las algas no se desplacen para impedir que el sargazo se descomponga y penetre al entorno marino cercano a la playa donde se descompone.

9.2. Cortina de microburbujas como refuerzo.

Para reforzar el funcionamiento de esta barrera en situaciones críticas por la cantidad de sargazo que se esté presentando o cuando esta barrera sea necesario retirarla para darle mantenimiento, se habilitará una barrera extra, tipo cortina de microburbujas que funciona con una manguera especial tipo difusor colocada en el fondo, orientada en la misma dirección que la barrera de sargazo, la cual es alimentada con aire a presión libre de aceite proveniente de un compresor instalado en la playa. Las microburbujas desvían las algas y pequeños cuerpos flotantes como plásticos o desechos y resultan muy eficientes y amigables con el medio.

Esta segunda barrera o cortina apoyará mantener la calidad de la masa de agua del entorno al impedir la llegada de material orgánico que pueda descomponerse en el entorno cercano de la playa, como sucede actualmente, al mismo tiempo que aporta oxígeno complementario, sin interferir con el paso de fauna, bañistas o embarcaciones.

9.3. Inyección de agua de mar

Mediante una bomba de flujo axial eléctrica sumergible con capacidad de 20 HP, a colocarse un área libre de vegetación y organismos, se inyectará con una tubería de agua de mar limpia en volumen suficiente a la parte cercana a la costa donde está acumulado sargazo en descomposición, cuya presencia constituye un foco de contaminación que afecta la calidad del agua, aire y la salud del ecosistema costero, así como la de los bañistas, afectando la biodiversidad. Con esta acción se propiciará el intercambio de la masa de agua para oxigenar la zona marina cercana y remover la materia orgánica estancada cuyo estado impide su remoción con herramientas manuales.

De esta forma se controlará la calidad del agua en el entorno marino y a la vez se conseguirá un paisaje favorable característico del Caribe Mexicano.

9.4. Regresar periódicamente a la playa la arena que se recoge junto con algas previo acondicionamiento

Tras la remoción de algas y pastos que arriban a la playa, se remueve arena junto con ellos. Este conjunto de arena y materia orgánica se traslada a un espacio dentro del terreno del hotel destinado para su desecación, posteriormente se criba y enjuaga para reintegrar el sedimento a la playa.

9.5. Disposición de arena proveniente de los sitios autorizados, para revertir la erosión, sobre todo después de eventos extraordinarios.

Con el mismo proceso descrito en el punto 1, se bombeará arena desde la zona de disposición de sedimento aprovechable, donde por sus características se acumula el sedimento, hacia la playa que se erosiona por efecto del transporte transversal y tras el paso de eventos hidrometeorológicos de gran magnitud como son tormentas tropicales y huracanes que retiran la arena de la playa al incidir el fuerte oleaje a la costa.

10. OBRAS PARALA RECUPERACIÖN DE PLAYA FRENTE AL LOTE 1

Los alcances de esta parte del proyecto incluyen:

- Colocación de tarquina
- Vertimiento de arena
- Colocación de elementos atenuadores de oleaje, el central con conexión a la playa y cubierta
- Vertimiento de arena adicional para estabilizar la playa
- Postes de madera para colgar hamacas

El proceso constructivo para la habilitación de estas obras será el mismo descrito previamente.

Materiales y herramientas a utilizar

Las obras y actividades del proyecto no requerirán de maquinaria pesada ni de herramientas de gran tamaño y la instalación se llevará a cabo de manera manual.

Los materiales y herramientas a utilizar son los básicos para este tipo de trabajos de carpintería propia de palaperos y muelleros. Toda la madera a utilizarse será madera dura de la región obtenida de sitios y proveedores debidamente autorizados. Los herrajes y tornillería son de acero inoxidable.

En la Tabla II - 8 se listan las principales herramientas y materiales que se requerirán para la instalación del proyecto.

Tabla II - 8. Lista de los principales materiales y equipos requeridos.

Materiales	Herramientas y equipo
• Tubos de geotextil de polipropileno. • Pilotes de madera dura de la región de al menos 8" de diámetro • Vigas y largueros de madera dura de la	• Bobcat. • Compresor de aire de 120 Volts (V). Corriente alterna (CA) de alimentación. • Bombas sumergibles de 5 y 30 HP y 220 V.

región de 3"x 8" x 8" • Tablas de cubierta (duela) de madera dura de la región de 2" x 8" x 8" • Mallas de antidispersión. • Pijas de fijación de cubierta de acero inoxidable de cabeza plana • Varillas roscadas de acero inoxidable de ½" de grosor para fijar vigas a pilotes • Varillas roscadas de acero inoxidable de ½" de grosor para fijar largueros a vigas • Cintas de delimitación de áreas de trabajo. • Banderines. • Boyas. • Cable sumergible de uso rudo. • Dispositivo de succión con rejilla de protección. • Lote de mangueras de 6 pulgadas con pitorro de descarga. • Estacas y soga para delimitación de polígonos de obra y avances. • Anclas.	• Equipo de Global Positioning Sistem (GPS), modelo Garmin E-Trex. • Equipo básico de buceo (visor, snorquel y aletas) y traje de neopreno para cada buzo (en caso de ser necesario). • Moto sierra • Sierra caladora • Taladro eléctrico • Nivel láser • Retroexcavadora pequeña • Camión de volteo • Camión de carga

Para el bombeo de arena se utilizarán de una a tres bombas sumergibles de 30 HP y 220 V, con cable sumergible de uso rudo. Estos equipos generan la succión necesaria para tomar agua y arena del fondo marino. Se utilizará una manguera de 6 pulgadas de diámetro con un dispositivo de absorción con rejilla de protección, que se ubicará en el extremo de succión de la manguera con el fin de evitar que se aspiren piedras o cualquier objeto no deseado que pueda dañar el impulsor de la bomba. Se requerirá de un compresor de alimentación de aire a los buzos.

Cuando se utilice la zona de disposición de sedimento aprovechable que se localiza cercana a la costa, las bombas reposarán en el fondo marino.

Durante la disposición de arena de la zona de disposición de sedimento aprovechable, las bombas operarán colgadas de una embarcación con generador eléctrico y dispositivos para maniobrarlas en forma segura.

En campo no se dará mantenimiento a estos equipos, en caso necesario serán retirados del frente de trabajo y se colocarán lienzos de plástico debajo de ellos para contener cualquier goteo de aceite.

Personal requerido

Durante las etapas de preparación del sitio y construcción será necesaria la contratación de personal, por lo que se generarán 11 empleos temporales (Tabla II - 9**)**.

Tabla II - 9. Relación del personal de obra.

Puesto	Cantidad
Encargado de obra	1
Cabo	1
Buzos	4

Operadores de lancha	1
Ayudantes generales.	4
Total	**11**

Obras y actividades provisionales asociadas a las etapas de preparación y construcción del proyecto.

No se prevé ningún tipo de obra adicional o asociada a las ya indicadas.

II.2.3. Etapa de operación y mantenimiento

La etapa de operación del proyecto consistirá en el funcionamiento de los atenuadores de oleaje, los cuales minimizarán la intensidad del oleaje y permitirán que la arena de la playa se conserve. Debido a la naturaleza de las obras, el promovente no prevé otorgar ningún tipo de servicios durante la etapa operativa, por lo que solo se llevarán a cabo las siguientes actividades de mantenimiento cuando se requieran:

1) Mantener limpia la Zona Federal Marítima Terrestre.
2) Reparación de los atenuadores de oleaje por daños tras marejadas extraordinarias o por desgaste puntual causado por el roce de objetos o rocas sueltas en el fondo u organismos como lapas, cangrejos, etc.
3) Reposición de arena por eventos extraordinarios; esta playa es susceptible de ser afectada por marejadas fuertes, por lo que se proyecta reponer cada año al menos entre un 10 % a 15 % de la arena que se pierda.
4) Reparación y reposición de elementos de madera y geotextiles.
5) En caso de que por la presencia de algún fenómeno natural se pierda mayor cantidad de arena, se dará un aviso especial a las autoridades correspondientes para realizar mantenimiento al sitio del proyecto.
6) Se consideran también como mantenimiento las actividades anteriormente mencionadas denominadas como: 9.1. Barrera para contención de sargazo, 9.2. Cortina de microburbujas como refuerzo, 9.3. Inyección de agua de mar, 9.4. Regresar periódicamente a la playa la arena que se recoge junto con algas previo acondicionamiento.

Las actividades de mantenimiento serán reportadas en los informes de cumplimiento que se entreguen a PROFEPA y SEMARNAT.

Permanentemente se vigilará el desempeño de las estructuras revisando su integridad, de tal manera que, si se observa alguna falla, se programará su reparación dentro de un plazo razonablemente corto a fin de evitar fallas mayores o catastróficas.

Debido a las características del proyecto y a la zona en que se ubica, se solicita que se autorice la operación y mantenimiento por un período de hasta por 50 años, en los cuales se prevé relocalizar arena desde las zonas de disposición autorizadas, las cuales serán monitoreadas periódicamente.

II.2.4. Desmantelamiento y abandono de las instalaciones.

La vida útil de este proyecto es de 45 años, sin embargo, con un adecuado mantenimiento puede ampliarse esta vida útil, en su momento se notificará a las autoridades en caso de pretender ampliar el plazo de operación.

II.2.5. Residuos.

Preparación del sitio y construcción

1. *Residuos sólidos:* Las actividades generarán muy poca cantidad de desperdicios debido a que la mayor parte de los elementos constructivos llegan a la obra con dimensiones finales. Solo se generarán a manera general los siguientes:

- Aserrín y recortes de madera por ajustes pequeños los cuales serán recogidos y colocados en los recipientes de residuos que para estos fines se suministren. Con la finalidad de evitar la dispersión del aserrín, dichos ajustes se realizarán colocando una lona o un recipiente para contenerlo.

- Retazos de mallas, plásticos y cabos que serán recogidos y colocados en los recipientes que para estos fines se suministren.

- Otros residuos: generados por las actividades cotidianas de los trabajadores (residuos sólidos urbanos) se depositarán en tambos de 200 litros, con bolsas de plástico en su interior, debidamente identificados y serán recolectados periódicamente del sitio del proyecto y reubicados a depósitos del Hotel o de la Casa de Visitas.

2. *Residuos líquidos:* Los residuos líquidos que se generarán, serán los propios del uso de los sanitarios del Hotel o de la Casa de Visitas por parte del personal.

3. *Emisiones a la atmósfera:* Generadas por el uso ocasional de trascabo y camión de volteo, que utilizan diésel como combustible.

Operación y mantenimiento

Durante la etapa de operación del proyecto no se generarán ninguna clase de residuos, habrá generación cuando ocurran trabajos de mantenimiento, en cuyo caso su manejo se realizará de manera similar a lo descrito anteriormente.

Infraestructura para el manejo y la disposición adecuada de los residuos

Todos los residuos que se generen durante los trabajos serán dispuestos diariamente en contenedores de 200 litros y periódicamente canalizados a las instalaciones del Hotel y de la Casa de Visitas, para posteriormente ser entregados al servicio de recolección municipal.

II.2.6. Generación de gases efecto invernadero

El cambio climático se refiere a la modificación del clima con respecto a las condiciones históricas. La causa principal del cambio climático de origen antropogénico es el calentamiento global, el cual se refiere a un aumento de la temperatura promedio en el planeta como resultado de una mayor concentración de gases de efecto invernadero en la atmósfera

La mayor retención de calor solar intensifica el efecto invernadero y provoca los fenómenos climáticos más intensos y extremos. Como resultado de ello se observan veranos más cálidos, modificación de los patrones de las lluvias y variación en la frecuencia de sequías e inundaciones, además del aumento en el nivel del mar y la alteración de la línea de costas. Si bien existen componentes naturales de las variaciones climáticas, los indicadores de emisiones se han incrementado notablemente en los últimos 150 años, periodo que da cuenta del mayor crecimiento económico en la historia de la humanidad. Esto ha conducido al reconocimiento de que el cambio climático es atribuible directa o indirectamente a la actividad humana.

II.2.6.1. Identificar por etapas del proyecto, en su caso las fuentes generadoras de gases de efecto invernadero.

Los principales gases de efecto invernadero son: dióxido de carbono (CO2), metano (CH4), óxido nitroso (N2O), clorofluorocarbonos (CFC), entre otros. A continuación, se describe cómo son generados cada uno de estos gases de efecto invernadero.

Dióxido de carbono (CO_2). Se produce por la quema de combustibles fósiles (petróleo, carbón, gas natural o sus derivados), así como en la producción de energía, funcionamiento de los procesos industriales y uso en el sector transporte; también se genera a través de procesos industriales (como la producción de cemento, cal, sosa, amoniaco, carburos de silicio o de calcio, acero, y aluminio), la deforestación y quema de la biomasa vegetal.

Metano (CH_4). Este gas se produce mediante actividades anaeróbicas como la agricultura, gas natural, emisiones de hatos ganaderos y rellenos sanitarios. El metano es un gas bastante potente que favorece el calentamiento global, y es que cada kilogramo de éste calienta en 100 años el planeta 23 veces más que la misma masa de dióxido de carbono. Sin embargo, al existir mucha menor cantidad de CH_4 que de CO_2, el metano no hace tanto daño e influye de forma menos importante en el efecto invernadero.

Óxido nitroso (N_2O). Es producido por procesos biológicos en océanos y suelos, también por procesos antropogénicos que incluyen combustión industrial, gases de escape de vehículos de combustión interna. Este gas es destruido fotoquímicamente en la alta atmósfera. En los últimos 100 mil años las concentraciones de óxido nitroso en la atmósfera raramente han excedido 280 ppb, los niveles han crecido desde los 1920s y han llegado a un nuevo máximo de 325 ppm en 2012, este aumento es principalmente debido a la agricultura.

Clorofluorocarbonos (CFC). Se encuentran en los aparatos de aire acondicionado, neveras, aerosoles y utilizados también en diversos procesos industriales.

Con base en lo anterior, se presenta la generación de gases invernadero por las diversas actividades involucradas en los diferentes elementos del proyecto:

Tabla II - 10. Fuentes generadoras de gases de efecto invernadero

ACTIVIDAD	FUENTE GENERADORA
1. Disposición de arena y su relocalización para recuperar la playa.	Embarcación Bomba de succión Retroexcavadora pequeña
2. Habilitación de tarquina, para recibir la arena	-
3. Rehabilitación de la duna	-
4. Colocación de estructuras para estabilizar la playa (atenuadores de oleaje)	Bomba de succión Compresor
5. Hincado de postes para colgar hamacas	Bomba de succión Compresor
6. Reubicación de rocas sueltas que han arribado a la orilla por marejadas tras eventos tropicales, hacia oquedades de la escollera de la Marina El Cid y espigones.	-
7. Reparación de espigones existentes	Retroexcavadora pequeña Camión de carga
8. Formación de arrecifes artificiales	Camión de carga Embarcación Compresor
9. Mantenimiento para conservar la calidad de la playa y del entorno marino	
9.1 Barreras para contención y desvío de algas.	-
9.2 Refuerzo de control de sargazo mediante cortinas de microburbujas.	Compresor
9.3 Inyección de agua de mar.	Bomba tipo axial, eléctrica sumergible
9.4 Regresar periódicamente a la playa la arena recogida junto con algas, previo acondicionamiento.	Camión de volteo
9.5 Reposición de arena que se haya perdido	Embarcación Bomba de succión Retroexcavadora pequeña

II.2.6.2. Determinación de los gases de efecto invernadero que se generaran durante las diferentes etapas del proyecto, como sea el caso de vapor de agua, C02, CH4, N20, CFC, O3, entre otros.

Tabla II - 11. Generación de gases de efecto invernadero

ACTIVIDAD	FUENTE GENERADORA	Litros totales de diésel	MW Totales	Ton CO_2
1. Disposición de arena y su relocalización para recuperar la playa.	Embarcación	1750	-	4.882
	Bomba de succión	-	4000	0.278
	Retroexcavadora pequeña	950	-	2.650
2. Habilitación de tarquina, para recibir la arena	-	-	-	-
3. Rehabilitación de la duna	-	-	-	-
4. Colocación de estructuras	Bomba de succión	-	830	0.058

ACTIVIDAD	FUENTE GENERADORA	Litros totales de diésel	MW Totales	Ton CO_2
para estabilizar la playa (atenuadores de oleaje)	Compresor	-	680	0.087
5. Hincado de postes para colgar hamacas	Bomba de succión	-	220	0.015
	Compresor	-	240	0.030
6. Reubicación de rocas sueltas que han arribado a la orilla por marejadas tras eventos tropicales, hacia oquedades de la escollera de la Marina El Cid y espigones.	-	-	-	-
7. Reparación de espigones existentes	Retroexcavadora pequeña	170	-	0.474
	Camión de carga	250	-	0.697
8. Formación de arrecifes artificiales	Camión de carga	780	-	2.176
	Embarcación	400	-	1.116
	Compresor	-	750	0.096
9. Mantenimiento para conservar la calidad de la playa y del entorno marino				
9.1 Barreras para contención y desvío de algas.	-	-	-	-
9.2 Refuerzo de control de sargazo mediante cortinas de microburbujas.	Compresor	-	12500	1.600
9.3 Inyección de agua de mar.	Bomba tipo axial, eléctrica sumergible	-	9000	0.628
9.4 Regresar periódicamente a la playa la arena recogida junto con algas, previo acondicionamiento.	Camión de volteo	320	-	0.893
9.5 Reposición de arena que se haya perdido	Embarcación	530	-	1.478
	Bomba de succión	-	1200	0.083
	Retroexcavadora pequeña	350	-	0.976
		TOTAL		**18.217**

Factores de emisión: 0.582 toneladas de CO2 / MWh (Sistema Eléctrico Nacional (CRE 2017))
2.79 kg de CO2 por cada litro de diésel (OCCC 2011)

CAPITULO III

VINCULACIÓN CON LOS INSTRUMENTOS DE PLANEACIÓN Y ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES

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

Primeramente, se considera importante señalar que, conforme a la descripción de obras y actividades del Capítulo anterior, éstas se ubican en ambiente terrestre o en ambiente marino:

En ambiente marino:

- Succión y conducción de arena
- Colocación de estructuras para estabilizar la playa (atenuadores de oleaje)
- Hincado de postes para colgar hamacas
- Reubicación de rocas sueltas hacia oquedades de la escollera de la Marina El Cid y espigones
- Reparación de espigones existentes
- Apoyo a proyectos de arrecifes artificiales
- Barreras para contención y desvío de algas
- Refuerzo de control de sargazo mediante cortinas de microburbujas
- Inyección de agua de mar

En ambiente terrestre:

- Habilitación de tarquina, para recibir la arena
- Rehabilitación de la duna
- Reubicación de rocas sueltas hacia oquedades de la escollera de la Marina El Cid y espigones
- Regresar periódicamente a la playa la arena recogida junto con algas, previo acondicionamiento

Conforme a lo anterior, con el objeto de evitar repeticiones innecesarias al referirnos a obras y actividades en ambiente o medio marino se contempla las anteriormente mencionadas, similar se considera para obras y actividades en ambiente o medio terrestre.

III.1. Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio (POET)

Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT), es un instrumento de observancia obligatoria en todo el territorio nacional que vincula las acciones y programas de la Administración Pública Federal y las entidades paraestatales en el marco del Sistema Nacional de Planeación Democrática.

El POEGT, está integrado por un Modelo de Ordenamiento Ecológico General Territorial, una regionalización ecológica del Territorio Nacional, que divide a toda la República

Mexicana en 145 unidades ambientales biofísicas (UAB), estableciendo lineamientos y estrategias ecológicas generales.

Al POEGT, lo conforman 44 estrategias ecológicas que están dirigidas:

- A lograr la sustentabilidad ambiental del territorio.
- Al mejoramiento del sistema social e infraestructura urbana.
- Al fortalecimiento de la gestión y la coordinación institucional.

El POEGT, establece 10 lineamientos ecológicos:

1. Proteger y usar responsablemente el patrimonio natural y cultural del territorio, consolidando la aplicación y el cumplimiento de la normatividad en materia ambiental, desarrollo rural y ordenamiento ecológico del territorio.
2. Mejorar la planeación y coordinación existente entre las distintas instancias y sectores económicos que intervienen en la instrumentación del programa de ordenamiento ecológico general del territorio, con la activa participación de la sociedad en las acciones en esta área.
3. Contar con una población con conciencia ambiental y responsable del uso sustentable del territorio, fomentando la educación ambiental a través de los medios de comunicación y sistemas de educación y salud.
4. Contar con mecanismos de coordinación y responsabilidad compartida entre los diferentes niveles de gobierno para la protección, conservación y restauración del capital natural.
5. Preservar la flora y la fauna, tanto en su espacio terrestre como en los sistemas hídricos a través de las acciones coordinadas entre las instituciones y la sociedad civil.
6. Promover la conservación de los recursos naturales y la biodiversidad, mediante formas de utilización y aprovechamiento sustentable que beneficien a los habitantes locales y eviten la disminución del capital natural.
7. Brindar información actualizada y confiable para la toma de decisiones en la instrumentación del ordenamiento ecológico territorial y la planeación sectorial.
8. Fomentarlacoordinacio´nintersectorialafindefortaleceryhacerma´seficienteal sistema económico.
9. Incorporar al SINAP las áreas prioritarias para la preservación, bajo esquemas de preservación y manejo sustentable.
10. Reducir las tendencias de degradación ambiental, consideradas en el escenario tendencial del pronóstico, a través de la observación de las políticas del Ordenamiento Ecológico General del Territorio.

En relación con las obras y actividades del proyecto a realizarse en el medio terrestre materia del presente manifiesto y conforme a lo establecido en el POEGT y tal como se muestra en la Figura III - 1, al proyecto le corresponde la Región Ecológica número 17.33, compuesta exclusivamente por la Unidad Ambiental Biofísica número 62 (Karst de Yucatán y Quintana Roo), con una política ambiental de restauración, protección y aprovechamiento sustentable, de importancia alta y con un escenario a largo plazo inestable a crítico.

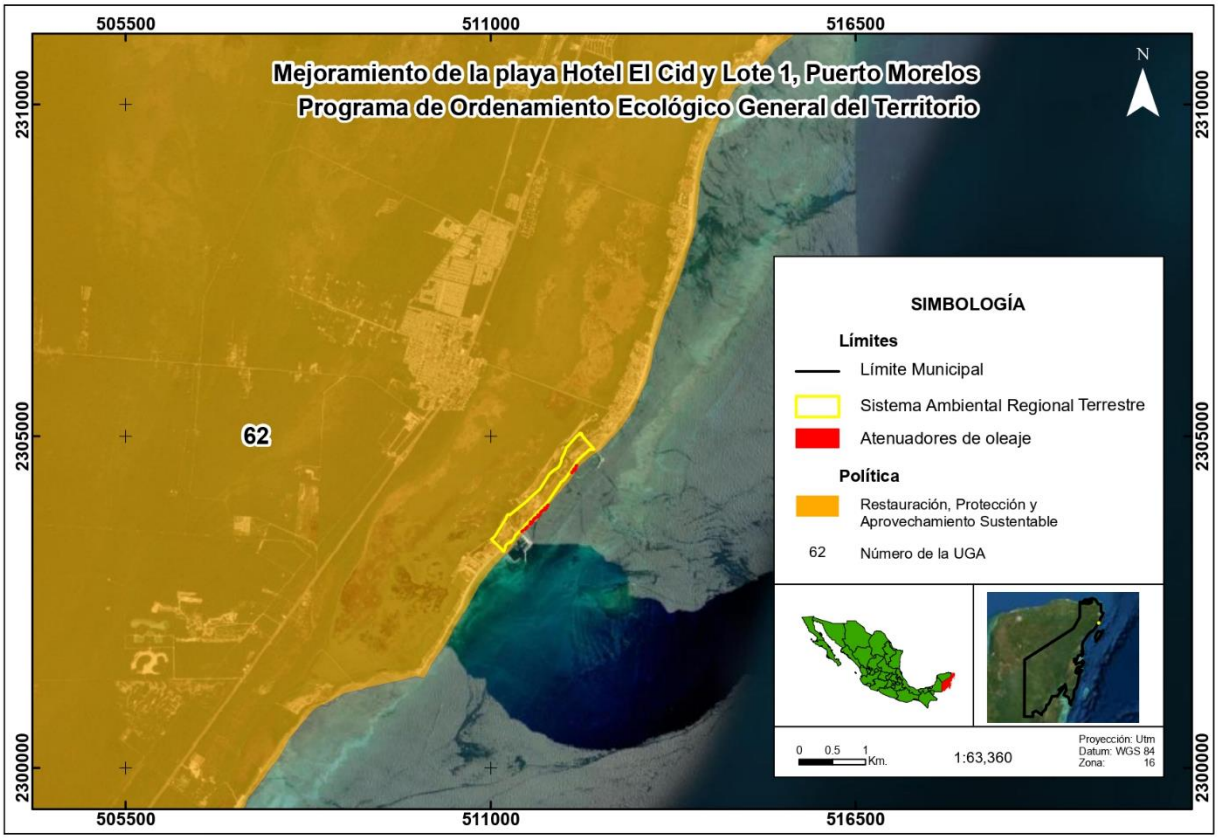


Figura III - 1. Ubicación del proyecto dentro del POEGT.

Los rectores del desarrollo son la Preservación de Flora y Fauna - Turismo.

UAB	Rectores del desarrollo	Coadyuvantes del desarrollo	Asociados del desarrollo	Otros sectores de interés	Estrategias sectoriales
62	Preservación de Flora y Fauna - Turismo	Desarrollo Social - Forestal	Agricultura - Ganadería	Pueblos Indígenas	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 21, 22, 23, 31, 32, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44

Derivado de lo anterior en la tabla siguiente, se muestra la vinculación del POEGT con las obras y actividades en medio terrestre del proyecto:

Tabla III - 1. Vinculación jurídica del proyecto, con las estrategias sectorial de la UAB 62 del POEGT

POLÍTICA AMBIENTAL	ESTRATEGIAS SECTORIALES	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
Grupo I. Dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del Territorio		
A) Preservación	1. Conservación in situ de los ecosistemas y su biodiversidad.	Para las obras y actividades a desarrollarse en el medio terrestre el proyecto no tiene influencia sobre los
	2. Recuperación de especies en	

POLÍTICA AMBIENTAL	ESTRATEGIAS SECTORIALES	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
	riesgo	ecosistemas y su biodiversidad.
	3. Conocimiento, análisis y monitoreo de los ecosistemas y su biodiversidad	Es de mencionar que para las partes del proyecto que se desarrollarán en el medio marino, para reducir los impactos negativos del proyecto por su realización, el Programa de Manejo Ambiental contempla el Subprograma de Rescate y Reubicación de Fauna Marina, Subprograma de Monitoreo de Perfil Costero y Subprograma de Acciones Independientes puesto que el promovente es consciente de la importancia de las especies que se encuentran o utilizan al sitio del proyecto como vía de acceso a la playa.
B) Aprovechamiento sustentable	4. Aprovechamiento sustentable de ecosistemas, especies, genes y recursos naturales.	El proyecto no contempla el aprovechamiento de recursos naturales, sin embargo, el promovente es consciente de la importancia de los recursos que existen en el sitio del proyecto, así reflejado en el Programa de Manejo Ambiental.
	5. Aprovechamiento sustentable de los suelos agrícolas y pecuarios.	No aplica para el proyecto. No es un aprovechamiento de suelos agrícolas o pecuarios
	6. Modernizar la infraestructura hidroagrícola y tecnificar las superficies agrícolas.	No aplica para el proyecto. No es una infraestructura hidroagrícola o de tecnificación de superficies agrícolas
	7. Aprovechamiento sustentable de los recursos forestales.	No aplica para el proyecto. No es un aprovechamiento de recursos forestales
	8. Valoración de los servicios ambientales.	El promovente es consciente de la importancia de los recursos naturales que existen en el sitio del proyecto y su preservación, así reflejado dentro del Programa de Manejo Ambiental.
C) Protección de los recursos naturales	9. Propiciar el equilibrio de las cuencas y acuíferos sobreexplotados.	No aplica para el proyecto. No se encuentra en cuenca o acuífero sobreexplotado.
	10. Reglamentar para su protección, el uso del agua en las principales cuencas y acuíferos.	No aplica para el proyecto. Corresponde su ejecución a la autoridad
	11. Mantener en condiciones adecuadas de funcionamiento las presas administradas por CONAGUA.	No aplica para el proyecto. No tiene injerencia sobre el funcionamiento de alguna presa.
	12. Protección de los ecosistemas.	Para la elaboración del presente manifiesto, respecto al medio marino se realizaron múltiples estudios especializados para detectar las

POLÍTICA AMBIENTAL	ESTRATEGIAS SECTORIALES	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
		posibles afectaciones que la construcción y operación del proyecto, ocasionarían al ecosistema marino, basados en el principio de protección y preservación, integrando así el Programa de Manejo Ambiental y sus subprogramas.
	13. Racionalizar el uso de agroquímicos y promover el uso de biofertilizantes.	No aplica para el proyecto. No se utilizarán agroquímicos o biofertilizantes
D) Restauración	14. Restauración de los ecosistemas forestales y suelos agrícolas.	No aplica para el proyecto. No se encuentra en ecosistema forestal o en suelo agrícola.
E) Aprovechamiento sustentable de recursos naturales no renovables y actividades económicas de producción y servicios	21. Rediseñar los instrumentos de política hacia el fomento productivo del turismo.	No aplica para el proyecto. Su ejecución corresponde a la autoridad
	22. Orientar la política turística del territorio hacia el desarrollo regional.	La realización del proyecto generará desarrollo en la región, puesto que las empresas y trabajadores que se contemplan contratar serán locales.
	23. Sostener y diversificar la demanda turística doméstica e internacional con mejores relaciones consumo (gastos del turista) - beneficio (valor de la experiencia, empleos mejor remunerados y desarrollo regional).	El proyecto, además de evitar la erosión de la costa, tiene la intención de preservar la belleza natural del sitio y las especies que en él habitan, para seguir potencializando la región como un lugar turístico a nivel nacional e internacional.
Grupo II. Dirigidas al mejoramiento del sistema social e infraestructura urbana		
D) Infraestructura y equipamiento urbano y regional	31. Generar e impulsar las condiciones necesarias para el desarrollo de ciudades y zonas metropolitanas seguras, competitivas, sustentables. Bien estructuradas y menos costosas.	No aplica para el proyecto. No es un desarrollo de ciudad ni zona metropolitana.
	32. Frenar la expansión desordenada de las ciudades, dotarlas de suelo apto para el desarrollo urbano y aprovechar el dinamismo, la fortaleza y la riqueza de las mismas para impulsar el desarrollo regional.	No aplica para el proyecto. Su ejecución corresponde a la autoridad
E) Desarrollo Social	36. Promover la diversificación de las actividades productivas en el sector agroalimentario y el aprovechamiento integral de la biomasa. Llevar a cabo una política alimentaria integral que permita mejorar la nutrición de las personas en situación de pobreza.	No aplica para el proyecto. Su ejecución corresponde a la autoridad

POLÍTICA AMBIENTAL	ESTRATEGIAS SECTORIALES	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
	37. Integrar a mujeres, indígenas y grupos vulnerables al sector económico- productivo en núcleos agrarios y localidades rurales vinculadas.	El proyecto pretende contratar trabajadores locales, generando oportunidades al mercado laboral de la zona y mantendrá los empleos existentes.
	38. Fomentar el desarrollo de capacidades básicas de las personas en condición de pobreza.	No aplica para el proyecto. Su ejecución corresponde a la autoridad
	39. Incentivar el uso de los servicios de salud, especialmente de las mujeres y los niños de las familias en pobreza.	No aplica para el proyecto. Su ejecución corresponde a la autoridad
	40. Atender desde el ámbito del desarrollo social, las necesidades de los adultos mayores mediante la integración social y la igualdad de oportunidades. Promover la asistencia social a los adultos mayores en condiciones de pobreza o vulnerabilidad, dando prioridad a la población de 70 años y más, que habita en comunidades rurales con los mayores índices de marginación.	No aplica para el proyecto. Su ejecución corresponde a la autoridad
	41. Procurar el acceso a instancias de protección social a personas en situación de vulnerabilidad.	No aplica para el proyecto. Su ejecución corresponde a la autoridad
Grupo III. Dirigidas al Fortalecimiento de la gestión y la coordinación institucional		
A) Marco jurídico	42. Asegurar la definición y el respeto a los derechos de propiedad rural.	No aplica para el proyecto. Su ejecución corresponde a la autoridad
B) Planeación de Ordenamiento Territorial	43. Integrar, modernizar y mejorar el acceso al catastro rural y la información agraria para impulsar proyectos productivos.	No aplica para el proyecto. Su ejecución corresponde a la autoridad
	44. Impulsar el ordenamiento territorial estatal y municipal y el desarrollo regional mediante acciones coordinadas entre los tres órdenes de gobierno y concertadas con la sociedad civil.	No aplica para el proyecto. Su ejecución corresponde a la autoridad

Conforme a lo anterior, respecto a las estrategias sectoriales las obras y actividades en medio terrestre del proyecto son acordes con los números 1, 2, 3, 12, 22, 23 y 37.

A) Preservación. - El Programa de Manejo Ambiental contempla el Subprograma de Rescate y Reubicación de Fauna Marina, Subprograma de Monitoreo de Perfil Costero y Subprograma de Acciones Independientes, el promovente es consciente de la importancia de las especies que se encuentran o utilizan al sitio del proyecto como vía de acceso a la playa.

B) Protección de los recursos naturales. - **12.** Protección de los ecosistemas, se efectuaron estudios para detectar las posibles afectaciones que la construcción y operación del proyecto, ocasionarían al ecosistema marino, basados en el principio de protección y preservación, integrando así el Programa de Manejo Ambiental y sus subprogramas.

C) Aprovechamiento sustentable de recursos naturales no renovables y actividades económicas de producción y servicios. - **22.** Orientar la política turística del territorio hacia el desarrollo regional, ya que la realización del proyecto, generará desarrollo en la región, puesto que las empresas y trabajadores que se contemplan contratar serán locales; **23.** Sostener y diversificar la demanda turística doméstica e internacional con mejores relaciones consumo (gastos del turista) - beneficio (valor de la experiencia, empleos mejor remunerados y desarrollo regional), ya que el proyecto, además de evitar la erosión de la costa, tiene la intención de preservar la belleza natural del sitio y las especies que en él habitan, para seguir potencializando la región como un lugar turístico a nivel nacional e internacional.

D) Desarrollo Social. - **37.** Integrar a mujeres, indígenas y grupos vulnerables al sector económico- productivo en núcleos agrarios y localidades rurales vinculadas, ya que se pretende contratar trabajadores locales, generando oportunidades al mercado laboral de la zona y manteniendo los empleos existentes

Aunado a lo anterior al implementar las medidas de mitigación y prevención de impactos se conseguirá un desarrollo sustentable, minimizando los conflictos ambientales.

III.1.1. Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe

El Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe (POEMRGMMC), es el instrumento de política ambiental cuyo objeto es regular o inducir el uso del suelo y las actividades productivas, con el fin de lograr la protección del medio ambiente y la preservación y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, a partir del análisis de las tendencias de deterioro y las potencialidades de aprovechamiento de los mismos.

El POEMRGMMC, identifica, orienta y enlaza las políticas, programas, proyectos y acciones de la administración pública que contribuyan a lograr las metas regionales que en él se plantean y optimizar el uso de los recursos públicos de acuerdo con la aptitud del territorio, con acciones en materia de derecho marítimo, lucha contra la contaminación en los mares, protección de los recursos marinos, combate a la marginación y orientación del desarrollo hacia la sustentabilidad.

El POEMRGMMC, está integrado por 1. Lineamientos Ecológicos, conformada por 27 metas o enunciados generales, 2. Unidades de Gestión Ambiental (UGA), que incluyen 203 unidades clasificadas en a) Marina y b) Regionales:

a) Área Marina, que comprende las áreas o superficies ubicadas en zonas marinas mexicanas, incluyendo zonas federales adyacentes del Golfo de México y Mar Caribe. También incluye 26 Áreas Naturales Protegidas, de competencia Federal con

parte de su extensión en la zona marina. Cabe señalar, que en dichas áreas aplica el Decreto y el Programa de Manejo correspondiente, así como las acciones generales y específicas que establece este Programa, de acuerdo a su ubicación.

b) Área Regional, abarca una región ecológica ubicada en 142 municipios con influencia costera de 6 entidades federativas (Quintana Roo, Yucatán, Campeche, Tabasco, Veracruz y Tamaulipas). En esta área se incluyen 3 Áreas Naturales Protegidas de Competencia Federal que no tienen contacto directo con el mar, en las cuales aplica solamente el Decreto y el Programa de Manejo correspondiente. Asimismo, se incluyen 14 ÁreasNaturales Protegidas Estatales.

En relación con el análisis del POEMRGMMC, su Anexo 9 determina que se debe iniciar con la identificación de la UGA de interés, posteriormente con las: 1. Acciones Generales, 2. Acciones Específicas, 3. Criterios para la zona costera inmediata (en caso de aplicar) y por último 4. Criterios Insulares (en caso de que la UGA sea insular o marina que incluya islas).

Las obras y actividades en ambiente terrestre del proyecto se encuentran dentro de la UGA Regional No. 138, mientras que las correspondientes al medio marino se encuentran en la UGA Marina No. 178, denominada Zona Marina de Competencia Federal, misma que consta de una superficie de 311,046.005 hectáreas, con una población contabilizada de 0 habitantes, tal y como se muestra en la Figura III - 2.

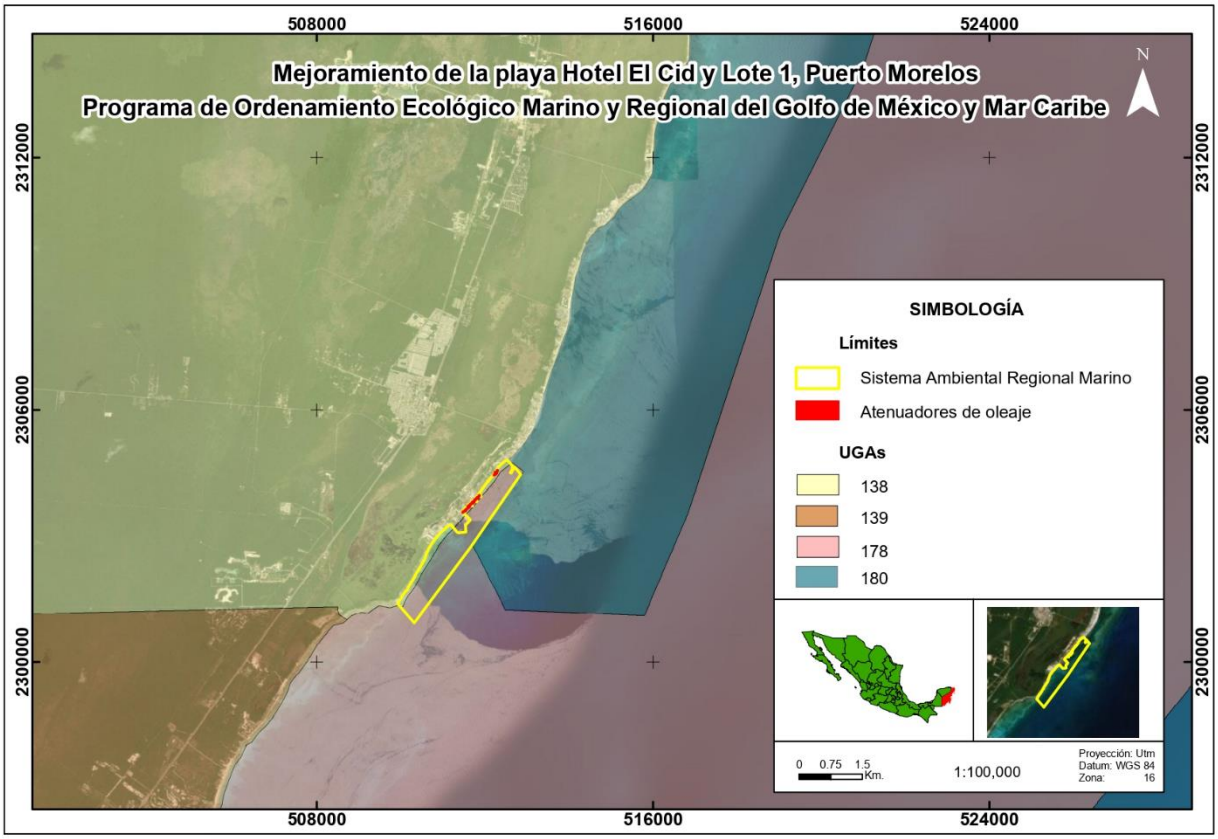


Figura III - 2. En donde se muestra la UGA No. 138 y 178 del POEMRGMMC, así como el sitio del proyecto.

A ambas UGAs le son aplicables los criterios generales del Anexo 4 del POEMRGMMC, los cuales se describen en la siguiente tabla siguiente:

Tabla III - 2. Acciones Generales del Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe y la Vinculación Jurídica del proyecto.

CLAVE	ACCIONES GENERALES	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
G001	Promover el uso de tecnologías y prácticas de manejo para el uso eficiente del agua en coordinación con la CONAGUA y demás autoridades competentes.	No aplica para el proyecto. Su ejecución corresponde a la autoridad
G002	Promover el establecimiento del pago por servicios ambientales hídricos en coordinación con la CONAGUA y las demás autoridades competentes.	No aplica para el proyecto. Su ejecución corresponde a la autoridad
G003	Impulsar y apoyar la creación de UMA para evitar el comercio de especies de extracción y sustituirla por especies de producción.	El proyecto está plenamente comprometido con las especies que habitan en el sitio y que pudieran ser perturbadas al momento de su realización, por lo que, como parte del apoyo para la conservación de dichas especies dentro del Programa de Manejo Ambiental y, en específico, dentro de su Subprograma de Rescate y Reubicación de Fauna Marina, se contempla establecer los criterios, metodologías y procedimientos para la protección, rescate, manejo y reubicación de los individuos de las especies de fauna marina presentes en el área de afectación directa del proyecto.
G004	Instrumentar o en su caso reforzar las campañas de vigilancia y control de las actividades extractivas de flora y fauna silvestre, particularmente para las especies registradas en la Norma Oficial Mexicana, Protección ambiental-Especies Nativas de México de Flora y Fauna Silvestre- Categoría de Riesgo y Especificaciones para su Inclusión, Exclusión o Cambio-Lista de Especies en Riesgo (NOM-059-SEMARNAT-2010).	El presente manifiesto contempla la presencia de especies incluidas en la NOM-059- SEMARNAT-2010 como son los gorgonáceos y en las costas adyacentes al SAR, la presencia de tortugas marinas, sin preverse actividades extractivas de las mismas. Debido al compromiso del proyecto en evitar cualquier afectación a la fauna marina, a través del Programa de Manejo de Tortuga del Cid Cancún, que actualmente instrumenta el hotel al cual se asocia el proyecto, y de acciones establecidas en el Programa de Manejo Ambiental se pretende proteger y conservar a los individuos de las especies de fauna marina que sean más susceptibles y que se localicen en el área de afectación directa del

CLAVE	ACCIONES GENERALES	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
		proyecto, con el fin de conservar sus poblaciones y con ello los procesos ecológicos marinos. Es importante señalar que las estructuras de estabilización de playas están ubicadas con el propósito de proteger los parches de pastizales presentes, por lo que su ubicación no afectará ninguna especie considerada dentro de los pastos marinos.
G005	Establecer bancos de germoplasma, conforme a la legislación aplicable.	No aplica para el proyecto. No se realizarán actividades con germoplasma
G006	Reducir la emisión de gases de efecto invernadero.	El proyecto, utilizará maquinaria y equipo para su desarrollo, sin embargo, el promovente, comprometido con la reducción de emisiones, verificará que las empresas contratadas, puedan demostrar que se encuentran en buenas condiciones y que están sujetos al mantenimiento adecuado, acciones que están incluidas en el Subprograma de Acciones Independientes.
G007	Fortalecer los programas económicos de apoyo para el establecimiento de metas voluntarias para la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero y comercio de Bonos de Carbono.	No aplica para el proyecto. Su ejecución corresponde a la autoridad
G008	El uso de Organismos Genéticamente Modificados debe realizarse conforme a la legislación vigente.	No aplica para el proyecto. No se realizarán actividades con Organismos Genéticamente Modificados
G009	Planificar las acciones de construcción de infraestructura, en particular la de comunicaciones terrestres para evitar la fragmentación del hábitat.	No aplica para el proyecto. No se realizarán actividades relacionadas con comunicaciones terrestres
G010	Instrumentar campañas y mecanismos para la reutilización de áreas agropecuarias para evitar su expansión hacia áreas naturales.	No aplica para el proyecto. Su ejecución corresponde a la autoridad
G011	Instrumentar medidas de control para minimizar las afectaciones producidas a los ecosistemas costeros por efecto de las actividades humanas.	El proyecto considera la implementación del Programa de Manejo Ambiental y Subprogramas como el de Rescate y Reubicación de Fauna Marina y de Acciones Independientes, los cuales proponen una serie de medidas y acciones para que prevenir, minimizar o compensar los impactos que pueden ser generados por el desarrollo del proyecto. En este sentido el propósito del Subprograma de Rescate y Reubicación de Fauna Marina es proteger y conservar a los

CLAVE	ACCIONES GENERALES	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
		individuos de las especies de fauna marina que sean más susceptibles y que se encuentren en el área de afectación directa del proyecto, así como acciones de restauración de la zona, para conservar sus poblaciones y con ello sus procesos ecológicos marinos. Además, el Subprograma de Acciones Independientes considera todas aquellas acciones necesarias de prevención, mitigación, manejo y control apropiado de los impactos que están referidas a las reglas de operación del personal, de manejo de residuos y acciones adicionales en áreas terrestres. Contemplando así, el área de afectación directa del proyecto.
G012	Impulsar la ubicación o reubicación de parques industriales en sitios ya perturbados o de escaso valor ambiental.	No aplica para el proyecto. Su ejecución corresponde a la autoridad
G013	Evitar la introducción de especies potencialmente invasoras en o cerca de las coberturas vegetales nativas.	No aplica para el proyecto. No se realizarán actividades con especies potencialmente invasoras
G014	Promover la reforestación en los márgenes de los ríos.	No aplica para el proyecto. Su ejecución corresponde a la autoridad
G015	Evitar el asentamiento de zonas industriales o humanas en los márgenes o zonas inmediatas a los cauces naturales de los ríos.	No aplica para el proyecto. No se realizarán actividades en los márgenes o zonas inmediatas a los cauces naturales de ríos
G016	Reforestar las laderas de las montañas con vegetación nativa de la región.	No aplica para el proyecto. Su ejecución corresponde a la autoridad
G017	Desincentivar las actividades agrícolas en las zonas con pendientes mayores a 50%.	No aplica para el proyecto. No es una actividad agrícola
G018	Recuperar la vegetación que consolide las márgenes de los cauces naturales en el ASO, de conformidad por lo dispuesto en la Ley de Aguas Nacionales, la Ley General de Vida Silvestre y demás disposiciones jurídicas aplicables.	No aplica para el proyecto. Su ejecución corresponde a la autoridad
G019	Los planes o programas de desarrollo urbano del área sujeta a ordenamiento deberán tomar en cuenta el contenido de este Programa de Ordenamiento, incluyendo las disposiciones aplicables sobre riesgo frente a cambio climático en los asentamientos humanos.	No aplica para el proyecto. Su ejecución corresponde a la autoridad
G020	Recuperar y mantener la vegetación natural en las riberas de los ríos y zonas inundables asociadas a ellos.	No aplica para el proyecto. No se realizarán actividades en riberas de los ríos y zonas inundables asociadas a ellos.
G021	Promover las tecnologías productivas en sustitución de las extractivas.	No aplica para el proyecto. La actividad no es del tipo extractivo

CLAVE	ACCIONES GENERALES	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
G022	Promover el uso de tecnologías productivas intensivas en sustitución de las extensivas.	No aplica para el proyecto. La actividad no es del tipo extensivo
G023	Implementar campañas de control de especies que puedan convertirse en plagas.	No aplica para el proyecto. Su ejecución corresponde a la autoridad
G024	Promover la realización de acciones de forestación y reforestación con restauración de suelos para incrementar el potencial de sumideros forestales de carbono, como medida de mitigación y adaptación de efectos de cambio climático.	No aplica para el proyecto. Su ejecución corresponde a la autoridad
G025	Fomentar el uso de especies nativas que posean una alta tolerancia a parámetros ambientales cambiantes para las actividades productivas.	No aplica para el proyecto. No es una actividad productiva relacionada con flora
G026	Identificar las áreas importantes para el mantenimiento de la conectividad ambiental en gradientes altitudinales y promover su conservación (o rehabilitación).	No aplica para el proyecto. Su ejecución corresponde a la autoridad
G027	Promover el uso de combustibles de no origen fósil.	No aplica para el proyecto. Su ejecución corresponde a la autoridad
G028	Promover el uso de energías renovables.	No aplica para el proyecto. Su ejecución corresponde a la autoridad
G029	Promover un aprovechamiento sustentable de la energía.	No aplica para el proyecto. Su ejecución corresponde a la autoridad
G030	Fomentar la producción y uso de equipos energéticamente más eficientes.	No aplica para el proyecto. Su ejecución corresponde a la autoridad
G031	Promover la sustitución a combustibles limpios, en los casos en que sea posible, por otros que emitan menos contaminantes que contribuyan al calentamiento global.	No aplica para el proyecto. Su ejecución corresponde a la autoridad
G032	Promover la generación y uso de energía a partir de hidrógeno.	No aplica para el proyecto. Su ejecución corresponde a la autoridad
G033	Promover la investigación y desarrollo en tecnologías limpias.	No aplica para el proyecto. Su ejecución corresponde a la autoridad
G034	Impulsar la reducción del consumo de energía de viviendas y edificaciones a través de la implementación de diseños bioclimático, el uso de nuevos materiales y de tecnologías limpias.	No aplica para el proyecto. Su ejecución corresponde a la autoridad
G035	Establecer medidas que incrementen la eficiencia energética de las instalaciones domésticas existentes.	No aplica para el proyecto. Su ejecución corresponde a la autoridad
G036	Establecer medidas que incrementen la eficiencia energética de las instalaciones industriales existentes.	No aplica para el proyecto. Su ejecución corresponde a la autoridad
G037	Elaborar modelos (sistemas mundiales de zonificación agroecológica) que permitan evaluar la sostenibilidad de la producción de cultivos; en diferentes condiciones del suelo, climáticas y del terreno.	No aplica para el proyecto. Su ejecución corresponde a la autoridad
G038	Evaluar la potencialidad del suelo para la captura de carbono.	No aplica para el proyecto. Su ejecución corresponde a la autoridad

CLAVE	ACCIONES GENERALES	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
G039	Promover y fortalecer la formulación e instrumentación de los ordenamientos ecológicos locales en el ASO.	No aplica para el proyecto. Su ejecución corresponde a la autoridad
G040	Fomentar la participación de las industrias en el Programa Nacional de Auditoría Ambiental.	No aplica para el proyecto. Su ejecución corresponde a la autoridad
G041	Fomentar la elaboración de Programas de Desarrollo Urbano en los principales centros de población de los municipios.	No aplica para el proyecto. Su ejecución corresponde a la autoridad
G042	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.	No aplica para el proyecto. Su ejecución corresponde a la autoridad
G043	LA SEMARNAT, considerara el contenido aplicable de este Programa. En su participación para la actualización de la Carta Nacional Pesquera, Asimismo, lo considerara 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.	No aplica para el proyecto. Su ejecución corresponde a la autoridad
G044	Contribuir a la construcción y reforzamiento de las cadenas productivas y de comercialización interna y externa de las especies pesqueras.	No aplica para el proyecto. No se tiene injerencia sobre el aprovechamiento de especies pesqueras
G045	Consolidar el servicio de transporte público en las localidades nodales.	No aplica para el proyecto. Su ejecución corresponde a la autoridad
G046	Fomentar la ampliación o construcción de infraestructuras que liberen tránsito de paso, corredores congestionados y mejore el servicio de transporte.	No aplica para el proyecto. Su ejecución corresponde a la autoridad
G047	Impulsar la diversificación de actividades productivas.	No aplica para el proyecto. Su ejecución corresponde a la autoridad
G048	Instrumentar y apoyar campañas para la prevención ante la eventualidad de desastres naturales.	No aplica para el proyecto. Su ejecución corresponde a la autoridad
G049	Fortalecer la creación o consolidación de los comités de protección civil.	No aplica para el proyecto. Su ejecución corresponde a la autoridad
G050	Promover que las construcciones de las casas habitación sean resistentes a eventos hidrometeorológicos.	No aplica para el proyecto. Su ejecución corresponde a la autoridad
G051	Realizar campañas de concientización sobre el manejo adecuado de residuos sólidos urbanos.	El promovente capacitará al personal en el manejo adecuado de residuos.
G052	Implementar campañas de limpieza, particularmente en asentamientos suburbanos y urbanos (descacharrización, limpieza de solares, separación de basura, etc.).	No aplica para el proyecto. Su ejecución corresponde a la autoridad
G053	Instrumentar programas y mecanismos de reutilización de las aguas residuales tratadas.	No aplica para el proyecto. Su ejecución corresponde a la autoridad
G054	Promover en el sector industrial la instalación y	No aplica para el proyecto. Su ejecución

CLAVE	ACCIONES GENERALES	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
	operación adecuada de plantas de tratamiento para sus descargas.	corresponde a la autoridad
G055	La remoción parcial o total de vegetación forestal para el cambio de uso de suelo en terrenos forestales, o para el aprovechamiento de recursos maderables en terrenos forestales y preferentemente forestales, sólo podrá´ llevarse a cabo de conformidad con la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y demás disposiciones jurídicas aplicables.	No aplica para el proyecto. No se requiere la remoción de vegetación forestal
G056	Promover e impulsar la construcción y adecuada operación de sitios de disposición final de residuos sólidos urbanos, peligrosos o de manejo especial de acuerdo a la normatividad vigente.	No aplica para el proyecto. Su ejecución corresponde a la autoridad
G057	Promover los estudios sobre los problemas de salud relacionados con los efectos del cambio climático.	No aplica para el proyecto. Su ejecución corresponde a la autoridad
G058	La gestión de residuos peligrosos deberá realizarse conforme a lo establecido por la legislación vigente y los lineamientos de la CICOPLAFEST que resulten aplicables.	La promovente dará manejo adecuado a los residuos peligrosos que genere
G059	El desarrollo de infraestructura dentro de un ANP, deberá´ ser consistente con la legislación aplicable, el Programa de Manejo y el Decreto de creación correspondiente.	La infraestructura para el mejoramiento de playa del proyecto se realizará conforme a la legislación aplicable.
G060	Ubicar la construcción de infraestructura costera en sitios donde se minimice el impacto sobre la vegetación acuática sumergida.	El proyecto considera el apoyo a arrecifes artificiales con propuesta de ubicación en sitio donde se minimiza el impacto sobre la vegetación acuática sumergida (zona de pastizales sumergidos presentes en la zona del proyecto). Esto se evidencia en el capítulo IV, donde el área programada a ser ocupada por los arrecifes artificiales corresponde a lajas con algas, con lo que se elimina el impacto sobre la vegetación acuática sumergida (pastos marinos), dando cumplimiento al presente criterio. Además, se considera la implementación del Programa de Manejo Ambiental y, en específico, el Subprograma de Rescate y Reubicación de Fauna Marina, cuyo objetivo es determinar los criterios, metodologías y procedimientos para la protección, rescate, manejo y reubicación de los individuos de las especies de la fauna marina presentes en el área de afectación directa del

CLAVE	ACCIONES GENERALES	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
		proyecto.
G061	La construcción de infraestructura costera se deberá realizar con procesos y materiales que minimicen la contaminación del ambiente marino.	El proyecto considera, entre otras acciones, la instalación de atenuadores de oleaje, apoyo a la instalación de arrecifes artificiales y la reparación de espigones, que tienen como finalidad evitar la erosión de la zona costera restableciendo la playa de la zona. Como se describió en el Capítulo II de la presente MIA-R, los arrecifes artificiales serán formados mediante piezas especiales inocuas para el medio marino que servirán como refugio de especies marinas, debido a su porosidad. Los postes de la diversa infraestructura serán hincados y permitirán el libre paso de corrientes y sedimentos. De esta manera, se da cumplimiento a este criterio, ya que el material tanto de los arrecifes artificiales como de la postería permiten minimizar la contaminación del ambiente marino.
G062	Implementar procesos de mejora de la actividad agropecuaria y aplicar mejores prácticas de manejo.	No aplica para el proyecto. No es una actividad agropecuaria
G063	Promover la elaboración de ordenamientos pesqueros y acuícolas a diferentes escalas y su vinculación con los ordenamientos ecológicos.	No aplica para el proyecto. Su ejecución corresponde a la autoridad
G064	La construcción de carreteras, caminos, puentes o vías férreas deberá´ evitar modificaciones en el comportamiento hidrológico de los flujos subterráneos o superficiales o atender dichas modificaciones en caso de que sean inevitables.	No aplica para el proyecto. No es una actividad relacionada con vías de comunicación
G065	La realización de obras y actividades en Áreas Naturales Protegidas deberá contar con la opinión de la Dirección del ANP o en su caso de la Dirección Regional que corresponda, conforme lo establecido en el Decreto y Programa de Manejo del área respectiva.	El proyecto no se encuentra dentro de una ANP.

Por otro lado, el proyecto recae dentro de la UGA Regional No. 138, denominada Benito Juárez, se encuentra en el municipio de Puerto Morelos, en el estado de Quintana Roo, tiene una extensión de 225,770.386 ha, con una población de 573,325 habitantes, le son aplicables Criterios de Zona costera Inmediata Mar Caribe, dentro de la extensión de la UGA existen puertos turísticos, comerciales y pesqueros. En la siguiente tabla, se describen los criterios aplicables a dicha UGA y su vinculación jurídica con el proyecto:

Tabla III - 3. Acciones específicas de la UGA 138 del Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo deMéxico y Mar Caribe y la Vinculación Jurídica de las obras y actividades en ambiente terrestre del proyecto.

CLAVE	ACCION ESPECÍFICA	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
A-005	Fomentar la reducción de pérdida de agua durante los procesos de distribución de la misma.	No aplica para el proyecto. No es una actividad de distribución de agua
A-006	Implementar programas para la captación de agua de lluvia y el uso de aguas grises.	No aplica para el proyecto. No es una actividad que presente facilidades para la captación de agua de lluvia y el uso de aguas grises.
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.	No aplica para el proyecto. Su ejecución corresponde a la autoridad
A-008	Evitar las actividades humanas en las playas de anidación de tortugas marinas, salvo aquellas que estén autorizadas en los programas de conservación.	El proyecto no desarrollará actividades humanas en las playas de anidación de tortugas marinas. Además, como se describe en el Capítulo VI de la presente MIA- R, la playa del Hotel asociado al proyecto, no registra una tasa de anidación de tortugas alta (6.63 nidos por temporada). No obstante, la promovente cuenta actualmente con un Programa de Manejo de Tortuga, El Cid de Cancún, Puerto Morelos, Quintana Roo, el cual incluye acciones de vigilancia, cuidados de nidos, concientización, marcaje, registro y monitoreo de nidos. Además, el promovente cuenta con un Reglamento de Control Ambiental que incluye medidas preventivas con las cuales no será necesario el traslado de los huevos, por lo que marcarlas con una banderola será suficiente. Finalmente, en el Subprograma de Rescate y Reubicación de Fauna Marina, como objetivo particular se contempla la implementación, en caso de ser necesario, de medidas de mitigación o compensación, adicionales derivadas de los posibles impactos no previstos, las cuales contemplan a la conservación y protección de la tortuga marinas.
A-009	Fortalecer la inspección y vigilancia en las zonas de anidación y reproducción de las tortugas marinas.	Debido a que la playa del Hotel al cual está asociado al proyecto, forma parte de una zona con presencia de Tortugas Marinas, el promovente lleva a cabo actualmente el "Programa de Manejo de Tortuga, El Cid de Cancún, Puerto Morelos, Quintana Roo", el cual incluye

CLAVE	ACCION ESPECÍFICA	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
		acciones de vigilancia, protección, concientización, cuidados, marcaje, registro y monitoreo de nidos, así como mantenimiento de las condiciones idóneas para su anidación, aún y cuando la playa del Hotel asociado al proyecto, no registra una tasa de anidación de tortugas alta (6.63 nidos por temporada). Este Programa de Manejo de Tortuga se implementa con el propósito de fortalecer la inspección y vigilancia en las zonas de anidación y reproducción de las tortugas marinas. Dicho programa seguirá efectuándose a fin de seguir fortaleciendo las actividades aquí encomendadas.
A-010	Fortalecer el apoyo económico de las actividades de conservación de las tortugas marinas.	Como se indicó anteriormente, el Hotel asociado al proyecto, implementa el "Programa de Manejo de Tortuga, El Cid de Cancún, Puerto Morelos, Quintana Roo", mismos que continuará implementándose, lo que representa un apoyo económico de las actividades de conservación de las tortugas marinas, ya que la ejecución de dichas actividades requiere del pago de diversos elementos, como salario a especialistas, combustibles y materiales entre otros.
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 para el proyecto. Su ejecución corresponde a la autoridad
A-012	Promover la preservación de las dunas costeras y su vegetación natural, a través de la ubicación de la infraestructura detrás del cordón de dunas frontales.	El proyecto contempla la formación de duna costera y su revegetación con especies nativas. El proyecto generará mejoras ambientales al ayudar a disminuir la erosión del área y con ello el retroceso de la línea de costa traduciéndose además en beneficios para la recreación y seguridad de los visitantes y para la biota que habita el sitio.
A-013	Establecer las medidas necesarias para evitar la introducción de especies potencialmente invasoras por actividades marítimas en los términos establecidos por los artículos 76 y 77 de la Ley de Navegación y Comercio Marítimo.	No aplica para el proyecto, ya que no se considera el desarrollo de actividades marítimas.
A-014	Instrumentar campañas de restauración, reforestación y recuperación de manglares y otros humedales en las zonas de mayor viabilidad	En el sitio del proyecto, no hay presencia de manglares y humedales, por lo que no generará afectaciones a

CLAVE	ACCION ESPECÍFICA	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
	ecológica.	dichos elementos naturales. Se cuidará no dañar manglar de las vecindades del Hotel El Cid
A-015	Promover e impulsar la reubicación de instalaciones que se encuentran sobre las dunas arenosas en la zona costera del ASO.	El proyecto no tendrá instalaciones sobre dunas arenosas.
A-016	Establecer corredores biológicos para conectar las ANP existentes o las áreas en buen estado de conservación dentro del ASO.	No aplica para el proyecto. Su ejecución corresponde a la autoridad
A-017	Establecer e impulsar programas de restauración, reforestación y recuperación de zonas degradadas.	No aplica para el proyecto. Su ejecución corresponde a la autoridad
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).	En el sitio del proyecto se detectó, derivado del monitoreo de la zona, la presencia de dos especies de gorgonáceos (*Plexaura homomalla* y *Plexaura dichotoma*), tres especies de peces (*Scarus iseri*, *Sparisoma radians* y *Sparisoma viridae*) y dos especies de pastos marinos (*Syringodium filiforme* y *Thalassia testudinum*) mismos que están bajo alguna categoría de riesgo de acuerdo con la NOM-059 SEMARNAT-2010. Para la protección de estas especies, se incluyeron acciones en el Subprograma de Rescate y Reubicación de Fauna Marina, el cual tiene como objetivo general, establecer criterios, metodologías y procedimientos para la protección, rescate, manejo y reubicación de los individuos de las especies de la fauna marina presentes en el área de afectación directa del proyecto. Así mismo se considera como parte de las medidas, la restauración activa, lo cual permitirá el establecimiento de diversas especies entre las que se pueden encontrar los gorgonáceos, ya que las estructuras propuestas proveen un sustrato adecuado para la fijación de estos organismos. Asimismo, a través del monitoreo de la zona, también se registró la presencia de tortugas marinas en las playas adyacentes al SAR, mismas que están bajo la categoría de "En peligro de extinción", por lo que el promovente lleva a cabo actualmente el "Programa de Manejo de

CLAVE	ACCION ESPECÍFICA	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
		Tortuga, El Cid de Cancún, Puerto Morelos, Quintana Roo", el cual incluye acciones de vigilancia, protección, concientización, cuidados, marcaje, registro y monitoreo de nidos, así como mantenimiento de las condiciones idóneas para su anidación, aún y cuando la playa del Hotel asociado al proyecto, no registra una tasa de anidación de tortugas alta (6.63 nidos por temporada).
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.	No aplica para el proyecto. No se generarán residuos peligrosos, sin embargo, dentro del Subprograma de Acciones Independientes, se contemplan medidas para evitar el vertimiento de sustancias o residuos que puedan alterar el agua o el ecosistema marinos, referidas a las reglas de operación del personal, de manejo de residuos y acciones adicionales en áreas terrestres.
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.	No aplica para el proyecto. Su ejecución corresponde a la autoridad
A-022	Fomentar programas de remediación y monitoreo de zonas y aguas costeras afectadas por los hidrocarburos.	No aplica para el proyecto. Su ejecución corresponde a la autoridad
A-023	Fomentar programas de remediación y monitoreo de zonas y aguas costeras afectadas por los hidrocarburos.	No aplica para el proyecto. Su ejecución corresponde a la autoridad
A-024	Fomentar la aplicación de medidas preventivas y correctivas de contaminación del suelo con base a riesgo ambiental, así como la aplicación de acciones inmediatas o de emergencia y tecnologías para la remediación in situ, en términos de la legislación aplicable.	El promovente contará con programa de control de la contaminación del suelo
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.	El promovente contará con programa de manejo adecuado de residuos
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.	No aplica para el proyecto. Su ejecución corresponde a la autoridad

CLAVE	ACCION ESPECÍFICA	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
A-027	Mantener al mínimo posible la superficie ocupada por las instalaciones de infraestructura en las playas para evitar su perturbación.	El objetivo del proyecto es la recuperación de playa y no se instalará infraestructura en la playa para evitar su perturbación.
A-028	Promover las medidas necesarias para que la instalación de infraestructura de ocupación permanente sobre el primero o segundo cordón de dunas eviten generar efectos negativos sobre su estructura o función ecosistémica.	No aplica para el proyecto. No se tendrá infraestructura sobre dunas
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.	El proyecto contempla el suministro de arena para la recuperación de playa, la instalación de atenuadores de oleaje e infraestructura para evitar la erosión de la playa, así como el relleno de la misma a fin de que se restablezca su estado original, a su vez, ello contribuirá a la preservación del perfil de la costa, manteniendo los patrones naturales de circulación de las corrientes alineadas a la misma; además, mediante la implementación del Subprograma de Monitoreo de Perfil Costero podrán detectarse cambios no deseados o esperados en la playa por efecto de alguna actuación o intervención en las inmediaciones de la frontera tierra-mar.
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.	Dadas las condiciones de erosión presentes actualmente en la playa, el proyecto plantea instalar Arrecifes Artificiales y atenuadores de oleaje, los cuales consideran en su construcción, tecnologías de ingeniería y de construcción que minimicen la afectación al perfil costero. Es importante señalar, que tampoco se generará ningún tipo de afectación a los patrones de circulación de aguas costeras; por el contrario, el proyecto considera reestablecer la dinámica que favorezca la recuperación de playa. La infraestructura proyectada contribuirá a reducir la fuerza del oleaje, permitir el transporte de sedimento a zonas contiguas y estabilizar el frente de playa. Así mismo, con la implementación del Subprograma de Monitoreo de Perfil Costero, se detectarán los cambios en la playa, a fin de identificar si estos son los esperados o se requiere la implementación de

CLAVE	ACCION ESPECÍFICA	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
		alguna acción adicional.
A-031	Promover la preservación de las características naturales de las barras arenosas que limitan los sistemas lagunares costeros.	El proyecto tiene como finalidad restablecer las condiciones de la playa, evitar la erosión de playa y con ello, contribuir a la preservación de las características naturales de la misma, mediante la acumulación de sedimentos. Además de la regeneración del ancho de la playa mediante su relleno, utilizando arena compatible a la existente en el sitio. Cabe mencionar que, adyacente a la playa no existen sistemas lagunares costeros.
A-032	Promover el mantenimiento de las características naturales, físicas y químicas de playas y dunas costeras.	El proyecto tiene como finalidad restablecer las condiciones de la playa, evitar la erosión costera y con esto, preservar la playa mediante la acumulación de sedimentos de manera natural, con lo cual no se afectarán las características físicas y químicas de la playa. Considera también la formación de duna costera con revegetación con especies nativas.
A-033	Fomentar el aprovechamiento de la energía eólica, excepto cuando su infraestructura pueda afectar corredores de especies migratorias.	No aplica para el proyecto. Su ejecución corresponde a la autoridad
A-037	Promover la generación energética por medio de energía solar.	No aplica para el proyecto. Su ejecución corresponde a la autoridad
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.	No aplica para el proyecto. Su ejecución corresponde a la autoridad
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.	No aplica para el proyecto. No es una actividad de pesca extractiva
A-044	Diversificar la base de especies en explotación comercial en las pesquerías.	No aplica para el proyecto. Su ejecución corresponde a la autoridad
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.	El proyecto utilizará embarcaciones menores. Dentro del Subprograma de Acciones Independientes, se contemplan medidas para evitar cualquier vertido o disposición de residuo, ocasionadas por la operación del personal.
A-050b	Promover el desarrollo de Programas de Desarrollo Urbano y Programas de Conurbación	No aplica para el proyecto. Su ejecución corresponde a la autoridad

CLAVE	ACCION ESPECÍFICA	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
	con el fin de dotar de infraestructura de servicios a las comunidades rurales.	
A-051	Promover la construcción de caminos rurales, de terracería o revestidos entre las localidades estratégicas para mejorar la comunicación.	No aplica para el proyecto. Su ejecución corresponde a la autoridad
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.	No aplica para el proyecto. Su ejecución corresponde a la autoridad
A-053	Desincentivar y evitar el desarrollo de actividades productivas extensivas.	No aplica para el proyecto. No es una actividad productiva extensiva.
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.	No aplica para el proyecto. No es una actividad productiva extensiva.
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.	No aplica para el proyecto. Su ejecución corresponde a la autoridad
A-057	Evitar el establecimiento de zonas urbanas en zonas de riesgo industrial, zonas de riesgo ante eventos naturales, zonas susceptibles de inundación y derrumbe, zonas de restauración ecológica, en humedales, dunas costeras y manglares.	No aplica para el proyecto. Su ejecución corresponde a la autoridad
A-058	Realizar campañas para reubicar a personas fuera de las zonas de riesgo.	No aplica para el proyecto. Su ejecución corresponde a la autoridad
A-059	Identificar, reforzar o dotar de equipamiento básico a las localidades estratégicas para la conservación y/o el desarrollo sustentable.	No aplica para el proyecto. Su ejecución corresponde a la autoridad
A-060	Establecer y mejorar sistemas de alerta temprana ante eventos hidrometeorológicos extremos.	No aplica para el proyecto. Sin embargo, la naturaleza del proyecto ayudará a evitar que los eventos hidrometeorológicos extremos dañen la playa, pues la su infraestructura servirá como barrera artificial, evitando la erosión de la zona costera.
A-061	Mejorar las condiciones de las viviendas y de infraestructura social y comunitaria en las localidades de mayor marginación.	No aplica para el proyecto. Su ejecución corresponde a la autoridad
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.	No aplica para el proyecto. Su ejecución corresponde a la autoridad
A-063	Asegurar el Manejo Integral de los Residuos Peligrosos.	El promovente dará manejo adecuado a los residuos peligrosos que genere.
A-064	Instalar nuevas plantas de tratamiento de aguas residuales municipales y optimizar las ya existentes.	No aplica para el proyecto. Su ejecución corresponde a la autoridad

CLAVE	ACCION ESPECÍFICA	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
A-065	Completar la conexión de las viviendas al sistema de colección de aguas residuales municipales y a las plantas de tratamiento.	No aplica para el proyecto. Su ejecución corresponde a la autoridad
A-066	Instrumentar programas de recuperación y mejoramiento de suelos mediante el uso de lodos inactivados de las plantas de tratamiento de aguas servidas municipales.	No aplica para el proyecto. Su ejecución corresponde a la autoridad
A-067	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.	No aplica para el proyecto. Su ejecución corresponde a la autoridad
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.	Durante el desarrollo del proyecto, se llevarán a cabo acciones para el manejo integral de los residuos sólidos, peligrosos y de manejo especial para evitar su impacto ambiental en el mar y zona costera, a través del Plan de Manejo de Residuos Sólidos Urbanos y de Manejo Especial Hotel Marina El Cid Spa & Beach Resort Cancún Riviera Maya, Puerto Morelos, Q. Roo (Anexo 6) que actualmente opera el Hotel asociado al proyecto.
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.	No aplica para el proyecto. No obstante, se indica que los residuos serán tratados y dispuestos de acuerdo con el Plan de Manejo de Residuos Sólidos Urbanos y de Manejo Especial Hotel Marina El Cid Spa & Beach Resort Cancún Riviera Maya, Puerto Morelos, Q. Roo para evitar su disposición en el mar.
A-070	Realizar campañas de colecta y concentración de residuos sólidos urbanos en la zona costera para su disposición final.	El promovente mantiene limpias sus instalaciones y zona de playa adyacente.
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.	El proyecto se encuentra en una zona de alta actividad turística, mismo que con su realización generará la recuperación de la playa preservando la belleza natural de la costa, así como la regeneración del ancho de la playa seca, lo cual se traduce en un atractivo turístico. Aunado a lo anterior, y como parte del "Programa de Manejo de Tortuga, El Cid de Cancún, Puerto Morelos, Quintana Roo" y del "Reglamento de Control Ambiental", existirá Acciones de Educación Ambiental, que tiene como finalidad la

CLAVE	ACCION ESPECÍFICA	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
		conservación y protección de dichas especies, participando en las acciones residentes, visitantes y empleados del Hotel Asociado al proyecto.
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.	No aplica para el proyecto. Su ejecución corresponde a la autoridad
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.	No aplica para el proyecto. Su ejecución corresponde a la autoridad
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.	No aplica para el proyecto. Su ejecución corresponde a la autoridad

La UGA No. 178 denominada Zona Marina de Competencia Federal, misma que consta de una superficie de 311,046.005 hectáreas.

De conformidad con lo anterior, las siguientes tablas, contienen las acciones específicas aplicables para la UGA Marina No. 178, en donde se encuentra el proyecto tema del presente manifiesto:

Tabla III - 4. Acciones específicas de la UGA 178 del Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe y la Vinculación Jurídica de las obras y actividades en ambiente marino del Proyecto.

CLAVE	ACCION ESPECÍFICA	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
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.	No aplica para el proyecto. Sin embargo, el Hotel asociado al proyecto, está comprometido con la conservación y protección de especies, por lo que actualmente cuenta con el "Programa de Manejo de Tortuga, El Cid de Cancún, Puerto Morelos, Quintana Roo" y como parte del Programa de Manejo Ambiental, dentro de su Subprograma de Rescate y Reubicación de Fauna Marina, se busca la protección, rescate, manejo y reubicación de los individuos de las especies de la fauna marina

CLAVE	ACCION ESPECÍFICA	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
		presentes en el área de afectación directa del proyecto.
A-013	Establecer las medidas necesarias para evitar la introducción de especies potencialmente invasoras por actividades marítimas en los términos establecidos por los artículos 76 y 77 de la Ley de Navegación y Comercio Marítimo.	No aplica para el proyecto. No se reaizarán actividades con especies potencialmente invasoras
A-016	Establecer corredores biológicos para conectar las ANP existentes o las áreas en buen estado de conservación dentro del ASO.	No aplica para el proyecto. Su ejecución corresponde a la autoridad
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).	La presente MIA-R contempla la implementación de acciones de protección y recuperación de especies bajo algún régimen de protección considerando a las especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, las cuales, a través del Programa de Manejo Ambiental, y en particular, mediante el Subprograma de Rescate y Reubicación de Fauna Marina, se dará prioridad a la protección de aquellas especies que puedan llegar a sufrir posibles afectaciones en cada etapa del proyecto. En relación con las tortugas marinas, de manera conjunta con dicho subprograma, se observará su protección con el actual "Programa de Manejo de Tortuga, El Cid de Cancún, Puerto Morelos, Quintana Roo", además de implementar acciones de restauración.
A-022	Fomentar programas de remediación y monitoreo de zonas y aguas costeras afectadas por los hidrocarburos.	No aplica para el proyecto. Su ejecución corresponde a la autoridad
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.	No aplica para el proyecto. Su ejecución corresponde a la autoridad
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.	El proyecto contempla el suministro de arena, operación de atenuadores de oleaje e infraestructura para evitar la erosión de la playa así como el relleno de la misma y recuperar su estado original, a su vez, ello contribuirá a la preservación del perfil de la costa, manteniendo los patrones naturales de circulación de las corrientes alineadas a la misma. Además, como medida preventiva se monitoreará el perfil

CLAVE	ACCION ESPECÍFICA	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
		costero, a través del Subprograma de Monitoreo de Perfil Costero.
A-033	Fomentar el aprovechamiento de la energía eólica, excepto cuando su infraestructura pueda afectar corredores de especies migratorias.	No aplica para el proyecto. Su ejecución corresponde a la autoridad
A-034	Promover mecanismos de generación de energía eléctrica usando la fuerza mareomotriz.	No aplica para el proyecto. Su ejecución corresponde a la autoridad
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.	No aplica para el proyecto. Su ejecución corresponde a la autoridad
A-041	Fortalecer los mecanismos de seguimiento y control de las pesquerías comerciales para evitar su sobreexplotación.	No aplica para el proyecto. Su ejecución corresponde a la autoridad
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.	No aplica para el proyecto. Su ejecución corresponde a la autoridad
A-044	Diversificar la base de especies en explotación comercial en las pesquerías.	No aplica para el proyecto. Su ejecución corresponde a la autoridad
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.	No aplica para el proyecto. Su ejecución corresponde a la autoridad
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.	El proyecto utilizará embarcaciones menores. Dentro del Subprograma de Acciones Independientes, se contemplan medidas para evitar cualquier vertido o disposición de residuos.
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.	No aplica para el proyecto. Su ejecución corresponde a la autoridad
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.	No aplica para el proyecto. Su ejecución corresponde a la autoridad
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	El proyecto se encuentra en una zona de alta actividad turística, sin embargo, el objetivo del proyecto es la instalación de infraestructura para evitar la erosión de la playa, y el relleno de la misma a fin de recuperar su estado original y preservar la belleza natural de la costa y

CLAVE	ACCION ESPECÍFICA	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
	alternativa al desarrollo local respetando los criterios de sustentabilidad según la norma correspondiente.	con ello aprovechar al máximo el potencial turístico de los recursos. Aunado a lo anterior, y como parte del "Programa de Manejo de Tortuga, El Cid de Cancún, Puerto Morelos, Quintana Roo", existirán Acciones de Educación Ambiental, que tiene como finalidad la conservación y protección de dichas especies, participando en las acciones residentes, visitantes y empleados del Hotel Asociado al proyecto.
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.	No aplica para el proyecto. Su ejecución corresponde a la autoridad
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.	No aplica para el proyecto. Su ejecución corresponde a la autoridad

La UGA 138 y 178, en donde se ubica el proyecto materia del presente manifiesto, se encuentra la subregión denominada Zona Costera Inmediata Mar Caribe, zona cuyos Criterios de Regulación Ecológica, corresponden en su mayoría a las características naturales, por su riqueza en formaciones arrecifales y su intenso uso turístico, criterios que se refieren dentro del contenido de la tabla siguiente y su vinculación jurídica con el proyecto:

Tabla III - 5. Criterios de Regulación Ecológica, de la Zona Costera Inmediata del Mar Caribe, aplicable a la UGA 138 y 178 del Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe y Vinculación Jurídica de las obras y actividades en ambiente marino del proyecto.

CLAVE	CRITERIO DE REGULACIÓN ECOLÓGICA	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
ZMC-01	Con el fin de proteger y preservar las comunidades arrecifales, principalmente las de mayor extensión, y/o riqueza de especies en la zona, y aquellas que representan valores culturales particulares, se recomienda no construir ningún tipo de infraestructura en las áreas ocupadas por dichas formaciones.	Dentro de la ubicación del proyecto no se encuentran formaciones arrecifales, tal como se describe en el presente manifiesto. El apoyo a proyectos de instalación de arrecifes artificiales y la operación de infraestructura permitirán preservar los recursos naturales, ya que se minimizará la erosión en la zona de playa del Hotel asociado al proyecto, motivo por el cual la instalación de la infraestructura permitirá mantener los sedimentos sin que afecten a las

CLAVE	CRITERIO DE REGULACIÓN ECOLÓGICA	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
		comunidades de corales presenten en el SAR.
ZMC-02	Dado que los pastos marinos representan importantes ecosistemas para la fauna marina, debe promoverse su conservación y preservación, por lo que se debe evitar su afectación y pérdida en caso de alguna actividad o proyecto. La evaluación del impacto ambiental correspondiente deberá realizarse conforme a lo dispuesto en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, así como a las demás disposiciones jurídicas que resulten aplicables.	Dentro de la realización de las actividades del proyecto no se afectará ni se producirá pérdida del ecosistema conformado por pastos marinos. Cabe destacar que en la zona en la que se pretenden instalar no se presentan pastos marinos. Se reitera dentro del presente manifiesto, el interés pleno de proteger a la flora y fauna que pudiera verse afectada por la realización del proyecto, tal y como se describe en el Programa de Manejo Ambiental.
ZMC-03	Sólo se permitirá la captura de mamíferos marinos, aves y reptiles para fines de investigación, rescate y traslado con fines de conservación y preservación, conforme a lo dispuesto en la Ley General de Vida Silvestre y demás disposiciones jurídicas aplicables.	No aplica para el proyecto, debido a que no se considera la captura de mamíferos marinos, aves o reptiles.
ZMC-04	Con el fin de preservar zonas coralinas, principalmente las más representativas por su extensión, riqueza y especies presentes, la ubicación y construcción de posibles puntos de anclaje deberán estar sujetas a estudios específicos que la autoridad correspondiente solicite.	No aplica para el proyecto, las estructuras a colocar se ubican fuera de estas zonas.
ZMC-05	La recolección, remoción o trasplante de organismos vivos o muertos en las zonas arrecifales u otros ecosistemas representativos, sólo podrá llevarse a cabo bajo las disposiciones aplicables de la Ley General de Vida Silvestre y demás normatividad aplicable.	El proyecto contempla un Subprograma de Rescate y Reubicación de Fauna Marina, mismo que tiene como finalidad evitar las afectaciones a las especies que se ubiquen en el sitio del proyecto, el cual se realizará mediante una brigada de especialistas para llevar a cabo el rescate de la fauna marina. Lo anterior siempre considerando la normatividad aplicable.
ZMC-06	La construcción de estructuras promotoras de playas deberá estar avaladas por las autoridades competentes y contar con los estudios técnicos y específicos que la autoridad requiera para este fin.	El proyecto contempla la instalación de infraestructura para evitar la erosión, permitir el libre flujo de agua, el transporte de sedimento hacia la playa y promover la recuperación de playa, para lo cual se realizaron los estudios técnicos de ingeniería, dinámica costera y caracterización de flora y fauna marina, entre otros, que se encuentran soportando el presente Manifiesto, a efecto de que la autoridad cuente con elementos para emitir la resolución

CLAVE	CRITERIO DE REGULACIÓN ECOLÓGICA	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
		respectiva.
ZMC-07	Como una medida preventiva para evitar contaminación marina no debe permitirse el vertimiento de hidrocarburos y productos químicos de ningún tipo en los cuerpos de agua en esta zona.	No aplica para el proyecto, ya que no se considera vertimiento de hidrocarburos o productos químicos. No obstante, en el Subprograma de Acciones Independientes, se contemplan medidas preventivas para evitar contaminación marina, prohibiéndose el vertimiento de hidrocarburos y productos químicos en los cuerpos de agua en esta zona.
ZMC-08	Con el objeto de coadyuvar en la preservación de las especies de tortugas que año con año arriban en esta zona costera, es recomendable que las actividades recreativas marinas eviten llevarse a cabo entre el ocaso y el amanecer, esto en la temporada de anidación, principalmente en aquellos sitios de mayor incidencia de dichas especies.	Las actividades que contempla el proyecto pueden incidir en el arribo de las tortugas, es así que el Programa de Manejo Ambiental y en específico el Subprograma de Rescate y Reubicación de Fauna Marina contempla la protección de especies que puedan sufrir algún tipo de afectación por la realización del proyecto. Asimismo, las actividades de instalación de infraestructura se llevarán a cabo dentro de un horario diurno para evitar afectaciones a las especies que se localicen en las inmediaciones del sitio.
ZMC-9	Con el objetivo de preservar las comunidades arrecifales en la zona, es importante que cualquier actividad que se lleve a cabo en ellos y su zona de influencia estén sujetas a permisos avalados que garanticen que dichas actividades no tendrán impactos adversos sobre los valores naturales o culturales de los arrecifes, con base en estudios específicos que determinen la capacidad de carga de los mismos.	En el SAR del proyecto se detectó un detraimiento en el arrecife natural, por lo que la instalación de la infraestructura generaría la protección de éstos. Su instalación contribuirá a preservar las comunidades naturales al quitarles presión por parte de los visitantes a esos sitios, es así que no se tendrán impactos adversos sobre los arrecifes.
ZMC-10	Con el fin de prevenir la contaminación y deterioro de las zonas marinas, es recomendable la difusión de las normas ambientales correspondientes en toda actividad náutica en la zona.	El proyecto utilizará embarcaciones menores, mismas que seguirán las medidas necesarias para evitar cualquier afectación contenidas dentro del Subprograma de Acciones Independientes.
ZMC-11	Se requerirá que, en caso de alguna actividad relacionada con obras de canalización y dragado debidamente autorizadas, se utilicen mallas geotextiles y otras tecnologías que eviten la suspensión y dispersión de sedimentos, en el caso de que exista el riesgo de que se afecten o resulten dañados recursos naturales por estas obras.	No aplica para el proyecto, sin embargo, como puede presentarse dispersión de sedimentos durante las actividades que conlleva el proyecto, se instalarán mallas geotextiles que mantengan los sedimentos dentro del área delimitada a fin de evitar cualquier tipo de afectación a los recursos naturales.
ZMC-12	La construcción de proyectos relacionados con muelles de gran tamaño (para embarcaciones mayores de 500TRB [Toneladas de Registro Bruto]	No aplica para el proyecto. Toda vez que el proyecto no contempla la construcción de muelles.

CLAVE	CRITERIO DE REGULACIÓN ECOLÓGICA	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
	y/o 49 pies de eslora), deberá incluir medidas para mantener los procesos de transporte litoral y la calidad del agua marina, así como para evitar la afectación de comunidades marinas presentes en la zona.	
ZMC-13	Las embarcaciones utilizadas para la pesca comercial o deportiva deberán portar los colores y claves distintivas asignadas por la Comisión Nacional de Pesca y Acuacultura, en los Lineamientos para los Mecanismos de Identificación y Control del Esfuerzo Pesquero, así como el permiso de pesca correspondiente.	No aplica para el proyecto. No contempla actividades de pesca comercial o deportiva
ZMC-14	Por las características de gran volumen de los efluentes subterráneos de los sistemas asociados a la zona oriente de la Península de Yucatán y por la importancia que revisten los humedales como mecanismo de protección del ecosistema marino ante el arrastre de contaminantes de origen terrígeno en particular para esta región los fosfatos y algunos metales pesados producto de los desperdicios generados por el turismo, se recomienda en las UGA regionales correspondientes (UGA:139, UGA:152 y UGA:156) estudiar la factibilidad y promover la creación de áreas de protección mediante políticas, estrategias y control de uso del suelo en esquemas como los Ordenamientos Ecológicos locales o mediante el establecimiento de ANP federales, estatales, municipales, o áreas destinadas voluntariamente a la conservación que actúen de manera sinérgica para conservar los atributos del sistema costero colindante y contribuyan a completar un corredor de áreas protegidas sobre toda la zona costera del Canal de Yucatán y Mar Caribe, en particular para mantener o restaurar la conectividad de los sistemas de humedales de la Península de Yucatán.	No aplica para el proyecto. Su ejecución corresponde a la autoridad

A la UGA 178 le aplican los criterios de la Zona Costera Inmediata al Municipio de Solidaridad. Sin embargo, el proyecto se encuentra fuera del área de la Zona Costera Inmediata al Municipio de Solidaridad, ubicándose en el municipio de Puerto Morelos, anteriormente parte del Municipio Benito Juárez.

Por otro lado, la UGA 178, del POEMRGMMC, le son aplicables Criterios de Regulación para Islas, mismos que tienen como finalidad la conservación de los recursos naturales de dichas extensiones de territorio, dentro del Programa hay dos tipos de condiciones distintas, desde el punto de vista del manejo:

- En primer lugar, se encuentran islas relativamente grandes, mismas que se han clasificado en UGAs independientes según el POEMRGMMC, como lo son la isla de Cozumel.

- El segundo lugar, se integran por islas más pequeñas, con atributos entre sí, que hace posible su agrupación y la asignación de acciones específicas, para su salvaguarda y protección.

Al respecto cabe señalar que ninguna de estas condiciones se presenta en el área del proyecto.

III.1.2. Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial de la Región Denominada Corredor Cancún-Tulum

El Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial de la Región Denominada Corredor Cancún Tulum (POETRDCCT), tiene por objetivo, alentar un desarrollo turístico e infraestructura de servicios congruentes a políticas ambientales que permitan la permanencia de sus recursos naturales sin llegar al conservacionismo extremo o a un desarrollo sin límites que provoque deterioro y pueda conducir a la destrucción de una de las regiones del Caribe Mexicano que aún conserva su belleza y valor ecológico.

La Región del Corredor Cancún-Tulum, se localiza en la costa norte del Estado de Quintana Roo, que involucra los municipios de Benito Juárez, Puerto Morelos, Cozumel y Solidaridad, el Corredor se caracteriza por su gran riqueza y amplia diversidad de comunidades vegetales.

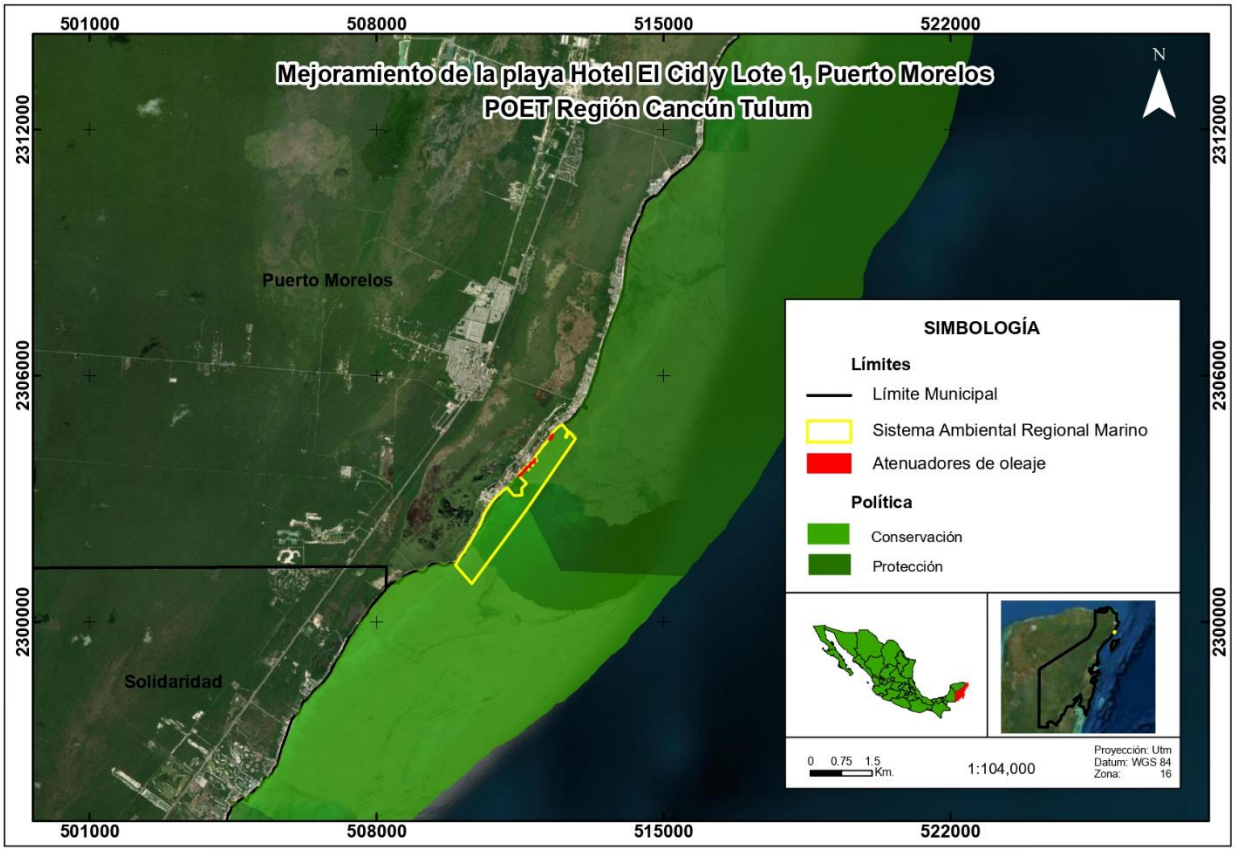


Figura III - 3. Ubicación de la UGA M-2 del POETRDCCT y la ubicación del proyecto

De la anterior, se muestra que las obras y actividades en ambiente marino del proyecto el proyecto en cuestión se localiza dentro de la Unidad de Gestión Ambiental (UGA) M-2 (Figura III - 3), con una política de Conservación y fragilidad ambiental 3, como se observa en las dos tablas subsecuentes:

Tabla III - 6. Asignación de criterios del programa de ordenamiento ecológico territorial de la región denominada corredor Cancún Tulum.

UGA M-2				
Política/Fragilidad Ambiental	**Uso Predominante**	**Usos Compatibles**	**Usos Condicionados**	**Usos Incompatibles**
Conservación 3 Litoral Costero	Actividades Marinas	——	Flora y Fauna, Infraestructura, Pesca, Turismo	Acuacultura

Tabla III - 7. Criterios ecológicos de la UGA M-2 y vinculación jurídica de las obras y actividades en ambiente marino del proyecto.

CRITERIO		VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
Construcción (C) 6	Durante las obras de canalización y dragado, se utilizarán mallas geotextiles y otras tecnologías que eviten la suspensión y	El proyecto no considera ningún tipo de obras de canalización ni dragado. No obstante, se contemplan acciones para

CRITERIO		VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
	dispersión de sedimentos.	evitar cualquier dispersión de sedimentos, tanto para la succión de arena y colocación de los atenuadores de oleaje, como el resto de los componentes del proyecto, como es el caso de la colocación de mallas geotextiles, así como el monitoreo de la turbidez del agua marina, acciones establecidas en el Subprograma de Acciones Independientes.
Equipamiento e Infraestructura (EI) 30	La instalación de marinas esta´ sujeta a la autorización de impacto ambiental.	No aplica para el proyecto. No contempla la instalación de una marina
EI 31	La instalación de marinas deberá garantizar el mantenimiento de los procesos de transporte litoral y la calidad del agua marina.	No aplica para el No contempla la instalación de una marina proyecto.
EI 32	La instalación de marinas estará supeditada a los estudios batimétricos, topográficos, de mecánica de suelos y geohidrológicos.	No aplica para el proyecto. No contempla la instalación de una marina
EI 33	La construcción de los muelles estará sujeta a estudios geohidrológicos especiales y apego a normas internacionales.	No aplica para el proyecto, no obstante, el proyecto se realizó con base en estudios específicos en la materia como lo es el de dinámica costera y el de caracterización de la flora y fauna marina.
EI 34	La construcción de muelles permanentes deberá garantizar el mantenimiento de los procesos de transporte litoral y la calidad del agua marina.	No aplica para el proyecto. No obstante, se garantiza el mantenimiento de procesos de transporte y la calidad del agua marina, ya que los componentes del proyecto garantizan el flujo del agua marina, así como los procesos de transporte, coadyuvando a mejorar la calidad del agua marina.
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 toxicas en el tratamiento de la madera.	El proyecto no contempla, para su realización, ningún tipo de sustancia aceitosa o tóxica, que pueda afectar el ecosistema marino.
Flora y Fauna (FF) 3	Se prohíbe la captura de mamíferos marinos.	No aplica para el proyecto. No es una actividad de captura de mamíferos marinos
FF 22	Se prohíbe la introducción de especies de flora y fauna exóticas invasivas.	No aplica para el proyecto. No se tendrá manejo de especies de flora y fauna exóticas invasivas.
FF 25	Se prohíbe la alteración y remoción de pastos del fondo marino.	El proyecto no llevará a cabo la alteración o remoción de pastos del fondo marino, es importante señalar que los pastos ya presentan alteraciones por la presencia de los grandes arribazones de sargazo.

CRITERIO		VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
		Se reitera dentro del presente manifiesto, el interés pleno de proteger a la flora y fauna que se pudiera verse afectada por la realización del proyecto, tal y como lo describe en el Programa de Manejo Ambiental.
FF 26	Se prohíbe el uso de explosivos, dragados y construcciones cercanas a arrecifes y manglares.	La instalación de infraestructura no contempla el uso de explosivos, dragado y construcciones cercanas a arrecifes y manglares.
FF 27	La ubicación y construcción de puntos de anclaje estará sujeta a estudios específicos.	Para la colocación de las estructuras de madera, se realizará el anclaje y nivelación de los postes con madera dura de la región de tipo zapote o similar. Los postes tendrán un diámetro de 20 a 28 cm y una altura variable de entre 4.50 y 6.00 m de longitud. Este anclaje se realizará mediante una excavación realizada con un demoledor manual neumático marca Bosch. Dicho demoledor será conectado a un compresor sullair modelo 375 de 125 psi de capacidad, operado por personal capacitado, el cual no requiere equipo especial, ya que la profundidad máxima de la columna de agua en el área de perforación será de 90 cm; de tal forma, que el operador podrá estar todo el tiempo apoyado en el fondo marino.
FF 28	No se permitirá el anclaje de embarcaciones en un radio menor de 35 m inmediatos al arrecife.	No aplica para el proyecto, debido a que el proyecto se localiza fuera del arrecife.
FF 29	El anclaje de embarcaciones solo se permitirá en zonas de arenales y ceibadales.	Así lo observará el promovente.
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.	El proyecto no implica la recolección, remoción o trasplante de organismos vivos, muertos o materiales naturales, ni arrojar ningún tipo de desperdicio en los arrecifes. No obstante, en donde se identifique la posible afectación a organismos se implementará el Subprograma de Rescate y Reubicación de Fauna Marina, a fin de evitar las afectaciones a las especies que se ubiquen en el sitio del proyecto, el cual se instrumentará con de especialistas que lleven a cabo el rescate de la fauna marina. Lo anterior siempre considerando la normatividad aplicable. De igual forma, para las actividades de

CRITERIO		VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
		instalación de los diversos componentes se colocará una geomalla para el control de sedimentos que pudieran contaminar, misma que será sujetada por un lastre o peso muerto. Recalcando que el rescate y reubicación de la fauna marina, en ninguno de los casos se realizará para la explotación de dichas especies detectadas.
FF 31	Se prohíbe la construcción de estructuras promotoras de playa en forma de espigón.	El proyecto no considera ninguna estructura promotora de playa en forma de espigón; los atenuadores de oleaje que se instalarán para minimizar la erosión que se presenta en la playa serán colocadas de manera paralela a la misma.
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.	Para la elaboración del presente manifiesto, se tomaron en cuenta diferentes estudios especializados, es así que las medidas establecidas para minimizar los impactos que pudiera generar el proyecto en las especies identificadas listadas en la NOM- 059-SEMARNAT-2010 las cuales están consideradas en el Programa de Manejo Ambiental y sus subprogramas priorizando su protección en cada etapa del proyecto.
(MAE) 2	Las acciones tendientes a establecer medidas para el control de la erosión en la zona costera estarán sujetas a Manifestación de Impacto Ambiental, la que deberá analizar con detalle las implicaciones que éstas generen en los predios colindantes.	El proyecto, se basa en acciones tendientes al control de la erosión en la playa, materia del presente manifiesto, mismo que analiza a detalle las implicaciones que se generen por la instalación de sus componentes, así como cualquier posible alteración en la dinámica costera, ya que los estudios se realizaron con base en la celda litoral a fin de tener un manejo integral de la costa y no afectar predios colindantes al área del proyecto.
MAE 6	Se prohíbe el vertimiento de hidrocarburos y productos químicos no biodegradables.	No aplica para el proyecto. Sin embargo, como medida preventiva en el Subprograma de Acciones Independientes, se establecen acciones para evitar el vertimiento de cualquier sustancia o residuo, que pudiera producirse por la realización del proyecto.
MAE 56	Se prohíben las actividades recreativas marinas en el periodo de anidación de	Dentro del Programa de Manejo Ambiental, contempla la protección de

CRITERIO		VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
	tortugas desde el ocaso hasta el amanecer.	especies que se encuentran en el sitio. Asimismo, no se realizarán actividades entre el ocaso y el amanecer a fin de no perturbar las actividades de anidación de tortugas marinas, estas acciones estarán consideradas en el Subprograma de Acciones Independientes y serán incluidas, de ser el caso, en el Programa de Tortugas Marinas que actualmente implementa el hotel al cual se asocia el presente proyecto.
Turismo (TU) 6	La visita a las áreas arrecifales deberá estar sujeto a estudios específicos.	No aplica para el proyecto. No contempla actividades de visita a las áreas arrecifales
TU 7	Se prohíbe la utilización de embarcaciones motorizadas en caletas y cenotes costeros.	No aplica para el proyecto. Las obras del proyecto no se ubican en caletas ni cenotes costeros.
TU 8	Las actividades náuticas deberán contar con un reglamento que minimice impactos ambientales.	No aplica para el proyecto. No es una actividad náutica
TU 9	No se permite el acuatizaje de hidroaviones.	No aplica para el proyecto. No se tendrá uso de hidroaviones
TU 19	No se permitirá la práctica de ningún tipo de deporte acuático motorizado a menos de 100 metros de distancia de las formaciones coralinas.	No aplica para el proyecto. No se tendrá deporte acuático motorizado
TU 20	No se permitirá el uso de plataformas o embarcaciones para fines de buceo y esnorqueleo masivos.	No aplica para el proyecto. No se tendrá buceo o esnorqueleo masivos
TU 22	En el desarrollo de los proyectos Turísticos, se deberán mantener los ecosistemas excepcionales tales como formaciones arrecifales, selvas subperennifolias, manglares, cenotes y caletas, entre otros; así como las poblaciones de flora y fauna incluidos en la NOM 059.	El proyecto no se concibe como un proyecto turístico per se, sin embargo, cabe señalar que no se pretende desarrollar en ecosistemas excepcionales como formaciones arrecifales, o cualquiera de los ecosistemas señalados. El presente manifiesto contempla la presencia de especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, como son los gorgonáceos y en las playas adyacentes al SAR, la presencia de tortugas marinas, por lo que a través del Programa de Manejo Ambiental y sus subprogramas se dará protección a las especies con alguna categoría de riesgo.
TU 25	La práctica de cualquier tipo de deporte acuático motorizado, deberá contar con las autorizaciones correspondientes y garantizar	No aplica para el proyecto. No se tendrá deporte acuático motorizado

CRITERIO		VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
	la seguridad de los bañistas. Estableciendo las zonas de entradas y salidas de embarcaciones (entradas y rutas).	
TU 28	Solo se permite la utilización de lagunas costeras y arrecifales para el aterrizaje de hidroaviones, con fines de inspección, vigilancia, investigación y emergencias.	No aplica para el proyecto. No se tendrá uso de hidroaviones
TU 29	Se prohíbe tocar, pararse, dañar, alterar, asirse, sujetarse o recargarse de las formaciones arrecifales.	Las obras contempladas en el proyecto no están en la cercanía de formaciones arrecifales, que pudieran afectarlas.
TU 30	En el buceo libre, autónomo y la natación se prohíbe el uso de guantes y cuchillo.	Para el desarrollo del proyecto, se contará con buzos profesionales y equipo especializado de buceo, para el seguimiento de la adecuada instalación de la infraestructura. Mismos que no contemplan la utilización de los utensilios mencionados en el presente Criterio Ecológico.
TU 33	En los canales de acceso a las lagunas arrecifales no se permiten ningún tipo de actividades recreativas, culturales, de esparcimiento, de superficie o subacuáticas diurnas o nocturnas.	No aplica para el proyecto. No contempla la realización de actividades en canales de acceso a las lagunas 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.	No aplica para el proyecto. No es una actividad de instructores o guías
TU 36	Deberán señalizarse los canales de acceso a las lagunas arrecifales.	No aplica para el proyecto. Su ejecución corresponde a la autoridad
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.	Se contempla la utilización de embarcaciones menores, mismas que tendrán un adecuado control para evitar cualquier derrame de sustancias que puedan generar contaminación, en el sitio del proyecto. Lo anterior se encuentra dentro de las acciones preventivas del Subprograma de Acciones Independientes.
TU 38	Queda prohibida la navegación de embarcaciones de motor de 1.5 o más metros de calado en las lagunas arrecifales.	No aplica para el proyecto. No se tendrá actividad en lagunas arrecifales
TU 40	Se prohíbe dar alimento a la Fauna silvestre.	Dentro del Subprograma de Acciones Independientes, se contempla el instruir al personal, que se ocupará para la realización del proyecto a evitar acciones, que puedan alterar la fauna y flora silvestre del sitio.

CRITERIO		VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
TU 41	Se prohíbe el uso de motores de dos tiempos en actividades turísticas marítimas.	No aplica para el proyecto. No es actividad turística marítima
TU 42	Se prohíbe el uso de plataformas marinas, o artefactos que funcionen como tales.	No aplica para el proyecto. No se tendrá uso de plataformas marinas, o artefactos que funcionen como tales.
Actividades Pesqueras (APS) 1	Las embarcaciones utilizadas para la pesca comercial deberán portar los colores y claves distintivas asignadas por la SEMARNAT, así´ como el permiso de pesca correspondiente.	No aplica para el proyecto. No es una actividad de pesca comercial
APS 2	Queda prohibido el uso de químicos o aparato electrónicos y mecánicos para la captura de animales marinos de ornato.	No aplica para el proyecto. No contempla la captura de animales marinos de ornato.

III.1.3. Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Benito Juárez, Quintana Roo

El Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Benito Juárez, Quintana Roo (POELMBJ), es el instrumento de planeación el cual contempla la identificación de UGAs, con sus lineamientos y estrategias ecológicas.

El POELMBJ, contiene Políticas Ambientales de preservación, protección, conservación, restauración y aprovechamiento sustentable.

Es importante señalar que aun cuando el proyecto se localiza frente al municipio de Puerto Morelos, éste al ser de nueva creación, y tal y como se indica en el decreto correspondiente, hasta que dicho municipio no cuente con su propio Programa de Ordenamiento Ecológico, seguirá vigente el POEL del Municipio de Benito Juárez, así las cosas, es que a continuación se presenta la vinculación del instrumento con aquellas acciones o actividades terrestres inherentes del proyecto.

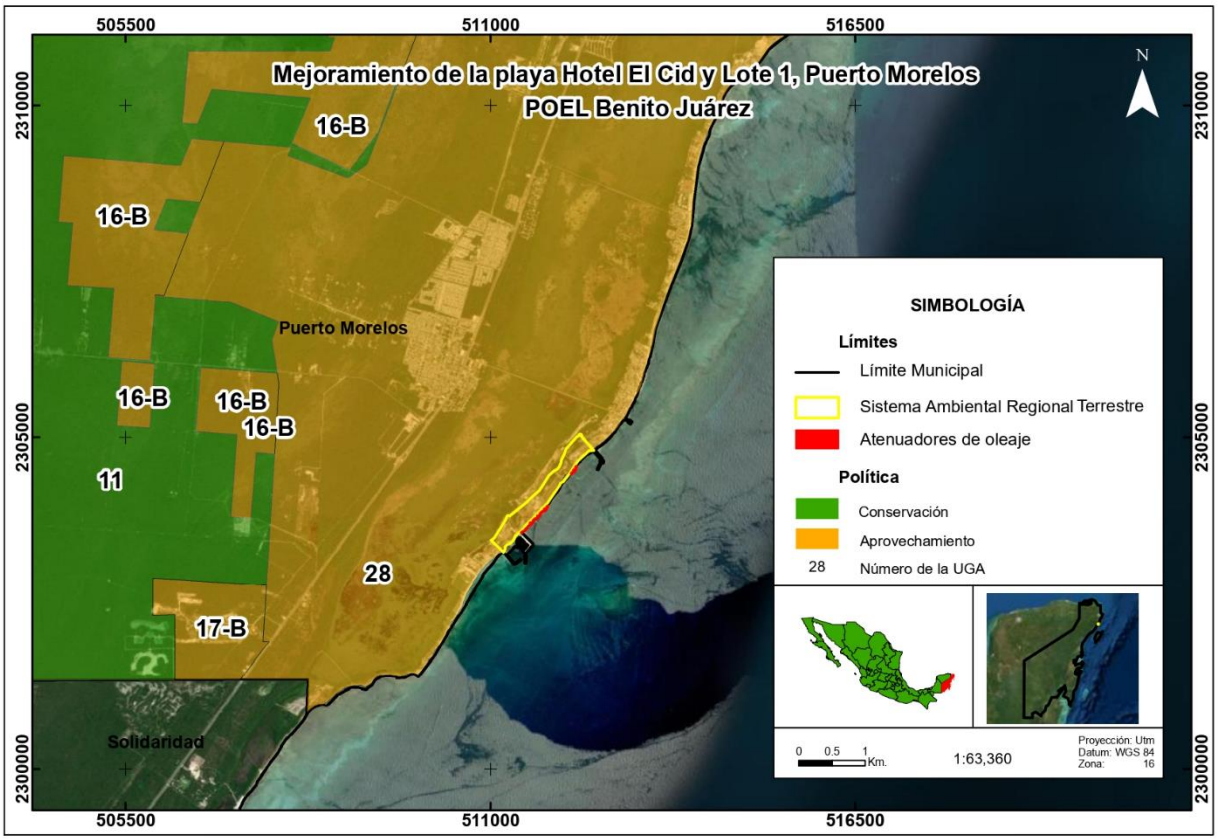


Figura III - 4. Ubicación del proyecto en el POELMBJ.

Conforme a la figura anterior, se muestra que la ubicación de las obras y actividades en ambiente terrestre del proyecto se localiza dentro de la UGA No. 28, denominada Centro de población de Puerto Morelos, con una Política Ambiental de Aprovechamiento sustentable, con una superficie de 5,740.85 hectáreas, con las siguientes características:

Tabla III - 8. Características de la UGA 28 del Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Benito Juárez, Quintana Roo.

Objetivo de la UGA	Regular el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales en las zonas de reserva para el crecimiento urbano, dentro de los límites del centro de población, con el fin de mantener los ecosistemas relevantes y en el mejor estado posible, así como los bienes y servicios ambientales que provee la zona, previo al desarrollo urbano futuro.
Problemática General	Presión sobre los recursos naturales y riesgo de contaminación al acuífero por el incremento de asentamientos irregulares; Incremento en la incidencia y recurrencia de Incendios Forestales; Carencia de servicios de recolección y disposición final de los Residuos Sólidos Urbanos; Incompatibilidad entre instrumentos de planeación urbana y ambiental; Necesidades de infraestructura en zonas urbanas del municipio; Cambios de Uso de Suelo no autorizados.
Lineamientos Ecológicos	• Se contiene el crecimiento urbano dentro de los límites del centro de población, propiciando una ocupación compacta y eficiente del suelo urbano de tal manera que las reservas de crecimiento se ocupen hasta obtener niveles de saturación mayores al 70% de acuerdo a los plazos

	establecidos en el programa de desarrollo urbano de la ciudad de Puerto Morelos, para disminuir los procesos de deterioro de los recursos naturales. • Las autoridades competentes deben propiciar que el crecimiento urbano sea ordenado y compacto y estableciendo al menos 12 m2 de áreas verdes accesibles por habitante, acorde a la normatividad vigente en la materia. • Las autoridades competentes deben propiciar el tratamiento del 100 % de las aguas residuales domésticas, así´ como la gestión integral de la totalidad de los residuos sólidos generados en esta localidad. Todos los centros de población deberán considerar un sitio de disposición final de Residuos Sólidos Urbanos (RSU) en la modalidad de Parques de Tecnologías, adecuados para su capacidad futura de generación, en proyecciones de al menos 15 años. Los centros de población con menos de 50,000 habitantes que carezcan de relleno sanitario deberán considerar dentro de su PDU, la presencia de al menos un sitio de disposición temporal de los RSU, o terminal de trasferencia. • Se mantiene como áreas de conservación el 100% de los manglares que se encuentran dentro del PDU de Puerto Morelos, de acuerdo con la normatividad vigente.
Recursos y Procesos Prioritarios	Suelo, Manglares, Vaso regulador de flujos, Biodiversidad.

De conformidad con el POELMBJ, son aplicables dos tipos de Criterios de Regulación Ecológica, entendidos como aquellos lineamientos obligatorios para orientar las acciones de preservación y restauración del equilibrio ecológico, el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales y la protección al ambiente, basados en el principio de aprovechamiento sustentable, por lo que se refiere a la UGA No. 28 le son aplicables los criterios de aplicación general, tal como se describen en las dos tablas siguientes los criterios de aplicación específica, así como su vinculación jurídica con el proyecto:

Tabla III - 9. Criterios ecológicos de aplicación general de la UGA 28 y la vinculación jurídica de las obras y actividades en ambiente terrestre del proyecto.

CLAVE	CRITERIO GENERAL	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
CG-01	En el tratamiento de plagas y enfermedades de plantas en cultivos, jardines, áreas de reforestación y de manejo de la vegetación nativa deben emplearse productos que afecten específicamente la plaga o enfermedad que se desea controlar, así´ como los fertilizantes que sean preferentemente orgánicos y que estén publicados en el catálogo vigente por la Comisión Intersecretarial para el Control del Proceso y Uso de Plaguicidas, Fertilizantes y Substancias Toxicas (CICOPLAFEST).	No aplica para el proyecto. No es una actividad de tratamiento de plagas y enfermedades de plantas
CG-02	Los proyectos que en cualquier etapa empleen agroquímicos de manera rutinaria e intensiva, deberán elaborar un programa de monitoreo de la calidad del agua del subsuelo a fin de detectar, prevenir y, en su caso, corregir la contaminación	No aplica para el proyecto. No es una actividad con uso de agroquímicos

	del recurso. Los resultados del Monitoreo se incorporarán a la bitácora ambiental.	
CG-03	Con la finalidad de restaurar la cobertura vegetal que favorece la captación de agua y la conservación de los suelos, la superficie del predio sin vegetación que no haya sido autorizada para su aprovechamiento, debe ser reforestada con especies nativas propias del hábitat que haya sido afectado.	No aplica para el proyecto, ya que no se realizará cambio de uso de suelo en terrenos forestales.
CG-04	En los nuevos proyectos de desarrollo urbano, agropecuario, suburbano, turístico e industrial se deberá separar el drenaje pluvial del drenaje sanitario. El drenaje pluvial de techos, previo al paso a través de un decantador para separar solidos no disueltos, podrá´ ser empleado para la captación en cisternas, dispuesto en áreas con jardines o en las áreas con vegetación nativa remanente de cada proyecto. El drenaje pluvial de estacionamientos públicos y privados, así como de talleres mecánicos deberá´ contar con sistemas de retención de grasas y aceites.	No aplica para el proyecto. No requiere de drenaje pluvial o drenaje sanitario
CG-05	Para permitir la adecuada recarga del acuífero, todos los proyectos deben acatar lo dispuesto en el artículo 132 de la LEEPAQROO o la disposición jurídica que la sustituya.	No aplica para el proyecto. No tiene relación con recarga de acuífero
CG-06	Con la finalidad de evitar la fragmentación de los ecosistemas y el aislamiento de las poblaciones, se deberán agrupar las áreas de aprovechamiento preferentemente en áreas "sin vegetación aparente" y mantener la continuidad de las áreas con vegetación natural. Para lo cual, el promovente deberá´ presentar un estudio de zonificación ambiental que demuestre la mejor ubicación de la infraestructura planteada por el proyecto, utilizando preferentemente las áreas perturbadas por usos previos o con vegetación secundaria o acahual.	No aplica para el proyecto. Cabe señalar que los insumos del proyecto serán almacenados temporalmente en los mismos terrenos del hotel, por lo tanto, no existirá fragmentación, ni aislamiento de las poblaciones con vegetación natural.
CG-07	En los proyectos en donde se pretenda llevar a cabo la construcción de caminos, bardas o cualquier otro tipo de construcción que pudiera interrumpir la conectividad ecosistémica deberán implementar pasos de fauna menor (pasos inferiores) a cada 50 metros, con excepción de áreas urbanas.	No aplica para el proyecto. No contempla actividad de construcción de caminos, bardas o cualquier otro tipo de construcción que pudiera interrumpir la conectividad ecosistémica
CG-08	Los humedales, rejolladas inundables, petenes, cenotes, cuerpos de agua superficiales, presentes en los predios deberán ser incorporados a las áreas de conservación.	No aplica para el proyecto. En el área del proyecto no existen humedales, rejolladas inundables, petenes, cenotes, cuerpos de agua superficiales
CG-09	Salvo en las UGA urbanas, los desarrollos deberán ocupar el porcentaje de aprovechamiento o desmonte correspondiente para la UGA en la	No aplica para el proyecto. No es una actividad de aprovechamiento o desmonte

	que se encuentre, y ubicarse en la parte central del predio, en forma perpendicular a la carretera principal. Las áreas que no sean intervenidas no podrán ser cercadas o bardeadas y deberán ubicarse preferentemente a lo largo del perímetro del predio en condiciones naturales y no podrán ser desarrolladas en futuras ampliaciones.	
CG-010	Sólo se permite la apertura de nuevos caminos de acceso para actividades relacionadas a los usos compatibles, así como aquellos relacionados con el establecimiento de redes de distribución de servicios básicos necesarios para la población.	No aplica para el proyecto. No requiere de apertura de nuevos caminos
CG-011	El porcentaje de desmonte que se autorice en cada predio, deberá estar acorde a cada uso compatible y no deberá exceder el porcentaje establecido en el lineamiento ecológico de la UGA, aplicando el principio de equidad y proporcionalidad.	No aplica para el proyecto. No requiere de desmonte
CG-012	En el caso de desarrollarse varios usos de suelo compatibles en el mismo predio, los porcentajes de desmonte asignados a cada uno de ellos solo serán acumulables hasta alcanzar el porcentaje definido en el lineamiento ecológico.	No aplica para el proyecto. No requiere de desmonte
CG-013	En la superficie de aprovechamiento autorizada previo al desarrollo de cualquier obra o actividad, se deberá de ejecutar un programa de rescate de flora y fauna.	No aplica para el proyecto, ya que no se realizará ningún aprovechamiento. No obstante, es importante indicar que el proyecto para su realización se contempla ejecutar el Subprograma de Rescate y Reubicación de Fauna Marina.
CG-014	En los predios donde no exista cobertura arbórea, o en el caso que exista una superficie mayor desmontada a la señalada para la unidad de gestión ambiental ya sea por causas naturales y/o usos previos, el proyecto sólo podrá´ ocupar la superficie máxima de aprovechamiento que se indica para la unidad de gestión ambiental y la actividad compatible que pretenda desarrollarse.	No aplica para el proyecto. No requiere de desmonte
CG-015	En los ecosistemas forestales deberán eliminarse los ejemplares de especies exóticas considerados como invasoras por la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) que representen un riesgo de afectación o desplazamiento de especies silvestres. El material vegetal deberá ser eliminado mediante procedimientos que no permitan su regeneración y/o propagación.	No aplica para el proyecto. El área del proyecto no es un ecosistema forestal
CG-016	La introducción y manejo de palma de coco (*Cocus nucifera*) debe restringirse a las variedades que sean resistentes a la enfermedad conocida como "amarillamiento letal del cocotero".	No aplica para el proyecto. No contempla el manejo de palma de coco

CG-017	Se permite el manejo de especies exóticas, cuando: 1. La especie no esté catalogada como especie invasora por la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad y/o La SAGARPA. 2. La actividad no se proyecte en cuerpos naturales de agua, 3. El manejo de fauna, en caso de utilizar encierros, se debe realizar el tratamiento secundario por medio de biodigestores autorizados por la autoridad competente en la materia de aquellas aguas provenientes de la limpieza de los sitios de confinamiento. 4. Se garantice el confinamiento de los ejemplares y se impida su dispersión o distribución al medio natural. 5. Deberán estar dentro de una Unidad de Manejo Ambiental o PIMVS.	No aplica para el proyecto. No contempla el manejo de especies exóticas
CG-018	No se permite la acuicultura en cuerpos de agua en condiciones naturales, ni en cuerpos de agua artificiales con riesgo de afectación a especies nativas.	No aplica para el proyecto. No es una actividad de acuicultura
CG-019	Todos los caminos abiertos que estén en propiedad privada, deberán contar con acceso controlado, a fin de evitar posibles afectaciones a los recursos naturales existentes.	El área del proyecto cuenta con acceso controlado
CG-020	Los cenotes, rejolladas inundables y cuerpos de agua deberán mantener inalterada su estructura geológica y mantener el estrato arbóreo, asegurando que la superficie establecida para su uso garantice el mantenimiento de las condiciones ecológicas de dichos ecosistemas.	No aplica para el proyecto. No se encuentra en cenotes, rejolladas inundables o cuerpos de agua
CG-021	Donde se encuentren vestigios arqueológicos, deberá reportarse dicha presencia al Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH) y contar con su correspondiente autorización para la construcción de la obra o realización de actividades.	No aplica para el proyecto. En el área del proyecto no existen vestigios arqueológicos
CG-022	El derecho de vía de los tendidos de energía eléctrica de alta tensión sólo podrá ser utilizado conforme a la normatividad aplicable, y en apego a ella no podrá ser utilizado para asentamientos humanos.	No aplica para el proyecto. No contempla tendidos de energía eléctrica
CG-023	La instalación de infraestructura de conducción de energía eléctrica de baja tensión y de comunicación deberá ser subterránea en el interior de los predios, para evitar la contaminación visual del paisaje y afectaciones a la misma por eventos meteorológicos extremos y para minimizar la fragmentación de ecosistemas.	No aplica para el proyecto. No contempla tendidos de energía eléctrica

CG-024	Los taludes de los caminos y carreteras deberán ser reforestados con plantas nativas de cobertura y herbáceas que limiten los procesos de erosión.	No aplica para el proyecto. No contempla la construcción de caminos o carreteras
CG-025	En ningún caso la estructura o cimentación de las construcciones deberá interrumpir la hidrodinámica natural superficial y/o subterránea.	Las obras y actividades en ambiente terrestre del proyecto no inciden sobre hidrodinámica natural superficial y/o subterránea.
CG-026	De acuerdo a lo que establece el Reglamento Municipal de Construcción, los campamentos de construcción o de apoyo y todas las obras en general deben:	Encabezado.
	A. Contar con al menos una letrina por cada 20 trabajadores. B. Áreas específicas y delimitadas para la pernocta y/o para la elaboración y consumo de alimentos, con condiciones higiénicas adecuadas (ventilación, miriñaques, piso de cemento, correcta iluminación, lavamanos, entre otros). C. Establecer las medidas necesarias para almacenamiento, retiro, transporte y disposición final de los residuos sólidos generados. D. Establecer medidas para el correcto manejo, almacenamiento, retiro, transporte y disposición final de los residuos peligrosos.	Los servicios sanitarios del personal del proyecto serán atendidos en las instalaciones existentes del hotel, ocasionalmente para áreas lejanas se efectuará uso de letrinas sanitarias. Los servicios de alimentación serán también realizados en las instalaciones del hotel, igualmente se utilizarán las facilidades existentes para el manejo de residuos
CG-027	En el diseño y construcción de los sitios de disposición final de Residuos Sólidos Urbanos se deberán colocar en las celdas para residuos y en el estanque de lixiviados, una geomembrana de polietileno de alta densidad o similar, con espesor mínimo de 1.5 mm. Previo a la colocación de la capa protectora de la geomembrana se deberá´ acreditar la aprobación de las pruebas de hermeticidad de las uniones de la geomembrana por parte de la autoridad que supervise su construcción.	No aplica para el proyecto. No es una actividad de disposición final de Residuos Sólidos Urbanos
CG-028	La disposición de materiales derivados de obras, excavaciones o dragados sólo podrá realizarse en sitios autorizados por la autoridad competente, siempre y cuando no contengan residuos sólidos urbanos, así como aquellos que puedan ser catalogados como peligrosos por la normatividad vigente.	No aplica para el proyecto. Sin embargo, se indica que todo residuo de este tipo será dispuesto en sitios autorizados.
CG-029	La disposición final de residuos sólidos únicamente podrá realizarse en los sitios previamente aprobados para tal fin.	Durante el desarrollo del proyecto, se llevarán a cabo acciones para el manejo de residuos, además de considerar que el hotel al cual se encuentra asociado el proyecto actualmente implementa un Plan de Manejo de Residuos Sólidos Urbanos y de Manejo Especial Hotel Marina El Cid

		Spa & Beach Resort Cancún Riviera Maya, Puerto Morelos, Q. Roo, indicándose que la disposición final de residuos sólidos únicamente podrá realizarse en los sitios previamente aprobados para tal fin.
CG-030	Los desechos biológico-infecciosos no podrán disponerse en el relleno sanitario y/o en depósitos temporales de servicio municipal.	No aplica para el proyecto. No se generarán desechos biológico-infecciosos
CG-031	Los sitios de disposición final de RSU deberán contar con un banco de material pétreo autorizado dentro del área proyectada, mismo que se deberá ubicar aguas arriba de las celdas de almacenamiento y que deberá proveer diariamente del material de cobertura.	No aplica para el proyecto. No es un sitio de disposición final de RSU
CG-032	Se prohíbe la quema de basura, así como su entierro o disposición a cielo abierto.	El proyecto prohíbe la quema de basura, así como su entierro o disposición a cielo abierto.
CG-033	Todos los proyectos deberán contar con áreas específicas para el acopio temporal de los residuos sólidos. En el caso de utilizar el servicio municipal de colecta, dichas áreas deben ser accesibles a la operación del servicio.	Durante el desarrollo del proyecto, se llevarán a cabo acciones para el manejo de residuos, además de considerar que el hotel al cual se encuentra asociado el proyecto, actualmente implementa un Plan de Manejo de Residuos Sólidos Urbanos y de Manejo Especial Hotel Marina El Cid Spa & Beach Resort Cancún Riviera Maya, Puerto Morelos, Q. Roo.
CG-034	El material pétreo, sascab, piedra caliza, tierra negra, tierra de despalme, madera, materiales vegetales y/o arena, que se utilice en la construcción de un proyecto, deberá provenir de fuentes y/o bancos de material autorizados.	Todo el material utilizado en el proyecto provendrá de fuentes y/o bancos de materiales autorizados.
CG-035	En la superficie en la que por excepción la autoridad competente autorice la remoción de la vegetación, también se podrá retirar el suelo, subsuelo y las rocas para nivelar el terreno e instalar los cimientos de las edificaciones e infraestructura, siempre y cuando no se afecten los ríos subterráneos que pudieran estar presentes en los predios que serán intervenidos.	No aplica para el proyecto. No se requiere de remoción de vegetación
CG-036	Los desechos orgánicos derivados de las actividades agrícolas, pecuarias y forestales deberán aprovecharse en primera instancia para la recuperación de suelos, y/o fertilización orgánica de cultivos y áreas verdes, previo composteo y estabilización y ser dispuestos donde lo indique la autoridad competente en la materia.	No aplica para el proyecto. No es una actividad agrícola, pecuaria o forestal
CG-037	Todos los proyectos que impliquen la remoción de la vegetación y el despalme del suelo deberán realizar acciones para la recuperación de la tierra	No aplica para el proyecto. No se requiere de remoción de vegetación ni despalme de suelo

	vegetal, realizando su separación de los residuos vegetales y pétreos, con la finalidad de que sea utilizada para acciones de reforestación dentro del mismo proyecto o donde lo disponga la autoridad competente en la materia, dentro del territorio municipal.	
CG-038	No se permite la transferencia de densidades de cuartos de hotel, residencias campestres, cabañas rurales y/o cabañas ecoturísticas de una unidad de gestión ambiental a otra.	No aplica para el proyecto. No es una actividad de transferencia de densidades indicadas
CG-039	El porcentaje de desmonte permitido en cada UGA que impliquen el cambio de uso de suelo de la vegetación forestal solo podrá realizarse cuando la autoridad competente expida por excepción las autorizaciones de cambio de uso de suelo de los terrenos forestales.	No aplica para el proyecto. No se requiere de remoción de vegetación

Tabla III - 10. Criterios ecológicos de aplicación específica de la UGA 28 y vinculación jurídica de las obras y actividades en ambiente terrestre del proyecto.

CLAVE	CRITERIO ESPECÍFICO	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
	Agua	
URB-01	En tanto no existan sistemas municipales para la conducción y tratamiento de las aguas residuales municipales, los promoventes de nuevos proyectos, de hoteles, fraccionamientos, condominios, industrias y similares, deberán instalar y operar por su propia cuenta, sistemas de tratamiento y reciclaje de las aguas residuales, ya sean individuales o comunales, para satisfacer las condiciones particulares que determinen las autoridades competentes y las normas oficiales mexicanas aplicables en la materia.	No aplica para el proyecto. El hotel asociado al proyecto cuenta con infraestructura para el manejo de sus aguas residuales
URB-02	A fin de evitar la contaminación ambiental y/o riesgos a la salud pública y sólo en aquellos casos excepcionales en que el tendido de redes hidrosanitarias no exista, así como las condiciones financieras, socioeconómicas y/o topográficas necesarias para la introducción del servicio lo ameriten y justifiquen, la autoridad competente en la materia podrá autorizar a persona físicas el empleo de biodigestores para que en sus domicilios particulares se realice de manera permanente un tratamiento de aguas negras domiciliarias. Estos sistemas deberán estar aprobados por la autoridad ambiental competente.	No aplica para el proyecto. El hotel asociado al proyecto cuenta con infraestructura para el manejo de sus aguas residuales
URB-03	En zonas que ya cuenten con el servicio de drenaje sanitario el usuario estará obligado a conectarse a dicho servicio. En caso de que a partir de un dictamen técnico del organismo operador resulte no ser factible tal conexión, se podrán utilizar sistemas de tratamiento	No aplica para el proyecto. El hotel asociado al proyecto cuenta con infraestructura para el manejo de sus aguas residuales

	debidamente certificados y contar con la autorización para las descargas por la CONAGUA.	
URB-04	Los sistemas de producción agrícola intensiva (invernaderos, hidroponía y viveros) que se establezcan dentro de los centros de población deben reducir la pérdida del agua de riego, limitar la aplicación de agroquímicos y evitar la contaminación de los mantos freáticos.	No aplica para el proyecto. No es una actividad de producción agrícola
URB-07	No se permite la disposición de aguas residuales sin previo tratamiento hacia los cuerpos de agua, zonas inundables y/o al suelo y subsuelo, por lo que se promoverá que se establezca un sistema integral de drenaje y tratamiento de aguas residuales.	No aplica para el proyecto. El hotel asociado al proyecto cuenta con infraestructura para el manejo de sus aguas residuales
URB-08	En las zonas urbanas y sus reservas del Municipio de Benito Juárez se deberán establecer espacios jardineados que incorporen elementos arbóreos y arbustivos de especies nativas.	No aplica para el proyecto. Su ejecución corresponde a la autoridad
URB-09	Para mitigar el aumento de la temperatura y la sensación térmica en las zonas urbanas, mejorar el paisaje, proteger las zonas de infiltración de aguas y recarga de mantos acuíferos, dotar espacios para recreación y mejoramiento de la calidad de vida de los ciudadanos en general, deben existir parques y espacios recreativos que cuenten con elementos arbóreos y arbustivos y cuya separación no será mayor a un km entre dichos parques.	No aplica para el proyecto. Su ejecución corresponde a la autoridad
URB-10	Los cenotes, rejolladas inundables y cuerpos de agua presentes en los centros de población deben formar parte de las áreas verdes, asegurando que la superficie establecida para tal destino del suelo garantice el mantenimiento de las condiciones ecológicas de dichos ecosistemas.	No aplica para el proyecto. En el área del proyecto no existen cenotes, rejolladas inundables o cuerpos de agua
URB-11	Para el ahorro del recurso agua, las nuevas construcciones deberán implementar tecnologías que aseguren el ahorro y uso eficiente del agua.	No aplica para el proyecto. El proyecto no requiere de agua
URB-12	En las plantas de tratamiento de aguas residuales y de desactivación de lodos deberán implementarse procesos para la disminución de olores y establecer franjas de vegetación arbórea de al menos 15 m de ancho que presten el servicio de barreras dispersantes de malos olores dentro del predio que se encuentren dichas instalaciones.	No aplica para el proyecto. No es una actividad de tratamiento de aguas residuales
URB-13	La canalización del drenaje pluvial hacia espacios verdes, cuerpos de agua superficiales o pozos de absorción, debe realizarse previa filtración de sus aguas con sistemas de decantación, trampas de grasas y sólidos, u otros que garanticen la retención de sedimentos y contaminantes. Dicha canalización deberá´ ser autorizada por la	No aplica para el proyecto. No es una actividad de canalización de drenaje pluvial

	Comisión Nacional del Agua.	
URB-14	Los crematorios deberán realizar un monitoreo y control de sus emisiones a la atmósfera.	No aplica para el proyecto. No es un crematorio
URB-15	Los cementerios deberán impermeabilizar paredes y piso de las fosas, con el fin de evitar contaminación al suelo, subsuelo y manto freático.	No aplica para el proyecto. No es un cementerio
URB-16	Los proyectos en la franja costera dentro de las UGA urbanas deberán tomar en cuenta la existencia de las bocas de tormenta que de manera temporal desaguan las zonas sujetas a inundación durante la ocurrencia de lluvias extraordinarias o eventos ciclónicos. Por ser tales sitios zonas de riesgo, en los espacios públicos y privados se deben de realizar obras de ingeniería permanentes que en una franja que no será´ menor de 20 m conduzcan y permitan el libre flujo que de manera natural se establezca para el desagüe.	No aplica para el proyecto. No cuenta con bocas de tormenta
URB-17	Serán susceptible de aprovechamiento los recursos biológicos forestales, tales como semilla, que generen los árboles urbanos, con fines de propagación por parte de particulares, mediante la autorización de colecta de recursos biológicos forestales.	No aplica para el proyecto. No es una actividad de aprovechamiento de recursos biológicos forestales
URB-18	Adicional a los sitios de disposición final autorizados de RSU, se debe contar con un área de acopio y retención de Residuos Especiales, en caso de contingencia, a fin de evitar que se introduzcan en la(s) celda(s).	No aplica para el proyecto. No es una actividad de disposición final de RSU
	Suelo y Subsuelo	
URB-19	La autorización emitida por la autoridad competente para la explotación de bancos de materiales pétreos deberá sustentarse en los resultados provenientes de estudios de mecánica de suelos y geohidrológicos que aseguren que no existan afectaciones irreversibles al recurso agua, aun en los casos de afloramiento del acuífero para extracción debajo del manto freático. Estos estudios deberán establecer claramente cuáles serán las medidas de mitigación aplicables al proyecto y los parámetros y periodicidad para realizar el monitoreo que tendrá´ que realizarse durante todas las etapas del proyecto, incluyendo las actividades de la etapa de abandono.	No aplica para el proyecto. No es un banco de materiales pétreos
URB-20	Con el objeto de integrar cenotes, rejolladas, cuevas y cavernas a las áreas públicas urbanas, se permite realizar un aclareo, poda y modificación de vegetación rastrera y arbustiva presente, respetando en todo momento los elementos arbóreos y vegetación de relevancia ecológica, así	No aplica para el proyecto. No requiere de aclareo, poda o modificación de vegetación rastrera y arbustiva

	como la estructura geológica de estas formaciones.	
URB-21	Los bancos de materiales autorizados deben respetar una zona de amortiguamiento que consiste en una barrera vegetal alrededor del mismo, conforme lo señala el Decreto 36, del Gobierno del Estado; y/o la disposición jurídica que la sustituya.	No aplica para el proyecto. No es una actividad de banco de materiales
URB-22	Para evitar la contaminación del suelo y subsuelo, en las actividades de extracción y exploración de materiales pétreos deberán realizarse acciones de acopio, separación, utilización y disposición final de cualquier tipo de residuos generados, en el marco de lo que establezcan las disposiciones jurídicas aplicables.	No aplica para el proyecto. No es una actividad de banco de materiales
URB-23	Para reincorporar las superficies afectadas por extracción de materiales pétreos a las actividades económicas del municipio, deberá realizarse la rehabilitación de dichas superficies en congruencia con los usos que prevean los instrumentos de planeación vigentes para la zona.	No aplica para el proyecto. No es una actividad de banco de materiales
URB-24	Los generadores de Residuos de Manejo Especial y los Grandes Generadores de Residuos Sólidos Urbanos deberán contar con un plan de manejo de los mismos, en apego a la normatividad vigente en la materia.	El promovente cuenta con Plan de Manejo de Residuos registrado ante la autoridad ambiental estatal
URB-25	Para el caso de fraccionamientos habitacionales, el fraccionador deberá construir a su cargo y entregar al Ayuntamiento por cada 1000 viviendas previstas en el proyecto de fraccionamiento, parque o parques públicos recreativos con sus correspondientes áreas ajardinadas y arboladas con una superficie mínima de 5,000 metros cuadrados, mismos que podrán ser relacionados a las áreas de donación establecidas en la legislación vigente en la materia. Tratándose de fracciones en el número de viviendas previstas en el fraccionamiento, las obras de equipamiento urbano serán proporcionales, pudiéndose construir incluso en predios distintos al fraccionamiento.	No aplica para el proyecto. No es un proyecto de fraccionamiento habitacional
URB-26	En las etapas de crecimiento de la mancha urbana considerada por el PDU, para mitigar el aumento de la temperatura y la sensación térmica en la zonas urbanas, mejorar el paisaje, proteger las zonas de infiltración de aguas y recarga de mantos acuíferos, favorecer la función de barrera contra ruido, dotar espacios para recreación y mejoramiento de la calidad de vida de los ciudadanos en general, los fraccionamientos deben incorporar áreas verdes que contribuyan al Sistema Municipal de Parques, de conformidad	No aplica para el proyecto. El hotel asociado al proyecto cuenta con áreas verdes

	con la normatividad vigente en la materia.	
URB-27	La superficie ocupada por equipamiento en las áreas verdes no deberá exceder de un 30% del total de la superficie cada una de ellas.	No aplica para el proyecto. El hotel asociado al proyecto cuenta con áreas verdes
URB-28	Para evitar las afectaciones por inundaciones, se prohíbe el establecimiento de fraccionamientos habitacionales, así como de infraestructura urbana dentro del espacio excavado de las sascaberas en desuso y en zonas en donde los estudios indiquen que existe el riesgo de inundación (de acuerdo al Atlas de Riesgos del municipio y/o del estado).	No aplica para el proyecto. El hotel asociado al proyecto ya se encuentra en operación
URB-29	En la construcción de fraccionamientos dentro de las áreas urbanas, se permite la utilización del material pétreo que se obtenga de los cortes de nivelación dentro del predio. El excedente de los materiales extraídos que no sean utilizados deberá´ disponerse en la forma indicada por la autoridad competente en la materia.	No aplica para el proyecto. No se requiere de material pétreo
	Flora y Fauna	
URB-30	En zonas inundables, se deben mantener las condiciones naturales de los ecosistemas y garantizar la conservación de las poblaciones silvestres que la habitan. Por lo que las actividades recreativas de contemplación deben ser promovidas y las actividades de aprovechamiento extractivo y de construcción deben ser condicionadas.	No aplica para el proyecto. El hotel asociado al proyecto ya se encuentra en operación
URB-31	Las áreas destinadas a la conservación de la biodiversidad y/o del agua que colinden con las áreas definidas para los asentamientos humanos, deberán ser los sitios prioritarios para ubicar los ejemplares de plantas y animales que sean rescatados en el proceso de eliminación de la vegetación.	No aplica para el proyecto. No se tendrá eliminación de vegetación.
URB-32	Deberá preverse un mínimo de 50% de la superficie de los espacios públicos jardineados para que tengan vegetación natural de la zona y mantener todos los árboles nativos que cuenten con DAP mayores de 15 cm, en buen estado fitosanitario y que no representen riesgo de accidentes para los usuarios.	No aplica para el proyecto. Su ejecución corresponde a la autoridad
URB-33	Deberán establecerse zonas de amortiguamiento de al menos 50 m alrededor de las zonas industriales y centrales de abastos que se desarrollen en las reservas urbanas. Estas zonas de amortiguamiento deberán ser dotados de infraestructura de parque público.	No aplica para el proyecto. Su ejecución corresponde a la autoridad
URB-34	En los programas de rescate de fauna silvestre que deben elaborarse y ejecutarse con motivo de la eliminación de la cobertura vegetal de un predio, se deberá incluir el sitio de reubicación de los	La realización del proyecto en ambiente terrestre no tiene incidencia sobre fauna silvestre.

	ejemplares, aprobado por la autoridad ambiental competente.	
URB-35	No se permite introducir o liberar fauna exótica en parques y/o áreas de reservas urbanas.	No aplica para el proyecto. No se contempla la introducción de fauna exótica
URB-36	Las áreas con presencia de ecosistemas de manglar dentro de los centros de población deberán ser consideradas como Áreas de Preservación Ecológica para garantizar el mantenimiento de los bienes y servicios ambientales que proveen por lo que no podrán ser modificadas, con el fin de proporcionar una mejor calidad de vida para los habitantes del municipio; con excepción de aquellas que cuenten previamente con un plan de manejo autorizado por la autoridad ambiental competente.	No aplica para el proyecto. No se tiene influencia sobre las zonas de manglar
URB-38	Las áreas verdes de los estacionamientos descubiertos públicos y privados deben ser diseñadas en forma de camellones continuos y deberá colocarse por lo menos un árbol por cada dos cajones de estacionamiento.	El hotel asociado al proyecto cuenta con área verdes en sus áreas de estacionamiento
URB-40	En las previsiones de crecimiento de las áreas urbanas colindantes con las ANPs, se deberán mantener corredores biológicos que salvaguarden la conectividad entre los ecosistemas existentes.	No aplica para el proyecto. Su ejecución corresponde a la autoridad
URB-41	Los proyectos urbanos deberán reforestar camellones y áreas verdes colindantes a las ANPs y parques municipales deberán reforestar con especies nativas que sirvan de refugio y alimentación para la fauna silvestre, destacando el chicozapote (*Manilkara zapota*), la guaya (*Talisia olivaeriformis*), capulín (*Muntingia calabura*), Ficus spp, entre otros.	No aplica para el proyecto. Su ejecución corresponde a la autoridad
URB-42	Los desarrollos turísticos y/o habitacionales deberán garantizar la permanencia del hábitat y las poblaciones de mono araña *Ateles geoffroyi*, mediante la regulación de los horarios de usa del sitio, mantenimiento de la disponibilidad natural de alimento y sitios de pernocta y de reproducción, así como con otras acciones que sean necesarias.	No aplica para el proyecto. No se tiene incidencia en las poblaciones de mono araña
Paisaje		
URB-43	Las áreas verdes y en las áreas urbanas de conservación, deberán contar con el equipamiento adecuado para evitar la contaminación por residuos sólidos, ruido, aguas residuales y fecalismo al aire libre.	Las áreas verdes del hotel asociado al proyecto se mantienen en condiciones de limpieza
URB-44	Las autorizaciones municipales para el uso de suelo en los predios colindantes a la zona federal marítimo terrestre y las concesiones de zona federal marítimo terrestre otorgadas por la Federación, deberán ser congruentes con los usos	El hotel asociado al proyecto cuenta con los permisos necesarios para su operación, ante las diferentes autoridades.

	de suelo de la zona que expida el Estado o Municipio.	
URB-45	Para recuperar el paisaje y compensar la pérdida de vegetación en las zonas urbanas, en las actividades de reforestación designadas por la autoridad competente, se usarán de manera prioritaria especies nativas acordes a cada ambiente.	No aplica para el proyecto. El hotel asociado al proyecto cuenta con áreas verdes con especies nativas
URB-46	El establecimiento de actividades de la industria concretera y similares debe ubicarse a una distancia mínima de 500 metros del asentamiento humano más próximo y debe contar con barreras naturales perimetrales para evitar la dispersión de polvos.	No aplica para el proyecto. No es una actividad de la industria concretera o similares
URB-47	Se establecerán servidumbres de paso y accesos a la zona federal marítimo terrestre y el libre paso por la zona federal a una distancia máxima de 1000 metros entre estos accesos, de conformidad con la Ley de Bienes Nacionales y el Reglamento para el Uso y Aprovechamiento del Mar Territorial, Vías Navegables, Playas, Zona federal marítimo terrestre y Terrenos Ganados al Mar.	El hotel asociado al proyecto cuenta con servidumbres de paso y accesos a la zona federal marítimo terrestre y el libre paso por la zona federal
URB-48	En las áreas de aprovechamiento proyectadas se debe mantener en pie la vegetación arbórea y palmas de la vegetación original que por diseño del proyecto coincidan con las áreas destinadas a camellones, parques, áreas verdes, jardines, áreas de donación o áreas de equipamiento, de tal forma que estos individuos se integren al proyecto.	No aplica para el proyecto. El hotel asociado al proyecto cuenta con áreas verdes
URB-49	Los proyectos que pretendan realizarse en predios que colinden con playas aptas para la anidación de tortugas marinas deberán incorporar medidas preventivas que minimicen el impacto negativo a estos animales tanto durante la temporada de arribo y anidación de las hembras como durante el período de desarrollo de los huevos y eclosión de las crías.	Como se describe en el Capítulo VI de la presente MIA-R, la playa del Hotel asociado al proyecto, no registra una tasa de anidación de tortugas alta (6.63 nidos por temporada en promedio). No obstante, la promovente cuenta actualmente con un Programa de Manejo de Tortuga, El Cid de Cancún, Puerto Morelos, Quintana Roo, el cual incluye acciones de vigilancia, cuidados de nidos, concientización, marcaje, registro y monitoreo de nidos. Además, el promovente incluye medidas preventivas con las cuales no será necesario el traslado de los huevos, por lo que marcarlas con una banderola será suficiente. Finalmente, en el Subprograma de Rescate y Reubicación de Fauna Marina, como objetivo particular se contempla la implementación, en caso de ser necesario, de medidas de mitigación o compensación, adicionales

		derivadas de los posibles impactos no previstos, las cuales contemplan a la conservación y protección de la tortuga marinas. A través de este programa, el promovente incorpora medidas preventivas que minimizan el impacto negativo a estos animales tanto durante la temporada de arribo y anidación de las hembras como durante el periodo de desarrollo de los huevos y eclosión de las crías.
URB-50	Las especies recomendadas para la reforestación de dunas son: plantas rastreras: *Ipomea pes-caprae*, *Sesuvium portulacastrum*, herbáceas: *Ageratum littorale, Erythalis fruticosa* y arbustos: *Tournefortia gnaphalodes, Suriana maritima y Coccoloba uvifera* y Palmas *Thrinax radiata, Coccothrinax readii.*	Se efectuará reforestación de duna considerando las especies indicadas
URB-51	La selección de sitios para la rehabilitación de dunas y la creación infraestructura de retención de arena deberá tomar en cuenta los siguientes criterios: • Que haya evidencia de la existencia de dunas en los últimos 20 años. • Que los vientos prevalecientes soplen en dirección a las dunas. • Que existan zonas de dunas pioneras (embrionarias) en la playa en la que la arena esté constantemente seca, para que constituya la fuente de aportación para la duna. • Las cercas de retención deberán ser biodegradables, con una altura aproximada de 1.2 m y con 50% de porosidad y ubicadas en paralelo a la costa. • Las dunas rehabilitadas deberán ser reforestadas.	El proyecto contempla rehabilitación y reforestación de duna.
URB-52	En las playas de anidación de tortugas marinas se deben realizar las siguientes medidas precautorias: • Evitar la remoción de la vegetación nativa y la introducción de especies exóticas en el hábitat de anidación. • Favorecer y propiciar la regeneración natural de la comunidad vegetal nativa y el mantenimiento de la dinámica de acumulación de arena del hábitat de anidación. • Retirar de la playa, durante la temporada de anidación, cualquier objeto movible que tenga la capacidad de atrapar, enredar o impedir el paso de las tortugas anidadoras y sus crías.	Como se describe en el Capítulo VI de la presente MIA-R, la playa del Hotel asociado al proyecto, no registra una tasa de anidación de tortugas alta (6.63 nidos por temporada en promedio). No obstante, la promovente cuenta actualmente con un Programa de Manejo de Tortuga, El Cid de Cancún, Puerto Morelos, Quintana Roo, el cual incluye acciones de vigilancia, cuidados de nidos, concientización, marcaje, registro y monitoreo de nidos. Además, el Programa incluye medidas preventivas para: evitar la remoción de vegetación nativa en el

	• Eliminar, reorientar o modificar cualquier instalación o equipo que durante la noche genere una emisión o reflexión de luz hacia la playa de anidación o cause resplandor detrás de la vegetación costera, durante la época de anidación y emergencia de crías de tortuga marina. Orientar los tipos de iluminación que se instalen cerca de las playas de anidación, de tal forma que su flujo luminoso sea dirigido hacia abajo y fuera de la playa, usando alguna de las siguientes medidas para la mitigación del impacto: a) Luminarias direccionales o provistas de mamparas o capuchas. b) Focos de bajo voltaje (40 watts) o lámparas fluorescentes compactas de luminosidad equivalente. c) Fuentes de luz de coloración amarilla o roja, tales como las lámparas de vapor de sodio de baja presión. • Tomar medidas para mantener fuera de la playa de anidación, durante la temporada de anidación, el tránsito vehicular y el de cualquier animal doméstico que pueda perturbar o lastimar a las hembras, nidadas y crías. Sólo pueden circular los vehículos destinados para tareas de monitoreo y los correspondientes para el manejo y protección de las tortugas marinas, sus nidadas y crías.	hábitat de anidación; favorecer y propiciar la regeneración natural de la comunidad vegetal nativa y el mantenimiento de la dinámica de acumulación de arena del hábitat de anidación; mantener a la playa libre de objetos que pudieran obstaculizar el paso de las tortugas anidadoras y sus crías; eliminar la iluminación en la playa durante la época de anidación y emergencia de crías de tortuga marina; prohibir el paso de vehículos (excepto los destinados al monitoreo, manejo y protección de las tortugas marinas, sus nidadas y sus crías) y animales domésticos que pueda perturbar o lastimar a las hembras, nidadas y crías.
URB-53	Las obras y actividades que son susceptibles de ser desarrolladas en las dunas costeras deberán evitar la afectación de zonas de anidación y de agregación de especies, en particular aquellas que formen parte del hábitat de especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.	No aplica para el proyecto. Toda vez que no se realizarán actividades en dunas costeras o se extraerá arena de playa en dunas o lagunas costeras.
URB-54	En las dunas no se permite la instalación de tuberías de drenaje pluvial, la extracción de arena, ni ser utilizadas como depósitos de la arena o sedimentos que se extraen de los dragados que se realizan para mantener la profundidad en los canales de puertos, bocas de lagunas o lagunas costeras.	El proyecto no realizará actividades o extracción de arena de playa en dunas costeras.
URB-55	La construcción de infraestructura permanente o temporal debe quedar fuera de las dunas pioneras (embrionarias).	El proyecto no realizará construcciones en dunas costeras.
URB-56	En las dunas primarias podrá haber construcciones de madera o material degradable y piloteadas (e.g., casas tipo palafito o andadores), detrás de la cara posterior del primer cordón y evitando la invasión sobre la corona o cresta de estas dunas. El pilotaje deberá ser superficial (hincado a golpes), no cimentado y deberá permitir el	El proyecto no realizará construcciones en dunas costeras.

	crecimiento de la vegetación, el transporte de sedimentos y el paso de fauna, por lo que se recomienda que tenga al menos un metro de elevación respecto al nivel de la duna. Esta recomendación deberá revisarse en regiones donde hay fuerte incidencia de huracanes, ya que en estas áreas constituyen un sistema importante de protección, por lo que se recomienda, después de su valoración específica, dejar inalterada esta sección del sistema de dunas.	
URB-57	La restauración de playas deberá realizarse con arena que tenga una composición química y granulometría similar a la de la playa que se va a rellenar. El material arenoso que se empleara´ en la restauración de playas deberá tener la menor concentración de materia orgánica, arcilla y limo posible para evitar que el material se consolide formando escarpes pronunciados en las playas por efecto del oleaje.	Para el relleno de la playa será para recuperar la amplitud de la misma, la cual será obtenida de la zona de disposición de sedimento aprovechable. Arena que tiene una composición química y granulométrica similar a la de la playa que se va a rellenar.
URB-58	Se prohíbe la extracción de arena en predios ubicados sobre la franja litoral del municipio con cobertura de matorral costero.	No se realizará la extracción de arena sobre la franja litoral, será obtenida de la zona de disposición de sedimento aprovechable. Arena que tiene una composición química y granulométrica similar a la de la playa que se va a rellenar.
URB-59	En las áreas verdes los residuos vegetales producto de las podas y deshierbes deberán incorporarse al suelo después de su composteo. Para mejorar la calidad del suelo y de la vegetación.	El proyecto no contempla la construcción de áreas verdes, salvo la reforestación de duna rehabilitada

III.2. Decretos y programas de conservación y manejo de las áreas naturales protegidas.

El proyecto no se ubica dentro de algún Área Natural Protegida, las más cercanas son la Reserva de la Biosfera del Caribe Mexicano y el Parque Nacional Arrecife de Puerto Morelos, tal como se muestra en la siguiente figura, por lo que su realización no generará ninguna afectación a las mismas:

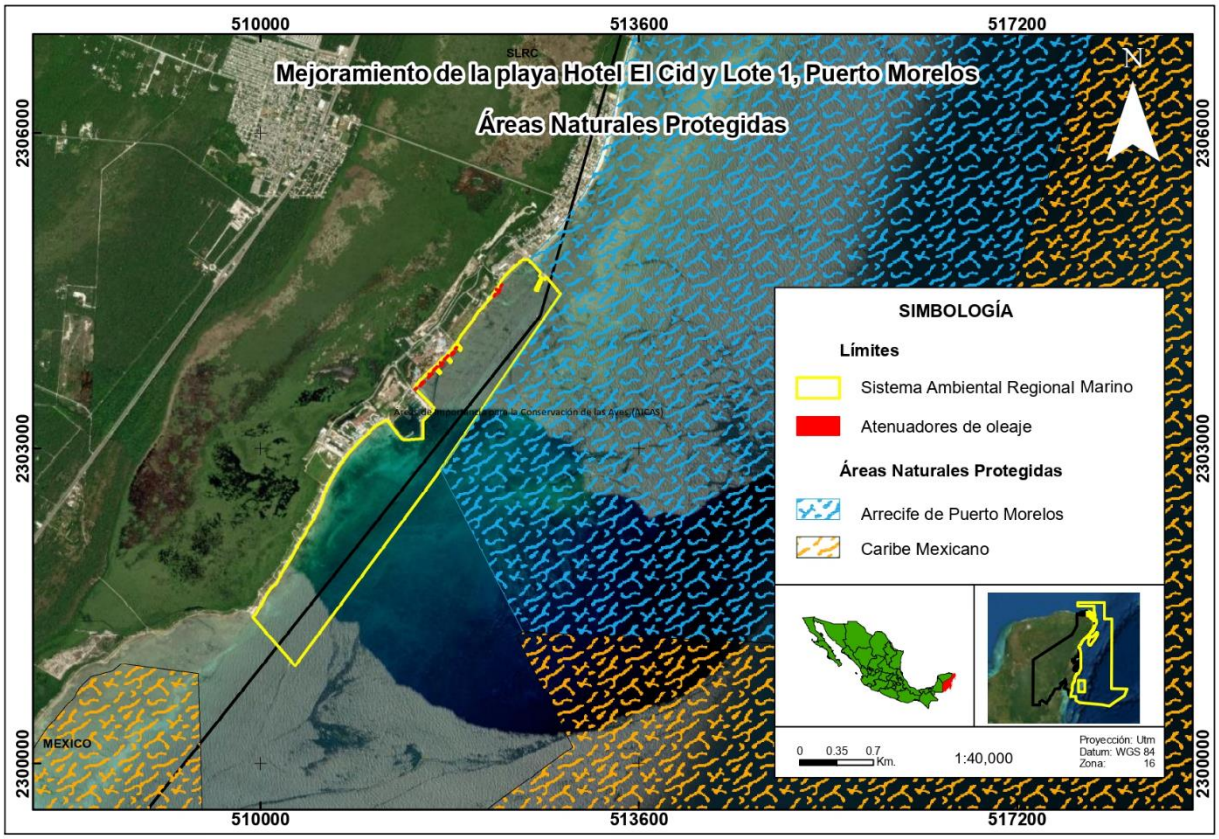


Figura III - 5. Ubicación del proyecto y las Áreas Naturales Protegidas cercanas.

Reserva de la Biosfera del Caribe Mexicano

La Reserva de la Biosfera del Caribe Mexicano, decretada como Área Natural Protegida el día 7 de diciembre de 2016, se localiza frente a los municipios de Isla Mujeres, Benito Juárez, Tulum y frente a las costas de Puerto Morelos, Solidaridad, Cozumel, Bacalar y Othón P. Blanco, en el Estado de Quintana Roo, con una superficie total de 5, 754,055-36-31.60 hectáreas. De esta superficie 5, 725,465-86-57.50 hectáreas corresponden a la porción marina y 28,589-49-74.10 hectáreas corresponden a la porción terrestre. El 30 de noviembre de 2018, se publicó en el DOF, el Resumen del Programa de Manejo del Área Natural Protegida de la Reserva de la Biosfera del Caribe Mexicano, con los siguientes objetivos específicos:

- Protección. Favorecer la permanencia y conservación de la diversidad biológica de la Reserva de la Biosfera Caribe Mexicano, a través del establecimiento y promoción de un conjunto de políticas y medidas para mejorar el ambiente y controlar el deterioro de los ecosistemas.

- Manejo. Establecer políticas, estrategias y programas, con el fin de determinar actividades y acciones orientadas al cumplimiento de los objetivos de conservación, protección, restauración, capacitación, educación y recreación de la Reserva de la Biosfera Caribe Mexicano, a través de proyectos alternativos y la promoción de actividades de desarrollo sustentable, promoviendo una economía verde, así como el desarrollo integral costero.

- Restauración. Recuperar y restablecer los procesos naturales que se desarrollan en los ecosistemas de la Reserva de la Biosfera Caribe Mexicano.

- Conocimiento. Generar, rescatar y divulgar conocimientos, prácticas y tecnologías, tradicionales o nuevas que permitan tomar las decisiones adecuadas para la preservación y el uso sustentable de la biodiversidad de la Reserva de la Biosfera Caribe Mexicano.

- Cultura. Difundir acciones de conservación de la Reserva de la Biosfera Caribe Mexicano, propiciando la participación de las comunidades aledañas que generen la valoración de los servicios ambientales, mediante la identidad, difusión y educación para la conservación de la biodiversidad que contiene.

- Gestión. Establecer las formas en que se organizará la administración de la Reserva de la Biosfera Caribe Mexicano por parte de la autoridad competente, así como los mecanismos de participación de los tres órdenes de gobierno, de los individuos y comunidades, así como de todas aquellas personas, instituciones, grupos y organizaciones sociales interesadas en su conservación y aprovechamiento sustentable.

La zona de influencia del ANP RBCM abarca la totalidad del Estado de Quintana Roo, así como las porciones marinas entre esta Reserva y otras ANP y los límites con la costa del Estado, sin incluir a las ANP de carácter Federal existentes. Cabe señalar que en dichas Áreas Naturales Protegidas aplica el Decreto por el que se declara

Área Natural Protegida, con el carácter de RBCM y su y Programa de Manejo. Esta zona de influencia toma como antecedente:

Terrestre: Sitios prioritarios acuáticos epicontinentales para la conservación de la biodiversidad de la CONABIO; sitios prioritarios terrestres para la conservación de la biodiversidad de la CONABIO; áreas de importancia para la conservación de las aves, 2015 de la CONABIO, y los límites y la regionalización de los corredores biológicos del sureste de México de la CONABIO.

Marino: Área Sujeta a Ordenamiento Ecológico del Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe; Zonas Marinas Significativas Ecológica y Biológicamente del Convenio sobre la Diversidad Biológica, y el Sistema Arrecifal Mesoamericano.

En esta zona de influencia se lleva a cabo una conectividad ecológica importante con la Reserva de la Biosfera Caribe Mexicano, que incluye una interacción hidrológica, biológica, geológica, atmosférica, cultural, económica, social y escénica. En cuanto a la relación hidrológica, la salud del ambiente marino de la Reserva de la Biosfera está íntimamente relacionada con las actividades que se llevan a cabo tierra adentro y en las costas, particularmente aquellas relacionadas con la descarga de sedimentos y nutrientes terrestres a las cuencas hidrológicas

Es así como a continuación se presenta la vinculación del proyecto con las disposiciones de la zona de influencia:

Tabla III - 11. Vinculación jurídica del proyecto con la ANP RBCM. Disposiciones de la Zona de Influencia

VINCULACIÓN JURÍDICA DEL PROYECTO CON EL PROGRAMA DE MANEJO DE LA RESERVA DE LA BIOSFERA CARIBE MEXICANO Disposiciones de la Zona de Influencia		
Disposición		**Vinculación jurídica**
En cuanto a la relación cultural, se encuentran los siguientes sitios arqueológicos correspondientes a la Cultura Maya: Calica, Chakanbakán, Cobá, Caracol – Punta Sur, Xcabal, Chacchoben, Dzibanché, Kinichná, El Meco, El Rey, Kohunlich, Muyil, Oxtankah, Playa del Carmen, San Gervasio, San Miguelito, Tulum, Xel-há, Xcaret, Playa del Carmen.		Dada la ubicación del proyecto no se afectará ninguna de las zonas arqueológicas referidas.
Las descargas que tengan efecto directo en el Área Natural Protegida se recomiendan cumplir con los siguientes parámetros:		El proyecto no realizará ninguna descarga a la zona marina, debido a que el hotel al cual se encuentra asociado cuenta con infraestructura para la disposición de descargas de aguas grises que serán las únicas que se generarán por el uso de sanitarios por parte del personal.
Disposición		**Vinculación jurídica**
Parámetro	**Límite de efluente**	
Total de sólidos en suspensión	30 mg/l (No incluye las algas de los estanques de tratamiento)	No aplica para el proyecto. Las aguas residuales serán manejadas en las instalaciones del hotel asociado al proyecto
Demanda bioquímica de oxígeno (DBO5)	30 mg/l	No aplica para el proyecto. Las aguas residuales serán manejadas en las instalaciones del hotel asociado al proyecto
pH	5-10 unidades de pH	No aplica para el proyecto. Las aguas residuales serán manejadas en las instalaciones del hotel asociado al proyecto
Grasas y aceites	15 mg/l	No aplica para el proyecto. Las aguas residuales serán manejadas en las instalaciones del hotel asociado al proyecto
Coliformes fecales (las partes podrán cumplir los límites de efluentes para los coliformes fecales o *E. coli* o enterococos	Coliformes fecales: 200 mnp/100 ml o a) E. coli: 126 organismos/100ml b) enterococos: 35 organismos/100 ml	No aplica para el proyecto. Las aguas residuales serán manejadas en las instalaciones del hotel asociado al proyecto
Sustancias flotantes	No visibles	No aplica para el proyecto. Las aguas residuales serán manejadas en las instalaciones del hotel asociado al proyecto
Nitrógeno Total	No especificado / Concentraciones que no dañen los ecosistemas	No aplica para el proyecto. Las aguas residuales serán manejadas en las instalaciones del hotel asociado al proyecto
Fósforo Total	No especificado / Concentraciones que no dañen los ecosistemas	No aplica para el proyecto. Las aguas residuales serán manejadas en las instalaciones del hotel asociado al proyecto
Toxicidad	< 1 Unidad de Toxicidad	No aplica para el proyecto. Las aguas residuales serán manejadas en las instalaciones del hotel asociado al proyecto

Disposición	Vinculación jurídica
El buen estado de conservación de la Reserva de la Biosfera proporciona beneficios ambientales a la Zona de Influencia gracias a la gran variedad de servicios ambientales que brinda, así como el valor paisajístico que da a las actividades turístico-recreativas que, a su vez, genera efectos económicos positivos. Asimismo, la funcionalidad de los ecosistemas interconectados conforma el patrimonio natural de esta zona turística.	Con la finalidad de evitar la erosión costera, el proyecto contempla la instalación de infraestructura y el relleno de playa, lo cual permitirá proteger del oleaje la costa y a las especies que en ella habitan, manteniendo la belleza natural del lugar y propiciando la colonización natural de especies, en la infraestructura colocada. Además, se implementará un Programa de Manejo Ambiental, en el cual se incluyen acciones para la protección y conservación del medio marino; lo que contribuirá a mantener la funcionalidad del ecosistema.

REGLAS ADMINISTRATIVAS DEL PROGRAMA DE MANEJO DE LA RESERVA DE LA BIOSFERA CARIBE MEXICANO

Las Reglas Administrativas del Programa de Manejo de la RBCM son aplicables a las actividades que se desarrollen en la Reserva, a fin de prevenir el desarrollo de conductas que impacten negativamente los ecosistemas, ya que éstos proveen servicios ambientales y mantienen una estrecha conectividad ecológica; además, son sitios de alimentación y descanso de tortugas marinas catalogadas en peligro de extinción en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. También existe una presión de uso muy intensa en este sitio debido a sus características de baja profundidad, seguridad y fácil acceso. Por lo anterior, es necesario regular las actividades turístico-recreativas dentro de la Reserva de la Biosfera que considere la capacidad de carga de sus ecosistemas.

En la RBCM se podrán llevar a cabo proyectos de restauración, asociados a los hábitats artificiales, por lo que será necesario contemplar dentro de sus medidas preventivas los daños a los ecosistemas costeros aledaños, así como no interrumpir las dinámicas poblacionales (reproducción, crianza etc.) que se den en éstos. Hay numerosos ejemplos a nivel mundial donde estas estructuras artificiales se han usado para realizar varias funciones, por ejemplo, la protección física de ecosistemas sensibles y frágiles, aumento y recuperación de la conectividad entre hábitats.

La colocación de estos hábitats artificiales contempla devolver un hábitat a su condición original; a un estado de conservación superior y mejorarlo. Estas obras ayudarán a futuro a aumentar la complejidad estructural de las comunidades, el aumento de las áreas de cría y la reducción en las alteraciones de las redes tróficas bentónicas, lo que se traduce en un aumento de la diversidad biológica marina. Esta actividad fomenta la colonización de nuevos sitios por parte de corales Escleractinios y otra fauna asociada, aumentando la superficie de este ecosistema, el cual es uno de los más vulnerables a los cambios fisicoquímicos derivados por el cambio climático, y que a la vez es la base de la cadena trófica.

Tabla III - 12. Vinculación jurídica del proyecto con la ANP RBCM. Reglas Administrativas

VINCULACIÓN JURÍDICA DEL PROYECTO CON EL PROGRAMA DE MANEJO DE LA RESERVA DE LA BIOSFERA CARIBE MEXICANO Reglas Administrativas	
Precepto legal	**Vinculación jurídica**
Regla 1. Las presentes reglas son de observancia general y obligatoria para todas aquellas personas	

físicas o morales que realicen actividades dentro de la Reserva de la Biosfera Caribe Mexicano, localizada en los municipios de Isla Mujeres, Benito Juárez, Tulum y frente a las costas de Puerto Morelos, Solidaridad, Cozumel, Bacalar y Othón P. Blanco, en el Estado de Quintana Roo, con una superficie total de 5, 754,055-36-31.60 hectáreas.	
Regla 2. La aplicación de las presentes reglas corresponde a la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, por conducto de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, en coordinación con la Secretaría de Marina, sin perjuicio de las atribuciones que correspondan a otras dependencias del Ejecutivo Federal de conformidad con el Decreto de creación del Área Natural Protegida, su Programa de Manejo y demás ordenamientos legales y reglamentarios aplicables.	
Regla 3. Para efectos de lo previsto en las presentes reglas, se entenderá por:	
II. Arrecife artificial. Estructuras sumergidas parcial o totalmente, ancladas al lecho marino con fines de protección costera, recuperación de playas, o que fomenten actividades turísticas que a su vez disminuyan la presión sobre los arrecifes naturales;	El proyecto contempla el apoyo a proyectos de instalación de arrecifes artificiales, además del relleno de playa, a fin de dar una solución integral a la problemática de erosión y pérdida de playa en la zona, lo cual será benéfico para las condiciones del Sistema Ambiental Regional (celda litoral) y traería beneficios a los visitantes del hotel y la biota marina.
XIV. Hábitat artificial. Estructuras sumergidas ancladas al lecho marino, que se instalan con el propósito de restauración o de proveer sustrato, refugio, alimento y condiciones de reproducción a la fauna y flora marina, contribuyendo al repoblamiento, incremento de la biomasa y la diversidad de las especies; y que pueden ser utilizadas para fomentar actividades turísticas y pesqueras, o para el control de especies invasoras;	Los arrecifes artificiales que se plantean apoyar además de proteger de la erosión en la playa, serán sustrato para el establecimiento de organismos y refugio para otros. Los primeros en llegar serán los peces que encuentran refugio en los intersticios, posteriormente se irán estableciendo algas, esponjas incrustantes, y corales escleractinios y octocorales, y al haber alimento para otras especies, la biodiversidad irá aumentando paulatinamente.
Regla 72. La instalación de boyas o arrecifes artificiales, y los proyectos de recuperación de playas, deberán realizarse sin afectar pastos marinos, arrecifes de coral, duna costera, manglar, o las interacciones entre ecosistemas y servicios ambientales que proveen. Y sin utilizar estructuras que puedan ser desplazadas o lanzadas, en caso de eventos hidrometeorológicos.	El área destinada para arrecifes artificiales no afecta pastizales marinos. Las estructuras propuestas se basan en estudios específicos para mejorar las condiciones del sitio, considerando el tamaño y peso de las piezas que los conforman a fin de que no sean desplazadas del sitio donde sean colocadas, no obstante, se considera el mantenimiento de la infraestructura, en caso de que un evento hidrometeorológico llegue a modificar las estructuras o sus componentes, dando la notificación respectiva a la autoridad ambiental.
Regla 73. Los proyectos de protección costera, recuperación de playas, extracción de arena, instalación de arrecifes artificiales y sus obras asociadas, deberán atender lo siguiente:	
Formar parte de proyectos integrales de recuperación, minimizando los impactos ambientales	Con base en los resultados de los estudios técnicos (caracterización del área del proyecto y del SAR, así como Estudios de ingeniería y dinámica costera), se contempla el desarrollo de un proyecto integral considerando la colocación de estructuras de estabilización de playa paralelas a la costa lo que, en conjunción con el resto de las acciones permitirá la regeneración de la playa actualmente afectada

	por la pérdida de sedimento. Lo que dará una solución integral a la problemática identificada, contribuyendo con ello a mejorar las Condiciones del Sistema Ambiental Regional y la biota, tanto del área del proyecto como de las zonas aledañas.
II. Atender a una problemática natural, sustentada con estudios actualizados de dinámica costera los cuales al menos deben considerar los siguientes:	
a. La energía en el sistema como vientos, nivel del mar, corrientes marinas locales y de mar profundo, y eventos extremos;	El análisis del Sistema Ambiental Regional del proyecto comprende estudios de los vientos, determinándose que, en invierno, los dominantes provienen del norte; mientras que, el resto del año, provienen del sureste. Tratándose de corrientes marinas, se observa que, de manera general, el Sistema Ambiental Regional del proyecto está dominado por la Corriente del Caribe que corre de sur a norte, en forma paralela a la línea de costa, frente al estado de Quintana Roo así mismo, se realizaron estudios de la velocidad de corrientes en el Sistema Ambiental Regional los cuales incluyen las condiciones más frecuentes que tienen lugar en situación de oleaje de calma o no tormenta y debido a las tormentas típicas que se presentan y Huracanes. De acuerdo con la información obtenida se observa que las depresiones tropicales y ciclones se manifiestan durante los meses de junio a octubre y los ciclones tropicales de mayor intensidad se presentan en los meses de agosto y septiembre.
b. Características físicas del sistema;	El Sistema Ambiental Regional (celda litoral), delimitado para este proyecto ocupa un área de 267.37 ha. Este polígono abarca una distancia lineal de 4.5 km de frente de playa, y en la parte marina profunda está delimitado a una profundidad promedio de 10 metros.
c. Batimetría y topografía, incluyendo forma de la costa y obstáculos;	La determinación de la profundidad marina en el frente marítimo se basó en levantamiento batimétrico, el cual incluye la forma de la costa y los "obstáculos" presentes.
d. Estructuras artificiales existentes, y su influencia en la disipación de la energía del oleaje, la modificación de corrientes, transporte y disponibilidad de sedimentos;	Los estudios realizados consideraron en su elaboración las estructuras artificiales existentes y tres espigones que fueron colocados por las afectaciones generadas por el huracán Willma, que requieren de la infraestructura adicional contemplada en el presente proyecto que permita restablecer los flujos, transporte y disponibilidad de sedimentos y evitar que el área se siga erosionando pues las estructuras propuestas ayudarán a disipar la energía del

	oleaje en condiciones normales y de tormenta de manera que se proteja la playa frente a donde se ubicarán dichos elementos.
e. Sedimentos volumen/cantidad, origen y sus características;	Se realizó un análisis métrico del sedimento de los perfiles de playa para entender el transporte de sedimento presente en la celda litoral y relacionarlo con la dinámica costera.
f. Ecosistemas presentes, su estado de conservación, extensión y tipo de arrecifes, pastos marinos, dunas ya que son factores influyentes en la dinámica costera	En el SAR (celda litoral), se reconocieron siete tipos de ambientes, de acuerdo con sus características de tipo de sustrato, profundidad, topografía del lugar, así como de la biota marina dominante. Dichos ambientes son: 1) arenal somero, 2) laja con algas, 3) laja con algas y gorgonáceos, 4) laja con sedimentos, 5) laja con sedimentos y algas, 6) pastizal mixto y 7) rocas con algas. Llevando a cabo la descripción de los mismos, así como su estado de conservación/deterioro.
g. Todos estos factores se deben considerar una escala espacial geográfica adecuada para comprender el funcionamiento del sistema y el impacto de las obras propuestas en él.	Con la información de los factores físicos naturales y antropogénicos, se definió el área del SAR que permitiera definir el funcionamiento del sistema y el impacto de las obras propuestas, es así que se delimitó la celda litoral que Conformaría el Sistema Ambiental Regional. Esta área abarca una distancia lineal de aproximadamente 4.5 km de frente de playa, y en la parte marina profunda está delimitado por una distancia de la línea de costa de aproximadamente de entre 500 y 850 m, a una profundidad aproximada de 10 metros. La superficie del polígono del SAR en su parte marina es de 267.37 hectáreas, dicho estudio junto con la caracterización de la flora y fauna marina permite dimensionar los impactos que puedan generarse por el desarrollo del proyecto, tal y como se observa en el capítulo V y proponer las medidas de prevención mitigación y Compensación que disminuyan la afectación negativa que éste pudiera generar, ver capítulo VI.
III. No afectar ni alterar las áreas de anidación, reproducción, refugio, alimentación y alevinaje de las especies silvestres, en especial de las catalogadas en alguna categoría de riesgo, así como no afectar la alimentación, tránsito y reproducción de las tortugas marinas y otras especies;	La playa frente a donde se ubica el proyecto presenta una baja densidad de anidamientos de tortuga marina, de aproximadamente 6.63 nidos en promedio por año. No obstante, los atenuadores de oleaje contarán con un espaciamiento entre las estructuras colocadas permitiendo el paso de tortugas, así como de otras especies, es importante hacer notar que no se verán afectadas áreas de anidación, reproducción, refugio, alimentación y alevinaje de las especies silvestres, en especial de las

	catalogadas en alguna categoría de riesgo, así como no afectar la alimentación, tránsito y reproducción de las tortugas marinas y otras especies. Así mismo el Hotel al cual se encuentra asociado el proyecto, se llevan a cabo acciones para el cuidado y protección de las especies de tortugas que llegan a anidar a esta zona por lo que hembras y crías seguirán siendo protegidas. A fin de no afectar pastos marinos, los sitios propuestos en primera instancia para la instalación de la infraestructura permitirán mantener los pastos marinos localizados en el SAR.
IV. No afectar los procesos de dinámica costera en el área marina, el sistema playa-duna costera, del área inmediata y de la zona de influencia;	La ubicación, tipo y diseño de la infraestructura fueron determinados a través modelos, basados en estudios técnicos de dinámica costera y caracterización ambiental, por lo que con su instalación contribuirán al control de la erosión en la zona costera y ello restablecerá las condiciones naturales de la playa, así como de la dinámica costera, el proyecto se concibe como una solución integral que no afectará negativamente la zona de influencia del proyecto.
V. Contemplar un programa de contingencia ante algún derrame o demás afectaciones a los ecosistemas;	Se verificará que las embarcaciones y equipo estén en perfectas condiciones, a fin de evitar cualquier derrame de combustible aceite o grasa. Una vez autorizado el proyecto, se entregará a la autoridad correspondiente, el Subprograma de Contingencia ante algún derrame o demás afectaciones a los ecosistemas en el cual entre otras acciones se incluirán: la detención de las actividades, el retiro de la embarcación para su revisión y reparación fuera del área, el uso de cojines de absorción. Los desechos serán almacenados en una zona específica y serán dispuestos en centros especializados para ello. Este subprograma formará parte del Programa de Manejo Ambiental propuesto en la MIA-R. Lo anterior, con el fin de evitar cualquier afectación a los ecosistemas cumpliendo así con esta regla.
VI. Los arrecifes artificiales no podrán colocarse sobre estructuras coralinas;	Con base en la caracterización marina de las áreas propuestas para el proyecto será principalmente en laja somera con sedimentos. Además, el sitio del proyecto no comprende estructuras coralinas como tal, es así que la instalación de la infraestructura generaría la protección de éstos.
VII. Los proyectos de arrecifes artificiales deberán	Al ser autorizado el proyecto, se entregará a la

contar con un plan de modificación o desmantelamiento en caso de que no se cumplan los objetivos por los cuales fueron instalados o que genere efectos negativos en el área inmediata o aledaña, y	autoridad un Plan de modificación o desmantelamiento de la infraestructura en caso de que no se cumplan los objetivos por los cuales fueron instalados o que genere efectos negativos en el área inmediata o aledaña para ello, se implementara un programa de monitoreo del perfil costero que permita dar seguimiento a los resultados generados por el proyecto.
VIII. Los proyectos de instalación de arrecifes artificiales con fines turísticos, deberán contar con estudios de capacidad de carga, senderos y señalización.	El componente del proyecto denominado Apoyo a proyectos de arrecifes artificiales es para el fomento de la diversidad de fauna, la conservación de corales y educación ambiental, se establecerá este programa en una zona cercana a la playa del hotel considerada como área de nado seguro, hasta donde los huéspedes puedan acceder practicando esnórquel.
Regla 74. Los proyectos de colocación de hábitats artificiales y las obras y actividades asociadas a dichos proyectos, deberán atender las siguientes indicaciones:	
I. Sustentar con los estudios correspondientes la viabilidad del sitio seleccionado para la ejecución del proyecto;	La viabilidad del sitio seleccionado para la instalación de los componentes del proyecto se sustenta en los estudios técnicos especializados siguientes: 1. Dinámica costera. 2. Caracterización Biológica Marina del Sistema Ambiental Regional y de los sitios propuestos para la ubicación de los atenuadores de oleaje. Estos estudios de sedimentos y los estudios específicos garantizan que el diseño, ubicación y orientación de los ateniadores de oleaje sea el idóneo para dar una solución integral a la problemática identificada, contribuyendo con ello a mejorar las condiciones de la playa y de la biota marina.
II. No afectar ni alterar las áreas de anidación, reproducción, refugio, alimentación y alevinaje de las especies silvestres, en especial de las catalogadas en alguna categoría de riesgo, así como no afectar la alimentación, tránsito y reproducción de las tortugas marinas y otras especies;	La playa presenta una baja densidad de anidamientos de tortuga marina, de aproximadamente 6.63 nidos en promedio por año. No obstante, la infraestructura contará con un espaciamiento permitiendo el paso de tortugas, así como de otras especies, es importante hacer notar que no se verán afectadas áreas de anidación, reproducción, refugio, alimentación y alevinaje de las especies silvestres, en especial de las catalogadas en alguna categoría de riesgo, así como no afectar la alimentación, tránsito y reproducción de las tortugas marinas y otras especies. Así mismo el Hotel al cual se encuentra asociado el proyecto, se llevan a cabo acciones para el cuidado y

	protección de las especies de tortugas que llegan a anidar a esta zona por lo que hembras y crías seguirán siendo protegidas. A fin de no afectar pastos marinos los sitios propuestos para la instalación de las estructuras de protección permitirán mantener los pastos marinos localizados en el SAR.
III. No afectar los procesos de dinámica costera en el área marina, el sistema playa-duna costera, del área inmediata y de la zona de influencia;	La ubicación, tipo y diseño de la infraestructura fueron determinados a través modelos, basados en estudios técnicos de dinámica costera y caracterización ambiental, por lo que con su instalación se contribuirá al control de la erosión en la zona costera y ello restablecerá las condiciones naturales de la playa, así como de la dinámica costera, el proyecto se concibe como una solución integral que no afectará negativamente la zona de influencia del proyecto.
IV. Contemplar un programa de contingencia ante algún derrame o demás afectaciones a los ecosistemas;	Se verificará que las embarcaciones estén en perfectas condiciones, a fin de evitar cualquier derrame de combustible aceite o grasa. Una vez autorizado el proyecto, se entregará a la autoridad correspondiente, el Subprograma de Contingencia ante algún derrame o demás afectaciones a los ecosistemas en el cual entre otras acciones se incluirán: la detención de las actividades, el retiro de la embarcación para su revisión y reparación fuera del área, el uso de cojines de absorción. Los desechos serán almacenados en una zona específica y serán dispuestos en centros especializados para ello. Este subprograma formará parte del Programa de Manejo Ambiental propuesto en la MIA-R.
V. Los hábitats artificiales no podrán colocarse sobre estructuras coralinas, y	Como ha sido mencionado anteriormente la infraestructura se colocará, principalmente, sobre una planicie de laja somera con sedimento y algas, sin presentarse estructuras coralinas en el área.
VI. Los proyectos de instalación de hábitats artificiales con fines turísticos, deberán contar con estudios de capacidad de carga, senderos y señalización.	El componente del proyecto denominado Apoyo a proyectos de arrecifes artificiales es para el fomento de la diversidad de fauna, la conservación de corales y educación ambiental, se establecerá este programa en una zona cercana a la playa del hotel considerada como área de nado seguro, hasta donde los huéspedes puedan acceder practicando esnórquel.
Regla 75. Para obras de dragado se deben implementar medidas para minimizar la dispersión del sedimento y evitar el daño a los ecosistemas costeros y marinos, así como realizar acciones preventivas para el manejo y disposición del	El proyecto no considera ningún tipo de obras de canalización ni dragado, no obstante, para la instalación de la infraestructura se utilizará una geomalla para evitar que los sedimentos se dispersen y contaminen el litoral y el fondo

material producto del dragado.	marino, esta acción también se considera para el relleno de playa en caso necesario. Asimismo, dentro del Programa de Manejo Ambiental, se llevarán al cabo acciones de vigilancia de la turbidez del agua marina antes, durante y después de las obras.
Regla 81. La instalación de infraestructura, obras y actividades, incluyendo el dragado y mantenimiento de canales, que por su naturaleza puedan provocar impactos derivados de la suspensión de sedimentos, sólo podrán autorizarse cuando: a través de estudios de dispersión de sedimentos y la aplicación de medidas de mitigación correspondientes se demuestre la no afectación a especies en categoría de riesgo, arrecifes de coral y a los pastos marinos; así como a los servicios ambientales que éstos proveen. Para el caso de las obras o actividades que realice la SEMAR para atender una situación de emergencia, se deberá de atender lo previsto por los artículos 7 y 8 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental.	El proyecto no considera ningún tipo de obras de canalización ni dragado, no obstante, para la instalación de la infraestructura se utilizará una geomalla para evitar que los sedimentos se dispersen y puedan afectar especies en categoría de riesgo, arrecifes de coral y a los pastos marinos; así como a los servicios ambientales que éstos proveen, esta acción también se considera para el relleno de playa en caso necesario. Asimismo, dentro del Programa de Manejo Ambiental, se llevarán al cabo acciones de vigilancia de la turbidez del agua marina antes, durante y después de las obras.
Regla 82. Quienes pretendan realizar obras o actividades dentro de la Reserva de la Biosfera deberán contar, en su caso, y previamente a su ejecución, con la autorización en materia de impacto ambiental correspondiente en los términos de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y su Reglamento en materia de Evaluación del Impacto Ambiental, independientemente del otorgamiento de permisos, licencias y autorizaciones que deban expedir otras autoridades, conforme a las disposiciones jurídicas que correspondan.	El proyecto considera obras y actividades a desarrollar en la zona de influencia de la Reserva de la Biosfera, por lo que se somete a evaluación de impacto ambiental, cubriendo con los requisitos técnicos y legales para ser evaluado, dando cumplimiento a la presente regla.

ANP Parque Nacional Arrecife de Puerto Morelos

Por otro lado, el proyecto como se ha mencionado no se localiza en el ANP Parque Nacional Arrecife de Puerto Morelos, la cual fue decretada como Área Natural Protegida el día 2 de febrero de 1998, se ubica en la Costa Caribe del Municipio de Benito Juárez, frente al poblado de Puerto Morelos en el Estado de Quintana Roo, con una superficie total de 9,066-63-11 hectáreas. Sus coordenadas geográficas extremas son: 21°00'00" y 20°48'33" latitud norte y 86°53'14.94" y 86°46'38.94" longitud oeste. El 18 de septiembre de 2000, se publicó en el DOF, el Programa de Manejo del Parque Nacional Arrecife de Puerto Morelos, con los siguientes objetivos particulares:

- Establecer los lineamientos que aseguren la conservación de los ecosistemas naturales costeros, arrecifales y marinos presentes en el Parque Nacional, preservando la diversidad genética del área y la continuidad de los procesos evolutivos de las plantas y animales que en él tienen su hábitat, ocasional o permanentemente.
- Definir las condiciones generales que permitan hacer compatible el desarrollo de actividades económicas, con la conservación de los recursos naturales y el desarrollo social, con especial atención a las necesidades y expectativas de la comunidad de Puerto Morelos, con la finalidad de lograr un aprovechamiento sustentable.
- Promover la investigación científica y el monitoreo ambiental, social, económico y cultural, encaminados a la identificación, la evaluación, la recuperación y el uso sustentable de los recursos naturales del Parque Nacional, con el fin de conocer de manera integral los procesos y ecosistemas, terrestres y marinos, así´ como los recursos naturales susceptibles de ser utilizados en forma sustentable.
- Establecer los mecanismos para que se disminuya el impacto de las acciones humanas sobre las estructuras arrecifales, los pastos marinos y la duna costera para proteger a la infraestructura y a la población existente en Puerto Morelos.
- Establecer la reglamentación para que las actividades recreativas, las que propician la identidad comunitaria y las de pesca de autoconsumo, sean respetadas y favorecidas.

Tabla III - 13. Vinculación jurídica del proyecto con la ANP PNAPM. Reglas Administrativas

VINCULACIÓN JURÍDICA DEL PROYECTO CON EL PROGRAMA DE MANEJO PARQUE NACIONAL ARRECIFE DE PUERTO MORELOS Reglas Administrativas	
Precepto legal	**Vinculación jurídica**
Regla 1. Las presentes Reglas son de observancia general para todas aquellas personas que realicen actividades dentro del Parque Nacional Arrecife de Puerto Morelos, ubicado en el estado de Quintana Roo, de conformidad con la zonificación establecida.	
Regla 2. La aplicación de las presentes Reglas corresponde a la SEMARNAP, sin perjuicio de las atribuciones que correspondan a otras dependencias del Ejecutivo Federal, de conformidad con el Decreto de creación del Parque Nacional Arrecife de Puerto Morelos, el Programa de Manejo, las presentes Reglas Administrativas y demás ordenamientos aplicables en la materia.	
Regla 7. Se requerirá permiso por parte de la SEMARNAP para la realización de las siguientes actividades: **I.** Prestación de servicios para la realización de actividades recreativas. **II.** Filmación, videograbación y fotografía con fines comerciales o culturales. **III.** Pesca deportivo-recreativa, excepto cuando esta se realice desde tierra.	El proyecto no contempla ninguna actividad de esas actividades en la ANP.
Regla 8. Se requiere de autorización por parte de la SEMARNAP, de conformidad con las disposiciones legales aplicables, para la realización de las siguientes actividades:	El proyecto no contempla ninguna actividad de esas actividades en la ANP.

I. Aprovechamiento de flora y fauna silvestres. **II.** Colecta de flora y fauna, así como de otros recursos biológicos con fines de investigación científica o educativa. **III.** Realización de obra pública o privada. **IV.** Restauración y/o repoblamiento, en aquellas áreas terrestres o marinas que así lo requieran. **V.** Pesca y acuacultura didáctica.	
Regla 10. Con la finalidad de proteger los recursos naturales del Parque y brindar el apoyo necesario por parte de la Dirección de éste, los responsables de los trabajos deberán de dar aviso al personal de la misma, previo a la realización de las siguientes actividades y de conformidad con la zonificación: **I.** Investigación y/o monitoreo científico. **II.** Educación Ambiental.	El proyecto no contempla ninguna actividad de esas actividades en la ANP.
Regla 27. Queda prohibido realizar cualquier actividad de mantenimiento, limpieza, reparación de embarcaciones, abastecimiento de combustible y achicamiento de las sentinas dentro del Parque.	El proyecto no requiere de efectuar ingreso al ANP
Regla 68. Todo proyecto de obra pública o privada que se pretenda realizar dentro del Parque o en la zona federal marítimo terrestre aledaña, deberá ser congruente con los lineamientos establecidos en el Programa de Manejo y las demás disposiciones jurídicas aplicables, así como contar previamente a su ejecución, con la autorización de impacto ambiental correspondiente, en términos de la LGEEPA y su Reglamento en materia de Impacto Ambiental.	El proyecto no requiere de efectuar obras en la zona marina ni en la zona federal marítimo terrestre del ANP

Aún y cuando el proyecto se localiza fuera de las ANP´s mencionadas, coincide con varios de los objetivos de las mismas, como son la conservación de los ecosistemas naturales costero, arrecifales y la biodiversidad través de medidas para mejorar el ambiente y controlar el deterioro de los ecosistemas, restablecimiento de procesos naturales y el establecimiento de mecanismos para disminuir el impacto en diversos ecosistemas, tal y como se ha manifestado en la vinculación del proyecto con la normatividad anteriormente expuesta.

III.2.1. Regiones Prioritarias

El Programa Regiones Prioritarias para la Conservación de la Biodiversidad de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO, Arriaga et al., 2000), se orienta a la detección de áreas, cuyas características físicas y bióticas favorezcan condiciones particularmente importantes desde el punto de vista de la biodiversidad en diferentes ámbitos ecológicos. Así, la CONABIO ha impulsado la identificación, además de las Regiones Terrestres Prioritarias (RTP), de las Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP, ámbitos acuáticos continentales) y de las Regiones Prioritarias Marinas (RPM, ámbitos costeros y oceánicos). Una regionalización complementaria, desarrollada por Cipamex, corresponde a las

Áreas de importancia para la Conservación de las Aves (AICA). De ahí que esta regionalización ha sido un esfuerzo técnico de la CONABIO por identificar aquellas regiones con alguna importancia, sin embargo, no han sido elevadas a calidad de regulación específica para el país, sea como norma u otro instrumento, ni publicadas en el Diario ni Periódico Oficial.

En este documento se determinó, que el predio se ubica en una de las regiones prioritarias propuestas por la CONABIO, y se analiza su impacto en términos de lo que especifica el área.

III.2.2. Regiones Terrestres Prioritarias

El Programa de Regiones Terrestres Prioritarias (RTP) tiene como objetivo general la determinación de unidades ambientales estables 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.

El proyecto, no se localiza en ninguna RTP, que pudiera ser afectada por la realización del mismo, tal como se muestra en la siguiente figura, siendo las más cercanas (40 km y 100 km, del sitio del proyecto) las siguientes RTP:

- Dzilam-Ría Lagartos- Yum Balam, misma que comprende los humedales del norte de Yucatán; posee un alto valor tanto biogeográfico como ecosistémico y constituye un área homogénea desde el punto de vista topográfico. El principal tipo de vegetación representado en esta región es el manglar. Dentro de esta RTP se incluyen dos ANP: lsla Holbox y Ría Lagartos.

- Sian Ka'an- Uaymil-Xcalak, región definida como prioritaria en función a la riqueza de ecosistemas con un grado alto de conservación. Existe un alto nivel de conocimiento. Comprende las ANP de Sian Ka'an y Uaymil, la península meridional de Quintana Roo (región Majahual-Xcalak) que bordea la bahía de Chetumal. Predomina la vegetación de selva baja subperennifolia, el manglar y la vegetación de zonas inundables, en un área con baja presencia de población humana (poblados costeros a lo largo de la comunicación carretera Cafetal-Majahual-Santa Cecilia y del entronque de Majahual hacia Tampalam). Presenta continuidad y comunicación con las otras regiones prioritarias del sur de Quintana Roo y los ecosistemas costeros y marinos de la zona tanto de México como de Belice.

- Zonas forestales de Quintana Roo, esta RTP fue considerada como tal en virtud de poseer las masas forestales continuas y bajo manejo probablemente de mayor importancia del México tropical. La existencia de esta región es relevante por su papel como corredor biológico y por favorecer la presencia de especies propias del ecosistema de selva mediana subperennifolia en extensiones grandes y con alto grado de conservación. El tipo de vegetación predominante es de selva mediana subperennifolia. Debido a que la topografía es muy homogénea, el patrón ecosistémico obedece básicamente al gradiente latitudinal que se presenta en la península de Yucatán.

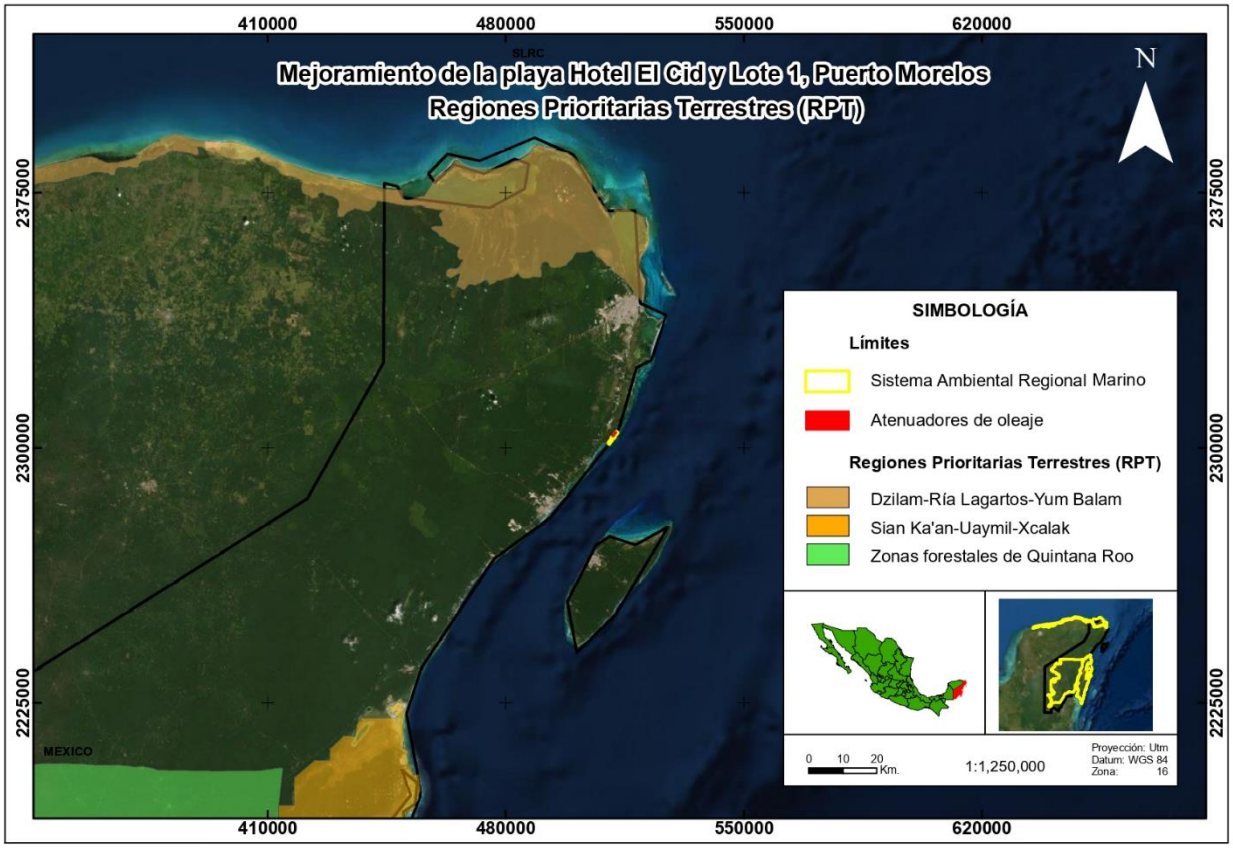


Figura III - 6. Ubicación del proyecto y las RTP, más cercanas.

III.2.3. Regiones Marinas Prioritarias

La vastedad de los ecosistemas marinos es una de las principales razones por las que su conocimiento e información son, frecuentemente, escasos y fragmentados. Sin embargo, la intrincada dependencia de la humanidad respecto de los recursos y la conciencia de que estos recursos están siendo fuertemente impactados por las mismas actividades humanas, ha planteado la necesidad de incrementar el conocimiento sobre el medio marino, a todos los niveles, para emprender acciones que conlleven a su mantenimiento, conservación, recuperación o restauración.

Es bajo este contexto que el Programa de Regiones Marinas Prioritarias (RMP) llevó a cabo una clasificación de las 70 áreas prioritarias, considerando criterios ambientales (integridad ecológica, endemismo, riqueza, procesos oceánicos, etc.), económicos (especies de importancia comercial, zonas pesqueras y turísticas importantes, recursos estratégicos, etc.) y de amenazas (contaminación, modificación del entorno, efectos a distancia, especies introducidas, etc.); a partir de estas últimas, se realizaron recomendaciones para la prevención, mitigación, y control de las zonas marinas.

La clasificación de las áreas prioritarias, la descripción de sus características físicas, biológicas y sociales, así como las problemáticas y sugerencias identificadas no pretenden ser una revisión exhaustiva y terminante. Por el contrario, por un lado, reflejan el conocimiento, la experiencia y el sentir de un vasto número de científicos, trabajadores gubernamentales,

cooperativas, asociaciones civiles, etc., y por el otro, intenta resaltar las definiciones, los problemas, el conocimiento y las propuestas más actuales y frecuentes en la materia. Asimismo, representan un marco de referencia y una herramienta que espera ser útil para tomadores de decisiones, científicos, usuarios y público en general.

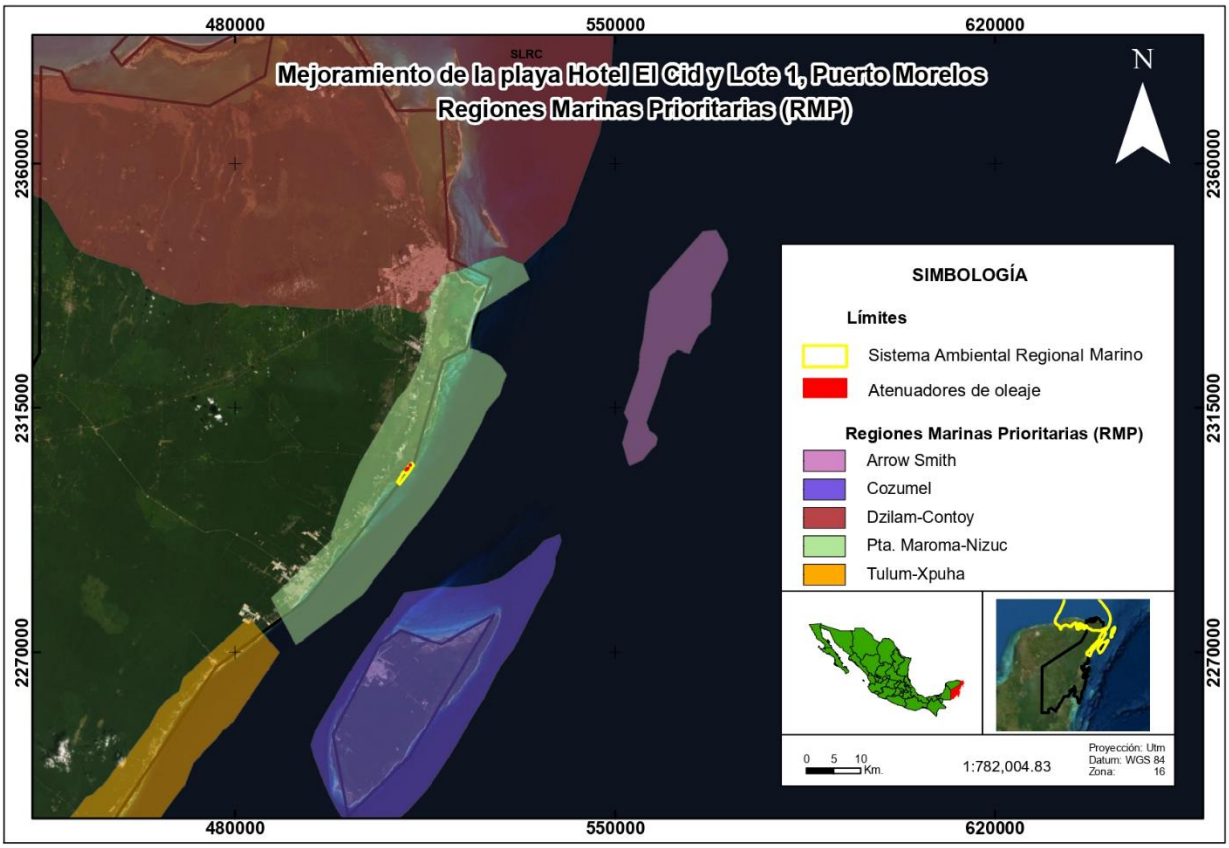


Figura III - 7. Ubicación del proyecto y la RMP Punta Maroma-Nizuc, así como las RMP cercanas.

Tal como se muestra en la figura anterior, el proyecto materia del presente manifiesto, se localiza en la RMP No. 63 denominada Punta Maroma-Punta Nizuc, misma que tiene una extensión de 1, 005 km2, el polígono se localiza en latitud. 21°11'24" a 20°32'24", longitud. 87°7'48" a 86°40'12".

Las características de la RMP No. 63, son las siguientes:

- Clima: cálido subhúmedo con lluvias en otoño. Temperatura media anual 22-26 °C. Ocurren tormentas tropicales, huracanes, nortes.
- Geología: placa de Norteamérica, rocas sedimentarias, plataforma amplia.
- Descripción: arrecifes, lagunas, playas, dunas costeras, estuarios.
- Oceanografía: predomina la corriente de Yucatán. Oleaje variable. Aporte de agua dulce por lagunas. Hay giros y contracorriente.

- Biodiversidad: moluscos, poliquetos, equinodermos, crustáceos, esponjas, corales, artrópodos, tortugas, peces, aves, mamíferos marinos, manglares, selva baja inundable. Zona de reproducción de tortugas y merostomados.
- Aspectos económicos: zona de poca pesca organizada en cooperativas y libres. Se explotan crustáceos y peces. Crianza de peces en la laguna Nichupté. Turismo de alto impacto, ecoturismo y buceo. Hay porcicultura en Puerto Morelos, Quintana Roo.
- -Uso de recursos: presión sobre peces (boquinete) y langostas. Pesca ilegal en la laguna Chakmochuk; campamentos irregulares en el área continental del Municipio de lsla Mujeres.

Con relación a la problemática de la RMP No. 63, se destaca principalmente la:

- Modificación del entorno, debido a la tal de manglar, relleno de áreas inundables, remoción de pastos marinos, construcción sobre bocas, modificación de barreras naturales. Daño al ambiente por embarcaciones pesqueras, mercantes y turísticas. Existe desforestación (menor retención de agua) e impactos humanos (Cancún y otros desarrollos turísticos). Blanqueamiento de corales.
- La contaminación presente en la RMP No. 63, es generada por las descargas urbanas y falta de condiciones de salubridad.
- Uso de recursos: presión sobre peces (boquinete) y langostas. Pesca ilegal en la laguna Chakmochuk; campamentos irregulares en el área continental del Municipio de lsla Mujeres.
- Especies introducidas de Cassuarina spp y Columbrina spp.

En lo relativo a la conservación dentro de la RMP No. 63, misma en la que se ubican formaciones de arrecifes protegidos, como los arrecifes de Puerto Morelos, se recomienda dar impulso a su plan de manejo y a su bonificación. La laguna de Nichupté debería estar sujeta a normas de uso y protección.

En relación al sitio del proyecto materia del presente estudio, se tiene contemplado la importancia del área, así como los las especies que en el habitan o transitan, por el mismo, por lo que conforme a la información obtenida de los estudios realizados en el sitio, se ha generado el Programa de Manejo Ambiental y sus subprogramas, para minimizar, prevenir o compensar cualquier afectación al momento de la realización del proyecto, destacándose, el Subprograma de Rescate y Reubicación de Fauna Marina y el Subprograma de Acciones Independientes, mismo que engloba actividades específicas que pudieran generar alguna alteración en el sitio del proyecto y que abarca la adecuada disposición de residuos, entre otras actividades más.

III.2.4. Regiones Hidrológicas Prioritarias

El Programa de Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP) de la CONABIO está orientado a 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 110 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.

Tal como se muestra en la figura siguiente, la superficie del proyecto del presente manifiesto se ubica dentro de la RHP No. 105 denominada Corredor Cancún- Tulum.

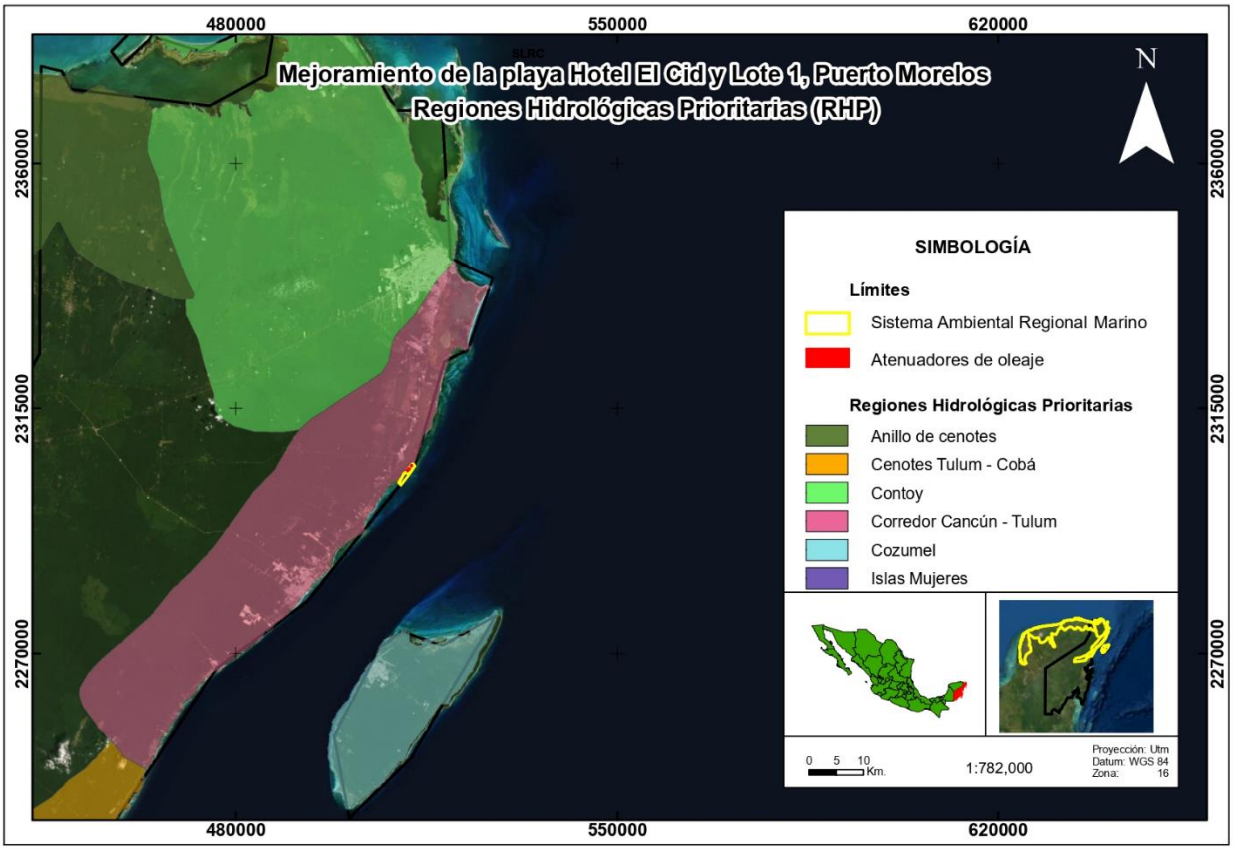


Figura III - 8. Ubicación del proyecto y la RHP Corredor Cancún- Tulum, así como las RHP cercanas.

La RHP No. 105, tiene una extensión de 1,715 km2, el polígono se ubica en la latitud 21°10'48" - 20°20'24" N y longitud 87°28'12" - 86°44'24" W, los recursos hídricos principales son de dos tipos:

- Lénticos: lagunas de Chakmochuk y Nichupté, cenotes, estuarios, humedales.
- Lóticos: aguas subterráneas

Los suelos de la RHP No. 105, son de tipo Litosol, Rendzina y Zolonchak, se caracterizan por poseer una capa superficial abundante en humus y fértil, que descansa sobre roca caliza. El clima de la región cálido subhúmedo con lluvias en verano, con temperaturas promedio anual 26-28 ºC, con una precipitación anual de 1000-2000 mm.

La RHP en donde se encuentra el sitio del proyecto, se ubican los poblados de Cancún, Playa del Carmen, Puerto Morelos, Tulum, Akumal y Xel-ha, la principal actividad económica de la región es el turismo, la actividad forestal y pecuaria.

En relación con la biodiversidad del lugar, existen varios tipos de vegetación: selva mediana subperennifolia, selva baja perennifolia, selva baja inundable, manglar, sabana, palmar inundable y vegetación de dunas costeras. Diversidad de hábitats: estuarios, humedales, dunas costeras, caletas, cenotes y playas. Flora característica: *Acacia globulifera, tasiste Acoelorrhaphe wrightii, Annona glabra, Atriplex cristata, Bactris balanoidea, ramón Brosimum alicastrum, Bucida buceras, chaca Bursera simaruba, Caesalpinia gaumeri, Cameraria latifolia, Capparis flexuosa, C. incana, Coccoloba reflexiflora, C. uvifera, palma nakax Coccothrinax readii, Cordia sebestena, Crescentia cujete, Curatella americana, Cyperus planifolius, Dalbergia glabra, Eugenia lundellii, palo de tinte Haematoxylum campechianum, Hampea trilobata, Hyperbaena winzerlingii, Ipomoea violacea, chicozapote Manilkara zapota, chechén Metopium brownei, Pouteria campechiana, P. chiricana, palma Pseudophoenix sargentii, mangle rojo Rhizophora mangle, palma chit Trinax radiata*. La flora fitoplanctónica de los cenotes generalmente está dominada por diatomeas como *Amphora ovalis, Cocconeis placentula, Cyclotella meneghiniana, Cymbella turgida, Diploneis puella, Eunotia maior, E. monodon, Gomphonema angustatum, G. lanceolatum, Nitzchia scalaris, Synedra ulna y Terpsinoe musica.* Fauna característica: de crustáceos como el *misidáceo Antromysis (Antromysis) cenotensis; el anfípodo Tulumella unidens; el palemónido Creaseria morleyi; los decápodos Typhlatya mitchelli y T. pearsei; los copépodos Arctodiaptomus dorsalis, Eucyclops agilis, Macrocyclops albidus, Mastigodiaptomus texensis, Mesocyclops edax, Mesocyclops sp., Schizopera tobae cubana, Thermocyclops inversus, Tropocyclops prasinus mexicanus, T. prasinus s.str.; los ostrácodos Candonocypris serratomarginata, Chlamydotheca mexicana, Cypridopsis niagrensis, C. rhomboidea, Cyprinotus putei, C. symmetricus, Darwinula stevensoni, Eucypris cisternina, E. serratomarginata, Herpetocypris meridiana, Metacypris americana*, *Stenocypris fontinalis, Strandesia intrepida, S. obtusata*; de peces como los cíclidos *Archocentrus octofasciatus, Cichlasoma friedrichsthali, C. robertsoni, C. salvini, C. synspilum, C. urophthalmus, Petenia splendida y Thorichthys meeki; los poecílidos Belonesox belizanus, Gambusia yucatana, Heterandria bimaculata, Poecilia mexicana, P. orri y P. petenensis; la anguila americana Anguilla rostrata, el carácido Astyanax aeneus y el bagre Rhamdia guatemalensis*. Endemismos del isópodo *Bahalana mayana; de los anfípodos Bahadzia bozanici, Mayaweckelia cenoticola, Tuluweckelia cernua;* del ostrácodo *Danielopolina mexicana*; del remípedo *Speleonectes tulumensis; del termosbenáceo Tulumella unidens*, los cuales habitan en cenotes y cuevas; de los peces *Astyanax altior*, la brótula ciega *Ogilbia pearsei, la anguila Ophisternon infernale, Poecilia velifera;* de aves el pavo ocelado *Agriocharis ocellata, el loro yucateco Amazona xantholora*, que junto con el manatí Trichechus manatus se encuentran amenazados por lo reducido y aislado de sus hábitats, por la contaminación y navegación respectivamente. Zona de reproducción de tortugas caguama *Caretta caretta, blanca Chelonia mydas, laúd Dermochelis coriacea* y el merostomado *Limulus polyphemus*. Todas estas especies amenazadas junto con los reptiles boa Boa constrictor, huico rayado *Cnemidophorus cozumela, garrobo Ctenosaura similis, iguana verde Iguana iguana, casquito Kinosternon scorpioides, mojina Rhinoclemmys areolata, jicotea Trachemys scripta; las aves loro yucateco Amazona xantholora*, garceta de alas azules *Anas discors, carao Aramus guarauna, aguililla cangrejera Buteogallus anthracinus, hocofaisán Crax rubra*, el trepatroncos alileonado *Dendrocincla anabatina, garzita alazana Egretta rufescens, halcón palomero Falco columbarius, el gavilán zancudo Geranospiza caerulescens, el bolsero yucateco Icterus auratus, el bolsero cuculado I. cucullatus, zopilote rey Sarcoramphus papa*, golondrina marina

Sterna antillarum, Strix nigrolineata y los mamíferos mono aullador *Alouatta pigra*, mono araña *Ateles geoffroyi*, grisón *Galictis vittata* y oso hormiguero *Tamandua mexicana*.

En esta RHP, la problemática se debe principalmente por:

- Modificación del entorno: perturbación por complejos turísticos, obras de ingeniería para corredores turísticos, desforestación, modificación de la vegetación (tala de manglar) y de barreras naturales, relleno de áreas inundables y formación de canales.

- Contaminación: aguas residuales y desechos sólidos.

- Uso de recursos: pesca ilegal en la laguna de Chakmochuk y plantaciones de coco Cocos *nucifera tasiste*.

Para la conservación de la RHP No. 105 se necesita 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 Nichupté. Están considerados Parques Nacionales Punta Cancún, Punta Nizuc y Tulum. El Parque Nacional Tulum está siendo afectado por la construcción urbana, el saqueo de material vegetal, la construcción de un tren turístico, la presencia de puestos comerciales de artesanías para los turistas y la gran cantidad de basura arrojada a las zonas de manglar y de selva mediana subperennifolia.

En lo que se refiere al proyecto materia del presente manifiesto y su vinculación con la RHP No. 105, dentro del Programa de Manejo Ambiental que se describe en el Capítulo Vl y debido a la importancia de la región por la gran cantidad de biodiversidad y priorizando las problemáticas descritas debido a las obras e infraestructura que generan modificaciones al entorno, se incorporó el Subprograma de Rescate y Reubicación de Fauna Marina, que tiene como objetivo la protección de las especies mediante un adecuado manejo y reubicación de individuos, que se puedan llegar a ser afectados por la realización del proyecto, así como acciones para llevar un control del arribo y anidación de las tortugas marinas que arriban al sitio.

Aunado a lo anterior y en relación con los residuos que se pueden generar al momento de la realización de las actividades del proyecto y contemplado la importancia de evitar cualquier afectación en el ecosistema marino, el Subprograma de Acciones Independientes, contempla medidas para evitar la contaminación por residuos sólidos, sedimentos o sustancias, así como el control de las estructuras que serán colocadas en el sitio del proyecto.

III.3. Planes o programas de desarrollo urbano Municipales (PDU).

III.3.1. Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Puerto Morelos 2020-2030.

El Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Puerto Morelos 2020-2030 (PDUCPPM), Municipio de Puerto Morelos, Quintana Roo, se publicó en el Periódico Oficial del Gobierno del Estado de Quintana Roo la actualización del PDUCPPM, el cual asigna

los usos de suelo, parámetros y lineamientos a los que se deberán sujetar los predios localizados en la zona costera de Puerto Morelos.

El PDUCPPM 2020-2030 tiene como objetivos generales Conducir al Centro de Población Puerto Morelos hacía en un modelo de desarrollo urbano sostenible que tenga en precisa consideración y como elemento fundamental de planeación, la conservación y protección de los recursos naturales del territorio municipal para mejorar la calidad de vida de la población habitante y visitante. Para ello, se pretende aprovechar las ventajas competitivas derivadas del desarrollo turístico, canalizadas a resolver las deficiencias y problemáticas identificadas en materia de servicios básicos, infraestructura de movilidad, espacio público y servicios naturales. Solventando el rezago identificado en materia de infraestructura básica para la provisión de servicios básicos De forma tal que, la creación de un modelo de desarrollo urbano sostenible se sustentará en la diversificación de usos de suelo en las zonas urbanas consolidadas que requieren de acciones de mejoramiento urbano, estimulando la base económica del Centro de Población al inducir la creación de unidades económicas; a la vez que se priorizará la protección de la zona costera y la franja de manglar como elementos clave para el funcionamiento del esquema de planeación.

Asimismo, establece como objetivos estrategicos para el centro de población de Puerto Morelos:

Sostenibilidad del desarrollo urbano y protección del medio ambiente

Determinar un modelo de desarrollo urbano en amplia congruencia con prioridad a la conservación de los recursos naturales. Otorgando al Centro de Población la base de desarrollo urbano configurada por un asentamiento humano sostenible y que impulse el desarrollo suburbano actual a un área urbana de servicios turísticos y terciarios especializados.

Habitabilidad urbana

Mediante el estimulo de las zonas urbanas consolidadas, así como aquellas en proceso de consolidación, para una ciudad a escala humana que permita a sus usuarios el uso del espacio público, así como sus servicios en su área inmediata de hábitat. Reduciendo la generación de viajes fuera del Centro de Población contribuyendo al desarrollo interno.

Desarrollo económico y diversificación de la base económica

A partir de las ventajas competitivas derivadas del desarrollo turístico, aprovechar la actual vocación turística del municipio, canalizando la actividad turística en la zona costera mediante un correcto aprovechamiento territorial alineado a la protección del medio natural. Aunado al fomento de creación de unidades económicas distintas a las turísticas para acrecentar el abanico de servicios y productos del municipio.

Infraestructura y servicios públicos.

A partir del diagnóstico realizado y las áreas identificadas con falta de servicios públicos básicos se busca dotar de infraestructura elemental, así como dar mantenimiento a la actual capacidad instalada.

Movilidad urbana sustentable

A la par del crecimiento del desarrollo urbano se incentivarán puntualmente mobiliario, infraestructura y demás elementos que permitan articular la actual oferta de transporte público, con la movilidad no motorizada.

Estrategia general

Tiene como base, la determinación de áreas naturales de conservación, mixtura de usos de suelo respecto a la Actualización del Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Puerto Morelos, Municipio De Benito Juárez, Quintana Roo 2008-2023, determinación de estrategia vial enfocada al estímulo de movilidad urbana sustentable y establecimiento de corredores urbanos y, con el objetivo de atender las deficiencias identificadas, diseño de proyectos estratégicos alineados al diagnóstico realizado.

Lineas de acción por objetivo estratégico

Según el PDUCPPM 2020-2030, En conjunto la operación de las propuestas de planeación, constituirán el soporte para trasladar al Centro de Población Puerto Morelos hacía un modelo de desarrollo urbano sostenible en el cual se prevé y localiza el crecimiento urbano esperado.

Para la consecución del objetivo general, se diseñaron las siguientes líneas de acción correspondientes a cada objetivo estratégico:

EJE 1. **Sostenibilidad del desarrollo urbano y protección del medio ambiente**
• En las áreas de crecimiento urbano o urbanizable, se fomentará la mezcla de usos habitacionales con los productivos que no representen riesgos o daños a la salud de la población y se evitará que se afecten áreas con alto valor ambiental. • Privilegiar el establecimiento de sistemas de transporte colectivo y otros medios de alta eficiencia energética y ambiental. • Establecer y mejorar de manera prioritaria las áreas de conservación ecológica en torno a los asentamientos humanos. • Promover la utilización de instrumentos económicos, fiscales y financieros de política urbana y ambiental para inducir conductas compatibles con la protección y restauración del medio ambiente. • Proteger mediante la zonificación las zonas de alto valor ambiental como el manglar de Puerto Morelos. • Implementar acciones de vigilancia y prevención de delito ambientales. • Llevar a cabo acciones de reforestación y mantenimiento constante de la infraestructura verde en calles, camellones y espacios públicos. • Incentivar e instrumentar la utilización de infraestructura verde mediante estímulos fiscales a promoventes que la empleen. • Asignación de presupuesto para la limpieza de playas, así como recolección y planeación de un sitio para disposición de sargazo. • Reforzar el sistema de recolección de residuos sólidos urbanos, así como la difusión del programa Reciclatón. • Fomentar la conexión al drenaje por parte de los usuarios en constante participación y coordinación con el organismo operador que brinda el servicio.

EJE 2. **Habitabilidad urbana**
• Densificación y mezcla de usos de suelos que permitan la consolidación de la estructura urbana actual y la conformación de una red de espacios públicos. • Priorizar la seguridad peatonal y de los medios de transporte no motorizados, mediante el cumplimiento del ancho mínimo de secciones viales y sus elementos, como el ancho mínimo de banquetas y diseño compatible con medios de transporte no motorizado. • Mantenimiento y mejoramiento de los espacios públicos ya existentes • Las superficies que deriven de las áreas de cesión serán utilizadas para la implementación de equipamientos., entre ellos, lo proyectos estratégicos propuestos en este PDU. • Redensificación urbana a través de la optimización de la utilización del suelo. • Se propone una nueva zonificación que permita la diversificación de actividades económicas, así como la accesibilidad a servicios y equipamientos en todos los barrios.
EJE 3. **Desarrollo y diversificación económica**
• Creación de infraestructura ferroviaria y marítima que conecte a Puerto Morelos a nivel regional, nacional y el Caribe. • Generación de nuevas centralidades urbanas ligadas a proyectos estratégicos. • Incentivar la creación de nuevas economías sustentables como el uso de energías limpias, industria sustentable, turismo ecológico • Fortalecimiento de la certeza jurídica Fortalecimiento de la certeza jurídica de la tenencia de la tierra y atracción de inversiones mediante proyectos estratégicos y usos del suelo mixtos la tenencia de la tierra. • Implementación de instrumentos de financiamiento y fomento al desarrollo urbano.
EJE 4. **Infraestructura y servicios públicos**
• Aprovechamiento de los predios municipales para la construcción de equipamiento, servicios y espacio público. • Construcción de equipamiento prioritario en materia de salud, educación, seguridad pública y servicios de emergencia. • Mejoramiento de la red de equipamientos ya existentes y la conectividad entre estos. • Planificar el crecimiento urbano en etapas de corto, mediano y largo plazo para lograr un modelo de ciudad compacta • Se implementarán instrumentos de gestión urbana estratégica como sistemas y polígonos de actuación que propicien el crecimiento ordenado. • Asegurar la calidad del agua a largo plazo a través de construcción y dotación de infraestructura hidráulica que evite la contaminación de los cuerpos hídricos. • Promover el uso de sistemas de captación de agua pluvial y uso de energías alternativas limpias. • Asegurar las obras de ampliación de infraestructura con especial atención al tratamiento de aguas negras y captación de agua. • Asegurar los mecanismos para transmitir la responsabilidad de ejecución de las obras de cabecera al promovente de nuevos desarrollos alejados de las redes de infraestructura existente. •
EJE 5. **Movilidad urbana sustentable**
• Se priorizarán las obras de infraestructura vial enfocadas al uso de sistemas no motorizados. • Diseñar vialidades enfocadas en la seguridad y accesibilidad peatonal. • Se proyectará una red vial que se ajuste las etapas de crecimiento urbano a corto, mediano y largo plazo. • Mejorar la accesibilidad y conectividad de las zonas urbanizadas. • Fomentar la elaboración de estudios y programas especializados en materia de movilidad urbana.

EJE 6. **Gestion Integral de Riesgos y Resiliencia**
• Promover la actualización de la normatividad municipal en materia de construcción y nuevos desarrollos. • Verificar el cumplimiento de las medidas de mitigación y adaptación contempladas en los estudios y análisis de riesgo para desarrollos en zonas propensas a inundación. • Construcción de obras preventivas. • Mejoramiento de la infraestructura vial costera como vías de evacuación en caso de emergencia. • Asegurar los requisitos mínimos de los equipamientos y espacios habilitados como refugios temporales en caso de emergencia. • Fomentar la prevención de los desastres naturales entre habitantes y prestadores de servicios turísticos.

Zonificación

En el PDUCPPM 2020-2030 se especificarán los mecanismos que permitan la instrumentación de los principales proyectos propuestos, como lo son las reservas territoriales, las propuestas de creación de infraestructura, equipamiento, servicios, suelo servido, vivienda, espacios públicos, entre otros.

Zonificación primaria

Determinación de las áreas que integran un territorio municipal, dentro de la cual se consideran aquellas de preservación ecológica y del medio rural, con características no urbanizables; así como aquellas ocupadas por los centros de población o los asentamientos humanos, incluyendo sus aprovechamientos predominantes, espacios públicos, infraestructuras y equipamientos estratégicos, las reservas de usos y destinos de suelo, así como la clasificación de las áreas de crecimiento, conservación y mejoramiento.

Conforme el PDUCPPM 2020-2030, la zonificación primaria se compone de las siguientes zonas:

- Áreas Urbanizadas
- Zonas de Preservación Ecológica
- Zonas de Consolidación
- Zonas de Mejoramiento
- Zonas de consolidación turística
- Zonas de desarrollo
- Áreas urbanizables para el desarrollo turístico
- Áreas urbanizables Norte y Sur

Zonificación secundaria

Considera una densificación contemplando siempre que no se rebase la capacidad de los servicios de agua potable, drenaje y electricidad. Para la zonificación secundaria, se consideran una serie de usos y destinos del suelo enfocados principalmente a la diversificación

y mezcla de usos de suelos, densificación de áreas urbanizadas y continuidad/proyección de las vías urbanas existentes.

Conforme el PDUCPPM 2020-2030, la zonificación secundaria se compone de las siguientes zonas:

- Zonas de conservación
- Zonas turísticas
- Zonas habitacionales
- Zonas de usos mixtos
- Zonas comerciales
- Zonas de equipamiento
- Zonas industriales

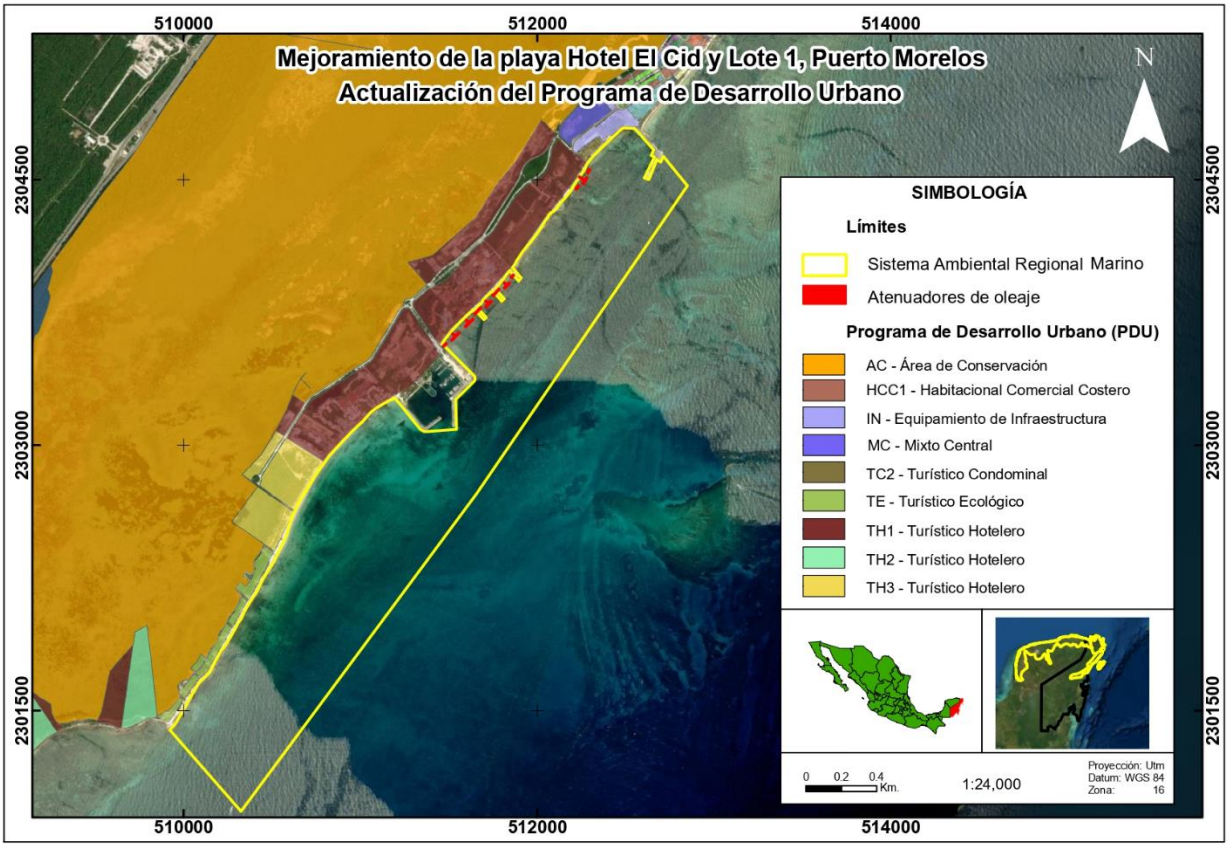


Figura III - 9. Plano PDUCPPM y la ubicación del proyecto.

Según el PDUCPPM 2020-2030, la zonificación asociada al proyecto es la de:

Zonas Turísticas

Corresponde al Distrito Zona Costera, la disposición de los usos de suelo Turístico Hotelero (TH1, TH2 y TH3), Turístico Condominal (TC1 y TC2), y Turístico Ecológico (TE). La

determinación de los usos turísticos hoteleros refiere únicamente al aprovechamiento de alojamiento y hospedaje en modalidad de condominio y hotel

El uso de suelo Turístico al que se encuentra asociado el proyecto está clasificada como Turístico Hotelero Medio TH1, cuya densidad es de 50 cuartos por hectárea, encontrándose el proyecto en cumplimiento en relación con la zonificación establecida.

De igual manera, la finalidad del proyecto va de acuerdo con los objetivos establecidos por el PDUCPPM 2020-2030 sobre dicha zona, en relación con el aprovechamiento del potencial de desarrollo por su atractivo natural, la protección de zonas turísticas contra riesgos hidrometereológicos y el aseguramiento de la belleza y valor ambiental de la zona.

Como puede observarse el PDUCPPM 2020-2030 establece normas para regular los usos de suelo del municipio, lo cual ya ha sido contemplado en el proyecto Hotel Marina El Cid Spa & Beach Resort autorizado en materia de impacto ambiental 1999, de acuerdo con la normatividad que le aplicó en su momento, por lo que lo señalado en el presente instrumento no aplica para el proyecto objeto de la presente Manifestación de Impacto Ambiental.

III.4. Normas Oficiales Mexicanas

La Ley Federal sobre Metrología y Normalización (LFMN), regirá en toda la República y sus disposiciones son de orden público e interés social. Su aplicación y vigilancia corresponde al Ejecutivo Federal, por conducto de las dependencias de la administración pública federal que tengan competencia en las materias reguladas en este ordenamiento.

Tiene por objeto, entre otras, en su fracción II: a) Fomentar la transparencia y eficiencia en la elaboración y observancia de normas oficiales mexicanas y normas mexicanas; b) Instituir la Comisión Nacional de Normalización para que coadyuve en las actividades que sobre normalización corresponde realizar a las distintas dependencias de la administración pública federal; c) Establecer un procedimiento uniforme para la elaboración de normas oficiales mexicanas por las dependencias de la administración pública federal; d) Promover la concurrencia de los sectores público, privado, científico y de consumidores en la elaboración y observancia de normas oficiales mexicanas y normas mexicanas; e) Coordinar las actividades de normalización, certificación, verificación y laboratorios de prueba de las dependencias de administración pública federal; f) Establecer el sistema nacional de acreditamiento de organismos de normalización y de certificación, unidades de verificación y de laboratorios de prueba y de calibración; y g) En general, divulgar las acciones de normalización y demás actividades relacionadas con la materia.

De conformidad con la LFMN, una norma oficial mexicana (NOM) es: la regulación técnica de observancia obligatoria expedida por las dependencias competentes, que establece reglas, especificaciones, atributos, directrices, características o prescripciones aplicables a un producto, proceso, instalación, sistema, actividad, servicio o método de producción u operación, así como aquellas relativas a terminología, simbología, embalaje, marcado o etiquetado y las que se refieran a su cumplimiento o aplicación. En tal sentido, se realiza en la tabla siguiente la vinculación del proyecto con las NOM's que le son aplicables.

Tabla III - 14. Vinculación jurídica del proyecto con las normas oficiales mexicanas.

PRECEPTO LEGAL	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
NOM-022-SEMARNAT-2003. Que establece las especificaciones para la preservación, conservación, aprovechamiento sustentable y restauración de los humedales costeros en zonas de manglar.	La región en donde se encuentra el proyecto, tiene gran relevancia por las zonas de manglar, sin embargo, el proyecto no generará ninguna afectación a manglares y humedales cercanos y en el sitio no hay presencia de ellos. En la Tabla III – 15 se proporciona más información
NOM-041-SEMARNAT-2015. Que establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible.	El promovente previendo posibles afectaciones, se compromete a contratar con empresas que puedan comprobar las buenas condiciones de la maquinaria, con el fin de evitar afectaciones por emisión de gases contaminantes.
NOM-052-SEMARNAT-2005. Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de residuos peligrosos.	Para la realización del proyecto no se generarán residuos peligrosos.
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.	En todo el estudio que se llevó a cabo para la caracterización biológica marina para el proyecto, se registró un total de seis especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT- 2010 y la modificación del anexo III de la misma. Cinco de esas especies bajo la categoría de Protección especial (*Plexaura homomalla, Plexaurella dichotoma*, *Scarius iseri*, *Sparisoma radians*, *Sparisoma viridae* y *Thalassia testudinum*) y una especie categorizada como Amenazada (*Syringodium filiforme*), las cuales presentaron abundancia rara en el SAR.
NOM-080-SEMARNAT-1994. Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido proveniente del escape de los vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación y su método de medición.	Para la realización de las actividades del proyecto y para evitar afectaciones en el confort sonoro, la maquinaria se restringirá únicamente de 8 a 18 o de 7 a 17 horas de lunes a sábado.
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.	El promovente pretende llevar a cabo acciones de conservación y protección de los ejemplares de tortuga marina que aniden cerca del área de playa del proyecto a través de actividades tendientes a evitar cualquier daño a estos quelonios, contenidas en el Programa de Manejo Ambiental, y que serán incluidas en el Programa de Manejo de Tortuga que el hotel lleva al cabo actualmente. En la Tabla III – 16 se proporciona más información

<u>NOM-022-SEMARNAT-2003. Que establece las especificaciones para la preservación, conservación, aprovechamiento sustentable y restauración de los humedales costeros en zonas de manglar.</u>

De acuerdo con la información del área del proyecto, el manglar más cercano a los diferentes elementos que lo conforman, incluyendo los sitios de las obras y actividades provisionales, éste se localiza a una distancia mayor de los 250 m del área de manglar.

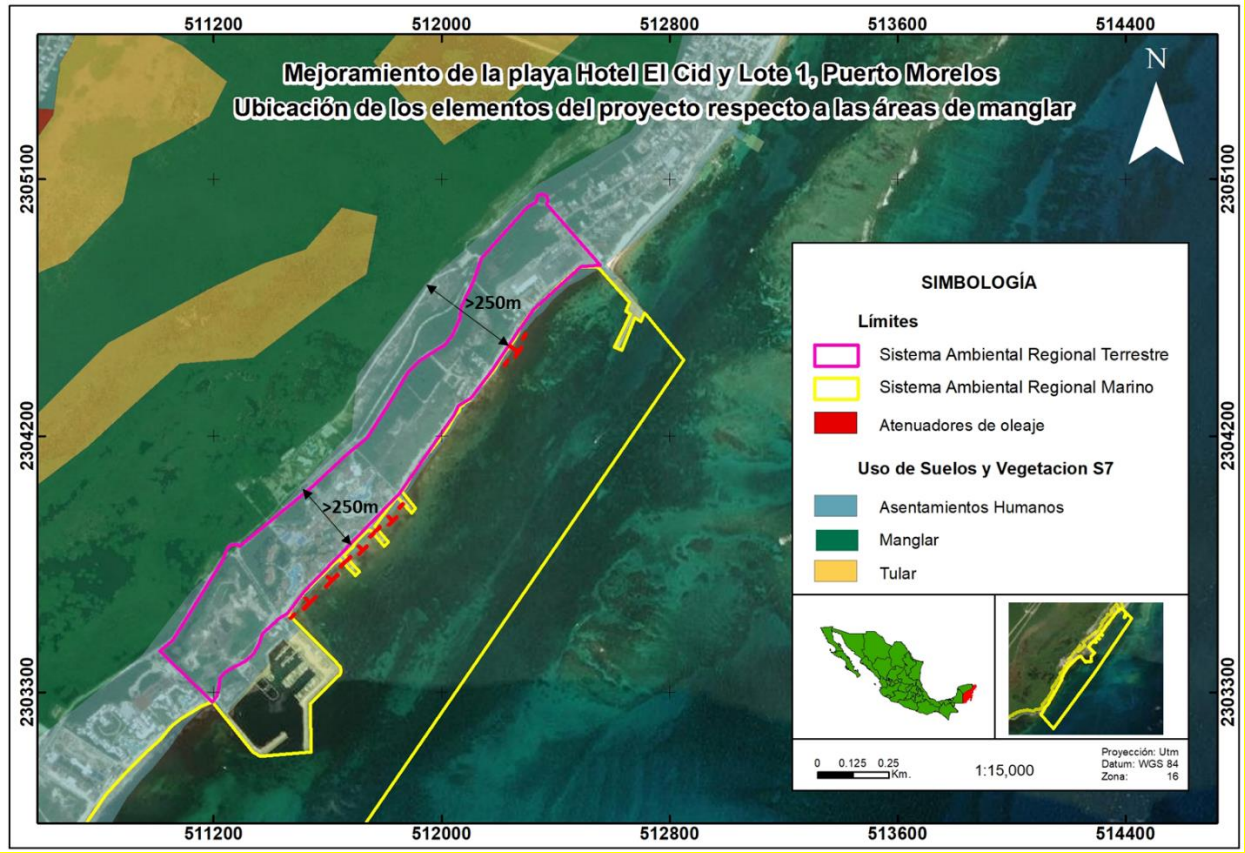


Figura III - 10. Ubicación de los elementos del proyecto respecto a las áreas de manglar.

La región en donde se ubicará el proyecto tiene gran relevancia por las zonas de manglar, sin embargo, el proyecto no generará ninguna afectación a los manglares ni humedales cercanos, ya que el proyecto se ubica en una zona marina, tal como se desprende de las coordenadas UTM respecto a los diversos componentes del proyecto, cuya incidencia no implica los ecosistemas de manglar, respecto a las actividades a realizar en la zona terrestre (almacenamiento temporal de materiales), éstas también se localizan a una distancia mayor a 250 m de las áreas con presencia de mangle, se encuentran en las áreas mismas del hotel, tal y como se puede observar en la figura anterior. Por último, la zona de relleno de las playas también se localiza a una distancia un poco mayor de 250 m al manglar.

Tabla III - 15. Vinculación del proyecto con la NOM-022-SEMARNAT-2003.

NÚM.	ESPECIFICACIÓN DE LA NOM-022-SEMARNAT-2003	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
4.0	Especificaciones: El manglar deberá preservarse como comunidad vegetal. En la evaluación de las solicitudes en materia de cambio de uso de suelo, autorización de aprovechamiento de la vida silvestre e impacto ambiental se deberá	El proyecto que se pretende llevar a cabo como ha sido señalado no incidirán en la zona de manglar

NÚM.	ESPECIFICACIÓN DE LA NOM-022-SEMARNAT-2003	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
	garantizar en todos los casos la integralidad del mismo, para ello se contemplarán los siguientes puntos: La integridad del flujo hidrológico del humedal costero; La integridad del ecosistema y su zona de influencia en la plataforma continental; Su productividad natural; La capacidad de carga natural del ecosistema para turistas; Integridad de las zonas de anidación, reproducción, refugio, alimentación y alevinaje; La integridad de las interacciones funcionales entre los humedales costeros, los ríos (de superficie y subterráneos), la duna, la zona marina adyacente y los corales; Cambio de las características ecológicas; Servicios ecológicos; Ecológicos y eco fisiológicos (estructurales del ecosistema como el agotamiento de los procesos primarios, estrés fisiológico, toxicidad, altos índices de migración y mortalidad, así como la reducción de las poblaciones principalmente de aquellas especies en estatus, entre otros).	
4.1	Toda obra de canalización, interrupción de flujo o desvío de agua que ponga en riesgo la dinámica e integridad ecológica de los humedales costeros, quedará prohibida, excepto en los casos en los que las obras descritas sean diseñadas para restaurar la circulación y así promover la regeneración del humedal costero.	El proyecto cumple con la presente especificación, ya que no se prevé la construcción de canales que interrumpan el flujo hidrológico del humedal costero, ni cualquier otra actividad que pueda afectar este ecosistema.
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.	
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.	
4.4	El establecimiento de infraestructura marina fija (diques, rompeolas, muelles, marinas y bordos) o cualquier otra obra que gane terreno a la unidad hidrológica en zonas de manglar queda prohibida excepto cuando tenga por objeto el mantenimiento o restauración de ésta.	El proyecto contempla la colocación de infraestructura marina tiene como objeto la estabilización de la playa evitando la erosión de esta a fin de que se restablezcan las condiciones naturales de la misma, fuera de las zonas de manglar, por lo que este no se verá afectado por la realización del proyecto.
4.5	Cualquier bordo colindante con el manglar	Con la realización del proyecto no se

NÚM.	ESPECIFICACIÓN DE LA NOM-022-SEMARNAT-2003	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
	deberá evitar bloquear el flujo natural del agua hacia el humedal costero.	bloqueará el flujo natural del agua hacia el humedal, lo anterior considerando que el flujo de agua entre el manglar y la zona marina es subterráneo, y las obras y actividades provisionales que conlleva el proyecto son superficiales mientras que los demás componentes del proyecto se encuentran en playa o zona marina, sin afectar en forma alguna el flujo natural del agua. A mayor abundamiento, se cita que Sam Meacham, Director del Centro Investigador del Sistema Acuífero de Quintana Roo, mencionó en el Foro Estatal denominado "El Sistema Hidrológico de Quintana Roo", realizado en el año 2006; que a partir de la década de los 80´s, se han realizado diversas exploraciones a través de los distintos cenotes de la Riviera Maya, encontrando que para el área que comprende Puerto Morelos y la Reserva de la Biosfera de Sian Ka´an, se han localizado más de 100 sistemas de cuevas y más de 550 km de pasajes inundados. En este sentido, el agua subterránea circula por medio de estás diversas cavidades, permitiendo que el agua pluvial se infiltre rápidamente, por lo que la circulación del agua no se interrumpirá y en consecuencia no se afectará la hidrodinámica superficial o subterránea.
4.6	Se debe evitar la degradación de los humedales costeros por contaminación y azolvamiento.	El proyecto cumple con la especificación en cita, ya que no se realizarán actividades que pudieran degradar los humedales. Se implementarán las medidas pertinentes para evitar afectaciones de cualquier naturaleza al manglar.
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 de este.	No habrá vertimiento de agua en la cuenca que alimenta el humedal costero. Tampoco habrá utilización de agua proveniente de la cuenca que alimenta el humedal costero, por lo que el proyecto dará cumplimiento a la presente especificación. Cabe señalar que no será necesaria la instalación eléctrica, sanitaria o de campamentos provisionales, entre otras, para el desarrollo del proyecto.
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	El proyecto como ha sido señalado, no llevará a cabo el vertimiento de aguas residuales a cuerpos de agua que puedan dañar al ecosistema de humedal costero, ya

NÚM.	ESPECIFICACIÓN DE LA NOM-022-SEMARNAT-2003	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
	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.	que no habrá ningún tipo de vertimiento de aguas residuales, es por lo tanto que este se ajusta a esta especificación. Es importante considerar que la modificación en comento no contempla la generación de aguas residuales, o con presencia de contaminantes del tipo señalado en la presente especificación. Aunado a ello, se implementarán las medidas pertinentes para evitar afectaciones de cualquier naturaleza al manglar.
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 a la unidad hidrológica.
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 en comento no pretende la extracción de agua subterránea para su desarrollo.
4.11	Se debe evitar introducción de ejemplares o poblaciones que puedan tornar perjudiciales en aquellos casos en donde existan evidencias en las 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.	Durante el desarrollo del proyecto no habrá introducción de ejemplares que sean perjudiciales al humedal costero.
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 influirá en la dinámica hídrica del ecosistema, dado que no interferirá en el aporte hídrico actual.
4.13	En caso de que sea necesario trazar una vía de comunicación en tramos cortos de un humedal o sobre un humedal, se deberá garantizar que la vía de comunicación es trazada sobre pilotes que permitirán el libre flujo hidráulico dentro del ecosistema, así como garantizar el libre paso de la fauna silvestre. Durante el proceso constructivo se utilizarán métodos de construcción en fase (por sobre posición continua de la obra) que no dañen el suelo del humedal, no generen depósito de material de	El proyecto no contempla el trazo de ninguna vía de comunicación sobre el humedal costero, por lo que se cumple con esta especificación.

NÚM.	ESPECIFICACIÓN DE LA NOM-022-SEMARNAT-2003	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
	construcción ni genere residuos sólidos en el área.	
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 no considera la construcción de vías de comunicación aledaña, colindante o paralela al flujo del humedal costero, motivo por el que se cumple con la especificación.
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.	No habrá desarrollo de obras en zona de vegetación del manglar, tal y como puede ser observado en la descripción del proyecto (capitulo II), es así que el proyecto no consiste en la construcción de servicios que utilicen postes, ductos, torres o líneas de transmisión.
4.16	Las actividades productivas como la agropecuaria, acuícola intensiva o semiintensiva, infraestructura urbana, o alguna otra que sea aledaña o colindante con la vegetación de un humedal costero, deberá dejar una distancia mínima de 100 m respecto al límite de la vegetación, en la cual no se permitirá actividades productivas o de apoyo.	El proyecto se localiza a una distancia mucho mayor a los 100 m señalados en esta especificación. Por otro lado, cabe hacer patente que, hasta este momento, la presencia de otras obras en la zona incluso en el Lote 17, no ha restringido el flujo hidrológico hacia las zonas con vegetación de manglar ni se han presentado limitantes para su adecuado desarrollo. En este tenor, el proyecto respetará en todo momento la integralidad del flujo hidrológico del humedal, así como la zona de influencia, su productividad natural, zonas de anidación, reproducción, refugio, alimentación y alevinaje de especies de fauna silvestre, toda vez que las obras a realizar no se llevaran a cabo en zonas con manglar, ni consideran actividades que interrumpan el flujo hidrológico o cualquier otra que afecte directa o indirectamente al manglar.
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.	Las piezas requeridas para la instalación de los arrecifes artificiales, se ubican fuera del área que ocupan los manglares y en sitios que no tienen influencia sobre la dinámica ecológica de los ecosistemas que los contienen.
4.18	Queda prohibido el relleno, desmonte, quema y desecación de vegetación de humedal costero,	No habrá relleno, desmonte, quema, ni desecación de vegetación de humedal

NÚM.	ESPECIFICACIÓN DE LA NOM-022-SEMARNAT-2003	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
	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.	costero. Por lo que las obras y actividades a desarrollar (proyecto), se ajustan al presente criterio.
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 considera ningún tipo de disposición de material dentro del manglar o en sitios en la unidad hidrológica donde haya riesgo de obstrucción de los flujos hidrológicos de escurrimiento y mareas, esto en el entendido que el área de acopio de material, se localiza en la tarquina propuesta en la presente MIA, por lo que no se afectará a ejemplares de manglar, además de que en todo momento se tomarán las medidas propuestas y las que sean necesarias para la conservación de este tipo de vegetación, dada la cercanía que se tiene con el mismo.
4.20	Queda prohibida la disposición de residuos sólidos en humedales costeros.	No habrá disposición de residuos sólidos en el humedal costero. Se implementarán una serie de medidas para el manejo adecuado de residuos de conformidad a la legislación aplicable a fin de prevenir contaminación del ambiente por inadecuada disposición de estos.
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 del 10% de la superficie de la laguna costera receptora de sus efluentes en lo que se determina su capacidad de carga hidrológica.	La especificación en cita no guarda relación con el proyecto en comento.
4.22	No se permite la construcción de Infraestructura acuícola en áreas cubiertas en áreas cubiertas de vegetación de manglar a excepción de canales de toma y descarga, las cuales deberán contar con previa autorización en materia de impacto ambiental, y de cambio de utilización de terrenos forestales.	La especificación en cita no guarda relación con el proyecto al tratarse de una actividad distinta a la acuícola.
4.23	En los casos de autorización de canalización, el área de manglar a deforestar deberá ser exclusivamente la aprobada tanto en la resolución de impacto ambiental y la autorización de cambio de utilización de terrenos forestales.	No se pretende la construcción de canales; así como tampoco la desviación o rectificación de canales naturales o de cualquier porción de una unidad hidrológica que contenga o no vegetación de manglar.

NÚM.	ESPECIFICACIÓN DE LA NOM-022-SEMARNAT-2003	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
	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.	
4.24	Se favorecerán los proyectos de unidades de producción agrícola que utilicen tecnología de toma de descarga de agua, diferente a la canalización.	La especificación en cita no guarda relación con el proyecto, el cual no pretende llevar a cabo actividades de producción agrícola.
4.25	La actividad acuícola deberá contemplar preferentemente post- larvas de especies nativas producidas en laboratorio.	La especificación en cita no guarda relación con el proyecto dado que se trata de una actividad diversa a la acuícola.
4.26	Los canales de llamada que extraigan agua de la unidad hidrológica donde se ubique la zona de manglar deberá evitar, la remoción de larvas y juveniles de peces y moluscos.	El proyecto no contempla la extracción de agua de la unidad hidrológica de manglar.
4.27	Las obras o actividades extractivas relaciones a la producción de sal, solo podrán ubicarse en salitres naturales; los bordos no deberán exceder el límite natural del salitral, ni obstruir el flujo natural del agua en el ecosistema.	El proyecto no pretende el desarrollo de actividades extractivas relacionadas a la producción de sal.
4.28	La infraestructura turística ubicada dentro de un humedal costero debe ser de bajo impacto, con materiales locales de preferencia en palafitos, que no alteren el flujo superficial del agua, cuya conexión sea a través de veredas flotantes en áreas lejanas de sitios de anidación y percha de aves acuáticas, y requiere de zonificación, monitoreo y de informe preventivo.	El proyecto no pretende ubicarse dentro de un humedal costero, no afectando sitios de anidación y percha de aves acuáticas, el desarrollo del proyecto no restringe el flujo hidrológico hacia las zonas con vegetación de manglar, en el entendido que el flujo hidrológico del manglar es subterráneo hacia la zona marina. En este sentido, no se prevé que por efecto de la realización del proyecto se muestre un comportamiento hidrológico diferente al que se ha presentado hasta este momento.
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.	El proyecto que nos ocupa no incluye el desarrollo de turismo náutico en los humedales y mucho menos la afectación del manglar.
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 de riesgo como el manatí.	Las actividades de navegación en la zona marina se desarrollarán en áreas fuera del manglar, en el mar, donde se permite el uso de motores fuera de borda, los cuales serán operados con precaución y a bajas velocidades respetando en todo momento la fauna marina por lo que no se incumple la

NÚM.	ESPECIFICACIÓN DE LA NOM-022-SEMARNAT-2003	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
		presente especificación.
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.	No se pretenden actividades de turismo educativo, ecoturismo y observación de aves en el humedal costero. Por lo que la especificación en cita no guarda relación con el proyecto que nos ocupa.
4.32	Deberá de evitarse la fragmentación del humedal costero mediante la reducción del número de caminos de acceso a la playa en centros turísticos y otros. Un humedal costero menor a 5 km de longitud del eje mayor, deberá tener un solo acceso a la playa y éste deberá ser ubicado en su periferia. Los accesos que crucen humedales costeros mayores a 5 km de longitud con respecto al eje mayor, deben estar ubicados como mínimo a una distancia de 30 km uno de otro.	El desarrollo del proyecto no considera la construcción de caminos o de algún tipo de obra que pueda generar fragmentación en el área de manglar. Por lo que se considera que la especificación en cita no guarda relación con el proyecto que nos ocupa.
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.	No habrá construcción de canales que fragmenten el ecosistema del humedal costero.
4.34	Se debe evitar la compactación de marismas y humedales costeros, como resultado del paso de ganado, personas y vehículos y otros factores antropogénicos.	No habrá compactación del humedal costero, el transporte de material se realizará por caminos ya existentes por lo que el proyecto se ajusta a la presente especificación.
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 propuesto no pretende la restauración de la zona de manglar. Sin embargo, se llevarán a cabo estrategias ambientales que conducen a la protección y conservación de dicha zona. Además de que se dará seguimiento a las medidas de compensación en beneficio del humedal que son propuestas en la presente MIA-R, por lo que no se producirá ninguna actividad que ponga en riesgo la integridad de las zonas de manglar, consecuentemente no se afectarán los corredores biológicos.
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.	
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,	El proyecto no considera lo establecido en esta especificación no obstante se pretende desarrollar actividades que mejoren las condiciones actuales de la playa, estableciendo infraestructura que permita la regeneración natural de la misma, así como disminuir los efectos de erosión que

NÚM.	ESPECIFICACIÓN DE LA NOM-022-SEMARNAT-2003	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
	aportes del manto freático), la eliminación de vertimientos de aguas residuales y sin tratamiento protegiendo las áreas que presenten potencial para ello.	actualmente se presentan en el área, de igual modo no se llevará a cabo ningún vertimiento de aguas residuales, ya que actualmente existe una planta de tratamiento para las aguas residuales que se generan en las instalaciones del hotel al cual está asociado el proyecto, siendo estas las que serán utilizadas por el personal que trabaje en el proyecto.
4.38	Los programas proyecto 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 en comento no prevé actividades de restauración de manglares por lo que la presente especificación no tiene relación con el proyecto.
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.	Como se indicó anteriormente, las obras y actividades objeto del proyecto no incluyen restauración del humedal costero.
4.40	Queda estrictamente prohibido introducir especies exóticas para las actividades de restauración de los humedales costeros.	No habrá introducción de especies exóticas en el humedal costero. No se pretende la restauración del humedal.
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.	Como se indicó anteriormente, no habrá restauración del humedal costero.
4.42	Los estudios de impacto ambiental y ordenamiento deberán considerar un estudio integral de la unidad hidrológica donde se ubican los humedales costeros.	Considerando que con el desarrollo del proyecto no se afectará la unidad hidrológica del manglar ya que las obras y actividades del mismo se desarrollarán en su mayoría en el área marina, no se presenta el estudio señalado, sin embargo, se realizaron estudios que sustentan la viabilidad ambiental del mismo, cabe hacer notar que las áreas a ser ocupadas en el área terrestre, particularmente en las pequeñas áreas de los Lotes 16 y 17, no se verán traducidas en una afectación a la unidad hidrológica, no obstante, ello y considerando la distancia a la que se encontrarán las mismas, se implementarán medidas en beneficio del humedal. Cabe señalar que para la MIA del Proyecto El Cid de Cancún, se realizaron dichos estudios tal y como consta en el

NÚM.	ESPECIFICACIÓN DE LA NOM-022-SEMARNAT-2003	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
		expediente existente en la DGIRA.
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 el informe preventivo o en la manifestación de impacto ambiental, según sea el caso, se establezcan medidas de compensación en beneficio de los humedales y se obtenga la autorización de cambio de uso de suelo correspondiente.	Como se indicó anteriormente, las obras que nos ocupan se localizarán a una distancia mucho mayor a la franja de 100 m del humedal, previstos en la especificación 4.4 y 4.16., sin embargo, se seguirán implementando las medidas compensatorias en beneficio del humedal que hasta le fecha se han venido realizando para el proyecto y sus modificaciones, mismas que se describen a detalle a continuación.

Tabla III - 16. Vinculación con la NOM-162-SEMARNAT-2012.

PRECEPTO LEGAL	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
1. Objetivo Esta Norma Oficial Mexicana tiene por objeto establecer las especificaciones para la protección, recuperación y manejo de las poblaciones de las tortugas marinas en su hábitat de anidación.	Aunque la densidad de anidación es muy baja, en promedio 6.63 nidos por temporada en una superficie de 1.74 ha, el promovente tiene entre sus objetivos la protección y conservación de las tortugas (*Chelonia mydas, Caretta caretta, Eretmochelys imbricata*), lo cual es congruente con esta NOM y el compromiso del hotel plasmado en el "Programa de Manejo de Tortuga, El Cid de Cancún, Puerto Morelos, Quintana Roo" (Anexo V.3 de la MIA-R) y su Reglamento. El Programa fue reconocido en el 2015 por el Comité Estatal de Tortugas Marinas de Quintana Roo y el Parque Nacional de Arrecifes de Puerto Morelos–CONANP. Además, el hotel se suma cada año a las actividades del Programa de Protección de Playas y Anidación de tortugas Marinas del Parque Nacional Arrecife de Puerto Morelos.
5. Especificaciones generales	
5.1 Las personas físicas o morales que realicen actividades de aprovechamiento no extractivo en el hábitat de anidación de tortugas marinas, deben cumplir con lo establecido en las siguientes especificaciones:	El promovente considera cumplir con todas las especificaciones relacionadas con la presente norma.
5.2 El cumplimiento de las especificaciones de la presente Norma Oficial Mexicana, no exime el procedimiento de evaluación en materia de impacto ambiental, en los casos en que resulte aplicable	El presente documento es la Manifestación de Impacto Ambiental Regional que se ingresa para la evaluación del proyecto en la materia de impacto ambiental,
5.3 Los accesos al hábitat de anidación, tratándose de Áreas Naturales Protegidas, quedan sujetos a lo dispuesto en los Programas de Manejo correspondientes o, en su caso, a los accesos que establezca la Dirección	El proyecto no se localiza dentro de ningún Área Natural Protegida.

PRECEPTO LEGAL	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
del Área Natural Protegida.	
5.4 En las playas de anidación de tortugas marinas se deben realizar las siguientes medidas precautorias:	
5.4.1 Evitar la remoción de la vegetación nativa y la introducción de especies exóticas en el hábitat de anidación.	El proyecto no plantea remover vegetación nativa ni introducir especies exóticas en el hábitat de anidación, lo cual es congruente con esta NOM y el "Programa de Manejo de Tortuga, El Cid de Cancún".
5.4.2 Favorecer y propiciar la regeneración natural de la comunidad vegetal nativa y el mantenimiento de la dinámica de acumulación de arena del hábitat de anidación.	El proyecto plantea instalar atenuadores de oleaje que reducirán la fuerza del oleaje, permitirán el transporte de sedimento a zonas, esto junto con las demás acciones a realizar, como es el relleno de playa, estabilizarán el frente de playa, por tanto, se dará la recuperación del hábitat de anidación. Además, en seguimiento al "Programa de Manejo de Tortuga, El Cid de Cancún", se desarrollarán las medidas para propiciar la regeneración natural de la comunidad vegetal nativa. Además, se dará continuidad al registro de la cantidad de nidos, huevos y crías que son liberadas para observar la tendencia que se presente en la anidación de tortugas a partir de la instalación de las estructuras y del relleno de las playas, en comparación con los registros antes de las obras. Se llevará a cabo un monitoreo de compactación y aflojamiento manual de la arena de ser necesario y se observará el gradiente de la playa lo que ayudará a reducir o eliminar la compactación de la arena y formación de escarpes en la época previa a la anidación y después del término del proyecto, lo cual será realizado hasta tres años después del relleno de playa.
5.4.3 Retirar de la playa, durante la temporada de anidación, cualquier objeto movible que tenga la capacidad de atrapar, enredar o impedir el paso de las tortugas anidadoras y sus crías.	El promovente mantendrá la playa libre de objetos que pudieran obstaculizar el paso de las tortugas anidadoras y sus crías; además, se llevará a cabo la recolección del sargazo en el frente de playa, en especial durante la época de arribo de las tortugas marinas, para mantener en buenas condiciones el área del paso y anidación de los quelonios. Además, en caso necesario, se integrarán acciones de descompactación de la arena y eliminación de bermas en caso de presentarse antes de cada temporada de anidación.
5.4.4 Eliminar, reorientar o modificar cualquier instalación o equipo que durante la noche genere una emisión o reflexión de luz hacia la playa de anidación o cause resplandor detrás de la vegetación costera, durante la época de anidación y emergencia de crías de tortuga	El proyecto no considera la instalación de luz para algún tipo de actividad, ya que las obras proyectadas se harían en horario matutino (8:00 a 16:00 horas).

PRECEPTO LEGAL	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
marina.	
5.4.5 Orientar los tipos de iluminación que se instalen cerca de las playas de anidación, de tal forma que su flujo luminoso sea dirigido hacia abajo y fuera de la playa, usando alguna de las siguientes medidas para la mitigación del impacto: a) Luminarias direccionales o provistas de mamparas o capuchas. b) Focos de bajo voltaje (40 watts) o lámparas fluorescentes compactas de luminosidad equivalente. c) Fuentes de luz de coloración amarilla o roja, tales como las lámparas de vapor de sodio de baja presión.	El proyecto no considera la instalación de luz para algún tipo de actividad, ya que las obras proyectadas se harían en horario matutino (8:00 a 16:00 horas). Cabe señalar que actualmente no hay luz en el área de playa, ya que la iluminación por parte del Hotel, en las noches se apaga, y la presente tiene una intensidad de bajo voltaje, siendo éstas de color amarillo.
5.4.6 Tomar medidas para mantener fuera de la playa de anidación, durante la temporada de anidación, el tránsito vehicular y el de cualquier animal que pueda perturbar o lastimar a las hembras, nidadas y crías. Sólo pueden circular los vehículos destinados para tareas de monitoreo y los correspondientes para el manejo y protección de las tortugas marinas, sus nidadas y crías.	En el área del proyecto no se lleva a cabo el tránsito de vehículos con excepción, en casos extraordinarios, del arribazón de grandes cantidades de sargazo, ya que son utilizados para el transporte de sargazo fuera del área de playa. Así mismo se considera que las obras proyectadas no se realizarán durante la época de anidación, pero si por excepción tuvieran que realizarse algunas, éstas se harían en horario matutino (8:00 a 16:00 horas) y la maquinaria, equipo, material o residuos serían retirados de manera que no haya obstáculos que limiten el desplazamiento de las hembras durante la anidación o el paso de las crías hacia el mar. Además, el promovente atenderá esta disposición contenida también en el Programa de Manejo de Tortuga, El Cid de Cancún" que prohíbe el paso de vehículos en la playa de anidación (excepto los destinados al monitoreo, manejo y protección de las tortugas marinas, sus nidadas y sus crías), durante la época de anidación y nacimiento de crías. También se realizan acciones para evitar el paso de animales domésticos que pueda perturbar o lastimar a las hembras, nidadas y crías.
6. Especificaciones de manejo	
6.1 Las personas físicas o morales que realicen actividades de manejo con tortugas marinas y sus derivados en el hábitat de anidación, deben tramitar previamente la Autorización de aprovechamiento no extractivo de vida silvestre correspondiente ante la Secretaría de acuerdo a lo establecido en la Ley General de Vida Silvestre y su Reglamento, sin perjuicio de las demás disposiciones jurídicas aplicables.	El promovente, cuenta ya con las autorizaciones correspondientes, en el entendido que actualmente y desde hace varios años atrás, se viene implementando el "Programa de Manejo de Tortuga, El Cid de Cancún, Puerto Morelos, Quintana Roo" (Anexo V.3 de la MIA-R) y su reglamento, así mismo, se indica que dicho Programa fue reconocido en el 2015 por el Comité Estatal de Tortugas Marinas de Quintana Roo y el Parque Nacional de Arrecifes de Puerto Morelos– CONANP.

PRECEPTO LEGAL	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
	Además, el hotel se suma cada año a las actividades del Programa de Protección de Playas y Anidación de tortugas Marinas del Parque Nacional Arrecife de Puerto Morelos.
6.2 Las actividades de manejo de tortugas marinas en playas de anidación dentro de Áreas Naturales Protegidas, deben apegarse al Decreto y al Programa de Manejo correspondientes.	El área donde se pretende realizar el proyecto, no se localiza dentro de ningún Área Natural Protegida, ni dentro de su área de influencia, por lo que no está sujeta a lo establecido en algún programa de manejo especial, sin embargo, tal y como se ha indicado, el programa que se implementa actualmente en el área del proyecto, fue reconocido en el 2015 por el Comité Estatal de Tortugas Marinas de Quintana Roo y el Parque Nacional de Arrecifes de Puerto Morelos– CONANP.
6.3 Las personas físicas o morales que realicen actividades de manejo con tortugas marinas, deben tomar las medidas necesarias para evitar o disminuir el estrés, sufrimiento, traumatismo y dolor que pudiera ocasionarse a los ejemplares.	No se considera realizar actividades de manejo en tortugas marinas adultas, para el manejo de las crías de tortuga marina, se tomarán en cuenta todas las medidas necesarias establecidas en el presente criterio, y que de no estar contempladas en el "Programa de Manejo de Tortuga, El Cid de Cancún, Puerto Morelos, Quintana Roo" y su reglamento, el cual se implementa actualmente en el área del proyecto, serán incluidas en el mismo.
6.4 La incubación en las playas de anidación sólo puede realizarse de dos formas:	
a) Natural o in situ	Debido a la baja densidad de anidación los nidos que se presentan en el área se mantienen in situ y solo se colocan señalamientos para indicar la presencia de estos, realizando el registro de datos como fecha, coordenadas y numero de nido de la temporada.
b) Vivero o Corral (por excepción)	Como se ha mencionado, la densidad de nidos es muy baja, además de que las actividades que se desarrollan en la playa son de baja intensidad, por lo que no es necesario el establecimiento de un vivero.
6.5 En las playas de anidación la incubación debe darse de manera natural (in situ), y sólo por excepción (depredación, saqueo, inundación fuera de control) se realizará la reubicación de nidadas en vivero o corral. En caso de riesgo inminente (eventos meteorológicos extraordinarios y contaminación), se aplicará lo previsto en las medidas de contingencia del Plan de Manejo, en cumplimiento con la Autorización de aprovechamiento no extractivo de vida silvestre otorgada por la Secretaría.	La incubación de los nidos se realiza in situ, y solo en casos de riesgo inminente, se considerará la extracción de los mismos a fin de colocarlos en un lugar seguro, para lo cual se considerarán todas las medidas recomendadas para el caso.
6.6 En las playas de anidación de tortugas marinas se deben establecer las siguientes medidas:	
6.6.1 Realizar recorridos de monitoreo a lo largo de la playa de anidación con el fin de disminuir la probabilidad	Actualmente se llevan a cabo recorridos por toda la playa frente al sitio del proyecto, así

PRECEPTO LEGAL	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
de perder nidadas, de acuerdo con lo señalado en el Plan de Manejo correspondiente. Los recorridos deben llevarse a cabo por los responsables de la Autorización de aprovechamiento no extractivo de vida silvestre o a quienes designen para tal fin.	como en zonas aledañas, identificar el mayor número de nidadas y señalarlas, tal y como está indicado en el "Programa de Manejo de Tortuga, El Cid de Cancún, Puerto Morelos, Quintana Roo" y su reglamento, es así que estas medidas seguirán llevándose a cabo durante el desarrollo del proyecto.
6.6.2 En caso de utilizar vehículos para hacer recorridos de monitoreo, éstos deben tener un peso bruto vehicular máximo de 300 kg, la velocidad máxima de circulación debe ser de 20 km/h y utilizar llantas de baja presión (menor a 5 libras por pulgada cuadrada o 35 kPa). La circulación del vehículo debe ser por fuera de la zona de anidación o, en su caso, en una zona donde no se perturbe la integridad de los nidos.	Considerando el área a ser monitoreada, no es necesaria la utilización de vehículos, haciéndose los recorridos a pie.
6.8 Incubación en vivero o corral (por excepción)	
6.8.1 Para la protección de nidos en vivero o corral debe contarse con un Plan de Manejo en cumplimiento con la Autorización de aprovechamiento no extractivo de vida silvestre otorgada por la Secretaría, en el cual se prevean las medidas necesarias para disminuir la pérdida de nidadas.	No aplica dado que no se realiza el traslado de las nidadas ya que estas se incuban in situ y solo en caso de un riesgo inminente se trasladarán los nidos a sitios más seguros, tal y como se indica en la presente norma.
6.8.2 Construcción del vivero o corral	
6.8.2.1 En caso de ser necesario un vivero o corral como técnica de conservación, la selección del lugar para su construcción y su manejo deben contemplar lo siguiente:	No aplica dado que no se realiza el traslado de las nidadas ya que estas se incuban in situ y solo en caso de un riesgo inminente se trasladarán los nidos a sitios más seguros, tal y como se indica en la presente norma.
a) Ubicarse alejado de zonas inundables, barras, bocas de ríos y esteros, garantizando que no se modifiquen las propiedades fisicoquímicas del agua y suelo que puedan ocasionar la pérdida de nidadas.	No aplica dado que no se realiza el traslado de las nidadas ya que estas se incuban in situ y solo en caso de un riesgo inminente se trasladarán los nidos a sitios más seguros, reubicándolos en una zona que no sea inundable, fuera de barras, bocas de ríos y esteros, garantizando que las características fisicoquímicas no afectan a las nidadas.
b) Estar libre de vegetación, troncos, rocas u otras barreras naturales, así como de desechos sólidos y efluentes líquidos.	No aplica dado que no se realiza el traslado de las nidadas ya que estas se incuban in situ y solo en caso de un riesgo inminente se trasladarán los nidos a sitios más seguros, reubicándolos en una zona donde no exista vegetación, troncos, rocas o cualquier otra barrera natural en el área cuidando que no se presenten desechos sólidos ni afluentes líquidos.
c) Situarse por lo menos a la cota de 1 m sobre el nivel de la pleamar máxima registrada.	No aplica dado que no se realiza el traslado de las nidadas ya que estas se incuban in situ y solo en caso de un riesgo inminente se trasladarán los nidos a sitios más seguros, reubicándolos en una zona por encima de la

PRECEPTO LEGAL	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
	cota de 1 m sobre el nivel de la pleamar máxima en el sitio donde se reubicarían los nidos.
6.8.2.2 El tamaño del vivero debe estar en relación directa a la cantidad de nidadas que se estima serán depositadas en el vivero o corral durante la temporada de anidación, tomando en cuenta las anidaciones que se han presentado durante temporadas previas al establecimiento del vivero. Debe calcularse el área suficiente para respetar la densidad máxima de 1 nido/m^2.	No aplica dado que no se realiza el traslado de las nidadas ya que estas se incuban in situ y solo en caso de un riesgo inminente se trasladarán los nidos a sitios más seguros, reubicándolos en una zona con la superficie suficiente para soportar la densidad establecida (1 nido/m^2).
6.8.2.3 El vivero o corral debe cercarse perimetralmente con malla de 2 m de altura, la cual debe ir enterrada 50 cm para evitar la depredación y el saqueo.	No aplica dado que no se realiza el traslado de las nidadas ya que estas se incuban in situ y solo en caso de un riesgo inminente se trasladarán los nidos a sitios más seguros, reubicándolos en una zona la cual, de ser el caso, estaría cercada por una malla con altura de 2 m y 50 cm enterrado evitando la depredación o saqueo.
6.8.2.4 Para evitar que las crías escapen del vivero y disminuir la entrada de depredadores, debe enterrarse una tira de 1 m de alto de malla o el equivalente, a una profundidad mínima de 50 cm a lo largo de la parte interna de la cerca perimetral. La luz de malla no debe ser mayor a 1 cm.	Este procedimiento se sigue in situ, y en caso necesario se establecería la misma medida en el área de reubicación de los nidos, poniendo un pequeño cerco alrededor de cada nidada, evitando así la dispersión de las crías, con lo que se evita la depredación de las mismas por depredadores como aves y cangrejos.
6.8.2.5 El vivero o corral debe cambiarse de ubicación cada año.	No aplica dado que no se realiza el traslado de las nidadas ya que estas se incuban in situ y solo en caso de un riesgo inminente se trasladarán los nidos a sitios más seguros, reubicándolos en una zona diferente a las utilizadas anteriormente.
6.8.3 Colecta de Nidadas	
6.8.3.1 Durante el manejo de los huevos, la persona que realice la colecta de las nidadas debe tener las manos con uñas cortas, libres de protector solar, loción, repelente, cremas para la piel o cualquier otra sustancia química.	No aplica dado que no se realiza el traslado de las nidadas ya que estas se incuban in situ y solo en caso de un riesgo inminente se trasladarán los nidos a sitios más seguros, observando que el personal que trabaje en la colecta de huevos cumpla con lo establecido, tal como: que tenga las uñas cortas, libres de protector solar, loción, repelente o cualquier otra sustancia química.
6.8.3.2 La colecta de nidadas debe realizarse de alguna de las siguientes maneras:	
a) Esperar hasta que la hembra inicie el desove, recolectando los huevos ya sea con las manos o directamente de la cloaca a un recipiente por nidada.	No aplica dado que no se realiza el traslado de las nidadas ya que estas se incuban in situ y solo en caso de un riesgo inminente se reubicarán a una zona más segura. Por lo que no se espera observar a las hembras en el momento de la depositación de huevos.
b) Cuando la hembra haya desovado, pero aún no haya regresado al mar, debe buscarse el sitio donde fueron	No aplica dado que no se realiza el traslado de las nidadas ya que estas se incuban in situ y

PRECEPTO LEGAL	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
depositados los huevos, siguiendo el rastro hasta encontrar el nido. Si se tiene la certeza de que la nidada tiene menos de 2 horas de haber sido puesta, proceder a destapar el nido y recolectar los huevos con la menor cantidad de arena posible, y sin eliminar el moco que los recubre, depositándolos en un recipiente por nidada. En caso de que no cumplirse lo anterior, debe mantenerse el nido in situ.	solo en caso de un riesgo inminente, reubicándolos en una zona más segura, por lo que se procederá a recolectar todos los nidos que se encuentren en la zona de playa.
6.8.3.3 La colecta, el transporte y la siembra de las nidadas debe realizarse en un plazo no mayor a 4 horas a partir del momento en que los huevos fueron depositados por la hembra.	No aplica dado que no se realiza el traslado de las nidadas ya que estas se incuban in situ y solo en caso de un riesgo inminente se trasladarán los nidos a sitios más seguros.
6.8.3.4 La reubicación de nidos debe ser en la misma playa donde fue hecha la colecta, salvo que no existan las condiciones para el establecimiento del vivero, hecho que debe preverse al solicitar la Autorización de aprovechamiento no extractivo de vida silvestre correspondiente a la Secretaría.	No aplica dado que no se realiza el traslado de las nidadas ya que estas se incuban in situ y solo en caso de un riesgo inminente se trasladarán los nidos a sitios más seguros, reubicándolos en la misma playa de donde fueron depositados por las hembras anidadoras.
6.8.4 De la Siembra de Nidadas	
Para el sembrado de nidadas, debe seguirse el siguiente procedimiento:	
a) Retirar la arena seca del lugar donde se construirá el nido.	No aplica dado que no se realiza el traslado de las nidadas ya que estas se incuban in situ y solo en caso de un riesgo inminente se trasladarán los nidos a sitios más seguros, siguiendo el procedimiento descrito en esta especificación
b) Cavar un hoyo dándole con la mano forma de cántaro, tratando de reproducir la profundidad y el ancho tal como lo harían las tortugas marinas. El ancho de la boca y cuello, el largo del cuello, la profundidad de la cámara y la profundidad total se harán de acuerdo a la Figura 19 y al cuadro 1.	No aplica dado que no se realiza el traslado de las nidadas ya que estas se incuban in situ y solo en caso de un riesgo inminente se trasladarán los nidos a sitios más seguros, siguiendo el procedimiento descrito en esta especificación.
Posteriormente los huevos se depositarán suavemente en el fondo, sin dejarlos caer desde la superficie. Una vez depositados todos los huevos, deben cubrirse con la misma arena húmeda que fue sacada durante la excavación, cubriendo hasta la superficie, presionando suavemente conforme se va echando la arena, y ya en la boca del nido, ejerciendo presión de manera que se genere un tapón para sellar la cámara de incubación.	No aplica dado que no se realiza el traslado de las nidadas ya que estas se incuban in situ y solo en caso de un riesgo inminente se trasladarán los nidos a sitios más seguros, siguiendo el procedimiento descrito en esta especificación.
d) Los nidos deben distribuirse en el vivero de forma que la separación entre ellos sea de al menos 1 m, tomando como referencia el centro de la boca del nido; las filas deben estar alternadas de conformidad a la Figura 20.	No aplica dado que no se realiza el traslado de las nidadas ya que estas se incuban in situ y solo en caso de un riesgo inminente se trasladarán los nidos a sitios más seguros, siguiendo el procedimiento descrito en esta especificación. Los nidos serán marcados con una estaca larga y visible, identificando cada nido.
e) Marcar los nidos con una estaca larga y visible, que se colocará antes de que se empiece a tapar el nido. Cada nido debe ser identificado.	
f) Colocar la estaca cerca del borde del nido, asegurando	No aplica dado que no se realiza el traslado de

PRECEPTO LEGAL	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
no dañar los huevos.	las nidadas ya que estas se incuban in situ y solo en caso de un riesgo inminente se trasladarán los nidos a sitios más seguros, siguiendo el procedimiento descrito en esta especificación.
6.8.5 Del Conteo y Liberación de Crías en Vivero o Corral	
6.8.5.1 Para el conteo de las crías emergidas, 5 o 6 días antes de la emergencia, en cada uno de los nidos del vivero debe colocarse un cerco de tela de alambre de 60 cm de diámetro por 50 cm de altura y con una luz de malla no mayor a 1 cm, mismo que debe de ser enterrado hasta la arena húmeda. Sombrear el cerco y mantener vigilancia constante para que las crías sean liberadas oportunamente.	No aplica dado que no se realiza el traslado de las nidadas ya que estas se incuban in situ y solo en caso de un riesgo inminente se trasladarán los nidos a sitios más seguros. El conteo de las crías emergidas se llevará de acabo siguiendo el procedimiento descrito en esta especificación.
6.8.5.2 Las crías deben liberarse con un mínimo manejo, inmediatamente después de que han salido a la superficie y estén activas, lo que les lleva en promedio 1 hora, depositándolas en un recipiente seco y trasladándolas a la zona húmeda de la playa, es decir, la zona que cubre y descubre en ese momento el oleaje. Las manos de las personas que liberen las crías deben tener las uñas cortas, libres de protector solar, loción, repelente, cremas para la piel o alguna otra sustancia química.	No aplica dado que no se realiza el traslado de las nidadas ya que estas se incuban in situ y solo en caso de un riesgo inminente se trasladarán los nidos a sitios más seguros, la liberación de las crías se llevará a cabo siguiendo el procedimiento descrito en esta especificación
6.8.5.3 No deben sacarse las crías del nido antes de que emerjan, acción que solamente puede hacerse para rescatar a las que no hayan salido del nido con el grupo principal de crías emergidas.	No aplica dado que no se realiza el traslado de las nidadas ya que estas se incuban in situ y solo en caso de un riesgo inminente se trasladarán los nidos a sitios más seguros, las crías solo serán rescatadas del nido si no salieron con la mayoría de las crías.
6.8.5.4 En la liberación, se debe permitir a las crías desplazarse por la arena húmeda y entrar al mar sin ayuda.	No aplica dado que no se realiza el traslado de las nidadas ya que estas se incuban in situ y solo en caso de un riesgo inminente se trasladarán los nidos a sitios más seguros, es así que durante la liberación de las crías se seguirá el procedimiento descrito en esta especificación.
6.8.5.5 Cada vez que se lleve a cabo una liberación, ésta debe realizarse en puntos diferentes de la playa y preferentemente separados por varios cientos de metros de los anteriores.	No aplica dado que no se realiza el traslado de las nidadas ya que estas se incuban in situ y solo en caso de un riesgo inminente se trasladarán los nidos a sitios más seguros, es así que durante la liberación de las crías se seguirá el procedimiento descrito en esta especificación.
6.8.5.6 No se permite retener crías, excepto en los siguientes casos:	
a) Cuando no hayan completado su desarrollo embrionario, es decir, cuando todavía presenten apertura en el plastrón o que no hayan salido completamente del cascarón y aún no hayan absorbido el vitelo.	
b) A causa de eventos meteorológicos extraordinarios que las pongan en riesgo, como tormentas, huracanes, ciclones, entre otros.	
c) Por eventos de contaminación de carácter temporal.	

PRECEPTO LEGAL	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
En los casos anteriores, las crías deben colocarse en una caja o recipiente con arena húmeda, nunca en recipientes con agua y mantenerse en un lugar oscuro, tranquilo, fresco y libre de humo o cualquier otra sustancia tóxica. Una vez que se haya completado el desarrollo embrionario o hayan sido superados los eventos meteorológicos extraordinarios, las crías deben ser liberadas inmediatamente a su medio natural.	En caso de que se presenten las excepciones señaladas en los incisos a), b) y c), se seguirá el procedimiento descrito en esta especificación
6.8.6 De la Revisión de Nidos	
6.8.6.1 Sólo debe iniciarse la revisión de los nidos para el rescate de crías rezagadas y evaluación de la incubación y eclosión, una vez que se cumplan con las siguientes condiciones:	
a) Cuando el número de crías emergidas sea igual o mayor al 50% de los huevos sembrados por nido.	No aplica dado que no se realiza el traslado de las nidadas ya que estas se incuban in situ y solo en caso de un riesgo inminente se trasladarán los nidos a sitios más seguros, es así que, de ser el caso, la revisión de los nidos para el rescate de crías rezagadas y evaluación de la incubación y eclosión se llevará a cabo cuando el número de crías emergidas sea igual o mayor al número de huevos sembrados por nido.
b) Cuando no se hayan registrado emergencias de crías después de 3 días de haber finalizado el periodo promedio de incubación, según la especie.	No aplica dado que no se realiza el traslado de las nidadas ya que estas se incuban in situ y solo en caso de un riesgo inminente se trasladarán los nidos a sitios más seguros, es así que, de ser el caso, la revisión de los nidos para el rescate de crías rezagadas y evaluación de la incubación y eclosión se llevará a cabo cuando no se hayan registrado crías tres días después de haber finalizado el periodo promedio de incubación de acuerdo a las fechas de colecta inscritas en los marcadores de cada nido.
c) Cuando se hayan cumplido 3 días, a partir de que se encontró la primera cría emergida del nido.	No aplica dado que no se realiza el traslado de las nidadas ya que estas se incuban in situ y solo en caso de un riesgo inminente se trasladarán los nidos a sitios más seguros, es así que, de ser el caso, la revisión de los nidos para el rescate de crías rezagadas y evaluación de la incubación y eclosión se llevará a cabo tres días de haber encontrado la primera cría emergida del nido de acuerdo a las fechas de colecta inscritas en los marcadores de cada nido.

PRECEPTO LEGAL	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
6.8.6.2 Al momento de la revisión, si se encuentran vivos tanto crías como huevos no eclosionados, se deben sacar y colocarlos en recuperación de acuerdo con el numeral 6.8.6.3.	No aplica dado que no se realiza el traslado de las nidadas ya que estas se incuban in situ y solo en caso de un riesgo inminente se trasladarán los nidos a sitios más seguros, es así que, de ser el caso, durante la revisión de los nidos se seguirá el procedimiento de la presente especificación.
6.8.6.3 Si la cría no ha salido completamente del cascarón y aún tiene el vitelo (yema) por fuera o si se trata de huevos no eclosionados, se podrá elegir alguna de las siguientes alternativas:	No aplica dado que no se realiza el traslado de las nidadas ya que estas se incuban in situ y solo en caso de un riesgo inminente se trasladarán los nidos a sitios más seguros, es así que, de ser el caso, durante la revisión de los nidos se ve que las crías no han salido completamente del cascarón y aún tienen el vitelo (yema) por fuera o si se trata de huevos no eclosionados, se podrá elegir alguna de las siguientes alternativas propuestas en la presente especificación.
a) Enterrarlos en un contenedor con arena húmeda y limpia, manteniéndolos en un lugar oscuro, tranquilo, fresco y libre de humo o cualquier otra sustancia tóxica. Las crías preferentemente no deben sacarse del cascarón.	
b) Enterrarlos en un nido nuevo del mismo corral, y esperar a que emerjan por sí mismos. El nido debe cumplir con las especificaciones del numeral 6.8.4.	
6.8.6.4 Si la cría sólo tiene la abertura en el plastrón o peto, sin la yema por fuera, debe colocarse en una caja con arena húmeda y limpia, manteniéndola en un lugar oscuro, tranquilo, fresco y libre de humo o cualquier otra sustancia tóxica, y liberarse hasta que el plastrón o peto cierre totalmente y la tortuga esté activa.	No aplica dado que no se realiza el traslado de las nidadas ya que estas se incuban in situ y solo en caso de un riesgo inminente se trasladarán los nidos a sitios más seguros, es así que, si las crías tienen la abertura en el plastrón o peto, sin la yema por fuera, se seguirá el procedimiento establecido en la presente especificación.
6.8.7 De la limpieza de nidos.	
6.8.7.1 Una vez revisado el nido deben sacarse los restos y enterrarlos fuera del vivero.	No aplica dado que no se realiza el traslado de las nidadas ya que estas se incuban in situ y solo en caso de un riesgo inminente se trasladarán los nidos a sitios más seguros. Es así que, de llevarse a cabo la limpieza de los nidos, se realizará de acuerdo a lo señalado en la presente especificación.
6.8.7.2 Después de la limpieza, los nidos deben quedar abiertos para que se desinfecten por acción del sol y no se utilizarán para la misma temporada. Asimismo, no deben usarse sustancias químicas para desinfectar la arena.	No aplica dado que no se realiza el traslado de las nidadas ya que estas se incuban in situ y solo en caso de un riesgo inminente se trasladarán los nidos a sitios más seguros. Es así que, de llevarse a cabo la limpieza de los nidos, se realizará de acuerdo a lo señalado en la presente especificación.
6.9 Observación de tortugas marinas en su hábitat de anidación.	No se considera realizar la observación de tortugas marinas.
6.9.1 Las actividades de observación de tortugas marinas en su hábitat de anidación, deben cumplir con lo establecido en las siguientes especificaciones:	No se considera realizar la observación de tortugas marinas.
6.9.2 Los responsables de la Autorización de aprovechamiento no extractivo de vida silvestre deben garantizar que:	
6.9.2.1 Se tenga un manejo responsable de los residuos	Se dará cumplimiento a lo señalado.

PRECEPTO LEGAL	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
que se generen por la actividad.	
6.9.2.2 El personal encargado de conducir a los visitantes durante la observación de tortuga marina en playas de anidación, sean personas por cuya actuación responda el responsable técnico de la Autorización de aprovechamiento no extractivo de vida silvestre.	No se considera realizar la observación de tortugas marinas. De ser el caso que se den visitas, se asegurará que el personal sea capacitado con el propósito de cumplir con todas las observaciones y restricciones que implica la observación de tortugas.
6.9.2.3 Previo al recorrido de observación de tortugas marinas en playas de anidación, el personal encargado de conducir a los visitantes difunda temas de educación ambiental para el cuidado de la especie y su hábitat, así como lineamientos de comportamiento durante la visita, mediante carteles informativos, pláticas y cualquier otro método de difusión.	No se considera realizar la observación de tortugas marinas. De ser el caso que se den visitas, se darán las pláticas de temas ambientales relacionados con las tortugas marinas, tal y como se indica.
6.9.3 Para evitar la perturbación de las hembras anidadoras, el personal encargado de conducir a los visitantes debe garantizar lo siguiente:	
6.9.3.1 No manipular, tocar, acosar, molestar o dañar a las tortugas marinas.	No se considera realizar la observación de tortugas marinas. De ser el caso se dará cumplimiento a lo señalado.
6.9.3.2 Hacer los recorridos a pie, en grupos no mayores a 10 visitantes, formando una fila compacta y a intervalos de 30 minutos entre un grupo y otro.	No se considera realizar la observación de tortugas marinas. De ser el caso se seguirá el procedimiento descrito en esta especificación.
6.9.3.3 No tomar fotografías con flash en ningún momento durante el recorrido.	No se considera realizar la observación de tortugas marinas. De ser el caso no se permitirá la toma de fotografías durante el recorrido.
6.9.3.4 No podrán hacer uso de fuentes de iluminación durante el recorrido, a excepción del personal encargado de conducir a los visitantes, quien podrá emplear una lámpara, la cual debe estar equipada con un filtro rojo o una fuente de luz de coloración roja.	No se considera realizar la observación de tortugas marinas. De ser el caso se seguirá el procedimiento descrito en esta especificación.
6.9.3.5 Que los visitantes permanezcan a un mínimo de 10 m de distancia de la tortuga, hasta que ésta inicie el desove. Sólo el personal encargado de conducirlos puede localizar a las hembras anidadoras, verificando cuidadosamente la orientación de la tortuga y la fase del proceso de desove en la que se encuentra.	No se considera realizar la observación de tortugas marinas. De ser el caso se seguirá el procedimiento descrito en esta especificación.
6.9.3.6 Que los visitantes permanezcan todo el tiempo en grupo y en silencio.	No se considera realizar la observación de tortugas marinas. De ser el caso se dará cumplimiento a lo señalado.
6.9.3.7 Indicar a los visitantes cuando podrán acercarse a observar el desove, y que se haga por la parte posterior de la tortuga.	No se considera realizar la observación de tortugas marinas. De ser el caso se seguirá el procedimiento descrito en esta especificación.
6.9.3.8 Cuando la tortuga termine de tapar el nido, conducir a los visitantes indicándoles mantenerse a un mínimo de 10 m de distancia, desde donde podrá observar el resto de la actividad.	No se considera realizar la observación de tortugas marinas. De ser el caso se seguirá el procedimiento descrito en esta especificación.
6.9.3.9 Durante la emergencia y salida al mar de las crías in situ, debe asegurarse que los visitantes se mantengan a una distancia mínima de 2 m por detrás del grupo de	En caso y se observe la emergencia de las crías in situ, se dará cumplimiento a lo señalado. En el caso de la emergencia de las

PRECEPTO LEGAL	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
crías. Tratándose de emergencia de crías en vivero o corral, la observación se realizará desde afuera del mismo; su liberación se realizará asegurándose que los visitantes se coloquen a una distanciade 2 m por detrás del grupo de crías. En ambos casos, se debe garantizar que los visitantes no pisen a las crías ni obstruyan su camino al mar.	crías en el vivero, la liberación de las mismas se realizará conforme a lo señalado. Garantizando que los visitantes no obstruyan el camino de las crías al mar.
6.9.3.10 Las crías nacidas tanto in situ como en vivero o corral, no podrán ser manipuladas por los visitantes para su liberación.	Se seguirá el procedimiento descrito en esta especificación.
6.9.3.11 Que, durante su desplazamiento por el hábitat de anidación, los visitantes sean guiados por fuera del área donde se concentran los nidos, de manera que éstos no sean pisados ni tampoco las crías que están emergiendo.	No se considera realizar la observación de tortugas marinas. De ser el caso se seguirá el procedimiento descrito en esta especificación.
6.9.4 Los visitantes deberán seguir en todo momento las indicaciones del personal encargado de conducirlos durante las actividades de observación en el hábitat de anidación de las tortugas marinas.	No se considera realizar la observación de tortugas marinas. De ser el caso se dará cumplimiento a lo señalado.
6.9.5 Se recomienda al responsable de la Autorización de aprovechamiento no extractivo de vida silvestre, proporcionar las facilidades necesarias a las personas con capacidades diferentes y a los adultos mayores.	No se considera realizar la observación de tortugas marinas. De ser el caso se dará cumplimiento a lo señalado.
7. Actividades de investigación	
Para la realización de actividades de investigación sobre tortugas marinas y su hábitat, debe observarse el procedimiento establecido para tal efecto en la Ley General de Vida Silvestre, su Reglamento y la "Norma Oficial Mexicana NOM-126- SEMARNAT-2000, por la que se establecen las especificaciones para la realización de actividades de colecta científica de material biológico de especies de flora y fauna silvestres y otros recursos biológicos en el territorio nacional".	No se considera realizar actividades de investigación, en caso de que así se disponga, se observará la norma NOM-126-SEMARNAT-2000, así como lo que establece la Ley General de Vida Silvestre en la materia.

III.5. Otros instrumentos a considerar

III.5.1. Leyes:

México cuenta con un sistema jurídico federal, integrado por la Constitución, los tratados internacionales, las leyes federales y estatales, sus respectivos reglamentos y las normas oficiales mexicanas. Por lo que el desarrollo normativo en materia de protección y preservación del medio ambiente se apuntala la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos (CPEUM), cuyo artículo 4º, párrafos quinto y sexto, respectivamente, establecen el derecho de toda persona a un medio ambiente sano para su desarrollo y bienestar. Así como la obligación del Estado de garantizar su respeto y la responsabilidad para quien provoque daño y/o deterioro ambiental.

También se reconoce el derecho de toda persona al acceso, disposición y saneamiento de agua para consumo personal y doméstico en forma suficiente, salubre, aceptable y asequible.

En lo relativo al desarrollo nacional, el artículo 25 de la misma CPEUM establece que corresponde al Estado la rectoría del mismo para garantizar que sea integral y sostenible. A tales fines, planeará, conducirá, coordinará y orientará la actividad económica nacional, y llevará al cabo la regulación y fomento de las actividades que demande el interés general en el marco de libertades que otorga la propia Constitución. Al desarrollo económico nacional concurrirán, con responsabilidad social, el sector público, el sector social y el sector privado, sin menoscabo de otras formas de actividad económica que contribuyan al desarrollo de la Nación.

Es importante señalar que a efecto de reglamentar estos mandatos constitucionales se han promulgado diversas leyes sectoriales a nivel federal, que se relacionan con la protección y preservación del ambiente se encuentran: Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, Ley de Aguas Nacionales, Ley General de Vida Silvestre, Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, Ley General de Bienes Nacionales, Ley Federal del Mar y, por citar algunas, Ley General de Cambio Climático y sus respectivos reglamentos. No obstante, este amplio marco normativo, este estudio hará referencia sólo a aquellas normas que tengan una relación más directa con el proyecto **"Mejoramiento de la Playa Hotel El Cid y Lote 1, Puerto Morelos"**, objeto de este manifiesto.

III.5.1.1. Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente

La Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) es reglamentaria de las disposiciones de la CPEUM que se refieren a la preservación y restauración del equilibrio ecológico, así como a la protección al ambiente, en el territorio nacional y las zonas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción. Por tanto, se analiza su contenido en la tabla siguiente en donde se analiza la vinculación jurídica del proyecto con las disposiciones de la LGEEPA:

Tabla III - 17. Vinculación jurídica del proyecto, con las disposiciones de la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.

PRECEPTO LEGAL	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
Artículo 1. La presente Ley es reglamentaria de las disposiciones de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos que se refieren a la preservación y restauración del equilibrio ecológico, así como a la protección al ambiente, en el territorio nacional y las zonas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción. Sus disposiciones son de orden público e interés social y tienen por objeto propiciar el desarrollo sustentable y establecer las bases para:	
I. Garantizar el derecho de toda persona a vivir en un medio ambiente sano para su desarrollo, salud y bienestar.	El proyecto plantea una recuperación de playas, mediante la instalación de infraestructura que brindará una barrera como protección costera ante eventos climáticos como tormentas y huracanes, que generará oportunidades de desarrollo y bienestar para las personas a través del empleo.
V.- El aprovechamiento sustentable, la preservación y, en su caso, la restauración del	Con el apoyo a proyectos de arrecifes artificiales que se pretenden instalar se lograría preservar la

PRECEPTO LEGAL	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
suelo, el agua y los demás recursos naturales, de manera que sean compatibles la obtención de beneficios económicos y las actividades de la sociedad con la preservación de los ecosistemas.	vida marina y generar nuevas colonias de especies, considerando las medidas necesarias para llevar a cabo la preservación sustentable de los recursos naturales existentes en la zona.
Artículo 15. Para la formulación y conducción de la política ambiental y la expedición de normas mexicanas y demás instrumentos previstos en esta Ley, en materia de preservación y restauración del equilibrio ecológico y protección al ambiente, el Ejecutivo Federal observará los siguientes principios:	
IV.- Quien realice obras o actividades que afecten o puedan afectar el ambiente, está obligado a prevenir, minimizar o reparar los daños que cause, así como a asumir los costos que dicha afectación implique. Asimismo, debe incentivarse a quien proteja el ambiente, promueva o realice acciones de mitigación y adaptación a los efectos del cambio climático y aprovecha de manera sustentable los recursos naturales.	En cumplimiento a este artículo, en este manifiesto se incluyeron diversas acciones y medidas para prevenir y mitigar los posibles impactos negativos que pudiera ocasionar sobre los ecosistemas, la operación del proyecto sujeto a evaluación, mismos que están contenidos en el Programa de Manejo Ambiental y sus subprogramas.
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:	
I.- Obras hidráulicas, vías generales de comunicación.	El proyecto contempla la instalación de infraestructura para la recuperación playa y acciones para su mantenimiento, lo que se somete a evaluación la presente manifestación.
IX. Desarrollos inmobiliarios que afecten ecosistemas costeros.	El proyecto contempla la instalación de infraestructura para la recuperación playa y acciones para su mantenimiento, lo que se somete a evaluación la presente manifestación.
X. Obras y actividades en humedales, ecosistemas costeros, lagunas, ríos, lagos y esteros conectados con el mar, así como en sus litorales o zonas federales.	El proyecto implica obras en zonas federales, por lo que se somete a Evaluación de impacto ambiental, cubriendo con los requisitos técnicos y legales para ser evaluado.
Artículo 30. Para obtener la autorización a que se refiere el artículo 28 de la LGEEPA, los interesados deberán presentar a la SEMARNAT una manifestación de impacto ambiental, la cual deberá contener, por lo menos, una descripción de los posibles efectos en el o los ecosistemas que pudieran ser afectados por la obra o actividad de que se trate, considerando el conjunto de los elementos que conforman dichos ecosistemas, así como las medidas preventivas, de mitigación y las demás necesarias para evitar y reducir al mínimo los efectos negativos sobre el ambiente.	El proyecto está organizado en un plan maestro de obras que busca lograr la sustentabilidad ambiental, propiciando el uso racional de los recursos naturales. Por lo que se somete a evaluación esta manifestación de impacto ambiental, la cual incluye la descripción de los posibles efectos en el o los ecosistemas que pudieran ser afectados, considerando el conjunto de los elementos que conforman dichos ecosistemas, así como las medidas preventivas, de mitigación y las demás necesarias para evitar y reducir al mínimo los efectos negativos sobre el ambiente.
Artículo 88. Para el aprovechamiento sustentable del agua y los ecosistemas acuáticos se considerarán los siguientes criterios:	
IV. La preservación y el aprovechamiento	El objetivo del proyecto es evitar que el área se siga

PRECEPTO LEGAL	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
sustentable del agua, así como de los ecosistemas acuáticos es responsabilidad de sus usuarios, así como de quienes realicen obras o actividades que afecten dichos recursos.	erosionando pues las estructuras propuestas ayudarán a disipar la energía del oleaje en condiciones normales y de tormenta de manera que se proteja la playa frente a donde se ubicarán dichos elementos

III.5.1.2. Ley General de Vida Silvestre

La Ley General de Vida Silvestre (LGVS), es de orden público y de interés social, reglamentaria del párrafo tercero del artículo 27 y de la fracción XXIX, inciso G del artículo 73 constitucionales. Conforme a su artículo primero la LGVS tiene por objeto el establecer la concurrencia del Gobierno Federal, de los gobiernos de los Estados y de los Municipios, en el ámbito de sus respectivas competencias, relativa a la conservación y aprovechamiento sustentable de la vida silvestre y su hábitat en el territorio de la República Mexicana y en las zonas en donde la Nación ejerce su jurisdicción. En consecuencia, se realiza en la tabla siguiente la vinculación del proyecto con las disposiciones de esta ley que le son aplicables:

Tabla III - 18. Vinculación jurídica del proyecto con las disposiciones de la Ley General de Vida Silvestre.

PRECEPTO LEGAL	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
Artículo 5. 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.	El objetivo del proyecto es evitar la erosión costera, mediante la instalación de infraestructura para generar la acumulación de sedimentos en la zona de playa y evitar su erosión, además la regeneración del ancho de la playa, por medio de relleno de arena, con lo que se propiciará tener un hábitat más adecuado para la anidación de tortugas y el establecimiento de diferentes formas de vida.
Artículo 15. La Secretaría promoverá la participación de todas las personas y sectores involucrados en la formulación y aplicación de las medidas para la conservación y aprovechamiento sustentable de la vida silvestre que estén dentro del ámbito de su competencia.	El objetivo del proyecto es evitar la erosión costera, mediante la instalación de infraestructura para generar la acumulación de sedimentos en la zona de playa y evitar su erosión, además la regeneración del ancho de la playa, por medio de relleno de arena, con lo que se propiciará tener un hábitat más adecuado para la anidación de tortugas y el establecimiento de diferentes formas de vida.
Artículo 18. Los propietarios y legítimos poseedores de predios en donde se distribuye la vida silvestre, tendrán el derecho a realizar su aprovechamiento sustentable y la obligación de contribuir a conservar el hábitat conforme a lo establecido en la presente Ley; asimismo podrán transferir esta prerrogativa a terceros, conservando el derecho a participar de los beneficios que se deriven de dicho aprovechamiento. Los propietarios y legítimos poseedores de dichos predios, así como los terceros que realicen el aprovechamiento, serán responsables solidarios de los efectos negativos que éste pudiera tener para la conservación de la vida silvestre y su hábitat.	Mediante el presente estudio, se realizó la caracterización de especies ubicadas en el sitio del proyecto, con la finalidad de evitar afectaciones, por lo que, mediante el Subprograma de Rescate y Reubicación de Fauna Marina, el promovente pretende proteger y conservar el mayor grado de especies posibles, mediante una metodología especializada.

Artículo 60 TER	Se describe más adelante
Artículo 63. La conservación del hábitat natural de la vida silvestre es de interés público. Los hábitats críticos para la conservación de la vida silvestre son áreas específicas terrestres o acuáticas, en las que ocurren procesos biológicos, físicos y químicos esenciales, ya sea para la supervivencia de especies en categoría de riesgo, ya sea para una especie, o para una de sus poblaciones, y que por tanto requieren manejo y protección especial. Son áreas que regularmente son utilizadas para alimentación, depredación, forrajeo, descanso, crianza o reproducción, o rutas de migración.	Mediante la realización del presente estudio, se tomó en cuenta que la ubicación en donde se encuentra el proyecto es de gran importancia tanto a nivel nacional como internacional, debido a que la región es rica en biodiversidad, por lo que bajo ese precepto se desarrolló el Programa de Manejo Ambiental, mismo que tiene como finalidad reducir al mínimo los efectos negativos de la realización del proyecto en el sitio y su posible afectación en la región, siguiendo la premisa de conservación del hábitat natural.

"Artículo 60 TER.- Queda prohibida la remoción, relleno, trasplante, poda, o cualquier obra o actividad que afecte la integralidad del flujo hidrológico del manglar; del ecosistema y su zona de influencia; de su productividad natural; de la capacidad de carga natural del ecosistema para los proyectos turísticos; de las zonas de anidación, reproducción, refugio, alimentación y alevinaje; o bien de las interacciones entre el manglar, los ríos, la duna, la zona marítima adyacente y los corales, o que provoque cambios en las características y servicios ecológicos.

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

Es importante mencionar que los elementos que conforman el proyecto que se pretende llevar a cabo no se realizarán afectando zonas de manglar, ni mucho menos contempla la remoción, relleno, trasplante o poda de manglar. Lo anterior dado que el almacenamiento temporal de insumos se realizará en áreas propias del Hotel. Aunado a lo anterior, el relleno de playa a realizarse tampoco se llevará a cabo en zona de manglar por lo que no sé afectará este ecosistema. Con relación a los caminos a utilizar para el transporte de material, se trata de caminos y vialidades que actualmente se encuentran en función por lo que el manglar no se verá afectado, ya que el proyecto no pretende la modificación de estas o ampliación de las mismas por lo que el manglar no se verá afectado ni removido o rellenado durante estas actividades.

Adicionalmente, con el desarrollo del proyecto no se tendrá afectación al flujo hidrológico ni al flujo subterráneo de dichas comunidades de manglar, y no habrá afectación al ecosistema de humedal colindante, así como tampoco a la zona marítima adyacente; asimismo, no se afectarán los servicios ecológicos que nos brinda este ecosistema, dado que el proyecto se desarrollará en la zona marina y en la playa sin obstruir el flujo hidrológico que alimenta al manglar.

En virtud de lo antes expuesto, se define que el proyecto en todo momento respetará la integralidad del flujo hidrológico del humedal, así como la zona de influencia, su productividad natural, zonas de anidación, reproducción, refugio, alimentación y alevinaje de especies de fauna silvestre.

Es decir, conforme a la ubicación de las obras y actividades pretendidas, no se afectarán las zonas de humedal, acentuando que no habrá desmonte de vegetación de manglar.

III.5.1.3. Ley de Aguas Nacionales

La Ley de Aguas Nacionales (LAN) es reglamentaria del Artículo 27 de la CPEUM en materia de aguas nacionales, es de observancia general en todo el territorio nacional, sus disposiciones son de orden público e interés social y tiene por objeto regular la explotación, uso o aprovechamiento de dichas aguas, su distribución y control, así como la preservación de su cantidad y calidad para lograr su desarrollo integral sustentable8. Por lo que en la tabla siguiente se analiza su contenido y realiza la vinculación del proyecto con las disposiciones que le son aplicables:

Tabla III - 19. Vinculación jurídica del proyecto con las disposiciones de la LAN.

PRECEPTO LEGAL	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
Artículo 16. La presente Ley establece las reglas y condiciones para el otorgamiento de las concesiones para explotación, uso o aprovechamiento de las aguas nacionales, en cumplimiento a lo dispuesto en el Párrafo Sexto del Artículo 27 Constitucional. El régimen de propiedad nacional de las aguas subsistirá aun cuando las aguas, mediante la construcción de obras, sean desviadas del cauce o vaso originales, se impida su afluencia a ellos o sean objeto de tratamiento.	Debido a que el proyecto se planea realizar completamente en zona marina, se atiende la influencia que él ejercerá, en la zona, por lo que se realizaron los estudios técnicos necesarios, mismos que determinan que la presencia de los atenuadores de oleaje y los andadores piloteados de madera no generarán afectación en la hidrología de la dinámica costera, sino que se protegerá a la playa del proceso de erosión que sufre.
Artículo 100. "La Comisión" establecerá las normas o realizará las acciones necesarias para evitar que la construcción u operación de una obra altere desfavorablemente las condiciones hidráulicas de una corriente o ponga en peligro la vida de las personas y la seguridad de sus bienes o de los ecosistemas vitales.	El objetivo del proyecto es crear una barrera que proteja al ecosistema costero y reducir la erosión costera por el movimiento del mar y por eventos climáticos.

III.5.1.4. Ley General de Cambio Climático

Debido a que el proyecto se ubica en una zona de vulnerabilidad costera muy alta, determinada por diversas amenazas, entre ellas, la erosión costera y el aumento del nivel medio del mar (ANIDE, 2013: 28) se plantea realizar la reparación de los espigones existentes, la colocación de estructuras para estabilizar la playa (atenuadores de oleaje), así como, instalar arrecifes artificiales que ayudarán a la recuperación de la playa al disipar la energía del oleaje sin obstaculizar el transporte litoral. Además, con la finalidad de recuperar el ancho de playa original, perdido por efecto de la erosión se propone utilizar el sedimento acumulado en la zona de disposición de sedimento aprovechable, para llevar a cabo la alimentación de la playa, lo que contribuirá a atender el problema del retroceso de la línea de costa. Todas estas acciones orientadas a evitar la erosión costera y, con ello, a recuperar la playa son muy relevantes en cuanto a la reducción de la vulnerabilidad costera y constituyen

medidas de adaptación al cambio climático, por tanto, están alineadas a la ley que analizamos enseguida.

Ley General de Cambio Climático (LGCC) es de orden público, interés general y observancia en todo el territorio nacional y las zonas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción y establece disposiciones para enfrentar los efectos adversos del cambio climático. Es reglamentaria de las disposiciones de la CPEUM en materia de protección al ambiente, desarrollo sustentable, preservación y restauración del equilibrio ecológico. Por lo que en la tabla siguiente se realiza la vinculación del proyecto con las disposiciones de la LGCC que le son aplicables:

Tabla III - 20. Vinculación jurídica del proyecto con las disposiciones de la Ley General de Cambio Climático.

PRECEPTO LEGAL	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
Artículo 2. Esta ley tiene por objeto: IV. Reducir la vulnerabilidad de la población y los ecosistemas del país frente a los efectos adversos del cambio climático, así como crear y fortalecer las capacidades nacionales de respuesta al fenómeno.	El proyecto se ubica en una de las zonas costeras que presenta procesos erosivos significativos, por lo que es de gran relevancia la colocación de estructuras para estabilizar la playa (atenuadores de oleaje), así como la instalación de los arrecifes artificiales que tienen como finalidad evitar la erosión costera, y con ello, el retroceso de la línea de costa; a su vez, todas estas acciones disminuyen la vulnerabilidad costera a causa del incremento del nivel medio del mar vinculado al fenómeno del cambio climático.
Artículo 7o. Son atribuciones de la federación las siguientes: VI. Establecer, regular e instrumentar las acciones para la mitigación y adaptación al cambio climático, de conformidad con esta Ley, los tratados internacionales aprobados y demás disposiciones jurídicas aplicables, en las materias siguientes:	
a) Preservación, restauración, conservación, manejo y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, los ecosistemas terrestres, acuáticos, marinos, costeros, islas, cayos, arrecifes y los recursos hídricos;	La implementación del proyecto está completamente alineado con lo señalado, ya que con la instalación de los arrecifes artificiales, la colocación de atenuadores de oleaje, así como el relleno de playa se lograría la restauración y preservación de la misma al disminuir la erosión provocada por la energía del oleaje y la infraestructura presente en el área, además los arrecifes artificiales permitirán preservar la vida marina y generar nuevas colonias de especies, considerando las medidas necesarias para llevar a cabo la preservación sustentable de los recursos naturales existentes en la zona.
Artículo 26. En la formulación de la política nacional de cambio climático se observarán los principios de:	
II. Corresponsabilidad entre el Estado y la sociedad en general, en la realización de acciones para la mitigación y adaptación a los efectos adversos del cambio climático.	El promovente plantea la colocación de atenuadores de oleaje, incorporación de arena a la zona e instalación de arrecifes artificiales, con el fin de disipar la energía de las olas y con ello disminuir los procesos erosivos de la zona; además de permitir la continuidad de los procesos marinos.
VIII. Responsabilidad ambiental, quien realice obras o actividades que afecten o puedan afectar al medio ambiente, estará obligado a prevenir, minimizar, mitigar, reparar, restaurar y, en última instancia, a la	Para la integración del presente manifiesto, el promovente ha realizado una serie de estudios orientados a identificar los posibles impactos ambientales, a efecto de implementar acciones de

PRECEPTO LEGAL	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
compensación de los daños que cause;	prevención, minimización, mitigación y, en su caso la compensación correspondiente contenida en el Programa de Manejo Ambiental.
XI. Conservación de los ecosistemas y su biodiversidad, dando prioridad a los humedales, manglares, arrecifes, dunas, zonas y lagunas costeras, que brindan servicios ambientales, fundamental para reducir la vulnerabilidad.	El promovente tiene como uno de sus ejes de actuación mantener y conservar los ecosistemas y su biodiversidad con la implementación del proyecto, a su vez con la instrumentación del Programa de Manejo Ambiental y sus subprogramas se evitará cualquier afectación que pudiera haber en los ecosistemas manteniendo los servicios ambientales.
Artículo 28. La federación deberá de elaborar una Política Nacional de Adaptación en el marco del Sistema Nacional de Cambio Climático. Párrafo reformado DOF 13-07-2018	
La federación, las entidades federativas y los municipios, en el ámbito de sus competencias, deberán ejecutar acciones para la adaptación en la elaboración de las políticas, la Estrategia Nacional, el Programa Especial de Cambio Climático, la Política Nacional de Adaptación y los programas en los siguientes ámbitos:	
IV. Ecosistemas y biodiversidad, en especial de zonas costeras, marinas, de alta montaña, semiáridas, desérticas, recursos forestales y suelos;	La federación contempla como acciones para la adaptación al cambio climático la conservación y restauración de ecosistemas, es así que la realización del proyecto permitirá la restauración de la playa (zona costera) a través de las diferentes acciones a realizar, manteniendo la biodiversidad presente en el área, además que los arrecifes artificiales servirán de sustrato para que las especies puedan colonizar y establecerse.
Artículo 29. Se considerarán acciones de adaptación:	
IV. La conservación, el aprovechamiento sustentable, rehabilitación de playas, costas, zona federal marítimo terrestre, terrenos ganados al mar y cualquier otro depósito que se forme con aguas marítimas para uso turístico, industrial, agrícola, pesquero, acuícola o de conservación;	El objeto principal del proyecto es la rehabilitación de la playa, considerando como parte de ésta la zona federal marítimo terrestre, la cual es de uso turístico, es así que el proyecto se ajusta a lo señalado.
VI. La construcción y mantenimiento de infraestructura;	El proyecto contempla además de llevar a cabo la instalación de los Arrecifes Artificiales, el relleno de playa, el mantenimiento de los diferentes elementos que lo componen, como es el reacomodo de rocas, reparación de espigones y atenuadores de oleaje. El mantenimiento en la playa consistirá en reponer la arena que pueda perderse hasta conservar un punto de equilibrio de la misma, con estas acciones se evidencia como el proyecto contribuye a esta acción de adaptación al cambio climático.
Artículo 30. Las dependencias y entidades de la administración pública federal centralizada y paraestatal, las entidades federativas y los municipios, en el ámbito de sus competencias, implementarán acciones para la adaptación conforme a las disposiciones siguientes:	
I. Elaborar y publicar los atlas de riesgo que consideren los escenarios de vulnerabilidad actual y futura ante el cambio climático, atendiendo de manera preferencial a la población más vulnerable y	Esta acción No es tarea del promovente, sino de las entidades de la administración pública de los tres órdenes de gobierno, no obstante, el proyecto plantea la instalación de arrecifes artificiales y

PRECEPTO LEGAL	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
a las zonas de mayor riesgo, así como a las islas, zonas costeras y deltas de ríos;	atenuadores de oleaje, a fin de evitar la erosión costera causada por actividades antrópicas y eventos naturales, lo que reduce la vulnerabilidad de la zona costera, al fortalecer las condiciones de adaptación del sistema.
IV. Establecer planes de protección y contingencia ambientales en zonas de alta vulnerabilidad, áreas naturales protegidas y corredores biológicos ante eventos meteorológicos extremos	Esta acción No es tarea del promovente, sino de las entidades de la administración pública de los tres órdenes de gobierno, sin embargo, la vulnerabilidad costera de la zona del proyecto justifica la propuesta de la instalación de arrecifes artificiales y realización de los otros componentes, lo cual contribuirá a reducir la erosión y permitirá el flujo del transporte litoral para reducir los cambios en la línea de costa y así disminuir la vulnerabilidad del área ante contingencias ambientales.
XVIII. Fortalecer la resistencia y resiliencia de los ecosistemas terrestres, playas, costas y zona federal marítima terrestre, humedales, manglares, arrecifes, ecosistemas marinos y dulceacuícolas, mediante acciones para la restauración de la integridad y la conectividad ecológicas;	Esta acción No es tarea del promovente, sino de las entidades de la administración pública de los tres órdenes de gobierno, sin embargo, con la realización del proyecto se fortalece la resiliencia y resistencia de la playa, ya que la operación de los atenuadores de oleaje, así como la instalación de arrecifes artificiales y el relleno de playa, permitirán la restauración e integridad de la playa, ya que, la reducción de la fuerza del oleaje, disminuirá el proceso erosivo y, aumentará el aporte de sedimento, lo cual se traduce en una estrategia de adaptación ante el cambio climático
Artículo 34. Para reducir las emisiones, las dependencias y entidades de la administración pública federal, las Entidades Federativas y los Municipios, en el ámbito de su competencia, promoverán el diseño y la elaboración de políticas y acciones de mitigación asociadas a los sectores correspondientes, considerando las disposiciones siguientes: III. Reducción de emisiones y captura de carbono en el sector de agricultura, bosques y otros usos del suelo y preservación de los ecosistemas y la biodiversidad: d) Fortalecer los esquemas de manejo sustentable y la restauración de bosques, selvas, humedales y ecosistemas costero-marinos, en particular los manglares y los arrecifes de coral.	Esta acción No es tarea del promovente, sino de las entidades de la administración pública de los tres órdenes de gobierno, no obstante, dado que el área del proyecto se encuentra en un ecosistema costero-marino, y en aras de dar cumplimiento a este mandato legal, el promovente tiene proyectada la implementación acciones, para reducir los las emisiones de la maquinaria y equipo que será utilizado, el proyecto contribuirá a preservar los ecosistemas y la biodiversidad presente en el área, así como la restauración de los ecosistemas costero-marinos.

III.5.1.5. Ley General de Bienes Nacionales

La Ley General de Bienes Nacionales (LGBN), es de orden público e interés general y tiene por objeto establecer, entre otras, los bienes que constituyen el patrimonio de la

Nación. De manera que en la tabla siguiente se analiza su contenido y se detalla la vinculación jurídica de sus disposiciones y el proyecto sujeto a evaluación:

Tabla III - 21. Vinculación jurídica del proyecto con las disposiciones de la Ley General de Bienes Nacionales.

PRECEPTO LEGAL	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
Artículo 6. Están sujetos al régimen de dominio público de la Federación:	
I. Los bienes señalados en los artículos 27, párrafos cuarto, quinto y octavo; 42, fracción IV, y 132 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos; II. Los bienes de uso común a que se refiere el artículo 7 de esta Ley.	Las obras que componen al proyecto se realizarán, en caso de ser autorizadas, en área marina y dentro de la Zona federal marítimo terrestre (ZFMT), los cuales constituyen bienes de uso común; por lo que están sujetos al régimen de dominio público de la Federación. Misma zona federal que actualmente, el promovente goza de su aprovechamiento.
Artículo 7. Son bienes de uso común:	
III. El mar territorial en la anchura que fije la Ley Federal del Mar; IV. Las playas marítimas, entendiéndose por tales las partes de tierra que por virtud de la marea cubre y descubre el agua, desde los límites de mayor reflujo hasta los límites de mayor flujo anuales; V. La zona federal marítimo terrestre;	Como se mencionó en el apartado anterior, las obras que componen al proyecto se realizarán en la zona marina y la playa frente a donde se ubicarán los arrecifes artificiales; por lo que están sujetos al régimen de dominio público de la Federación. Dicha ZFMT, cuenta con el permiso correspondiente que abarca las obras contempladas en el presente proyecto.
Artículo 8. Todos los habitantes de la República pueden usar los bienes de uso común, sin más restricciones que las establecidas por las leyes y reglamentos administrativos. Para aprovechamientos especiales sobre los bienes de uso común, se requiere concesión, autorización o permiso otorgados con las condiciones y requisitos que establezcan las leyes.	El proyecto materia del presente manifiesto, contendrá obras dentro de la ZFMT, misma que cuenta con la autorización correspondiente que abarca las obras contempladas en el presente proyecto.

III.5.1.6. Ley Federal de Mar

La Ley Federal del Mar (LFM)13 es reglamentaria de los párrafos cuarto, quinto, sexto y octavo del artículo 27 de la CPEUM, en lo relativo a las zonas marinas mexicanas, por lo que en la tabla siguiente se analiza su contenido y se detalla la vinculación jurídica de sus disposiciones con el proyecto sujeto a evaluación:

Tabla III - 22. Vinculación jurídica del proyecto con las disposiciones de la Ley Federal del Mar.

PRECEPTO LEGAL	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
Artículo 2. La presente Ley es de jurisdicción federal, rige en las zonas marinas que forman parte del territorio nacional y, en lo aplicable, más allá de éste en las zonas marinas donde la Nación ejerce derechos de soberanía, jurisdicciones y otros derechos. Sus disposiciones son de orden público, en el marco del sistema nacional de planeación democrática.	El proyecto objeto de este estudio recae en aguas marinas interiores.
Artículo 3. Las zonas marinas mexicanas son:	El proyecto objeto de este estudio se encuentra en

a) El Mar Territorial, que tiene una anchura de 12 millas marinas (22,224 metros), medidas a partir de líneas de base, sean normales o rectas, o una combinación de las mismas, determinadas de conformidad con las disposiciones del Reglamento de la presente Ley. b) Las Aguas Marinas Interiores, Son aguas Marinas Interiores aquellas comprendidas entre la costa y las líneas de base, normales o rectas, a partir de las cuales se mide el Mar Territorial, de conformidad con las disposiciones pertinentes del Reglamento de la presente Ley y que incluyen: I.- La parte norte del Golfo de California; II.- Las de las bahías internas; III.- Las de los puertos; IV.- Las internas de los arrecifes; y V.- Las de las desembocaduras o deltas de los ríos, lagunas y estuarios comunicados permanente o intermitentemente con el mar.	las aguas consideradas como zonas marinas interiores
Artículo 21. En el ejercicio de los poderes, derechos, jurisdicciones y competencias de la Nación dentro de las zonas marinas mexicanas, se aplicarán la Ley Federal de Protección al Ambiente, la Ley General de Salud, y sus respectivos Reglamentos, la Ley Federal de Aguas y demás leyes y reglamentos aplicables vigentes o que se adopten, incluidos la presente Ley, su reglamento y las normas pertinentes del derecho internacional para prevenir, reducir y controlar la contaminación del medio marino.	Para la realización del presente manifiesto, el promovente consideró todas las disposiciones jurídicas aplicables, entre ellas, la LGEEPA, la LAN y sus respectivos reglamentos.

III.5.1.7. Ley de Vertimientos en Zonas Marinas Mexicanas

La Ley de Vertimientos en Zonas Marinas Mexicanas (LVZMM), es de jurisdicción federal, sus disposiciones son de orden público y tienen por objeto el control y la prevención de la contaminación o alteración del mar por vertimientos en las zonas marinas mexicanas. En consecuencia, en la tabla siguiente se analiza su contenido y realiza la vinculación jurídica con el proyecto sujeto a evaluación:

Tabla III - 23. Vinculación jurídica del proyecto con las disposiciones de la Ley de Vertimientos en Zonas Marinas Mexicanas.

PRECEPTO LEGAL	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
Artículo 3. Es vertimiento en las zonas marinas mexicanas, cualquiera de los supuestos siguientes:	
VI. La colocación de materiales u objetos de cualquier naturaleza, con el objeto de crear, entre otras, muelles, espigones, escolleras, o cualquier otra estructura.	El proyecto comprende la colocación de infraestructura, que tiene como finalidad evitar la erosión costera, a través de la disipación de la energía del oleaje lo que permitirá la acumulación de sedimentos y distribución de éstos en la zona.
Artículo 18. La Secretaría otorgará permiso para	El proyecto no contempla el vertimiento de ningún

vertimiento a personas físicas o morales de nacionalidad mexicana o extranjeras, previo el cumplimiento de los requisitos que se establecen en la presente Ley, conforme a las Normas Oficiales Mexicanas, o en su caso, en función de la evaluación de los resultados de los estudios técnicos e información científica aplicable en la materia, que deberá presentar el interesado.	tipo de sustancia o residuo en el mar. Sin embargo, en el Subprograma de Acciones Independientes, se contemplan medidas, para evitar vertimientos no controlados al mar, al momento de la realización y operación del proyecto.

III.5.1.8. Ley Federal de Responsabilidad Ambiental

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

Los preceptos de este ordenamiento son reglamentarios del artículo 4o. Constitucional, de orden público e interés social y tienen por objeto la protección, la preservación y restauración del ambiente y el equilibrio ecológico, para garantizar los derechos humanos a un medio ambiente sano para el desarrollo y bienestar de toda persona, y a la responsabilidad generada por el daño y el deterioro ambiental.

El régimen de responsabilidad ambiental reconoce que el daño ocasionado al ambiente es independiente del daño patrimonial sufrido por los propietarios de los elementos y recursos naturales. Reconoce que el desarrollo nacional sustentable debe considerar los valores económicos, sociales y ambientales.

La presente manifestación de impacto ambiental regional del proyecto, asume que sus obras y actividades pueden causar algún daño ambiental, por lo que ha establecido las medidas de prevención y mitigación correspondientes a efecto de minimizar dichos impactos. Además, el promovente prevé dar cabal cumplimiento a lo establecido en toda la normatividad ambiental aplicable que se relacione con la construcción y operación de las obras del proyecto.

Una vez obtenida la autorización en materia de impacto ambiental, se cumplirá con todas y cada uno de los términos y condicionantes establecidos en ella, garantizando que no se provocaran daños ambientales que no puedan ser previstos, mitigados y/o" compensados. En la tabla siguiente se realiza la vinculación jurídica del proyecto con las disposiciones de esta ley.

Tabla III - 24. Vinculación jurídica del proyecto con las disposiciones de la Ley Federal de Responsabilidad Ambiental.

PRECEPTO LEGAL	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
Artículo 2. Para los efectos de esta Ley se estará a las siguientes definiciones, así como aquellas previstas en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, las Leyes ambientales y los tratados internacionales de los que México sea Parte. Se entiende por:	
III. Daño al ambiente: Pérdida, cambio, deterioro, menoscabo, afectación o modificación adversos y mensurables del hábitat, de los ecosistemas, de los	El promovente ha procedido a identificar todos los posibles impactos ambientales que podrían ocasionarse por la realización del proyecto; así como

PRECEPTO LEGAL	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
elementos y recursos naturales, de sus condiciones químicas, físicas o biológicas, de las relaciones de interacción que se dan entre éstos, así como de los servicios ambientales que proporcionan. Para esta definición se estará a lo dispuesto por el artículo 6º de esta Ley.	al establecimiento de medidas de protección, prevención y mitigación correspondientes, ello a efecto de encuadrar en lo dispuesto en el artículo 6º de esta Ley.
Artículo 6. No se considerará que existe daño al ambiente cuando los menoscabos, pérdidas, afectaciones, modificaciones o deterioros no sean adversos en virtud de: I. Haber sido expresamente manifestados por el responsable y explícitamente identificados, delimitados en su alcance, evaluados, mitigados y compensados mediante condicionantes, y autorizados por la Secretaría, previamente a la realización de la conducta que los origina, mediante la evaluación del impacto ambiental o su informe preventivo, la autorización de cambio de uso de suelo forestal o algún otro tipo de autorización análoga expedida por la Secretaría; o de que, II. No rebasen los límites previstos por las disposiciones que en su caso prevean las Leyes ambientales o las normas oficiales mexicanas. La excepción prevista por la fracción I del presente artículo no operará, cuando se incumplan los términos o condiciones de la autorización expedida por la autoridad.	El promovente, mediante el presente manifiesto, describe los posibles impactos identificados por la realización del proyecto; así como las medidas de prevención y mitigación correspondientes a efecto de evitar causar daño al ambiente, contenidas dentro del Programa de Manejo Ambiental y sus subprogramas, para dar cabal cumplimiento en lo establecido en el presente precepto.
Artículo 10. Toda persona física o moral que con su acción u omisión ocasione directa o indirectamente un daño al ambiente, será responsable y estará obligada a la reparación de los daños, o bien, cuando la reparación no sea posible a la compensación ambiental que proceda, en los términos de la presente Ley. De la misma forma estará obligada a realizar las acciones necesarias para evitar que se incremente el daño ocasionado al ambiente.	El promovente, como persona moral, realiza el presente manifiesto de impacto ambiental a efecto de cumplir con la normatividad ambiental. A tales fines, identifica los posibles impactos a producirse por la realización del proyecto, así como las medidas de prevención y mitigación conducentes, mismas que integran el Programa de Manejo Ambiental
Artículo 13. La reparación de los daños ocasionados al ambiente consistirá en restituir a su Estado Base los hábitats, los ecosistemas, los elementos y recursos naturales, sus condiciones químicas, físicas o biológicas y las relaciones de interacción que se dan entre estos, así como los servicios ambientales que proporcionan, mediante la restauración, restablecimiento, tratamiento, recuperación o remediación. La reparación deberá llevarse a cabo en el lugar en el que fue producido el daño. Los propietarios o poseedores de los inmuebles en los que se haya ocasionado un daño al ambiente, deberán permitir su reparación, de conformidad a esta Ley. El incumplimiento a dicha obligación dará lugar a la	El promovente ha llevado a cabo los estudios de caracterización del ecosistema y biodiversidad existentes en el sitio del proyecto, para tener información respecto de las condiciones y servicios ambientales que guardan y prestan: Si bien el proyecto ha realizado las acciones orientadas a prevenir y, en su caso, mitigar los impactos ambientales, tal como se evidencia a través de este manifiesto, la información recabada permite tener información de base para, en su caso, proceder a la remediación.

PRECEPTO LEGAL	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
imposición de medios de apremio y a la responsabilidad penal que corresponda. Los propietarios y poseedores que resulten afectados por las acciones de reparación del daño al ambiente producido por terceros, tendrán derecho de repetir respecto a la persona que resulte responsable por los daños y perjuicios que se les ocasionen.	
Artículo 15. La compensación ambiental podrá ser total o parcial. En este último caso, la misma será fijada en la proporción en que no haya sido posible restaurar, restablecer, recuperar o remediar el bien, las condiciones o relación de interacción de los elementos naturales dañados.	Las acciones previstas por el promovente en la realización del proyecto están orientadas a la prevención y minimización de los impactos ambientales, por lo que se someten a evaluación mediante la presentación de este manifiesto. Sin embargo, si como resultado del procedimiento procesal respectivo es necesario proceder a la compensación, el promovente está dispuesto a llevarla a cabo.

III.5.2. Reglamentos:

III.5.2.1. Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental

El Reglamento de la LGEEPA en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental5 es de observancia general en todo el territorio nacional y en las zonas donde la Nación ejerce su jurisdicción; tiene por objeto reglamentar la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, en materia de evaluación del impacto ambiental a nivel federal. En la tabla siguiente, se lleva a cabo la vinculación jurídica del proyecto objeto de este manifiesto, con las disposiciones del Reglamento de la LGEEPA en materia del impacto ambiental:

Tabla III - 25. Vinculación jurídica con las disposiciones del Reglamento de la LGEEPA en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental.

PRECEPTO LEGAL	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
Artículo 5. Quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización de la Secretaría en materia de impacto ambiental:	
A) HIDRÁULICAS, Fracción III: Proyectos de construcción de muelles, canales, escolleras, espigones, bordos, dársenas, represas, rompeolas, malecones, diques, varaderos y muros de contención de aguas nacionales, con excepción de los bordos de represamiento del agua con fines de abrevadero para el ganado, autoconsumo y riego local que no rebase 100 hectáreas.	El proyecto plantea la recuperación de playa, considerando para ello, además de la instalación de arrecifes artificiales como estructuras de protección, pilotes de madera con el fin de permitir el flujo hídrico, así como la regeneración del ancho de la playa frente al hotel y Lote 1 y el relleno de playa.
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	El proyecto plantea la recuperación de playa, por medio de la instalación de estructuras en la zona marina, dichas estructuras serán arrecifes artificiales e infraestructura piloteados de madera con el fin de disminuir la fuerza del oleaje, permitir

PRECEPTO LEGAL	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
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.	el transporte de sedimento a zonas contiguas, así como la regeneración del ancho de la playa
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, […], y	El Proyecto es una obra civil con fines de conservación de playa ya que, estas estructuras tienen como finalidad el ayudar a evitar la erosión costera en el área.
Artículo 9. Los promoventes deberán presentar ante la Secretaría una manifestación de impacto ambiental, en la modalidad que corresponda, para que ésta realice la evaluación del proyecto de la obra o actividad respecto de la que se solicita autorización. La información que contenga la manifestación de impacto ambiental deberá referirse a circunstancias ambientales relevantes vinculadas con la realización del proyecto.	Mediante el presente manifiesto de impacto ambiental en su modalidad Regional, promovido a efecto de ser evaluado por la Secretaría, cubre con lo determinado en dicho precepto legal. La información de este manifiesto se refiere a las circunstancias ambientales relevantes relacionadas con la realización del proyecto; así como a las medidas de mitigación y compensación propuestas para reducir los posibles impactos negativos que se pudieran causar.
Artículo 13.- La manifestación de impacto ambiental, en su modalidad regional, deberá contener la siguiente información: **I.** Datos generales del proyecto, del promovente y del responsable del estudio de impacto ambiental; **II.** Descripción de las obras o actividades y, en su caso, de los programas o planes parciales de desarrollo; **III.** Vinculación con los instrumentos de planeación y ordenamientos jurídicos aplicables; **IV.** Descripción del sistema ambiental regional y señalamiento de tendencias del desarrollo y deterioro de la región; **V.** Identificación, descripción y evaluación de los impactos ambientales, acumulativos y residuales, del sistema ambiental regional; **VI.** Estrategias para la prevención y mitigación de impactos ambientales, acumulativos y residuales, del sistema ambiental regional; **VII.** Pronósticos ambientales regionales y, en su caso, evaluación de alternativas, y **VIII.** Identificación de los instrumentos metodológicos y elementos técnicos que sustentan los resultados de la manifestación de impacto ambiental.	El presente manifiesto de impacto ambiental reúne todos y cada uno de los requisitos establecidos en este precepto, así como en la normatividad ambiental aplicable al proyecto que se vinculan en este capítulo.
Artículo 17. El promovente deberá presentar a la Secretaría la solicitud de autorización en materia de impacto ambiental, anexando: I. La manifestación de impacto ambiental; II. Un resumen del contenido de la manifestación de impacto ambiental, presentado en disquete, y III. Una copia sellada de la constancia del pago de derechos correspondientes.	El promovente cumple cabalmente con el presente precepto, en relación con la presentación de la autorización en materia de impacto ambiental y sus documentos anexos.

PRECEPTO LEGAL	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
Artículo 36. Quienes elaboren los estudios deberán observar lo establecido en la Ley, este reglamento, las normas oficiales mexicanas y los demás ordenamientos legales y reglamentarios aplicables. Asimismo, declararán, bajo protesta de decir verdad, que los resultados se obtuvieron a través de la aplicación de las mejores técnicas y metodologías comúnmente utilizadas por la comunidad científica del país y del uso de la mayor información disponible, y que las medidas de prevención y mitigación sugeridas son las más efectivas para atenuar los impactos ambientales. La responsabilidad respecto del contenido del documento corresponderá al prestador de servicios o, en su caso, a quien lo suscriba. Si se comprueba que en la elaboración de los documentos en cuestión la información es falsa, el responsable será sancionado de conformidad con el Capítulo IV del Título Sexto de la Ley, sin perjuicio de las sanciones que resulten de la aplicación de otras disposiciones jurídicas relacionadas.	A causa del deterioro de los arrecifes coralinos en años recientes que ha sido una situación alarmante, se ha detectado una alta incidencia de proyectos de protección costera que se están implementando en la zona marino-costera en el litoral de Quintana Roo, con la finalidad de crear y restaurar el servicio de protección costera y minimizar el riesgo contra la erosión y energía del oleaje; por lo que bajo este esquema se tiene la intención de ejecutar un proyecto de recuperación de playa que siga criterios ambientales estrictos que permitan orientar el diseño y desempeño bajo esquemas de sustentabilidad ambiental, por lo cual, los resultados obtenidos de todas las pruebas serán verídicos y contemplando el análisis de la normatividad aplicable al sitio del proyecto.
Artículo 44. Al evaluar las manifestaciones de impacto ambiental la Secretaría deberá considerar:	
I. Los posibles efectos de las obras o actividades a desarrollarse en el o los ecosistemas de que se trate, tomando en cuenta el conjunto de elementos que los conforman, y no únicamente los recursos que fuesen objeto de aprovechamiento o afectación;	En este manifiesto se realiza la descripción de los posibles efectos al ambiente de las obras y actividades que conforman al proyecto. Así como aquellas medidas para contrarrestar o evitar posibles afectaciones, contenidas en el Programa de Manejo Ambiental.
II. La utilización de los recursos naturales en forma que se respete la integridad funcional y las capacidades de carga de los ecosistemas de los que forman parte dichos recursos, por periodos indefinidos.	Este proyecto promueve ante todo la intención de conservar la playa, evitar la erosión costera y ayudar al ecosistema de la zona por medio de la instalación de infraestructura, relleno de playa y acciones de mantenimiento
III. En su caso, la Secretaría podrá considerar las medidas preventivas, de mitigación y las demás que sean propuestas de manera voluntaria por el solicitante, para evitar o reducir al mínimo los efectos negativos sobre el ambiente.	El proyecto promueve una serie de medidas preventivas y de mitigación a efecto de reducir al mínimo los impactos negativos que el proyecto pudiera ocasionar sobre el ambiente dentro del Programa de Manejo Ambiental, de igual manera, se propone evaluar las medidas y mejoras que la autoridad considere pertinentes para determinar la factibilidad del proyecto.
Artículo 49. Las autorizaciones que expida la Secretaría sólo podrán referirse a los aspectos ambientales de las obras o actividades de que se trate y su vigencia no podrá exceder del tiempo propuesto para la ejecución de éstas.	La elaboración del presente manifiesto atiende a los instrumentos normativos y de planeación ambientales aplicables al proyecto y en caso de ser autorizado, se atenderá en tiempo y forma su ejecución.
Asimismo, los promoventes deberán dar aviso a la Secretaría del inicio y la conclusión de los proyectos, así como del cambio en su titularidad.	El promovente se compromete a dar aviso a la Secretaría del inicio y conclusión del proyecto, así como, en su caso, del cambio en su titularidad.

III.5.2.2. Reglamento para el uso y aprovechamiento del mar territorial, vías navegables, playas, zona federal marítimo terrestre y terrenos ganados al mar

El Reglamento para el uso y aprovechamiento del mar territorial, vías navegables, playas, zona federal marítimo terrestre y terrenos ganados al mar (RUAMTVNPZFMTTGM), tiene por objeto conforme a su artículo primero, proveer, en la esfera administrativa, al cumplimiento de las Leyes General de Bienes Nacionales, de Navegación y Comercio Marítimos y de Vías Generales de Comunicación en lo que se refiere al uso, aprovechamiento, control, administración, inspección y vigilancia de las playas, zona federal marítimo terrestre y terrenos ganados al mar o a cualquier otro depósito que se forme con aguas marítimas y de los bienes que formen parte de los recintos portuarios que estén destinados para instalaciones y obras marítimo portuarias, por lo que en la tabla siguiente se analiza su contenido y se detalla la vinculación jurídica de sus disposiciones con el proyecto sujeto a evaluación:

Tabla III - 26. Vinculación jurídica del proyecto con las disposiciones del Reglamento para el Uso y Aprovechamiento del Mar Territorial, Vías Navegables, Playas, Zona federal marítimo terrestre y Terrenos Ganados al Mar.

PRECEPTO LEGAL	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
Artículo 3.- La zona federal marítimo terrestre se deslindará y delimitará Considerando la cota de pleamar máxima observada durante treinta días consecutivos en una época del año en Que no se presenten huracanes, ciclones o vientos de gran intensidad y Sea técnicamente propicia para realizar los trabajos de delimitación.	Tal y como se muestra en el presente manifiesto, se tiene plenamente identificada la delimitación de la ZFMT, así como las obras del proyecto que recaigan en ella.
Artículo 29.- Los concesionarios de la zona federal marítimo terrestre, de los terrenos ganados al mar o a cualquier otro depósito que se forme con aguas marítimas, están obligados a:	
I. Ejecutar únicamente el uso, aprovechamiento o explotación consignado en la concesión.	El promovente es plenamente consciente de dicho precepto legal, respetando los alcances contenidos en su permiso de la ZFMT.
III. Iniciar las obras que se aprueben, dentro de los plazos previstos en la concesión, comunicando a la Secretaría de la conclusión dentro de los tres días hábiles siguientes.	El promovente es plenamente consciente de dicho precepto legal y de las acciones que deberá tomar una vez que se inicien las obras dentro de la ZFMT.
VII. Cumplir con los ordenamientos y disposiciones legales y administrativas de carácter federal, estatal o municipal.	El promovente es plenamente consciente de dicho precepto legal.
IX. Realizar únicamente las obras aprobadas en la concesión, o las autorizadas posteriormente por la Secretaría.	El promovente es plenamente consciente de dicho precepto legal.
Artículo 47.- Son causas de revocación de las concesiones o permisos otorgados, las siguientes:	
II. Dar al área concesionada o permisionada un uso, aprovechamiento o explotación distinto a los aprobados; o no hacer uso del área concesionada o permisionada en un término de noventa días hábiles contados a partir de la fecha de su expedición.	El promovente es plenamente consciente de dicho precepto legal.
III. Realizar actividades u obras no previstas en la concesión o permisos sin obtener previamente,	El promovente es plenamente consciente de dicho precepto legal.

PRECEPTO LEGAL	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
cuando proceda la autorización de la Secretaría.	
IX. Cualquier violación o incumplimiento por parte del concesionario o permisionario de las disposiciones legales o reglamentarias, o de las condiciones establecidas en la concesión o permiso.	El promovente es plenamente consciente de dicho precepto legal y velará por su pleno cumplimiento.
Artículo 74.- Son infracciones para los efectos del Capítulo II de este Reglamento las siguientes:	
I. Usar, aprovechar o explotar la zona federal marítimo terrestre, los terrenos ganados al mar o a cualquier otro depósito que se forme con aguas marítimas, en contravención a lo dispuesto en la Ley y sus reglamentos y a las condiciones establecidas en las concesiones, permisos o autorizaciones otorgadas.	El promovente es plenamente consciente de dicho precepto legal, actuando únicamente bajo los alcances de su permiso de ZFMT.
IV. Realizar obras o ejecutar actos que contravengan las disposiciones legales, reglamentarias o administrativas o las condiciones establecidas en las concesiones o permisos.	El promovente es plenamente consciente de dicho precepto legal y velará por su pleno cumplimiento.
V. No mantener en condiciones de higiene las áreas concesionadas o permisionadas o las playas marítimas contiguas.	El promovente es plenamente consciente de dicho precepto legal y velará por su pleno cumplimiento.
VI. Obstruir o impedir el libre acceso o tránsito a las playas marítimas en contravención a lo dispuesto en el presente Reglamento.	El promovente es plenamente consciente de dicho precepto legal y velará por su pleno cumplimiento.

III.5.3. Planes y programas

III.5.3.1 Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024

El Estado tiene como obligación, de acuerdo con el artículo 25 de la CPEUM, fungir como el rector del desarrollo nacional, garantizando que éste sea incluyente, equitativo y sostenido. Por tanto, resulta indispensable que el Gobierno de la República impulse, al igual que lo hacen las economías más competitivas a nivel mundial, a los sectores con alto potencial de crecimiento y generación de empleos.

De igual forma, la CPEUM refiere en su artículo 26, apartado A que la planeación del desarrollo nacional constituye el eje que articula las políticas públicas que lleva a cabo el Gobierno de la República, facultad que lleva a cabo en cumplimiento a las disposiciones contenidas en el artículo 21 de la Ley de Planeación, el cual determina que el Plan Nacional de Desarrollo precisará los objetivos nacionales, estrategias y prioridades del desarrollo integral y sustentable del país; contendrá previsiones sobre los recursos que serán asignados a tales fines; determinará los instrumentos y responsables de su ejecución y establecerá los lineamientos de política de carácter global, sectorial y regional, por lo que sus previsiones se refieren al conjunto de la actividad económica, social y cultural, tomando siempre en cuenta las variables ambientales que se relacionen a éstas, y regirá el contenido de los programas que se generen en el sistema nacional de planeación democrática.

En este sentido, el Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024 (PND) establece las prioridades del Gobierno de la República estableciéndose 4 temas rectores, 1. Política y Gobierno, 2. Política Social, 3. Economía, 4. Epilogo.

Como parte del tema 3, Economía, el cual busca Impulsar la reactivación económica, el mercado interno y el empleo, podría incluirse el presente proyecto, ya que con su desarrollo se mantendrán fuentes de trabajo y se favorecerá la economía de la región al contar con áreas adecuadas para el desarrollo de la actividad turística.

En el tema ambiental, no se plantean las metas o estrategias a seguir en la materia, motivo por el cual este ámbito será tratado en el rubro correspondiente.

III.5.3.2. Plan Estatal de Desarrollo 2016-2022

De conformidad con lo dispuesto en los artículos 25, 26, 39 y 120 de la CPEUM; 1, fracciones I, II ,III y 35 de la Ley de Planeación; 1, 4, 5, 6 y 9, de la Constitución Política del Estado de Quintana Roo y con base en los lineamientos del Plan Nacional de Desarrollo se formuló el Plan Estatal de Desarrollo de 2016-202228 (PED), al cual se sujetarán obligatoriamente los instrumentos de planeación, programación y gestión del desarrollo en el Estado de Quintana Roo, ya que se trata del documento rector de las acciones del gobierno y la Administración Pública Estatal.

El PED, tiene por objeto disponer de un esquema de actuación institucional, sustentado en una línea base de referencia, contraste y expectativas realistas, que induzcan a la programación de actividades orientadas a la obtención de resultados positivos y valor público en la actuación gubernamental, sujetos a evaluación y control en el ejercicio del gasto público, a través de indicadores estratégicos y de gestión propios de una administración pública de carácter gerencial.

El PED, está integrado por 5 Ejes Estratégicos:

a) Eje 1. Desarrollo y diversificación económica con oportunidades para todos: Estado de gran relevancia nacional por su desarrollo e importancia económica, uno de los estados con mayor recepción de migrantes nacionales. Sin embargo, la falta de planeación y el nulo impulso de regiones socioeconómicas en todo el territorio estatal, ha generado la concentración de actividades en la zona norte del estado, así como el impulso pleno en el desarrollo turístico, desaprovechando otros sectores como el primario y secundario, así como elementos naturales, culturales e históricos, buscando minimizar estas problemáticas, a través del Plan de Acción, mismo que consta con 4 programas:

- Programa 1. Empleo y Justicia Laboral.
- Programa 2. Desarrollo, Innovación y Diversificación Económica.
- Programa 3. Competitividad e Inversión.
- Programa 4. Diversificación y Desarrollo del Turismo.

b) Eje 2. Gobernabilidad, Seguridad y Estado de Derecho: el propósito es construir esquemas de coordinación y colaboración en todos los niveles de gobierno y con los sectores

social, público y privado para un corto, mediano y largo plazo, con certeza, tranquilidad y protección permanente desde una perspectiva de gobernanza y auténtica participación democrática. Conformado el Plan de Acción con 8 programas:

- Programa 5. Gobernabilidad.
- Programa 6. Capacitación, Vinculación y Actuación de los Cuerpos Policiales.
- Programa 7. Equipamiento y tecnología para la seguridad.
- Programa 8. Corresponsabilidad en la Prevención del Delito y Responsabilidad Vial.
- Programa 9. Sistema Penitenciario.
- Programa 10. Protección Civil.
- Programa 11. Derechos Humanos.
- Programa 12. Procuración de Justicia.

c) Eje 3. Gobierno Moderno, Confiable y Cercano a la Gente: ante la fragilidad de los sistemas de planeación, programación, seguimiento, evaluación y control, se busca la sanación pública y de reconocimiento mutuo de las fallas del sistema, mediante la coordinación de los gobiernos locales y participación ciudadana. El Plan de Acción de este eje está conformado por 8 programas:

- Programa 13. Gobierno Transparente y de Puertas Abiertas.
- Programa 14. Comunicación e Información Gubernamental.
- Programa 15. Gobierno Digital y con Innovación Gubernamental.
- Programa 16. Administración Responsable de Recursos.
- Programa 17. Gestión y Control Gubernamental.
- Programa 18. Robustecimiento de las Finanzas Públicas.
- Programa 19. Planeación y Evaluación Estratégica.
- Programa 20. Gerencia Pública.

d) Eje 4. Desarrollo Social y Combate a la Desigualdad: la política de desarrollo social debe interesarse en solucionar problemas estructurales que acentúan la pobreza y la marginación, con el objetivo de garantizar la igualdad de oportunidades a todos sus habitantes y promover el desarrollo de sus capacidades. Buscando garantizar el ejercicio real de los derechos humanos. El Plan de Acción de este eje se integra por 6 programas:

- Programa 21. Combate a la Pobreza.
- Programa 22. Recomposición del Tejido Social.
- Programa 23. Educación Pública de Calidad.
- Programa 24. Salud Pública Universal.
- Programa 25. Atención a Grupos en Situación de Vulnerabilidad.

- Programa 26. Igualdad de Género.

e) Eje 5. Crecimiento Ordenado con Sustentabilidad: Basados en los beneficios económicos que el sector turístico ha causado, así como observando los desequilibrios medioambientales y sociales, tales como contaminación, uso irracional de los recursos, explotación forestal, cambios de uso de suelo, alta concentración demográfica en algunas ciudades, altos niveles de inmigración, informalidad, nuevas zonas marginales y baja diversificación productiva. Ha repercutido en la agudización de problemas sociales y en la precarización del trabajo. Por lo que busca este eje lograr es el desarrollo óptimo territorial del Estado, en sus tres regiones: sur, norte y maya, mediante tres líneas básicas de acción: a) conseguir el equilibrio territorial en sus regiones; b) vincular a su población rural y semi rural con la población urbana mediante el fortalecimiento del desarrollo endógeno; y c) lograr el desarrollo sostenible en todo el proceso de planeación del desarrollo territorial con una visión de largo plazo. Eje que cuenta con 7 programas:

- Programa 27. Desarrollo Urbano Sostenible y Ordenamiento Territorial con Cisión Regional y Metropolitana.
- Programas 28. Medio Ambiente y Sustentabilidad.
- Programa 29. Movilidad y Transporte.
- Programa 30. Infraestructura para el Desarrollo del Estado.
- Programa 31. Vivienda.
- Programa 32. Servicios Públicos de Calidad.
- Programa 33. Desarrollo Insular del Estado.

De conformidad con lo anterior, dentro de la Tabla siguiente, se describirán aquellas estrategias de las cuales van de acuerdo con el proyecto:

Tabla III - 27. Vinculación jurídica del proyecto, con el Plan Estatal de Desarrollo 2016-2022.

EJE 5. CRECIMIENTO ORDENADO CON SUSTENTABILIDAD AMBIENTAL				
PROGRAMA	**OBJETIVO**	**ESTRATEGIA**	**LÍNEAS DE ACCIÓN**	**VINCULACIÓN CON EL PROYECTO**
Programa 28. Medio Ambiente y Sustentabilidad	Garantizar la protección, conservación y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales para mejorar la calidad de vida de los quintanarroenses, mitigando los impactos derivados de las principales actividades productivas, que generan afectación al medio ambiente y a la biodiversidad.	Desarrollar instrumentos, mecanismos y programas orientados a concientizar, regular, cumplir y vigilar la normatividad ambiental aplicable en los proyectos, actividades, desarrollos existentes y futuros, en corresponsabilidad con los sectores público, privado y social.	5.28.31 Implementar acciones de seguimiento del mangle y otros ecosistemas degradados.	En la ubicación del proyecto no hay presencia de mangle.
			5.28.48 Implementar incentivos para que los nuevos desarrollos turísticos adopten medidas que mitiguen los efectos de cambio climático y la contaminación de recursos, así como a predios que destinen superficies para la conservación.	El promovente es consciente de los efectos del cambio climático en la zona, por lo que busca con la realización del proyecto el evitar el deterioro del ecosistema marino y la erosión costera provocada, entre otros, por los fenómenos climáticos de mayor intensidad de los últimos años.
Programa 33. Desarrollo	Integrar, con el apoyo de los gobiernos municipal y	Coordinar acciones Específicas para la	5.33.12 Tomar medidas para prevenir y atender posibles consecuencias derivadas	El desarrollo del proyecto, servirá como barrera artificial

EJE 5. CRECIMIENTO ORDENADO CON SUSTENTABILIDAD AMBIENTAL				
PROGRAMA	**OBJETIVO**	**ESTRATEGIA**	**LÍNEAS DE ACCIÓN**	**VINCULACIÓN CON EL PROYECTO**
Insular de esta	federal, equitativamente a las ínsulas del estado en las acciones de desarrollo social, competitivo y sustentable que fomenten una mejor calidad de vida para sus habitantes	planeación, promoción y gestión del territorio insular del Estado de acuerdo con la Estrategia Nacional de las Islas.	de riesgos meteorológicos.	para los riesgos meteorológicos que se presentan en la zona, además de evitar la erosión costera.

III.5.3.3. Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales

El Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2020-2024 fue publicado en el DOF el 7 de julio de 2020 y es de observancia obligatoria para las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal, en el ámbito de sus respectivas competencias.

El Programa es derivado del Plan Nacional de Desarrollo 2019 – 2024, y tiene diversos objetivos y estrategias.

En la tabla siguiente se detallan las principales estrategias del Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2020-2024 y su vinculación jurídica de éste con el proyecto.

Tabla III - 28. Vinculación del proyecto con los objetivos y estrategias del Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2020-2024

OBJETIVOS Y ESTRATEGIAS	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
OBJETIVOS	
Promocionar la conservación, protección, restauración y aprovechamiento sustentable de los ecosistemas y su biodiversidad con enfoque territorial y de derechos humanos, considerando las regiones bioculturales. La SEMARNAT buscará que las decisiones territoriales involucren todos los elementos de un sistema socioambiental.	El objetivo del proyecto es restaurar zona de playa y zona federal marítimo terrestre, así como su mantenimiento. El proyecto plantea la restauración de la playa, con la finalidad de evitar su erosión, por el movimiento del mar, preservando la belleza natural del sitio y el ecosistema marino. El proyecto se apuntala en la aplicación de todos los instrumentos de política ambiental y normatividad que están orientados a garantizar derechos humanos, tales como: a un medio ambiente sano.
Fortalecer las acciones con miras a una economía baja en carbono y una población, ecosistemas, sistemas productivos e infraestructura estratégica resilientes. La SEMARNAT buscará trabajar de la mano con los principales sectores generadores de emisiones para alcanzar la meta de limitar el	El proyecto presenta bajas tasas de emisión de gases de efecto invernadero

OBJETIVOS Y ESTRATEGIAS	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
incremento de la temperatura por debajo por los 1.5 °C.	
Promover el agua como pilar de bienestar, la transparencia y funcionamiento de instituciones y una mayor participación de la sociedad en la gestión de las instituciones.	El proyecto no requiere de agua para su construcción y operación
Promover un entorno libre de contaminación de agua, aire y suelo.	El proyecto tiene bajas tasas de generación de contaminantes, aunado a que no requiere del uso de sustancias químicas
Fortalecer la participación ciudadana en las decisiones de política pública	No aplicable para el promovente
ESTRATEGIAS	
Regular las actividades productivas y fortalecer la coordinación del manejo del fuego, de la detección y control de plagas y especies exóticas invasoras, a fin de mantener la integridad de los ecosistemas y servicios ambientales.	No aplica para el proyecto. Su implementación corresponde a la autoridad
La promoción de una política de bioseguridad que salvaguarde la biodiversidad, las personas y la inocuidad de los alimentos de los posibles efectos de los organismos genéticamente modificados y de los desarrollos biotecnológicos, así como de especies invasoras y compuestos tóxicos.	No aplica para el proyecto. Su implementación corresponde a la autoridad
Fortalecer esquemas de aprovechamiento sustentable extractivos y no extractivos de la biodiversidad, considerando prácticas tradicionales y promoviendo la participación en términos de género, curso de vida, comunidades y pueblos indígenas y afromexicanos.	No aplica para el proyecto. No considera actividades extractivas y no extractivas de la biodiversidad
Armonizar junto con otras dependencias de la administración pública federal y otros órdenes de gobierno, incluyendo a las autoridades comunitarias, los instrumentos de ordenamiento territorial.	No aplica para el proyecto. Su implementación corresponde a la autoridad
Formular y aplicar instrumentos de planeación territorial participativa, considerando las cosmovisiones culturales, étnicas, etarias y de género, que promuevan la autogestión de los recursos naturales por parte de las comunidades, respetando la autonomía y libre determinación de pueblos indígenas y afromexicanos.	No aplica para el proyecto. Su implementación corresponde a la autoridad
Desarrollar acciones de ordenamiento territorial y ecológico para preservar las cuencas y evitar afectaciones a los acuíferos, contribuyendo a preservar los recursos hídricos del país, promoviendo los esquemas	No aplica para el proyecto. No se tiene interacción con acuíferos

OBJETIVOS Y ESTRATEGIAS	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
de gobernanza con participación social.	
Establecer, fortalecer y fomentar, en coordinación con dependencias de la Administración Pública Federal, instrumentos de política y normativos para la reducción de emisiones en sectores estratégicos con enfoque de economía circular para cumplir las metas nacionales e internacionales de cambio climático.	El proyecto presenta bajas tasas de emisión de gases de efecto invernadero. Para controlar las emisiones atmosféricas, el promovente plantea la contratación de maquinaria en buenas condiciones, que pueda ser garantizada por la empresa propietaria.
Reglamentar cuencas y acuíferos con el fin de asegurar agua en cantidad y calidad para la población y reducir la sobreexplotación.	No aplica para el proyecto. Su implementación corresponde a la autoridad
Actualizar y fortalecer el marco normativo y regulatorio ambiental en materia de emisiones, descargas, residuos peligrosos y transferencia de contaminantes para prevenir, controlar, mitigar, remediar y reparar los daños ocasionados por la contaminación del aire, suelo y agua.	El proyecto cumple con las regulaciones que le aplican
Fortalecer la planeación, gestión, inspección y vigilancia con enfoque de manejo del riesgo, que conserve el ambiente, mejore el desempeño de procesos, la integridad de instalaciones y salvaguarde las personas.	El proyecto al cumplir con la normatividad mejorará el ambiente de su área de influencia.

III.5.3.4. Programa Sectorial de Turismo 2020-2024

El Programa Sectorial de Turismo 2020-2024 es el documento rector de la política turística que atiende los ordenamientos jurídicos que conforman el Sistema Nacional de Planeación Democrática para el Desarrollo Nacional.

El Programa Sectorial de Turismo 2020-2024 se enfoca en contribuir con los propósitos del numeral 3 (Economía) del PND 2019-2024, particularmente en la detonación de proyectos regionales, tales como, el Tren Maya, el Programa para el Desarrollo del Istmo de Tehuantepec, entre otros, buscando el mayor bienestar para el país mediante el fomento de un turismo más inclusivo y sostenible.

Para el Gobierno Federal, los principios rectores del PND 2019-2024 orientan al turismo para su consolidación como un sector fundamental en la economía del país y como el que más promueve el crecimiento.

El propósito es posicionar a México como una potencia turística competitiva y de vanguardia, como un pilar del desarrollo equitativo, justo y equilibrado entre comunidades y regiones del país, un instrumento esencial en la reconciliación social.

Lo anterior se logrará mediante el PROSECTUR 2020-2024 y sus cuatro objetivos prioritarios.

En la tabla siguiente se detallan los cuatro objetivos prioritarios y estrategias del Programa Sectorial de Turismo 2020-2024 y la vinculación jurídica de éste con el proyecto.

Tabla III - 29. Vinculación del proyecto con los objetivos y estrategias del Programa Sectorial de Turismo 2020-2024

OBJETIVOS Y ESTRATEGIAS	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
OBJETIVOS	
1. Garantizar un enfoque social y de respeto de los derechos humanos en la actividad turística del país	El proyecto se apuntala en la aplicación de todos los instrumentos de política ambiental y normatividad que están orientados a garantizar derechos humanos, tales como: a un medio ambiente sano.
2. Impulsar el desarrollo equilibrado de los destinos turísticos de México	No aplica para el proyecto. Su implementación corresponde a la autoridad
3. Fortalecer la diversificación de mercados turísticos en los ámbitos nacional e internacional	No aplica para el proyecto. Su implementación corresponde a la autoridad
4. Fomentar el turismo sostenible en el territorio nacional	El proyecto se apuntala en la aplicación de todos los instrumentos de política ambiental y normatividad que están orientados a garantizar derechos humanos, tales como: a un medio ambiente sano. El proyecto presenta bajas tasas de emisión de gases de efecto invernadero.
ESTRATEGIAS	
2.1 Impulsar proyectos de infraestructura para el desarrollo turístico integral y sostenible en las distintas regiones del país.	El proyecto se apuntala en la aplicación de todos los instrumentos de política ambiental y normatividad que están orientados a garantizar derechos humanos, tales como: a un medio ambiente sano. El proyecto presenta bajas tasas de emisión de gases de efecto invernadero.
4.1 Contribuir a la reducción de los impactos negativos del turismo en el ambiente para su sostenibilidad.	El proyecto se apuntala en la aplicación de todos los instrumentos de política ambiental y normatividad que están orientados a garantizar la reducción de impactos negativos
4.2 Promover proyectos sostenibles para impulsar el desarrollo turístico.	El proyecto se apuntala en la aplicación de todos los instrumentos de política ambiental y normatividad que están orientados a garantizar la sostenibilidad.

III.5.3.5. Programa Especial de Cambio Climático 2021-2024

El Programa Especial de Cambio Climático 2021-2024 Es un instrumento de implementación de acciones para que México enfrente el impacto negativo del cambio climático. Es el programa rector de la presente administración en dicha materia

En el Programa Especial de Cambio Climático (PECC) 2021-2024 se establecen objetivos, estrategias, acciones y metas para enfrentar el cambio climático mediante la

definición de prioridades en materia de adaptación y mitigación; así como la asignación de responsabilidades, tiempos de ejecución, coordinación de acciones, resultados y estimación de costos. Además, es congruente con los compromisos internacionales que ha adquirido nuestro país.

Es un instrumento de planeación derivado de la *Ley General de Cambio Climático*, está integrado de cuatro objetivos prioritarios y 169 acciones puntuales; asume la responsabilidad de disminuir las vulnerabilidades de la población, la biodiversidad, los sectores productivos y la infraestructura. Considera estrategias transversales que apoyan los procesos para fortalecer la seguridad alimentaria y la gestión de los recursos hídricos ante el contexto de cambio climático,

En la tabla siguiente se detallan los cuatro objetivos prioritarios y estrategias del Programa Especial de Cambio Climático 2021-2024 y la vinculación jurídica de éste con el proyecto.

Tabla III - 30. Vinculación del proyecto con los objetivos y estrategias del Programa Especial de Cambio Climático 2021-2024

OBJETIVOS Y ESTRATEGIAS	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
OBJETIVOS	
1: Disminuir la vulnerabilidad al cambio climático de la población, los ecosistemas y su biodiversidad, así como de los sistemas productivos y de la infraestructura estratégica mediante el impulso y fortalecimiento de los procesos de adaptación y el aumento de la resiliencia.	El proyecto tiene como finalidad evitar la erosión costera causada por actividades antrópicas así como por fenómenos meteorológicos, que han aumentado su intensidad y frecuencia a causa del cambio climático.
2: Reducir las emisiones de gases y compuestos de efecto invernadero a fin de generar un desarrollo con bienestar social, bajo en carbono y que proteja la capa de ozono, basado en el mejor conocimiento científico disponible.	El proyecto presenta bajas tasas de emisión de gases de efecto invernadero.
3: Impulsar acciones y políticas sinérgicas entre mitigación y adaptación, que atiendan la crisis climática, priorizando la generación de cobeneficios ambientales, sociales y económicos.	El proyecto tiene como finalidad evitar la erosión costera causada por actividades antrópicas así como por fenómenos meteorológicos, que han aumentado su intensidad y frecuencia a causa del cambio climático.
4: Fortalecer los mecanismos de coordinación, financiamiento y medios de implementación entre órdenes de gobierno para la instrumentación de la política de cambio climático, priorizando la co-creación de capacidades e inclusión de los distintos sectores de la sociedad, con enfoque de derechos humanos.	No aplica para el proyecto. Su implementación corresponde a la autoridad

OBJETIVOS Y ESTRATEGIAS	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
ESTRATEGIAS	
1.3.- Promover esquemas y acciones de manejo, conservación y restauración de la biodiversidad, ecosistemas terrestres, de agua dulce, costeros y marinos para fortalecer su conectividad y provisión de servicios ambientales potenciando la implementación de soluciones basadas en la naturaleza y comunidades.	El proyecto tiene como finalidad evitar la erosión costera causada por actividades antrópicas así como por fenómenos meteorológicos, que han aumentado su intensidad y frecuencia a causa del cambio climático. Asimismo, el proyecto pretende la implementación de acciones para la conservación y protección del ambiente marino durante la ejecución del proyecto mediante el Programa de Manejo Ambiental.
3.1.- Impulsar acciones para incrementar, preservar y restaurar las masas forestales y los ecosistemas naturales terrestres y acuáticos del país para contribuir a la adaptación al cambio climático y a la captura de carbono.	El objetivo del proyecto es la restauración de playa y zona federal marítimo terrestre y su conservación y protección.
3.3.- Incorporar un enfoque integral de calidad del aire y cambio climático para el desarrollo de políticas y acciones que potencien beneficios en la salud pública y ambiental.	El proyecto presenta bajas tasas de emisión de gases de efecto invernadero.

III.5.3.6. Programa Estatal de Acción ante el Cambio Climático, Estado de Quintana Roo

El Programa Estatal de Acción ante el Cambio Climático del Estado de Quintana Roo (PEACCQR), es un instrumento en el cual se prevén los efectos del cambio climático sobre la población, actividades económicas y recursos naturales en el estado, dicho programa establece los siguientes objetivos:

- Establecer estrategias y líneas de acción en corto, mediano y largo plazos para prevenir y mitigar los efectos adversos del Cambio Climático en Quintana Roo.
- Elaborar y actualizar periódicamente los Inventarios de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) para el Estado.
- Generar, articular y orientar la instrumentación de las acciones de mitigación de emisiones de GEI y de adaptación al Cambio Climático en las dependencias de los tres órdenes de gobierno en el estado de Quintana Roo.
- Articular, coordinar y orientar las acciones y medidas de mitigación y adaptación al cambio climático entre sector gubernamental, académico, iniciativa privada, sociedad civil y organizaciones no gubernamentales.

De conformidad con lo anterior, dentro de la Tabla siguiente, se describirán aquellas estrategias de las cuales van de acuerdo con el proyecto:

Tabla III - 31. Vinculación jurídica del proyecto, con el Programa Estatal de Acción ante el Cambio Climático, Estado de Quintana Roo.

Medidas de adaptación al Cambio Climático (turismo)	
Efecto del Cambio Climático en: Daños a infraestructura	
Medidas de adaptación: Fomentar entre el sector turístico el uso de buenas prácticas ambientales para la planeación, diseño y construcción sustentable.	
Indicadores	Vinculación con el proyecto
Número de hoteles certificados con calidad ambiental turística	El proyecto contempla, la instalación de atenuadores de oleaje, recuperación de playa, arrecifes artificiales, contemplando medidas necesarias para evitar cualquier alteración en el ecosistema marino y con la finalidad de rehabilitar la playa erosionada por el movimiento del mar.

III.6.1. Tratados y convenciones internacionales

En el orden jurídico mexicano, la definición de "Tratado" y su regulación se encuentran en la Ley sobre la Celebración de Tratados (LCT), cuyo artículo 2º, fracción I, establece que se entenderá por Tratado: el convenio regido por el derecho internacional público, celebrado por escrito entre el Gobierno de los Estados Unidos Mexicanos y uno o varios sujetos de Derecho Internacional Público, ya sea que para su aplicación requiera o no la celebración de acuerdos en materias específicas, cualquiera que sea su denominación, mediante el cual los Estados Unidos Mexicanos asumen compromisos.

Mientras que el fundamento de los tratados internacionales como fuente del derecho nacional se encuentra en el artículo 133 constitucional, que dispone:

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

Ahora bien, es importante advertir que, a partir de la reforma constitucional del 10 de junio de 2011, los tratados internacionales en materia de derecho ambiental adquieren una jerarquía al mismo nivel que la Constitución federal, pues el nuevo artículo primero establece:

> "*En los Estados Unidos Mexicanos todas las personas gozarán de los derechos humanos reconocidos en esta Constitución y en los tratados internacionales de los que el Estado Mexicano sea parte, así como de las garantías para su protección, cuyo ejercicio no podrá restringirse ni suspenderse, salvo en los casos y bajo las condiciones que esta Constitución establece.*

> *Las normas relativas a los derechos humanos se interpretarán de conformidad con esta Constitución y con los tratados internacionales de la materia favoreciendo en todo tiempo a las personas la protección más amplia.*
>
> *Todas las autoridades, en el ámbito de sus competencias, tienen la obligación de promover, respetar, proteger y garantizar los derechos humanos de conformidad con los principios de universalidad, interdependencia, indivisibilidad y progresividad. En consecuencia, el Estado deberá prevenir, investigar, sancionar y reparar las violaciones a los derechos humanos, en los términos que establezca la ley*."

Este mandato da lugar a la conformación del bloque de constitucionalidad, lo que significa, en interpretación de la Suprema Corte de Justicia de la Nación (SCJN), que el ordenamiento jurídico mexicano tiene dos fuentes primigenias: a) los derechos fundamentales reconocidos en la Constitución federal; y, b) todos aquellos derechos humanos establecidos en tratados internacionales de los que el Estado mexicano sea parte. Consecuentemente, las normas provenientes de ambas fuentes constituyen un único conjunto normativo, sin jerarquías. Esto implica que los valores, principios y derechos que ellas materializan deben permear en todo el orden jurídico, obligando a todas las autoridades a su aplicación y, en aquellos casos en que sea procedente, a su interpretación.

De manera que la autoridad ambiental debe considerar en la evaluación del impacto ambiental los tratados internacionales que se vinculen con el proyecto, por lo que a continuación realizamos el detalle de los mismos.

III.6.1.1. Convenio sobre la Diversidad Biológica

La conservación de la diversidad biológica es interés común de toda la humanidad, por lo que el 5 de junio de 1992, en la Cumbre de la Tierra auspiciada por Naciones Unidas, celebrada en Río de Janeiro, fue adoptado el Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB), como un tratado internacional jurídicamente vinculante con tres objetivos principales: a) la conservación de la diversidad biológica, b) la utilización sostenible de sus componentes y, c) la participación justa y equitativa en los beneficios que se deriven de la utilización de los recursos genéticos. Su objetivo general es promover medidas que conduzcan a un futuro sostenible.

De conformidad con el artículo 2 del CDB, se entiende por:

- Diversidad biológica: la variabilidad de organismos vivos de cualquier fuente, incluidos, entre otras cosas, los ecosistemas terrestres y 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.

- Ecosistema: se entiende un complejo dinámico de comunidades vegetales, animales y de microorganismos y su medio no viviente que interactúan como una unidad funcional.

- Recursos biológicos: recursos genéticos, los organismos o partes de ellos, las poblaciones, o cualquier otro tipo del componente biótico de los ecosistemas de valor o utilidad real o potencial para la humanidad.

- Utilización sostenible: la utilización de componentes de la diversidad biológica de un modo y a un ritmo que no ocasione la disminución a largo plazo de la diversidad biológica, con lo cual se mantienen las posibilidades de ésta de satisfacer las necesidades y las aspiraciones de las generaciones actuales y futuras.

Este convenio es de gran relevancia para México, ya que es considerado un país "megadiverso", ya que forma parte del selecto grupo de naciones poseedoras de la mayor cantidad y diversidad de especies de animales y plantas, casi el 70% de la diversidad mundial de especies. Nuestro país se ubica entre los primeros 12 países poseedoras de una gran biodiversidad, entre los que se encuentran: Colombia, Ecuador, Perú, México, Brasil, Congo, Madagascar, China, India, Malasia, Indonesia y Australia.

Dado que México ha firmado y ratificado el CDB está obligado con sus mandatos, por ello, procedemos a realizar en la siguiente tabla la vinculación del proyecto con las disposiciones correspondientes.

Tabla III - 32. Vinculación jurídica de la Convención sobre Diversidad Biológica con el proyecto.

PRECEPTO LEGAL	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
Artículo 6. Medidas generales a los efectos de la conservación y la utilización sostenible. a) Elaborar estrategias, planes o programas nacionales para la conservación y la utilización sostenible de la diversidad biológica; b) Integrar, en la medida de lo posible y según proceda, la conservación y la utilización sostenible de la diversidad biológica en los planes, programas y políticas sectoriales o intersectoriales.	Mediante el Programa de Manejo Ambiental en donde entre otros se incluye el Subprograma de Rescate y Reubicación de Fauna Marina, se establece el compromiso pleno del proyecto para conservar y evitar cualquier alteración al ecosistema marino.
Artículo 14. Evaluación del impacto y reducción al mínimo del impacto adverso a) Establecer procedimientos apropiados por los que se exija la evaluación del impacto ambiental de los proyectos que puedan tener efectos adversos importantes para la diversidad biológica con miras a evitar o reducir al mínimo esos efectos y, cuando proceda, permitirá la participación del público en esos procedimientos. b) Establecer arreglos apropiados para asegurarse de que se tengan debidamente en cuenta las consecuencias ambientales de sus	Para la elaboración del presente manifiesto se realizaron, diversos estudios técnicos, que tuvieron como finalidad identificar cualquier alteración de la flora y fauna por la realización del proyecto, derivando en medidas de prevención, mitigación y compensación, establecidas en el Programa de Manejo Ambiental. Con lo anterior se da cumplimiento cabal al presente numeral.

PRECEPTO LEGAL	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
programas y políticas que puedan tener efectos adversos importantes para la diversidad biológica.	

III.6.1.2. Convención Relativa a los Humedales de Importancia Internacional Especialmente como Hábitat de Aves Acuáticas

Este instrumento internacional vinculante para el Estado mexicano, conocida también como Convención RAMSAR, fue adoptada en lrán el 2 de febrero de 1971 y entró en vigor en 1975. México se adhirió a ella en 1986. Este tratado internacional pretende dirigir a los países signantes hacia la conservación y uso racional de los humedales, reconociendo la importancia y el valor de dichos ecosistemas en términos de biodiversidad y servicios ambientales, entre otros.

Actualmente México cuenta con 142 sitios Ramsar con una superficie de 8,657,057 hectáreas. Dentro de la región administrativa ubicada en el estado de Quintana Roo, se encuentran 13 sitios RAMSAR:

- Laguna de Chichankanab, sitio RAMSAR No. 1364, cuenta con una superficie de 1,999 ha, fue designada el 2 de febrero de 2004. Conformada por cuerpos de agua dulce y manglar, además se encuentran, solo en esta ubicación, cinco peces endémicos y amenazados, comúnmente conocidos como "cachorritos*", Cyprinodon beltrani, C. labiosus, C. maya, C. simus y C. Verecundus*.

- Área de Protección de Flora y Fauna Yum Balam, sitio RAMSAR No. 1360, cuenta con una superficie de 154,052 ha, fue designada el 2 de febrero de 2004. Es considerado como un santuario de vida silvestre, la vegetación destacable es el manglar y los petenes.

- Área de Protección de Flora y Fauna Otoch Ma´ax Yetel Kooh, sitio RAMSAR No. 1763, cuenta con una superficie de 5,367 ha, fue designada el 2 de febrero de 2008. Este sitio se encuentra localizado dentro del estado de Yucatán, pero la región administrativa es Quintana Roo. Conformada por un complejo de lagunas, depresiones amplias y cenotes, es conocido como uno de los principales 5 lugares para la conservación de los primates de la Península de Yucatán.

- Reserva de la Biosfera Banco Chinchorro, sitio RAMSAR No. 1353, cuenta con una superficie de 144,360 ha, fue designada el 2 de febrero de 2004. Tiene cuatro tipos de hábitats: arrecifes de coral, praderas de fanerógamas marinas, zonas arenosas y manglares, al menos 15 especies de flora y fauna amenazadas están presentes en esta zona, a pesar de su pequeño tamaño. Dos especies de gran importancia económica también están presentes en la laguna: la langosta (*Panulirus argus*) y la Caracola Reina (*Strombus gigas*).

- Parque Nacional Arrecifes de Xcalak, sitio RAMSAR No. 1320, cuenta con una

superficie de 17,949 ha, fue designado el 27 de noviembre de 2003. Comprende los arrecifes de coral, lagunas costeras, playas, manglares y acuíferos kárstico, en relación con las especies que habitan en la zona, se encuentran especies amenazadas y en peligro de extinción. Este sitio es de gran importancia para la anidación de aves marinas y para el desove de peces.

- Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an, sitio RAMSAR No. 1329, cuenta con una superficie de 652,193 ha, fue designada el 27 de noviembre de 2003. Es un área de protección de vida silvestre, el sitio se encuentra en una gran llanura cárstica a lo largo de un arrecife de barrera de 120 km de largo, dos bahías grandes y poco profundas rodeadas de manglares, así como numerosos sumideros o cenotes. En el habitan un gran número de especies de flora y fauna, incluyendo 320 especies de aves, 5 felinos neotropicales y especies en peligro de extinción.

- Parque Nacional de Arrecifes de Cozumel, sitio RAMSAR No, 1449, cuenta con una superficie de 11,987 ha, fue designado el 2 de febrero de 2005. El sitio cubre la zona sur de arrecifes de la costa de la isla de Cozumel, es el hábitat de numerosas especies en peligro de extinción, como la tortuga boba (*Caretta caretta*), hawksbill (*Eretmochelys imbricata*) y las tortugas verdes (*Chelonia mydas*), el pez ballesta de la reina (*Balistes vetula*) y el endémico Toadfish espléndido (*Sanopus Splendidus*).

- Manglares y Humedales del Norte de lsla Cozumel, sitio RAMSAR No. 1921, cuenta con una superficie de 32,786 ha, fue designado el 2 de febrero de 2009. En el sitio se encuentran especies endémicas, amenazadas o en peligro de extinción, como *Caretta caretta*, *Ctenosaura similis*, *Cheloniamydas*, *Eretmochelys imbricada*, *Rhizophora mangle*, *Avicennia germinans*, *Laguncularia racemosa* y *Conocarpus erecta*, entre otras más especies.

- Santuario Nacional Playa tortuguera X'cacel- X'cacelito, sitio RAMSAR No. 1351, cuenta con una superficie de 362 ha, fue designada el 2 de febrero de 2004. Cuenta con el índice de cría más alto en el estado de Quintana Roo y en México para la tortuga verde (*Chelonia mydas*) y la tortuga boba (Caretta caretta), con relación a su vegetación se encuentran especies como la Palma de paja de Florida (Thrina radiata) y manglares (*Rhizophora mangle*, *Avicennia germinans*, *Laguncularia racemosa* y *Conocarpus erecta*).

- Parque Nacional Arrecife Puerto Morelos, sitio RAMSAR No. 1343, cuenta con una superficie de 9,066 ha, fue designado el 2 de febrero de 2004. El sitio forma parte del Gran Arrecife Mesoamericano, el segundo arrecife de coral más grande del mundo. Dentro del parque hay presencia de manglares y playas de cría de tortuga.

- Manglares de Nichupté, sitio RAMSAR No. 1777, cuenta con una superficie de 4,257 ha, fue designado el 2 de febrero de 2008. En el sitio se encuentran mangle (*Rhizophora mangle*, *Avicennia germinans*, *Conocarpus erectus*, *Laguncularia racemosa*), con relación a la fauna, hay especies en protección especial como el *Crocodylus moreletii* y *Rana berlandieri*, *Ctenosaura similis* (amenazado) y *Chelonia*

mydas (en extinción).

- Parque Nacional lsla Contoy, sitio RAMSAR No. 1323, cuenta con una superficie de 5,126 ha, fue designado el 27 de noviembre de 2003. Es el principal sitio de anidación de aves en el Caribe mexicano. Las especies que anidan en la isla son principalmente tortuga verde, caguama, Carey y baula en peligro de extinción.

- Reserva Estatal Bala'an K'aax, sitio RAMSAR No. 1332, cuenta con una superficie de 131,610 ha, fue designada el 2 de febrero de 2004. En el sitio habitan aproximadamente 601 especies de vertebrados, de los cuales 27% son amenazados, bajo protección especial o en peligro de extinción, además de ser de gran importación para el suministro de agua en la región y para los humedales costeros.

Derivado de lo anterior, el proyecto, se localiza cerca del Parque Nacional Arrecife Puerto Morelos, tal como se muestra en el siguiente figura, derivado de la gran importancia que tiene este sitio a nivel mundial el promovente es consciente de las implicaciones que tendría la afectación del ecosistema marino de la zona, por la realización del proyecto, por lo que dentro de su Programa de Manejo Ambiental, prevé medidas como el Subprograma de Rescate y Reubicación de Fauna Marina y el Subprograma de Acciones lndependientes, que tiene como objetivo minimizar, prevenir o contemplar aquellos impactos negativos que pudieran generarse por la realización de proyecto, mediante procedimientos especializados, basados en el principio de protección.

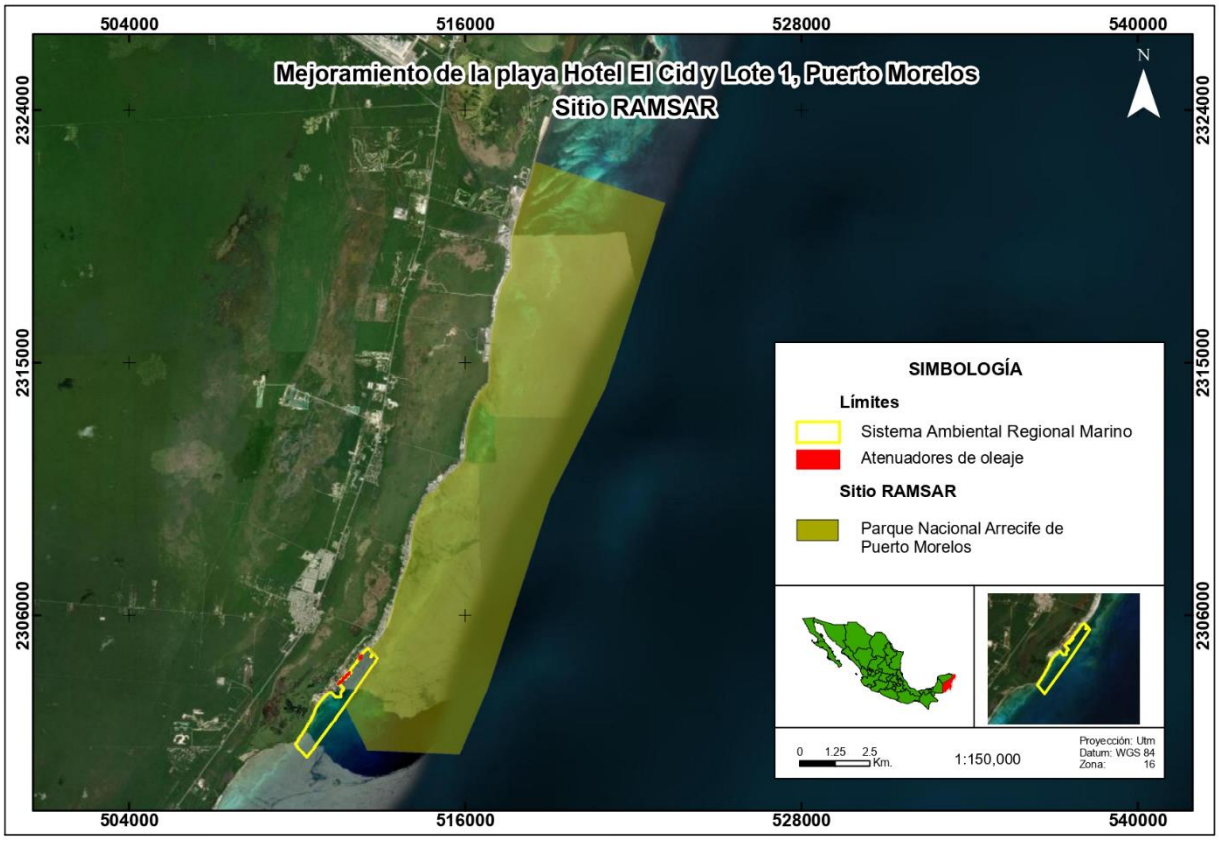


Figura III - 11. Ubicación del proyecto y el sitio RAMSAR Parque Nacional Arrecife Puerto Morelos.

III.6.1.3. Convención Interamericana para la Protección y Conservación de lasTortugas Marinas

La Convención Interamericana para la Protección y Conservación de las Tortugas Marinas (ClPCTM) tiene por objeto dentro de su artículo primero, el promover la protección, conservación y recuperación de las poblaciones de tortugas marinas y el hábitat del cual dependen, basándose en los datos científicos más fidedignos disponibles y considerando las características ambientales, socioeconómicas y culturales de las Partes.

La ClPCTM entró en vigor en mayo de 2001 y cuenta en febrero de 2010 con trece Partes contratantes (Belice, Brasil, Costa Rica, Ecuador, Estados Unidos, Guatemala, Honduras, México, Países Bajos, Panamá, Perú, Uruguay y Venezuela). En la tabla siguiente se detalla la vinculación del proyecto con sus disposiciones.

Tabla III - 33. Vinculación jurídica de la Convención Interamericana para la Protección y Conservación de las Tortugas Marinas con el proyecto.

PRECEPTO LEGAL	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
Artículo IV MEDIDAS 2. Tales medidas comprenderán:	
a. La prohibición de la captura, retención o muerte intencionales de las tortugas marinas, así como del comercio doméstico de las mismas, de sus huevos, partes o productos.	El proyecto tiene presente el compromiso de proteger a las tortugas marinas que puedan llegar al sitio del proyecto, a través de acciones establecidas para ello en el Programa de Manejo Ambiental, sin que se vean afectadas por la realización y operación del proyecto, así mismo, es importante indicar que el hotel al cual se encuentra asociado el proyecto, implementa en la actualidad un Programa de manejo de Tortuga, el cual seguirá llevándose a cabo e integrará aquellas medidas que no hayan sido consideradas y que están en el Programa de Manejo Ambiental propuesto en esta Manifestación de Impacto Ambiental presentada para el proyecto.
b. El cumplimiento de las obligaciones establecidas en la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES) en lo relativo a tortugas marinas, sus huevos, partes o productos.	
c. En la medida de lo posible, la restricción de las actividades humanas que puedan afectar gravemente a las tortugas marinas, sobre todo durante los períodos de reproducción, incubación y migración.	
d. La protección, conservación y, según proceda, la restauración del hábitat y de los lugares de desove de las tortugas marinas, así como el establecimiento de las limitaciones que sean necesarias en cuanto a la utilización de esas zonas mediante, entre otras cosas, la designación de Áreas protegidas, tal como está previsto en el Anexo II.	
e. El fomento de la investigación científica relacionada con las tortugas marinas, con sus hábitats y con otros aspectos pertinentes, que genere información fidedigna y útil para la adopción de las medidas referidas en este Artículo	
g. La promoción de la educación ambiental y la difusión de información, con miras a estimular la participación de las instituciones gubernamentales, organizaciones no gubernamentales y del público	

PRECEPTO LEGAL	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
en general en cada Estado, en particular de las comunidades involucradas en la protección, conservación y recuperación de las poblaciones de tortugas marinas y de sus hábitats.	

III.6.1.4. Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático

El cambio climático, entendido como un cambio de clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera mundial y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante periodos de tiempo comparables, constituye una amenaza para los ecosistemas y el desarrollo de las actividades económicas, como el turismo.

El Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC) determinó que la vulnerabilidad es una función de la exposición del sistema, que depende también de la sensibilidad y de la capacidad adaptativa del sistema, según la fórmula:

Vulnerabilidad = f (Exposición, Sensibilidad, Capacidad Adaptativa).

En consecuencia, la vulnerabilidad del turismo se determina a partir de la exposición del sector a ciertas condiciones climáticas (temperaturas extremas, sequía, fenómenos hidrometeorológicos, etc.); así como del análisis sobre los límites de tolerancia del sector los cuales pueden verse ampliarse o disminuirse en función de las capacidades de adaptación desarrolladas.

En referencia al turismo costero, los países que recibirán mayor impacto serán los que poseen una relativamente alta contribución de las actividades del sector al PIB, que a su vez están amenazados por tormentas de viento e incrementos del nivel del mar como es el caso de México.

En cuanto a la capacidad de adaptación al cambio climático, es importante advertir que ésta puede variar en los diversos componentes del sector turístico (prestadores de servicios, proveedores de servicios turísticos, comunidades receptoras y turistas). Ello obedece a que la capacidad adaptativa, en general, depende de tres elementos clave: recursos económicos, acceso a la información y tiempo.

Por tanto, resulta indispensable la comprensión sobre la necesidad de reconducir al sector turístico en la identificación de su vulnerabilidad, a efecto de involucrarle en procesos de adaptación climática apuntalados en instrumentos de carácter preventivo, considerados clave para la gestión integral de riesgos, lo cual es un imperativo para lograr el desarrollo sustentable local en un marco de corresponsabilidad que considere la participación tanto de los prestadores de servicios turísticos, como de la población receptora y las autoridades municipales.

Bajo este contexto, en el marco de las responsabilidades comunes pero diferenciadas, se adoptó en la Conferencia de Río de 1992, la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), cuyo artículo segundo, establece como uno de los

compromisos de las Partes firmantes, es cooperar en los preparativos para la adaptación a los impactos del cambio climático; desarrollar y elaborar planes apropiados e integrados para la ordenación de las zonas costeras, los recursos hídricos y la agricultura, y para la protección y rehabilitación de las zonas afectadas por la sequía y la desertificación, así como por las inundaciones.

De acuerdo con estudios recientes, muchos gobiernos y empresas de turismo se enfocan en la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), en concordancia con las reducciones requeridas en otros sectores. No obstante, la transformación hacia un sector turístico bajo en carbono requiere inversiones en tecnología, un enfoque empresarial direccionado a la reducción de GEI, así como cambios conductuales por parte de los turistas.

En la siguiente tabla se realiza la vinculación jurídica con las disposiciones aplicables de la CMNUCC y el proyecto objeto del presente manifiesto:

Tabla III - 34. Vinculación jurídica de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático con el proyecto.

DISPOSICIÓN LEGAL	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
Artículo 1. Todas las Partes, teniendo en cuenta sus responsabilidades comunes pero diferenciadas y el carácter específico de sus prioridades nacionales y regionales de desarrollo, de sus objetivos y de sus circunstancias, deberán:	
e) Cooperar en los preparativos para la adaptación a los impactos del cambio climático; desarrollar y elaborar planes apropiados e integrados para la ordenación de las zonas costeras, los recursos hídricos y la agricultura, y para la protección y rehabilitación de las zonas, particularmente de África, afectadas por la sequía y la desertificación, así como por las inundaciones.	El proyecto tiene como finalidad evitar la erosión costera causada por actividades antrópicas, así como por fenómenos meteorológicos, que han aumentado su intensidad y frecuencia a causa del cambio climático.
f) Tener en cuenta, en la medida de lo posible, las consideraciones relativas al cambio climático en sus políticas y medidas sociales, económicas y ambientales pertinentes y emplear métodos apropiados, por ejemplo evaluaciones del impacto, formulados y determinados a nivel nacional, con miras a reducir al mínimo los efectos adversos en la economía, la salud pública y la calidad del medio ambiente, de los proyectos o medidas emprendidos por las Partes para mitigar el cambio climático o adaptarse a él.	Por parte de la LGCC, considera la rehabilitación de playas como una medida de adaptación, finalidad principal del proyecto materia del presente manifiesto.

CONCLUSIONES

Derivado de los análisis y observaciones realizadas en el área de la playa afectada, se identificó la erosión de la línea de costa, como consecuencia natural y antrópica, por lo que es necesario la operación de infraestructura que permita la circulación del agua, así como evitar la erosión costera, la preservación de la riqueza natural del lugar, a través de la rehabilitación de la playa, manteniendo el interés del turismo nacional y extranjero, por la región, así como la protección de las especies.

Aunado a lo anterior el proyecto, se ubica en una de las regiones de mayor relevancia tanto para el sector turístico nacional, como para la preservación de los elementos naturales, por su vulnerabilidad.

Dentro del marco normativo se distingue la importancia de la protección de los recursos naturales, así como un desarrollo sostenible, que permita al país ser competitivo y reconocido por su turismo. De igual forma la normativa determina el interés de evitar afectaciones de los recursos naturales en la realización de proyectos o bien establecer medidas de mitigación o compensación, así como la importancia de preservar especies en estado crítico, mismas que deberán ser atendidas y protegidas con medidas específicas.

En relación con los efectos del cambio climático, se distingue en el cuerpo normativo, la necesidad de reducir la vulnerabilidad de los ecosistemas, así como de realizar medidas de adaptación, para contrarrestar los impactos negativos sobre el ambiente.

A nivel estatal, el estado de Quintana Roo, cuenta con instrumentos normativos que buscan un desarrollo sostenible, mediante al aprovechamiento mesurado de los recursos y previendo metas a futuro, relacionadas con contrarrestar los efectos del cambio climático. Asimismo, el reconocimiento de la gran variedad de especies de flora y fauna que habitan en el territorio del estado y su gran relevancia a nivel nacional e internacional, basados en el compromiso de su protección.

Conforme a lo anterior, el presente capítulo identifica de manera precisa los preceptos normativos que le son aplicables a la realización y operación del proyecto, con la intención de evitar que se generen afectaciones que pudieran causar desequilibrio ecológico. Existiendo una compatibilidad de los instrumentos citados con las actividades para la operación y desarrollo del proyecto, regidas por un Programa de Manejo Ambiental, enfocado en la protección del ecosistema marino.

CAPITULO IV

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

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) donde pretende establecerse el proyecto.

Dado que el proyecto "Mejoramiento de la Playa Hotel El Cid y Lote 1, Puerto Morelos" se localiza tanto en zona terrestre como en zona marina, en este apartado se describe la delimitación y justificación para ambas zonas:

El Sistema Ambiental Regional (SAR) es la una unidad de referencia espacial para evaluar de manera objetiva el impacto ambiental del proyecto que se pretende llevar a cabo.

Detalladamente, el SAR representa una expresión objetiva, inventariable y cartografiable de los ecosistemas donde se inserta el proyecto derivado de la selección e interrelación de los componentes o procesos ecosistémicos. De esta manera, el SAR debe delimitarse analítica y gráficamente, considerando la uniformidad y la continuidad de sus componentes (bióticos y abióticos) y de sus procesos ambientales significativos (flora, suelo, hidrología, corredores biológicos, etc.) con los que el proyecto interactuará en espacio y tiempo. Por lo tanto, su definición y delimitación es fundamental para poder vincular su extensión (espacio-tiempo) con respecto a los componentes y procesos ambientales seleccionados (SEMARNAT S/F).

IV.1.1 SAR MARINO

La delimitación del Sistema Ambiental Regional se desarrolló bajo el criterio de celda litoral, definida como unidades básicas en las que se divide el litoral (Anfuso 2004, Guido *et al.* 2009).

Las celdas litorales se originan por la interacción entre el oleaje incidente y las estructuras naturales (*e.g.*, puntas, cañones submarinos, bahías, estuarios, cabos o puntas, desembocaduras de ríos) o antrópicas (*e.g.*, muelles, espigones). Existen celdas litorales de dos tipos, las que ocurren en: 1) costas irregulares y 2) costas abiertas. Las celdas litorales que ocurren en costas irregulares están definidas por límites de tipo fijo como estructuras naturales o antrópicas; también son conocidas por celdas morfológicas. Mientras que las celdas litorales que ocurren en costas abiertas están definidas por procesos de refracción del oleaje, o generación de ondas de bordes, entre otros, cuya existencia está condicionada por la morfología de la playa submarina; los límites de este tipo de celdas son de tipo libre, es decir, varían su posición en función de las características del oleaje incidente (Anfuso 2004, Silva *et al.* 2017).

Los sedimentos se mueven dentro de cada celda o pasan de una celda a otra, en función de la dirección de aproximación del oleaje y de las características de los límites entre ellas (Anfuso 2004). Los sedimentos (como indicador se tiene al tipo de material que conforma la costa) que se mueven dentro de cada celda litoral, forman zonas homogéneas de circulación de estos, conocidas con el nombre de compartimientos. De tal forma que una celda litoral puede estar dividida por varios compartimientos (Silva *et al.* 2017).

Asimismo, de acuerdo con Silva *et al.* (2017), a lo largo de la línea de costa (longitudinal), se pueden diferenciar las siguientes celdas litorales sujetas a una jerarquía de escalas espaciales o temporales:

Micro celdas que van de 0 a 1 km (escala espacial) o de 0 a 1 año (escala temporal), con cambios oscilantes a baja escala.

Meso celdas de 1 a 10 km (escala espacial) o de 1 a 10 años (escala temporal) con cambios periódicos a meso escala determinados por el comportamiento de la configuración morfológica o por un nuevo equilibrio en la línea costera.

Macro celda de 10 a 100 km (escala espacial) o 10 a 100 años en escala temporal, con cambios lentos de gran escala ocasionados por fenómenos naturales. Asimismo, pueden ocurrir cambios a gran escala por la presencia de arrecifes artificiales que propician un nuevo equilibrio.

Finalmente, gracias a la delimitación de una celda litoral, es posible estudiar los procesos del transporte de sedimentos en forma aislada (Guido *et al.* 2009).

En vista de que el área del proyecto se encuentra en una costa irregular, con estructuras antrópicas como muelles, marinas, espigones y canal de navegación, y sujeta a cambios por fenómenos naturales en períodos de 1 a 10 años, con apoyo del programa de Sistema de Información Geográfica Arc Gis el Sistema Ambiental Regional marino del proyecto se estableció como un polígono marino o celda litoral, que abarca una distancia lineal de aproximadamente 4.5 km de frente de playa, desde Punta Brava al sur hasta el Muelle Fiscal al noroeste; y en la parte marina profunda está delimitado por una distancia entre 500 y 850 m de la línea de costa, colindante con el polígono del Parque Nacional Arrecifes de Puerto Morelos, a una profundidad aproximada de 10 metros. Asimismo, el límite norte y este del polígono del SAR, en su porción marina frente a la marina de El Cid y hasta el muelle fiscal, también coincide con la Unidad de Gestión Ambiental (UGA) M2 del Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial de la Región denominada Corredor Cancún-Tulum. La superficie del polígono del SAR es de 267.37 hectáreas.

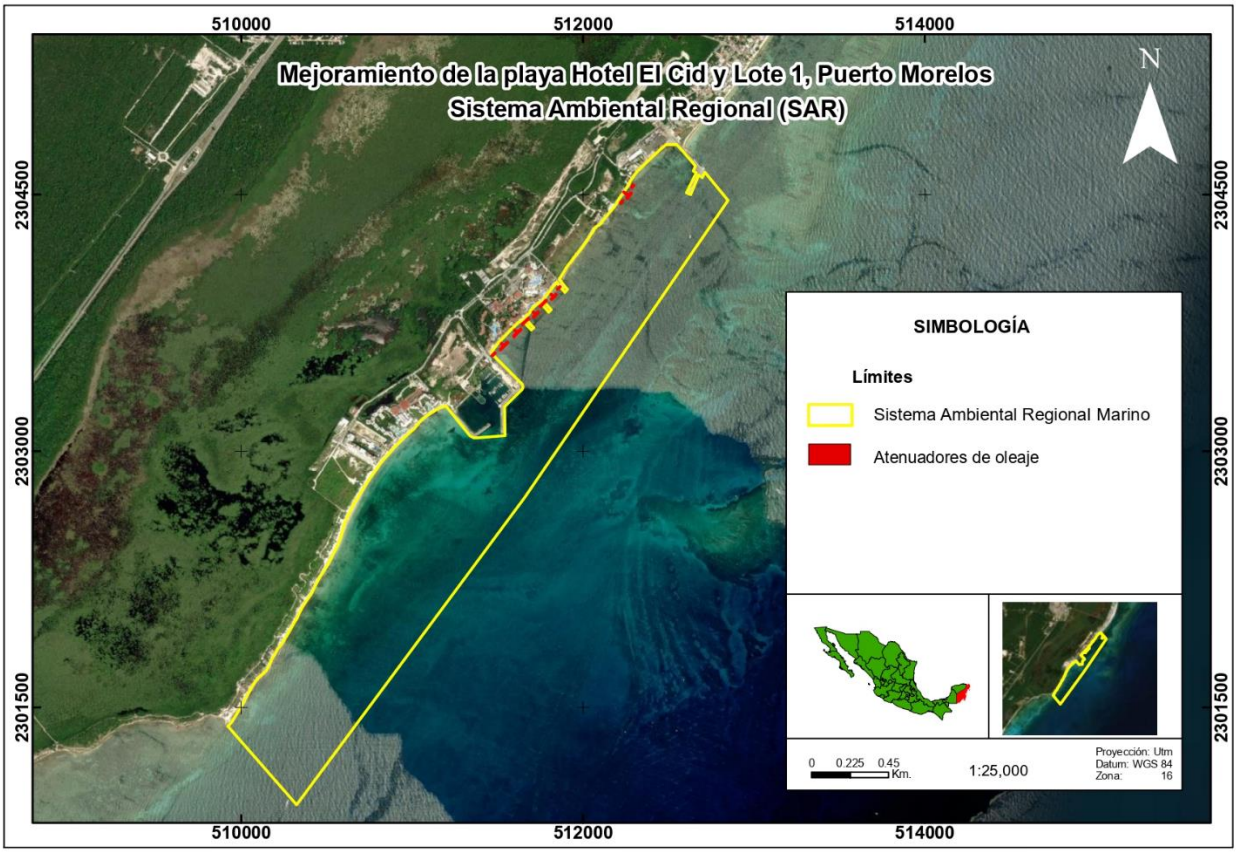


Figura IV - 1. Sistema Ambiental Regional marino del proyecto el cual está delimitado por una celda litoral.

IV.1.2 SAR TERRESTRE

La delimitación del SAR terrestre para el proyecto se desarrolló a través de instrumentos aplicables a la zona, tomando en cuenta la continuidad de los procesos y factores ambientales, así como el área de influencia por el proyecto en donde los impactos ambientales pueden presentarse, con base en los siguientes criterios: 1) Uso de suelo de la zona con base en los instrumentos legales que le aplican; 2) Límites que forman las vialidades y obras e intervenciones humanas en el polígono estudiado; y 3) el tipo de vegetación existente y el estado actual de la misma. A continuación, se describen cada uno de estos elementos.

1) Uso de suelo de la zona con base en los instrumentos legales que le aplican

La zona terrestre donde se ubica el proyecto se localiza en el municipio de Puerto Morelos, Quintana Roo.

Esta zona terrestre está regulada por el Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Benito Juárez, Quintana Roo (POELMBJ) y el Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población Puerto Morelos 2020-2030, Quintana Roo (PDUCPPM).

De esta manera, esta zona terrestre se localiza en la UGA 28 del POELMBJ, denominada Centro de población Puerto Morelos, con una Política Ambiental de Aprovechamiento sustentable, cuyo objetivo es regular el aprovechamiento sustentable de los

recursos naturales en las zonas de reserva para el crecimiento urbano, dentro de los límites del centro de población, con el fin de mantener los ecosistemas relevantes y en el mejor estado posible, así como los bienes y servicios ambientales que provee la zona, previo al desarrollo urbano futuro. Asimismo, tanto los Parámetros de aprovechamiento, como sus Usos Compatibles e Incompatibles, corresponden a los establecidos en su Programa de Desarrollo Urbano (PDU) Vigente.

En este sentido, el PDUCPPM 2020-2030, establece que la zonificación secundaria de esta zona terrestre forma parte de la Zona Turística, cuya clave es Turístico Hotelero Medio (TH1; i.e., 50 cuartos/Ha o 20 viviendas/Ha); las zonas turísticas tienen como objetivo las acciones, salvaguarda de la belleza y el valor ambiental de los recursos naturales, propiciar el aprovechamiento adecuado del potencial de desarrollo que pueden tener sitios de atractivo natural y proteger las áreas de la excesiva concentración de habitantes.

En consecuencia, esta zona terrestre, se localiza en un área donde se puede realizar aprovechamiento sustentable, rodeada de infraestructura turística, y a tan solo 1,600 m de la zona urbana de Puerto Morelos.

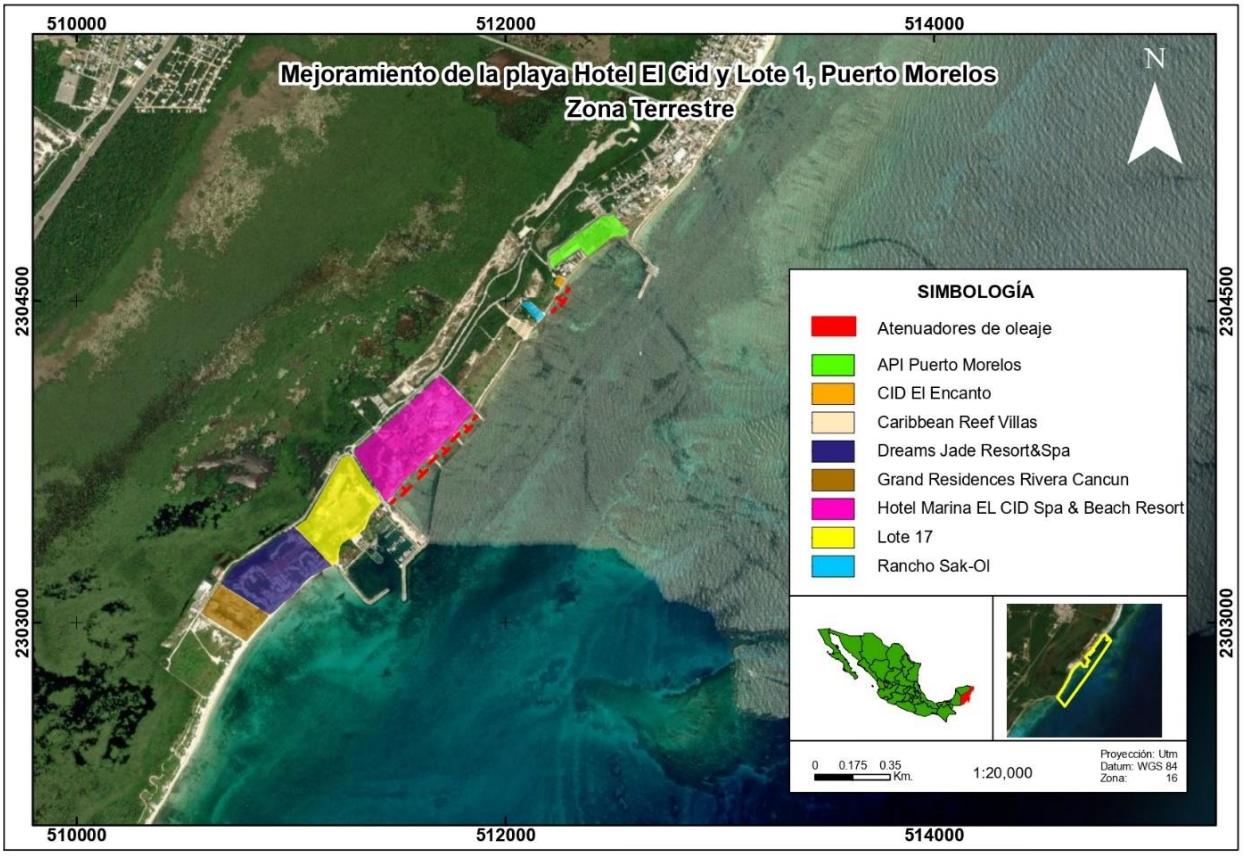


Figura IV - 2. Zona terrestre, donde se ubica el Hotel Marina El Cid Spa and Beach Resort Riviera Maya y los Sitios de las Obras y Actividades Provisionales (SOAP), la cual forma parte de la Zona Turística de acuerdo con el PDUCPPM, y donde se puede realizar Aprovechamiento sustentable conforme al POELMBJ.

2) Límites que imponen vialidades y obras e intervenciones humanas en el polígono estudiado.

La zona terrestre, donde se localiza el hotel asociado al proyecto y los sitios de las obras y actividades está dentro de la zona turística. Esta zona terrestre cuenta con vialidades que permiten el acceso a los hoteles de la zona turística, y a su vez, conectarse con la zona urbana de Puerto Morelos. La conexión entre la zona turística y urbana está dada por la avenida Niños Héroes, la cual se conecta a la Carretera Federal 307 Cancún-Tulum a través de la calle José María Morelos.

Debido a la existencia de las vialidades, se ha producido una fragmentación y discontinuidad de los reductos de vegetación natural presente en la denominada Zona Turística, en la cual está el hotel asociado al proyecto, como se puede apreciar en la siguiente figura.

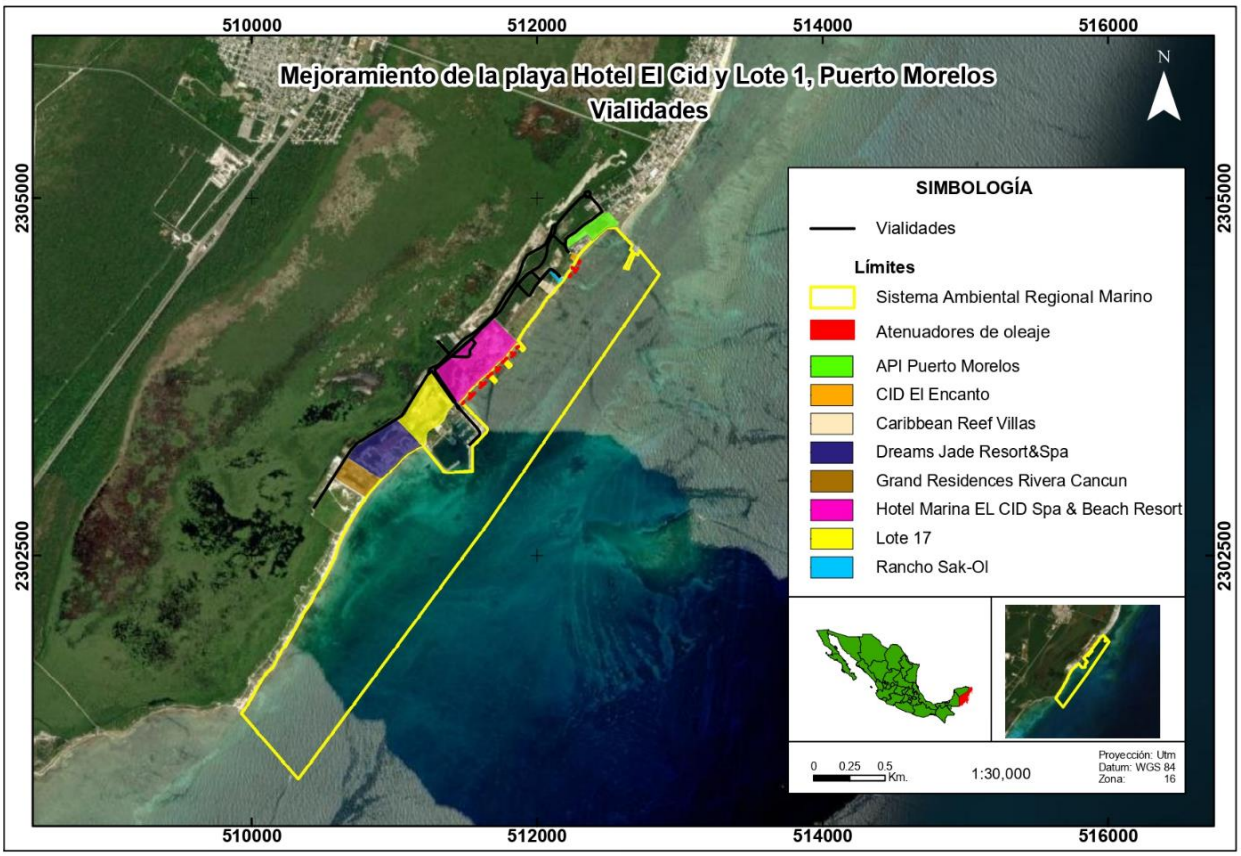


Figura IV - 3. Vialidades existentes en parte de la zona urbana de Puerto Morelos y en la Zona Turística, en la cual está el hotel asociado al proyecto.

3) Tipo de vegetación existente y el estado actual de la misma

De acuerdo con la carta de Uso de suelo y vegetación, Serie VI del INEGI (2017), la zona terrestre donde se ubica el hotel asociado al proyecto y los Sitios de las Obras y Actividades Provisionales a realizar del mismo, se localiza en una zona con sentamientos humanos y remanentes de vegetación de manglar, que como ya se mencionó, se encuentra fragmentada por vialidades e infraestructura turística.

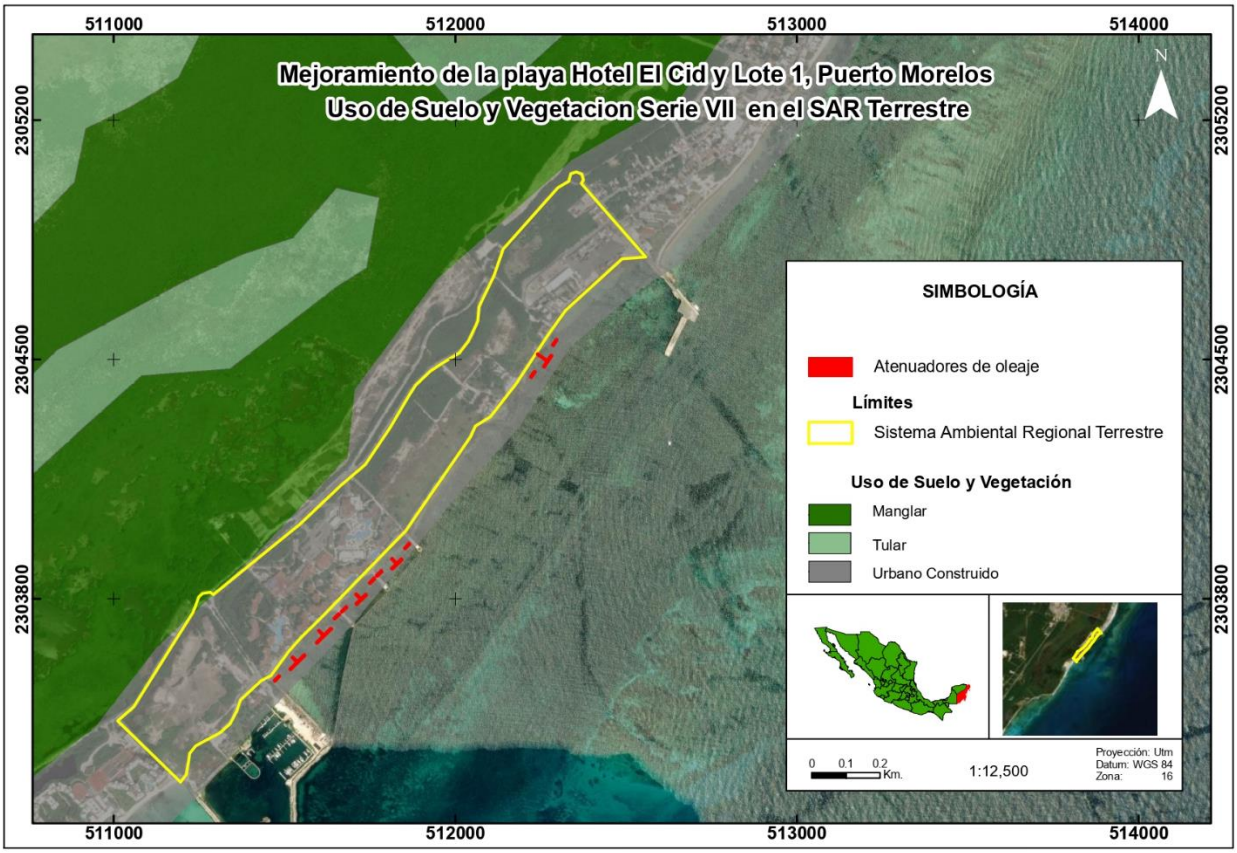


Figura IV - 4. Uso de suelo y vegetación, en el cual está el hotel asociado al proyecto.

En cuanto al hotel asociado al proyecto, existe infraestructura turística y un fragmento de manglar al norte de dicho predio y adyacente a la avenida Niños Héroes. Al norte por la avenida Niños Héroes y un acceso vehicular, está desprovisto de vegetación forestal, contando solo con algunas especies de pastos. Por lo tanto, las obras y actividades del proyecto que se desarrollarán al interior del lote (obras provisionales), no afectarán vegetación forestal, puesto que no cuenta con ella.

De esta forma, la zona terrestre, frente a la cual se ubicará el proyecto, presenta una afectación en su biodiversidad florística y faunística por los efectos del cambio de uso de suelo en terrenos forestales, así como por los impactos producidos por el huracán Wilma en el año 2005, por lo que la vegetación forestal existente, está altamente fragmentada por el trazo de caminos y desarrollos inmobiliarios.

Considerando los anteriores criterios descritos, la zona terrestre donde se ubica el hotel asociado está contenida en una zona turística, con componentes bióticos y abióticos fragmentados por vialidades, infraestructura turística y accesos a dicha infraestructura. De tal forma que el polígono del Sistema Ambiental Regional terrestre se delimitó considerando estos criterios, así como todas aquellas interacciones que por el desarrollo del proyecto pudieran ocurrir en el medio abiótico, biótico y social contiguo.

El Sistema Ambiental Regional (SAR) terrestre, tiene una superficie de 53.4066758 ha (Figura IV - 4). El SAR está delimitado al oeste por la avenida Niños Héroes y al norte por la

calle Cozumel, continuando sobre el límite de la Administración Portuaria Integral (API) de Puerto Morelos. Al este, tiene como límite la Zona Federal Marítimo Terrestre, rodeando el Muelle de Cubos y continuando por el camino de acceso del Lote 17. Finalmente, al sur, está definido por el lindero entre el Lote 17 y el Hotel El Dorado Maroma, así como por el camino de acceso al hotel Now Jade Riviera Cancún, el cual se une con la avenida Niños Héroes, cerrando así, el polígono del SAR (ver Figura IV - 2 como referencia de los nombres de las vialidades y desarrollos turísticos).

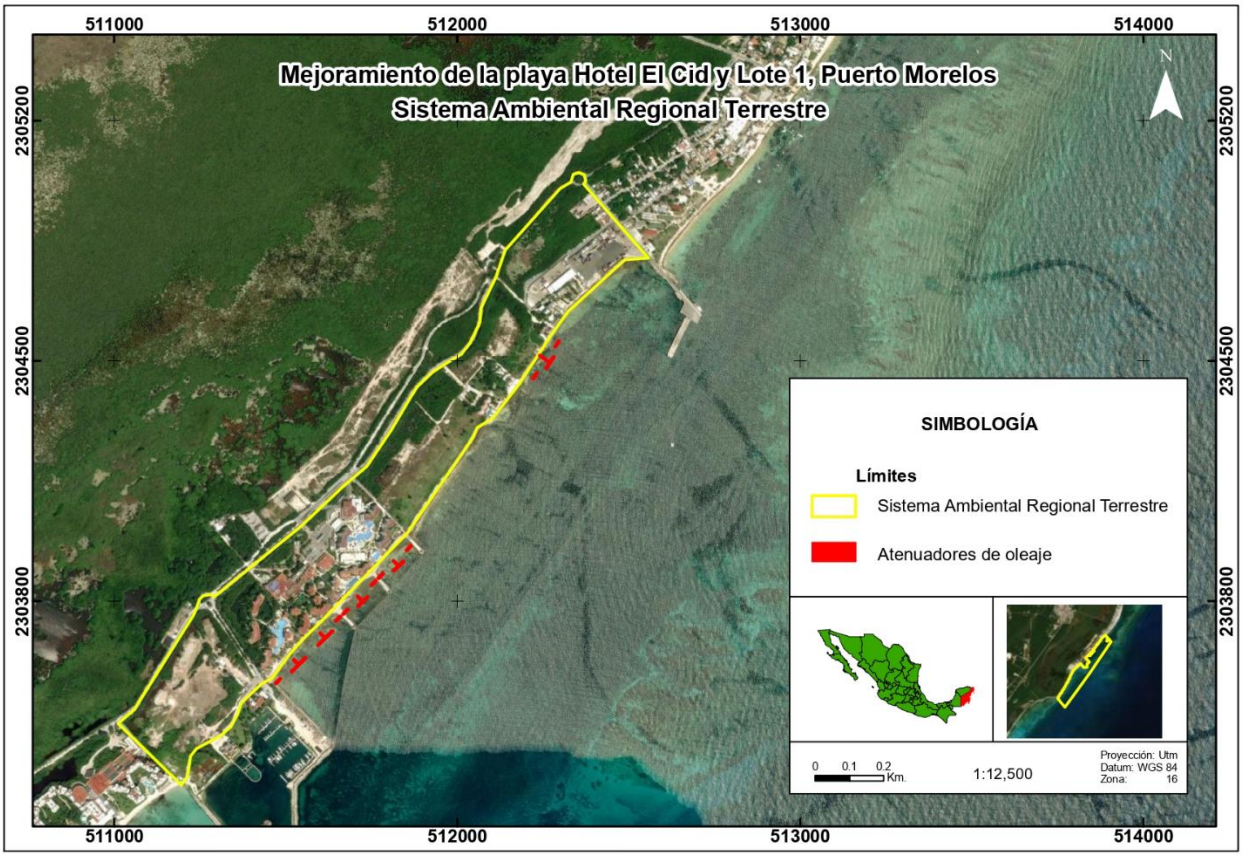


Figura IV - 5. Sistema Ambiental Regional terrestre delimitado para el proyecto

El Sistema Ambiental Regional terrestre definido para el proyecto, representa un sistema afectado en gran medida por la presencia de vías de comunicación terrestre e infraestructura turística, en donde los componentes bióticos (flora y fauna) en su interior, como ya se ha mencionado, puede estar influenciado por dichas actividades humanas.

IV.2. Caracterización y análisis del sistema ambiental regional (SAR).

IV.2.1 SAR MARINO

En las costas del Estado de Quintana Roo existe una intensa dinámica costera. Las playas por ser resultado de la acumulación de material no consolidado en zonas litorales, están sujetas a la incidencia del oleaje, las corrientes, los vientos y las mareas; otros elementos de influencia son los procesos bióticos, las fluctuaciones climáticas (paso de tormentas y

huracanes), los cambios en el nivel medio del mar, la actividad turística presente en el área, así como la presencia de obras habilitadas en las inmediaciones.

Al frente del hotel Marina El Cid y Lote 1 hay gran cantidad de arena, pero ésta no se acumula sobre la playa de interés debido a que está “encajonada” entre dos estructuras monumentales tipo muelle, perpendiculares a la costa que son el Muelle fiscal y la Marina El Cid, que fueron construidos por terceros antes de 1988. Estas estructuras interrumpen el transporte natural de arena y contribuyen a la pérdida en general de la calidad de la playa. Este fenómeno se intensifica durante la temporada de Nortes (eventos con oleaje de alta energía) y/o huracanes, ya que se maximiza el transporte transversal hacia el mar, generando la pérdida del sedimento de la playa y dejando poco material disponible para ser transportado.

Al frente del Hotel y del Lote 1 se extiende el canal de navegación usado por las embarcaciones que atracan en el Muelle fiscal operado por la APIQROO; hacia el Este existen formaciones arrecifales (Neto´s y La Pared), que son parte del Área Natural Protegida Parque Nacional Arrecife de Puerto Morelos, estas formaciones atenúan el oleaje y generan condiciones de calma relativa, lo cual ocasiona que la arena que se desplaza hacia la zona costera, se acumule en la zona de disposición de sedimento aprovechable sin alcanzar la playa.

Estas condiciones se traducen en la erosión permanente de la playa y el afloramiento del sustrato rocoso a lo largo de la costa, provocando que las condiciones para el tránsito de bañistas y paseantes no sea de manera segura, pues el acceso es difícil y también peligroso.

Dado que la playa colindante al Hotel y al Lote 1 presenta una pérdida de playa evidente (lo que se traduce en la disminución de hábitat natural), surge la necesidad de efectuar acciones enfocadas a la recuperación, mejoramiento y mantenimiento de la playa, propósito de las obras y acciones de la presente manifestación.

La valoración realizada a este proyecto le proporciona interés y validez ya que las tareas consideradas para su consumación se dirigen positivamente hacia la restauración de un espacio que se ha erosionado y degradado con el tiempo a causa de la presencia de obras marítimas vecinas que han proporcionado una situación de “cajón” en el cual se ha modificado negativamente el transporte litoral, lo que a su vez ha propiciado la pérdida de arena con lo que ha aflorado la planicie de laja calcárea con poca pendiente y protuberancias punzocortantes. Estos atributos restan calidad ambiental al sitio y obstaculizan la realización de actividades recreativas asociadas al uso turístico de sol y playa de los terrenos ubicados frente a esta costa.

Derivado de las condiciones anteriores, el planteamiento aquí expuesto implica que la arena obtenida de la zona de disposición de sedimento aprovechable sea vertida en la zona federal marítimo terrestre a efecto de cubrir la superficie rocosa.

Las acciones requeridas para la consecución de este proyecto consisten en la captura del material, transporte y vertido de arena en zona federal marítimo terrestre, instalación de estructuras retenedoras y conformación de la playa, manipulando la descarga de arena de forma manual.

Se estima que la propuesta analizada es congruente con el sitio en el que se pretende desarrollar en función de que las acciones favorecerán la seguridad de las operaciones náuticas que actualmente ocurren en el puerto, beneficiarán a actividades recreativas de sol y playa y no implican modificaciones a la dinámica física del territorio intervenido.

Las actividades indicadas se han valorado como sinérgicas positivas ya que la combinación de las acciones provocará un efecto superior a la suma de los efectos individuales, esto en virtud de que la arena que se extraiga, al ser vertida y conformada en la zona costera erosionada reactivará el uso turístico de sol y playa a la vez que las instalaciones geotextiles permitirán la retención de sedimentos. Paisajísticamente el impacto se minimiza por la instalación de estructuras de madera que cubren por completo los tubos geotextiles y logran vistas concordantes con el entorno náutico del área.

En este contexto, el proceso de planeación ambiental del área marina corresponde a un espacio qué se degrada a causa del proceso erosivo y que, por ende, pierde atributos escénicos clave como vistas, espacios abiertos, áreas recreativas y seguridad para el turista. El sitio delimitado para este estudio requiere de la intervención en virtud de la situación que propician impactos ambientales negativos sinérgicos causados a este espacio receptor que soporta, pasivamente, dos grandes proyectos.

IV.2.2 SAR TERRESTRE

Se identifican y describen las tendencias de desarrollo o de deterioro que registra el SAR terrestre del proyecto, y que pudieran haber incidido de manera determinante en la calidad ambiental que registra actualmente. Los resultados de este análisis permiten, determinar el estado "cero" o "sin proyecto" del SAR terrestre, que, junto con la caracterización de los componentes abiótico, biótico (obtenida mediante muestreo en campo) y socioeconómico, así como con la comparación de publicaciones científicas recientes, facilita el pronóstico de los impactos en el SAR terrestre por el desarrollo del proyecto. A continuación, se describe la evolución de la zona urbanizada de Quintana Roo, Puerto Morelos, y los asentamientos humanos que dieron origen a la zona turística a la cual forma parte el SAR terrestre.

A mediados de los 70´s del siglo pasado, el estado de Quintana Roo contaba con espacios prácticamente vírgenes o eminentemente rurales (Carrascal 1975), con vegetación selvática (i.e., selva baja, mediana y alta subperennifolia, así como selva mediana caducifolia) y acuática (tular y manglar) en buen estado de conservación (Balduzzi y Tomaseli 1979). Esta vegetación representa una unidad biofísica compleja (Bassols 1991), que ofrece servicios ambientales de soporte (e.g., fotosíntesis, producción primaria, ciclo de nutrientes, mantenimiento de la biodiversidad, así como formación, restauración y conservación de suelos), regulación (e.g., climática, calidad del aire, amortiguación del ruido, generación de oxígeno, secuestro y almacenamiento de carbono, control de erosión, mantenimiento de la fertilidad del suelo, fijación de nitrógeno, captura de contaminantes, respuesta a eventos naturales extremos, ciclo del agua, calidad y cantidad de agua), culturales (e.g., estético, inspiración, recreación, turismo) y de provisión (e.g., materia prima, medicina, combustible, recurso ornamental). Asimismo, la fauna (e.g., crustáceos, peces, anfibios, reptiles, aves y

mamíferos) que alberga la vegetación, también ofrece servicios ambientales de regulación (e.g. dispersión de semillas, polinización, control de plagas), culturales (inspiración, recreación, turismo), soporte (e.g., producción secundaria, ciclo de nutrientes) y provisión (e.g., alimento, materia prima, medicina y recurso ornamental) (Morales 1992, 1995, Pérez y Carrascal 2000, MEA 2005, Balvanera et al. 2009). Además de la riqueza biológica y sus servicios ambientales, Quintana Roo mostró una gran riqueza cultural (por sus zonas arqueológicas y tradiciones aún vivas) y belleza paisajística (por su mar y playa) (Pérez y Carrascal 2000, Calmé et al. 2011, Pozo et al. 2011).

De esta manera, la riqueza biológica, cultural y escénica del estado de Quintana Roo, motivó que en el año de 1975 se estableciera Cancún, a través del proyecto de desarrollo turístico-urbano llevado a cabo por el Fondo Nacional de Fomento al Turismo (FONATUR). Durante su periodo de construcción (entre 1975 y 1980), diferentes grupos de población emigraron y se establecieron en la periferia del desarrollo turístico-urbano en espera de empleos remunerativos. Al mismo tiempo, el gran atractivo que ejerció Cancún, tanto en el ámbito nacional e internacional, produjo un aumento continuo de turistas (Pérez y Carrascal 2000). De tal forma que el crecimiento poblacional y el aumento constante de turistas, provocó la necesidad de habilitar mayor infraestructura turístico-urbana (escuelas públicas y privadas, servicios de salud, espacios para la recreación), desarrollos agrícolas y ganaderos, así como vías de acceso a las zonas de atracción turística (Pérez y Carrascal 2000, Pozo et al. 2011). Esto a su vez, trajo consecuencias negativas a corto, mediano y largo plazo, como la pérdida de la vegetación original para el establecimiento de la infraestructura urbano-turística, así como l aprovechamiento no sustentable de las zonas forestales maderables y su conversión en actividades agropecuarias; la introducción, sin vigilancia de especies exóticas, el comercio ilegal de especies silvestres, incendios forestales derivados de quemas agrícolas mal controladas o provocadas intencionalmente, sobreexplotación pesquera, la erosión y pérdida de suelo, la sobreexplotación y contaminación de mantos freáticos, la contaminación con agroquímicos y residuos sólidos, así como la pérdida o reducción de servicios ambientales (Calmé et al. 2011, Pozo et al. 2011).

Por lo tanto, el crecimiento poblacional y actividad turística rebasaron los límites de Cancún, alcanzando un área de influencia cada vez mayor (Pérez y Carrascal 2000). Por ejemplo, la localidad costera de Puerto Morelos, que está a tan solo 30 km de Cancún. A principios del siglo XX, esta localidad era conocida con el nombre de Punta Corcho, y constituía el principal puerto de exportación de productos extraídos de la selva, como la savia del árbol chicozapote, cuya extracción se realizó con apoyo de migrantes de Veracruz (ILPM 2018). Posteriormente (i.e., 26 de febrero de 1936), por resolución presidencial se fundó la localidad de Puerto Morelos, contando con casas de madera, un faro, un muelle, una sola calle paralela a la costa y un almacén (INFDM 2018). Merece mencionar, que esta localidad ha estado bajo la administración política de diferentes municipios (Isla Mujeres, Cozumel y Benito Juárez) y actualmente, forma parte del municipio de Puerto Morelos, creado el 6 de enero de 2016 (INFDM 2018). Cabe recordar, que este municipio es donde se localiza el Sistema Ambiental Regional (SAR) terrestre del proyecto. Volviendo al tema sobre las tendencias de desarrollo de esta localidad, a partir de 1950 se extrajeron maderas duras como el chechén, cuyo destino fue la construcción y mantenimiento de vías férreas. En los años 80´s del siglo pasado, la producción chiclera disminuyó drásticamente en la zona debido a la introducción de productos

sintéticos en el mercado mundial, y a factores naturales como incendios forestales y huracanes (e.g., huracán Gilberto). No obstante, Puerto Morelos continuó como puerto de pescadores hasta la construcción de los primeros hoteles frente al mar a finales de los años 80´s, iniciando con ello, su vocación turística (ILPM 2018, Pérez y Carrascal 2000).

En su fundación, es decir, en 1936 la localidad de Puerto Morelos contaba con 51 habitantes (INFDM 2018). No fue sino hasta 1980, cuando el INEGI comenzó a reportar datos poblacionales sobre esta localidad en específico (INEGI 1990, 1995, 2000). Para el año 2005, la localidad de Joaquín Zetina Gasca se fusionó con la localidad de Puerto Morelos, por lo que la población de ambas localidades se unió para formar una sola.

De acuerdo con la carta de Uso de Suelo y Vegetación Serie II continuo nacional (INEGI, 1993), previo al establecimiento del desarrollo urbano-turístico de la región, el actual municipio de Puerto Morelos contaba con cuatro tipos de vegetación, siendo la de mayor superficie la selva seguida en extensión por el manglar, pastizal y el uso urbano construido.

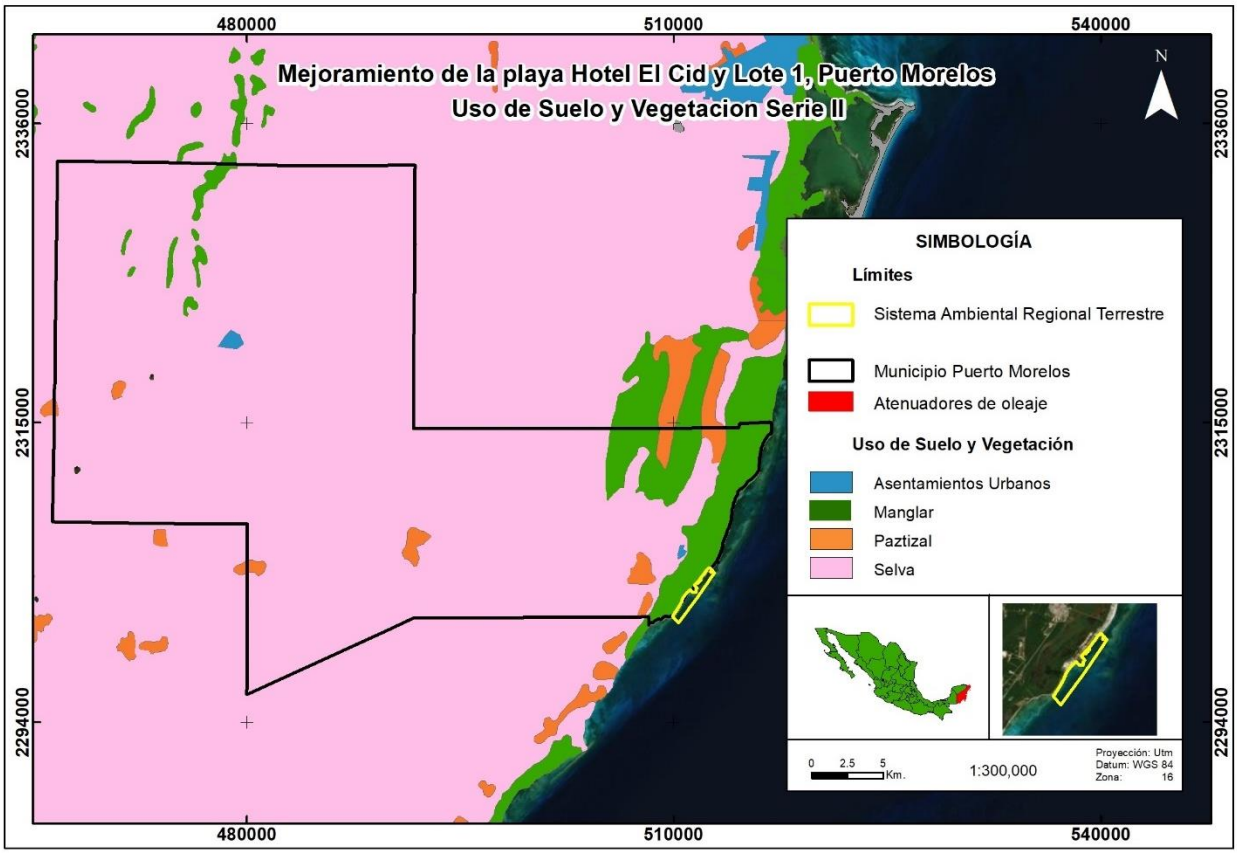


Figura IV - 6. Uso de suelo y vegetación del municipio de Puerto Morelos en la década de los 90´s del siglo pasado. (INEGI)

Según la carta de Uso de Suelo y Vegetación, Serie VII (INEGI 2018), para el año 2016 se tienen identificados 10 usos de suelo y vegetación en el municipio de Puerto Morelos, los cuales son: agricultura de temporal anual, manglar, pastizal cultivado, selva mediana subperennifolia, tular, urbano construido, vegetación secundaria arbustiva de selva mediana subperennifolia, vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia, vegetación

secundaria arbustiva de selva baja espinosa subperennifolia y área desprovista de vegetación. La localidad de Puerto Morelos ocupa un uso de suelo de urbano construido.

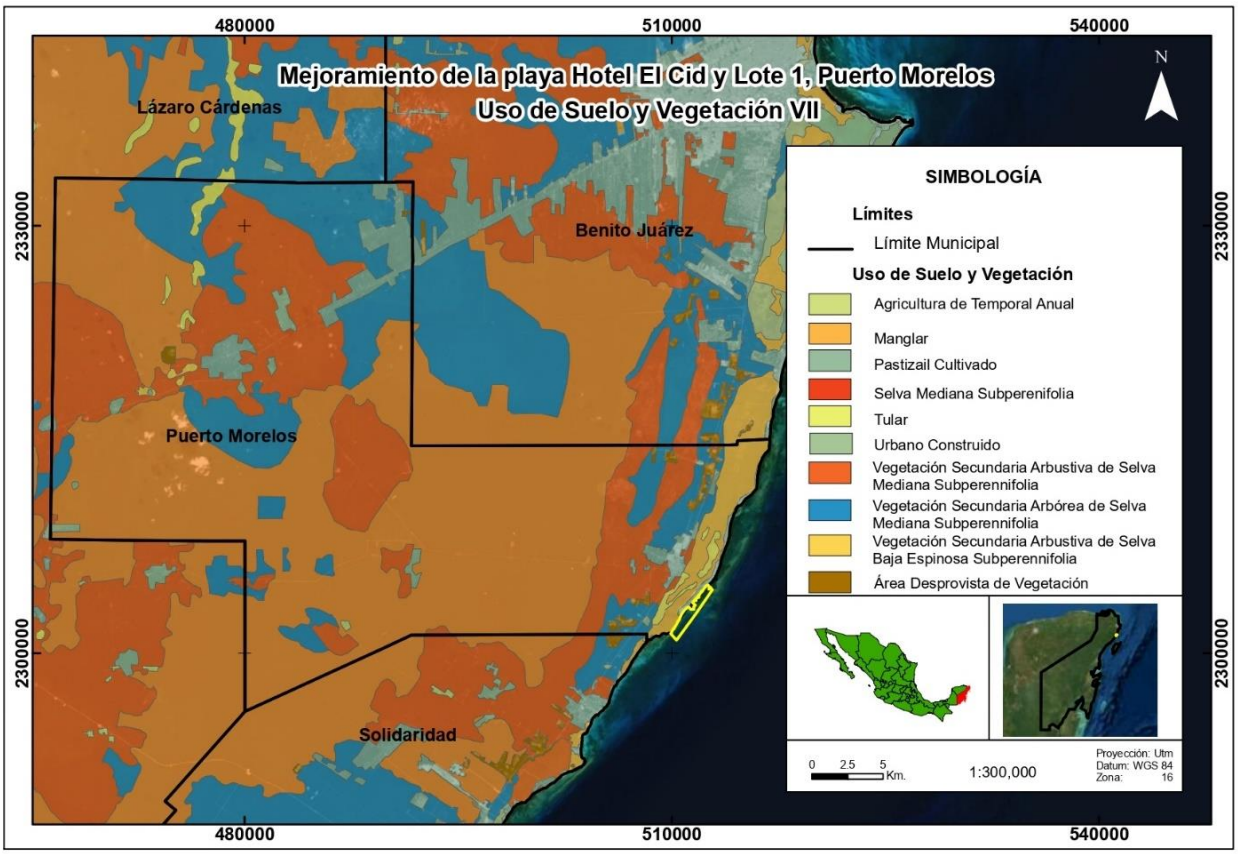


Figura IV - 7. Uso de suelo y vegetación, Serie VII, en el municipio de Puerto Morelos. (INEGI 2018).

Contrastando la información sobre el uso de suelo y vegetación, antes de la década de los 90´s del siglo pasado, el municipio de Puerto Morelos contaba con vegetación primaria, mientras que posterior al establecimiento del desarrollo-turístico urbano e incremento demográfico en la región, aunque aún se conserva vegetación primaria como selva baja caducifolia, selva mediana subperennifolia, manglar y tular), ya se tiene un uso de suelo de agricultura de temporal anual, así como diferentes tipos de pastizales y vegetación secundaria (INEGI 2018). La vegetación secundaria es producto de un proceso de sucesión de la vegetación natural que se origina luego de la intervención o por la destrucción de la vegetación primaria. La vegetación secundaria se desarrolla en zonas desmontadas para diferentes usos y en áreas agrícolas abandonadas (SIAT- AC 2015). De esta manera, en el municipio de Puerto Morelos se observa una tendencia de deterioro ambiental en las últimas cuatro décadas. Los eventos naturales como el paso del huracán Wilma en 2005, así como el reemplazo de la cubierta vegetal primaria por la habilitación de infraestructura urbano-turística, la trama urbana, vías de acceso, zonas agrícolas, pastizales y vegetación secundaria producen una pérdida o disminución de los servicios ambientales que originalmente ofrecía, afectando también a las diferentes formas de vida asociadas a ella.

Así que, en atención a la sustentabilidad, al momento de llevar a cabo futuros desarrollos turísticos, se debe considerar la vocación natural del suelo, con el fin de llevar a

cabo un verdadero ordenamiento territorial y evitar el deterioro irreversible del medio físico (Pérez y Carrascal 2000). Por ello, en Quintana Roo se fomentaron los ordenamientos territoriales y los planes de desarrollo, con el fin de mantener el desarrollo económico y de la importancia de preservar la riqueza biológica. Por consiguiente, el Gobierno del Estado de Quintana Roo (2005-2011) a través de la Secretaría de Desarrollo Urbano y Medio Ambiente (SEDUMA) suscribió la Declaración de Mérida, en marzo de 2006, mediante la cual la Región Sur–Sureste (Campeche, Chiapas, Oaxaca, Quintana Roo y Yucatán) se compromete a la elaboración de sus estudios y estrategias estatales (Pozo et al. 2011), como Programas de Ordenamiento Ecológico, regionales y locales. Dentro de estos últimos, para el municipio donde se localiza el SAR terrestre del proyecto, se decretó el Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Benito Juárez (POELMBJ), publicado el 27 de febrero de 2014 y el Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población Puerto Morelos 2020-2030, Municipio de Puerto Morelos, Quintana Roo (PDUCPPM), publicado el 05 de marzo de 2021. Estos programas han sido decisivos para continuar con el desarrollo de la localidad de Puerto Morelos en la cual está incluido el SAR terrestre del proyecto), ya que dicha localidad tiene una política ambiental de aprovechamiento sustentable (UGA 28, POELMBJ), con vocación Turístico Hotelero densidad media (50 cuartos/Ha o 20 viviendas/Ha).

En este sentido, de acuerdo con la carta de Uso de Suelo y Vegetación Serie II continuo nacional (INEGI, 1993), antes de la década de los 90´s del siglo XX, el SAR terrestre del proyecto contaba exclusivamente con vegetación de manglar. En el año de 1984 se efectúa la construcción de la Administración Portuaria Integral (API) de Puerto Morelos ubicado al norte del SAR terrestre del proyecto. La API fue la única construcción que existió en el SAR terrestre durante las décadas de los 80´s y 90´s del siglo pasado. Para el año 2000, al norte del SAR terrestre ya se observa el polígono de la Secretaría de Marina frente a la API, así como la apertura del camino de acceso hacia el Muelle de Cubos al sur del SAR terrestre. Además, al inicio del presente siglo, inicia la construcción del Hotel y la Marina El Cid, se tiene la ampliación de la avenida Niños Héroes hacia el sur del SAR terrestre del proyecto. Posteriormente, al norte del SAR terrestre se presenta la construcción y habilitación de los hoteles Caribbean Reef Villas, Rancho Sak-Ol y Hotel Palma Real (entre los años 2006 y 2014), así como de instalaciones privadas (“El Encanto”, año 2015). De acuerdo con el avance turístico ocurrido hasta el momento, el SAR terrestre del proyecto, actualmente se ubica al interior de un uso de suelo con asentamientos humanos, de acuerdo con la carta de uso de suelo y vegetación, Serie VII (INEGI 2018).

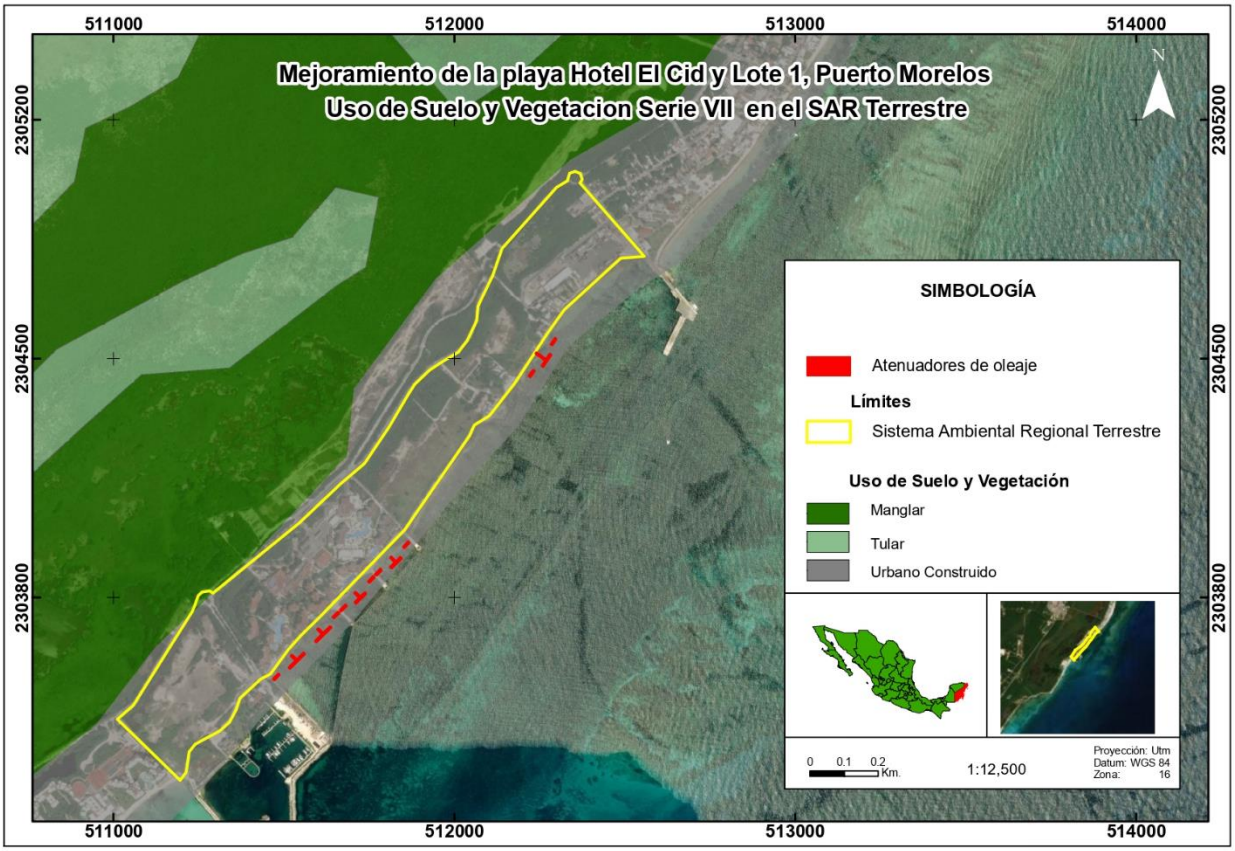


Figura IV - 8. Uso de suelo y vegetación en el Sistema Ambiental Regional terrestre del proyecto

A través de este análisis retrospectivo, es evidente una tendencia de deterioro ambiental en el SAR terrestre del proyecto, ya que parte de su vegetación original (i.e., manglar de acuerdo con Balduzzi y Tomaseli 1979) fue erosionada (por eventos naturales como el huracán Wilma en 2005) y reemplazada por infraestructura terrestre y caminos de acceso (i.e., asentamientos humanos de acuerdo con INEGI 2017), los cuales aumentaron de manera acelerada en la primer década del siglo XXI, produciendo una perdida y fragmentación de la misma, y por lo tanto, actualmente el SAR terrestre tiene una menor calidad ambiental comparada con la que se tenía hace cuatro décadas. La calidad ambiental del SAR terrestre se ve reflejada por la presencia de especies exóticas (e.g., plantas de ornato en los hoteles), pérdida de cobertura vegetal y suelo, así como contaminación con residuos sólidos. Esto conlleva a la reducción o pérdida de algunos de los servicios ambientales, como: el mantenimiento de la biodiversidad (flora y fauna); la formación, restauración y conservación de suelos; amortiguación de ruido, control de la erosión, respuesta a eventos naturales extremos o reducción de la belleza paisajística. Finalmente, se espera que la calidad ambiental del SAR terrestre continúe disminuyendo, debido a que son terrenos destinados a contener una zona turística conforme a los Programas de Ordenamiento Ecológico y de Desarrollo Urbano que regulan el uso de suelo del sitio.

A continuación, se describen las características abióticas y bióticas que se presentan en el SAR y área de influencia, para analizar los efectos del proyecto en el medio ambiente a nivel regional y local.

IV.3. Caracterización y análisis retrospectivo de la calidad ambiental del SAR.

IV.3.1 Medio abiótico.

IV.3.1.1 Clima y fenómenos meteorológicos

IV.3.1.1.1 Temperatura

Con el propósito de caracterizar las condiciones climáticas en el sistema ambiental regional, se recurrió a la base de datos de la página web oficial del Servicio Meteorológico Nacional (SMN) de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) respecto de la estación climatológica 23019 Puerto Morelos, la cual se encuentra próxima al Sistema Ambiental Regional (SAR) (SMN 2020). De acuerdo con los datos obtenidos, en el SAR terrestre los meses más calurosos van de mayo a septiembre, siendo el mes de mayo el que presenta la temperatura más alta alcanzando hasta 41.5°C.

Asimismo, los meses que pueden presentar las temperaturas más bajas van de diciembre a febrero, siendo el mes de junio el que presenta la temperatura más baja disminuyendo hasta 2°C.

SEMARNAT
SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES

CONAGUA
COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA

ESTACIONES CLIMATOLÓGICAS

Estacion	23019
NOMBRE	PUERTO MORELOS
ESTADO	QUINTANA ROO

	Temp Min (°C)			
Mes	Mín.	Prom.	Máx.	Desv. Est.
ENE	5.0	18.4	28.5	4.3
FEB	6.0	18.2	26.0	4.6
MAR	8.0	20.0	27.0	4.5
ABR	9.0	22.2	27.0	3.6
MAY	12.0	23.3	30.0	3.0
JUN	2.0	23.7	29.0	2.8
JUL	17.0	23.8	29.0	2.7
AGO	12.0	23.3	32.0	2.7
SEP	17.0	23.3	28.5	2.5
OCT	12.0	21.9	29.0	2.8
NOV	10.0	20.4	28.0	3.2
DIC	9.0	18.9	27.0	4.1
Total general	**2.0**	**21.5**	**32.0**	**4.0**

Estacion	23019
NOMBRE	PUERTO MORELOS
ESTADO	QUINTANA ROO

	Temp Max (°C)			
Mes	Mín.	Prom.	Máx.	Desv. Est.
ENE	20.0	28.2	34.5	2.5
FEB	18.0	28.5	36.5	2.7
MAR	18.0	29.7	38.0	2.8
ABR	23.0	31.2	39.5	2.5
MAY	25.0	32.3	41.5	2.9
JUN	24.0	32.4	40.5	2.3
JUL	25.0	33.0	39.0	2.1
AGO	27.0	33.3	41.0	2.2
SEP	24.0	32.3	41.0	2.4
OCT	20.0	31.2	39.0	2.2
NOV	20.0	29.7	38.0	2.3
DIC	18.0	28.4	35.0	2.4
Total general	**18.0**	**30.9**	**41.5**	**3.0**

Fuente: https://smn.conagua.gob.mx/tools/RESOURCES/Estadistica/23019.pdf

Por otro lado, la temperatura media normal más baja se presenta en el mes de enero, con una temperatura de 23.3°C, para posteriormente observarse un aumento gradual teniendo su cúspide en el mes de julio siendo éste el más caluroso con 28.4°C promedio, para posteriormente ir disminuyendo gradualmente.

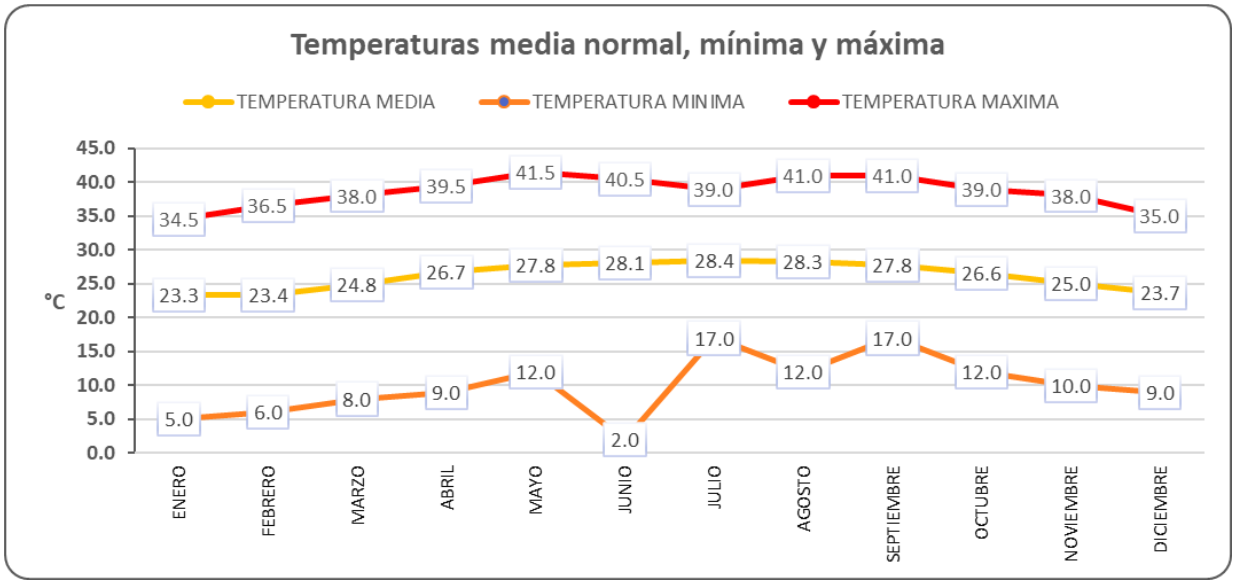


Figura IV - 9. Registros de la temperatura mínima, media normal y máxima por mes en la estación meteorológica de 23019 Puerto Morelos
(Fuente: https://smn.conagua.gob.mx/tools/RESOURCES/Estadistica/23019.pdf).

IV.3.1.1.2 Precipitación

Por otro lado, la precipitación normal anual es de 1222.0 mm, siendo el mes de septiembre el que mayor cantidad de precipitación recibe, contrario a los meses de febrero, marzo y abril, los cuales son los que menos precipitación presentan.

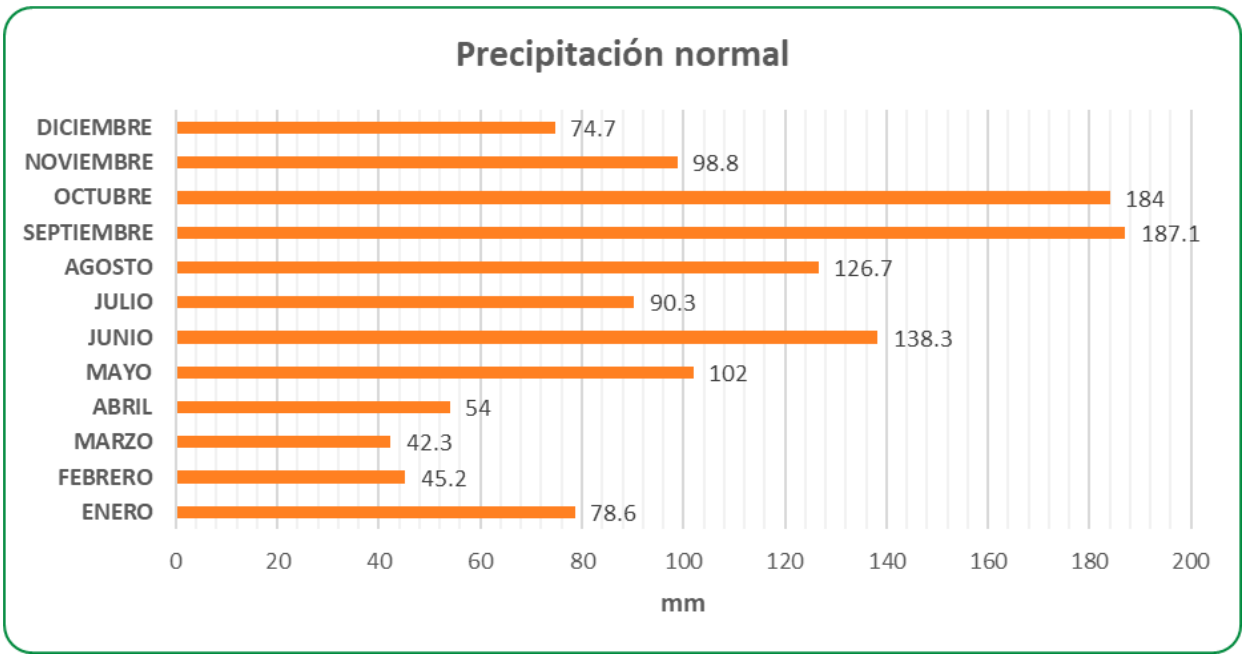


Figura IV - 10. Registros de la precipitación normal en la estación meteorológica de 23019 Puerto Morelos.
(Fuente: https://smn.conagua.gob.mx/es/informacion-climatologica-por-estado?estado=qroo).

Con la información de las estaciones meteorológicas se identificaron un tipo de clima presente en el Sistema Ambiental Regional (SAR) terrestre del proyecto, el cual es: Awo(x').

IV.3.1.1.3 Tipo de clima

Awo(x') (cálido subhúmedo)

Este tipo de clima es cálido subhúmedo con lluvias en verano y humedad baja que se caracteriza por que la temperatura media anual es mayor de 22°C y la temperatura del mes más frio es mayor de los 18°C. La precipitación del mes más seco es menor de 60 mm; las lluvias de verano indican un índice de precipitación entre temperatura (P/T) menor de 43.2, y el porcentaje de lluvia invernal varía de 5% a 10.2% del total anual. Este tipo de clima es el menos húmedo de los climas cálidos subhúmedos (García 1998).

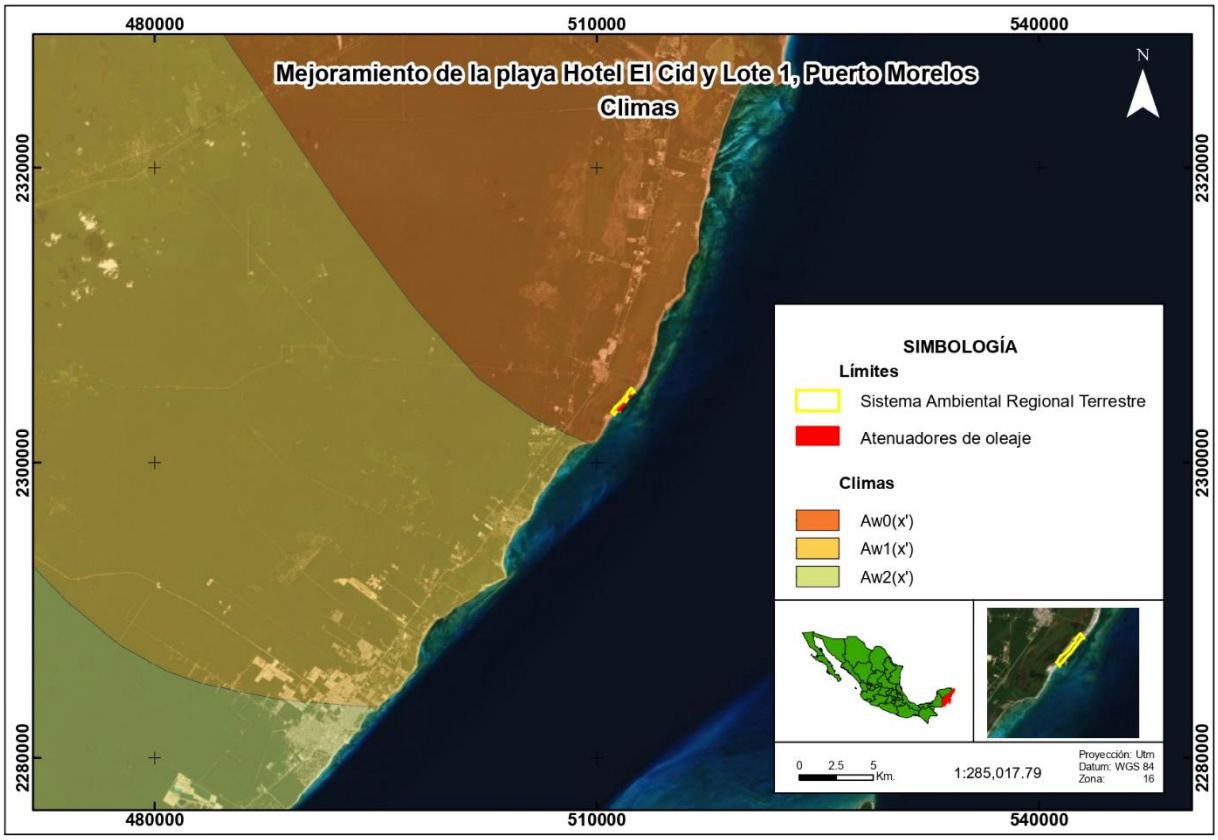


Figura IV - 11. Clima del Sistema Ambiental Regional (SAR) terrestre del proyecto.

Viento. Durante la mayor parte del tiempo el área se encuentra bajo la influencia de las masas de aire marítimo tropical que invaden la península, transportadas por los vientos alisios con velocidades promedio de 5 m/s y son interrumpidos por "nortes".

Nortes. Son masas de aire continental polar generalmente acompañados de lluvias con intensidad variable, normalmente se presentan de octubre a mayo, que alcanzan velocidades de 20 m/s (72 km/hr). Estos fenómenos hacen que la temperatura descienda y generalmente son acompañados de lluvias de intensidad variable pero inferiores a las lluvias de verano.

Fenómenos meteorológicos

Los principales fenómenos meteorológicos que afectan año tras año a la Península de Yucatán están relacionados con la época: en el verano e invierno se observan los nortes o frentes fríos; y en los meses de abril y mayo se presenta un período relativamente seco. A partir del mes de mayo y hasta octubre, la situación meteorológica en la entidad se ve fuertemente influenciada por la presencia de ondas tropicales cuyo potencial de humedad es importante, se presenta entonces la temporada de anual de lluvias, que son del tipo tropical (CONAGUA 2015).

IV.3.1.1.4 Ciclones tropicales.

Los eventos ciclónicos, son perturbaciones atmosféricas que se manifiestan como tempestades violentas giratorias alrededor de un centro de baja presión, en sentido contrario a las manecillas del reloj en el hemisferio norte. Se originan en mares cálidos y por su gran potencia están considerados entre los fenómenos naturales que mayor destrucción causan. La trayectoria que siguen, en general, es hacia el oeste, para después continuar al oeste-noroeste y recurvar al norte y noreste (INEGI 2004).

Los ciclones tropicales que ocurren en las costas de Quintana Roo, se originan en la Región del Mar Caribe y en la Región Oriental del Océano Atlántico, de la zona de las islas de Cabo Verde, cerca de la costa occidental de África. La gran magnitud y violencia de los huracanes se deben a que – si encuentran condiciones propicias en su largo recorrido – tienen mucho tiempo para crecer y vigorizarse, y parte de este proceso ocurre durante su tránsito sobre el Caribe (Morales 2004). En nuestro país, Quintana Roo ocupa el tercer lugar en incidencia de huracanes, después de Baja California Sur y Sinaloa. En el Sistema Ambiental Regional del proyecto las depresiones tropicales y ciclones se manifiestan durante los meses de junio a octubre. Según datos de la Comisión Nacional del Agua (Conagua), 36 ciclones tropicales afectaron al estado de Quintana Roo entre 1970 y 2021. Los huracanes de mayor magnitud fueron Janet (1955), Hallie (1966), Dorothy (1970), Carmen (1974), Eloise (1975), Gilberto (1988), Wilma en 2005, Dean (2007), Delta (2020), Zeta (2020) y Grace (2021), reportaron los daños materiales más cuantiosos de los que se tenga memoria (SMN 2022).

A continuación, se muestra una lista de sistemas tropicales que se presentaron en el estado de Quintana Roo (SMN 2021) y que afectaron en alguna medida el área de SAR.

Tabla IV - 1. Sistemas tropicales por año, punto de entrada, categoría de entrada, presión y vientos máximos.
Fuente: SMN (2021), CENAPRED, CONAGUA, SEMARNAT (2021).

No.	Nombre	Año	Punto de entrada	Categoría de entrada	Periodo	Día de impacto	Presión (hPa)	Vientos Sostenidos (km)
1	Hermine	1980	Belice	Tormenta Tropical	20-26 sep	22 sep (24 sep)	994	60
2	Gilbert	1988	Cozumel	H5	08-20 sept	16 sept	892	145
3	Keith	1988	Cancún	Tormenta Tropical	17-24 nov	21 de nov	993	60

No.	Nombre	Año	Punto de entrada	Categoría de entrada	Periodo	Día de impacto	Presión (hPa)	Vientos Sostenidos (km)
4	Diana	1990	Sian Ka'An RB	Tormenta Tropical	04-08 ago	05 ago	1000	45
5	Claudette	1993	Puerto Morelos	Tormenta Tropical	12-14jul	08-17 jul	1009	50
6	Gert	1993	Belice	Tormenta Tropical	14-21 sep	18 sep	1000	35
7	Opal	1995	Sian Ka'An RB	Depresión Tropical	27 sep-2 oct	27 sep	1004	25
8	Roxanne	1995	Tulum	H3	08-20 oct	10 oct	958	100
9	Dolly	1996	Sian Ka'An RB	Tormenta Tropical	19-24 ago	27 sep	999	65
10	Mitch	1998	Honduras	H5	21 oct-5 nov	01 nov	922	135
11	Katrina	1999	Chetumal	Depresión Tropical	28 oct-01 nov	01 nov	1008	25
12	Gordon	2000	Akumal	Depresión Tropical	14-18 sep	14 sep	1007	25
13	Keith	2000	Belice	Tormenta Tropical	28 sept- 06 oct	14 sep	989	60
14	Chantal	2001	Belice	Tormenta Tropical	15-22 ago	21 ago	1000	60
15	Isidore	2002	Telchac, Yuc	H3	14-26 sep	22 sep	935	110
16	Larry	2003	Tulum	Tormenta Tropical	01-6 oct	05 oct	1007	20
17	Bill	2003	Balam Kaax ANP	Depresión Tropical	29 Jun-01 Jul	30 jun	997	95
18	Cindy	2005	Banco Chinchorro	Depresión Tropical	03-06 jul	04 jul	1007	30
19	Emily	2005	Playa del Carmen	H5	10-21 jul	18 jul	955	115
20	Stan	2005	Sian Ka'An RB	Tormenta Tropical	01-05 oct	02 oct	1003	35
21	Wilma	2005	Playa del Carmen	H4	15-25 oct	t02 oct	926	120
22	Dean	2007	Mahahual	H5	13-23 ago	21 ago	907	150
23	Olga	2007	Cancún	Depresión Tropical	10-13 dic	11 dic	1006	30
24	Dolly	2008	Playa del Carmen	Tormenta Tropical	20-25 jul	21 jul	1007	45

No.	Nombre	Año	Punto de entrada	Categoría de entrada	Periodo	Día de impacto	Presión (hPa)	Vientos Sostenidos (km)
25	Matthew	2010	Belice	Depresión tropical	23-26 sep	25 sept	1003	75
26	Richard	2010	Belice	Tormenta tropical	20-26oct	25 oct	981	150
27	Rina	2011	Playa del Carmen	Tormenta tropical	23 -28 oct	28 oct	966	95
28	Ernesto	2012	Majahual	Ciclón tropical	01-10 ago	07 ago	980	140
29	Colín	2016	Río Lagartos	Tormenta tropical	05-07 jun	05 jun	1003	85
30	Earl	2016	Belice	Tormenta tropical	02-06 ago	05 ago	981	130
31	Harvey	2017	Chetumal	Depresión tropical	17-25 ago	21 ago	976	55
32	Delta	2020	Puerto Morelos	H2	04-10 oct	07 oct	953	175
33	Gamma	2020	Tulum	TT	02-05 oct	03 oct	983	110
34	Cristóbal	2020	Campeche	TT	01-10 jun	03 jun	992	95
35	Zeta	2020	Cozumel	H1	24 -29 oct	26 oct	970	155
36	Grace	2021	Tulum	H1	13-21 ago	19 ago	986	130

Otro factor que influye la actividad ciclónica es la variabilidad inducida por El Niño en la temperatura (temperaturas oceánicas calientes) y su contraparte La Niña (temperaturas oceánicas frías; CONAGUA 2007).

IV.3.1.1.5 Huracanes (Ciclones tropicales)

A continuación, se muestra un mapa de México con las zonas de riesgo de ciclones tropicales y sus categorías por grado de peligrosidad. Quintana Roo, y, por lo tanto, el Sistema Ambiental Regional (SAR) terrestre del proyecto, los cuales se encuentran en el mar Caribe, considerada una zona de alto riesgo de huracanes, en donde los ciclones cuando llegan a su etapa mas intensa son conocidos como huracanes.

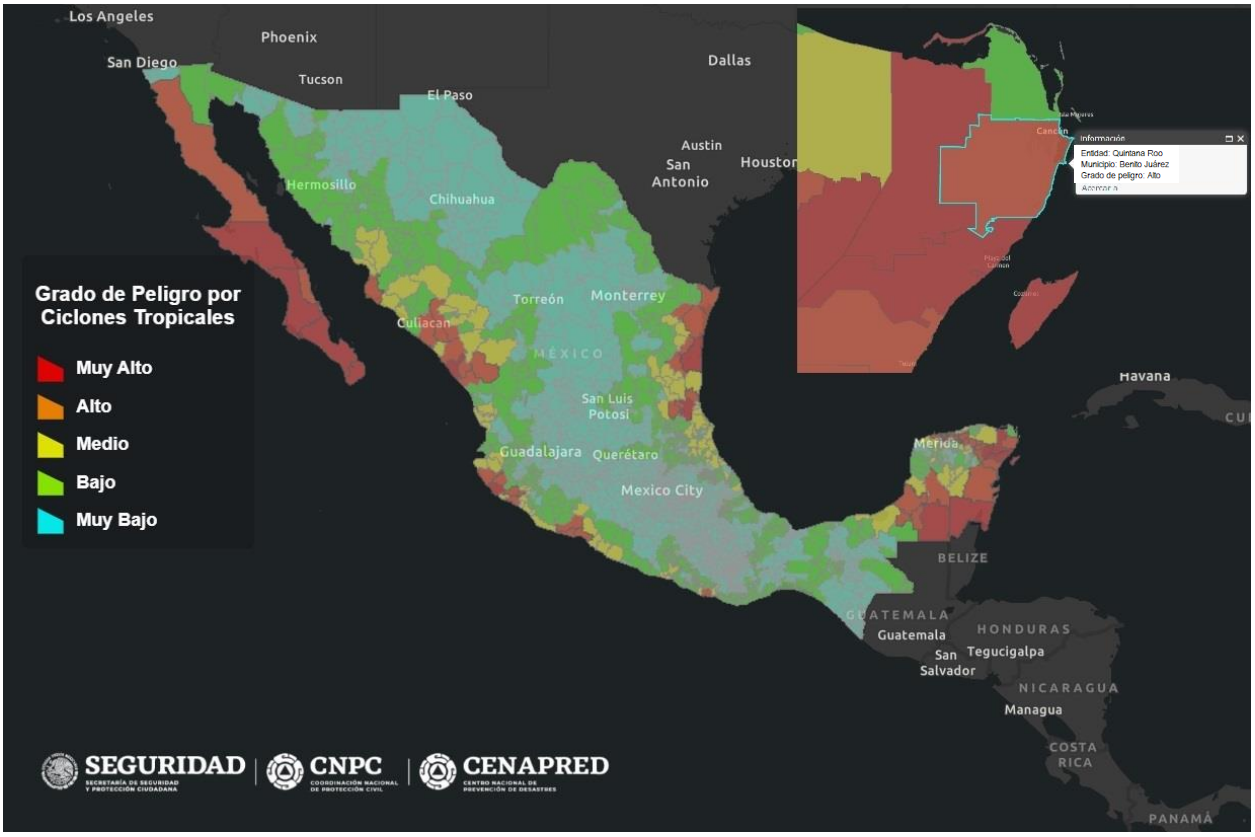


Figura IV - 12. Zonas de riesgo de huracanes.

La temporada de ciclones tropicales inicia en el mes de junio y finaliza en noviembre (Cenapred, 2019). Históricamente ningún ciclón tropical ha ocurrido en el mes de mayo, mientras que en el mes de agosto se nota un incremento en los ciclones tropicales, siendo septiembre el mes con mayor número de ciclones tropicales que afectan directamente las costas de la península de Yucatán, sitio donde se ubica el proyecto. En noviembre todavía existe una probabilidad de que se produzcan afectaciones por estos fenómenos (Rosengaus et al. 2014).

Esto sugiere que el Sistema Ambiental Regional (SAR) terrestre del proyecto, se encuentra expuesto a ciclones tropicales de mayor intensidad en el mes de septiembre.

En suma, la información anterior muestra que el Sistema Ambiental Regional (SAR) terrestre del proyecto, está en contacto directo con este tipo de fenómenos climatológicos. Por lo tanto, es susceptible a impactos de mayor o menor intensidad debido a que puede ser el punto de entrada de una tormenta, depresión o ciclón tropical al territorio nacional.

IV.3.1.1.6 Amenaza por inundaciones

El Reglamento para el Uso y Aprovechamiento del Mar Territorial, Vías Navegables, Playas, Zona Federal Marítimo Terrestre y Terrenos Ganados al Mar, en su artículo 4° define a la Zona Federal Marítimo Terrestre (ZOFEMAT) como un área que en un plano horizontal presenten un ángulo de inclinación de 30 grados o menos. Asimismo, cuando las costas carezcan de playas y presente formaciones rocosas o acantilados, la ZOFEMAT se determina

dentro de una faja de 20 metros contigua al litoral marino, únicamente cuando la inclinación en dicha faja sea de 30 grados o menor en forma continua.

El Sistema Ambiental Regional del proyecto, en su porción oeste, incluye parte de la playa frente a donde se ubicarán las obras de recuperación de playa. De acuerdo con CENAPRED (2016), dicha zona sería propensa a sufrir inundaciones, las cuales se producen por intrusión del mar durante las tormentas tropicales o sistemas ciclónicos que generan fuertes vientos y mareas de tormenta que hacen que el nivel del mar se aproxime a dichos sitios.

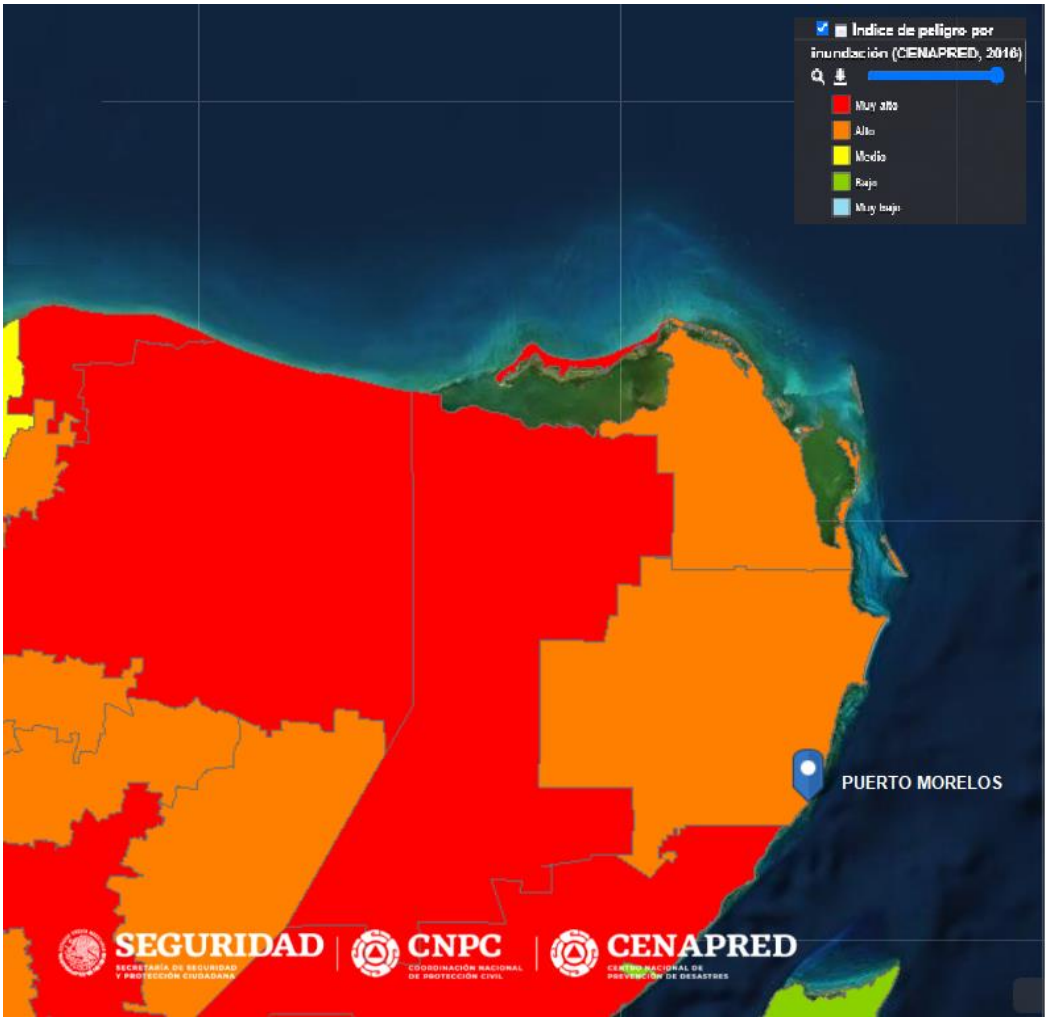


Figura IV - 13. Grado de riesgo por inundaciones por municipio, escala: 1:1000000.
Fuente: CENAPRED (2016).

IV.3.1.2 Geología y geomorfología

IV.3.1.2.1 Geología

IV.3.1.2.1.1 SAR MARINO

El Sistema Ambiental Regional marino (SAR) del proyecto se localiza en el Mar Caribe, el cual tuvo su origen durante el periodo Terciario, entre 65 y dos millones de años antes del

presente, como resultado de la deriva continental o desplazamiento de las placas de la corteza terrestre (Morales 2004). En este largo y lento proceso, las placas continentales de Norte y Sudamérica se fueron alejando del primitivo supercontinente de Pangea y así se formó el océano Atlántico. A la vez, se iban separando una de la otra, y en el espacio que dejaban se fue introduciendo un gran trozo rectangular de la placa del Pacífico, que finalmente se separó y se diferenció de ella para constituir lo que ahora es la placa del Caribe. Finalmente, los movimientos tectónicos llevaron al istmo centroamericano hasta el sitio que ahora ocupa, separando por completo al Atlántico del Pacífico en esa región, de tal forma que así nació el mar Caribe (Morales 2004).

IV.3.1.2.1.2 SAR TERRESTRE

El SAR terrestre del proyecto, se ubica en la zona costera constituida por calizas masivas de moluscos de color blanco a creme del Pleistoceno-Holoceno. Sus afloramientos conforman una banda más o menos amplia a lo largo de la costa, la cual registra un espesor estimado de 80 m y descansa sobre las calizas de la formación Carrillo Puerto del Mioceno Superior-Plioceno. En la siguiente figura, se puede observar que el Sistema Ambiental Regional terrestre del proyecto es parte de la Formación Caliza de moluscos (DURAN & MENDEZ, 2011).

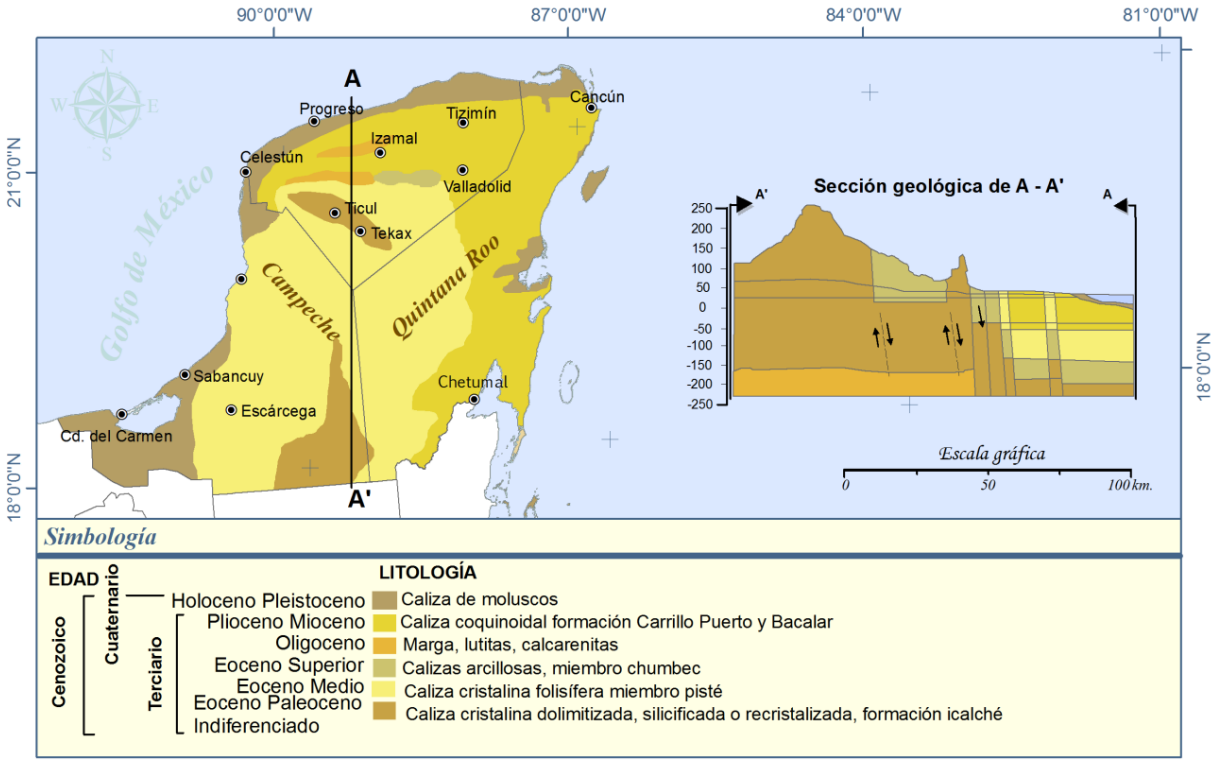


Figura IV - 14. Geología del Sistema Ambiental Regional terrestre del proyecto.
Fuente: (DURAN & MENDEZ, 2011).

La geología del SAR terrestre del proyecto se remonta a la era Cenozoica, formándose en el periodo Cuaternario, durante la época del Holoceno (SGM 2022). Asimismo, el SAR terrestre contiene rocas sedimentarias de material calizo coquinoide, que se depositaron en

cordones litorales, como se puede apreciar en la siguiente figura. Las rocas calizas coiquinoides, están formadas predominantemente de partículas de carbonato de calcio (CaCO3), con un tamaño de grano que va de los 0.063 a 2 mm. Se originan a partir de la precipitación primaria, por secreción biogénica (fragmentos de corales, conchas y moluscos), como restos fragmentados de esqueletos de carbonato, y por erosión de rocas de carbonato preexistentes.

Estos cordones litorales se presentan más acentuados en la parte noroeste, con dirección suroeste, de manera perpendicular a la costa, que se han formado por la influencia de la marea, que ha depositado sedimentos carbonatados, en los distintos procesos de emersión e inundación de la Península de Yucatán.

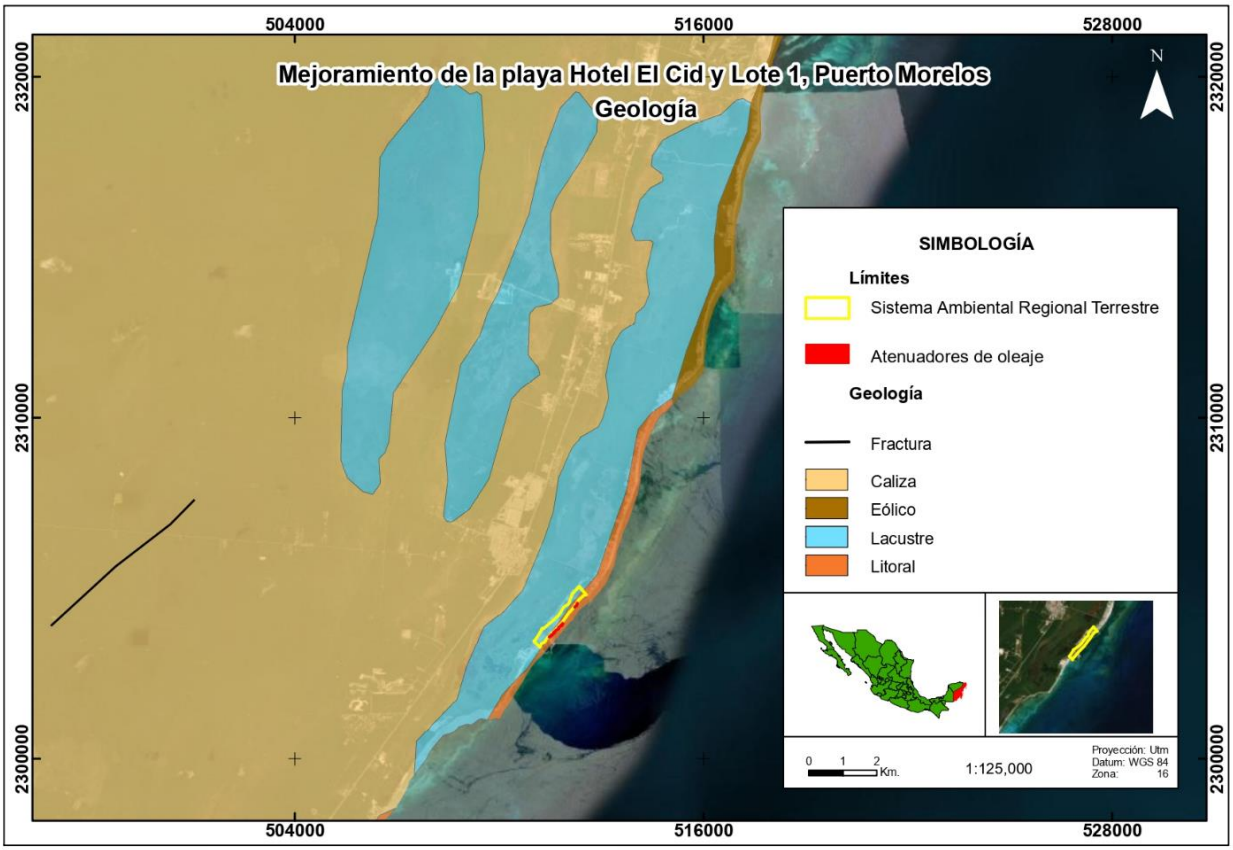


Figura IV - 15. Geología en el Sistema Ambiental Regional terrestre del proyecto.

IV.3.1.2.2 Geomorfología

IV.3.1.2.2.1 SAR MARINO

La geomorfología costera tiene dos objetivos principales: estudiar la forma de las costas y los procesos que actúan en ella (Guido *et al.* 2009). En este sentido, el Sistema Ambiental Regional se encuentra ubicado en la plataforma continental, es decir, la superficie del fondo submarino de suave pendiente que se extiende desde la costa sin exceder los 200 m de profundidad y muy reducida en la costa de Quintana Roo (800 km lineales), con tan solo 9,000 km2 (Morales 2004). La plataforma continental a su vez forma parte de la plataforma

carbonatada, cuyo límite geomorfológico es el talud continental (Lugo *et al.* 2009). En la siguiente figura se muestra la geomorfología; cabe señalar que las capas del mapa están desfasadas con la imagen satelital, y, por lo tanto, la capa de "Continente" debe coincidir hasta la línea de costa, mientras que la capa de "Plataforma continental" debe coincidir con el SAR marino.

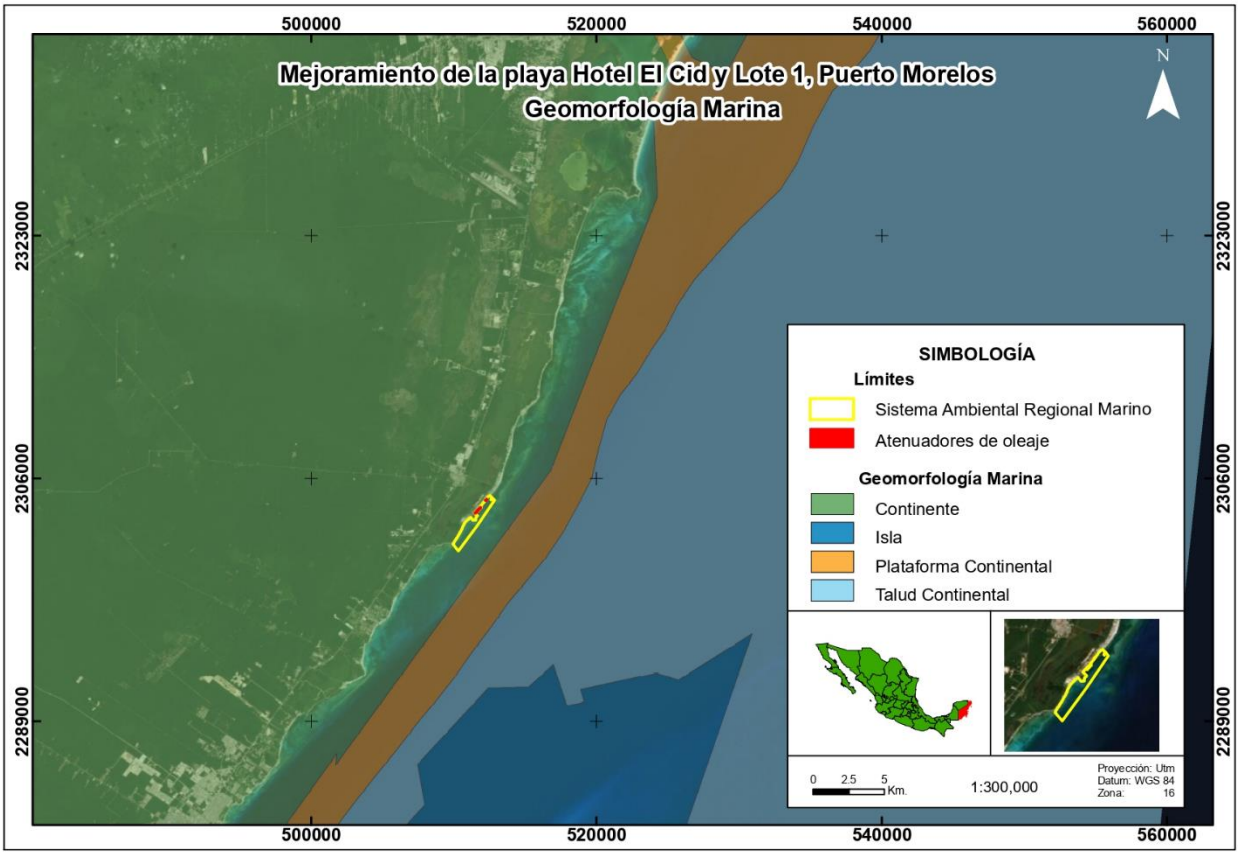


Figura IV - 16. Geomorfología del Sistema Ambiental Regional marino (SAR) del proyecto.

La plataforma carbonatada es una superficie sumergida a poca profundidad sobre la que se depositan carbonatos. La deposición de carbonatos se debe a la presencia de organismos (*e.g.*, corales, algas, coralinas, algas verdes, foraminíferos y moluscos) que secretan carbonato de calcio y a la presencia de organismos que utilizan este carbonato de calcio para la construcción de sus conchas o esqueletos. Las plataformas carbonatadas se forman en áreas donde no hay aporte de terrígenos o es mínimo, ya que el aporte de terrígenos afecta directamente el crecimiento de los organismos productores de carbonatos, especialmente en los constructores de arrecifes. Una de las condiciones para la formación y evolución de las plataformas carbonáticas es que se encuentre en áreas aisladas de aporte siliciclástico intenso (UNISON 2005).



Figura IV - 17. Distribución general de los ambientes marinos someros en el Golfo de México y el Mar Caribe. (JUAREZ & SANCHEZ, 2017)

En las plataformas carbonatadas, como en las que se encuentra el Sistema Ambiental Regional del proyecto, existe un equilibrio dinámico entre la producción de carbonatos y la subsidencia (*i.e.*, proceso de hundimiento vertical de una cuenca sedimentaria como consecuencia del peso de los sedimentos que se van depositando en ella de una manera progresiva), para permitir acumulaciones gruesas y mantener la profundidad adecuada para favorecer continuamente el aporte de carbonato de calcio (UNISON 2005).

IV.3.1.2.3 Relieve

IV.3.1.2.3.1 SAR MARINO

Cerdeira-Estrada *et al.* (2018) estudiaron la distribución espacial y extensión del relieve submarino de los ecosistemas del Caribe mexicano, que cubren las aguas someras del sistema arrecifal mesoamericano. Por lo que a partir del análisis de datos en campo y de imágenes satelitales WorlView-2 se generaron productos de reflectancia de fondo y batimetría satelital.

Como resultado, dentro de la plataforma continental, realizaron una clasificación jerárquica en dos niveles de terraza con profundidad máxima de 18 m: primer nivel de terraza continental y segundo nivel de terraza continental. En el segundo nivel de terraza continental, se encuentran las formas erosivas, acumulativas y de acreción orgánica, la cuales son: 1) piso lagunar, 2) arrecife posterior, 3) cresta arrecifal, 4) arrecife frontal y 5) macizos rocosos (Cerdeira-Estrada *et al.* 2018).

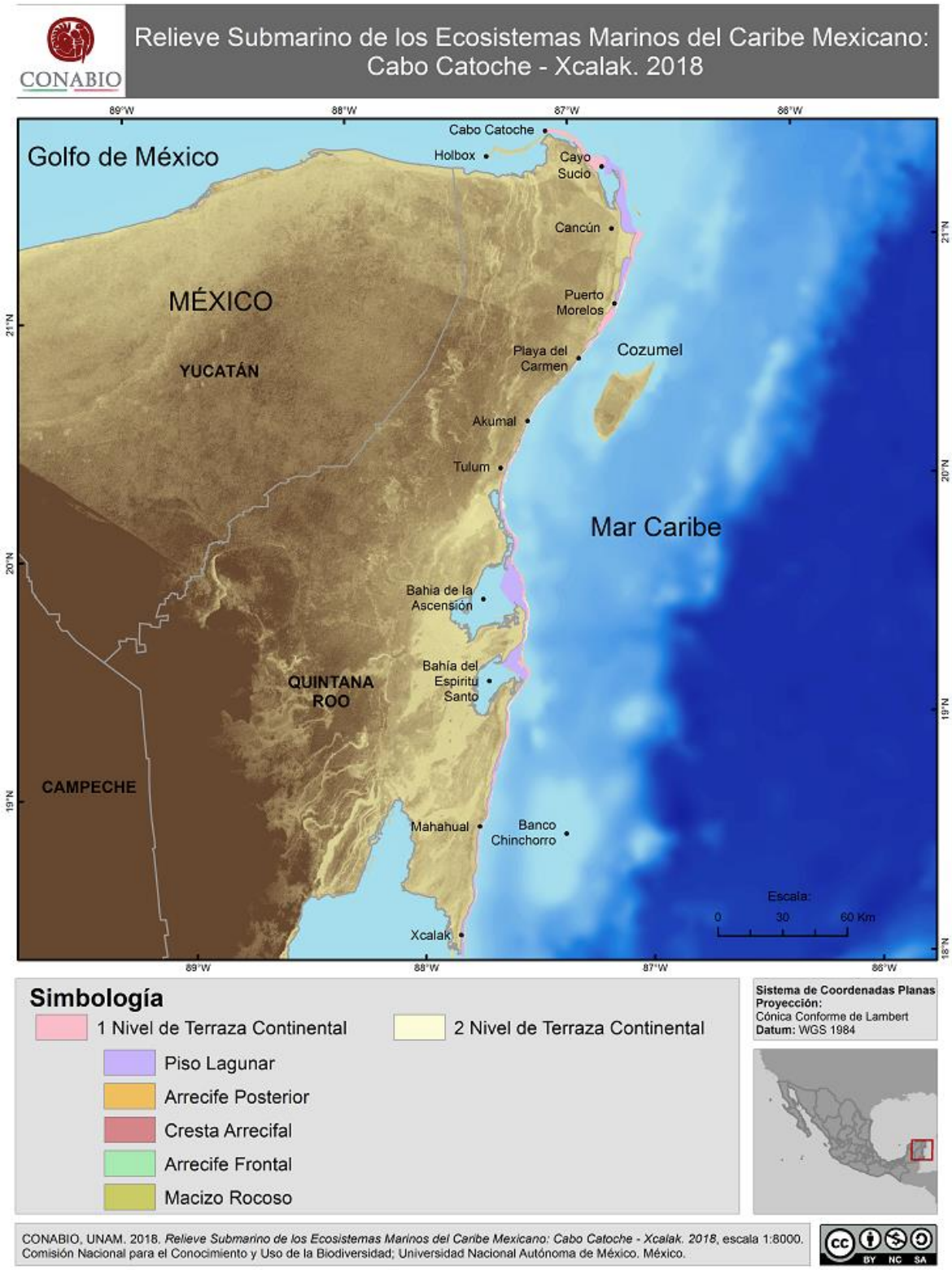


Figura IV - 18. Relieve Submarino de los Ecosistemas Marinos del Caribe Mexicano desde Cabo Catoche hasta Xcalak.

Fuente: http://geoportal.conabio.gob.mx/descargas/mapas/imagen/96/relievev1gw

De acuerdo con esta clasificación jerárquica, la mayor parte del Sistema Ambiental Regional marino se encuentra en el Primer Nivel de Terraza Continental; y el resto del SAR se ubica en el Piso Lagunar (Cerdeira-Estrada *et al.* 2018). De tal forma que el relieve del SAR no presenta variaciones importantes, alcanzando una profundidad aproximada de 10 m.

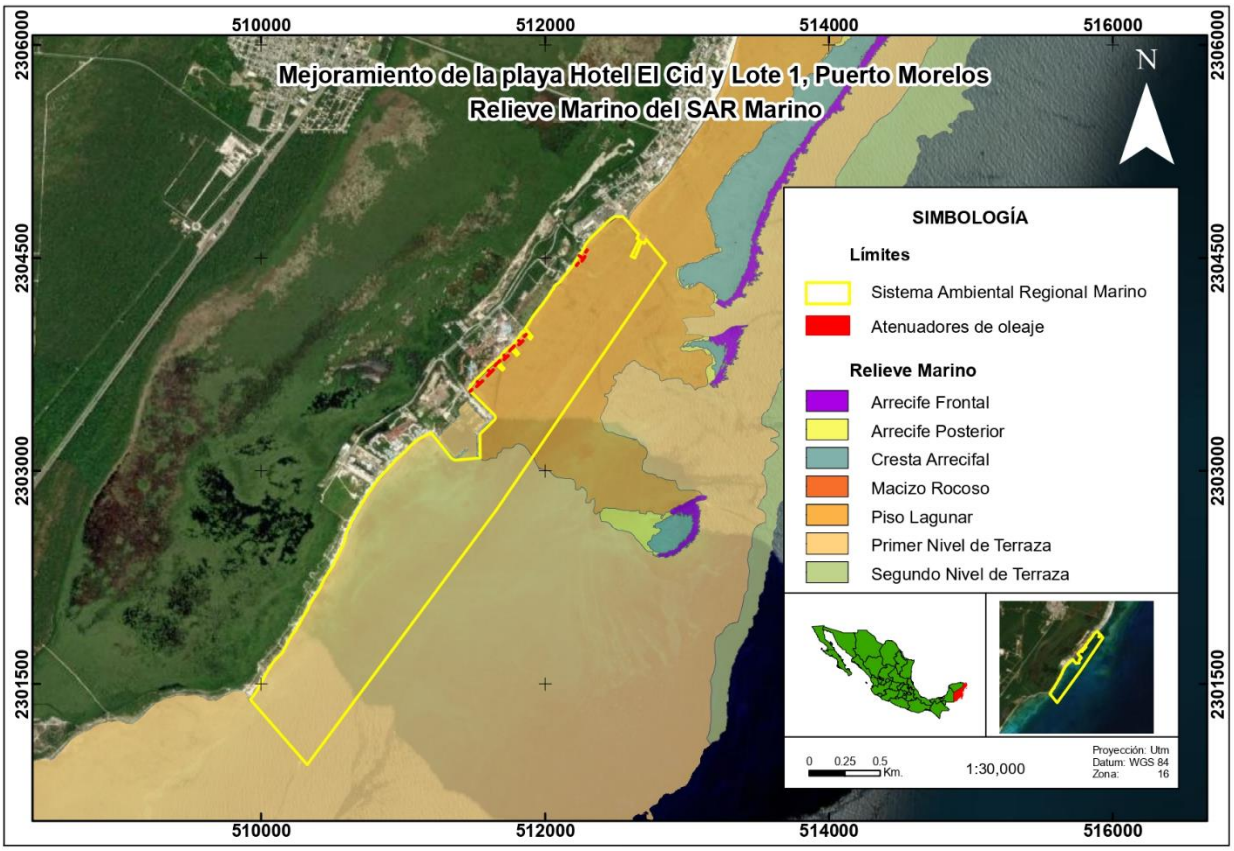


Figura IV - 19. Relieve submarino del Sistema Ambiental Regional del proyecto.

Es importante mencionar que, al este y norte fuera del polígono del SAR, se ubican arrecifes en los cuales se puede apreciar el arrecife frontal, la cresta arrecifal y el arrecife posterior, mismos que se ubican dentro del Parque Nacional Arrecife Puerto Morelos.

IV.3.1.2.3.2 SAR TERRESTRE

El Sistema Ambiental Regional (SAR) terrestre del proyecto, presenta un relieve muy escaso que va de los 0 a 5 msnm. La pendiente es descendente hacia el este del SAR. Al norte del SAR se registra un relieve que puede ir de los 2 a los 5 msnm (Mapa topográfico México, altitud, relieve, s. f.), mientras que en el suroeste (en el Lote 16, Lote 17 y el predio de la Marina El Cid) y límite noroeste el relieve va de los 0 a 2 msnm.

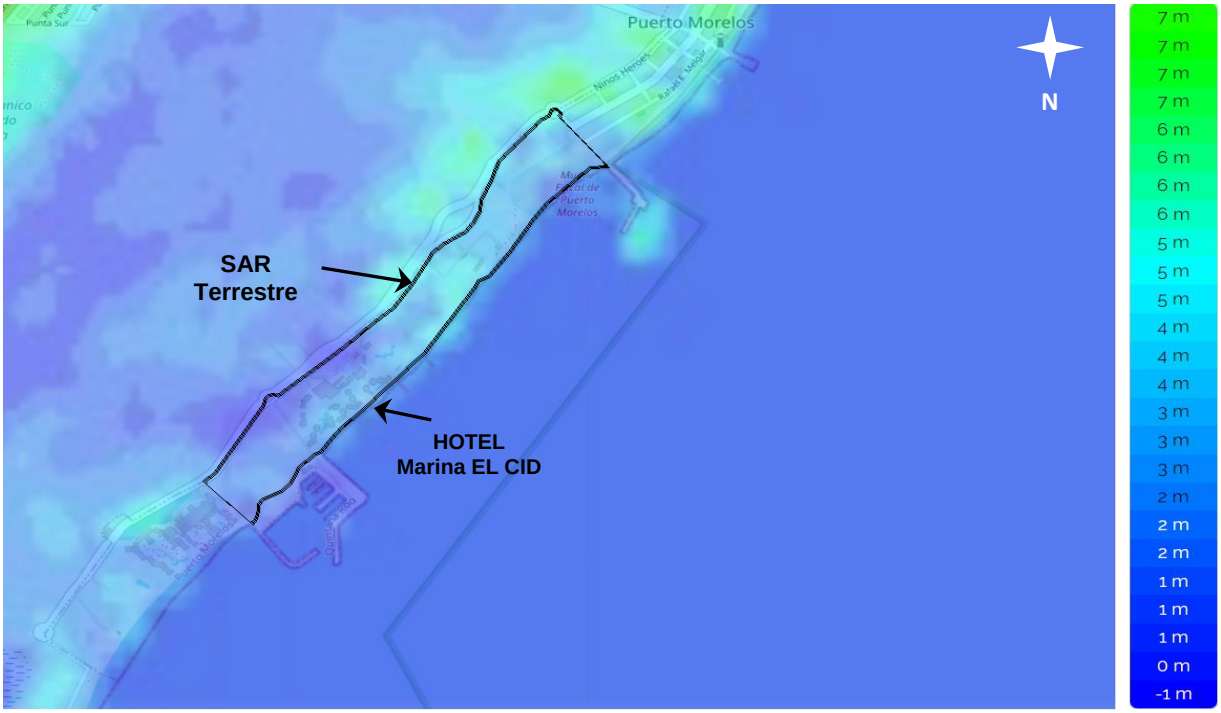


Figura IV - 20. Relieve del Sistema Ambiental Regional terrestre del proyecto.
Fuente: (Mapa topográfico México, altitud, relieve, s. f.)

En la siguiente figura se observa el perfil geológico de Puerto Morelos, en el que además también se aprecia el relieve del Sistema Ambiental Regional (SAR) terrestre del proyecto, con el que además se confirma una pendiente suave en el mismo.

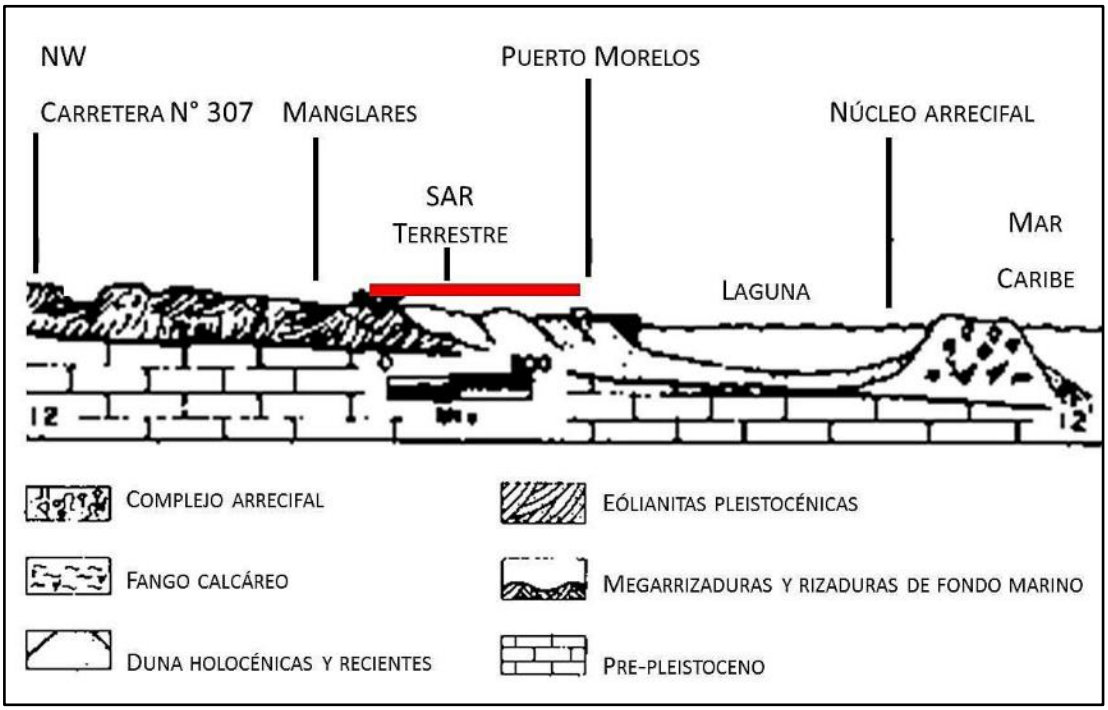


Figura IV - 21. Perfil geológico de Puerto Morelos, en el que además también se observa el relieve del SAR terrestre.
(Fuente: Aguayo et al. 1980).

El SAR terrestre cuenta con una geoforma: "Costa de barrera acumulativa con o sin cordones", la cual representa un sistema costero o campos con dunas y con presencia de lagunas costeras o estuarios (INEGI 2016). Las lagunas costeras o humedales son cuerpos de agua de superficie variable, someros en profundidad, que comunican al océano adyacente por medio de canales y bocas efímeras o permanentes, captan agua dulce a través de sus cuencas locales, por escurrimiento de ríos y arroyos tributarios. Los estuarios, que es la parte terminal de los ríos, es una zona de mezcla del agua dulce y del agua marina. En ambos casos se nota el efecto de las mareas. Su fauna y flora son similares aun cuando conservan características propias. Son áreas de gran productividad biológica.

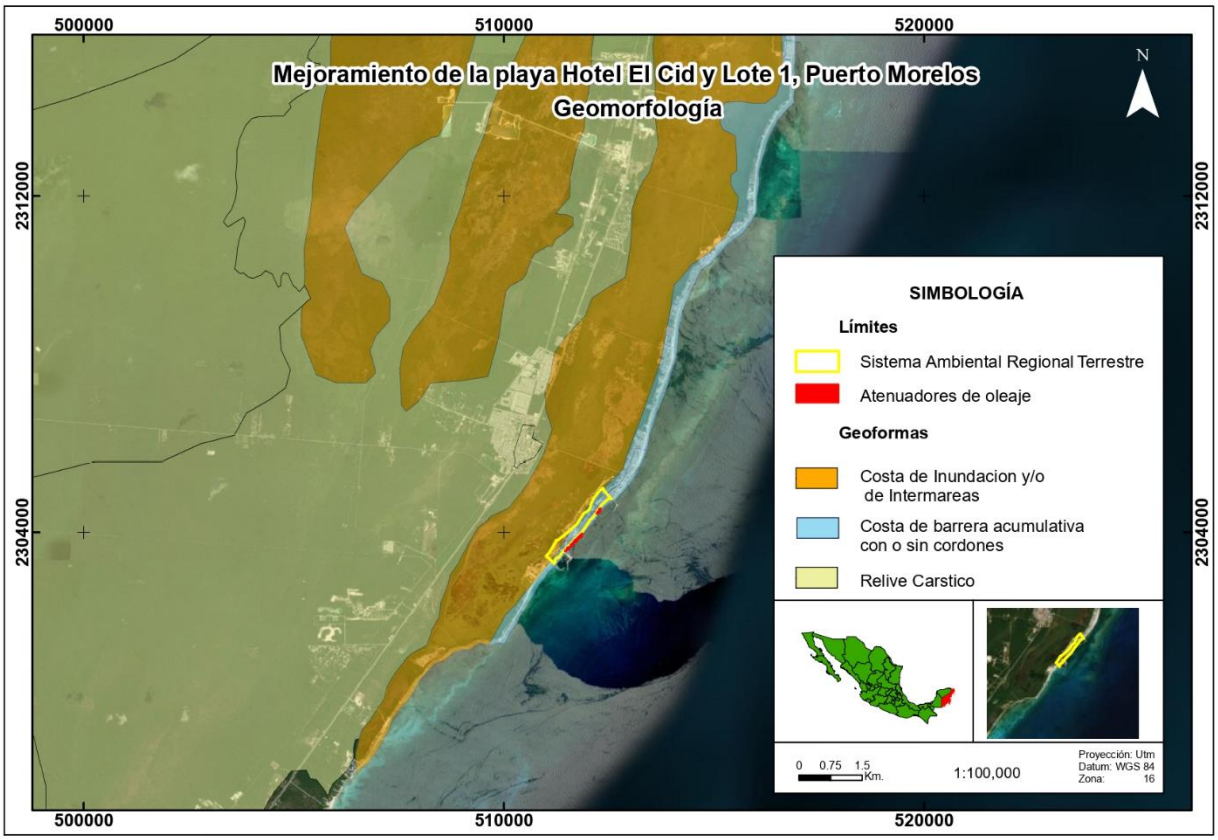


Figura IV - 22. Geoformas localizadas en el SAR terrestre del proyecto.

IV.3.1.2.4 Fallas y fracturamientos

IV.3.1.2.4.1 SAR MARINO

La sección de la plataforma continental donde se encuentra ubicado el Sistema Ambiental Regional del proyecto, es muy estrecha. Esto se debe a la existencia de una serie de fallas que separan las placas tectónicas norteamericana y del Caribe. Justo en el canal entre la península y Cozumel se tiene una de esas fallas, lo que hace que dicho canal sea profundo, aproximadamente 500 m. Se sabe que, sobre las plataformas estrechas, los sedimentos no son retenidos por mucho tiempo sobre las playas, aunque en el área de Playas del Carmen, la presencia de barreras arrecifales contribuye a la retención de sedimentos. Por

lo tanto, se plantea la hipótesis de que existe una pérdida de arena desde la plataforma interna hacia el fondo del canal (Guido *et al.* 2009).

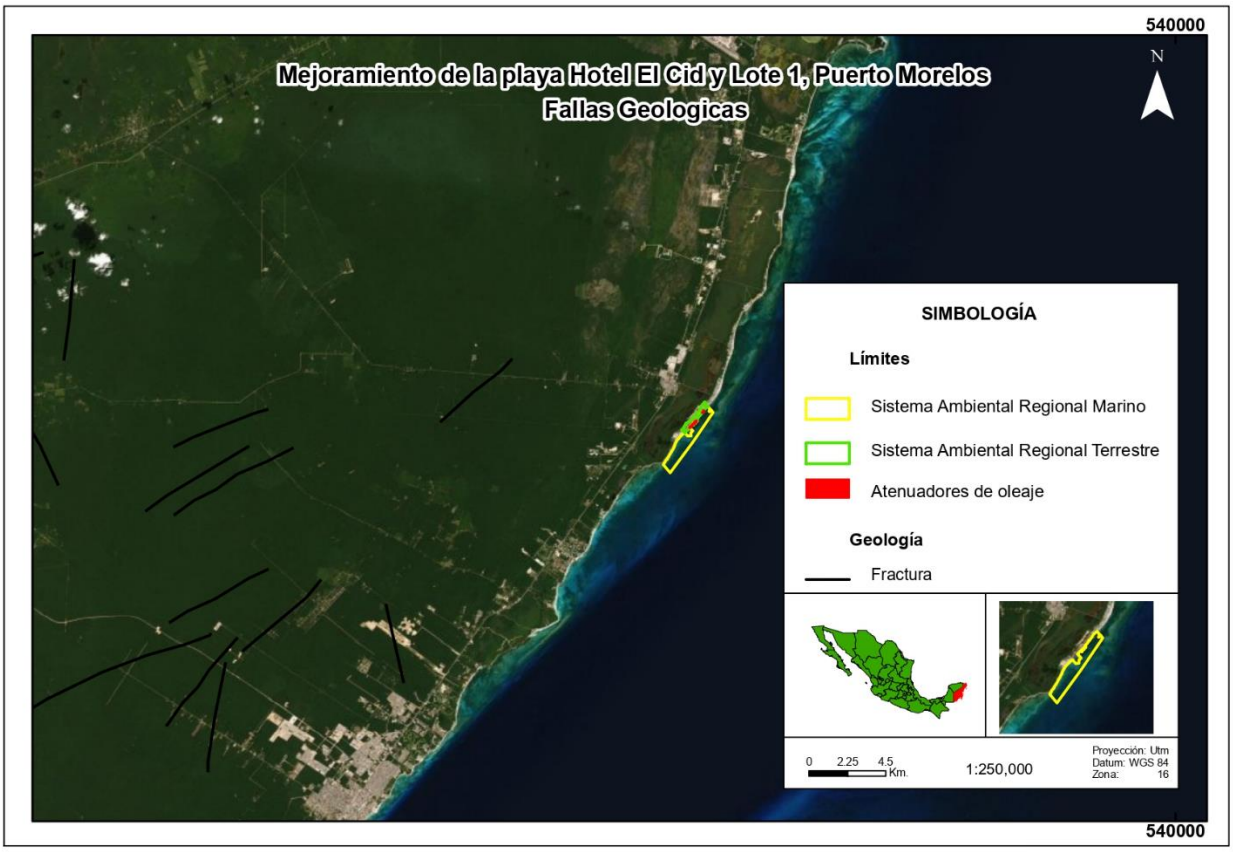


Figura IV - 23. Se observa la plataforma continental, junto con la barrera de arrecifes de coral y fallas geológicas.

IV.3.1.2.4.2 SAR TERRESTRE

El Sistema Ambiental Regional (SAR) terrestre del proyecto, no presenta fallas ni fracturamientos. La falla más próxima al SAR terrestre está a 11 km del mismo.

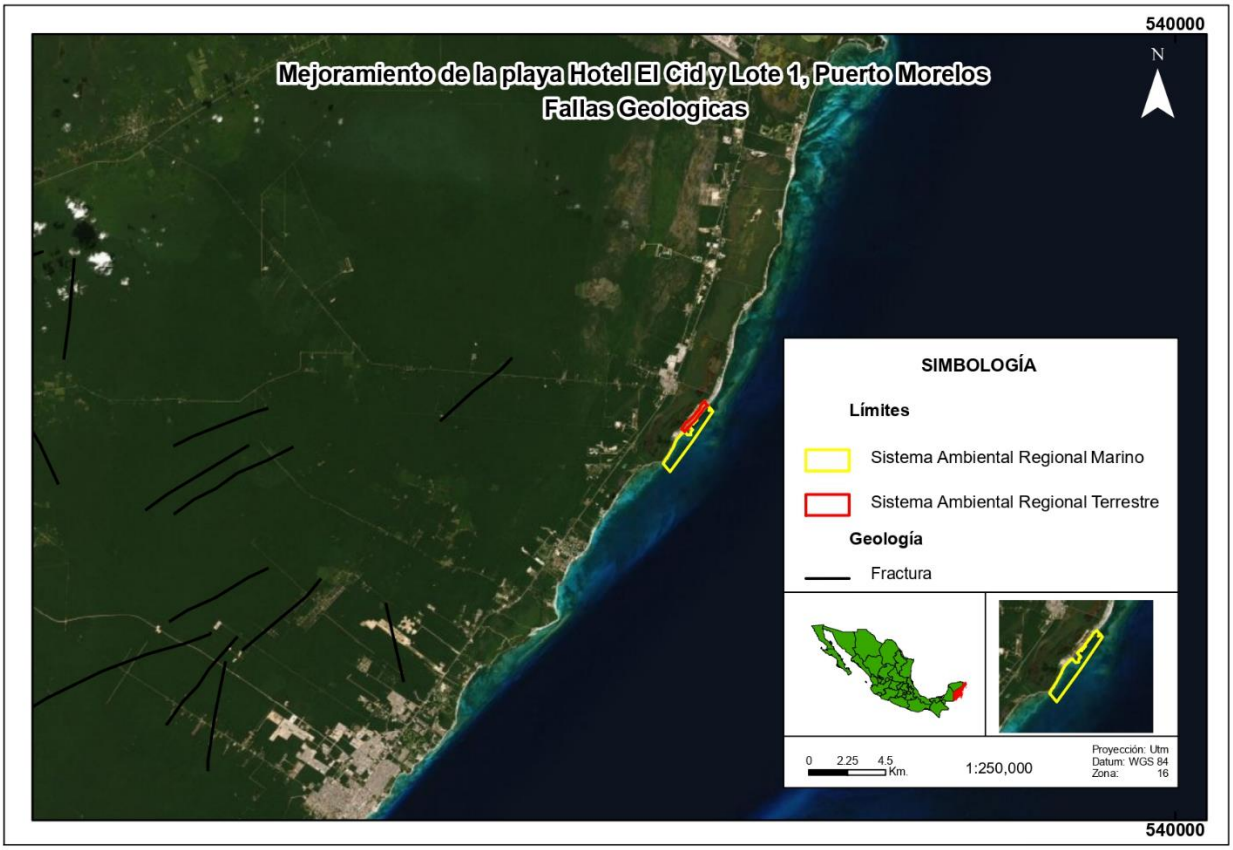


Figura IV - 24. Se observan fallas geológicas fuera del SAR terrestre.

IV.3.1.2.5 Susceptibilidad de la zona a sismicidad

De acuerdo con información del Servicio Meteorológico Nacional, la República Mexicana se encuentra dividida en cuatro zonas sísmicas, mismas que fueron diferenciadas con base en registros históricos y registros de aceleración del suelo de algunos de los grandes temblores ocurridos a lo largo del siglo pasado (figura siguiente).

El Sistema Ambiental Regional (SAR) terrestre del proyecto se localiza en una zona muy estable desde el punto de vista sísmico, ya que se ubica sobre la placa de Norteamérica, lejos de la línea de contacto con la del Caribe. Ambas placas se deslizan en sentido opuesto a lo largo de sus bordes, por lo tanto, no hay procesos de encuentro que provoque sacudidas sísmicas. De tal forma que, en la Península de Yucatán, zonas aledañas, y, en consecuencia, el SAR terrestre, existe una baja intensidad sísmica (Morales 2004, Zavala et al. 2005), como se puede observar en la siguiente figura.

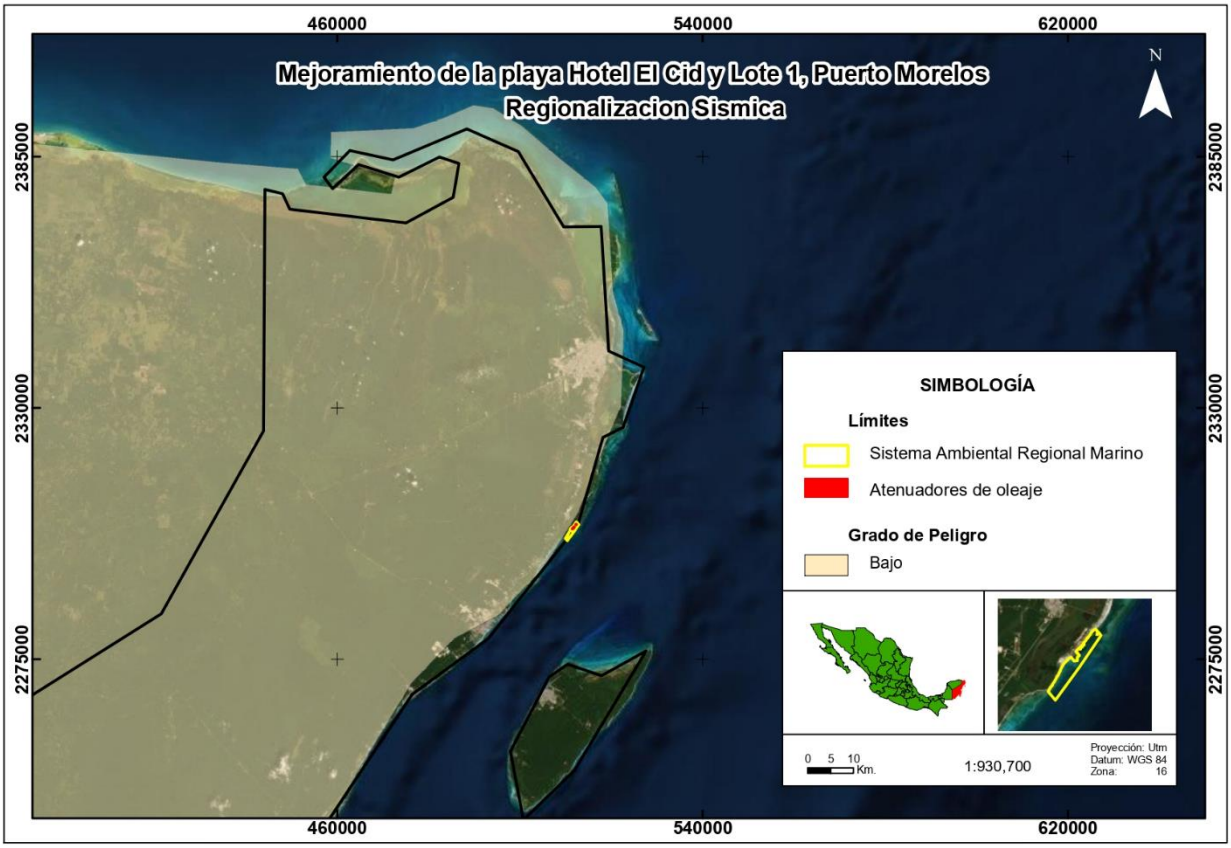


Figura IV - 25. Regionalización sísmica en el Sistema Ambiental Regional.

Como prueba de lo mencionado en el párrafo anterior, de acuerdo con el Servicio Sismológico Nacional, del año 2000 a la fecha, se han registrado 9 sismos de baja intensidad dentro o en las proximidades de Quintana Roo, y de estos, únicamente uno (sombreado en la siguiente tabla) fue el que ocurrió próximo al Sistema Ambiental Regional del proyecto.

Tabla IV - 2. Fenómenos sismológicos registrados en el periodo 2000 a la fecha.
Las filas sombreadas son los sismos ocurridos más próximos al área del Sistema Ambiental Regional terrestre del proyecto.

N°	Intensidad	Fecha	Ubicación	Coordenadas	
				Lat	Lon
1	4.6	10 junio 2002	60 km al SUR de F CARRILLO PUERTO, QR	19.04	-88.08
2	4.1	22 junio 2004	79 km al SUR de PETO, YUC	19.42	-88.82
3	4.5	10 septiembre 2006	76 km al SURESTE de CHETUMAL, QR	17.96	-87.87
4	4.2	15 marzo 2009	278 km al SURESTE de CHETUMAL, QR	16.94	-86.25
5	4.8	10 diciembre 2011	289 km al SURESTE de CHETUMAL, QR	16.87	-86.18
6	4.7	3 mayo 2012	322 km al SURESTE de CHETUMAL, QR	17.2688	-85.5467
7	3.9	11 mayo 2012	71 km al SURESTE de ESCARCEGA, CAMP	18.0805	-90.3443
8	4.2	10 abril 2013	56 km al SUROESTE de PLAYA DEL CARMEN, QR	20.3183	-87.5048
9	2.9	24 agosto 2013	16 km al OESTE de PROGRESO, YUC	21.2595	-89.82
10	3.0	13 enero 2014	267 km al SUR de CHETUMAL, QR	16.1238	-88.743

Fuente: (SSN - Catálogo de sismos | UNAM, México, s. f.)

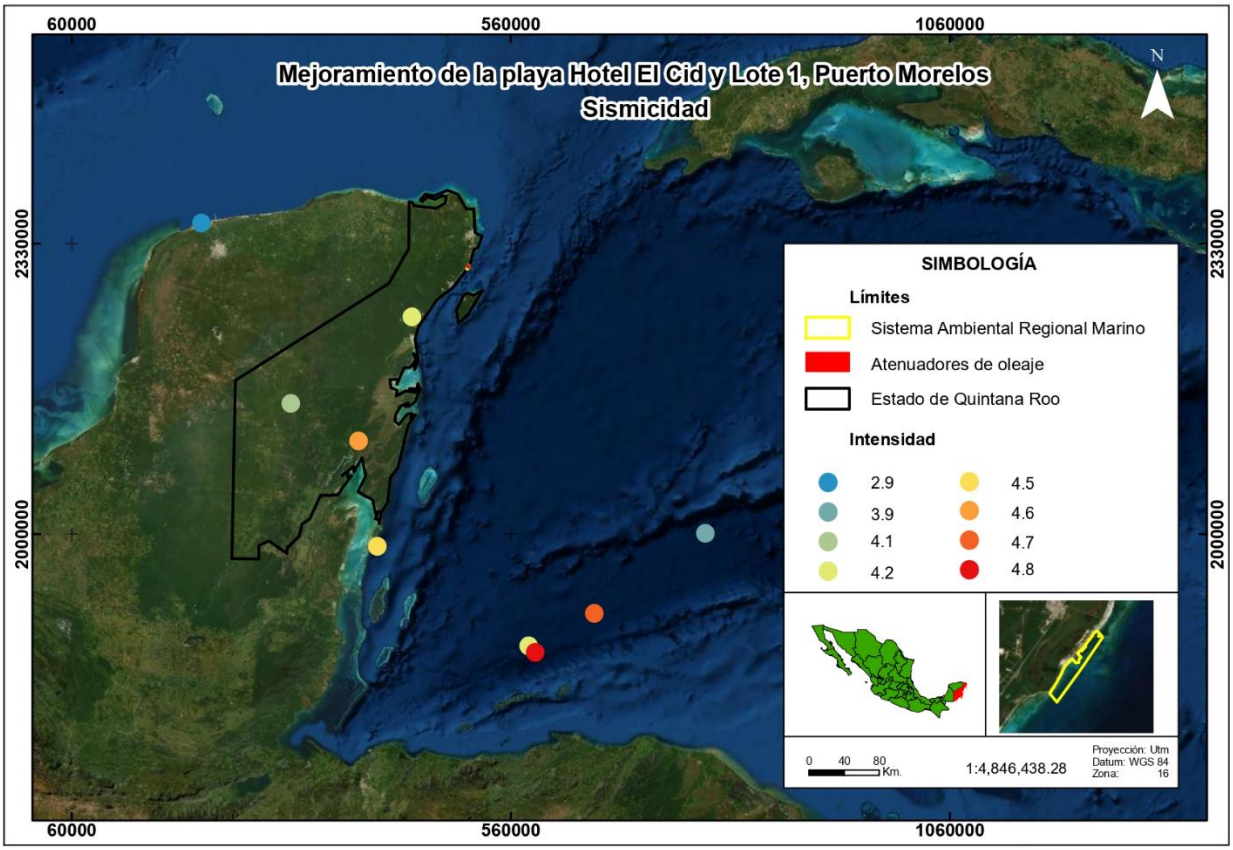


Figura IV - 26. Sismos próximos al Sistema Ambiental Regional.
Fuente: (SSN - Catálogo de sismos | UNAM, México, s. f.)

IV.3.1.2.6 Susceptibilidad de la zona por tsunami

Los tsunamis son fenómenos naturales, consisten en el desplazamiento consecutivo de olas de gran volumen de agua y suelen originarse a consecuencia de otros fenómenos naturales como los sismos, erupciones volcánicas, deslizamientos de terrenos, ruptura de glaciares o impactos de meteoritos.

La posibilidad de que se origine un sismo de gran intensidad dentro de la Península de Yucatán no se descarta, ya que la región está sujeta a la intersección de tres placas tectónicas, la placa del Caribe, la de Cocos y Norteamérica (Universidad Nacional Autónoma de México, 2018). Sin embargo, conforme a lo mencionado anteriormente el nivel de peligro para estos fenómenos sigue considerándose como "Bajo", ya que no se tienen registros históricos de este tipo de eventos en la zona.

Con respecto a la posición geográfica, el municipio de Puerto Morelos posee un índice de peligro "Bajo" para el fenómeno de Tsunamis, a pesar de que el municipio colinda con el mar. El principal factor para la generación de este tipo de fenómenos es la actividad sísmica. Debido a que el municipio de Puerto Morelos posee un índice bajo en este aspecto aplica lo mismo en el caso del Sistema Ambiental Regional del proyecto.

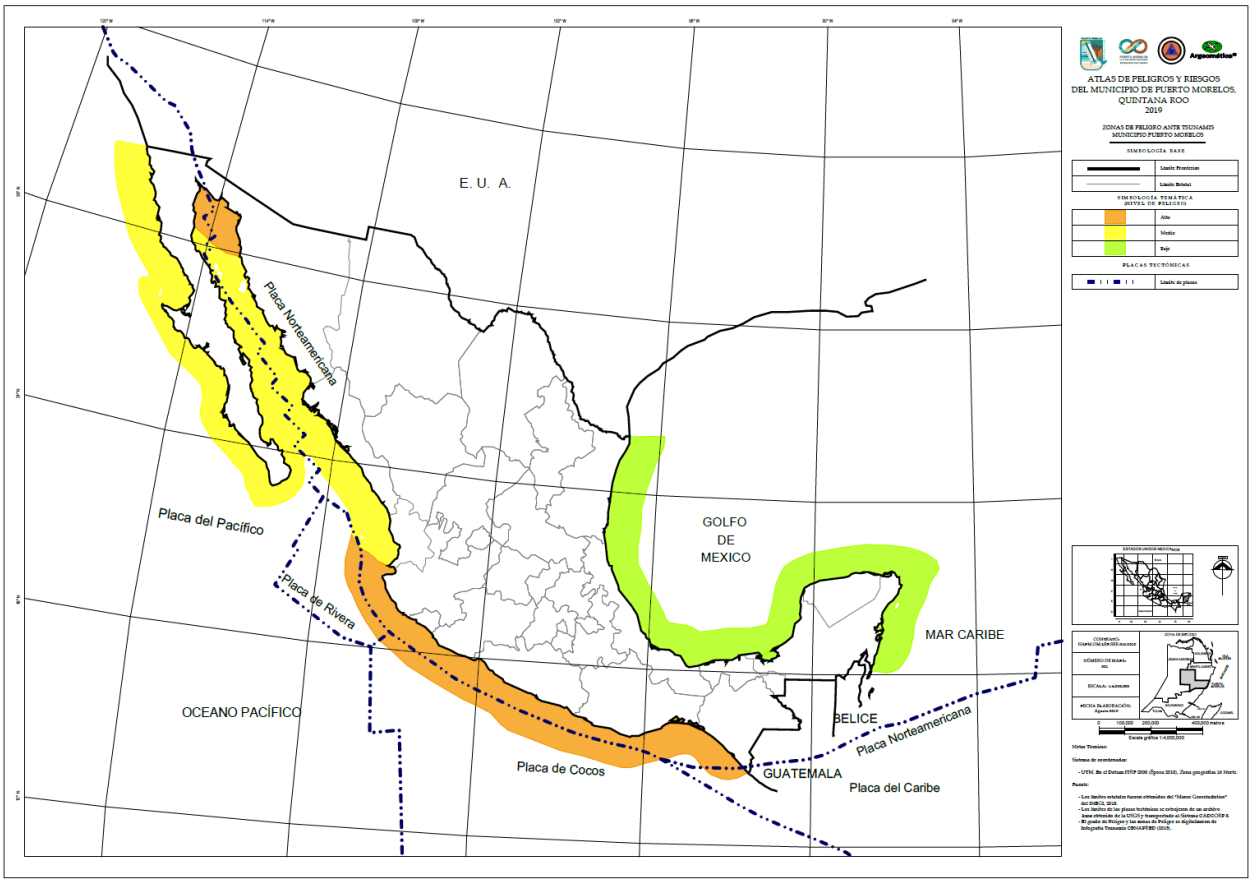


Figura IV - 27. Representación de peligro de tsunamis en México.
Fuente: (Atlas Nacional de Riesgos, 2020).

IV.3.1.2.7 Riesgo por erosión

Como se mencionó en el apartado anterior, el Sistema Ambiental Regional del proyecto, en su porción oeste, incluye parte de la playa frente a donde se ubicarán las obras de recuperación de playa. De acuerdo con Guido *et al.* (2009), dicho sistema es propenso a sufrir erosión costera y sus causas son tanto naturales (interacción de procesos climáticos, meteorológicos, hidrodinámicos y sedimentarios con la morfología costera) como antropogénicas (ocupación de la duna litoral por parte de particulares, construcción desordenada de obras de protección).

De manera específica, la Zona Federal Marítimo Terrestre contenida al oeste del Sistema Ambiental Regional se ha visto deteriorada con el paso del tiempo por la construcción de infraestructuras portuaria. En primer lugar, se tuvo la construcción (inicialmente de madera) y modernización del Muelle Fiscal entre la década de los 60´s y 70´s del siglo pasado. Dicha construcción perpendicular a la línea de costa, intersecta y provoca la deposición de arena (acreción) hacia el norte de la misma, mientras que al sur causa una erosión pronunciada, la cual se ha ido agravando a lo largo de los años.



Figura IV - 28. Vista satelital que muestra la erosión y acreción de la playa producida por la presencia del Muelle Fiscal.

Asimismo, en la década de los 70´s del siglo pasado, se amplió el canal de navegación. Para habilitarlo y darle mayor calado, se extrajeron rocas que se colocaron del lado oriental del canal. Entre el canal de navegación y la línea de costa, muchas de ellas han salido por marejadas rutinarias, así como por el Huracán Wilma y quedaron depositadas en la barra arenosa.

Por otra parte, en 1987 inició la construcción del Puerto de pescadores a cargo del gobierno del estado, el cual, antes de ser terminado fue destruido por el huracán Gilberto en 1988, y finalmente abandonado, quedando únicamente el espigón de 300 metros conocido como el Muelle de Cubos. Con la presencia de este Muelle de Cubos, se estableció una celda de afectación que interrumpe las corrientes y los flujos de arena, tanto de sur a norte como de norte a sur.



Figura IV - 29. Fotografías aéreas que abarcan la celda confinada entre el Muelle Fiscal y el Muelle de Cubos

Debido a la erosión de playa producida en la celda confinada entre el Muelle Fiscal y el Muelle de Cubos (1,680 m), los propietarios de los diferentes predios en la zona intentaron implementar sus propias medidas de mitigación; por lo que a la fecha se tienen construidos tres pequeños espigones (de entre 60 y 70 m de largo) en las zonas marinas adyacentes a sus predios. De acuerdo con Google Earth, los espigones fueron construidos en la primer y segunda década del presente siglo. Esto parece haber mitigado en cierta medida el escape de arena de la celda confinada.



Figura IV - 30. Espigones construidos en diferentes años en la zona marina dentro del Sistema Ambiental Regional del proyecto.

La playa entre el Muelle Fiscal y el Muelle de Cubos se encuentra en proceso de erosión, detonado por la infraestructura portuaria construida por el gobierno estatal antes de 1988.

Con el objeto de conocer la variabilidad longitudinal y los mecanismos de acreción y erosión del litoral del Hotel Cid, Puerto Morelos, para la toma de decisiones para el manejo y gestión de la playa, durante el periodo de agosto del 2018 a septiembre 2021 se llevó a cabo un programa de monitoreo de playa, cuyos resultados indican que:

Se observa que, la mayor parte del sistema de playas durante los años de monitoreo refleja un proceso erosivo para toda la playa a excepción de los extremos de ésta, donde, los procesos erosivos han sido mínimos y los procesos de mayor erosión son las estaciones siete, ocho y nueve como se puede observar en las siguientes imágenes, esta zona es la más larga y refleja una erosión muy alta para las tres épocas del año. Posteriormente las estaciones dos, tres cuatro y cinco presentan procesos de erosión alta para las tres temporadas del año. Finalmente, y de acuerdo con los resultados las estaciones seis, siete y once representan una erosión media a lo largo del año durante el tiempo monitoreado.



Puntos de monitoreo

Indicadores de erosión por transecto para el periodo de agosto del 2018 a septiembre 2021.

	INDICADORES DE EROSIÓN POR TRANSECTO											
Perfiles	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12
Indicador	Baja	Alta	Alta	Alta	Alta	Media	Media	Muy alta	Muy alta	Muy alta	Media	Baja



Representación de los procesos erosivos para el hotel Marina Cid, durante los años 2018-2021.

IV.3.1.3 Suelos

El Sistema Ambiental Regional terrestre del proyecto cuenta con dos tipos de suelo: Solonchak y Arenosol.

Solonchak (SC)

El Solonchak (SC) se presenta dentro de los primeros 50 cm de profundidad un enriquecimiento secundario con sales fácilmente solubles en agua (horizonte sálico). Este tipo de suelo es alcalino, con valores de pH que varían entre los 8 y 9, son ricos en calcio y

magnesio y relativamente bajos en fosforo. Este tipo de suelo se presenta en donde se acumula el salitre, tales como lagunas costeras, lechos de lagos y manglares. Los Solonchak son suelos con poca susceptibilidad a la erosión. Su distribución en el SAR es muy poca, sólo una porción de esta unidad se observa en la parte oeste.

Su vegetación, cuando la hay, está formada por pastizales o por algunas plantas que toleran el exceso de sal. Su uso agrícola se halla limitado a cultivos muy resistentes a las sales. En algunos casos es posible eliminar o disminuir su concentración de salitre por medio del lavado, lo cual los habilita para la agricultura. Su uso pecuario depende de la vegetación que sostenga, pero, de cualquier forma, sus rendimientos son bajos. Algunos de estos suelos se utilizan como salinas. Su símbolo cartográfico es Z.

Arenosol (AR)

Del latín arena: El Arenosol es un tipo de suelo de textura predominantemente arenosa, es decir, más de 65% de arena al menos en el primer metro de profundidad (INEGI 2009). Estos suelos tienen una alta permeabilidad, pero muy baja capacidad para retener agua y almacenar nutrientes. La susceptibilidad a la erosión en los arenosoles va de moderada a alta. Esta arena es fina, formada principalmente por corales, microforaminíferos bentónicos, espículas de alcionarios y equinodermos, fragmentos de moluscos, ostrácodos, briozoarios, espículas de esponja y microforaminíferos planctónicos (Aguayo et al. 1980). Se localizan principalmente en zonas tropicales o templadas muy lluviosas del sureste mexicano.

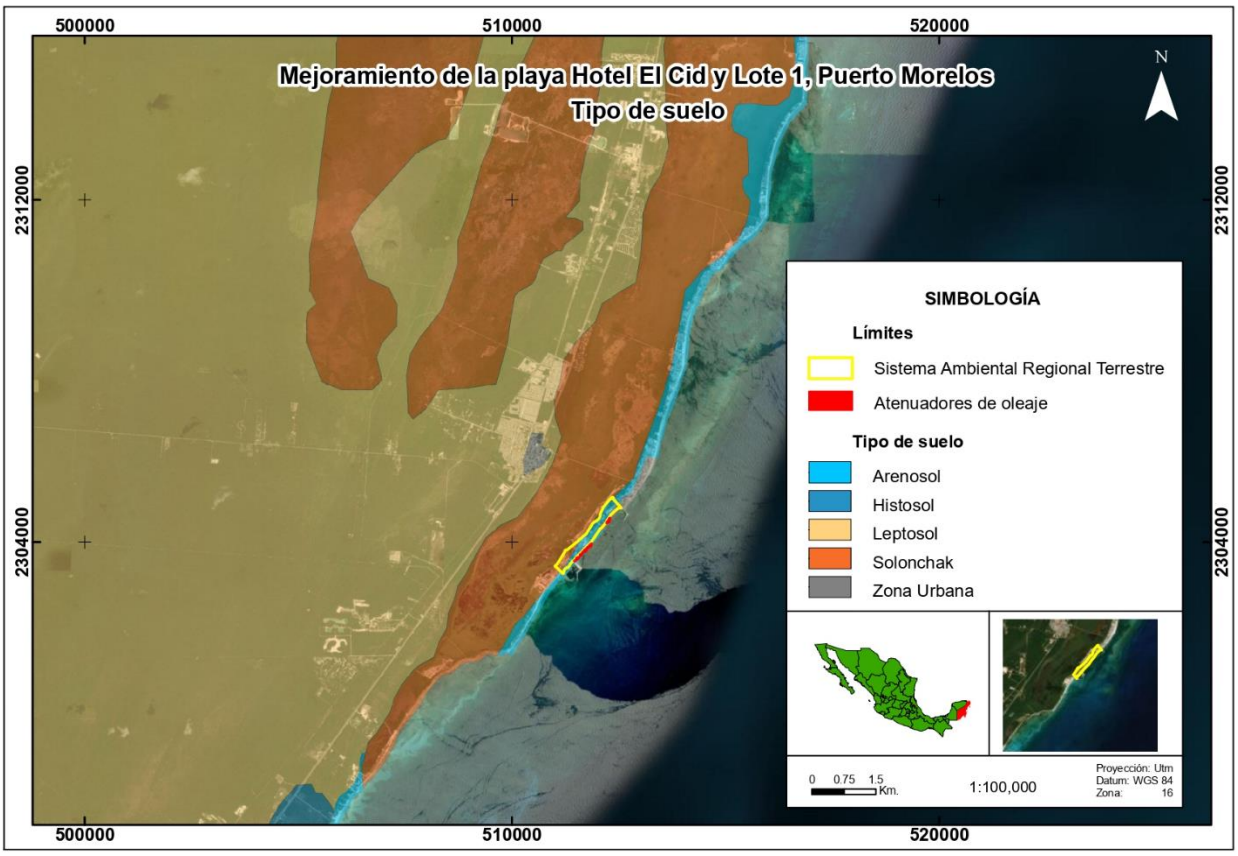


Figura IV - 31. Tipo de suelo en el Sistema Ambiental Regional terrestre del proyecto.

IV.3.1.4 Hidrología superficial y subterránea

IV.3.1.4.1 SAR MARINO

IV.3.1.4.1.1 Hidrología marina

El Sistema Ambiental Regional del proyecto se encuentra ubicado en las aguas del Mar Caribe, el cual pertenece al océano Atlántico y está situado al este de América Central (Zavala *et al.* 2005). Las aguas del mar Caribe se forman principalmente a expensas de las del Océano Atlántico (Suárez y Rivera 1998). Estas aguas son cálidas, claras, menos salinas que las del Atlántico, circulan en sentido antihorario, biológicamente pobres y muy escasas en pesca, pero a la vez albergan uno de los ecosistemas más ricos del planeta (Morales, 2004, Zavala *et al.* 2005).

La salinidad superficial de la zona costera de Quintana Roo es del orden de 36 Unidades Prácticas de Salinidad (PSU) hasta una profundidad de 30-50 m. Por debajo de esta zona isohalina se encuentran aguas con salinidad superior (*ca.* 37 PSU), de origen subtropical (Suárez y Rivera 1998). Por otro lado, la temperatura superficial promedio oscila entre 27 y 28 °C. En la zona arrecifal frente a la porción central de Quintana Roo se han registrado valores medios de temperatura variables (25-31°C), con promedios menores en febrero (25.5 °C) y un incremento en marzo-mayo (28.5 °C). Los mayores valores ocurren en junio y julio (30.5 °C). En esta misma zona la salinidad varía de 32-36 PSU, la menor en febrero (32.3 PSU), la mayor en junio (35 PSU). Estos valores e intervalos podrían considerarse representativos para toda le costa de Quintana Roo en condiciones similares (Suárez y Rivera 1998).

Por otra parte, la composición del agua y el tipo de fondo del océano determinan su color. En océanos con poca productividad o escasa materia orgánica particulada o disuelta, las partículas reflejan longitudes de onda del espectro visible de la luz, por ello su color es azul. También es azul cuando son áreas profundas y los rayos del sol al entrar en el agua se dispersan (CCO 2016). En este sentido, las aguas del Mar Caribe, y, en consecuencia, del Sistema Ambiental Regional del proyecto, son muy escasas en sustancias y microorganismos flotantes, por ese motivo tiene esos colores azul turquesa intenso en sus aguas, que se oscurece en zonas de mayor profundidad alejado de las costas y se enverdece en zonas con vegetación en el fondo marino, consecuencia de algas y otra flora marina autóctona.

IV.3.1.4.1.2 Batimetría

Para determinar la profundidad marina en el frente marítimo y zona de playa del Sistema Ambiental Regional (SAR) del proyecto, se realizó un levantamiento batimétrico. En primer lugar, se utilizó cartografía digital del programa Google Earth en la versión Pro, la cual sirvió de marco para la ubicación del SAR. En segundo lugar, se dividió al Sistema Ambiental Regional en tres zonas de trabajo: Zona 1: correspondiente al frente marítimo; Zona 2: correspondiente a la zona de playa; y Zona 3: correspondiente a la zona de espigones.

Se tiene que el Sistema Ambiental Regional (*i.e.*, desde Punta Brava hasta el Muelle Fiscal) presenta valores que van de los 0 a los -10 metros sobre el nivel del mar (msnm), como se puede observar en la siguiente figura. En la parte este de todo el Sistema Ambiental

Regional (SAR) la profundidad aumenta conforme se aleja de la playa; no obstante, en la parte norte del SAR, el mar se vuelve somero, con profundidades de -2 a -5 msnm; mientras que, en la parte sur del SAR, frente a la marina y hasta Punta Brava, se encuentran las mayores profundidades, las cuales van de -8 a -10 msnm.

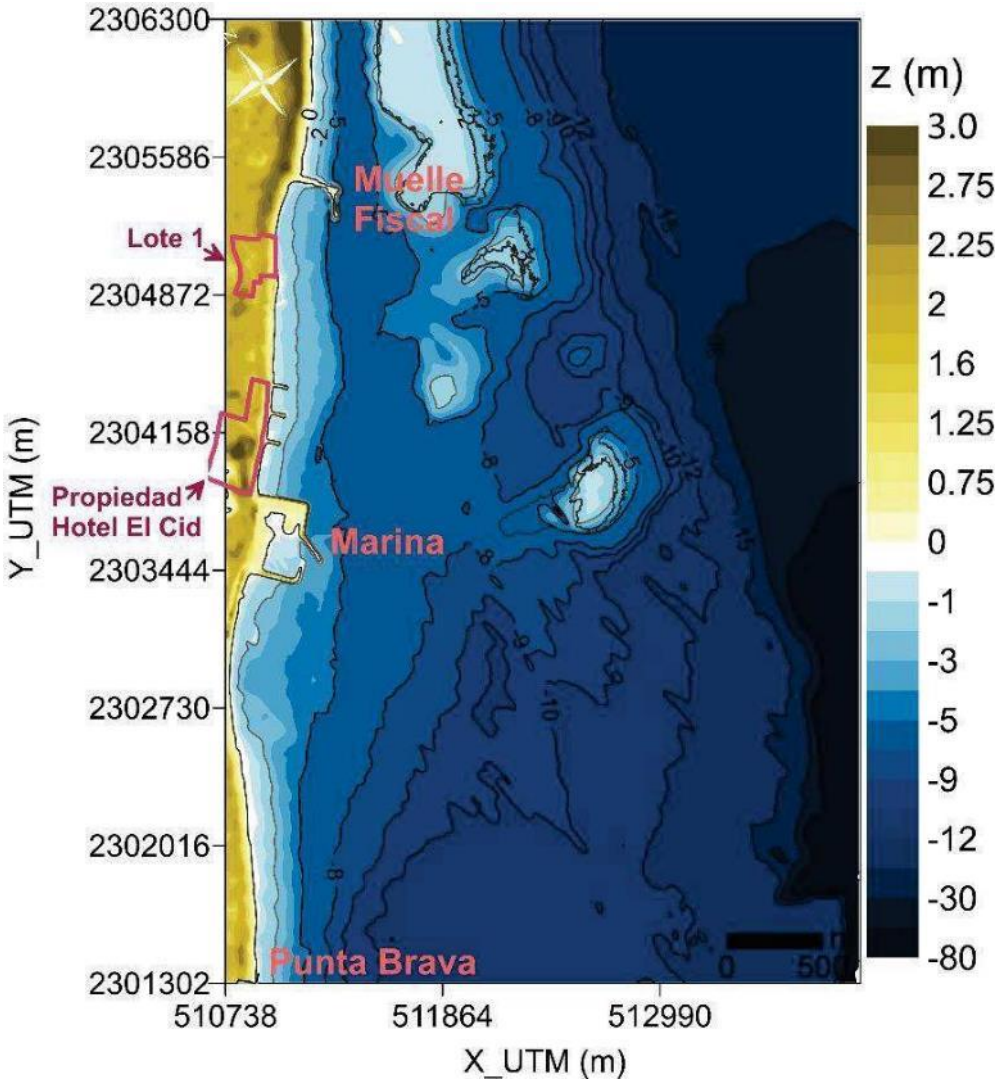


Figura IV - 32. Batimetría en el Sistema Ambiental Regional

IV.3.1.4.1.3 Viento

El Sistema Ambiental Regional del proyecto, se ubica en el océano tropical en el que soplan fuertemente los vientos Alisios (CCO 2016). Los vientos Alisios soplan en los océanos Pacífico y Atlántico; se generan por un efecto convectivo global conocido como células climáticas de convección. Los vientos alisios se sitúan entre el ecuador y los trópicos, en la célula conocida como Célula de Hadley. En condiciones normales, la presión atmosférica en el ecuador es inferior a la de los trópicos, debido a su mayor temperatura, y, por lo tanto, el aire tiende a circular de norte a sur (en el hemisferio norte) y de sur a norte (en el hemisferio sur). Pero al combinarse con la rotación de la Tierra (efecto de Coriolis), la dirección real en que soplan es de noreste a suroeste en el hemisferio norte, y de sureste a noroeste en el hemisferio

sur. Su velocidad es de unos 20 kilómetros hora (UPC 2018). De manera bibliográfica y de acuerdo con Suárez y Rivera (1998), en el Sistema Ambiental Regional del proyecto, en invierno, los vientos dominantes provienen del norte, mientras que el resto del año, provienen del sureste.

Asimismo, el viento se analizó a partir de la base de datos disponible en un punto frente al Sistema Ambiental Regional marino (SAR) (UTM X 552050.94 Y 2294560.32) a una distancia de 41 km de la línea de costa y profundidad superior a 45 m.

A continuación, se representa las rosas de viento, las cuales en condiciones de calma o "no tormenta" muestran predominancia en el año, de viento procedente de direcciones este (E), este-noreste (ENE) y este-sureste (ESE), con velocidad de 5 a 8 m/s. Mientras que en condiciones de tormenta la dirección del viento sería primordialmente del noroeste con velocidad de 8 a 10 m/s. Estas condiciones de viento se pueden presentar en el Área de Estudio Sistema Ambiental Regional (SAR) y Área del Proyecto (AP).

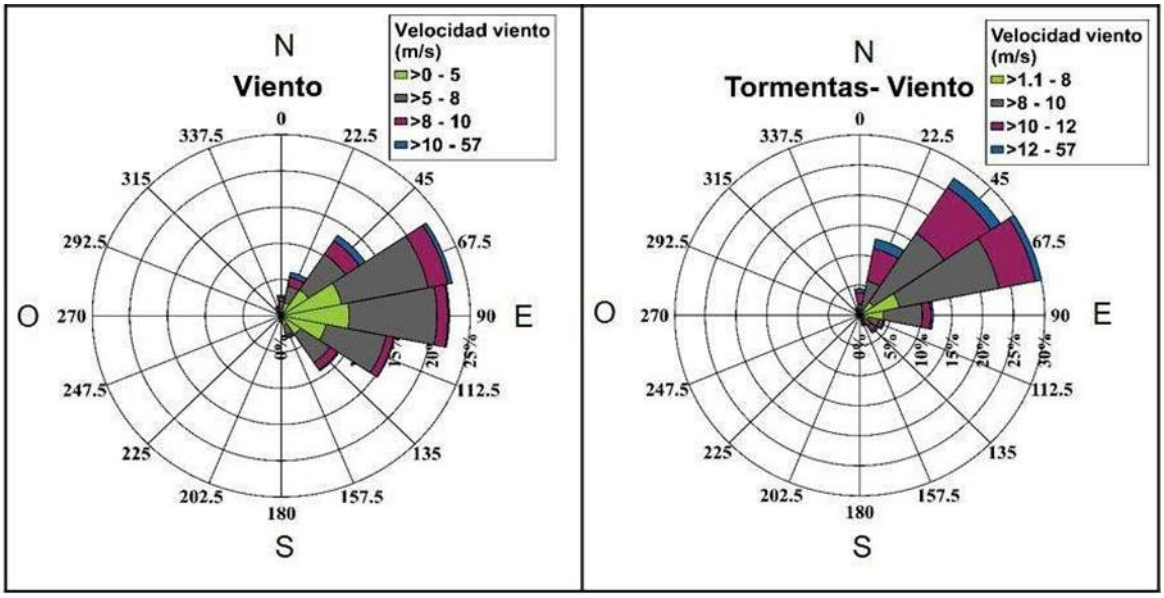


Figura IV - 33. Rosas de viento. Izquierda: condiciones de calma o "no tormenta"; derecho: condiciones de tormenta.

IV.3.1.4.1.4 Oleaje

Las olas son el movimiento ondulatorio de la superficie del océano debido especialmente a los vientos. Vientos fuertes producen olas más grandes y anchas. Las olas mueven el agua, pero no la desplazan. Solo cuando la ola choca contra el fondo es cuando el movimiento se transforma en desplazamiento en la misma dirección de la ola (CCO 2016). Es importante resaltar que esta zona es altamente vulnerable a fenómenos climáticos extremos como tormentas tropicales y huracanes que son generadoras de oleaje y mareas de tormenta que pueden afectar a los ecosistemas costeros.

El oleaje se analizó a partir de la base de datos disponible en un punto frente al Sistema Ambiental Regional marino (SAR) (UTM X 552050.94 Y 2294560.32) a una distancia de 41 km de la línea de costa y profundidad superior a 45 m.

A continuación, se representa las rosas de oleaje, donde se observa una altura de ola significante inferior a 2 m (conocido como oleaje en calma o "no tormenta") con direcciones del este y este-sureste. En cuanto a las tormentas, la rosa de oleaje permite observar la presencia de tormentas típicas que caracterizan la región: nortes, representados principalmente por oleaje en dirección este-noreste; tormentas del este con oleaje procedente del este; suradas caracterizadas por oleaje del este-sureste y sureste; y, huracanes con oleaje más frecuente de dirección este.

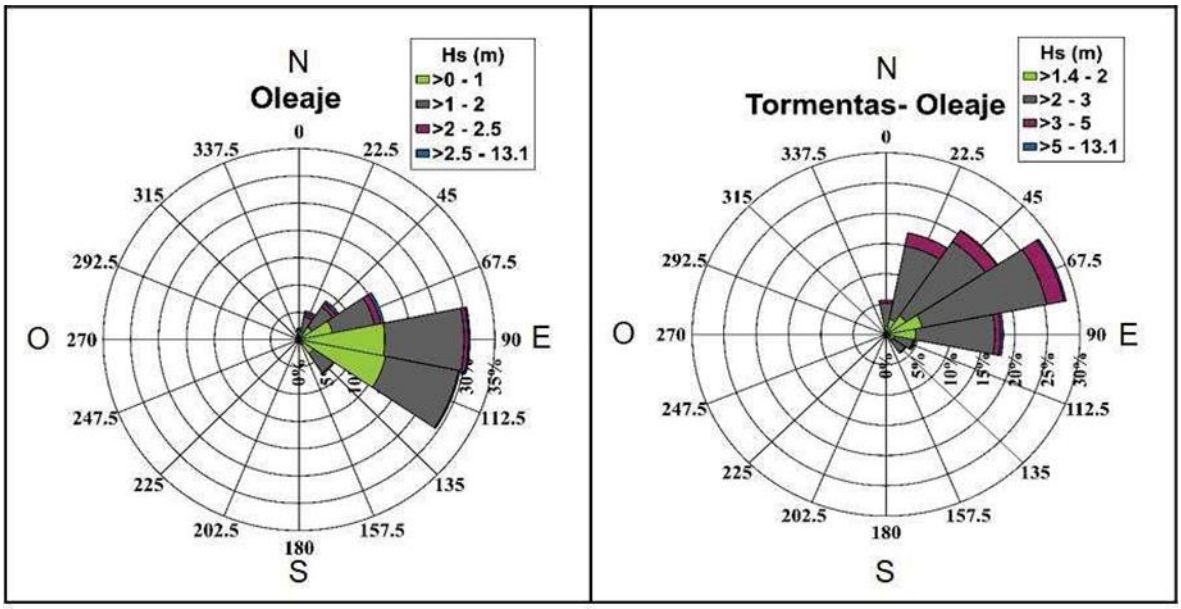


Figura IV - 34. Rosas de oleaje. Izquierda: condiciones de calma o "no tormenta"; derecho: condiciones de tormenta.

En un **escenario de calma o no tormenta**, la altura de las olas puede ser de 1 m, con un periodo de oleaje de 8 s y sin sobreelevación del nivel del mar independientemente de la dirección de procedencia del oleaje (E o ESE). A nivel del área del proyecto, se puede observar que los espigones concentran parte de la energía del oleaje que ataca la playa.

En un **escenario de tormentas**, la altura de las olas puede ser de 2 m, con un periodo de oleaje de 7 u 8 s y sin sobreelevación del nivel del mar en condiciones de: 1) Norte (dirección del oleaje ENE), 2) Tormenta del Este (dirección del oleaje E) y 3) Surada (dirección del oleaje ESE y SE). En este escenario de tormentas, a nivel del área del proyecto, también se puede observar que los espigones concentran parte de la energía del oleaje que ataca la playa.

En un **escenario de huracán**, la altura de las olas puede ser de 4 m, con un periodo de oleaje de 10 s y con sobreelevación del nivel del mar de 0.5 m con oleaje proveniente del este. En este escenario de huracán, a nivel del área del proyecto, también se puede observar que los espigones, así como el Muelle Fiscal, el Muelle de Cubos y la Marina concentran parte de la energía del oleaje que ataca la playa.

IV.3.1.4.1.5 Corrientes

Las corrientes marinas son como ríos que viajan a diferente velocidad y profundidad, transportando tanto organismos como alimentos. Pueden ser causadas por el viento y otras por los cambios de densidad debido a variaciones en la temperatura y en la salinidad. Cuando son originadas por el viento, la energía en superficie es transmitida hacia abajo en la columna de agua, pero la velocidad y dirección de los movimientos cambian con la profundidad. En la superficie, las corrientes se mueven en el sentido del viento, pero las capas inferiores reciben menor cantidad de energía lo que hace que disminuya su velocidad. A esto se suma la fuerza de Coriolis que causa en los objetos que se desplazan, un giro hacia la derecha o izquierda dependiendo de dónde se ubique este, (en el hemisferio norte o sur, respectivamente), haciendo que cada una de estas capas presente una desviación con respecto a la capa inmediatamente superior. Esto crea un movimiento en espiral conocido como "espiral de Ekman" cuyos efectos alcanzan entre los 100 a 150 m de profundidad (CCO 2016).

Las corrientes superficiales más importantes en el océano se encuentran en el Atlántico: la corriente Ecuatorial que viene de África hacia América y la del Golfo que va de América hacia Europa; en el Pacífico, está la corriente Ecuatorial del Norte y del Sur, y la de Perú o Humboldt que viene del polo sur hacia el norte y pasa cerca del Ecuador. En el océano Índico se presenta la corriente de Agulhas. Las corrientes pueden ser frías, como la de Humboldt, o cálidas como la del Golfo que viaja por el Caribe hacia el norte y llega cerca de Groenlandia (CCO 2016).

El Sistema Ambiental Regional marino (SAR) del proyecto está dominado por la Corriente del Caribe que corre de sur a norte, en forma paralela a la línea de costa, frente al estado de Quintana Roo (Zavala *et al.* 2005). La Corriente del Caribe se forma a partir de la Corriente de Guayana, con mezcla de aguas del Mar Caribe y del Mar de los Sargazos (Suárez y Rivera 1998). Esta corriente presenta un flujo de 25 a 35 millones de m3/s (Zabala *et al.* 2005), tal cantidad de agua equivale a 120 veces el desfogue máximo del Amazonas (Morales 2004); la corriente, tiene además, una velocidad promedio de 80 cm/s en la superficie, y hasta 150 cm/s a una profundidad de 300 m (Reyes 2005); al pasar por el Canal de Yucatán recibe el nombre de Corriente de Yucatán (Zavala *et al.* 2005). Este flujo de agua es la principal fuente que irriga al Golfo de México y da origen a la Corriente de Lazo, que sale al Atlántico Norte por el Estrecho de Florida como las Corrientes de Florida y del Golfo (Zabala *et al.* 2005).

La diferencia de profundidades entre los canales de Yucatán y la Florida, no permite la evacuación de toda el agua que penetra al Golfo de México por el Canal de Yucatán, a través del canal de la Florida. El exceso resultante debe regresar al Mar Caribe utilizando la única vía posible. Es por esa razón que en los niveles intermedios y profundos se producen corrientes de retorno, de gran importancia para el balance hídrico del Golfo de México y el Mar Caribe. Así, de manera cuasi-permanente se observa un flujo de dirección sur adosado al talud de la plataforma de Yucatán como contracorrientes costeras (Zabala *et al.* 2005).

Esta contracorriente caracteriza a las porciones más internas de la costa quintanarroense, con influencia en los arrecifes, lagunas arrecifales y bahías. La contracorriente es más fuerte a medida que aumenta también la fuerza de la corriente, lo cual sucede aproximadamente a mitad de primavera (Merino 1992). Durante la época de nortes, el

régimen de vientos – predominantemente hacia el sur – fortalece la contracorriente (Suárez y Rivera 1998).

Según Merino (1986), la dirección de la corriente (sur-norte) continúa de manera parcial hasta la porción norte de la costa del Caribe de México. La contracorriente (norte-sur) se establece con mayor claridad y fuerza entre dos puntos prominentes del litoral (Merino 1986). La mezcla de ambos flujos forma giros de amplitud variable y de forma longitudinalmente alargada cuyo flujo resultante se dirige hacia la costa. Podría sugerirse que cada sección de la costa separada por una prominencia litoral – o punta – tuviese su propio giro de contracorriente y una misma dinámica dentro de este patrón, en el que el agua se acumula en su porción frontal inferior favoreciendo así un flujo resultante hacia el sur. Además, en estas zonas cóncavas de puntas, ensenadas y otros accidentes costeros, el intenso flujo de la corriente hacia el norte – paralelo a la costa –, genera gradientes negativos de presión, favoreciendo también la formación de giros entre las puntas. En términos hidrodinámicos, este patrón puede resumirse como sigue: la dirección de las aguas superficiales a lo largo del margen oriental de la Península de Yucatán es, finalmente, hacia la costa, por efecto sumado de la corriente sur-norte y de la fisiografía de la costa. Estos patrones pueden tener modificaciones estacionales por efecto de las variaciones temporales en la fuerza de la Corriente de Yucatán (Merino, 1986, 1992). La barrera arrecifal modifica en meso y microescala la circulación costera, y es posible que el giro se debilite por efecto de la presencia de arrecifes de barrera frente a la punta, dificultando la acumulación de agua que regeneraría la contracorriente en este sector (Suárez y Rivera 1998).

Así, la circulación costera podría estar caracterizada por giros seccionales, de amplitud e intensidad variables en la porción sur de las puntas, regenerando la contracorriente hacia el sur (Suárez y Rivera 1998). Tomando en cuenta la disposición de una parte de las prominencias arrecifales a lo largo de la zona costeras de Quintana Roo, Suárez y Rivera (1998), construyeron diagramas del flujo esperado de la corriente y la contracorriente en distintas secciones del litoral quintanarroense. En este sentido **para el Sistema Ambiental Regional (SAR)** del proyecto, en la siguiente figura, se observa de manera general, que la Corriente del Caribe va de sur a norte; asimismo, a una escala menor se observa que **la corriente** del SAR también va de sur a norte entre Punta Brava y Punta Morelos, al parecer porque las puntas no son muy pronunciadas.

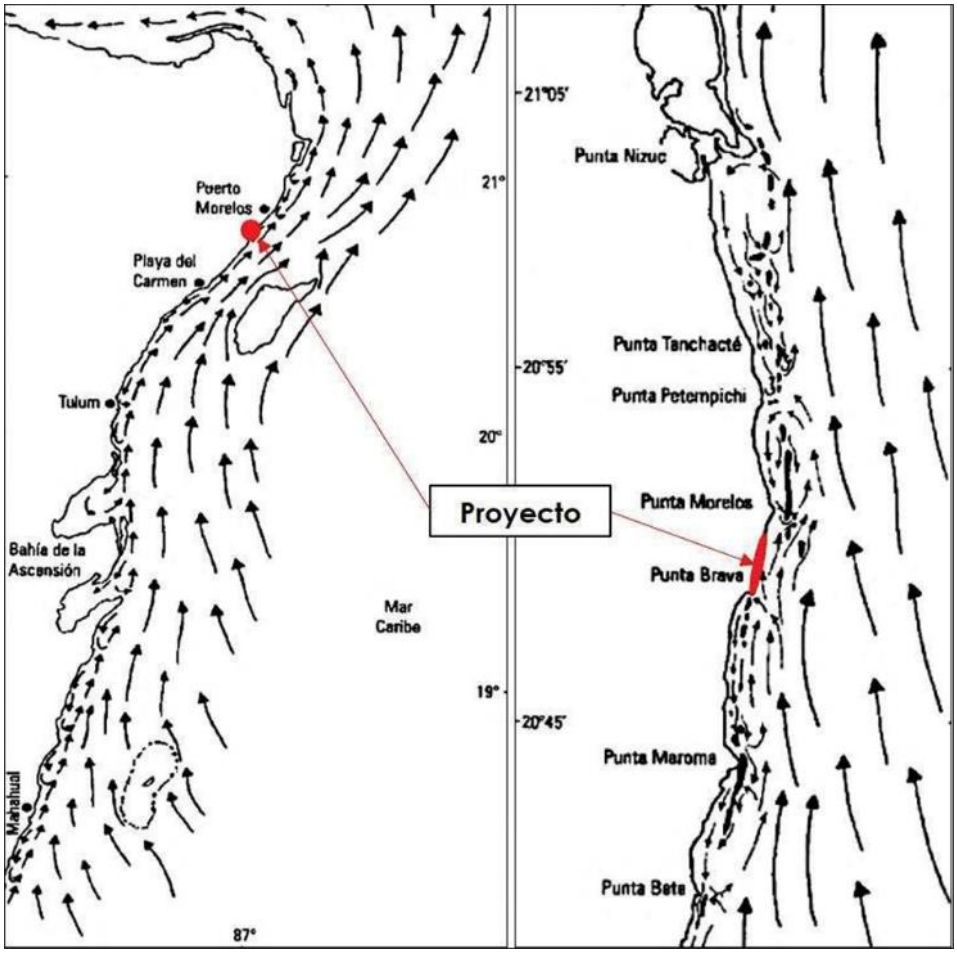


Figura IV - 35. Corriente del Caribe en el Sistema Ambiental Regional del proyecto. Izquierda: general; derecha: a escala menor.
Fuente: Suárez y Rivera (1998).

IV.3.1.4.1.6 Mareas

Las mareas son fenómenos particulares que ocurren en el océano produciendo descensos y elevaciones periódicas en la superficie debido al efecto de atracción que la luna y el sol ocasionan sobre el planeta. El efecto de la luna sobre la Tierra es el doble que el del sol, ya que, si bien este es más grande, se encuentra a una mayor distancia. Cuando la cara de la luna mira hacia una región de la Tierra, atrae el agua de la superficie del océano en esa región elevándola. Como la Tierra y la luna están en movimiento, en cierto momento cesa el efecto de la luna en esa región y la superficie del océano desciende. Al subir la superficie del océano se dice que hay pleamar o marea alta y al descender se dice que hay bajamar o marea baja (CCO 2016).

Con respecto al **Sistema Ambiental Regional** marino del proyecto, en un régimen de marea astronómica micro mareal, con pleamar máxima alrededor de 30 cm, las principales variaciones del nivel del mar que se consideran que pueden afectar el área del proyecto son las que se producen debido a la sobreelevación del nivel del mar en condiciones de huracán, donde la sobreelevación del nivel del mar sería de 0.5 m

IV.3.1.4.1.7 Sedimentos

La arena de la región es blanca y se debe a que es de carbonato de calcio; parte de ella consiste en restos de corales y conchas de moluscos molidos y pulverizados por el oleaje, pero la mayor parte se forma por la descomposición de algas calcáreas. Estas pequeñas plantas marinas, muy abundantes en aguas someras y de las cuales hay numerosas especies, contienen tanto carbonato de calcio que a veces sus hojas son rígidas. Como los granos de arena son muy pequeños, tienen una superficie muy grande en relación con su volumen. Ello hace que no puedan acumular mucho calor y además lo irradien rápida y fácilmente. Por eso no llegan a calentarse y siempre se sientes frescos (Morales 2004).

El sedimento producido en el ambiente marino puede ser transportado por la acción del viento, oleaje o corrientes, entre otras, ya sea a áreas continentales, al borde de la plataforma o a las profundidades marinas. Este fenómeno se explica a partir de la Ley de Gravitación Universal de Newton, que en términos sencillos indica que cada partícula de masa del universo es atraída por otra partícula de masa mayor (Morales 2004).

Dado que uno de los objetivos del presente proyecto es realizar la **regeneración del ancho de playa seca** frente al hotel Marina El Cid y Lote 1, como se describió en el Capítulo II del presente estudio, se determinó lo siguiente:

Actualmente, el área litoral frente al hotel Marina El Cid y Lote 1 requiere de la realización de acciones para revertir la erosión, ya que ha perdido sus características naturales y atractivo a causa de procesos litorales erosivos que han desplazado la arena y han evitado su depositación.

En este contexto, es necesaria la reversión del efecto erosivo que se presenta en la zona.

La valoración realizada a este proyecto proporciona interés y validez ya que las tareas consideradas para su consumación asocian positivamente las acciones.

Las acciones se dirigen hacia la restauración de un espacio que se ha erosionado y degradado con el tiempo a causa de la presencia de obras marítimas vecinas que han proporcionado una situación de "cajón" en el cual se ha modificado negativamente el transporte litoral, lo que a su vez ha propiciado la pérdida de arena con lo que ha aflorado la planicie de laja calcárea con poca pendiente y protuberancias punzocortantes. Estos atributos restan calidad ambiental al sitio y obstaculizan la realización de actividades recreativas asociadas al uso turístico de sol y playa de los terrenos ubicados frente a esta costa.

Derivado de las condiciones anteriores, el planteamiento aquí expuesto implica que la arena obtenida de la zona de disposición de sedimento aprovechable sea vertida en la zona federal marítimo terrestre a efecto de cubrir la superficie rocosa.

Las acciones requeridas para la consecución de este proyecto consisten captura del material, transporte y vertido de arena en zona federal marítimo terrestre, instalación de estructuras retenedoras y conformación de la playa, manipulando la descarga de arena de forma manual.

Se estima que esta propuesta es congruente con el sitio en el que se pretende desarrollar en función de que las acciones favorecerán las actividades recreativas de sol y playa y no implican modificaciones a la dinámica física del territorio intervenido.

Por otro lado, la empresa Inmobiliaria Marítima Dolores, S.A. de C.V., propietaria de la sección colindante al área erosionada, manifiesta su preocupación e interés en revertir el efecto desgastante y destructivo al cual se sujeta el litoral, mediante el vertimiento de arena y conformación de playa, razón por la cual la promovente del proyecto realizara la extracción de la zona de disposición de sedimento aprovechable y la zona de tiro de la arena extraída será en la zona federal marítimo terrestre frente a su propiedad a fin de poder llevar a cabo las labores de restauración de la playa arenosa en una franja de 760 m.

Las actividades indicadas se han valorado como sinérgicas positivas ya que la arena que se extraiga, al ser vertida y conformada en la zona costera erosionada reactivará el uso turístico de sol y playa a la vez que las instalaciones geotextiles permitirán la retención de sedimentos. Paisajísticamente el impacto se minimiza por la instalación de estructuras de madera que cubren por completo los tubos geotextiles y logran vistas concordantes con el entorno turístico del área.

En este contexto, el proceso de planeación ambiental del área marina corresponde a un espacio qué se degrada a causa del proceso erosivos y que, por ende, pierde atributos escénicos clave como vistas, espacios abiertos, áreas recreativas y seguridad para el turista. El sitio delimitado para este estudio requiere de la intervención en virtud de la situación que propician impactos ambientales negativos sinérgicos causados a este espacio receptor.

IV.3.1.4.2 SAR TERRESTRE

IV.3.1.4.2.1 Hidrología superficial

La parte continental adyacente al Sistema Ambiental Regional terrestre del proyecto forma parte de un tipo de cuenca arreica, la cual es un tipo de cuenca hidrográfica que no posee ningún tipo de conexión aparente con ríos o flujo de agua que muevan el líquido estancado dentro de la propia cuenca. En este sentido, el agua se evapora del terreno o se filtra por debajo de la tierra. Este tipo de cuencas forman concentraciones de agua en forma de lagos pequeños que se filtran por debajo de la superficie y se concentran debajo de la tierra.

La parte continental adyacente al Sistema Ambiental Regional terrestre forma parte de la Región Hidrológica (RH) 32 Yucatán Norte; no existen corrientes de agua superficial, a causa de la ausencia de relieve prominente y de la alta permeabilidad del substrato geológico, consistente principalmente de roca caliza, y al poco espesor del suelo. Esto origina cenotes y corrientes subterráneas (INEGI 2002).

Al no poderse desarrollar las corrientes superficiales, la porción del agua de precipitación que resta a la evaporación es absorbida por las plantas y suelos, y el resto satura el terreno, colma el bajo relieve y se infiltra en el subsuelo, dando origen a las aguas subterráneas en cavernosidades de desarrollo muy complicado, trabajo efectuado por las

propias aguas infiltradas y regidas según las zonas de menor resistencia de las rocas y por las fracturas existentes: favorecido además este fenómeno por el pequeño espesor de los suelos y la espesa cobertura vegetal; de manera que todos los sitios que reciben la lluvia, constituyen zonas de recarga del acuífero, es decir toda la superficie del estado de Quintana Roo. Asimismo, el relieve plano con muy poca elevación sobre el nivel del mar que, aunado con la cercanía a este último, ocasiona que se relacionen también con la influencia de las mareas (INEGI 2002).

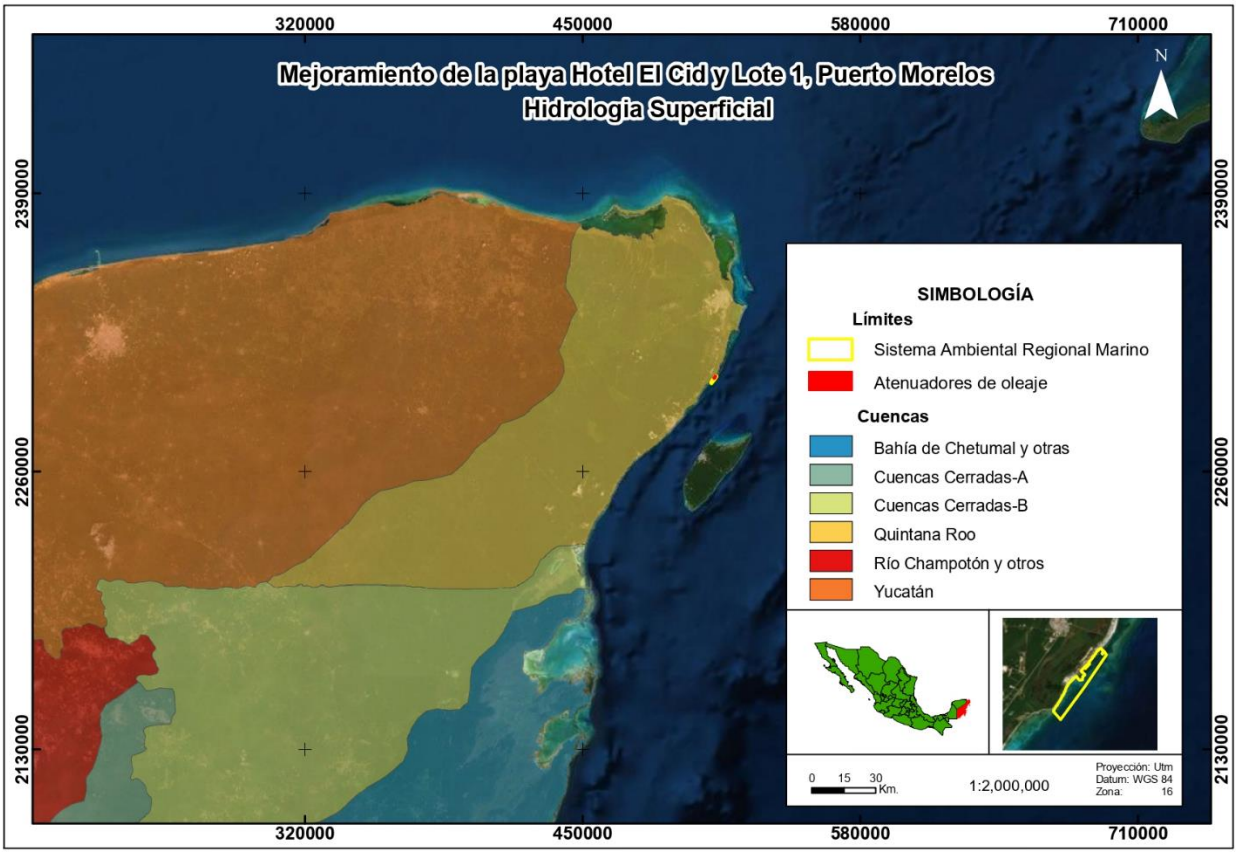


Figura IV - 36. Hidrología superficial adyacente al Sistema Ambiental Regional terrestre del proyecto.

IV.3.1.4.2.2 Hidrología subterránea

La parte continental adyacente al Sistema Ambiental Regional del proyecto forma parte de un acuífero cárstico poroso somero desarrollado en el Cenozoico. La zona alberga al ecosistema del Parque Nacional Arrecife de Puerto Morelos (PNAPM), y tomando en cuenta la topografía del fondo y las características bióticas, se divide el perfil de la barrera arrecifal en una serie de zonas bien diferenciadas con respecto a su distribución:

I. Orilla; II. Laguna arrecifal, donde se localizan los ojos de agua; III. Zona oeste o posterior; IV. Cresta arrecifal; V. Zona este o frontal; VI. Plataforma arenosa. O = Oeste; E = Este (González *et al.* 2018).

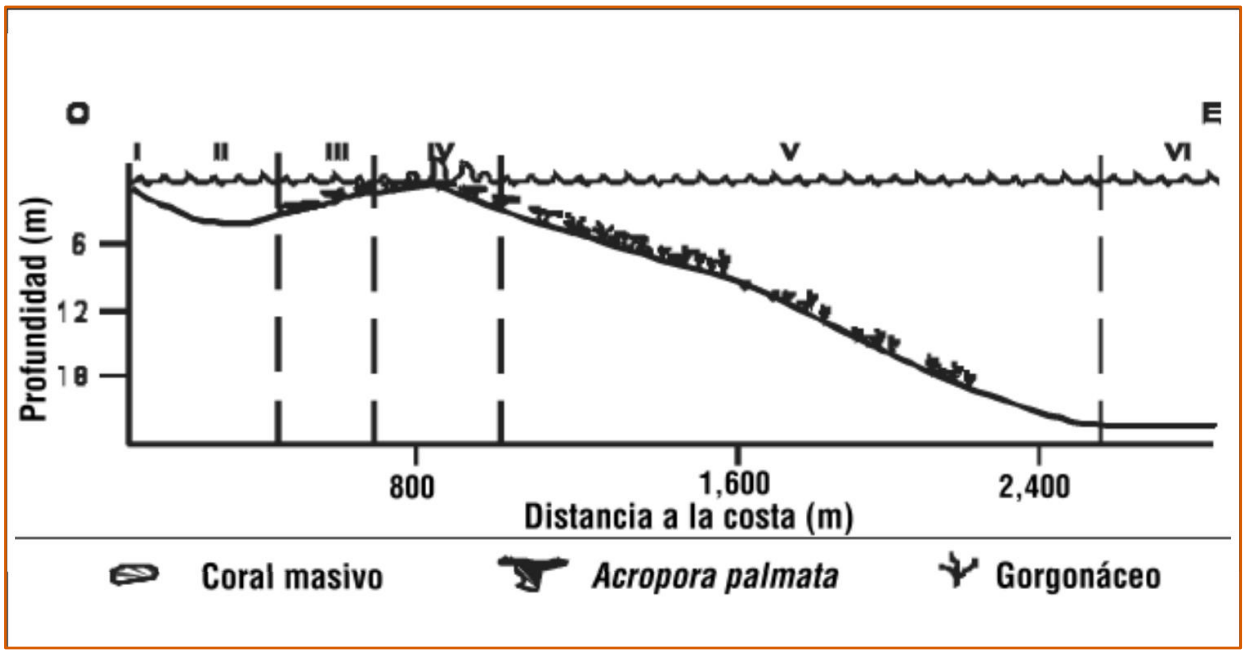


Figura IV - 37. Corte longitudinal del Parque Nacional Arrecife de Puerto Morelos.
Fuente: Instituto Nacional de Ecología (2000).

De acuerdo con Gonzáles *et al.* (2018), el acuífero de Puerto Morelos, Quintana Roo, presenta aguas predominantes bicarbonatadas-cálcicas. Mientras que los ojos de agua presentan las características típicas del agua de mar al ser del tipo clorurada-sódica. Este acuífero es un sistema vulnerable que muestra ya afectaciones a la calidad del agua debido a las malas prácticas en la disposición de residuos. Las principales fuentes de contaminación para el agua subterránea son: a) la disposición inadecuada de aguas residuales y b) tiraderos a cielo abierto. Las aguas residuales de la población de Puerto Morelos son vertidas sin tratar en fosas sépticas o en pozos someros clausurados; de esta manera, son almacenadas inadecuadamente sin ninguna medida de impermeabilización o de tratamiento que pueda reducir la carga de contaminantes de origen orgánico e inorgánico. La presencia de fosas sépticas mal construidas y el uso de pozos someros en contacto directo con el acuífero propician la contaminación del agua subterránea. Los residuos sólidos urbanos procedentes de la población, la industria y los servicios generan un problema a la hora de gestionarlos y disponer de ellos de manera adecuada y correcta. Puerto Morelos contaba con un basurero municipal que fue un tiradero a cielo abierto que recibió gran variedad de residuos y desechos, sobre una roca caliza carstificada, ausente de impermeabilización en la base y cercano al nivel freático. El basurero fue clausurado en noviembre de 2009 (González *et al.* 2018).

Una vez en el acuífero, los contaminantes disueltos (*i.e.*, residuos fecales, materia orgánica, nitrógeno, compuestos químicos, detergentes, así como metales pesados y bacterias) fluyen a través del laberinto de cuevas subterráneas, y pueden descargar al mar, donde se encuentra el Parque Nacional Arrecifes de Puerto Morelos (PNPMA) y el Sistema Ambiental Regional del proyecto, lo que podría afectar el equilibrio natural del ecosistema marino (Gondwe 2010, González *et al.* 2018). La capacidad de dispersión de contaminantes ha sido modelada frente a la costa de Playa del Carmen, obteniéndose velocidades superficiales con

magnitudes mayores a 1 m/s, lo cual pone de manifestó la rapidez con que migran los contaminantes disueltos en el agua (Carrillo Bribiezca 2008).

Así, las aguas contaminadas no solo representan un serio riesgo para la salud humana, sino también para los extensos humedales costeros y los ecosistemas marinos, ya que la contaminación marina puede darse tanto a través de las aguas que fluyen directamente de los humedales, como de los manantiales que descargan de modo directo en el mar Caribe (González *et al.* 2018).

En consecuencia, en el Sistema Ambiental Regional del proyecto se pueden esperar condiciones de contaminación similares a las reportadas por González *et al.* (2018), siendo sus posibles causas la disposición inadecuada de las aguas residuales y los tiraderos a cielo abierto.

IV.3.2. Medio biótico.

Las áreas por ocupar en el ambiente terrestre corresponden a sitios ya en operación cuyo ambiente ya ha sido modificado, por lo cual no se tendrá incidencia sobre la biota terrestre.

Por lo anterior el área de estudio del proyecto comprende el Sistema Ambiental Regional marino (267.37 Ha).

Se considera que la infraestructura para el proyecto no representa afectación para la biota del medio marino dado que no interfiere con las corrientes y que sus soportes en el lecho marino son a través del hincado de pilotes de madera: hincado de postes para colgar hamacas, reubicación de rocas sueltas hacia oquedades de la escollera de la Marina El Cid y reparación de espigones existentes.

Por otro lado, tampoco se causan daños por las siguientes actividades de mantenimiento: barreras para contención y desvío de algas, refuerzo de control de sargazo mediante cortinas de microburbujas, inyección de agua de mar y regresar periódicamente a la playa la arena recogida junto con algas.

Siendo entonces que las actividades que tienen influencia sobre la biota corresponden al relleno con arena para recuperar la playa, estructuras de atenuadores de oleaje y la construcción de arrecifes artificiales

Por ello el análisis de la biota marina se centrará en las áreas que ocuparán estas últimas actividades.

IV.3.2.1 Biota marina en el SAR

En el mundo se han identificado 12 regiones marinas subdivididas en 62 provincias, que a su vez incluyen 232 ecorregiones. Las 12 regiones marinas son: Ártico, Atlántico norte templado, Pacífico norte templado, Atlántico tropical, Indo- Pacífico occidental, Indo-Pacífico central, Indo-Pacífico oriental, Pacífico tropical oriental, Sud América templada, Sudáfrica

templada, Australasia templada y Océano sur. Las regiones marinas de México son la Pacífico norte templado, Pacífico tropical oriental, Atlántico norte templado y Atlántico tropical (CONABIO 2009). De las 232 ecorregiones marinas, en México hay 28 (Sarukhán *et al.* 2009). El Sistema Ambiental Regional definido para el proyecto se localiza en la ecorregión marina 15.1 Plataforma del Caribe mesoamericano.

La ecorregión marina 15.1 Plataforma del Caribe mesoamericano tiene una fisiografía de mares someros que incluye arrecifes de coral y bajos. Es una ecorregión de suma importancia, ya que alberga especies amenazadas, endémicas, raras y aquellas en peligro de extinción de conformidad con la NOM- 059-SEMARNAT-2010, tales como Corales escleractinios: cuerno de alce (*Acropora palmata*), cuerno de ciervo (*Acropora cervicornis*); corales blandos o abanico de mar (*Plexaura homomalla, Plexaura dichotoma*). Asimismo, es una zona de tránsito para las tortugas marinas caguama (*Caretta caretta*), verde del Atlántico o blanca (*Chelonia mydas*), de carey (*Eretmochelys imbricata*) y laúd (*Dermochelys coriacea*) (CONANP S/F).

De esta manera, los arrecifes coralinos del Caribe Mexicano representan una fuente importante de bienes y servicios para la economía y bienestar de los habitantes del Estado de Quintana Roo. Es reconocido el efecto que brinda la barrera arrecifal como protección costera, al reducir el efecto catastrófico de eventos climáticos como tormentas y huracanes (Gardner *et al*. 2005); y cuando este ambiente se encuentra en buen estado previene la erosión de la costa que causa pérdida de playas y pone en riesgo a las comunidades e infraestructura en los litorales.

Una cresta arrecifal bien desarrollada logra disipar la energía del oleaje que proviene del mar y que cruza el arrecife hacia la costa, atenuando el efecto de la energía del oleaje sobre el litoral. Este efecto ocurre debido a la alta complejidad de la estructura coralina que caracteriza a esta zona, debido principalmente a la presencia del coral masivo ramificado de la especie cuerno de alce (*Acropora palmata*) (Lirman 2003).

Por otro lado, el arrecife es la principal fuente de los sedimentos que forman las playas, debido al desgaste de las estructuras de carbonato de calcio que forman los corales en sus esqueletos, así como las conchas de moluscos, el caparazón de los crustáceos, espículas de esponjas y esqueletos de las algas calcáreas. Por otro lado, los arrecifes de coral sustentan distintas actividades económicas de la región como son la pesca y el turismo.

Desafortunadamente, el deterioro de los arrecifes coralinos en años recientes ha sido una situación alarmante, teniendo una estimación de la asociación Healty Reefs en el 2015 en donde reportan que 56% de los arrecifes en México se encontraron en situación pobre o crítica (Kramer *et al.* 2015). De manera consecuente, se ha detectado un detrimento de las funciones de estos ambientes, y con ello el menoscabo de los bienes y servicios que naturalmente brindan. Esta situación ha provocado una alta incidencia de proyectos de protección costera que se están implementando en la zona marino-costera en el litoral de Quintana Roo, con la finalidad de crear y/o restaurar el servicio de protección costera y minimizar el riesgo contra la erosión y energía del oleaje.

En este sentido, la Riviera Maya se ha convertido en un punto de referencia, ya que se han ejecutado algunos proyectos turísticos relevantes bajo modelos de desarrollo turístico innovadores. Estos proyectos se han caracterizado por la aplicación de modelos de desarrollo que siguen criterios ambientales muy estrictos, lo cual ha permitido orientar su diseño y desempeño bajo esquemas de sustentabilidad ambiental.

Bajo este esquema de operatividad, y con la intención de ejecutar un proyecto de recuperación de playas para el hotel asociado al proyecto, se presenta una evaluación de las condiciones biológicas que prevalecen en el Sistema Ambiental Regional definido para el proyecto, desde el Muelle Fiscal hasta Punta Brava, a través de la caracterización biológica y ecológica de la biota marina que habita en el arrecife de este lugar, con el fin de determinar la condición actual y emitir elementos de juicio para su manejo. Por lo que los objetivos del presente estudio son los siguientes.

Con el fin de contar con un listado potencial de las especies marinas que pudieran ser registradas en el SAR marino delimitado para el proyecto, se documentaron las especies marinas pertenecientes a los principales grupos taxonómicos, siendo éstos: Corales (escleractinios y gorgonáceos), ictiofauna (peces arrecifales), vegetación marina (macroalgas y pastos marinos) y otros invertebrados (crustáceos, moluscos, equinodermos, anémonas, esponjas, etc.). La información obtenida se recopiló a través del uso de bases de datos, artículos y documentos oficiales enumerados a continuación:

Programa de manejo de la Reserva de la Biósfera Caribe Mexicano
Base de datos GBIF México (Global Biodiversity Information Facility) https://www.gbif.org
Enciclovida. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. http://enciclovida.mx/
Vilchis, M, Dreckmann, K., García-Trejo, E., Hernández, O. E., y Sentíes, A. 2018. Patrones de distribución de las grandes macroalgas en el golfo de México y el Caribe mexicano: una contribución a la biología de la conservación. Revista mexicana de biodiversidad, 89(1), 183-192. https://dx.doi.org/10.22201/ib.20078706e.2018.1.2226
Delgado Pech B. 2016. Comunidades de macroalgas en arrecifes coralinos de Quintana Roo: composición taxonómica y patrones de colonización. Tesis de Maestría. Centro de Investigación Científica de Yucatán, A.C. Cancún, Quintana Roo, México. https://cicy.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1003/368/1/PCA_M_Tésis_2016_Delgado_Benjamin.pdf
Acosta-Calderón J., Hernández-Rodríguez C., Mendoza-González A. y Mateo-Cid L. 2018. Diversity and distribution of Udotea genus J.V. Lamouroux (Chlorophyta, Udoteaceae) in the Yucatan peninsula littoral, Mexico. Phytotaxa 345 (3): 179–218.
González-Muñoz, R., Simoes, N., Sánchez-Rodríguez, J.y Rodriguez, E. 2012. First Inventory of Sea Anemones (Cnidaria: Actiniaria) of the Mexican Caribbean. Zootaxa. 3556. 1-38
González-Muñoz, R., Simões, N., Tello-Musi, J., Sánchez-Rodríguez, J., & Rodríguez, E. 2015. New records of sea anemones (Cnidaria, Anthozoa, Actiniaria) in the Mexican Caribbean. Marine Biodiversity Records, 8, E100.

Sitios web:
https://arrecifesmarinos.wordpress.com/arrecifes-de-coral-del- caribe-y-golfo-de-mexico/
http://www.conabio.gob.mx/gap/images/2/2a/79_Banco_Chinchorr o.pdf

A partir de las fuentes antes mencionadas se obtuvo un total de 684 especies que podrían encontrarse en el SAR, de las cuales 97 pertenecen a corales escleractinios y

gorgonáceos, 187 a peces, 184 a flora marina (178 especies de algas, 2 de cianobacterias y 4 de plantas superiores) y 216 a otros invertebrados. En las siguientes tablas se muestra la lista de las especies en donde se incluye la familia a la que pertenecen y su nombre científico.

Tabla IV - 3. Listado de especies de CORALES con distribución potencial dentro del SAR.

Corales	**Especies potenciales**
Familia	**Nombre científico**
Acroporidae	**Acropora cervicornis*
	**Acropora palmata*
Agariciidae	*Agaricia agaricites*
	Agaricia fragilis
	Agaricia humilis
	Agaricia lamarcki
	Agaricia tenuifolia
	Agaricia undata
	Leptoseris cucullata
Anthothelidae	*Erythropodium caribaeorum*
	Iciligorgia schrammi
Antipathidae	*Antipathes caribbeana*
	Antipathes atlantica
	Antipathes gracilis
	Antipathes hirta
	Antipathes tanacetum
	Antipathes lenta
	Antipathes pennacea
	**Antipathes bichitoea*
	**Antiphates grandis*
	**Antiphates ulex*
Astrocoeniidae	*Stephanocoenia michelini*
Briareidae	*Briareum asbestinum*
Faviidae	*Colpophyllia amaranthus*
	Colpophyllia breviserialis
	Colpophyllia natans
	***Pseudodiploria clivosa*
	Diploria labyrinthiformis
	***Pseudodiploria strigosa*
	Favia fragum
	Isophyllia sinuosa
	Isophyllastrea rigida
	Manicina areolata

Corales	Especies potenciales
Familia	**Nombre científico**
	Montastrea cavernosa
	Mussa angulosa
	Mycetophyllia aliciae
	Mycetophyllia danaana
	Mycetophyllia ferox
	Mycetophyllia lamarckiana
	Orbicella faveolata
	Scolymia cubensis
	Scolymia lacera
	Solenastrea bournoni
	Solenastrea hyades
Gorgoniidae	*Gorgonia flabellum*
	Gorgonia mariae
	Gorgonia ventalina
	Pseudopterogorgia acerosa
	Pseudopterogorgia americana
	Pseudopterogorgia bipinnata
	Pseudopterogorgia elisabethae
	Pseudopterogorgia hummelincki
	Pseudopterogorgia rigida
	Pterogorgia anceps
	Pterogorgia citrina
	Pterogorgia guadalupensis
	Dendrogyra cylindrus
Meandrinidae	*Dichocoenia stokesii*
	Eusmilia fastigiata
	Meandrina meandrites
Milleporidae	*Millepora alcicornis*
	Millepora complanata
Plexauridae	*Eunicea calyculata*
	Eunicea fusca
	Eunicea laxispica
	Eunicea mammosa
	Eunicea palmeri
	Eunicea sp
	Eunicea succinea
Plexauridae	*Eunicea tourneforti*

Corales	Especies potenciales
Familia	**Nombre científico**
	Muricea atlantica
	Muricea elongata
	Muricea laxa
	Muricea muricata
	Muriceopsis flavida
	Plexaura flexuosa
	**Plexaura homomalla*
	Plexaura sp
	**Plexaurella dichotoma*
	Plexaurella grandiflora
	Plexaurella grisea
	Plexaurella nutans
	Pseudoplexaura crucis
	Pseudoplexaura flagellosa
	Pseudoplexaura porosa
	Pseudoplexaura wagenaari
Pocilloporidae	*Madracis decactis*
	Madracis mirabilis
Poritidae	*Porites astreoides*
	Porites branneri
	Porites colonensis
	Porites divaricata
	Porites furcata
	Porites porites
Siderastreidae	*Siderastrea radians*
	Siderastrea sideraea
Scleractinia incertae sedis	*Cladocora arbuscula*

**Especies citadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 (Plexaura homomalla, Plexaurella dichotoma, Acropora cervicornis , A. palmata. Antipathes bichitoea, A. grandis y A. ulex.*
***Antes género Diploria (World Register of Marine Species).*

Tabla IV - 4. Listado de especies de PECES ARRECIFALES con distribución potencial dentro del SAR.

Peces arrecifales	Especies potenciales
Familia	**Nombre científico**
Acanthuridae	*Acanthurus bahianus*
	Acanthurus chirurgus
	Acanthurus coeruleus
Aulostomidae	*Aulostomus maculatus*

Peces arrecifales	Especies potenciales
Familia	**Nombre científico**
Apogonidae	*Apogon binotatus*
	Apogon maculatus
	Apogon townsendi
Balistidae	*Balistes vetula*
	Canthidermis sufflamen
	Melichthys niger
	Xanthichthys ringens
Bleniidae	*Ophioblennius atlanticus*
Bothidae	*Bothus lunatus*
	Bothus ocellatus
	Bothus maculiferos
Carangidae	*Trachinotus carolinus*
	Trachinotus falcatus
	Trachinotus sp.
	Caranx crysos
	Caranx latus
	Caranx hippos
	Caranx lugubris
	Caranx ruber
	Caranx sp.
	Seriola dumerili
Chaetodontidae	*Prognathodes aculeatus*
	Chaetodon capistratus
	Chaetodon ocellatus
	Chaetodon striatus
Cirrhitidae	*Amblycirrhitus pinos*
Dasyatidae	*Hypanus americanus*
	Dasyatis americana
Diodontidae	*Diodon holocanthus*
	Eucinostomus gula
	Eucinostomus
	argenteus
	Eucinostomus sp.
	Diodon hystrix
Gerriedae	*Gerres cinereus*
	Gerres sp.
Gobiidae	*Coryphopterus dicrus*
	Coryphopterus hyalinus
	Coryphopterus personatus

Peces arrecifales	Especies potenciales
Familia	**Nombre científico**
	Ctenogobius saepepallens
	Elacantinus prochinos
	Gnatholepis cauerensis
	Gnatholepis thompsoni
	Gobioclinus bucciferus
	Gobiosoma dilepis
	Gobiosoma evelynae
	Gobiosoma prochilus
	Robinsichthys arrowsmithensis
Gobiesocidae	*Gobiesox punctulatus*
Grammatidae	*Gramma loreto*
	Lipogramma trilineatum
Haemulidae	*Anisotremus surinamensis*
	Anisotremus virginicus
	Haemulon album
	Haemulon aurolineatum
	Haemulon carbonarium
	Haemulon chrysargyreum
	Haemulon flavolineatum
	Haemulon melanurum
	Haemulon macrostomum
	Haemulon plumieri
	Haemulon sciurus
	Haemulon striatum
	Haemulon vittatum
Holocentridae	*Holocentrus adscensionis*
	Holocentrus bullisi
	Holocentrus marianus
	Holocentrus rufus
	Myripristis jacobus
	Sargocentron coruscus
	Sargocentron vexillarius
Labridae	*Bodianus rufus*
	Clepticus parrai
	Halichoeres bivittatus
	Halichoeres cyanocephalus
	Halichoeres garnoti
	Halichoeres maculipinna
	Halichoeres pictus

Peces arrecifales	Especies potenciales
Familia	**Nombre científico**
	Halichoeres poeyi
	Halichoeres radiatus
	Lachnolaimus maximus
	Thalassoma bifasciatum
	Xyrichtys martinicensis
	Xyrichtys splendens
Labrisomidae	*Malacoctenus boehlkei*
	Malacoctenus macropus
	Malacoctenus triangulatus
	Malacoctenus versicolor
Lutjanidae	*Lutjanus analis*
	Lutjanus apodus
	Lutjanus jocu
	Lutjanus mahogoni
	Lutjanus synagris
	Ocyurus chrysurus
Malacanthidae	*Malacanthus plumieri*
Monacanthidae	*Cantherhines macrocerus*
	Cantherhines pullus
	Monacanthus tuckeri
Mullidae	*Mulloidichthys martinicus*
	Pseudupeneus maculatus
Muraenidae	*Gymnothorax funebris*
	Gymnothorax miliaris
	Gymnothorax moringa
Myliobatidae	*Aetobatus narinari*
Opistognathidae	*Opistognathus macrognathus*
	Opistognathus natus
	Opistognathus whitehursti
	Opistognathus aurifrons
Ostraciidae	*Lactophrys bicaudalis*
	Lactophrys trigonos
	Acanthostracion polygonius
	Acanthostracion quadricornis
	Acanthostracion triqueter
Paralichthyidae	*Paralichthys albigutta*
Pempheridae	*Pempheris schomburgkii*
Pomacanthidae	*Centropyge argi*
	Holacanthus bermudensis

Peces arrecifales	Especies potenciales
Familia	**Nombre científico**
	Holacanthus ciliaris
	Holacanthus tricolor
	Pomacanthus arcuatus
	Pomacanthus paru
Pomacentridae	*Abudefduf saxatilis*
	Chromis cyanea
	Chromis enchrysurus
	Chromis insolata
	Chromis multilineatus
	Chromis scotti
	Microspathodon chrysurus
	Stegastes adustus
	Stegastes diencaeus
	Stegastes fuscus
	Stegastes dorsopunicans
	Stegastes leucostictus
	Stegastes partitus
	Stegastes planifrons
	Stegastes variabilis
Priacanthidae	*Heteropriacanthus cruentatus*
	Priacanthus arenatus
Scaridae	*Nicholsina usta*
	Scarus coeruleus
	**Scarus guacamaia*
	**Scarus iserti*
	Scarus taeniopterus
	**Scarus vetula*
	Sparisoma atomarium
	**Sparisoma aurofrenatum*
	**Sparisoma chrysopterum*
	Sparisoma radians
	**Sparisoma rubripinne*
	**Sparisoma viride*
Sciaenidae	*Pereques acuminatus*
	Equetus punctatus
Scorpaenidae	*Scorpaena plumieri*
	Pterois volitans
Serranidae	*Rypticus saponaceus*
	Cephalopholis cruentatus
	Cephalopholis fulva

Peces arrecifales	Especies potenciales
Familia	**Nombre científico**
	Epinephelus adscensionis
	Epinephelus guttatus
	Epinephelus striatus
	Hypoplectrus aberrans
	Hypoplectrus chlorurus
	Hypoplectrus guttavarius
	Hypoplectrus indigo
	Hypoplectrus nigricans
	Hypoplectrus puella
	Hypoplectrus unicolor
	Liopropoma rubre
	Mycteroperca bonaci
	Mycteroperca venenosa
	Mycteroperca interstitialis
	Serranus baldwini
	Serranus tabacarius
	Serranus tigrinus
	Serranus tortugarum
Sparidae	*Calamus bajonado*
	Calamus calamus
	Calamus pennatula
Sphyraenidae	*Sphyraena barracuda*
Synodontidae	*Synodus saurus*
Tetraodontidae	*Canthigaster rostrata*
	Sphoeroides spengleri
Urobatidae	*Urobatis jamaicensis*

**Especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, de acuerdo con la modificación de su Anexo Normativo III (DOF. 14/11/2019).*

Tabla IV - 5. Listado de especies de VEGETACIÓN MARINA con distribución potencial dentro del SAR.

Vegetación marina	Especies potenciales
Familia	**Nombre científico**
Bonnemaisoniaceae	*Asparagopsis taxiformis*
Anadyomenaceae	*Anadyomene stellata*
Boodleaceae	*Cladophoropsis macromeres*
Boodleaceae	*Cladophoropsis membranacea*
Callithamniaceae	*Aglaothamnion cordatum*
	Aglaothamnion neglectum
	Crouania attenuata
Caulacanthaceae	*Catenella caespitosa*

Vegetación marina	Especies potenciales
Familia	**Nombre científico**
	Catenella impudica
Caulerpaceae	*Caulerpa cupressoides*
	Caulerpa cupressoides var. *flabellata*
	Caulerpa mexicana
	Caulerpa paspaloides
	Caulerpa prolifera
	Caulerpa prolifera f. obovata
	Caulerpa racemosa
	Caulerpa racemosa var. Peltata
	Caulerpa sertularioides
	Caulerpa sertularioides f. *brevipes*
	Caulerpa sertularioides f. *longiseta*
	Caulerpa verticillata
	Caulerpa ashmeadii
Ceramiaceae	*Centroceras clavulatum*
	Ceramium cruciatum
	Ceramium nitens
Champiaceae	*Champia parvula*
	Champia salicornioides
	Coelothrix irregularis
Cladophoraceae	*Chaetomorpha gracilis*
	Chaetomorpha linum
	Chaetomorpha minima
	Cladophora sp.
	Rhizoclonium riparium
Codiaceae	*Codium isthmocladum*
	Codium repens
	Codium taylorii
Corallinaceae	*Jania pumila*
	Jania adhaerens
	Jania rubens
Cystocloniaceae	*Hypnea cervicornis*
	Hypnea musciformis
	Hypnea spinella
	Hypnea valentiae
Dasyaceae	*Dasya baillouviana*

Vegetación marina	Especies potenciales
Familia	**Nombre científico**
	Dasya caraibica
	Dasya harveyi
	Dasya ocellata
	Dasya rigidula
	Heterosiphonia crispella
	Heterosiphonia gibbesii
Dasycladaceae	*Neomeris annulata*
	Batophora occidentalis
	Batophora oerstedii
	Dasycladus vermicularis
	Neomeris annulata
Delesseriaceae	*Caloglossa leprieurii*
	Hypoglossum involvens
Derbesiaceae	*Derbesia vaucheriaeformis*
	Derbesia marina
	Derbesi sp
	Pedobesia simplex
Dichotomosiphonaceae	*Avrainvillea asarifolia*
	Avrainvillea fibrosa
	Avrainvillea longicaulis
	Avrainvillea nigricans
	Cladocephalus luteofuscus
Dictyotaceae	*Dictyopteris delicatula*
	Dictyopteris justii
	Dictyota bartayresiana
	Dictyota caribaea
	Dictyota cervicornis
	Dictyota crenulata
	Dictyota crispata
	Dictyota dichotoma
	Dictyota divaricata
	Dictyota menstrualis
	Dictyota pinnatifida
	Dictyota pulchella
	Dictyota volubilis
	Lobophora variegata

Vegetación marina	Especies potenciales
Familia	**Nombre científico**
	Padina boergesenii
	Padina gymnospora
	Padina sp.
	Stypopodium zonale
Galaxauraceae	*Tricleocarpa fragilis*
	Galaxaura rugosa
	Galaxaura sp
Gracilariaceae	**Crassiphycus caudatus*
	Gracilaria cervicornis
	Gracilaria verrucosa
	Gracilaria sp.
Halimedaceae	*Halimeda copiosa*
	Halimeda discoidea
	Halimeda goreaui
	Halimeda gracilis
	Halimeda incrassata
	Halimeda lacrimosa
	Halimeda monile
	Halimeda opuntia
	Halimeda scabra
	Halimeda tuna
Halymeniaceae	*Grateloupia filicina*
	Halymenia duchassaingii
	Halymenia sp.
Hydrolithaceae	*Hydrolithon boergesenii*
Liagoraceae	*Ganonema pinnatum*
	**Liagora mucosa*
	Liagora sp.
Lithophyllaceae	*Amphiroa fragilissima*
	Amphiroa rigida
	Amphiroa tribulus
Lomentariaceae	*Ceratodictyon intricatum*
	Lomentaria baileyana
Mesophyllaceae	*Mesophyllum mesomorphum*
Polyphysaceae	*Acetabularia calyculus*
	Acetabularia crenulata

	Polyphysa polyphysoides
Rhipiliaceae	*Rhipilia tomentosa*
Rhizophyllidaceae	*Ochtodes secundiramea*
Rhodomelaceae	*Acanthophora muscoides*
	Acanthophora spicifera
	Bostrychia montagnei
	Bostrychia tenella
	Bryocladia cuspidata
	Bryothamnion seaforthii
	**Alsidium triquetrum*
	Chondria baileyana
	Chondria capillaris
	Chondria littoralis
	Chondria sp.
	Chondriopsis dasyphylla f. pyrifera
	Digenea simplex
	Laurencia microcladia
	Laurencia obtusa
	Laurencia papillosa
	Laurencia poiteaui
	Murrayella periclados
	**Palisada perforata*
	Polysiphonia ramentacea
	Polysiphonia sp.
Sargassaceae	*Sargassum fluitans*
	Sargassum hystrix
	Sargassum natans
	Sargassum platicarpum
	Sargassum polyceratium
	Turbinaria turbinata
Siphonocladaceae	*Dictyosphaeria cavernosa*
Solieriaceae	*Eucheuma isiforme*
	Meristotheca gelidium
	Solieria filiformis
	Wurdemannia miniata
Spyridiaceae	*Spyridia filamentosa*
	Spyridia sp.
Udoteaceae	*Boodleopsis pusilla*

	Penicillus capitatus
	Penicillus dumetosus
	Penicillus lamourouxii
	Penicillus pyriformis
	Rhipocephalus phoenix
	Rhipocephalus phoenix f.brevifolius
	Rhipocephalus phoenix f.longifolius
	Udotea conglutinata
	Udotea cyathiformis
	Udotea fibrosa
	Udotea flabellum
	Udotea occidentalis
	Udotea spinulosa
	Udotea wilsonil
Ulvaceae	*Enteromorpha sp*
	Ulva linza
Valoniaceae	*Valonia macrophysa*
	Valonia utricularis
	Valonia ventricosa
Wrangeliaceae	*Wrangelia argus*
Spongitaceae	*Neogoniolithon strictum*
Cyanobacteria	
Oscillatoriaceae	*Lyngbya sp.*
Phormidiaceae	*Symploca sp.*
Magnoliophyta	
Cymodoceaceae	*Syringodium filiforme*
	Halodule wrightii
Hydrocharitaceae	*Halophila engelmannii*
	Thalassia testudinum

**Gracilaria caudata* cambió a *Crassiphycus caudatus*. Gurgel, J.N. Norris & Fredericq, 2018 *Hydropuntia caudata* sinónimia. *Palisada poiteau*, nombre científico que ya no es aceptado, el nombre aceptado es *Laurencia poiteaui*. *Palisada perforata* antes *Laurencia paillosa* (Bory) K.W.Nam, 2007. *Liagora mucosa* cambió a *Gloiocallis dendroidea* (P.Crouan & H.Crouan) Showe M.Lin, Huisman & D.L.Ballantine, 2014. *Bryothamnion triquetrum* cambió a *Alsidium triquetrum* (S.G.Gmelin) Trevisan, 1845 (World Register of Marine Species).

Tabla IV - 6. Listado de especies de otros INVERTEBRADOS con distribución potencial dentro del SAR.

Otros Invertebrados	**Especies potenciales**
Familia	**Nombre científico**
Coralimorfo	
Ricordeidae	*Ricordea florida*

Otros Invertebrados	Especies potenciales
Familia	**Nombre científico**
Anémonas	
Actiniidae	*Condylactis gigantea*
	Actinostella flosculifera
	Anemonia sargassensis
	Bunodosoma granuliferum
Aiptasiidae	*Aiptasia pallida*
	Ragactis lucida
	Bartholomea annulata
Aliciidae	*Lebrunia danae*
Boloceroididae	*Bunodeopsis antilliensis*
Homostichanthidae	*Homostichanthus duerdeni*
Phymanthidae	*Phymanthus crucifer*
Stichodactylidae	*Stichodactyla helianthus*
Esponjas	
Agelasidae	*Agelas clathrodes*
Aplysinidae	*Aplysina lacunosa*
	Aplysina fulva
	Aplysina fistularis
	Aplysina cauliformis
	Aplysina archeri
	Aiolochroia crassa
	Verongula rigida
	Verongula gigantea
Astroscleridae	*Goreauiella auriculata*
Axinellidae	*Dragmacidon sp*
	Ptilocaulis sp
Biemnidae	*Neofibularia nolitangere*
Callyspongiidae	*Callyspongia plicifera*
	Callyspongia vaginalis
Chalinidae	*Haliclona tubifera*
Chondrillidae	*Chondrilla nucula*
Clathrinidae	*Clathrina canariensis*
Clionaidae	*Pione lampa*
	Cliona varians
	Cliona caribbaea
	Anthosigmella varians

Otros Invertebrados	Especies potenciales
Familia	**Nombre científico**
Crambeidae	**Monanchora arbuscula*
	Desmapsamma anchorata
Dysideidae	*Dysidea etheria*
Geodiidae	*Geodia neptuni*
Irciniidae	*Ircinia campana*
	Ircinia felix
	Ircinia strobilina
	Sarcotragus fasciculatus
Iotrochotidae	*Lotrochota birotulata*
Microcionidae	*Clathria sp*
Mycalidae	*Mycale laevis*
Niphatidae	*Amphimedon compressa*
	Niphates digitalis
Petrosiidae	*Neopetrosia carbonaria*
Phloeodictyidae	*Siphonodictyon coralliphagum*
Pseudoceratinidae	*Pseudoceratina crassa*
Raspailiidae	*Ectyoplasya ferox*
	Ectyoplasia ferox
Scopalinidae	*Scopalina hispida*
Tedaniidae	*Tedania ignis*
Tethyidae	*Tethya*
Thorectidae	*Hyrtios violaceus*
Anélidos	
Amphinomidae	*Hermodice carunculata*
Eunicidae	*Lysidice tortugae*
	Palola siciliensis
Nereididae	*Ceratonereis mirabilis*
Phascolosomatidae	*Antillesoma antillarum*
	Phascolosoma scolops
Sabellidae	*Anamobaea orstedii*
	Bispira brunnea
	Notaulax occidentalis
	Notaulax tuber
	Perkinsiana fonticula
	Pseudopotamilla fitzhughi
	Notaulax nudicollis
Serpulidae	*Salmacina incrustans*

Otros Invertebrados	Especies potenciales
Familia	**Nombre científico**
	Hydroides mucronata
	Hydroides
	Hydroides parva
	Pseudovermilia multispinosa
	Pseudovermilia fuscostriata
	Spirobranchus giganteus
Stichodactylidae	*Stichodactyla helianthus*
Equinodermos	
Amphiuridae	*Amphiodia trychna*
Asterinidae	*Asterinides folium*
Astropectinidae	*Astropecten alligator*
Brissidae	*Meoma ventricosa*
Cassidulidae	*Cassidulus caribaearum*
Cidaridae	*Eucidaris tribuloides*
Clypeasteridae	*Clypeaster roseaceus*
	Clypeaster subdepressus
	Clypeaster roseaceus
Diadematidae	*Diadema antillarum*
Echinasteridae	*Echinaster spinulosus*
Echinocyamidae	*Echinometra viridis*
Echinometridae	*Echinometra lucunter*
Echinoneidae	*Echinoneus cyclostomus*
Echinothuriidae	*Araeosoma fenestratum*
Fibulariidae	*Echinocyamus grandiporus*
Goniasteridae	*Pawsonaster parvus*
Gorgonocephalidae	*Astrophyton muricatum*
Meliitidae	*Mellita sp.*
	Leodia sexiesperforata
Ophiactidae	*Ophiactis savignyi*
Ophidiasteridae	*Linckia guildingi*
Ophiocomidae	*Ophiomastix wendtii*
	Ophiocoma echinata
	Ophiocomella pumila
	Breviturma paucigranulata
Ophiodermatidae	*Ophioderma rubicunda*
	Ophioderma cinerea

Otros Invertebrados	Especies potenciales
Familia	**Nombre científico**
	Ophioderma appressa
	Ophioderma brevicauda
Ophiolepididae	*Ophiolepis impressa*
	Ophiolepis paucispina
	Ophiolepis elegans
Ophiomyxidae	*Ophiomyxa flaccida*
Ophionereididae	*Ophionereis reticulata*
	Ophionereis squamulosa
Ophiopsilidae	*Ophiopsila riisei*
Ophiotrichidae	*Ophiothrix oerstedii*
	Ophiothrix suensoni
	Ophiothrix lineata
	Ophiothrix angulata
Oreasteridae	*Oreaster reticulatus*
Toxopneustidae	*Lytechinus variegatus*
	Lytechinus williamsi
	Tripneustes ventricosus
Moluscos	
Arcidae	*Anadara transversa*
	Arca imbricata
	Arca zebra
	Barbatia candida
	Barbatia domingensis
	Barbatia gray
Bullidae	*Bulla striata*
Cardiidae	*Dallocardia muricata*
	Acrosterigma magnum
	Americardia media
Cassidae	*Cassis sp*
	Cassis tuberosa
	Cypraecassis testiculus
Cavoliniidae	*Cuvierina atlantica*
	Diacavolinia constricta
	Diacavolinia strangulata
	Diacavolinia longirostris
Cerithiidae	*Cerithium litteratum*

Otros Invertebrados	Especies potenciales
Familia	**Nombre científico**
	Cerithium eburneum
	Cerithium sp.
Chamidae	*Chama congregata*
	Chama sinuosa
Chitonidae	*Acanthopleura granulata*
	Chiton squamosus
Columbellidae	*Columbella mercatoria*
Conidae	*Conus sp.*
Creseidae	*Hyalocylis striata*
	Creseis virgula
Cypraeidae	*Macrocypraea zebra*
Diastomatidae	*Diastoma sp*
Plakobranchidae	*Elysia crispata*
Eoacmaeidae	*Eoacmaea pustulata*
Eulimidae	*Monogamus minibulla*
Fasciolariidae	*Hemipolygona carinifera*
Fissurellidae	*Diodora meta*
	Diodora dysoni
	Fissurella barbadensis
	Fissurella fascicularis
Hipponicidae	*Hipponix antiquatus*
Limacinidae	*Limacina trochiformis*
	Heliconoides inflatus
Limidae	*Lima lima*
Littorinidae	*Echinolittorina angustior*
	Littoraria angulifera
Loliginidae	*Sepioteuthis sepioidea*
Lucinidae	*Ctena orbiculata*
	Codakia orbicularis
Mactridae	*Mactrotoma fragilis*
Marginellidae	*Prunum guttatum*
Mytilidae	*Brachidontes modiolus*
	Brachidontes exustus
Naticidae	*Sinum perspectivum*
Neritidae	*Nerita versicolor*
	Nerita peloronta

Otros Invertebrados	Especies potenciales
Familia	**Nombre científico**
	Nerita tessellata
Octopodidae	*Octopus sp*
	Octopus insularis
	Octopus briareus
	Octopus maya
	Octopus vulgaris
Ostreidae	*Dendostrea frons*
Ovulidae	*Cyphoma gibbosum*
Pectinidae	*Caribachlamys ornata*
Phasianellidae	*Tricolia risso*
Pteriidae	*Isognomon alatus*
Pteriidae	*Pteria colymbus*
Ranellidae	*Charonia variegata*
Rissoinidae	*Rissoina dorbignyi*
Semelidae	*Semele sp*
Spirulidae	*Spirula spirula*
Spondylidae	*Spondylus tenuis*
Strombidae	*Lobatus gigas*
	Lobatus costatus
Tegulidae	*Cittarium pica*
Tellinidae	*Tellina linaeus*
	Arcopagia fausta
	Eurytellina angulosa
Terebridae	*Impages maryleeae*
Tonnidae	*Tonna pennata*
Turbinellidae	*Vasum muricatum*
Turbinidae	*Lithopoma phoebium*
Veneridae	*Timoclea s.*
Crustáceos	
Diogenidae	*Clibanarius tricolor*
	Calcinus tibicen
Epialtidae	*Macrocoeloma diplacanthum*
Inachidae	Stenorhynchus seticornis
Palinuridae	*Panulirus argus*
	Panulirus guttatus
Paguridae	*Paguristes sp.*

Otros Invertebrados	Especies potenciales
Familia	**Nombre científico**
	Paguristes hernancortezi
	Paguristes puncticeps
	Paguristes grayi
Palaemonidae	Periclimenes yucatanicus
Tunicado	
Didemnidae	*Trididemnum solidum*
Zoántido	
Sphenopidae	*Palythoa caribaeorum*

**Ragactis lucida* antes *Bartholomea lucida. Monachora arbuscula antes M. unguifera (World Register of Marine Species).*

IV.3.2.2 Tipos de ambientes en el Área de Estudio en el medio marino

Con el fin de definir los principales tipos de ambientes en el Área de Estudio, se realizó en primer lugar, un análisis de fotografía aérea con dron (TEO Consultoría Ambiental S.C. 2018), y, en segundo lugar, se tomó en cuenta el mapa de Cobertura Bentónica de los Ecosistemas Marinos del Caribe Mexicano: Cabo Catoche-Xcalak (Cerdeira-Estrada *et al.* 2018). Este mapa representa la distribución espacial y extensión de la cobertura bentónica de los ecosistemas marinos del Caribe mexicano, cubriendo las aguas someras del sistema arrecifal mesoamericano entre Cabo Catoche y Xcalak. Se generó a partir del análisis conjunto de las imágenes satelitales WorldView-2, la reflectancia de fondo, el relieve submarino, la batimetría satelital, la aplicación de técnicas apoyadas con el conocimiento de expertos, y del análisis de datos de campo. El mapa de cobertura bentónica tiene una profundidad máxima promedio de 18 m, en el que se definieron nueve tipos de ambientes: 1) sedimentos; 2) comunidad de pastos marinos; 3) pastos marinos y macroalgas; 4) macroalgas; 5) estructura coralina; 6) tocones y pedacería de coral; 7) octocorales; 8) octocorales y corales; y 9) arrecife rocoso (Cerdeira-Estrada *et al.* 2018).

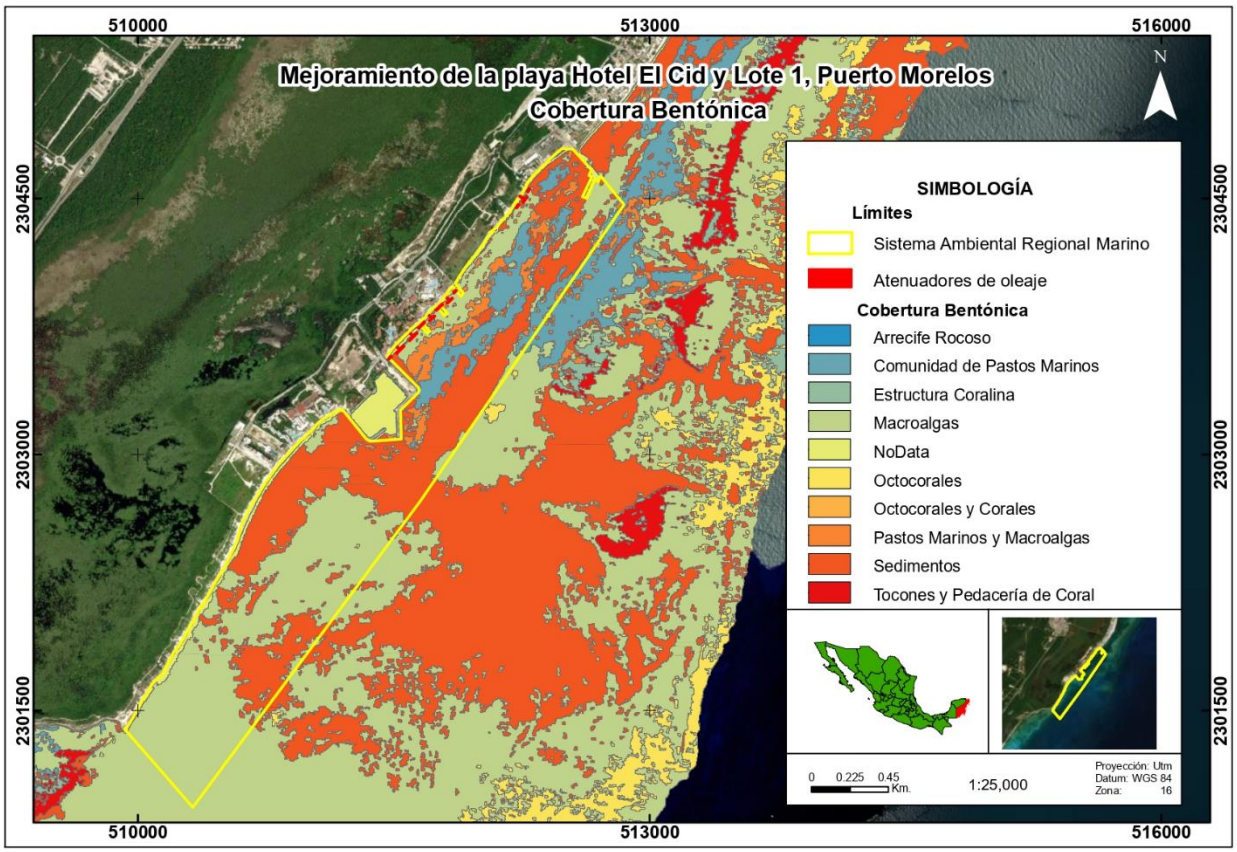


Figura IV - 38. Mapa de cobertura bentónica de los ecosistemas marinos del caribe mexicano: Cabo Catoche-Xcalak

Esta información (fotografía aérea tomada con dron y mapa con nueve ambientes marinos; (Cerdeira-Estrada *et al.* 2018) sirvió como guía para realizar un reconocimiento subacuático con el fin de corroborar en campo el tipo de sustrato y comunidad bentónica dominante. A continuación, se describe como se realizóeste reconocimiento subacuático.

IV.3.2.3 Muestreo de campo.

El muestreo en campo se realizó considerando la heterogeneidad del ambiente marino definiendo en primera instancia los tipos de ambiente presentes en el SAR delimitado para el proyecto siguiendo la metodología descrita a continuación.

IV.3.2.3.1 Muestreo de tipos de ambientes del medio marino

Para identificar y delimitar los tipos de ambientes, así como generar un mapa que represente la estructura general de la biota marina, se realizó el muestreo del SAR del medio marino en dos épocas del año, lluvias (11 y 12 de agosto de 2018) y secas (18 y 19 de enero y 9 de febrero de 2019) en 29 puntos de muestreo. Con el fin de tener un muestreo representativo del Área de Estudio, el número y distribución de los puntos de muestreo se determinó tomando como base los nueve tipos de ambientes del mapa de Cobertura Bentónica de los Ecosistemas Marinos del Caribe Mexicano: Cabo Catoche-Xcalak (Cerdeira-Estrada *et al.* 2018).

A continuación, se incluyen las coordenadas de los sitios de muestreo, así como su respectivo mapa.

Tabla IV - 7. Coordenadas UTM de los sitios de muestreo del medio marino en el Área de Estudio.

ID	Coordenadas UTM	
	X	Y
1.1	512,290	2,304,556
1.1 A	512,338	2,304,554
1.2	512,393	2,304,488
1.3	512,492	2,304,398
1.4	512,600	2,304,328
1.5	512,678	2,304,257
2.1	511,933	2,303,943
2.2	512,039	2,303,899
2.3	512,234	2,303,773
2.4	512,329	2,303,716
3.1	511,843	23,037,150
3.2	511,894	2,303,703
3.3	512,010	2,303,606
3.4	511,899	2,303,533
3.5	512,097	2,303,616

ID	Coordenadas UTM	
	X	Y
3.6	512,036	2,303,463
4	511,569	2,303,484
4.1	511,730	2,303,562
4.2	511,812	2,303,460
4.3	511,823	2,303,343
4.4	511,938	2,303,344
5.1	510,954	2,302,749
5.2	511,359	2,302,670
5.3	511,410	2,302,473
6.2	510,490	2,301,762
6.3	510,741	2,301,595
7.1	510,060	2,301,460
7.2	510,200	2,301,320
7.3	510,366	2,301,163



Figura IV - 39. Sitios de muestreo del medio marino en el Área de Estudio.

En este muestreo, se registró información sobre el tipo de ambiente, tipo de sustrato, profundidad, comunidad bentónica dominante, así como un levantamiento de la lista de especies de los principales grupos taxonómicos.

IV.3.2.3.2 Muestreo de la biota marina en el Sistema Ambiental Regional

Para identificar a la biota marina que existe en el polígono del Sistema Ambiental Regional en el medio marino (SAR: 267.37 Ha), se realizó un muestreo intensivo en dos épocas del año los días 11 y 12 de agosto de 2018 (lluvias), así como 18 y 19 de enero y 9 de febrero de 2019 (secas). Con respecto al material y equipo empleado para realizar los muestreos de campo se utilizó una tabla de acrílico, lápiz, lija, geoposicionador, cintas métricas, cámaras fotográficas contra agua, boyas, pesos muertos, cuerdas, así como equipos de buceo.

Un método convencional para caracterizar a los arrecifes del Caribe mexicano es a través del uso de transectos (Gutiérrez *et al*. 1993, 1995, Lara *et al*. 1994a, 1994b, Padilla *et al*. 1994), por lo que se establecieron 29 transectos a través del SAR marino. La longitud de cada transecto fue de 50 m (Loya 1972). El extremo de cada transecto representó la coordenada del punto de muestreo utilizado para generar el mapa de ambientes. Los sitios de muestreo fueron los mismos, para las dos épocas del año. Durante el muestreo en campo, se realizaron

recorridos para ubicar la coordenada de inicio del transecto; una vez detectado el punto, se instaló una boya en el extremo del transecto, amarrada a un peso muerto. El transecto, por lo general, se colocó paralelo a la línea de costa y en dirección noreste o suroeste, dependiendo de la zona de interés a muestrear.

Asimismo, con el fin de tener un muestreo representativo de toda la estructura arrecifal del SAR marino, el método de muestreo empleado fue el estratificado, el cual considera la división del área de estudio en áreas menores que se considera que tienen características homogéneas. En este sentido, el número y distribución de los transectos de muestreo se determinó tomando como base los nueve tipos de ambientes del mapa de Cobertura Bentónica de los Ecosistemas Marinos del Caribe Mexicano: Cabo Catoche-Xcalak (Cerdeira-Estrada *et al.* 2018), así como la zonificación propuesta para los arrecifes de la región (Gutiérrez *et al.* 1993, Padilla *et al.* 1994), reconociendo la ausencia de algunas zonas estructurales en ciertos sitios. Esta variabilidad de la estructura del arrecife a lo largo del área de estudio genera diferencias en el perfil arrecifal y en la biota marina asociada, los cuales están relacionados con el tipo de ambiente. Por lo tanto, el número de transectos de muestreo fue distinto en cada ambiente, en función de su extensión y heterogeneidad ambiental.

Los principales grupos taxonómicos muestreados fueron: 1) **Escleractinios** (corales duros), 2) **Gorgonáceos** (corales blandos), 3) **Vegetación marina** (macroalgas y pastos marinos), **Ictiofauna** (peces arrecifales), y, 5) **Otros invertebrados**. Durante los muestreos se tomaron registros de las especies, el número de individuos por especie; también se estimó el tamaño de los individuos y se registró la condición de los mismos, para detectar mortalidad o algún otro tipo de daño, así como la morfología de las colonias.

Para los **gorgonáceos** (corales blandos), **ictiofauna** e **invertebrados**, se aplicó un metro de ancho a cada lado del transecto de 50 m; respecto a los peces, se registraron además los presentes en la columna de agua, mientras que para la **biota bentónica** se tomaron datos a dos metros a cada lado del transecto.

Para el caso de la **vegetación marina** (macroalgas y pastos marinos) se colocaron cuadrantes de 625 cm2 cada 10 m sobre el transecto; el cuadrante se dividió cada 5x5 cm y se contó el número de cuadros que ocupa cada especie.

La identificación de especies se determinó *in situ* y se utilizaron claves y guías de campo para **escleractinios** (Smith 1972, Greenberg y Greenberg 1977, Castañares y Soto 1982, Zlatarsky y Martinez 1982, Colin 1988 y Humann 1993a), **gorgonáceos** (Cairns 1977, Bayer 1961, Bayer, *et al*. 1983, Humman 1993a), **peces** (Chaplin 1972, Greenberg y Greenberg 1977, Stokes 1984) y **algas** (Littler *et al.* 1989, Humman 1993a).

IV.3.2.3.3 Muestreo en áreas de influencia de los atenuadores de oleaje propuestos

Además de realizar muestreos a través del Sistema Ambiental Regional en medio marino, también se realizó un muestreo intensivo en el área de influencia de los atenuadores de oleaje propuestos, con la intención de realizar una caracterización biológica marina en dichas áreas.

Para la caracterización biológica marina, se utilizaron cuatro transectos. El muestreo se realizó los días 11 de agosto de 2018 (época de lluvias), 18 de enero y 9 de febrero de 2019 (época de secas), utilizándose el método de muestreo descrito en el apartado Muestreo de la biota marina en el Sistema Ambiental Regional en el medio marino. A continuación, se incluyen las coordenadas de los transectos de muestreo, así como su respectivo mapa.

Tabla IV - 8. Coordenadas UTM de áreas de influencia de los atenuadores de oleaje propuestos donde se realizó el muestreo biológico marino

Área de influencia de atenuador de oleaje	Puntos	Coordenadas UTM (WGS84 R16)	
		X	Y
E1	1	512342.82	2304565.52
	2	512348.23	2304561.25
	3	512304.91	2304506.26
	4	512299.49	2304510.53
	5	512323.29	2304540.73
	6	512319.01	2304535.31
	7	512279.74	2304566.26
	8	512284.01	2304571.68
E2	1	511962.46	2303977.23
	2	511968.87	2303972.61
	3	511927.96	2303915.81
	4	511921.55	2303920.43
E3	1	511826.82	2303803.21
	2	511834.48	2303797.94
	3	511783.39	2303723.84
	4	511775.73	2303729.12
E4	1	511696.68	2303614.6
	2	511712.05	2303608.9
	3	511670.23	2303496.4
	4	511654.87	2303502.1

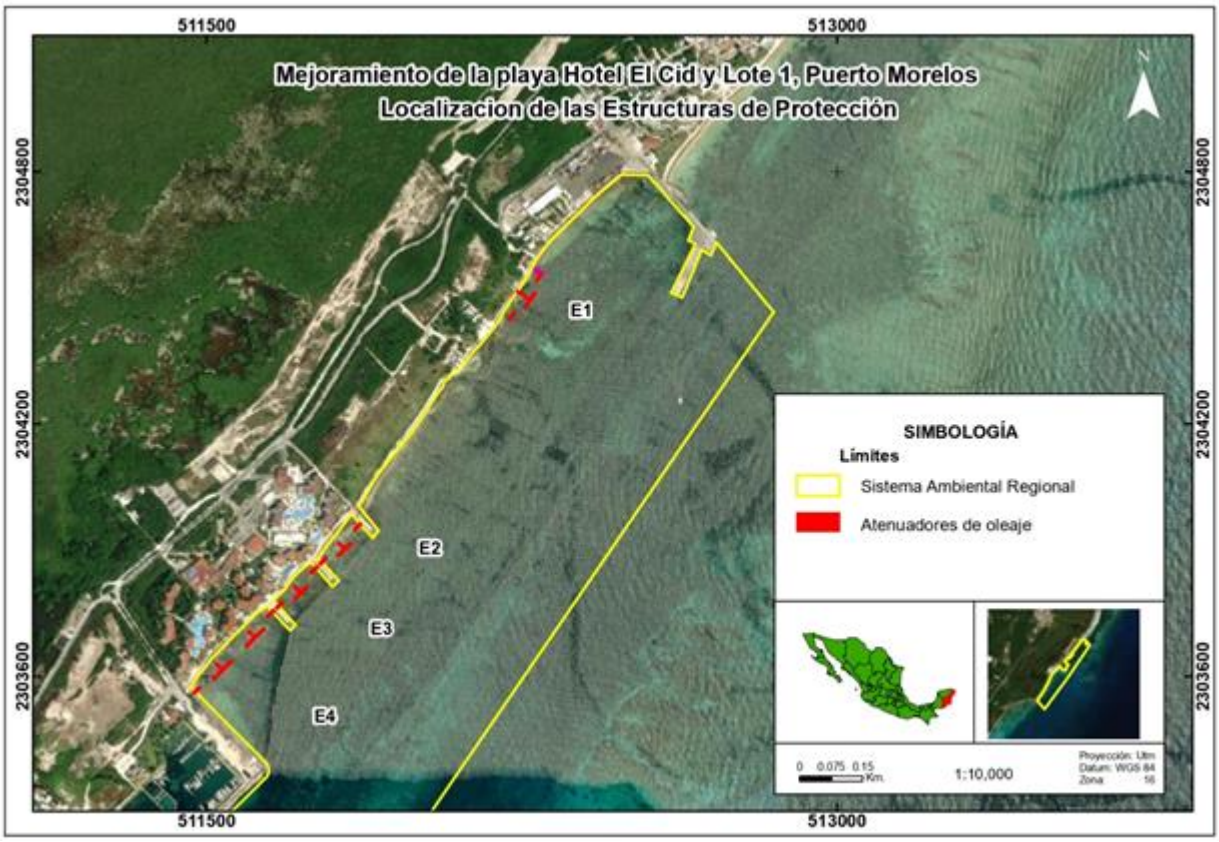


Figura IV - 40. Sitios de muestreo en las áreas de influencia de los atenuadores de oleaje propuestos

IV.3.2.3.4 Muestreo en áreas de influencia de zonas a regenerar

Con el propósito de realizar una caracterización biológica marina en las áreas de influencia de las zonas de regeneración el promovente realizó muestreos en las denominadas zonas A, B y C frente al hotel. En cada zona se colocaron dos transectos de 50 m cada uno, para la caracterización biológica marina, aplicando el método de muestreo descrito en el apartado Muestreo de la biota marina en el Sistema Ambiental Regional. Los muestreos en las zonas de acumulación se realizaron los días 11 y 12 de agosto de 2018.

A continuación, se incluyen las coordenadas de los sitios de muestreo, así como su respectivo mapa.

Tabla IV - 9. Coordenadas UTM de los sitios de muestreo de áreas de influencia de las zonas de regeneración.

Transecto	Coordenadas UTM	
	X	Y
A	511,518.00	2,303,536.00
	511,569.00	2,303,484.00
B	511,899.00	2,303,533.00
	511,812.00	2,303,460.00
	511,823.00	2,303,343.00
C	512,097.00	2,303,616.00
	512,010.00	2,303,606.00

Transecto	Coordenadas UTM	
	X	Y
	512,036.00	2,303,463.00
	511,938.00	2,303,344.00

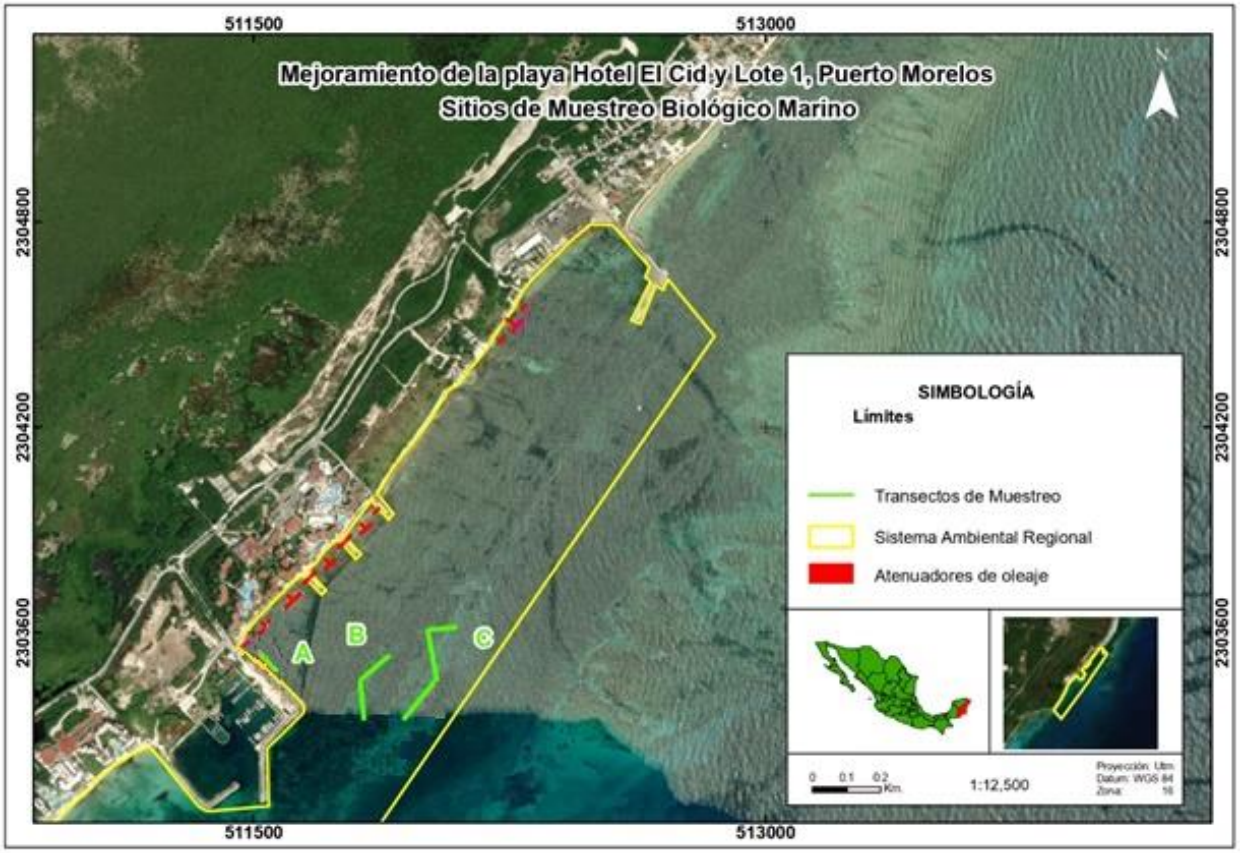


Figura IV - 41. Sitios de muestreo biológico marino en las posibles áreas de influencia de las zonas de regeneración.

IV.3.2.4 Análisis de datos

A partir de la información recabada en los muestreos de campo, se realizó un análisis de las comunidades de organismos arrecifales (**escleractinios**, **gorgonáceos vegetación marina, ictiofauna** e **invertebrados**) registrados en: 1) el Sistema Ambiental Regional, 2) las áreas de influencia de los atenuadores de olas propuestos, 3) las áreas de influencia de zonas de regeneración y 4) caracterización ambiental del canal de navegación del muelle fiscal de APIQROO. Esta evaluación permite conocer la condición actual en la que se encuentra la comunidad de organismos arrecifales, así como emitir un diagnóstico ambiental del área de estudio.

Este análisis se realizó a través de la determinación de su riqueza de especies, composición de especies (Lista de especies), grupos funcionales (en peces, macroalgas y pastos marinos), así como la evaluación de la distribución, abundancia, diversidad, equitabilidad, estructura de tallas, formas de crecimiento y condiciones de los organismos (para corales blandos). A continuación, se explica cada uno de ellos.

IV.3.2.4.1 Abundancia

Para todos los grupos biológicos muestreados (**escleractinios**, **gorgonáceos vegetación marina, ictiofauna** e **invertebrados**) se realizó una estimación de la **abundancia**. Para el caso de los **escleractinios y las algas**, se hizo una estimación de la cobertura de cada uno de estos grupos, expresada como el porcentaje de tejido vivo que cada uno ocupó en el transecto. Con respecto a los **gorgonáceos** e **ictiofauna** (peces arrecifales), se hizo una estimación de densidad con base en el número de colonias/individuos que se encontraron por metro cuadrado del área de muestreo.

También se incluye una **lista de especies** por grupo biológico con un estimador de abundancia relativa por especie para cada una de las áreas de muestreo. Este estimador de abundancia relativa se presenta en categorías, de acuerdo con lo descrito en la siguiente tabla.

Tabla IV - 10. Categorías de abundancia relativa y definición de su rango.

Categoría	Abreviación	Rango de abundancia relativa
Dominante	D	> 20 %
Abundante	A	10 – 20 %
Común	C	5 – 10 %
Escaso	E	1 – 5 %
Raro	R	< 1 %

Cabe mencionar que las listas de especies no incluyen los nombres comunes de las especies, porque la mayoría no lo tiene definido.

IV.3.2.4.2 Diversidad

Para cada grupo biológico y área de muestreo se obtuvo su riqueza de especies (S), índice de diversidad de Shannon-Wiener (H'), así como una medida de la heterogeneidad a través del valor de Equitabilidad (Índice de Pielou:).

La **Riqueza de especies (S)**, es el número total de especies de una comunidad particular (hábitat, muestra, punto o sitio concreto, que se considera homogéneo). La riqueza de especies es la forma más sencilla de medir la biodiversidad entre comunidades (Magurran 2004).

El **Índice de equidad de Shannon-Wiener (H')**, toma en cuenta la abundancia de cada especie y qué tan uniformemente se encuentran distribuidas. Así, expresa la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de la muestra sin tener en cuenta la distribución en el espacio. Los valores normales están entre 1 y 5. Valores bajos significan mayor dominancia, mientras que valores altos indican mayor equitabilidad. La fórmula se expresa de la siguiente manera:

$$H' = - \sum P_i \, Ln \, P_i$$

Dónde:

H' = Índice de equidad de Shannon-Wiener

P*i* = abundancia proporcional de la especie *i* = número de individuos de la especie *i* (n)
número total de individuos de la muestra (N)

$$H' = - [(p1 \, Lnp1 + p2 \, Lnp2 + p3 \, Lnp3 + \ldots + pi \, Lnpi)]$$

El **Índice de Pielou (J'),** mide la proporción de la diversidad observada con relación a la máxima diversidad esperada. Su valor va de 0 a 1, de forma que 1 corresponde a situaciones donde todas las especies son igualmente abundantes (Moreno 2001). La fórmula se expresa de la siguiente manera:

$$J' = \frac{H'}{Log_2 (S)}$$

Dónde:

H' = Índice de equidad de Shannon-Wiener

log 2 *S* = es la diversidad máxima (H'max) que se obtendría si la distribución de las abundancias de las especies en la comunidad fuera perfectamente equitativas.

IV.3.2.4.3 Formas de crecimiento

Este parámetro se consideró para aquellos organismos arrecifales que crecen formando colonias, los cuales presentan un crecimiento indeterminado y cuyas formas de crecimiento pueden servir como indicadores de las condiciones ambientales a las cuales están sujetos. De esta manera se registró la forma de crecimiento de los **escleractinios** con base en categorías para cada taxón, según se presenta en la siguiente tabla. El análisis de este parámetro se muestra en los resultados como un histograma de frecuencias por categoría de forma de crecimiento por área de muestreo.

Tabla IV - 11. Categorías de formas de crecimiento para los escleractinios (corales duros).

Categoría	Forma de crecimiento
Dig	Digitiforme
Inc	Incrustante
Mas	Masiva
Ram	Ramificado
Pla	Plato

IV.3.2.4.4 Estructura de tallas

El tamaño de las colonias se registró para los **escleractinios** (corales duros), los **gorgonáceos** (corales blandos) e **ictiofauna** (peces arrecifales) con la intención de conocer la estructura de tallas de cada uno de estos grupos biológicos. Para ello, se utilizaron diferentes parámetros para estimar la talla; en el caso de los **escleractinios** se consideró el diámetro mayor de cada colonia; para los **gorgonáceos** se midió la altura máxima de cada colonia; y, para la **ictiofauna** se estimó la longitud total del cuerpo de cada pez.

El tamaño de los organismos se registró en clases de tamaño, para lo cual se definen las categorías de talla para cada grupo que se muestra en la siguiente. El análisis se presenta como un histograma de frecuencias por taxón y área de muestreo.

Tabla IV - 12. Categorías de talla para los escleractinios, gorgonáceos e ictiofauna (peces).

Clase de talla	Escleractinios (corales duros)	Gorgonáceos (corales blandos)	Ictiofauna (peces arrecifales)
I	<5 cm	<10 cm	<5cm
II	5-10 cm	10-30 cm	5-10 cm
III	10-20 cm	30-50 cm	10-20 cm
IV	20-40 cm	>50 cm	20-30 cm
V	>40 cm		>30 cm

IV.3.2.4.5 Condiciones del organismo

Esta evaluación se hizo de manera cualitativa en los **escleractinios** (corales duros) y en los **gorgonáceos** (corales blandos) por ser los organismos más importantes en cuanto a su papel ecológico y abundancia, a través del registro del tipo de daño que pudieran presentar sus colonias. Para ello, se consideraron diferentes categorías de daño dependiendo del grupo, según se explica en la tabla siguiente. El análisis se presenta como histograma de frecuencias relativas de categorías de daño por área de muestreo.

Tabla IV - 13. Categorías de condición de los organismos para escleractinios y gorgonáceos.

Escleractinios (corales duros)		Gorgonáceos (corales blandos)	
Categoría	Condición del organismo	Categoría	Condición del organismo
Sana	Sin tejido dañado	Sana	Sin tejido dañado
Sedi	Tejido cubierto con sedimento	Daño	Tejido con algún tipo de daño
Blca	Tejido blanqueado	Enfe	Enfermedad (virus, nódulos, etc.).
Epib	Con organismos epibiontes.		

IV.3.2.4.6 Grupos funcionales

Para la **ictiofauna** (peces arrecifales) y **vegetación marina** (macroalgas y pastos marinos) se realizó un análisis de grupos funcionales. Para ello se consideró el tipo de alimentación en los peces para definir su grupo trófico, y el tipo de pigmento fotosintético

presente en las algas, de acuerdo al Phylum al que pertenecen taxonómicamente, según las categorías que se especifican a continuación.

Tabla IV - 14. Categorías de grupos funcionales para peces arrecifales y para la vegetación marina.

Ictiofauna (peces arrecifales)		Vegetación marina (macroalgas y pastos marinos)	
Categoría	**Grupo trófico**	**Categoría**	**Grupo taxonómico**
Bento	Bentófago	Vcar	Clorofitas (verde) carnosas
Herbi	Herbívoro	Vcal	Clorofitas (verde) calcáreas
Ictio	Ictiófago	Roja	Rodofitas
Omni	Omnívoro	Café	Feofitas
Planc	Planctófago	Cian	Cianofita
		Pasto	Pastos marinos

Asimismo, se realizó un análisis de la distribución de frecuencias por grupo biológico de acuerdo con los grupos tróficos para los peces y los grupos taxonómicos para las algas. Las categorías se presentan en la tabla siguiente. El análisis se presenta como histograma de frecuencias relativas de categorías de grupos funcionales por área de muestreo.

Las categorías tróficas para agrupar a los peces arrecifales de acuerdo con sus hábitos alimenticios se definen de la siguiente manera:

Bentófago: Se alimenta de cangrejos, camarones, anélidos, gasterópodos, estomatópodos, peces.
Herbívoro: Dieta a base de algas y pastos marinos.
Ictiófago: Se alimentan de peces.
Omnívoro: Consumen algas, anélidos, peces, copépodos, gasterópodos, antozoos, tunicados, cangrejos, esponjas, equinodermos.
Planctófago: Se alimentan de cangrejos, camarones, estomatópodos, zoantarios y huevos de peces que forman el plancton.

IV.3.2.5 Resultados

IV.3.2.5.1 Descripción general del Área de Estudio

El arrecife que se desarrolla en el Área de Estudio del proyecto muestra una estructura diferente al patrón de zonación típico para la zona del Caribe Mexicano (Gutiérrez *et al.* 1993), por lo que no son claramente reconocibles las zonas y subzonas característicos. Siendo así, el ambiente marino está compuesto principalmente de una laja calcárea sin la presencia de una cresta arrecifal, y, por lo tanto, no hay presencia de una laguna arrecifal como tal, encontrando solamente un área muy reducida de pastos marinos en la parte sur del área de estudio.

IV.3.2.5.2 Tipos de ambientes en el Área de Estudio

En el Área de Estudio que comprende el Sistema Ambiental Regional del medio marino se reconocieron siete tipos de ambientes, de acuerdo con sus características de tipo de sustrato, profundidad, topografía del lugar, así como de la biota marina dominante. Dichos

ambientes son: 1) arenal somero, 2) laja con algas, 3) laja con algas y gorgonáceos, 4) laja con sedimentos, 5) laja con sedimentos y algas, 6) pastizal mixto y 7) rocas con algas. En la siguiente tabla se muestran los tipos de ambientes identificados para el Área de Estudio, así como la superficie y el porcentaje que ocupa cada uno.

Tabla IV - 15. Tipo de ambiente identificado en el Área de Estudio, así como superficie (ha) y porcentaje (%) de cada uno de ellos.

Tipo de ambiente	Abreviatura	Ha	%
Arenal somero	As	13.23	4.95
Laja con algas	L/a	57.26	21.42
Laja con algas y gorgonáceos	L/a+g	107.63	40.25
Laja con sedimentos	L/s	6.99	2.61
Laja con sedimentos y algas	L/s+a	37.93	14.19
Pastizal mixto	Pmix	42.67	15.96
Rocas con algas	R/a	1.66	0.62
Total		**267.37**	**100**

A continuación, se muestra el mapa de los tipos de ambientes identificados en el Área de Estudio.

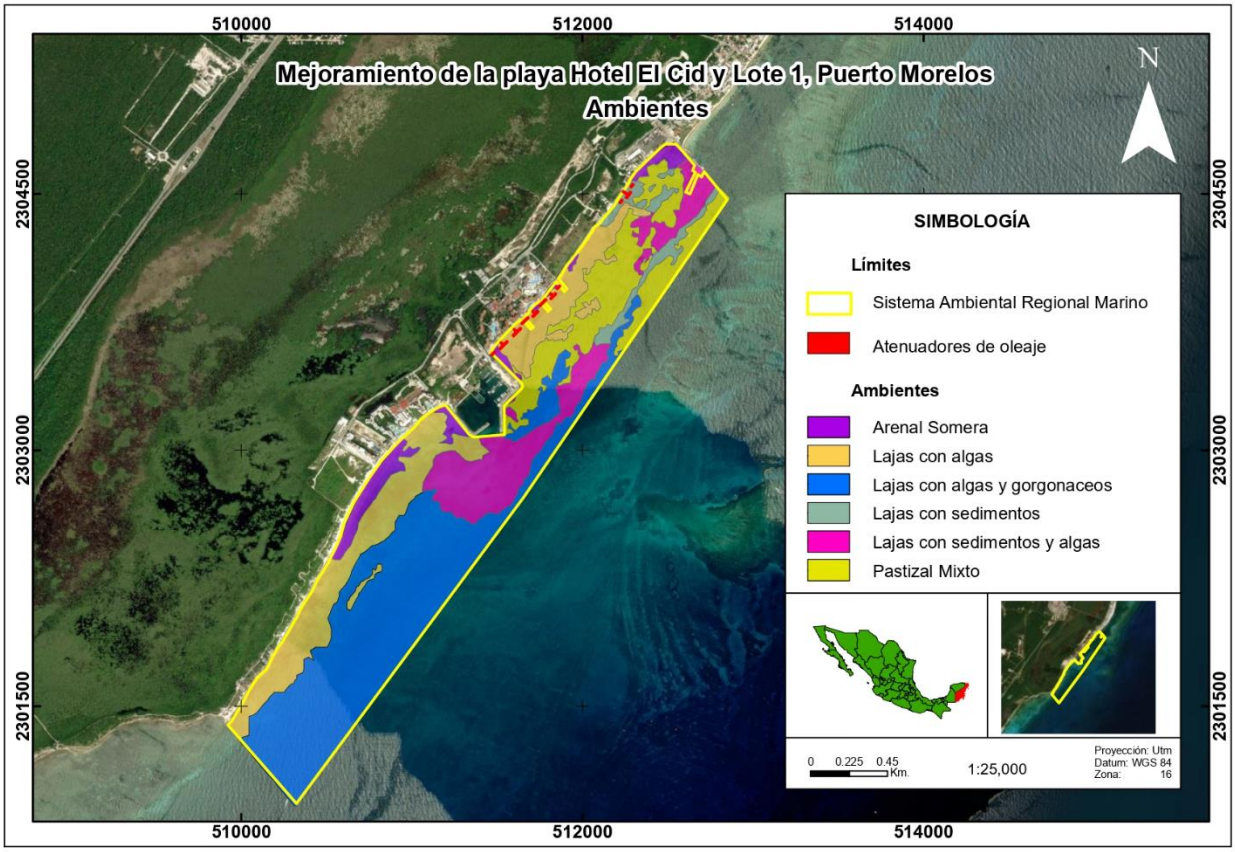


Figura IV - 42. Tipos de ambientes identificados en el Área de Estudio.

A continuación, se incluye el tipo de ambiente identificado en cada sitio de muestreo intensivo para caracterizar el Sistema Ambiental Regional en medio marino y las posibles áreas

a regenerar. Los mismos sitios de muestreo sirvieron para realizar el mapa de ambientes del Área de Estudio (figura anterior).

Tabla IV - 16. Tipos de ambientes identificados en los sitios de muestreo intensivos para caracterizar el Sistema Ambiental Regional (SAR) marino y las posibles áreas a regenerar.

ID SAR	ID BA	Ambiente	Abreviatura	Coordenadas UTM	
				X	Y
1.1		Rocas con algas	R/a	512,290	2,304,556
1.1A		Laja con sedimentos	L/s	512,338	2,304,554
1.2		Pastizal mixto	Pmix	512,393	2,304,488
1.3		Pastizal mixto	Pmix	512,492	2,304,398
1.4		Laja con sedimentos y algas	L/s+a	512,600	2,304,328
1.5		Pastizal mixto	Pmix	512,678	2,304,257
2.1		Laja con algas	L/a	511,933	2,303,943
2.2		Pastizal mixto	Pmix	512,039	2,303,899
2.3		Laja con sedimentos	L/s	512,234	2,303,773
2.4		Pastizal mixto	Pmix	512,329	2,303,716
3.1		Laja con algas	L/a	511,843	2,303,715
3.2		Pastizal mixto	Pmix	511,894	2,303,703
3.3	C2	Pastizal mixto	Pmix	512,010	2,303,606
3.4	B1	Laja con algas y gorgonáceos	L/a+g	511,899	2,303,533
3.5	C1	Laja con sedimentos	L/s	512,097	2,303,616
3.6	C3	Laja con sedimentos y algas	L/s+a	512,036	2,303,463
4	A2	Arenal somero	As	511,569	2,303,484
4.1		Pastizal mixto	Pmix	511,730	2,303,562
4.2	B2	Pastizal mixto	Pmix	511,812	2,303,460
4.3	B3	Laja con algas y gorgonáceos	L/a+g	511,823	2,303,343
4.4	C4	Laja con sedimentos y algas	L/s+a	511,938	2,303,344
5.1		Laja con algas	L/a	510,954	2,302,749
5.2		Laja con sedimentos y algas	L/s+a	511,359	2,302,670
5.3		Laja con algas y gorgonáceos	L/a+g	511,410	2,302,473
6.2		Laja con algas y gorgonáceos	L/a+g	510,490	2,301,762
6.3		Laja con algas y gorgonáceos	L/a+g	510,741	2,301,595
7.1		Laja con algas	L/a	510,060	2,301,460
7.2		Laja con algas y gorgonáceos	L/a+g	510,200	2,301,320
7.3		Laja con algas y gorgonáceos	L/a+g	510,366	2,301,163

Como se puede observar en la tabla anterior el número de transectos colocados en cada tipo de ambiente fueron: 9 en pastizal mixto (Pmix), 7 en laja con algas y gorgonáceos (L/a+g), 4 en laja con algas (L/a), 4 en laja con sedimentos y algas (L/s+a), 3 en laja con sedimentos (L/s), 1 en arena somero (As) y 1 en rocas con algas (R/a).

Es importante mencionar que las categorías que se utilizaron en el mapa de ambientes del presente estudio son diferentes a las que reconoce Cerdeira-Estrada *et al.* (2018), toda vez que se consideró que la nomenclatura y la distribución de los mismos no siempre correspondían a la zonación arrecifal y a las observaciones de campo en cuanto al tipo de sustrato y biota marina dominante.

En primer lugar, la categoría de tipo de ambiente que se presenta en este estudio, se basa principalmente en el **tipo de sustrato** predominante en el Área de Estudio, reconociendo cuatro tipos principales de sustrato: 1) **arena**, que en algunos casos coinciden en la categoría de sedimentos de Cerdeira-Estrada *et al.* (2018); 2) **laja**, que es el más abundante en el Área de Estudio, sobre todo en la parte sur; 3) **pastizal mixto**, que sin ser propiamente un sustrato, define un ambiente muy específico, de importancia ecológica, y que es muy abundante en la parte norte del polígono del Área de Estudio; y 4) **roca**, que es poco abundante.

En la categoría de sustrato de laja, resulta evidente que se presentan algunas variaciones importantes en cuanto a la comunidad bentónica que domina cada sitio, por lo que **se consideraron cuatro variaciones, en función de la presencia de algas, sedimento y gorgonáceos, y las combinaciones entre ellos**; teniendo en total siete diferentes ambientes que se consideran para el presente estudio.

Del análisis comparativo entre el mapa de ambientes de Cerdeira-Estrada *et al.* (2018) que se presenta en este estudio, se observa que evidentemente existe una similitud genérica en la distribución de los ambientes, pero con ciertas diferencias que permiten que el mapa que se presenta en este estudio sea de mayor utilidad para los fines del proyecto. Al respecto se considera que el mapa de Cerdeira-Estrada *et al.* (2018), sobrestima la presencia del componente macroalgas, ya que en muchas ocasiones este elemento se encuentra en asociación con otros, como son los gorgonáceos, los cuales se considera que son subestimados en su cobertura y presencia en citado mapa de Cerdeira-Estrada *et al.* (2018).

Bajo estas consideraciones, el mapa de ambientes que se presenta como herramienta para el presente estudio tiene definidos siete tipos de ambientes dentro del Sistema Ambiental Regional (SAR) marino del proyecto. A continuación, se describe de manera general, cada tipo de ambiente reconocido en el SAR marino.

IV.3.2.5.2.1 Arenal somero (A/s)

El ambiente denominado **Arenal somero (A/s)** se encuentra principalmente contiguo a la línea de costa y asociado a las estructuras artificiales que existen en el sitio como son el Muelle Fiscal, el Muelle de Cubos y Marina y los espigones de protección. Sin embargo, también se detectó una pequeña área de arenal somero que se forma a unos 100 metros de la línea de costa en la parte norte del polígono, y que tiene aproximadamente 0.5 ha de extensión. En total **este ambiente tiene una superficie de 13.23 ha**, lo que representa un 4.95% del polígono del Sistema Ambiental Regional marino para el proyecto.

Este sustrato presenta variaciones en la composición del sedimento, encontrando arena de grano fino y mediano en el arenal somero que se encuentra a 100 metros de la costa; mientras que el arenal somero en las áreas de influencia de la infraestructura del proyecto es de arena muy fina, con alta presencia de limo. En ambos casos, no se registró biota marina sésil. La profundidad varía de 2 a 3 metros, y la visibilidad en la zona contigua a la línea de costa fue prácticamente nula durante la época de lluvias, debido a la afectación de la playa por el arribazón masivo del alga sargazo. Este ambiente solo se muestreo en época de lluvias, ya que durante la época de secas hubo ausencia de biota marina.

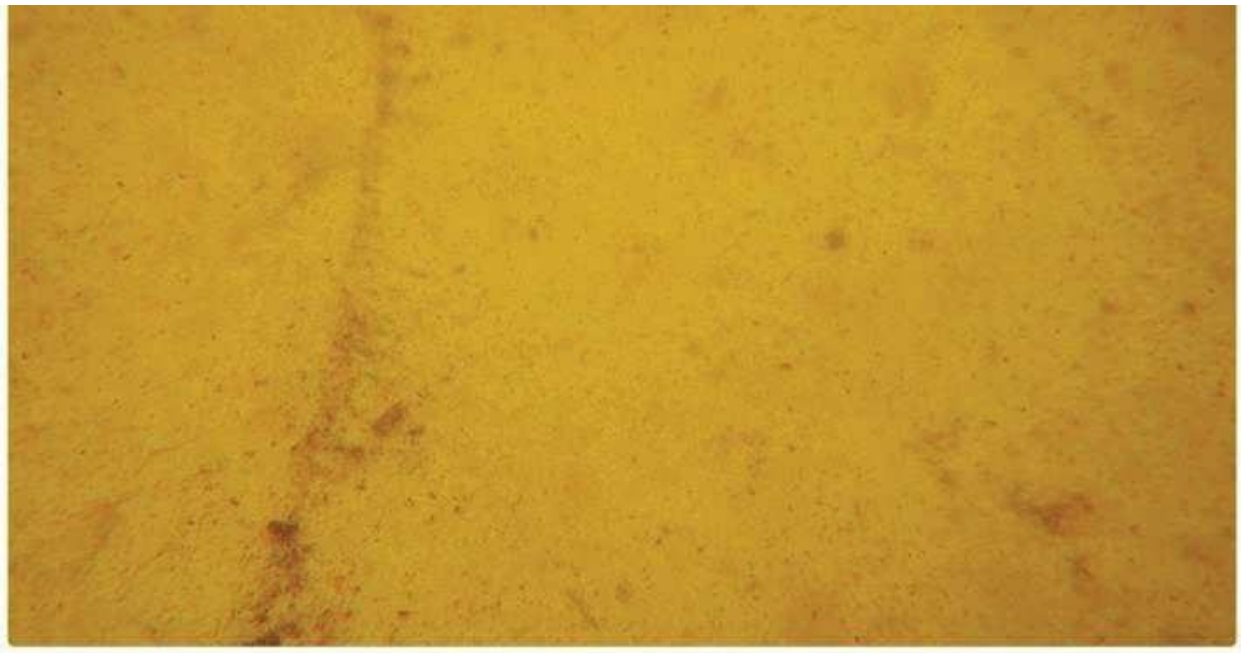


Figura IV - 43. Arenal somero (A/s) en el Sistema Ambiental Regional del proyecto en la época de lluvias. Sustrato de arena sin biota marina (el color de la fotografía es reflejo de la presencia de sargazo).

IV.3.2.5.2.2 Laja con algas (L/a)

El sustrato denominado **Laja con algas (L/a)** forma una franja somera que corre casi a todo lo largo del Sistema Ambiental Regional, a una profundidad que va desde 1.5 m hasta 4.2 m. Este ambiente abarca una extensión de **57.26 ha**, lo que representa **21.42%** del polígono del Sistema Ambiental Regional.

Este sustrato se caracteriza por un sustrato de laja cubierto por una capa de macroalgas, que varía en cuanto a su densidad y composición. La mayor parte de este tipo de ambiente presenta algas verdes calcáreas de crecimiento erecto, de los géneros *Halimeda, Caulerpa, Rhiplilia*; aunque hay presencia de pasto marino en forma de parches, de la especie *Thalassia testudinum*, con hojas de 30 cm de longitud, de color verde obscuro, puntas rotas cafés y poca presencia de epífitas, y con mayor abundancia el pasto marino de la especie *Syringodium filiforme*, que en algunos puntos presentó crecimiento de cianobacterias. La presencia de gorgonáceos es escasa, siendo colonias de tamaño pequeño, principalmente de la especie *Eunicea mammosa*. Los corales también son escasos, encontrando colonias aisladas de las especies *Siderastrea siderea*, y *Pseudodiploria clivosa*. La profundidad en estos sitios varía de 0-3 metros. Se muestran imágenes de los muestreos de la época de lluvias y secas para este tipo de ambiente.

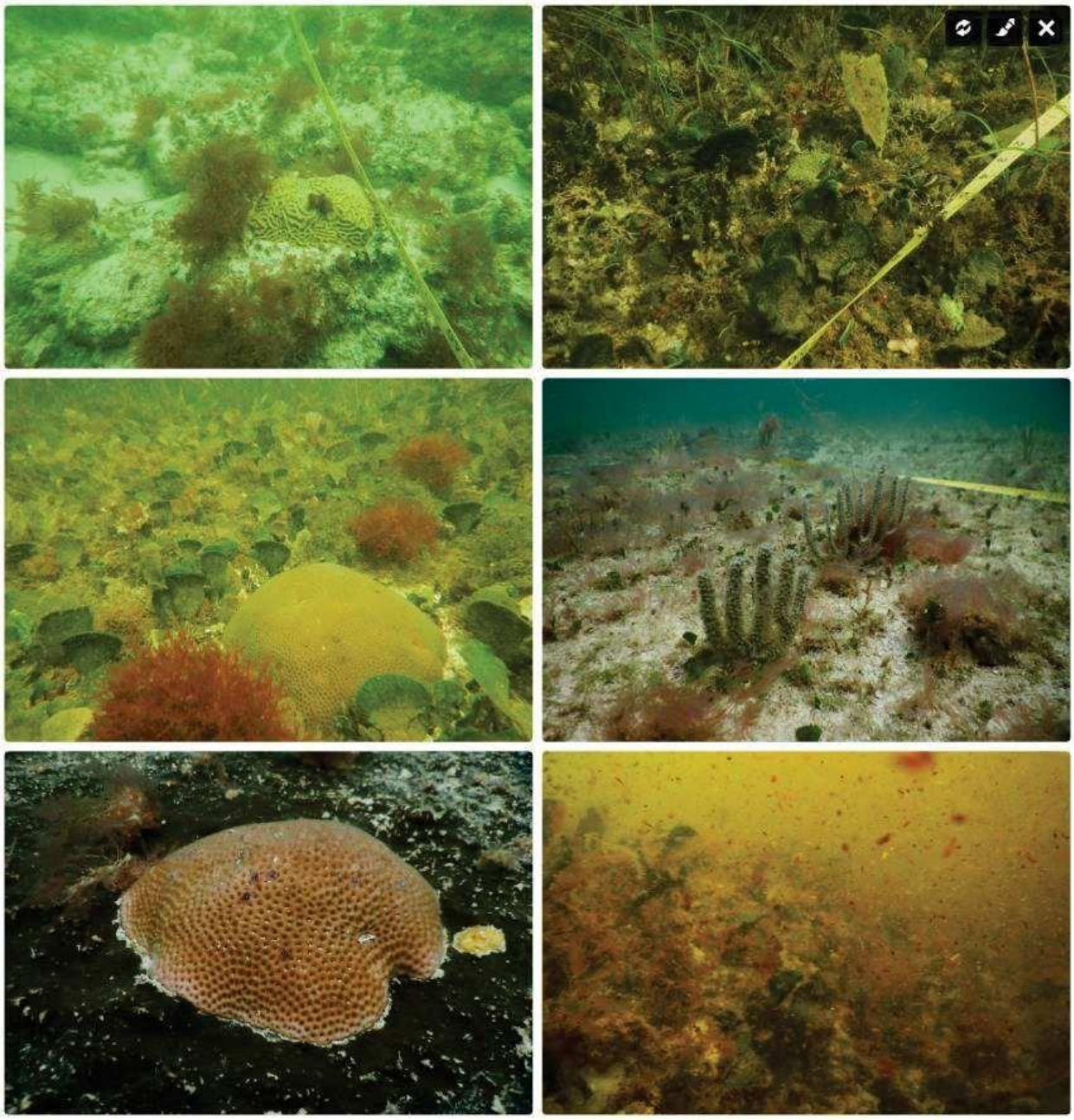


Figura IV - 44. Laja con algas (L/a) en el Sistema Ambiental Regional marino del proyecto en la época de lluvias. Se observa la cobertura de algas, la presencia de algunos gorgonáceos y colonias de corales de la especie *Pseudodiploria strigosa* (arriba izq) y *Siderastrea siderea* (en medio der.)

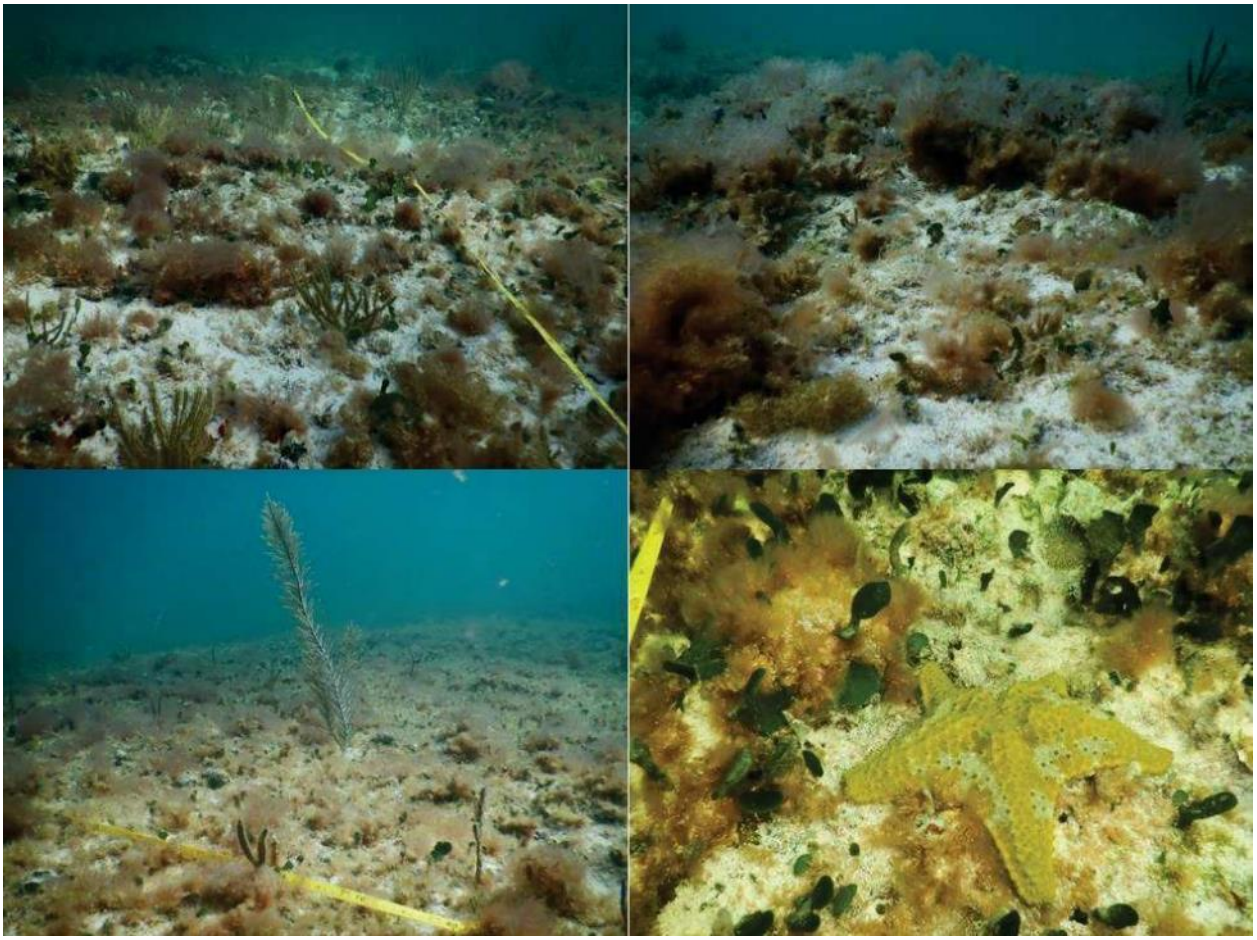


Figura IV - 45. Tipo de ambiente denominado laja con algas (L/a) dentro del Sistema Ambiental Regional marino del proyecto en la época de secas.
Se observa la cobertura de algas (arriba) la presencia de algunos gorgonáceos (abajo izquierda) y la estrella de mar *Oreaster rubiginosa* (abajo derecha).

IV.3.2.5.2.3 Laja con algas y gorgonáceos (L/a+g)

El tipo de ambiente que se denominó **Laja con algas y gorgonáceos (L/a+g)** abarca una franja muy amplia en la parte Sur del polígono del Sistema Ambiental Regional, y se hace mucho más estrecha y corta en la parte norte. Este ambiente se distribuye desde los 4.5 metros y llega hasta los 9 metros de profundidad. En total este ambiente **abarca una extensión de 107.63 ha**, **lo que representa un 40.25% del polígono del Sistema Ambiental Regional**.

En este tipo de ambiente, el sustrato es de laja calcárea cubierta de algas, pero con presencia importante de gorgonáceos. Dentro de este ambiente se encuentran algunos parches que tienen abundantes gorgonáceos, de diversas especies y de tamaño grande; mientras que otras zonas los gorgonáceos son menos abundantes y más dispersos. La presencia de esponjas es común en estos sitios, y los corales son escasos en este tipo de ambiente. La visibilidad en estos sitios fue generalmente mejor, ya que se encontraron retirados de la línea de costa. La profundidad en estos sitios varía de 0-3 metros. Se muestran imágenes de los muestreos de la época de lluvias y secas para este tipo de ambiente.

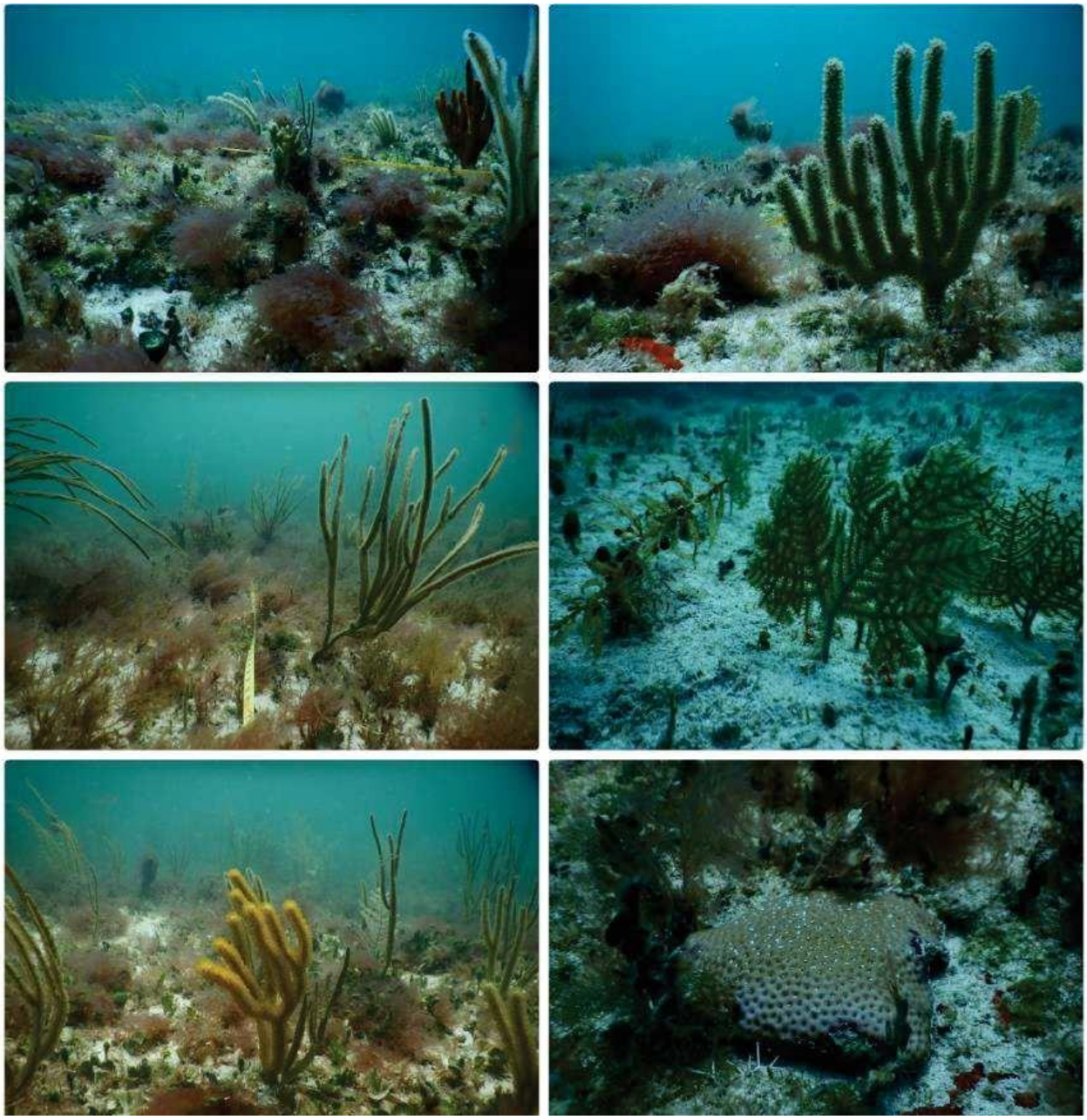


Figura IV - 46. Laja con algas y gorgonáceos (L/a+g) en el Sistema Ambiental Regional marino durante la época de lluvias.
Se observa la variedad de gorgonáceos, creciendo sobre un sustrato de laja y algas.



Figura IV - 47. Tipo de ambiente denominado Laja con algas y gorgonáceos (L/a+g) dentro del Sistema Ambiental Regional marino para el proyecto durante la época de secas.
Se observa la presencia de gorgonáceos sobre el sustrato de laja cubierta de algas (arriba) y presencia de corales masivos de la especie *Pseudodiploria strigosa* (abajo izq.) y ramificados de la especie *Porites porites* (abajo der.).

IV.3.2.5.2.4 Laja con sedimentos (L/s)

El sustrato que se denominó **Laja con sedimentos (L/s)** se encuentra solamente en la parte norte del polígono del Sistema ambiental Regional, dividido en dos áreas: una parte somera contigua a la línea de costa que va de 1 a 3 metros de profundidad, y otra área que forma una franja estrecha en la parte más profunda, alrededor de 7 metros. En total está área **abarca 6.99 ha, lo que representa 2.61% del Sistema Ambiental Regional**.

En este ambiente, el sustrato de laja está cubierto por una capa de sedimento que no tiene más de 5 cm de grosor, con presencia moderada de vegetación marina (algas y pasto marino) y gorgonáceos poco densos. La composición de la vegetación que se encuentra en estos sitios es muy variada, y va desde prácticamente nula, hasta parches monoespecíficos, de algas verdes o rojas. Los corales son muy escasos, siendo únicamente colonias muy pequeñas de *Siderastrea siderea*. La profundidad en estos sitios varía de 0-3 metros. Se muestran imágenes de los muestreos de la época de lluvias y secas para este tipo de ambiente.

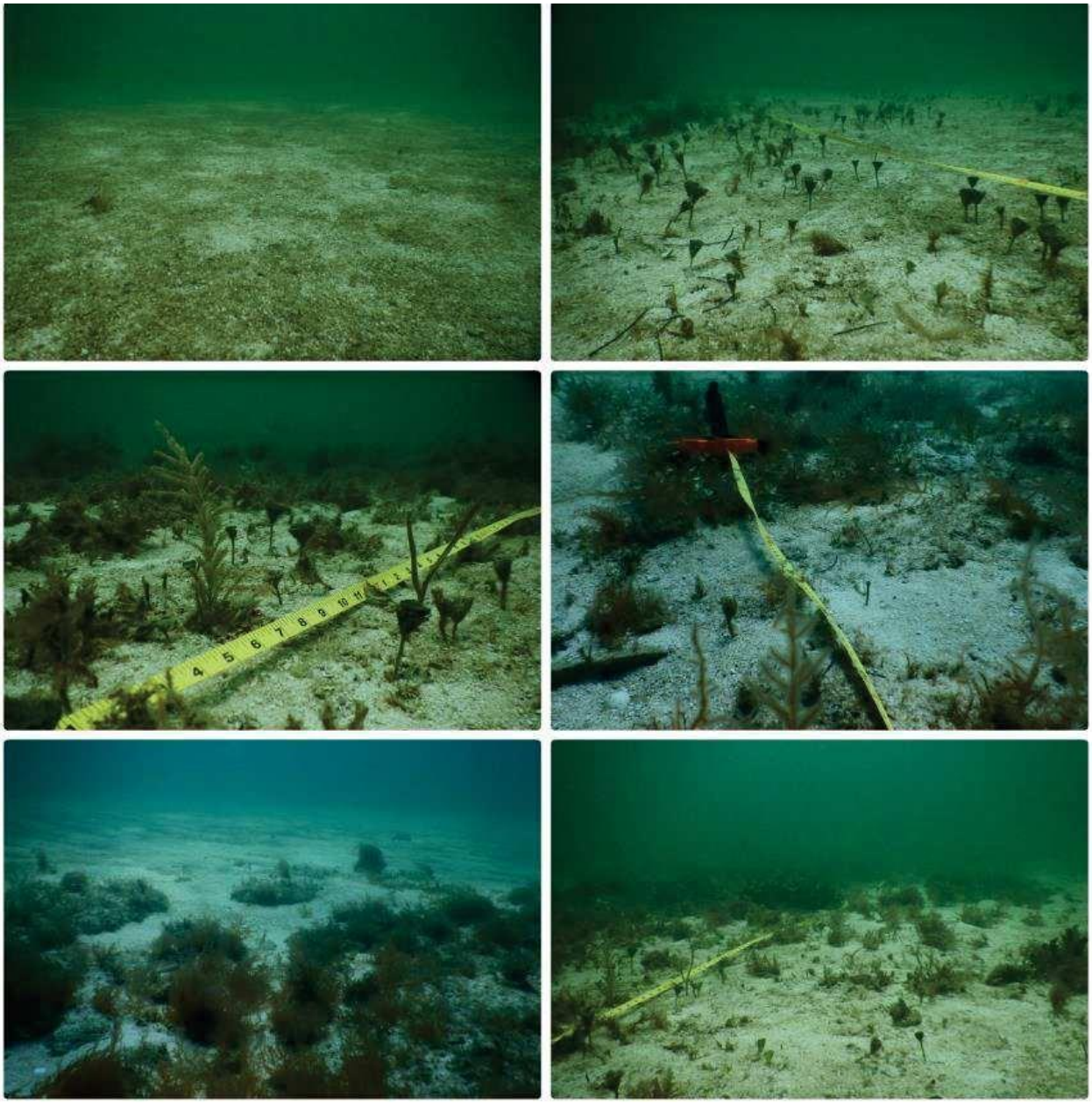


Figura IV - 48. Laja con sedimentos (L/s) presente en el Sistema Ambiental Regional marino del proyecto durante la época de lluvias.
Se observa el sustrato con sedimento y presencia de algas con diferentes densidades.

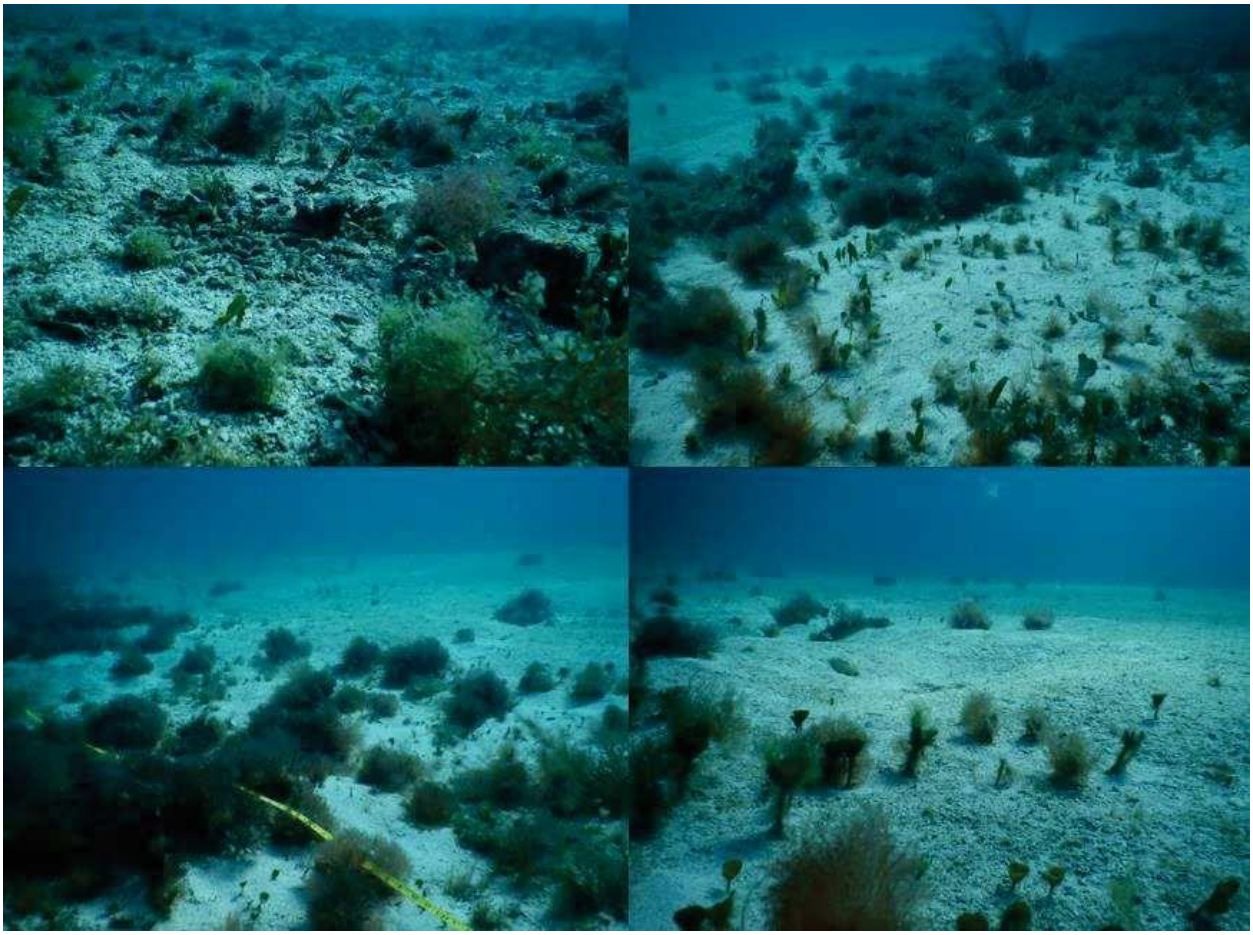


Figura IV - 49. Tipo de ambiente denominado Laja con sedimentos (L/s) dentro del Sistema Ambiental Regional marino del proyecto durante la época de secas.
Se observa la presencia de sustrato con diferente composición de sedimentos y cobertura de algas.

IV.3.2.5.2.5 Laja con sedimentos y algas (L/s+a)

El tipo de ambiente denominado **Laja con sedimento y algas (L/s+a)** se distribuye en un área extensa a la salida de la marina El Cid, formando una franja en la parte somera hacia el norte del polígono del Sistema Ambiental Regional, y que se extiende nuevamente en el área que rodea al Muelle Fiscal de Puerto Morelos, en una profundidad que va de 5 a 8 m. En total este ambiente **abarca 37.93 ha, lo que representa un 14.19% del Sistema Ambiental Regional**.

En este ambiente, el sustrato de laja está cubierto de una capa gruesa de sedimentos, generalmente de arena media, y presencia importante de macroalgas; algunos sitios con presencia importante de pasto marino en forma de parches. Los gorgonáceos son escasos, se presentan únicamente en parches pequeños. Los corales también son escasos, encontrando ejemplares de especies poco comunes como son *Manicina aerolata*, y *Solenastrea* sp. En este tipo de ambiente se encontró presencia importante del caracol rosado *Lobatus gigas*, e incluso se detectó actividad reproductiva. La profundidad en estos sitios varía de 0-3 metros. Se muestran imágenes de los muestreos de la época de lluvias y secas para este tipo de ambiente.



Figura IV - 50. Laja con sedimentos y algas (L/s+a) en el Sistema Ambiental Regional marino del proyecto durante la época de lluvias.
Se observa los parches de sedimento entre los parches de algas de diferente composición de especies.

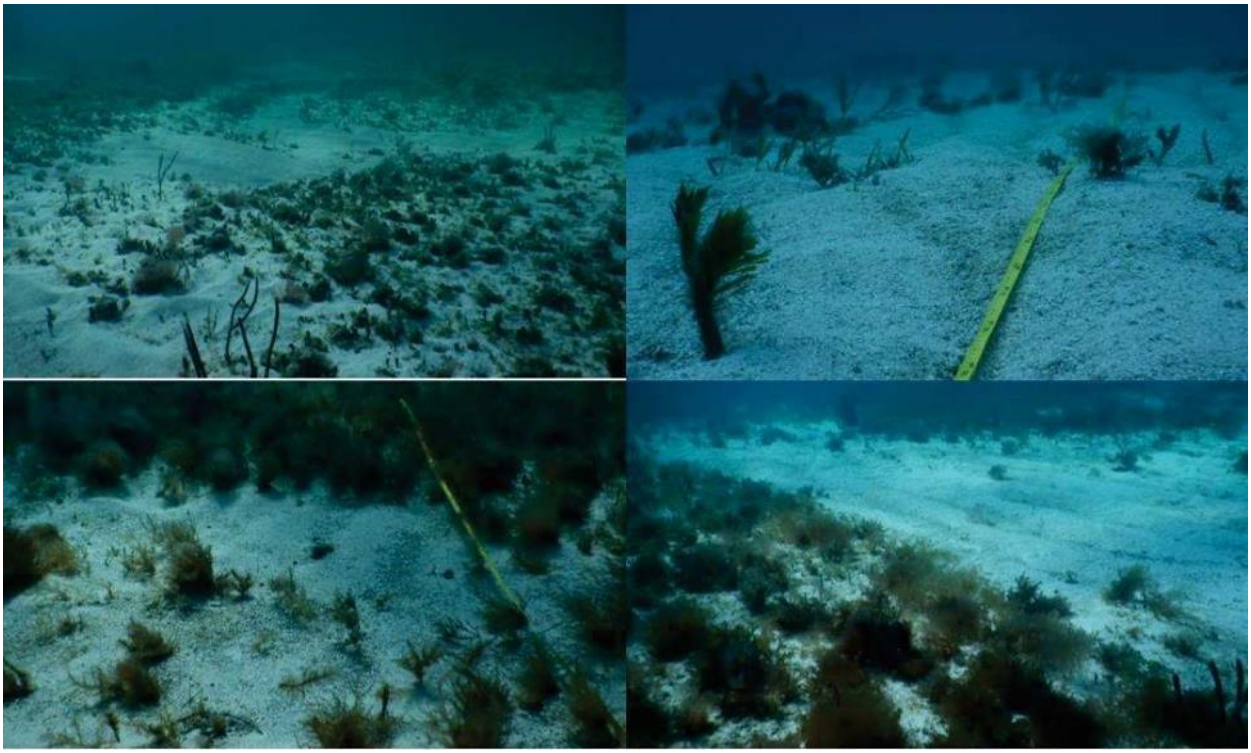


Figura IV - 51. Tipo de ambiente denominado Laja con sedimentos y algas (L/s+a) en el Sistema Ambiental Regional marino para el proyecto durante la época de secas. Se observan los parches de sedimento con manchones de algas.

IV.3.2.5.2.6 Pastizal mixto (Pmix)

El ambiente denominado **Pastizal mixto (Pmix**) abarca un área muy extensa en el norte del polígono del Sistema Ambiental Regional, se extiende hacia un área somera en la parte más norte, pero la mayor parte de este ambiente se extiende en la parte media y profunda, a una profundidad que va de 3.3 a 8 m. Este ambiente **abarca 42.67 ha, lo que representa un 15.96% del polígono del Sistema Ambiental Regional**.

Este ambiente se caracteriza por las praderas de pasto marino sobre un sustrato de arena, generalmente arena media y arena fina, aunque en algunos sitios se presenta arena gruesa con limo. Se registró la presencia de las dos especies más comunes de pasto: *Thalassia testudinum* y *Syringodium filiforme*, siendo más abundante la segunda especie. La densidad del pasto varía, siendo áreas extensas y homogéneas. Las hojas de *T. testudinum* tienen una longitud entre 25 y 30 cm, de color verde obscuro, con las puntas rotas cafés y presencia moderada de epífitas. Los corales son muy escasos en este ambiente, y solamente se registraron pequeñas colonias de *Siderastrea siderea, Madracis decactis* y de *Manicina areolata*. Los gorgonáceos también son escasos. Se registró la presencia frecuente de estrellas de mar de la especie *Oreaster rubiginosa*. La profundidad en estos sitios varía de 0- 3 metros. Se muestran imágenes de los muestreos de la época de lluvias y secas para este tipo de ambiente.

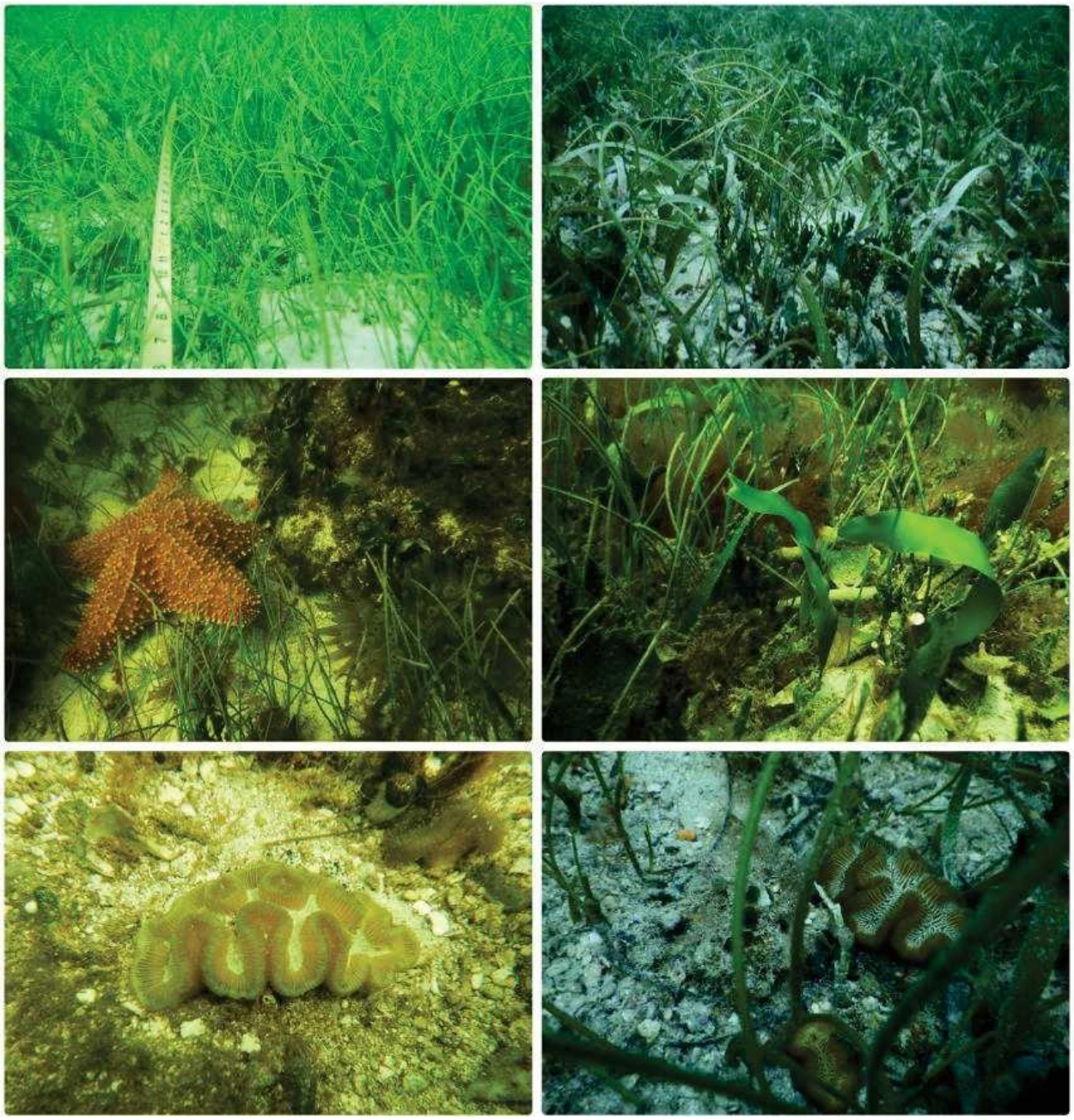


Figura IV - 52. Pastizal mixto (Pmix) en el Sistema Ambiental Regional marino del proyecto durante la época de lluvias.
Se observan diferentes grados de densidad de pastos marinos, y la presencia de la estrella de mar de la especie Oreaster rubiginosa.



Figura IV - 53. Tipo de ambiente denominado Pastizal mixto (Pmix) dentro del SAR marino para el proyecto durante la época de secas.
Se observan diferentes grados de densidad de pastos marinos, y la presencia de la estrella de mar de la especie Oreaster rubiginosa.

IV.3.2.5.2.7 Rocas con algas (R/a)

Finalmente, el ambiente denominado **Rocas con algas (R/a)** es un área muy restringida en la parte norte del polígono, representa un ambiente muy somero y contiguo a la línea de costa, a 1 metro de profundidad. Este ambiente **abarca 1.66 ha, y representa el 0.62% del polígono del Sistema Ambiental Regional**.

Este ambiente es un sustrato rocoso, con crecimiento de algas verdes, principalmente de las especies *Caulerpa mexicana*, *Caulerpa prolifera* y *Halimeda incrasata*. Algunas partes son de laja con algas, y la presencia de rocas. Durante el muestreo el sitio estuvo muy turbio, con visibilidad prácticamente nula, debido al efecto de la acumulación de Sargazo en la línea de costa. La profundidad en estos sitios varía de 0-3 metros. Este ambiente no se realizó muestreo en época de secas.

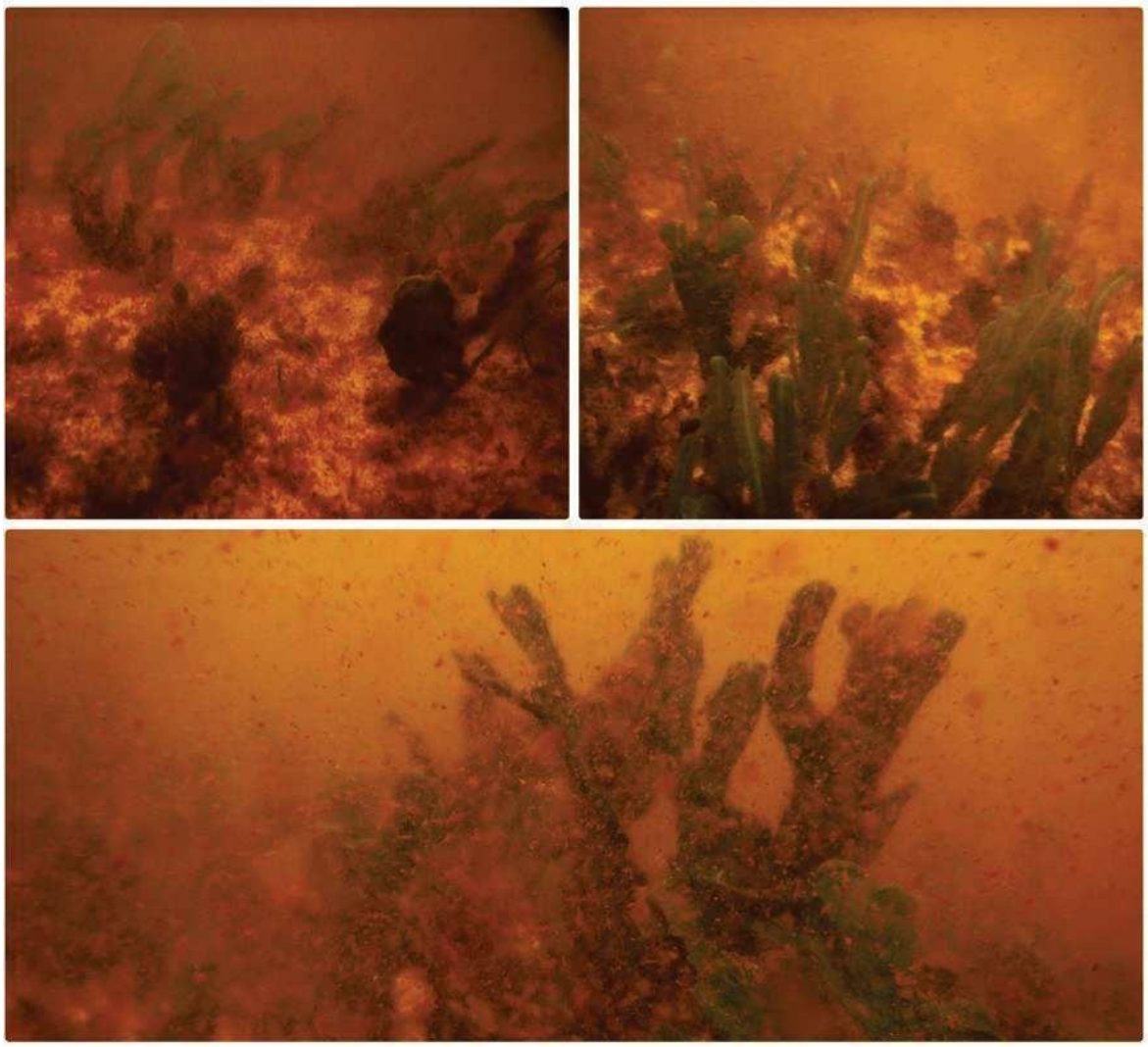


Figura IV - 54. Tipo de ambiente denominado Rocas con algas (R/a) dentro del SAR marino del proyecto durante la época de lluvias.
Se observa el sustrato de roca con crecimiento de algas (color de las fotos, es debido a la presencia de sargazo).

IV.3.2.5.3 Caracterización biológica en el Sistema Ambiental Regional

A continuación, se presentan el análisis de los parámetros comunitarios de los seis grupos biológicos en el Sistema Ambiental Regional por tipo de ambiente.

IV.3.2.5.3.1 Escleractinios (corales duros)

IV.3.2.5.3.1.1 Distribución y composición de especies

Considerando las especies observadas fuera de los transectos de muestreo, en total, en la época de lluvias se registraron 14 especies, distribuidas en 10 géneros y siete familias. La especie *Siderastrea radians* fue la que se encontró en el mayor número de ambientes, dominando en L/s+a y siendo abundante en los ambientes L/s y Pmix. En el ambiente L/a fue dominante la especie *Pseudodiploria clivosa*; en L/a+g dominó *Montastraea cavernosa*; en L/s

domino la especia *Sideratrea sideraea*; mientras que en el ambiente Pmix dominaron las especies *Manicina aerolata* y *Porites astreoides*. Los ambientes As y R/a no registraron ninguna especie coralina.

Tabla IV - 17. Lista de especies y abundancia relativa de corales escleractinios para el SAR marino durante la época de lluvias.
D = Dominante (>20%), A = Abundante (10-20%), C = Común (5-10%), E = Escaso (1-5%), R = Raro (<1%).
* Especies observadas en el sitio fuera del transecto de muestreo.

Familia	Género	Especie	As	L/a	L/a+g	L/s	L/s+a	Pmix	R/a
Agariciidae	*Agaricia*	*agaricites*					*		
Astrocoeniinae	*Stephanocoenia*	*michelinii*		C			*		
Faviidae	*Cladocora*	*arbuscula*						C	
	Pseudodiploria	*clivosa*		D			*		
		strigosa			*		*		
	Manicina	*areolata*		C			D	D	
	Montastraea	*cavernosa*		*	D		*		
Meandrinidae	*Dichocoenia*	*stokesii*			*			*	
Poritidae	*Porites*	*astreoides*		*	*		*	D	
		porites			*		*	*	
Siderastreidae	*Siderastrea*	*radians*		E	E	A	D	A	
		sideraea			*	D	D	*	
Hidrocorales									
Milleporidae	*Millepora*	*alcicornis*			*				
		complanata			*				
Total				**4**	**2**	**2**	**3**	**4**	

Tipos de ambientes: As = Arenal somero; **L/a** = Laja con algas; **L/a+g** = Laja con algas y gorgonáceos; **L/s** = Laja con sedimentos; **L/s+a** = Laja con sedimentos y algas; **Pmix** = Pastizal mixto; **R/a** = Rocas con algas.

En la época de secas se identificó un total de 11 especies, distribuidas en nueve géneros y siete familias. Los ambientes As y R/a no obtuvieron presencia de corales. La especie con mayor distribución fue *Siderastrea radians*, estando presente en todos los ambientes, con excepción de los dos mencionados, siendo dominante en casi los todos los ambientes. En el ambiente L/a, se registró una dominancia de *Siderastrea radians* y abundancia de *Manicina aerolata* y se observaron colonias de *Cladocora arbuscula* y *Siderastrea sideraea* fuera del transecto de muestreo. En el ambiente La+g *S. radians* compartió dominancia con *Siderastrea sideraea*. En el ambiente L/s solo se registraron colonias de *S. radians* y se observaron, fuera del transecto de muestreo, colonias de las especies *Manicina areolata* y *Porites astreoides*. En el ambiente L/s+a, *S. radians* compartió dominancia con *Porites porites* y *S. sideraea*. Finalmente, en ambiente Pmix, las especies dominantes fueron *Maniciana areolata* y *Porites astreoides*, observándose abundancia de *Cladocora arbuscula* y *Siderastrea sideraea*.

Tabla IV - 18. Listado de especies y abundancia relativa de corales escleractinios para el SAR marino durante la época de secas.
D=Dominante (>20%), A=Abundante (10-20%), C=Común (5-10%), E=Escaso (1-5%), R=Raro (<1%).* Especies observadas en el sitio fuera del transecto de muestreo.

Familia	Género	Especie	As	L/a	La+g	L/s	L/s+a	Pmix	R/a
Agariciidae	*Agaricia*	*agaricites*			A				
Faviidae	*Cladocora*	*arbuscula*		*				A	

Familia	Género	Especie	As	L/a	La+g	L/s	L/s+a	Pmix	R/a
	Montastraea	*cavernosa*			*				
	Pseudodiploria	*strigosa*			*				
Meandrinidae	*Dichocoenia*	*stokesii*			C			*	
Mussidae	*Manicina*	*areolata*		A	*	*	C	D	
Poritidae	*Porites*	*astreoides*			C	*		D	
		porites		C	*		D	C	
Siderastreidae	*Siderastrea*	*radians*		D	D	D	D	E	
		sideraea		*	D		D	A	
HIDROCORLAES									
Milleporidae	*Millepora*	*alcicornis*			A				
Total				**3**	**6**	**1**	**4**	**6**	

Tipos de ambientes: As = Arenal somero; **L/a** = Laja con algas; **L/a+g** = Laja con algas y gorgonáceos; **L/s** = Laja con sedimentos; **L/s+a** = Laja con sedimentos y algas; **Pmix** = Pastizal mixto; **R/a** = Rocas con algas.

IV.3.2.5.3.1.2 Abundancia y riqueza específica

En la época de lluvias, la cobertura coralina registrada en los diferentes ambientes fue muy baja, registrándose el valor más alto en el ambiente L/a+g con 0.45% de cobertura de tejido coralino, con una Riqueza (S) de dos especies; el ambiente L/a presentó una cobertura de 0.44% de tejido con una riqueza de cuatro especies; los ambientes L/s y Pmix obtuvieron una riqueza de dos y cuatro especies respectivamente, con una cobertura del 0.08% para ambos casos; finalmente el ambiente L/s+a obtuvo una cobertura del 0.07% con tres especies registradas dentro del transecto de muestreo.

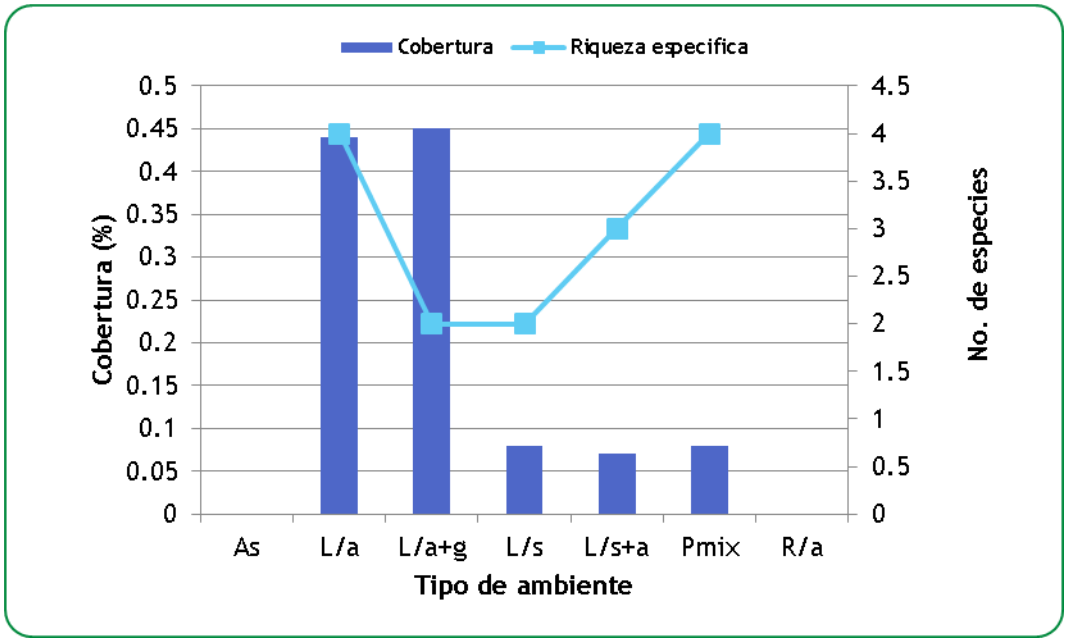


Figura IV - 55. Abundancia y Riqueza específica de corales escleractinios para el Sistema Ambiental Regional marino en la época de lluvias.

En la época de secas la mayor cobertura de tejido coralino se registró en el ambiente L/s con un 0.58%, sin embargo, este sitio registró la menor riqueza con solo una especie de

coral. Los ambientes Pmix y La+g presentaron la mayor riqueza, ambos con seis especies; con una cobertura de tejido del 0.19% y 0.16% respectivamente. El ambiente L/a registró una cobertura del 0.14%, con tres especies presentes; finalmente en el ambiente L/s+a se observó la menor cobertura con 0.13% de tejido coralino, aportado por cuatro especies de coral.

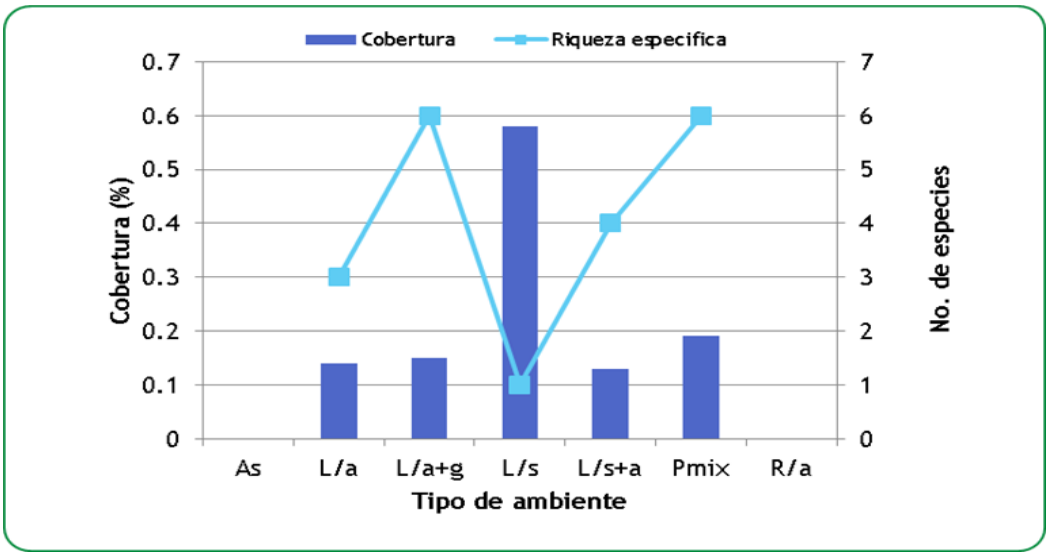


Figura IV - 56. Abundancia y Riqueza específica de corales escleractinios para el Sistema Ambiental Regional marino en la época de secas.

IV.3.2.5.3.1.3 Diversidad y equitabilidad

En la época de lluvias, la diversidad más alta se presentó en el ambiente Pmix con un valor de H'=1.1085 y una equitabilidad de J'=0.7996; mientras que la mayor equitabilidad se registró en el ambiente L/s+a con un valor de J'=0.9629 y una diversidad H'=1.0579; el ambiente L/a registro valores de H'=0.6686 y J'=0.4822 y el ambiente L/S obtuvo valores de H'=0.4101 y J'=0.5916; finalmente los valores más bajos para estos índices se observaron en el ambiente L/a+g con una diversidad de H'=0.1808 y una equitabilidad de J'=0.2608.

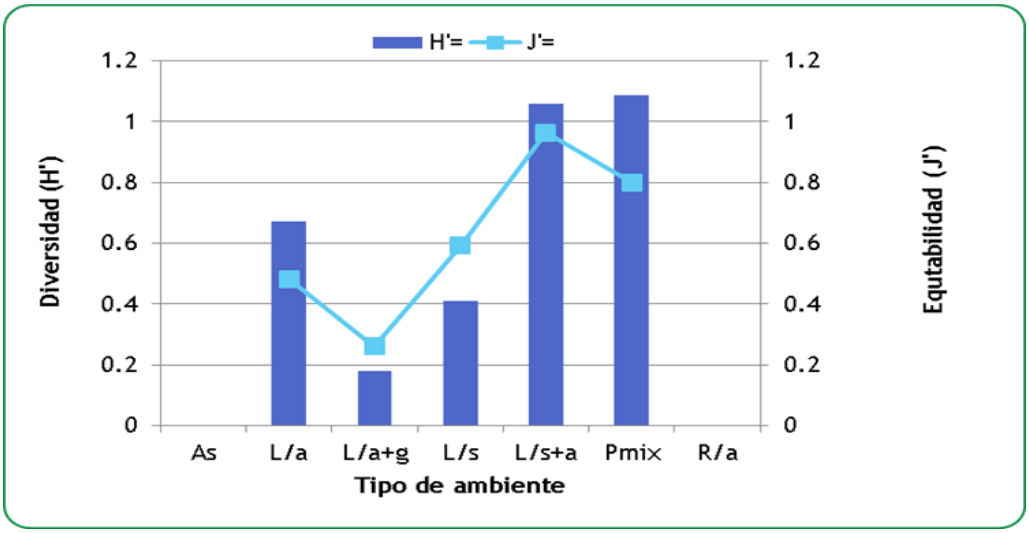


Figura IV - 57. Diversidad de corales escleractinios para el Sistema Ambiental Regional marino. Índice de Shannon-Wiener (H') y Equitabilidad (J') en la época de lluvias.

En la época de secas el ambiente La+g registró el valor más alto de diversidad con una H’=1.6544 y una equitabilidad de J’=0.9233. El ambiente con mayor equitabilidad fue L/s+a con J’=0.9236 y una diversidad de H’=1.2804. El ambiente Pmix presentó una diversidad de H’=1.4945 con una equitabilidad de J’=0.8341; mientras que, los valores más bajos de estos índices se observaron en el ambiente L/a con una diversidad de H’=0.6711 y una equitabilidad de J’=0.6109. El ambiente L/s no presentó suficientes datos para poder determinar estos índices.

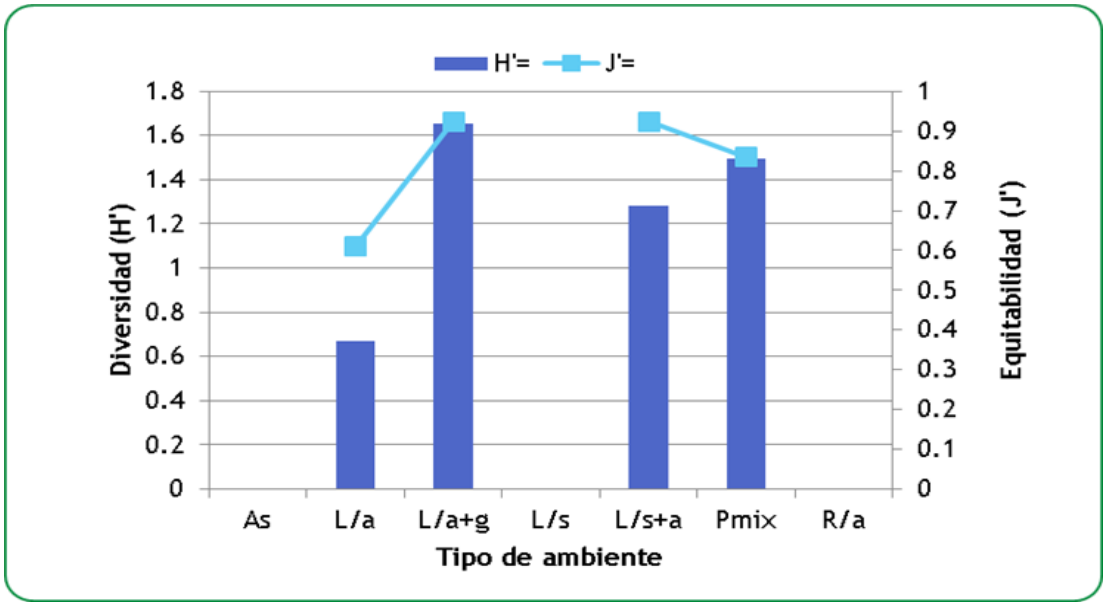


Figura IV - 58. Diversidad de corales escleractinios para el Sistema Ambiental Regional marino. Índice de Shannon-Wiener (H’) y Equitabilidad (J’) en la época de secas.

IV.3.2.5.3.1.4 Estructura de tallas

En la época de lluvias, se registraron cuatro categorías de tallas, encontrándose el espectro completo en el ambiente L/a donde dominaron las colonias pequeñas de la categoría I y II, ambas con un aporte del 33.3% de frecuencia, las colonias categoría III aportaron el 22.2% y las colonias categoría V registraron el 11.1% de frecuencia. Los ambientes L/s y Pmix obtuvieron el mismo espectro de talla de corales, en ambos ambientes dominaron las colonias categoría II con el 50% y el 55.6% respectivamente. Para el ambiente L/s+a y L/a+g solo presentaron dos categorías de tallas, ambas aportando el 50% de frecuencia para cada ambiente.

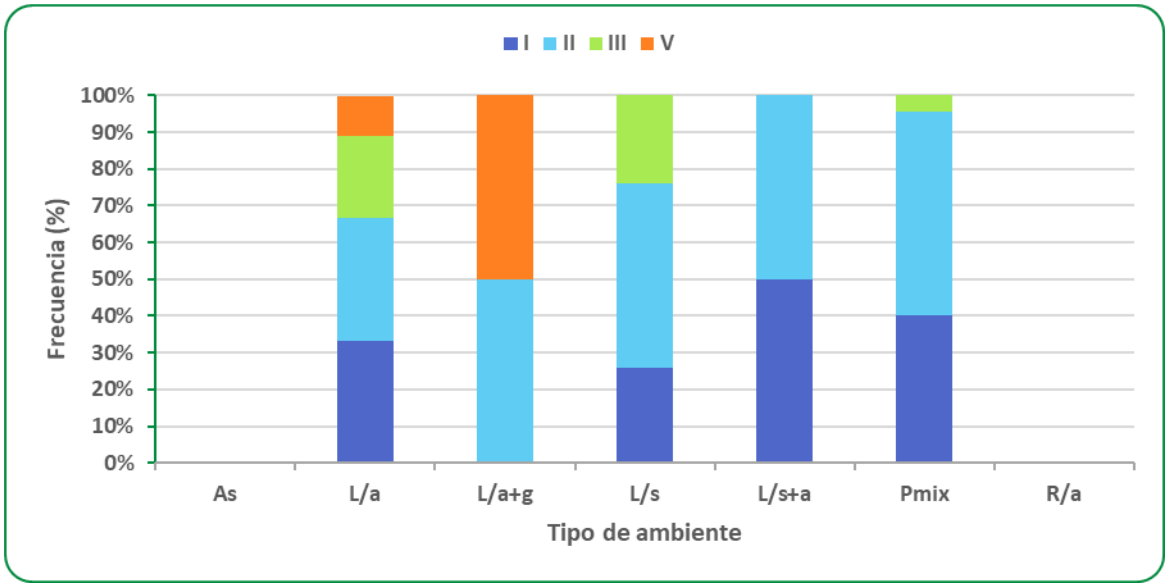


Figura IV - 59. Estructura de tallas para corales escleractinios para el Sistema Ambiental Regional marino en la época de lluvias.
I < 5 cm, II = 5-10 cm, III = 10-20 cm, IV = 20-40 cm, V > 40 cm de diámetro.

De las cinco categorías de tallas definidas para las colonias coralinas, en la época de secas solo se registraron cuatro. El ambiente L/a presentó categorías I y II, siendo dominante la primera categoría con el 86.7% de frecuencia. Los ambientes La+g y Pmix registraron las primeras tres categorías, en ambos casos dominaron las colonias pequeñas categoría I, aportando el 42.9% y el 54.5% de frecuencia respectivamente; mientras que en el ambiente L/s las colonias dominantes fueron la de categoría II, aportando el 50% de frecuencia. El único ambiente que presentó colonias grandes fue L/s+a, sin embargo, las colonias categoría I fueron las dominantes con un aporte del 60% de frecuencia.

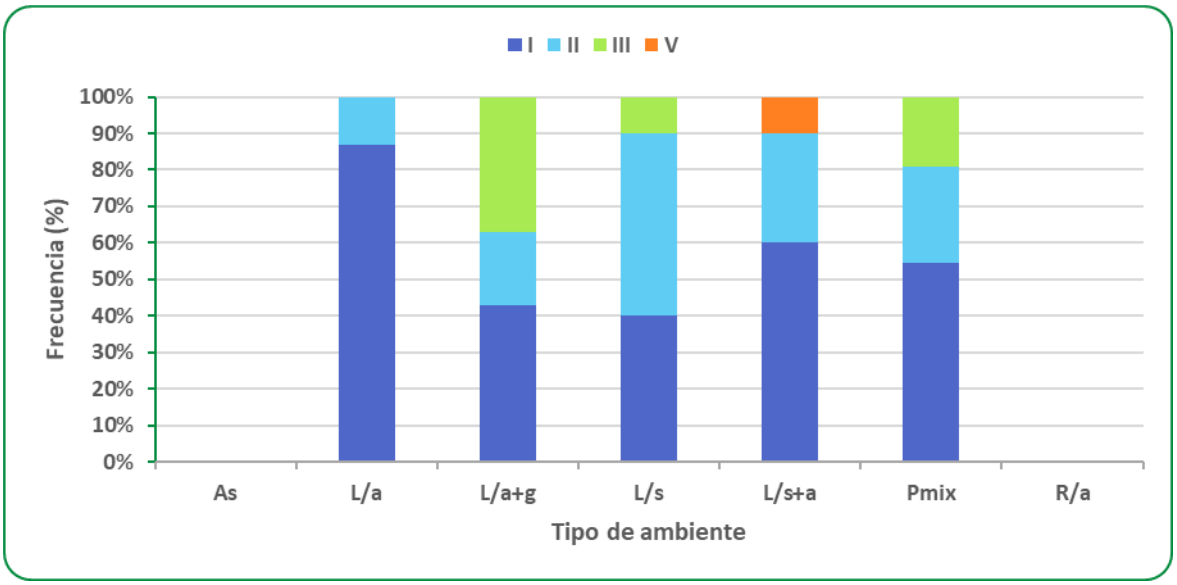


Figura IV - 60. Estructura de tallas para corales escleractinios para el Sistema Ambiental Regional marino en la época de secas.
I < 5 cm, II = 5-10 cm, III = 10-20 cm, IV = 20-40 cm, V > 40 cm de diámetro.

IV.3.2.5.3.1.5 Formas de crecimiento

En la época de lluvias, en la zona de muestreo se observaron tres formas de crecimiento coralino, encontrándose el espectro completo solo en el ambiente de Pmix, donde las colonias con crecimiento masivo aportaron 76.9% de la frecuencia de registro, las colonias incrustantes aportaron 18.0% y las colonias ramificadas 5.1%; en los ambientes L/a y L/a+g las colonias masivas aportaron más del 95% de frecuencia y las incrustantes aportaron entre 4.4% a 4.8%; en el ambiente L/s los corales masivos aportaron 85.7% de frecuencia y los incrustantes 14.3%; mientras que en el ambiente L/s+a la frecuencia presento una distribución más equitativa con 53.8% para las colonias masivas y 46.2% para las incrustantes.

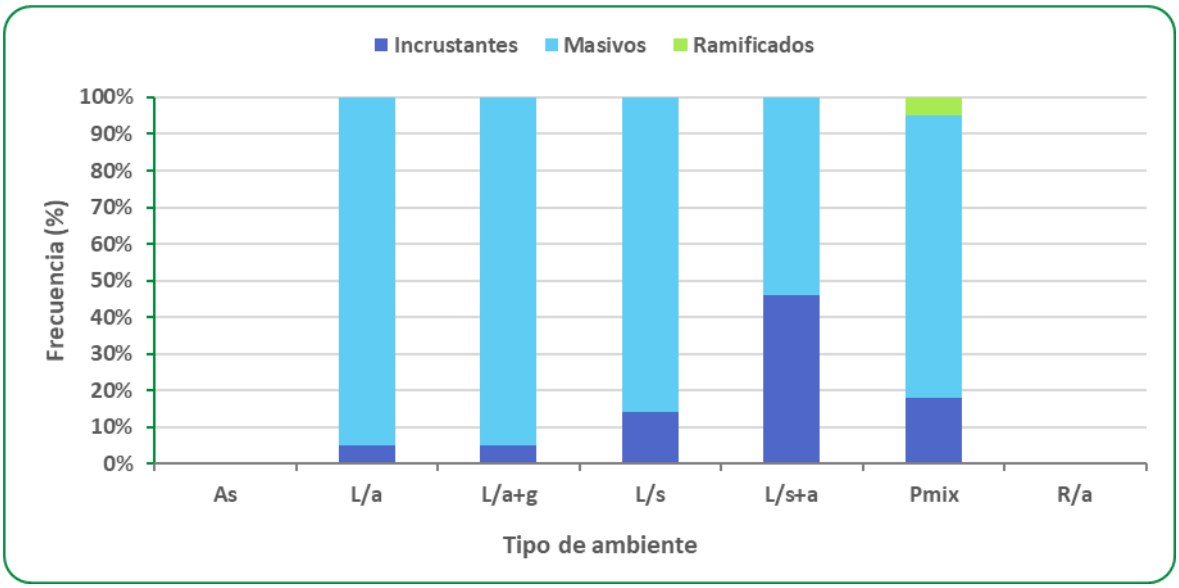


Figura IV - 61. Formas de crecimiento para corales escleractinios para el Sistema Ambiental Regional en la época de lluvias.
Dig = Digitiforme, Inc = Incrustante, Mas = Masiva, Ram = Ramificado.

En la época de secas se observaron cuatro formas de crecimiento de colonias coralinas. Los ambientes La+g y Pmix, registraron el espectro completo, donde las colonias incrustantes fueron las más abundantes, con un 42.9% en La+g y con 36.4% en Pmix. En el ambiente L/s+a se presentaron tres formas de crecimiento, dominando las colonias incrustantes con el 70% de frecuencia. En el ambiente L/a solo se registraron colonias digitiformes e incrustantes, estas últimas aportaron una frecuencia del 93.3%. En el ambiente L/s solo fueron registradas colonias incrustantes.

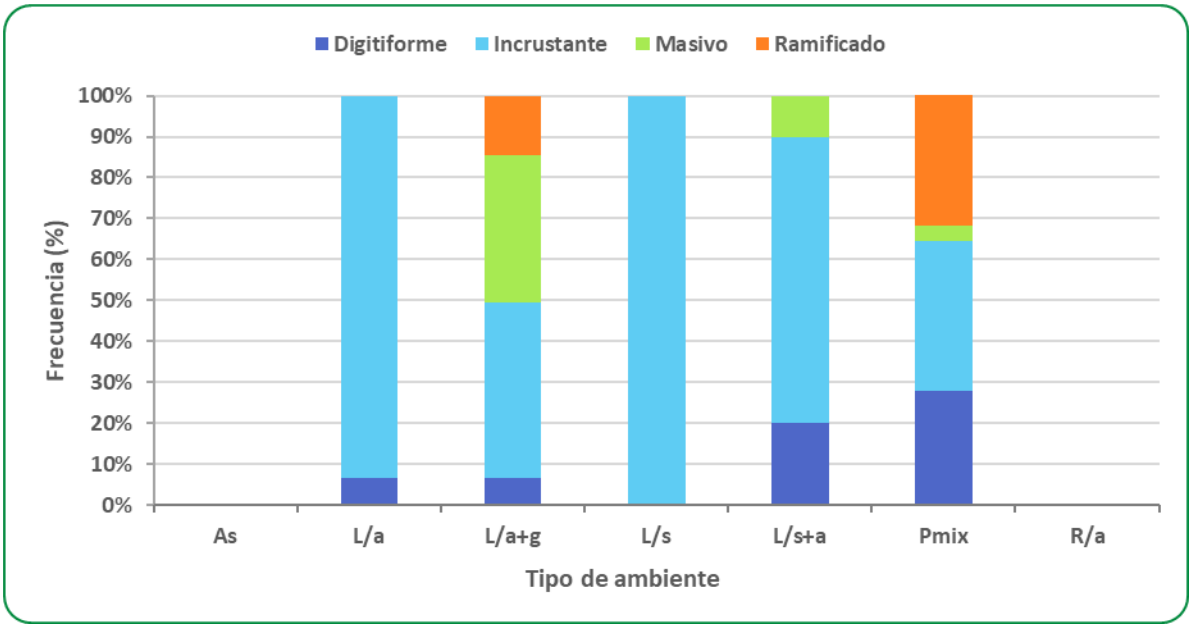


Figura IV - 62. Formas de crecimiento para corales escleractinios para el Sistema Ambiental Regional marino en la época de secas.

Dig = Digitiforme, Inc = Incrustante, Mas = Masiva, Ram = Ramificado.

IV.3.2.5.3.1.6 Comparación entre las dos épocas del año

La comunidad de corales es muy pobre en la zona de estudio, encontrando valores muy bajos, tanto de riqueza de especies como de abundancia en ambas épocas de muestreo. No se observa ningún patrón que pudiera alertar sobre algún cambio temporal importante. En cuanto a la dominancia de especies se observa una consistencia con la abundancia de *Siderastrea siderea* y *Siderastrea radians* en la mayoría de los ambientes en ambas épocas del año; siendo especies que se consideran pioneras en el proceso de sucesión ecológica.

Tabla IV - 19. Comparación de los valores de la riqueza específica, abundancia y especies dominantes para corales escleractinios por tipo de ambiente en dos épocas: lluvias (agosto 2018) y secas (enero y febrero del 2019).

AMBIENTE	Riqueza específica (#sp)		Abundancia (% cob)		Especies dominantes	
	Lluvias	Secas	Lluvias	Secas	Lluvias	Secas
As	0	0	0.00	0.00	-	-
L/a	4	3	0.44	0.14	Pcliv	Srad
La+g	2	6	0.45	0.16	Mcav	Srad, Ssid
L/s	2	1	0.08	0.58	Ssid	Srad
L/s+a	3	4	0.07	0.13	Srad, Ssid, Maer	Ppor, Srad, Ssid
Pmix	4	6	0.08	0.19	Maer, Past	Maer, Past
R/a	0	0	0.00	0.00	-	-

IV.3.2.5.3.2 Gorgonáceos (corales blandos)

IV.3.2.5.3.2.1 Distribución y composición de especies

Durante la época de lluvias en el área de estudio se registró un total de 17 especies de gorgonáceos, pertenecientes a 10 géneros y 3 familias. Se muestrearon un total de 1450 individuos en los 7 ambientes revisados dentro del área de estudio. La especie dominante en varios de los ambientes fue *Pterogorgia anceps*, la cual se encontró distribuida en 4 de los mismos, en donde había disponible sustrato duro para su fijación. En la lista de especies se muestra la importancia de cada una de las ellas, de acuerdo a una categorización basada en rangos de abundancia relativa.

Tabla IV - 20. Lista de especies y abundancia relativa de gorgonáceos para el Sistema Ambiental Regional marino en la época de lluvias.
D = Dominante (>20%), A = Abundante (10-20%), C = Común (5-10%), E = Escaso (1-5%), R = Raro (<1%).

Familia	Género	Especie	As	L/a	La+g	L/s	L/s+a	Pmix	R/a
Briareidae	*Briareum*	*asbestinum*		E					
Gorgoniidae	*Gorgonia*	*flabellum*			R		R		
		mariae		D	E		E	R	
	Pseudopterogorgia	*acerosa*		C	A	E	D	A	
		americana		E	E		E	E	
	Pterogorgia	*anceps*		E	D	D	D	D	
		citrina		A	R			R	
		guadalupensis		E	C	E	E	C	
Plexauridae	*Eunicea*	*calyculata*			R				
		laxispica		R				R	
		mammosa			E		C	E	
	Muricea	*muricata*			E		E	E	
	Muriceopsis	*flavida*		E	A	E	E	A	
	Plexaura	*flexuosa*			R				
	Plexaurella	*dichotoma*							
		nutans		E	C		R	E	
	Pseudoplexaura	*porosa*		E			R	R	
Total			**0**	**11**	**13**	**4**	**11**	**12**	**0**

Tipos de ambientes: As = Arenal somero; **L/a** = Laja con algas; **L/a+g** = Laja con algas y gorgonáceos; **L/s** = Laja con sedimentos; **L/s+a** = Laja con sedimentos y algas; **Pmix** = Pastizal mixto; **R/a** = Rocas con algas.

En la época de secas se registró un total de 15 especies de gorgonáceos, pertenecientes a 9 géneros y 2 familias. Se muestrearon un total de 1400 individuos en los 7 ambientes revisados dentro del área de estudio. Las especies dominantes en varios de los ambientes fueron *Pterogorgia anceps, Gorgonia mariae* y *Muriceopsis flavida,* la cual se encontró distribuida en 4 de los mismos, en donde había disponible sustrato duro para su fijación. En el listado de especies se muestra la importancia de cada una de las ellas, de acuerdo a una categorización basada en rangos de abundancia relativa.

Tabla IV - 21. Listado de especies y abundancia relativa de gorgonáceos para el Sistema Ambiental Regional marino del proyecto durante la época de secas.
D=Dominante (>20%), A=Abundante (10-20%), C=Común (5-10%), E=Escaso (1-5%), R=Raro (<1%).

Familia	Género	Especie	As	L/a	La+g	L/s	L/s+a	Pmix	R/a
Gorgoniidae	*Gorgonia*	*flabellum*			E				
		mariae		A	D		C	D	
	Pseudopterogorgia	*americana*			C		E	C	
	Pterogorgia	*anceps*		C	A		D	E	
		citrina		D	E			D	
		guadalupensis		A	C		D	E	
Plexauridae	*Eunicea*	*calyculata*			E				
		mammosa			A		E	E	
		tourneforti			E		E		
	Muricea	*muricata*			E				
	Muriceopsis	*flavida*		C	D		D	C	
	Plexaura	*flexuosa*			E			E	
	Plexaurella	*dichotoma*			R				
		nutans		E	E		E	A	
	Pseudoplexaura	*porosa*			E		E		
Total			**0**	**6**	**15**	**0**	**9**	**9**	**0**

Tipos de ambientes: As = Arenal somero; **L/a** = Laja con algas; **L/a+g** = Laja con algas y gorgonáceos; **L/s** = Laja con sedimentos; **L/s+a** = Laja con sedimentos y algas; **Pmix** = Pastizal mixto; **R/a** = Rocas con algas.

IV.3.2.5.3.2.2 Abundancia y riqueza específica

En la época de lluvias, la densidad más alta se encontró en La+g, con 5.1 ind/m2, mientras que los valores más bajos se ubicaron en el As y R/a, debido a que no hubo ningún registro. Respecto a la riqueza específica, se observó el mismo patrón que con la diversidad, siendo el sitio La+g el más rico, con 13 especies. Por el contrario, los números más bajos se obtuvieron en As y R/a, al no haber ningún registro.

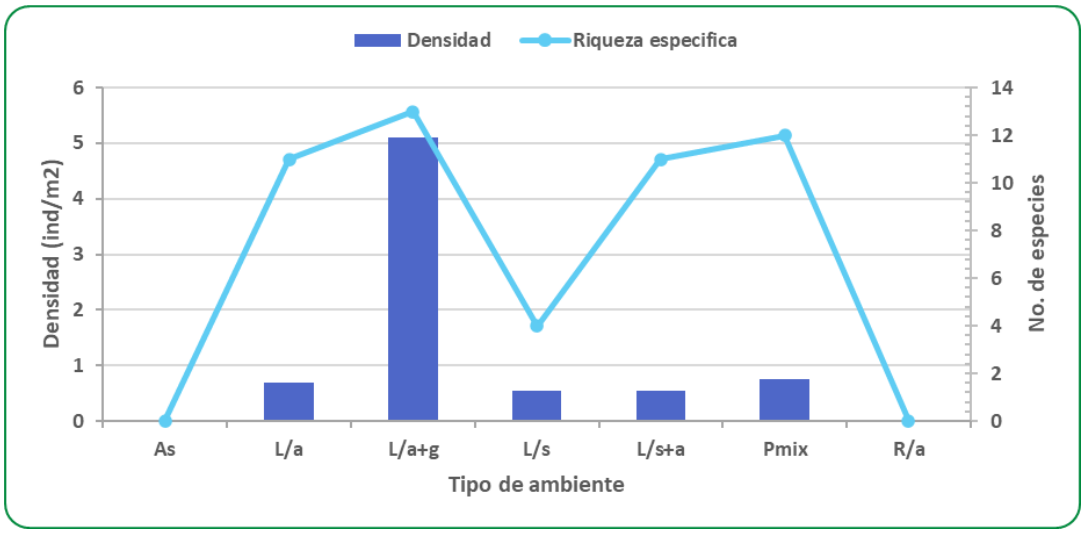


Figura IV - 63. Abundancia y Riqueza específica de gorgonáceos para el Sistema Ambiental Regional marino en la época de lluvias.

En la época de secas la densidad más alta se encontró en La+g, con 1.96 ind/m2, mientras que los valores más bajos se ubicaron en el As, Ls y R/a, debido a que no hubo ningún registro. En relación a la riqueza específica, se observó el mismo patrón que con la diversidad, siendo el sitio La+g el más rico, con 14 especies. Por el contrario, los números más bajos se obtuvieron en As y R/a, al no haber ningún registro.

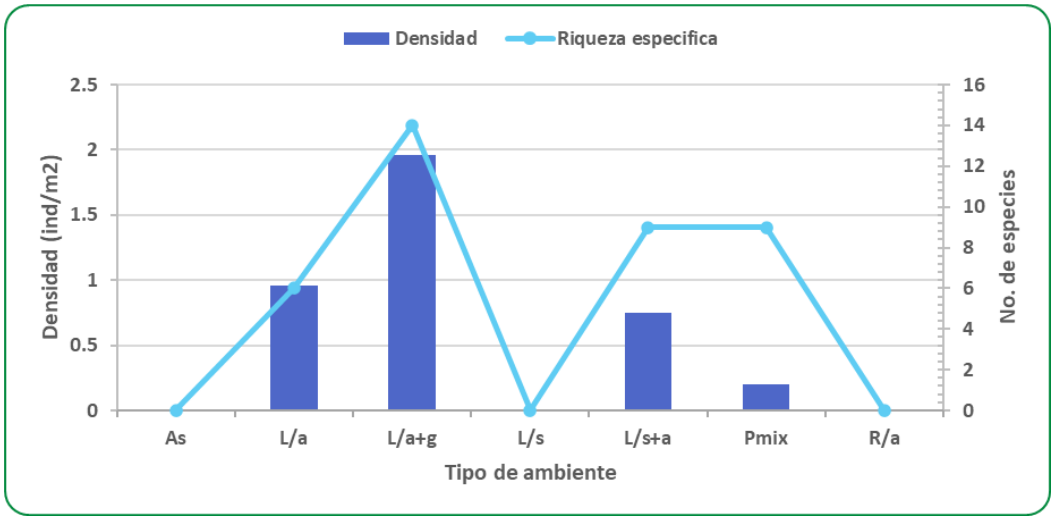


Figura IV - 64. Abundancia y Riqueza específica de gorgonáceos para el Sistema Ambiental Regional marino en la época de secas.

IV.3.2.5.3.2.3 Diversidad y equitabilidad

En la época de lluvias, la mayor diversidad se encontró en La+g, con un valor de 1.9. El ambiente con la menor diversidad se encontró en As y R/a, debido a que no hubo registros. En términos de equitabilidad, el valor más alto se encontró también en La+g con 0.7. Como en el caso de la diversidad, la cifra más baja se obtuvo en As y R/a, debido a la ausencia de organismo.

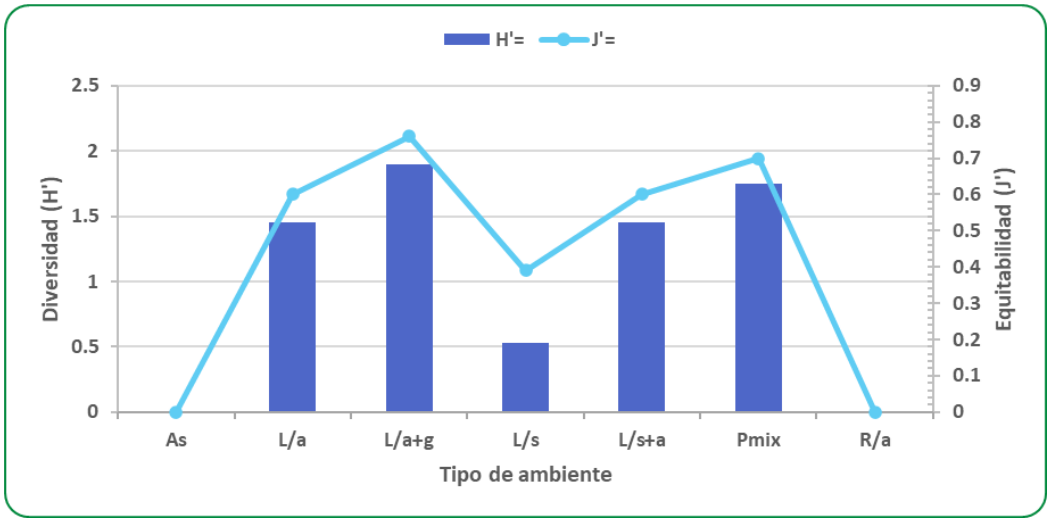


Figura IV - 65. Diversidad de gorgonáceos para el Sistema Ambiental Regional marino en la época de lluvias. Índice de Shannon-Wiener (H'), Equitabilidad (J').

En la época de secas la mayor diversidad se encontró en La+g, con un valor de 2.21. El ambiente con la menor diversidad se encontró en As, Ls y R/a, debido a que no hubo registros. En términos de equitabilidad, el valor más alto se encontró también en La+g con 0.83. Como en el caso de la diversidad, la cifra más baja de equitabilidad se obtuvo en As, Ls y R/a, debido a la ausencia de organismos.

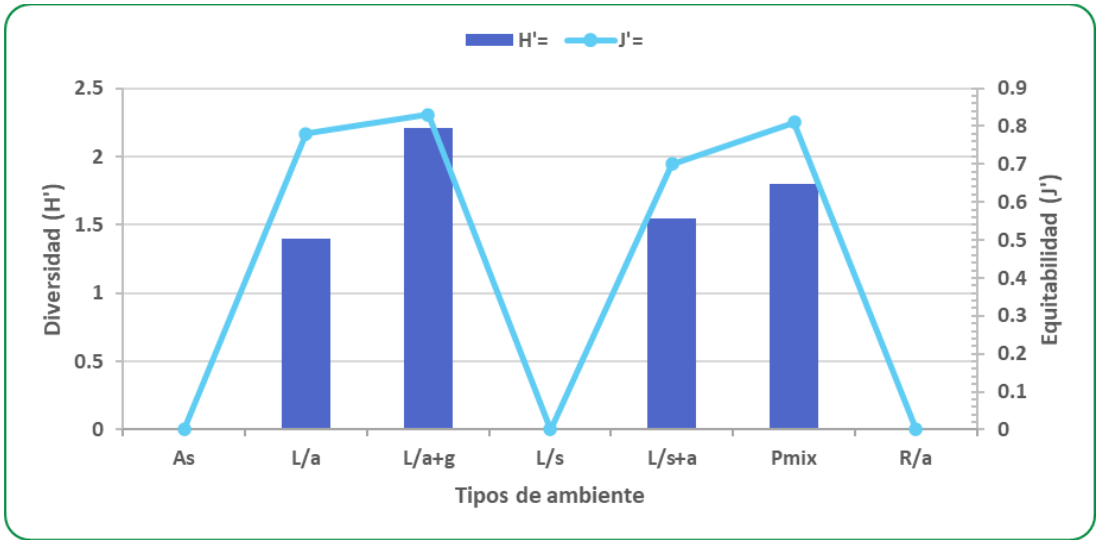


Figura IV - 66. Diversidad de gorgonáceos para el Sistema Ambiental Regional marino en la época de secas. Índice de Shannon-Wiener (H'), Equitabilidad (J').

IV.3.2.5.3.2.4 Estructura de tallas

En la época de lluvias se registraron gorgonáceos en 5 de los 7 ambientes revisados y las proporciones entre adultos y juveniles fueron similares. La frecuencia de juveniles fue mayor que la de los adultos en todos esos ambientes, con aproximadamente 70%. Solamente se registraron reclutas en 3 de esos ambientes, aunque su frecuencia más alta fue inferior al 4%.

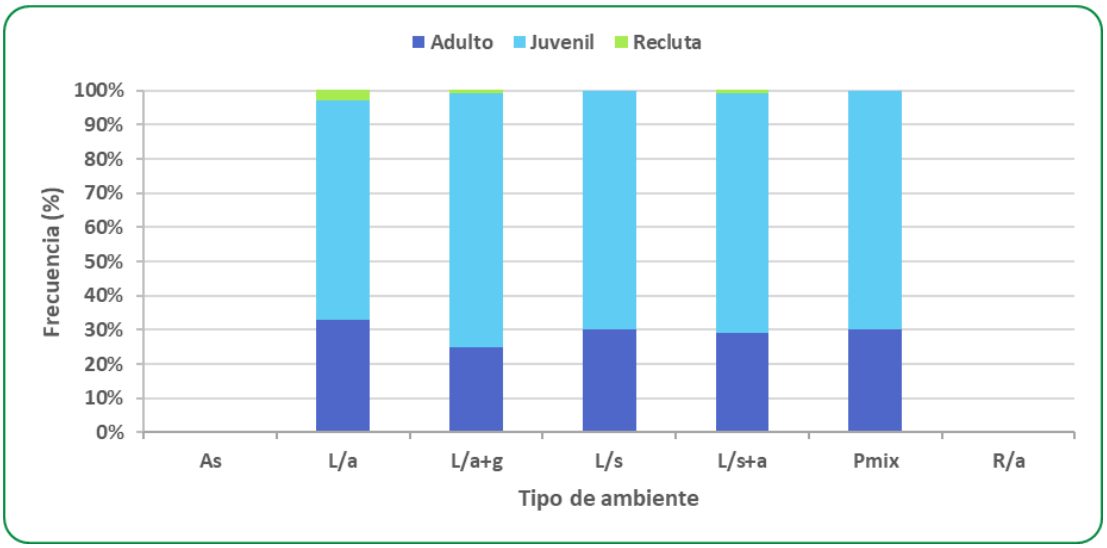


Figura IV - 67. Frecuencia de estructura de tallas para gorgonáceos para el Sistema Ambiental Regional marino en la época de lluvias.

En la época de secas se registraron gorgonáceos en 4 de los 7 ambientes revisados, encontrándose las 3 tallas (adulto, juvenil y recluta) solamente en 3 de dichos ambientes. La frecuencia de juveniles fue mayor que la de los adultos en L/a, La+g y L/s+a. Solamente se registraron reclutas en 3 de esos ambientes, aunque su frecuencia más alta fue inferior al 5%.

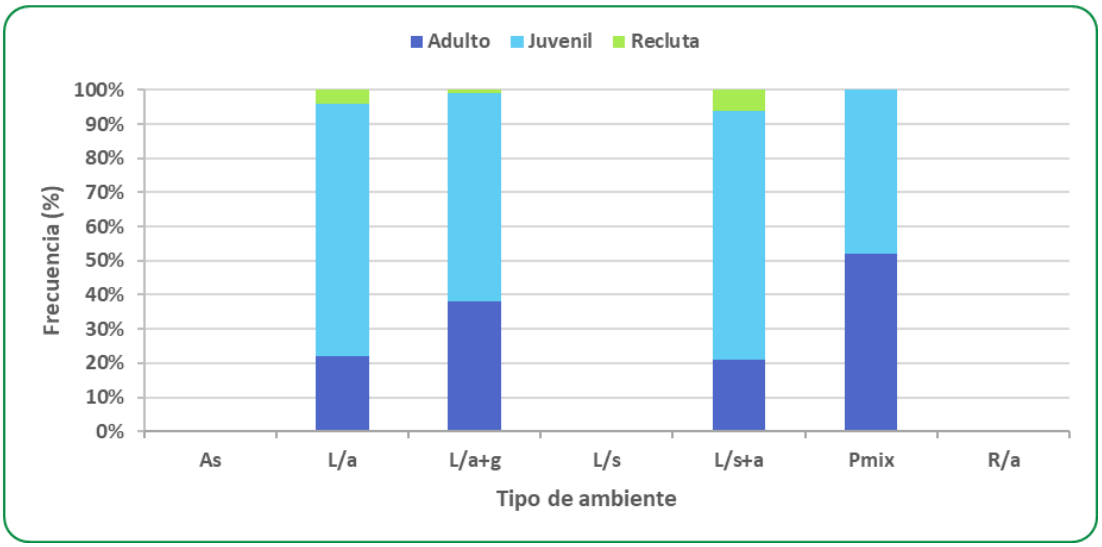


Figura IV - 68. Frecuencia de estructura de tallas para gorgonáceos para el Sistema Ambiental Regional marino en la época de secas.

IV.3.2.5.3.2.5 Condiciones del organismo

En la época de lluvias se encontraron gorgonáceos en 5 de los 7 ambientes del área de estudio. En 3 de esos ambientes se registraron organismos con daños, aunque en ningún caso la frecuencia de los mismos llegó a alcanzar el 4%. Los daños registrados consistieron principalmente en el sobrecrecimiento de algas.

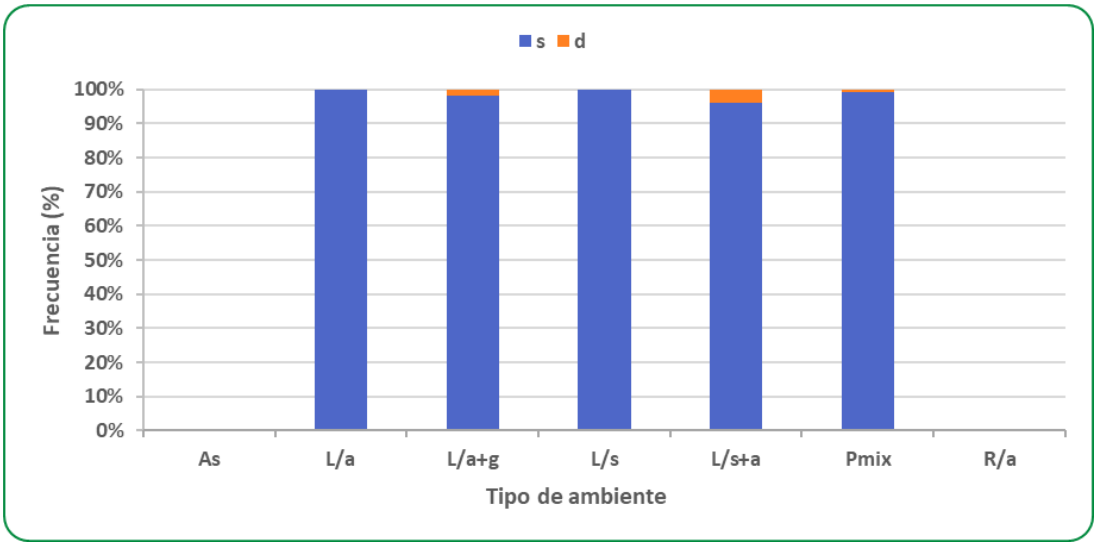


Figura IV - 69. Condición del organismo para gorgonáceos para el Sistema Ambiental Regional marino en la época de lluvias.
s = sana, es decir, colonia sin tejido dañado; d = daño, es decir, presenta algún tipo de afectación.

En la época de secas se encontraron gorgonáceos en 5 de los 7 ambientes del área de estudio. En 2 de esos ambientes se registraron organismos con daños, aunque en ningún caso la frecuencia de los mismos llegó a alcanzar el 2%. Los daños registrados consistieron principalmente en el sobrecrecimiento de algas.

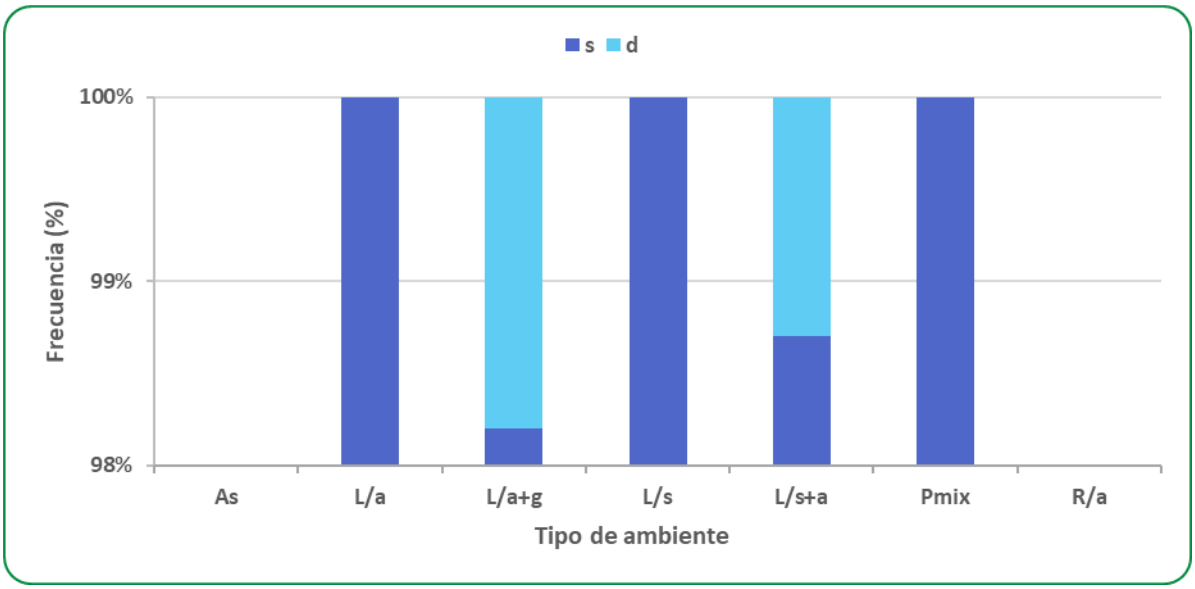


Figura IV - 70. Condición del organismo para gorgonáceos para el Sistema Ambiental Regional marino en la época de lluvias.
s = sana, es decir, colonia sin tejido dañado; d = daño, es decir, presenta algún tipo de afectación.

IV.3.2.5.3.2.6 Comparación entre las dos épocas del año

La comunidad de gorgonáceos es más abundante en el ambiente denominado Laja con algas y gorgonáceos, siendo donde se encuentra la mayor riqueza específica y abundancia, notando una disminución de la abundancia en el muestreo de secas. En general se registraron mayor número de gorgonáceos en la época de lluvias, teniendo también un mayor número de especies. En cuanto a las especies dominantes por tipo de ambiente, tenemos que en el muestreo de la época de lluvias presenta mayor dominancia la especie *Pterogorgia anceps*, mientras que en el muestreo de secas hay mayor variedad de especies abundantes.

Tabla IV - 22. Comparación de los valores de la riqueza específica, abundancia y especies dominantes para gorgonáceos por tipo de ambiente en dos épocas: Lluvias (agosto 2018) y secas (enero y febrero del 2019).

AMBIENTE	Riqueza específica (#sp)		Abundancia (org/m2)		Especies dominantes	
	Lluvias	Secas	Lluvias	Secas	Lluvias	Secas
As	0	0	0.00	0.00	-	-
L/a	11	6	0.70	0.97	Gmar, Pcit	Pcit
La+g	13	14	5.15	1.96	Panc	Gmar, Mfla
L/s	4	0	0.54	0.00	Panc	-
L/s+a	11	9	0.53	0.71	Pace, Panc	Panc, Pgua, Mfla
Pmix	12	9	0.74	0.18	Panc	Gmar, Pcit
R/a	0	0	0.00	0.00	-	-

IV.3.2.5.3.3 Ictiofauna (peces arrecifales)

IV.3.2.5.3.3.1 Distribución y composición de especies

En la época de lluvias, se registró un total de 41 especies, 25 géneros y 17 familias de peces. Los ambientes As y R/a no registraron ningún individuo. La especie *Halichoeres bivittatus* dominó en todos los ambientes donde estuvo presente; mientras que la especie *Haemulon flavolineatum* también presentó una gran dominancia en la mayoría en la mayoría de los ambientes, con excepción de L/a+g donde solo fue común. En el ambiente L/a, la especie *Haemulon sciurus* fue abundante y el resto de las especies registradas presentaron pocos individuos, por lo que fueron escasas de acuerdo con la abundancia relativa. En el ambiente L/a+g, la especie dominante, aparte de *H. bivittatus*, fue *Thalassoma bifasciatum*; *Stegastes partitus* y los peces cirujanos *Acanthurus coeruleus* fueron comunes. En el ambiente L/s se registraron cuatro especies comunes *Gerres cinereus*, *Ctenogobius saepepallens*, *Saprisoma radians* y *Sparisoma viride*, siendo estas dos últimas especies pertenecientes a la familia de los peces loro. En L/s+a los cirujanos *Acanthurus chirurgus* fueron comunes y los peces *Thalassoma bifasciatum* fueron abundantes. Finalmente, en el ambiente Pmix las especies *Caranx ruber* y *Sparisoma radians* fueron comunes de acuerdo a su abundancia relativa registrada.

Tabla IV - 23. Lista de especies y abundancia relativa de peces arrecifales para el Sistema Ambiental Regional marino en la época de lluvias.
D = Dominante (>20%), A = Abundante (10-20%), C = Común (5-10%), E = Escaso (1-5%), R = Raro (<1%).

Familia	Género	Especie	As	L/a	L/a+g	L/s	L/s+a	Pmix	R/a
Acanthuridae	*Acanthurus*	*chirurgus*			E		C		
		coeruleus		E	C		E	R	
Carangidae	*Caranx*	*crysos*				E	E		
		ruber		E				C	
Chaetodontidae	*Chaetodon*	*capistratus*		E	R	E	R	E	
		ocellatus			*				
		striatus			R				
Gerreidae	*Gerres*	*cinereus*				C			
Gobiidae	*Ctenogobius*	*saepepallens*			R	C			
Haemulidae	*Anisotremus*	*surinamensis*						R	
	Haemulon	*carbonarium*			E				
		flavolineatum		D	C	D	D	D	
		macrostomum			E		R		
		sciurus		A					
Labridae	*Halichoeres*	*bivittatus*		D	D	D	D	D	
		garnoti					E		
		poeyi		E	R		R	E	
	Lachnolaimus	*maximus*			R				
	Thalassoma	*bifasciatum*			D		A	E	
Lutjanidae	*Lutjanus*	*analis*			*		*	*	
	Ocyurus	*chrysurus*						E	
Mullidae	*Pseudopeneus*	*maculatus*						E	
Ostraciidae	*Lactophrys*	*trigonos*			R				
Pomacanthidae	*Holocanthus*	*ciliaris*		*			R		
		tricolor			*				

	Pomacanthus	*paru*		E	*				
Pomacentridae	*Stegastes*	*diencaeus*		E	*				
		leucosticus		E			E		
		partitus			C	E	E		
		variabilis					R	R	
Scaridae	*Nicholsina*	*usta*					R	E	
	Sparisoma	*aurofrenatum*		E				E	
		chrysopterum			R				
		radians		E		C	E	C	
		viride			E	C		E	
Scianidae	*Pareques*	*acuminatus*		E				E	
Scorpaenidae	*Pterois*	*volitans*				*			
	Scorpaena	*plumieri*		E					
Tetraodontidae	*Canthigaster*	*rostrata*		E	E		*	E	
	Diodon	*hystrix*			*				
Urobatidae	*Urobatis*	*jamaicensis*						E	
Total			**0**	**15**	**17**	**9**	**16**	**18**	**0**

Tipos de ambientes: As = Arenal somero; **L/a** = Laja con algas; **L/a+g** = Laja con algas y gorgonáceos; **L/s** = Laja con sedimentos; **L/s+a** = Laja con sedimentos y algas; **Pmix** = Pastizal mixto; **R/a** = Rocas con algas.

En la época de secas se registraron un total de 44 especies, distribuidas en 29 géneros y 19 familias. En los ambientes As y R/a no se observaron peces. La especie con mayor distribución fue *Halicoeres bivittatus*, estando presente y siendo dominante en todos los sitios. En el ambiente L/a la especie *Abudefduf saxantiles* fue abundante y las especies *Haemulon flavolineatum* y *Canthigaster rostrata* fueron comunes. En La+g la especie Thalassoma bifasciatum compartió dominancia con la especie H. bivittatus, mientras que la especie *H. flavolineatum* fue abundante. Para el ambiente L/s, las especies *H. flavolineatum, C. rostrata* y *Sparisoma viride* fueron comunes. En el ambiente L/s, las especies *Pareques acuminatus, C. rostrata* y *H. flavolineatum* fueron comunes. En Pmix, *Haemulon plumieri* y *Halicoeres poeyi* fueron abundantes; mientras que en el ambiente L/s+a, todas las especies registradas, con excepción de *H. bivittatus*, fueron escasas.

Tabla IV - 24. Listado de especies y abundancia relativa de peces arrecifales para el Sistema Ambiental Regional marino para el proyecto durante la época de secas.

D=Dominante (>20%), A=Abundante (10-20%), C=Común (5-10%), E=Escaso (1-5%), R=Raro (<1%). Época de lluvias (izq.) y época de secas (der).

Familia	Género	Especie	As	L/a	La+g	L/s	L/s+a	Pmix	R/a
Acanthuridae	Acanthurus	*chirurgus*			R		E		
		coeruleus			E		E		
Carangidae	Caranx	*crysos*			R				
		ruber		E	E		E	*	
Chaetodontidae	Chaetodon	*capistratus*			R	E		E	
		striatus			R				
Diodontidae	*Diodon*	*holocantus*		E					
Gerreidae	*Gerres*	*cinereus*				E			
Gobiidae	*Ctenogobius*	*saepepallens*			R	E	E		
	Elacantinus	*prochilos*		E					
	Gnatholepis	*cauerensis*			R		E		

Familia	Género	Especie	As	L/a	La+g	L/s	L/s+a	Pmix	R/a
Haemulidae	*Anisotremus*	*virginicus*			E				
	Haemulon	*carbonarium*		E	C				
		flavolineatum		C	A	C	E	C	
		plumieri		E	C			A	
Labridae	*Bodianus*	*rufus*			R				
	Halichoeres	*bivittatus*		D	D	D	D	D	
		garnoti			R			E	
		maculupina						E	
		pictus						E	
		poeyi		E	R			A	
		radiatus		E					
	Thalassoma	*bifasciatum*		E	D	E			
	Xyrichtys	*martinicensis*				E			
Lutjanidae	*Lutjanus*	*analis*				E			
	Ocyurus	*chrysurus*		E	E	E			
Malacanthidae	*Malacanthus*	*plumieri*				E			
Mullidae	*Pseudopeneus*	*maculatus*		E	E	R	E	E	
Muraenidae	*Gymnothorax*	*miliaris*						*	
Pomacanthidae	*Pomacanthus*	*arcuatus*			R	R		E	
Pomacentridae	*Abudefduf*	*saxantilis*		A	R				
	Microspathodon	*chrysurus*			R				
	Stegastes	*adustus*		E		R			
		partitus			E		E		
		variabilis			*				
Scaridae	*Nicholsina*	*usta*			R	E		C	
	Sparisoma	*chrysopterum*			E			E	
		radians			R	R		E	
		rubripinne			R				
		viride		E	R	C		E	
Scianidae	*Pareques*	*acuminatus*		E	R				
Scorpaenidae	*Pterois*	*volitans*				*			
Tetraodontidae	*Canthigaster*	*rostrata*		C	C	C	E	E	
Urobatidae	*Urobatis*	*jamaicensis*		E		R		E	
Total				**18**	**30**	**18**	**10**	**16**	

Tipos de ambientes: As = Arenal somero; **L/a** = Laja con algas; **L/a+g** = Laja con algas y gorgonáceos; **L/s** = Laja con sedimentos; **L/s+a** = Laja con sedimentos y algas; **Pmix** = Pastizal mixto; **R/a** = Rocas con algas.

IV.3.2.5.3.3.2 Abundancia y riqueza específica

En la época de lluvia, la mayor densidad se registró en el ambiente L/a+g con 1.4 org/m2 y una riqueza de 17 especies; el resto de los ambientes presentaron menos de 1.0 org/m2; donde L/s+a registró 0.7 org /m2, con una riqueza de 16 especies; el ambiente L/a y Pmix presentaron 0.4 org/m2, con una riqueza de 15 y 18 especies respectivamente, siendo

Pmix el ambiente donde se registró el mayor número de especies. Siendo el ambiente L/s donde se observó la menor densidad y riqueza con valores de 0.3 org/m2 y 9 especies.

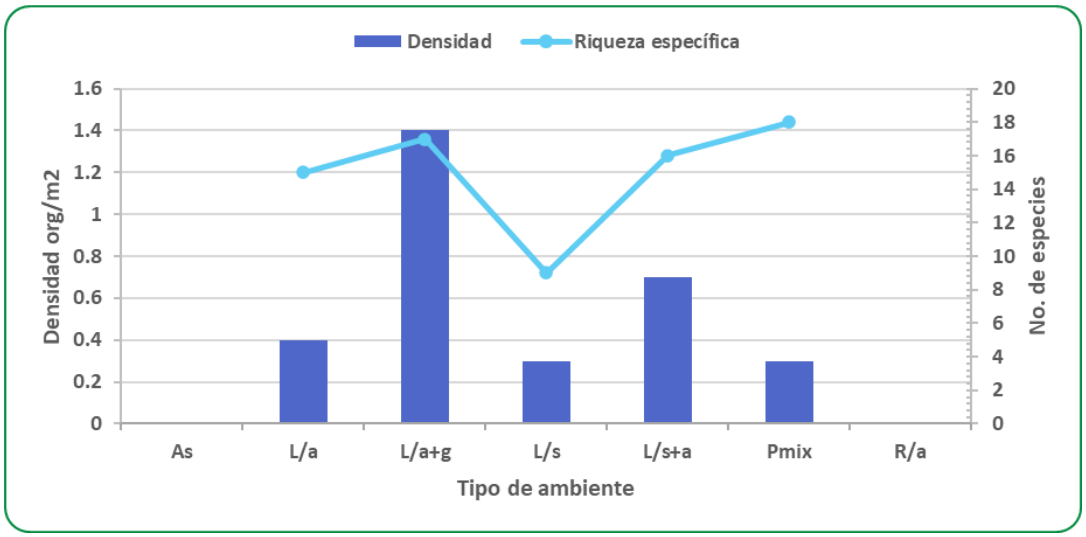


Figura IV - 71. Abundancia y Riqueza específica de peces arrecifales para el Sistema Ambiental Regional marino durante la época de lluvias.

En la época de secas, la mayor densidad de peces y riqueza se registró en el ambiente L/a+g con 1.3 ind/m2 y 30 especies; seguido por los ambientes L/a y L/s, ambos con una densidad de 0.5 ind/m2 y una riqueza de 18 especies. Los ambientes L/s+a y Pmix registraron la misma densidad de peces con 0.3 ind/m2 con una riqueza de 10 y 16 especies respectivamente.

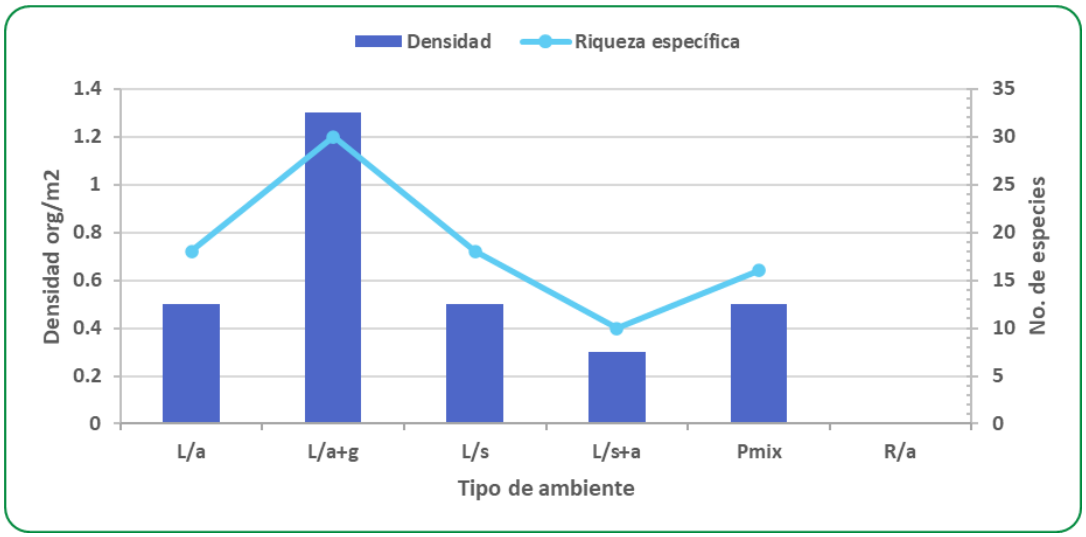


Figura IV - 72. Abundancia y Riqueza específica de peces arrecifales para el Sistema Ambiental Regional marino durante la época de secas.

IV.3.2.5.3.3.3 Diversidad y equitabilidad

En la época de lluvias, los valores más altos de diversidad se observaron en el ambiente Pmix con H'= 2.2088 y una equitabilidad de J'=0.7642; seguido por el ambiente L/s+a con

H'=1.9273 y una J'=0.6951; los ambientes L/a y L/a+g registraron una diversidad y equitabilidad similar con valores de H'=1.8665 y J'=0.6892, y H'=1.8593 y J'=0.6563 respectivamente. El ambiente L/s registró el menor valor de diversidad, sin embargo, fue el que obtuvo el mayor valor de equitabilidad con H'=1.7146 y J=0.7803.

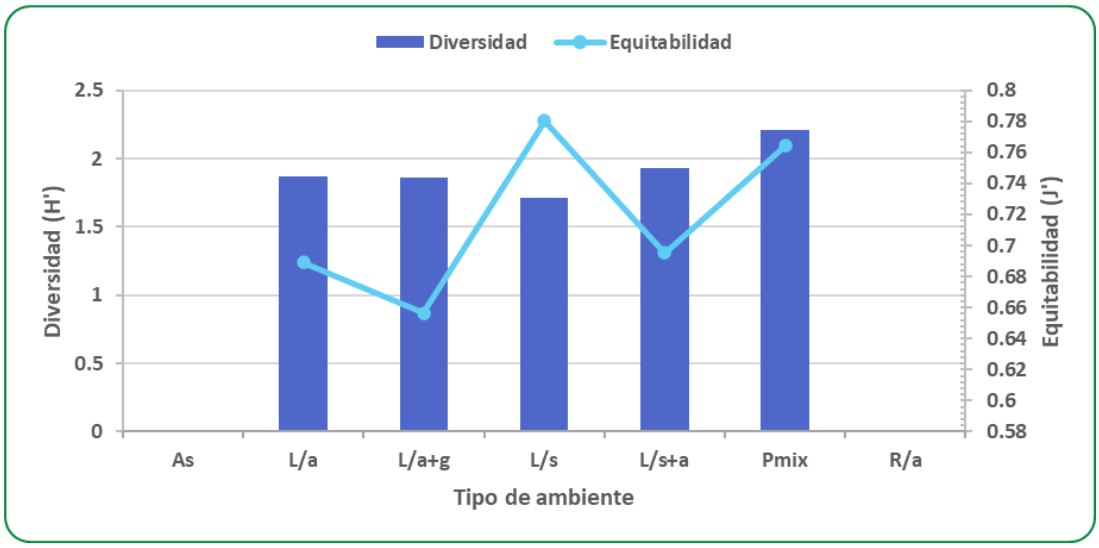


Figura IV - 73. Diversidad de peces arrecifales para el Sistema Ambiental Regional marino en la época de lluvias. Índice de Shannon-Wiener (H'), Equitabilidad (J').

En la época de secas, los valores más altos de diversidad y equitabilidad se registraron en el ambiente La+g con H'=2.4372 y una J'=0.716. El ambiente L/a registró una diversidad de H'=2.0497 y una equitabilidad de J'=0.7092; siguiendo en diversidad el ambiente L/s con H'=1.9240 y una equitabilidad de J'=0.6657. El ambiente Pmix obtuvo valores de H'=1.8485 y una J'=0.6667; mientras que el sitio L/s+a presentó los valores más bajos, con una diversidad de H'=1.1614 y una equitabilidad de J'=0.5044.

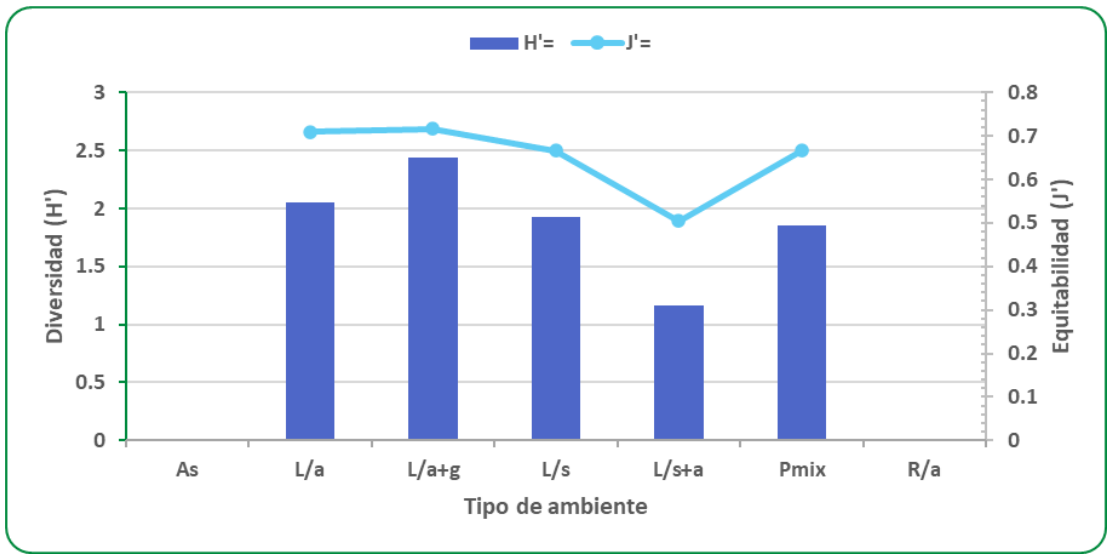


Figura IV - 74. Diversidad de peces arrecifales para el Sistema Ambiental Regional marino en la época de secas. Índice de Shannon-Wiener (H'), Equitabilidad (J').

IV.3.2.5.3.3.4 Estructura de tallas

En la época de lluvias, se definieron seis categorías de tamaños de peces; siendo el ambiente L/a+g el que presentó todas las categorías, registrando la mayor frecuencia los peces pequeños pertenecientes a la categoría I y II, con una frecuencia de observación del 59.0% y 35.1% respectivamente; los peces de mayor tamaño categoría V y VI solo aportaron una frecuencia del 0.5% y 1.0% caso contrario del ambiente L/s, que fue donde se observó la menor estructura, con solo cuatro categorías presentes, dominando los peces pequeños categoría I con 46.2% y los peces medianos englobados en la categoría III con 26.4% de frecuencia de observación. Los demás ambientes registraron cinco de las seis categorías de tallas, en todos estos ambientes dominaron los peces pequeños categoría I, aportando una frecuencia de observación que va desde 46.3%, en el ambiente L/s+a, hasta más del 69%, como se observa en los ambientes Pmix y L/a.

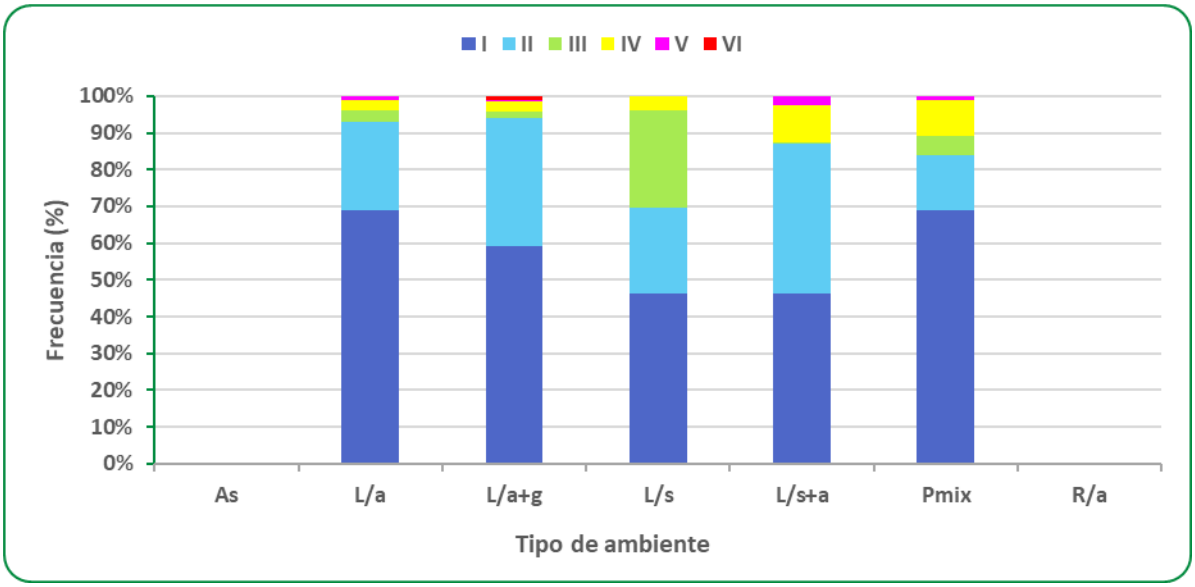


Figura IV - 75. Estructura de tallas para peces arrecifales para el Sistema Ambiental Regional marino en la época de lluvias.
I < 5 cm, II = 5-10 cm, III = 10-20 cm, IV = 20-30, V > 25 cm de longitud.

En la época de secas se registraron cinco categorías de tallas, dominando en todos los ambientes los peces pequeños categoría I. El ambiente La+g registró el espectro completo, con una dominancia del 50.5% de los peces categoría I. Los ambientes L/a, Pmix y L/s, presentaron cuatro de las cinco categorías, en los dos primeros ambientes mencionados, estuvo ausente la categoría IV, y en el ambiente L/s no se observaron peces grande categoría V; en estos tres sitios dominaron los peces pequeños, con una frecuencia de observación por arriba del 65%. El ambiente L/s+a solo registró tres categorías de peces, siendo más abundantes los peces categoría I, con el 46.9%% de frecuencia de registro.

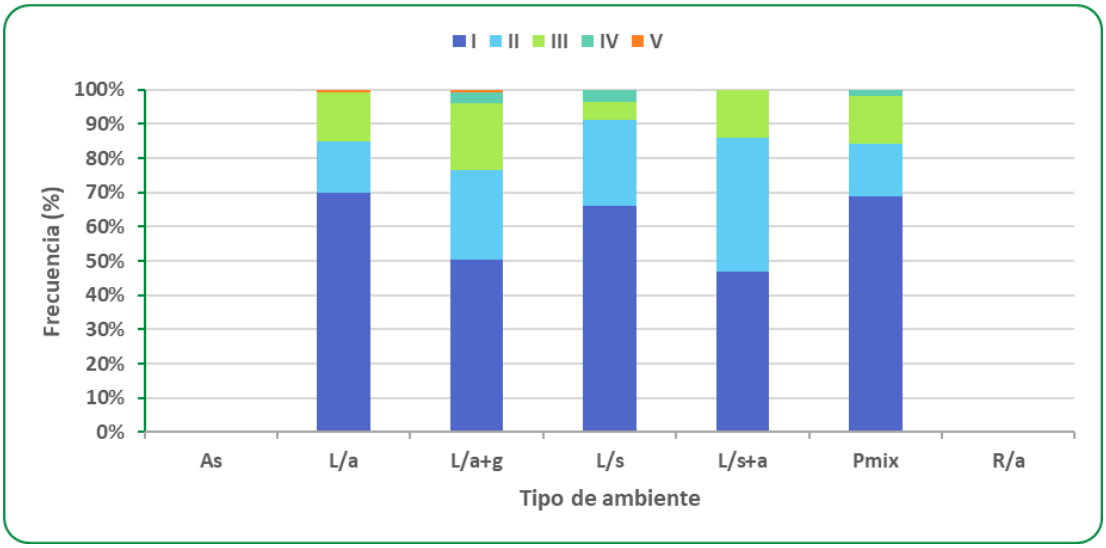


Figura IV - 76. Estructura de tallas para peces arrecifales para el Sistema Ambiental Regional marino en la época de secas.
I < 5 cm, II = 5-10 cm, III = 10-20 cm, IV = 20-30, V > 25 cm de longitud.

IV.3.2.5.3.3.5 Grupos funcionales

En la época de lluvias, se definieron cuatro grupos tróficos, de los cuales, los peces bentófagos dominaron en todos los ambientes; presentando la mayor frecuencia en L/a, con un valor de 81.9%; dentro de este mismo ambiente, los peces omnívoros registraron el segundo valor más alto con el 8.4%, y los piscívoros solo obtuvieron el 2.4%. El ambiente Pmix registró el valor más bajo de peces bentófagos, sin dejar de ser dominantes, con un 63.6% de frecuencia, sin embargo, este ambiente presentó el valor más alto de peces herbívoros con un 20.3%. El ambiente L/a+g obtuvo solo tres grupos tróficos, dominando los bentófagos con un 80% de frecuencia, los omnívoros registraron el 10.2% de la frecuencia, mientras que los herbívoros obtuvieron 9.8%.

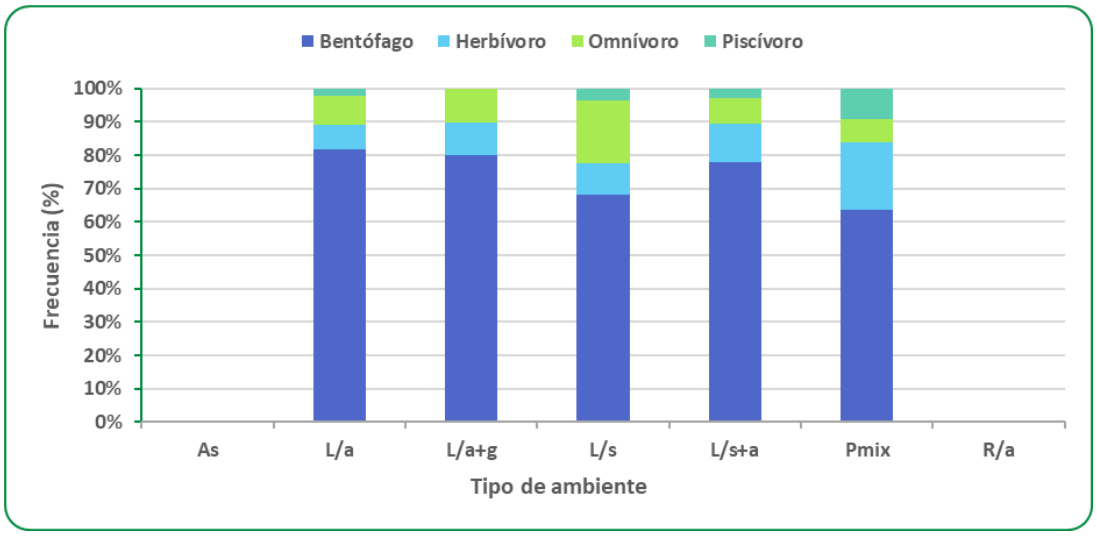


Figura IV - 77. Grupos tróficos para peces arrecifales para el Sistema Ambiental Regional marino en la época de lluvias.
Bento = Bentófago, Herbi = Herbívoro, Ictio=Ictiófago, Omni=Omnívoro; Planc = Planctófago.

En la época de secas se registraron cuatro grupos tróficos, estando presentes en cuatro de los cinco ambientes; dominado los peces bentófagos con más del 76.7% de frecuencia de observación en el ambiente La+g; con el 75.5% de frecuencia para el ambiente L/s y con el 69.6% de frecuencia en el ambiente L/a. El ambiente Pmix, solo se presentaron tres grupos tróficos, dominando los bentófagos con el 85% de frecuencia de observación.

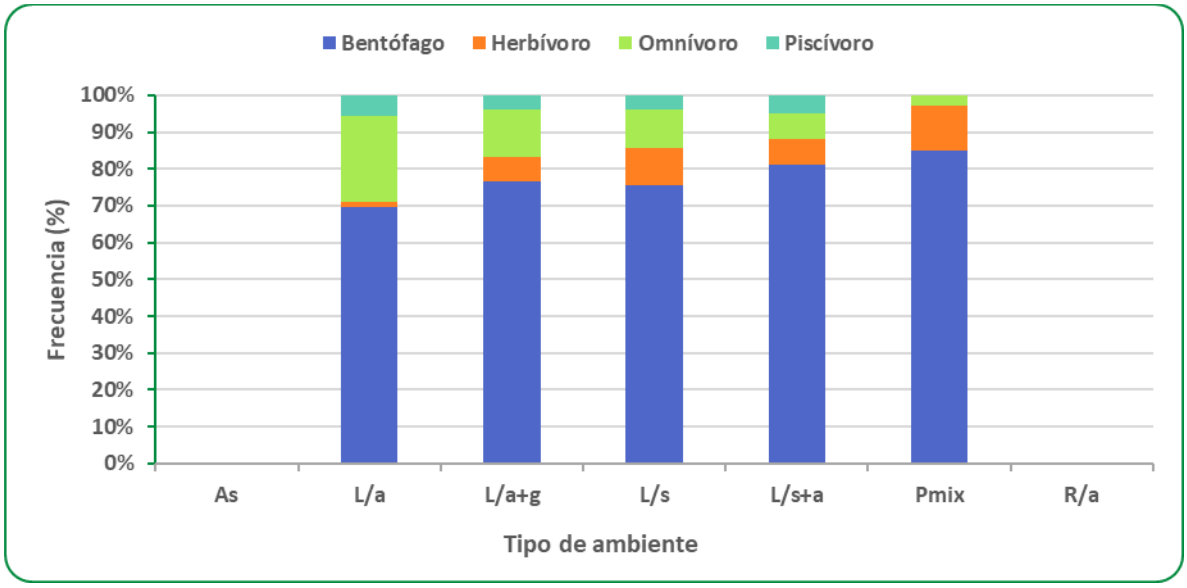


Figura IV - 78. Grupos tróficos para peces arrecifales para el Sistema Ambiental Regional marino en la época de secas.
Bento = Bentófago, Herbi = Herbívoro, Ictio=Ictiófago, Omni=Omnívoro; Planc = Planctófago.

IV.3.2.5.3.3.6 Comparación entre las dos épocas del año

La comunidad de peces presentó una cierta estabilidad en los parámetros comunitarios estimados entre los muestreos de la época de lluvias y secas. Los cambios más notorios se observan en el ambiente L/s con una reducción en el número de especies y en la abundancia en la época de secas, y una reducción del número de especies en el amiente La+g, pero con una abundancia similar; manteniendo en ambos casos una asociación de especies dominante similar.

Tabla IV - 25. Comparación de los valores de la riqueza específica, abundancia y especies dominantes para peces arrecifales por tipo de ambiente en dos épocas: Lluvias (agosto 2018) y secas (enero y febrero del 2019).

AMBIENTE	Riqueza específica (#sp)		Abundancia (org/m2)		Especies dominantes	
	Lluvias	Secas	Lluvias	Secas	Lluvias	Secas
As						
L/a	18	15	0.50	0.44	Hbiv, Asax	Hfla, Hbiv
La+g	30	17	1.30	1.37	Hbiv, Tbif	Hbiv, Tbif
L/s	18	9	0.50	0.31	Hbiv	Hflav, Hbiv
L/s+a	10	16	0.30	0.68	Hbiv,	Hbiv, Hfalv
Pmix	16	18	0.30	0.40	Hbiv, Hplu, Hpoe	Hflav, Hbiv
R/a						

IV.3.2.5.4 Vegetación marina (macroalgas y pastos marinos)

IV.3.2.5.4.1 Distribución y composición de especies

En cuanto a la vegetación marina, durante la época de lluvias, se encontró una elevada riqueza específica, registrando un total de 56 especies pertenecientes a 30 géneros y 5 phyla, encontrando diferentes asociaciones de especies características para cada tipo de ambiente. Los ambientes que presentan un sustrato de laja con algún otro tipo de sustrato y/o biota marina (L/a, L/a+g, L/s, Ls+a) presentan una dominancia de algas rojas carnosas de los géneros *Dasya, y Laurencia* en asociación con algas verdes calcáreas de los géneros *Halimeda, Rhipocephalus y Halimeda.* En el ambiente de Pastizal mixto (Pmix) los pastos marinos son dominantes, encontrando las 2 especies de pastos más abundantes del Caribe, *Thalassia testudinum* y *Syringodium filiforme*. Finalmente, para el ambiente del Arenal somero (A/s) no se tuvieron registros de algas, mientras que para el ambiente Rocas con algas (R/a) las algas verdes calcáreas de crecimiento erecto del género *Halimeda*, junto con el alga verde carnosa de la especie *Caulerpa prolifera*, fueron las más abundantes.

Tabla IV - 26. Lista de especies y abundancia relativa de la vegetación marina del Sistema Ambiental Regional marino durante la época de lluvias.
D = Dominante (>20%), A = Abundante (10-20%), C = Común (5-10%), E = Escaso (1-5%), R = Raro (<1%).

División	Género	Especie	As	L/a	L/a+g	L/s	L/s+a	Pmix	R/a
Chlorophyta	*Acetabularia*	*crenulata*				E			
		sp.					E		
	Avrainvillea	*asarifolia*		E	E				
		longicaulis						R	
	Caulerpa	*cupressoides*		E					
		mexicana			R	A	R		C
		paspaloides		R		R			
		prolifera		E	E	C	C	E	A
		verticillata			R			R	
	Codium	*repens*			E	E		E	
	Dasycladus	*vermicularis*		E	E	E	E	R	
	Derbesia	*sp.*			C	R	A		
	Dictyosphaeria	*cavernosa*		R	R		R	R	
	Halimeda	*discoidea*		E	R		E	E	
		goreaui						R	
		gracilis		R		A		R	
		incrassata		C	C	E	C	C	D
		lacrimosa			R		R		
		opuntia		R	E			R	
		tuna		C	C	E	E	E	
	Neomeris	*anulata*		R	R				
	Penicillus	*capitatus*			E	E	R	R	
		dumetosus		E	E	E	E	E	
		lamourouxii				E	R	R	
		pyriformis						R	
	Rhipilia	*tomentosa*		A	E		R	R	
	Rhipocephalus	*foenix*						R	
		phoenix		E	A	E	E	E	

División	Género	Especie	As	L/a	L/a+g	L/s	L/s+a	Pmix	R/a
		cyathiformis			E	E	E	E	
		fibrosa		E	E	C	E	E	
		flabellum						R	
	Udotea	*occidentalis*				E			
		wilsoni					R		
	Valonia	*macrophysa*		R		R			
Phaeophyta	*Dictyopteris*	*justii*						R	
		caribaea		C				R	
		cervicornis		R	E		R		
	Dictyota	*crenulata*			E			R	
		pulchella		E				R	
	Hypnea	*cervicornis*					E		
	Lobophora	*variegata*					R	R	
	Sargassum	*fluitans*		R					
		natans				R			
Rhodophyta	*Bryothamnion*	*triquetrum*				C		R	
	Ceramium	*nitens*				E			
	Dasya	*ocellata*		C	D	C	C	A	
	Galaxaura	*sp.*			R				
	Gracilaria	*sp.*			R			E	
	Heterosiphonia	*gibbesi*			R		C	E	
	Laurencia	*papillosa*				E	A		
		poiteaui		E	A		C	E	
		variegata					R	E	
	Liagora	*sp.*			R				
Magnoliophyta	*Syringodium*	*filiforme*		D	E	A	C	D	
	Thalassia	*testudinum*		C	E	C	E	A	
Cyanobacteria	*Lyngbya*	*sp.*		E				E	
Total			**0**	**26**	**30**	**25**	**28**	**36**	**3**

Tipos de ambientes: As = Arenal somero; **L/a** = Laja con algas; **L/a+g** = Laja con algas y gorgonáceos; **L/s** = Laja con sedimentos; **L/s+a** = Laja con sedimentos y algas; **Pmix** = Pastizal mixto; **R/a** = Rocas con algas.

En la época de secas, se registró una elevada riqueza específica con un total de 62 especies pertenecientes a 32 géneros y 5 phyla, encontrando diferentes asociaciones de especies características para cada tipo de ambiente. Los ambientes que presentan un sustrato de laja (L/a, L/a+g, L/s, Ls+a) presentan una dominancia de algas rojas carnosas de los géneros *Dasya, y Laurencia* en asociación con algas verdes calcáreas de los géneros *Halimeda, Rhipocephalus y Halimeda.* En el ambiente de Pastizal mixto (Pmix) los pastos marinos son dominantes, encontrando las mismas 2 especies: *Thalassia testudinum* y *Syringodium filiforme*. Y para el ambiente del Arenal somero (A/s) no se tuvieron registros de algas, mientras que para el ambiente Rocas con algas (R/a) son dominantes las algas verdes calcáreas de crecimiento erecto del género *Halimeda*, junto con el alga verde carnosa de la especie *Caulerpa prolifera*.

Tabla IV - 27. Listado de especies y abundancia relativa de la vegetación marina para el Sistema Ambiental Regional marino del proyecto durante la época de secas.
D=Dominante (>20%), A=Abundante (10-20%), C=Común (5-10%), E=Escaso (1-5%), R=Raro (<1%).

División	Género	Especie	As	L/a	L/a+g	L/s	L/s+a	Pmix	R/a

División	Género	Especie	As	L/a	L/a+g	L/s	L/s+a	Pmix	R/a
Chlorophyta	*Acetabularia*	*crenulata*			R				
	Avrainvillea	*asarifolia*		E	E	E	E	R	
		fibrosa				E			
		longicaulis						R	
	Caulerpa	*cupressoides*		R					
		mexicana			R				A
		prolifera		C	E		E	R	D
		racemosa					R		
		sertulariodes			R				
		verticillata			R				
	Dasycladus	*vermicularis*		E	R	E	E	R	
	Derbesia	*sp.*		E	C		C		
	Enteromorpha	*sp.*					E		
	Halimeda	*discoidea*					R	R	
		goreaui					R		
		gracilis		R			R	R	
		incrassata		E	E	E	E	C	D
		lacrimosa			E		E		
		monile					R		
		opuntia		E	R	R		R	
		scabra		E	R		E	E	
		tuna		C	A	C	E	R	
	Neomeris	*annulata*		R	R				
		anulata			R				
	Penicillus	*capitatus*				R	E	R	
		dumetosus		E	E	E	E	E	
		lamourouxii			R			R	
		pyriformis						R	
	Rhipilia	*tomentosa*		C	C		E	R	
	Rhipocephalus	*phoenix*		E	C	E	C	E	
	Udotea	*cyathiformis*			C	C	E	R	
		fibrosa		E	E	C	E	E	
Phaeophyta	*Dictyota*	*bartayresiana*						R	
		cervicornis			R				
		crenulata			E		E	R	
		crispata						R	
		menstrualis			R				
		pinnatifida						R	
	Lobophora	*variegata*						R	
	Sargassum	*fluitans*				R		A	
		platicarpum					R		
		polyceratium			R				
	Stypopodium	*zonale*			R				
	Turbinaria	*turbinata*		R					
	Acanthophora	*spicifera*		E		A		E	
	Amphiroa	*fragilissima*		R					
		rigida		E	E		R	R	
	Asparagopsis	*taxiformis*		E					

División	Género	Especie	As	L/a	L/a+g	L/s	L/s+a	Pmix	R/a
Rhodophyta	*Chondria*	*sp.*			R	E	E		
	Dasya	*harveyi*		C	A	C	E	E	
		ocellata		A	A	A	A	E	
	Galaxaura	*sp.*			E				
	Halymenia	*sp.*					R		
	Heterosiphonia	*gibbesii*		A	R	E	E	R	
	Hypnea	*cervicornis*					C		
	Laurencia	*papillosa*			E	C	A		
		poiteaui			E	R	E		
	Liagora	*sp.*		E					
Magnoliophyta	*Syringodium*	*filiforme*		C	E	E	E	D	
	Thalassia	*testudinum*		C	E		E	D	
Cyanobacteria	*Lyngbya*	*sp.*		R					
Total			**0**	**27**	**36**	**20**	**33**	**31**	**3**

Tipos de ambientes: As = Arenal somero; **L/a** = Laja con algas; **L/a+g** = Laja con algas y gorgonáceos; **L/s** = Laja con sedimentos; **L/s+a** = Laja con sedimentos y algas; **Pmix** = Pastizal mixto; **R/a** = Rocas con algas.

IV.3.2.5.4.2 Abundancia y riqueza específica

En la época de lluvias, el ambiente de Pastizal mixto (Pmix) es el que tiene el valor más alto de cobertura vegetal debido a que la comunidad de pastos marinos es muy densa, con una cobertura promedio del 70%. El ambiente de Laja con algas (L/a) es el que sigue en cobertura con un valor promedio de 60%. El resto de los ambientes presentan una cobertura de algas entre el 25 y 40%, lo cual representa valores bajos en comparación con otros sitios de la región; a excepción del Arenal somero (As) que no presentó vegetación.

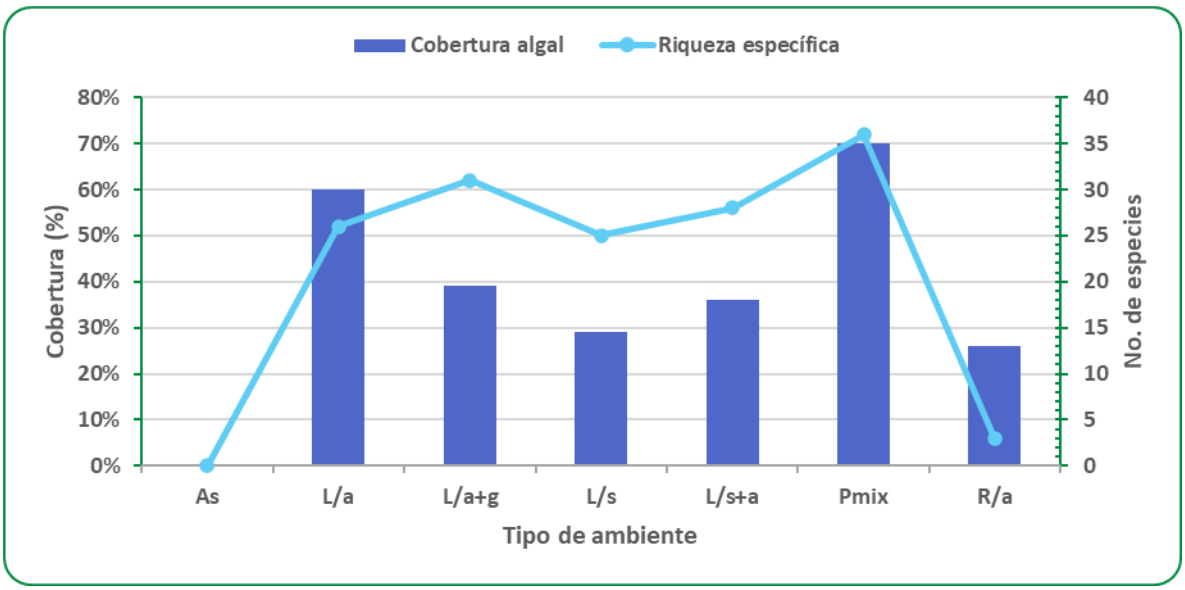


Figura IV - 79. Abundancia y Riqueza específica de vegetación marina del Sistema Ambiental Regional marino en la época de lluvias.

En la época de secas, el ambiente de Pastizal mixto (Pmix) fue el que tuvo el valor más alto de cobertura vegetal debido a que la comunidad de pastos marinos es muy densa, con una cobertura promedio del 80%. El ambiente de Laja con algas (L/a) es el que sigue en cobertura con un valor promedio de casi 60%. El resto de los ambientes presentan una cobertura de algas entre el 25 y 40%, lo cual representa valores bajos en comparación con otros sitios de la región; a excepción del Arenal somero (As) que no presentó vegetación.

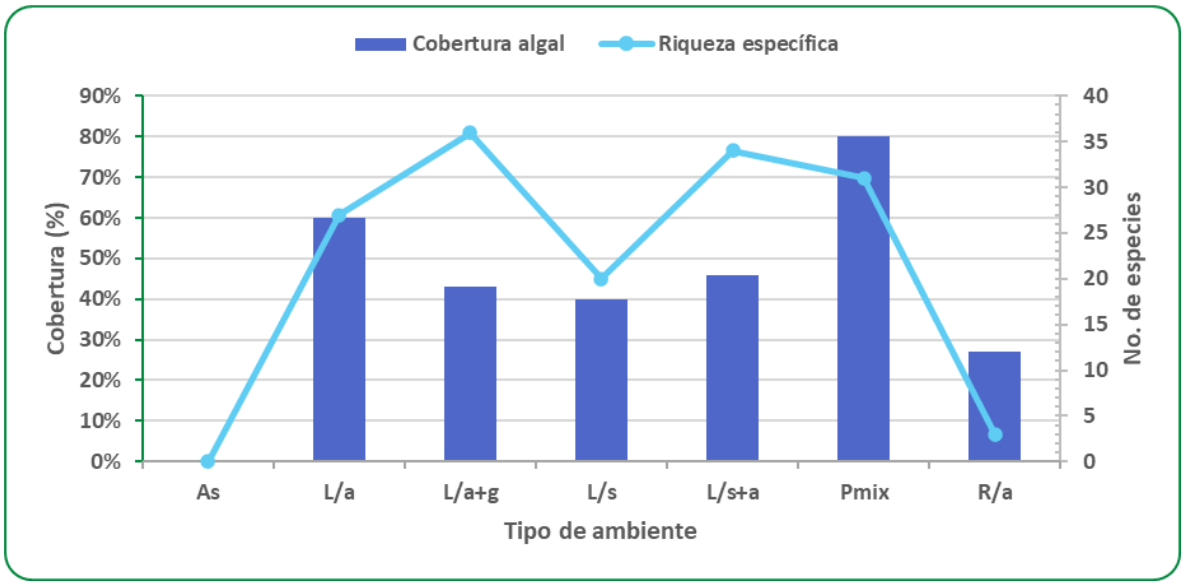


Figura IV - 80. Abundancia y Riqueza específica de vegetación marina del Sistema Ambiental Regional marino en la época de secas.

Analizando la cobertura vegetal exclusiva de pastos marinos durante la época de lluvias, se observa que la abundancia más importante es para el ambiente del Pastizal mixto (Pmix), con una cobertura predominante de la especie *Syringodium filiforme,* que llega a casi 26%, mientras que la de *Thalassia testudinum* pasa poco más de 10%, y en conjunto abarca una cobertura del 36% de pastos marinos en este ambiente. En el ambiente de Laja con algas (L/a) la presencia de pasto marino representa 19% de la cobertura del sustrato; mientras que en el resto de los ambientes es menor al 5%. En todos los casos se observa una dominancia del pasto *S. filiforme* en comparación con la especie *T. testudinum*.

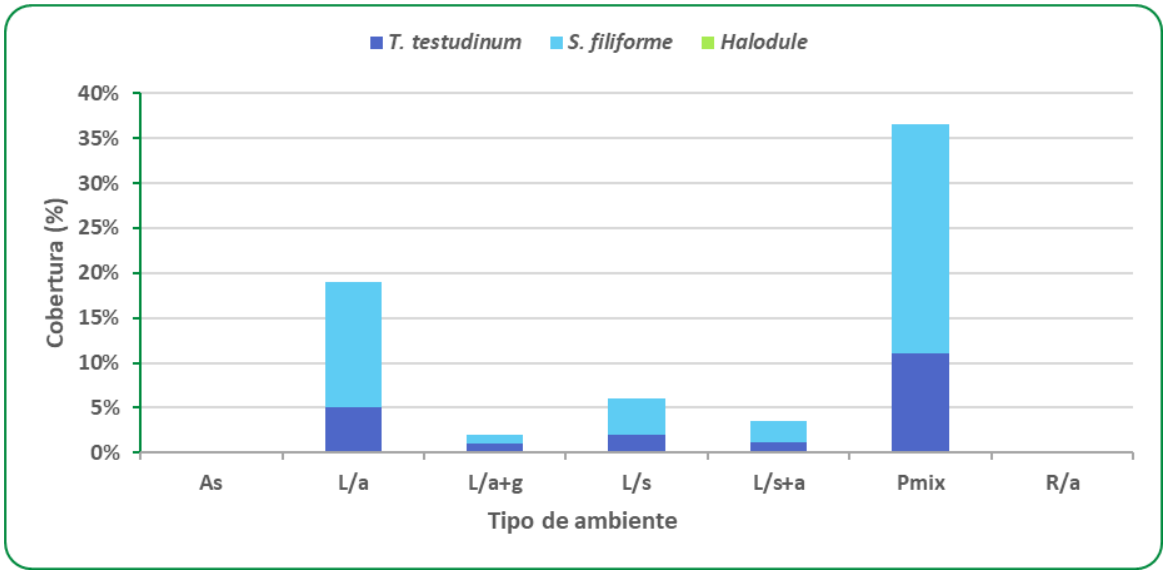


Figura IV - 81. Abundancia y Riqueza específica de pastos marinos para el Sistema Ambiental Regional marino durante la época de lluvias.

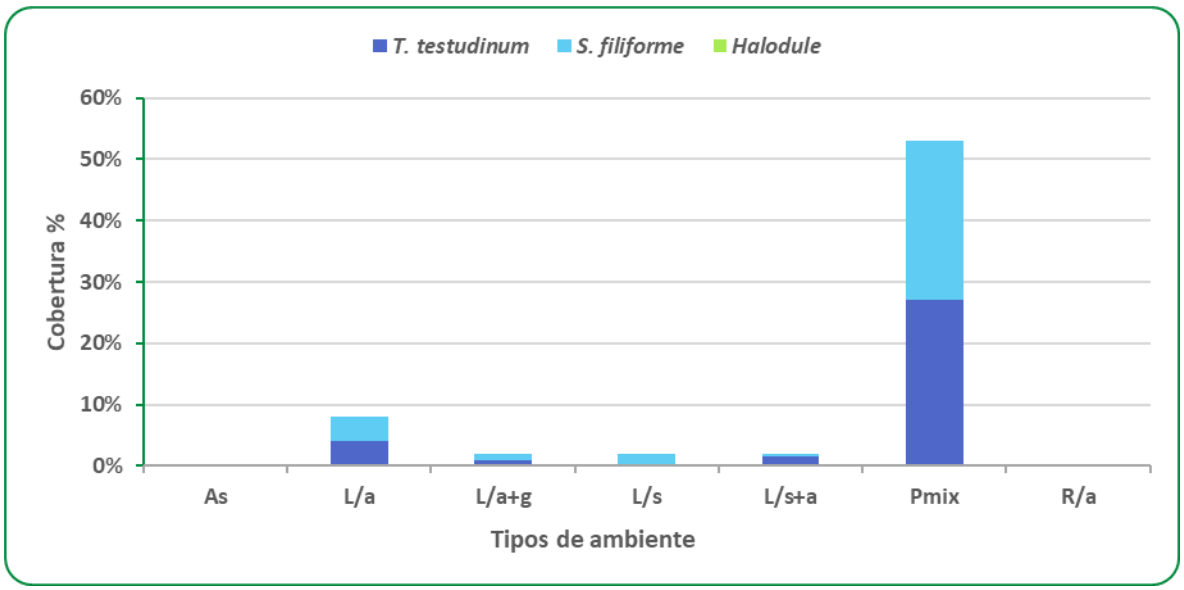


Figura IV - 82. Abundancia y Riqueza específica de pastos marinos para el Sistema Ambiental Regional marino durante la época de secas.

IV.3.2.5.4.3 Diversidad y equitabilidad

Durante la época de lluvias, la diversidad de algas presentó valores más altos, alrededor de H´=2.6 a 2.9 en los 4 ambientes de laja, con valores de equitabilidad entre J'=0.76 y 0.86; mientras que el Pastizal mixto (Pmix) tuvo valores de H'=2.32 y J'=0.65, y el de Rocas con algas (R/a) valores de H'=0.97 y J'=0.89.

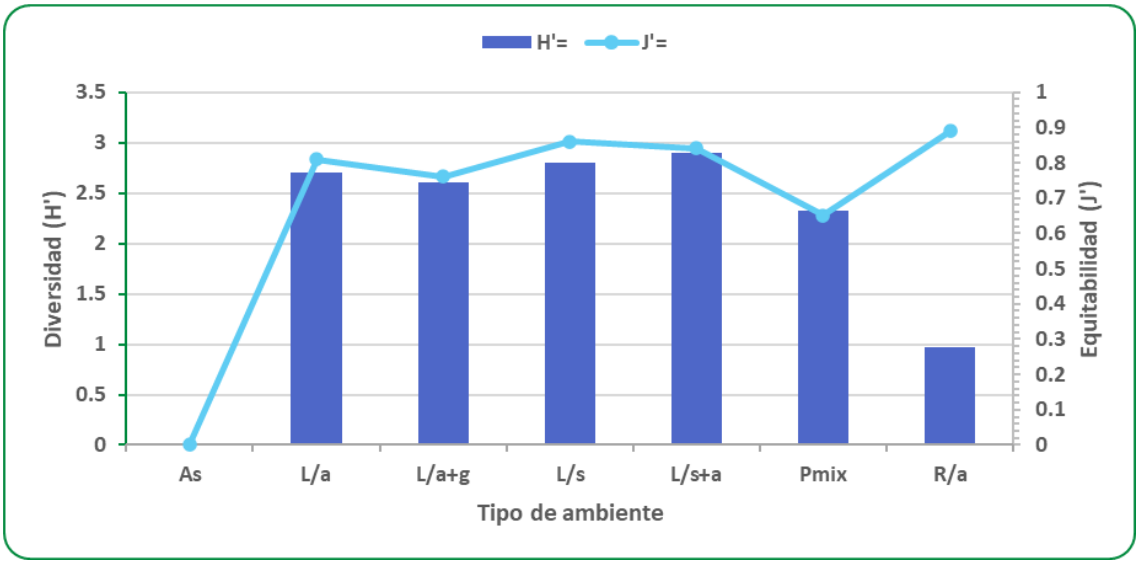


Figura IV - 83. Diversidad de vegetación marina para el Sistema Ambiental Regional marino durante la época de lluvias. Índice de Shannon-Wiener (H’), Equitabilidad (J’).

Durante la época de secas la diversidad de algas presentó valores más altos, alrededor de H´=2.8 a 3.0 en los 4 ambientes de laja, con valores de equitabilidad entre J’=0.79 y 0.87; mientras que el Pastizal mixto (Pmix) tuvo valores de H’=1.98 y J’=0.58, y el de Rocas con algas (R/a) valores de H’=0.97 y J’=0.89.

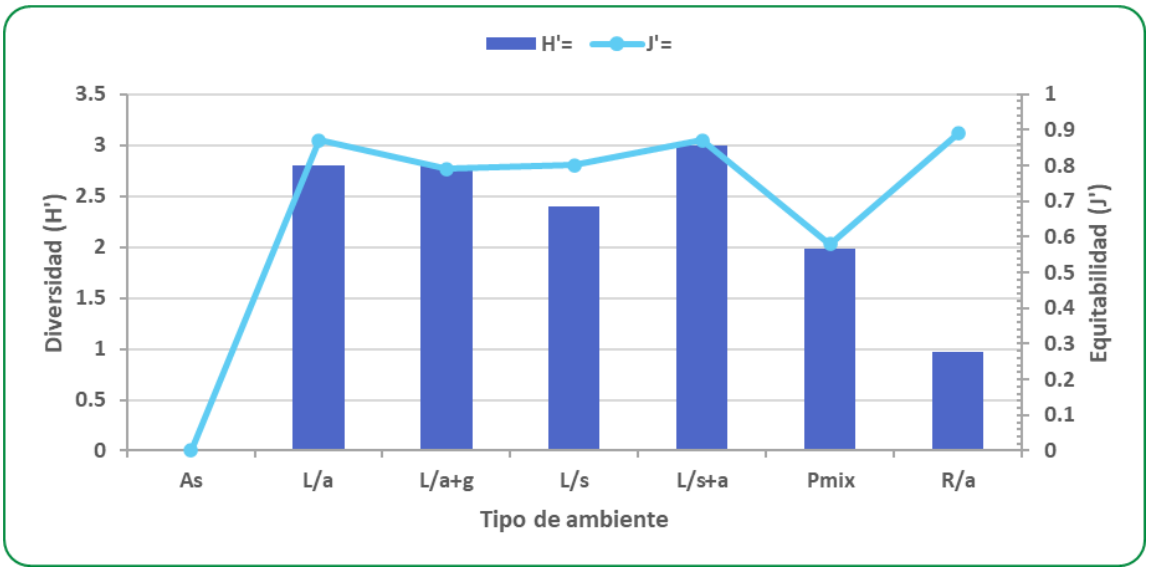


Figura IV - 84. Diversidad de vegetación marina para el Sistema Ambiental Regional marino durante la época de secas. Índice de Shannon-Wiener (H’), Equitabilidad (J’).

IV.3.2.5.4.4 Grupos funcionales

Finalmente, durante la época de lluvias, el análisis de grupos funcionales para macroalgas muestra una abundancia de algas verdes calcáreas en la mayoría de los ambientes, y una baja presencia de algas verdes carnosas en la mayoría de los ambientes, a excepción del de Rocas con algas (R/a). Las algas rojas carnosas también son más abundantes en los ambientes de laja. El ambiente del Pastizal se denota la dominancia de

pastos marinos, y su abundancia en el ambiente de Laja con algas (L/a). Las cianobacterias se encuentran en una baja proporción en solamente 2 tipos de ambientes, siendo un indicador de presencia alta de nutrientes en la zona.

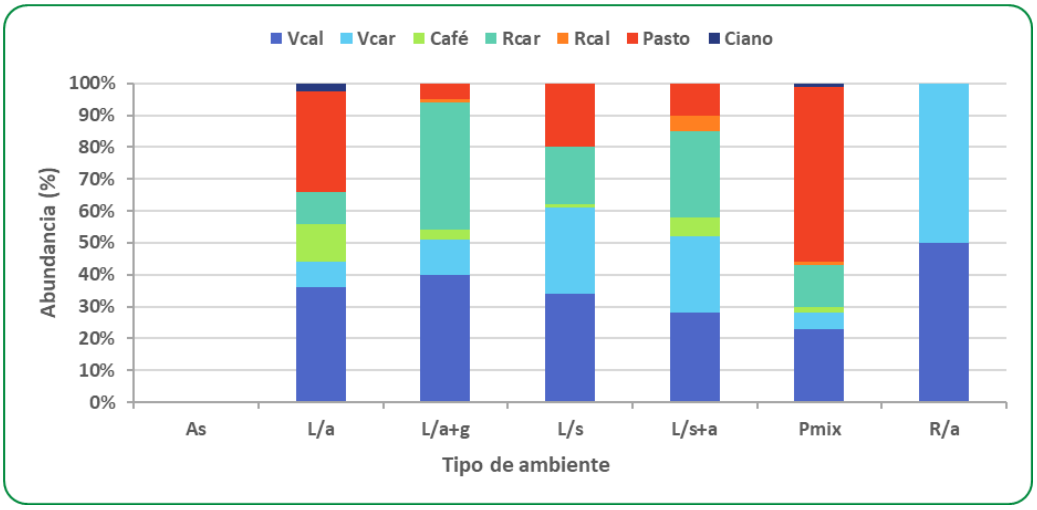


Figura IV - 85. Grupos taxonómicos para vegetación marina del Sistema Ambiental Regional marino durante la época de lluvias.
Vcar = Clorofitas carnosas, Vcal = Clorifitas calcáreas, RcaR = Rodofitas carnosas, Rcal = Rodofitas calcáreas, Café = Feofitas, Pasto = Magnoliofitas., Ciano = Cianobacterias.

Durante la época de secas se observa un patrón similar, con una abundancia de algas verdes calcáreas en la mayoría de los ambientes, y una baja presencia de algas verdes carnosas en la mayoría de los ambientes, a excepción del de Rocas con algas (R/a). Las algas rojas carnosas también son más abundantes en los ambientes de laja. El ambiente del Pastizal se denota la dominancia de pastos marinos, y su abundancia en el ambiente de Laja con algas (L/a). Las cianobacterias se encuentran en una baja proporción en solamente 2 tipos de ambientes, siendo un indicador de presencia alta de nutrientes en la zona.

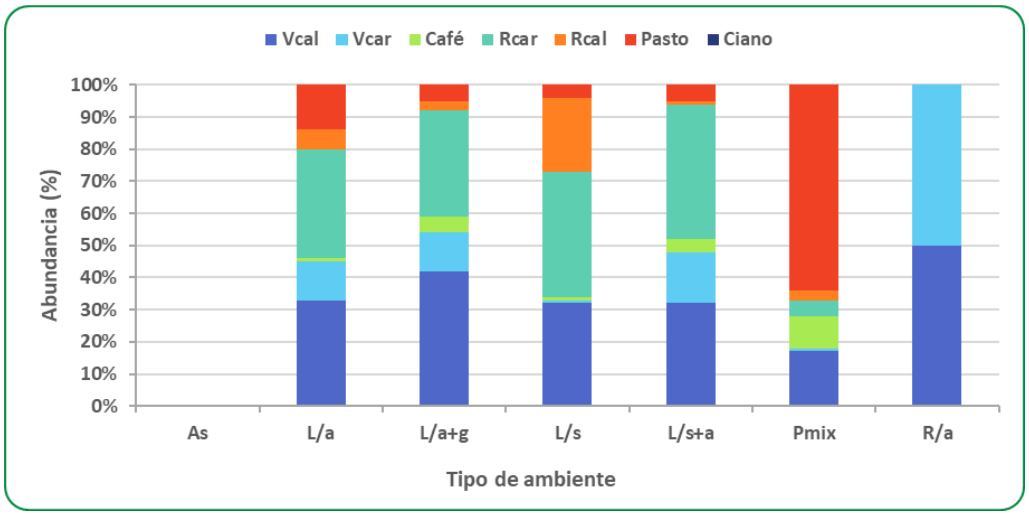


Figura IV - 86. Grupos taxonómicos para vegetación marina del Sistema Ambiental Regional marino durante la época de secas.
Vcar = Clorofitas carnosas, Vcal = Clorifitas calcáreas, RcaR = Rodofitas carnosas, Rcal = Rodofitas calcáreas, Café = Feofitas, Pasto = Magnoliofitas., Ciano = Cianobacterias.

IV.3.2.5.5 Comparación entre las dos épocas del año

En cuanto a la vegetación marina se observa en general un decremento en la riqueza específica y abundancia, aunque las especies dominantes permanecen similares en la mayoría de los casos. No se encuentra ningún tipo de ambiente con cambios drásticos, la riqueza específica tiene variaciones entre 1 a 6 especies entre épocas, y el decremento en cobertura no es mayor al 10% en ningún ambiente. La composición de especies se muestra distinta en el ambiente de Laja con algas (L/a, con una dominancia de algas rojas calcáreas en la época de lluvias, en comparación con la presencia más abundante de pasto marino y algas verdes en la época de secas. El resto de los ambientes muestra una asociación de especies similar.

Tabla IV - 28. Comparación de los valores de la riqueza específica, abundancia y especies dominantes para vegetación marina por tipo de ambiente en dos épocas: Lluvias (agosto 2018) y secas (enero y febrero del 2019).

AMBIENTE	Riqueza específica (#sp)		Abundancia (% cob)		Especies dominantes	
	Lluvias	Secas	Lluvias	Secas	Lluvias	Secas
As	0	0	0.00	0.00	-	-
L/a	27	26	58.00	58.73	Doce, Hgib	Sfil, Rtom
La+g	36	30	43.44	39.33	Dhar, Doce, Htun	Doce, Lpoi
L/s	20	25	40.67	29.00	Aspi, Doce	Cmex, Hgra, Lpap
L/s+a	34	28	46.00	36.17	Doce, Lpap	Doce, Lpoi
Pmix	31	36	80.44	69.31	Sfil, Ttes	Sfil, Ttes
R/a	3	3	26.67	26.67	Cpro, Hinc	Cpro, Hinc

IV.3.2.6 Caracterización biológica en las áreas de influencia de las zonas programadas para realizar actividades de recuperación

IV.3.2.6.A Temporada de lluvias (11 de agosto 2018)

Las áreas de influencia de las zonas programadas para realizar actividades de recuperación se encuentran sobre la planicie de laja somera, y abarca 3 tipos de ambientes: La mayor parte de la zona corresponde a un ambiente de Laja con sedimento y de laja con sedimento y algas, y en algunos segmentos atraviesa por el ambiente de Pastizal mixto.

Las áreas de influencia en estudio tienen la siguiente nomenclatura: Influencia 1 (E-1), Influencia 2 (E-2), Influencia 3 (E-3) e Influencia 4 (E-4).

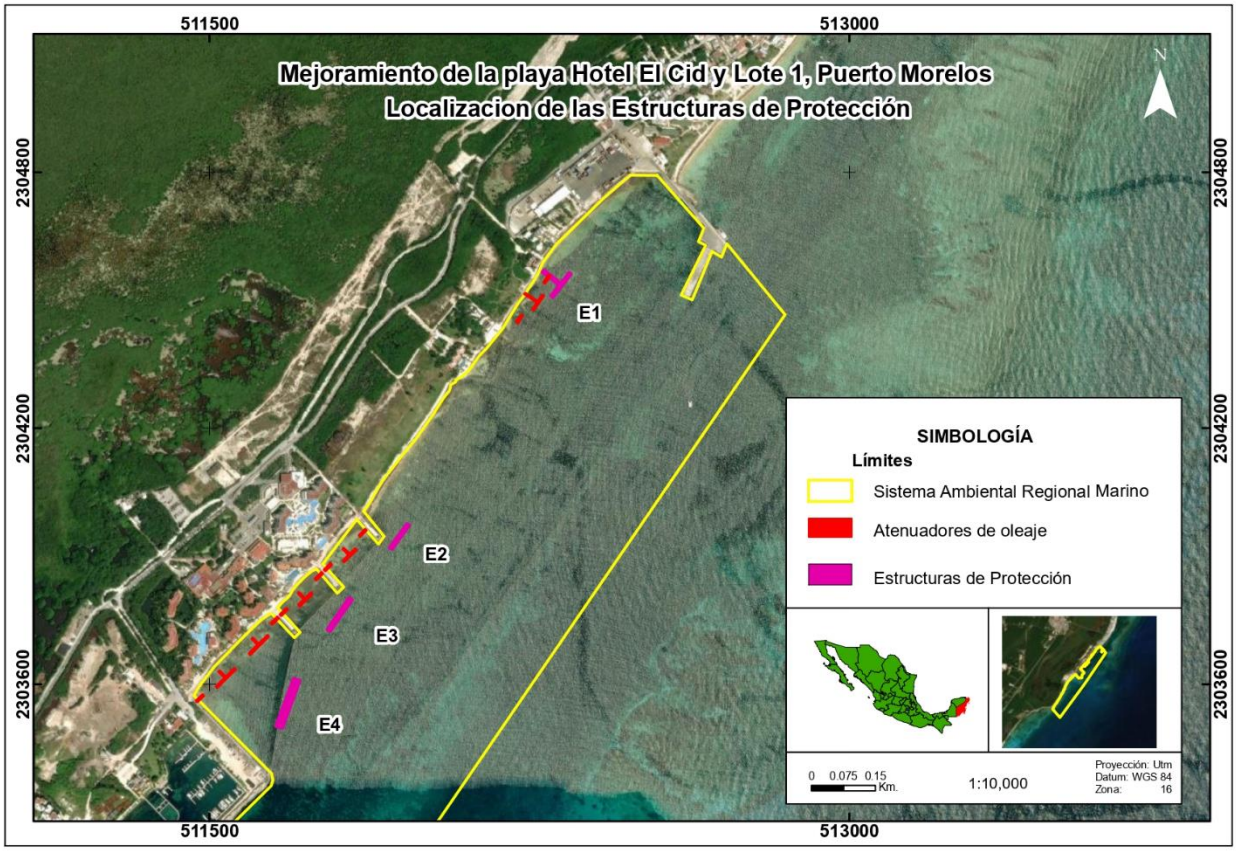


Figura IV - 87. Nomenclatura utilizada para reconocimiento de biota asociada: Influencia 1 (E-1), Influencia 2 (E-2), Influencia 3 (E-3) e Influencia 4 (E-4).

A continuación, se presentan detalles para cada área de influencia.

Influencia 1 (E1)

La ubicación de la zona de Influencia 1 es la que se encuentra más al norte, en un sustrato de laja con sedimento, siendo una capa muy delgada de arena fina, y presencia de algunas rocas cubiertas de algas sobre el sustrato de laja. El sitio presenta una cobertura de algas del 50%, con una dominancia de algas verdes de las especies *Halimeda gracilis* y *Caulerpa mexicana*, seguida del alga roja *Bryothamnion triquetrum*. En esta zona se encuentran 2 pequeños parches de pasto marino, con dominancia de *Thalassia testudinum*, que presenta una altura promedio de 25 cm, con hojas de color verde brillante, puntas rotas de color café, y muy baja presencia de epífitas sobre sus hojas. Se registraron algunos ejemplares de gorgonáceos, con dominancia de la especie *Pterogorgia anceps* de tamaño mediano, y algunos ejemplares de colonias pequeñas y dispersas de coral de la especie *Siderastrea siderea*. **La visibilidad del sitio durante el muestreo fue casi nula**, con una distancia máxima de visibilidad de 1.5 metros, **debido a la presencia de sargazo en la zona de playa**.

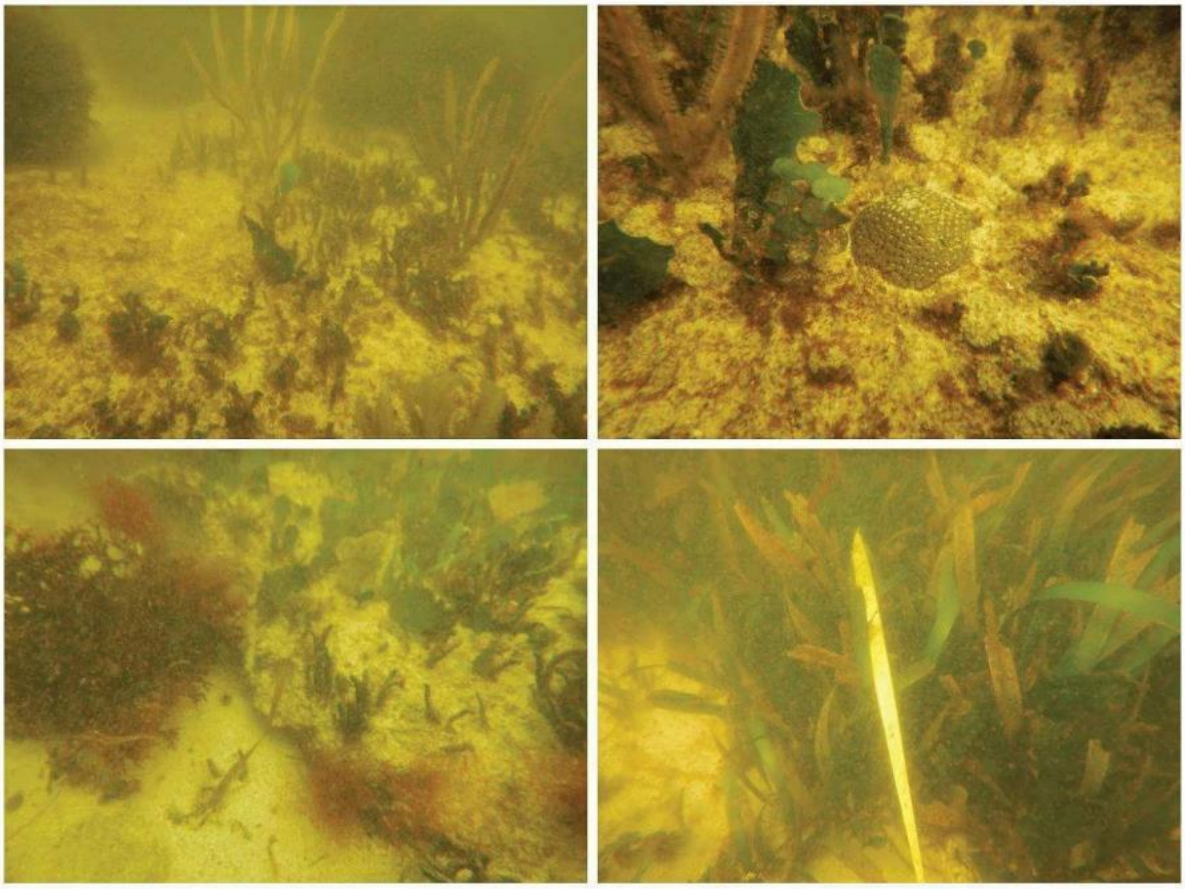


Figura IV - 88. Tipo de ambiente en el área de influencia E1 para el proyecto.
Laja con sedimento y algas, con presencia de gorgonáceos (arriba izq.), pequeñas colonias de coral de la especie Siderastrea siderea (arriba der.), Rocas cubiertas de algas (abajo izq.) y parches de pasto marino (abajo der.).

Influencia 2 (E2)

El área de Influencia 2 se encuentra sobre un sustrato de Laja con sedimento de arena gruesa. El sitio presenta una cobertura vegetal del 54%, con una alta dominancia de la especie *Rhipilia tomentosa*, seguida del pasto marino *Thalassia testudinum* que se encuentra en parches dispersos en la zona. La altura del dosel de estos pastizales fue de 20 cm en promedio, con hojas de color verde obscuro y puntas rotas cafés, con baja presencia de epífitas. Algunos parches de pasto son únicamente de *T. testudinum*, pero otros son mixtos con presencia de *Syringodium filiforme*. Los gorgonáceos en este sitio son menos abundantes que en la E1, siendo principalmente colonias pequeñas del abanico de mar del género *Gorgonia* sp. Los corales son mucho más abundantes en este sitio, encontrando varias colonias de *Siderastrea siderea* de varios tamaños, la mayoría de forma incrustante, pero algunas masivas, muchas de las cuales presentaron daño por sedimentación y mortalidad parcial, y también se registraron varias colonias de tamaño mediano del coral cerebro de la especie *Pseudopterogorgia clivosa*. En este sitio se observaron varias esponjas masivas y anémonas del género *Chondrilactis* que se asocian a sitios con alto grado de eutroficación. **La visibilidad en este sitio también estuvo afectada por la presencia de Sargazo**, pero no tan severa como en la E-1, ya que se registró 4 metros de visibilidad en esta zona.

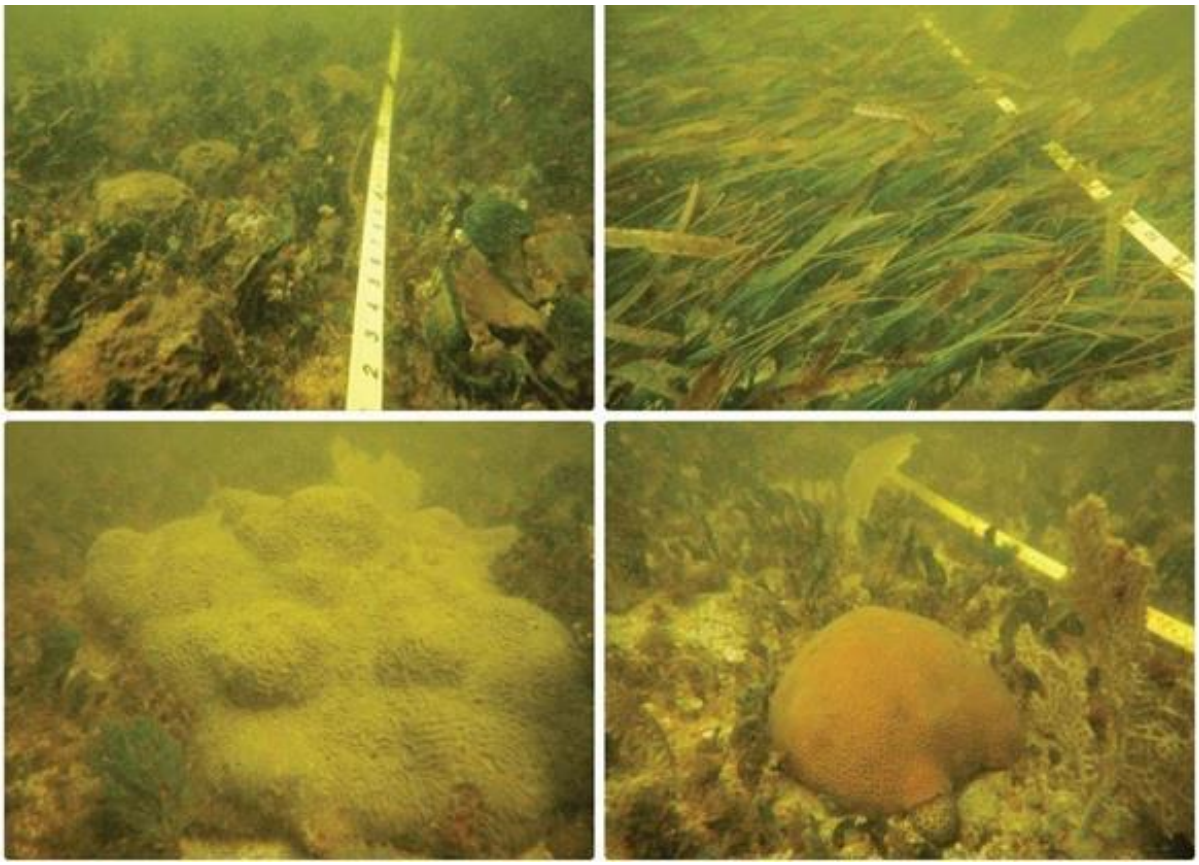


Figura IV - 89. Tipo de ambiente en el área de Influencia E2.
Laja cubierta de algas (arriba izq.) y Pastizal mixto (arriba der.), y ejemplares de corales de la especie Pseudodiploria strigosa (abajo izq.) y Siderastrea sidérea (abajo der.).

Influencia 3 (E3)

El área de Influencia 3 se encuentra sobre un área que presenta un sustrato de laja con algas alternado con parches de pasto marino. En esta sección el pasto marino está dominado por la especie *Syringodium filiforme*, y la presencia de *Thalassia testudinum* es menor. La cobertura vegetal en este sitio es elevada, cercana al 90%, debido a la alta densidad de los pastos marinos que aquí se encuentran. El dosel de la vegetación es de 40 cm en promedio, y las hojas de *T. testudinum* tienen 30 cm de altura, con hojas verde obscuro, las puntas rotas y cafés, y presencia de epífitas. Sobre el pasto marino *S. filiforme* se detectó crecimiento de cianobacterias del género *Lyngbya*, lo que indica una alta presencia de nutrientes en el agua. **También se detectó la presencia de un ojo de agua sobre la ruta de esta zona, por lo que es posible que esta sea la fuente del exceso de nutrientes**. Se encontraron algunas colonias de coral de la especie *Siderastrea siderea* de tamaño grande (mayores a 50 cm de diámetro), y gorgonáceos arborescentes de la especie *Pseudopterogorgia americana* y abanicos de mar del género *Gorgonia*.

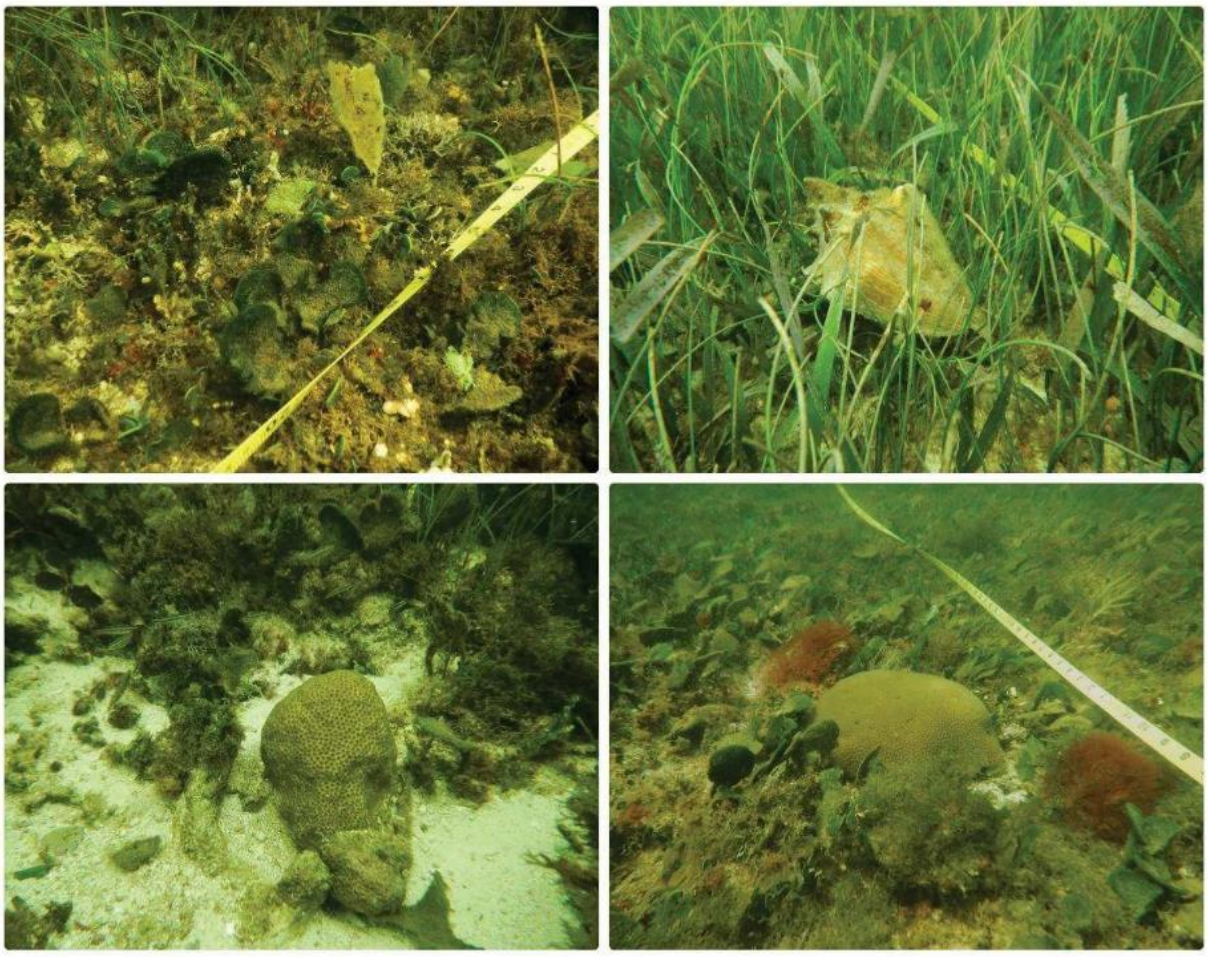


Figura IV - 90. Tipo de ambiente en el área de Influencia E3.
Laja cubierta de algas (arriba izq.) y Pastizal mixto con presencia de un ejemplar de caracol rosado de la especie Lobatus gigas (arriba der.), y ejemplares de corales de la especie Solenastrea sp. (abajo izq.) y Siderastrea siderea (abajo der.).

Influencia 4 (E4)

El área de Influencia 4 se encuentra sobre en un área de pastizales, con algunas partes de laja con algas. El pastizal se presenta en 2 grandes parches, uno que inicia desde la parte norte de la zona hasta el metro 60, y otro que inicia en el metro 90 hasta el extremo sur de la misma. El pastizal se considera mixto, debido a que se encuentran las 2 especies de pasto marino: *Thalassia testudinum* y *Syringodium filiforme*. El dosel del pasto marino es de 40 a 50 cm, con hojas de *T. testudinum* de hasta 40 cm, de color verde obscuro, con puntas rotas y cafés y presencia moderada de epífitas. Los corales que se encontraron son pocos, siendo colonias aisladas de las especies *Madracis decactis, Siderastrea siderea* y *Dichocoenia stokesii*.



Figura IV - 91. Tipo de ambiente en el área de Influencia E4 para el proyecto.
Laja cubierta de algas (arriba izq.) y Pastizal mixto denso (arriba der.), y ejemplares de corales de la especie Dichocoenia stokesii. (abajo izq.) y Siderastrea siderea y una anémona del género Condylactis (abajo der.).

A continuación, se presenta una descripción de la biota marina observada en los recorridos realizados en las áreas de influencia de los sitios programados para recuperación.

IV.3.2.6.A.1 Escleractinios (corales duros)

IV.3.2.6.A.1.1 Distribución y composición de especies

Se registró un total de 6 especies, pertenecientes a 5 géneros y 5 familias. La especie que se presentó en todos los ambientes fue *Siderastrea radians* siendo abundante en cada uno de ellos. Las especies dominantes para cada ambiente fueron *Siderastrea sideraea* en E1, *Manicina aerolata* en E2, *Stephanocoenia michelinii* en E3 y *Porites astreoides* en E4.

Tabla IV - 29. Lista de especies de corales escleractinios y estimaciones de abundancia en el área de Influencia E1 de los sitios programados para recuperación, con base en su cobertura relativa.
Dominante (D) = > 20%; Abundante (A) = 10-20%; Común (C) = 5-10%; Escasa (E) = 1-5% y Rara (R) = <1%.

Familia	Género	Especie	E1	E2	E3	E4
Astrocoeniinae	*Stephanocoenia*	*michelinii*			D	
Faviidae	*Manicina*	*areolata*		D	A	*
Meandrinidae	*Dichocoenia*	*stokesii*				*
Poritidae	*Porites*	*astreoides*		*		D
Siderastreidae	*Siderastrea*	*radians*	A	A	A	A
		sideraea	D			
		Total	**2**	**2**	**3**	**2**



Figura IV - 92. Especies de corales presentes en el área de Influencia E1 de los sitios programados para recuperación.
Coral cerebro de la especie Pseudopterogorgia clivosa (arriba izq.), coral del género Solenastrea (arriba der.), Siderastrea siderea (abajo izq.) y Dichocoenia stokessi (abajo der.).

IV.3.2.6.A.1.2 Abundancia y riqueza específica

La mayor cobertura de tejido coralino se observó en el ambiente E1 con 0.2% y una riqueza de dos especies; siguiendo el ambiente E2 con 0.13% de cobertura de tejido coralino y dos especies presentes en el área de muestreo. En el ambiente E3 se registró la mayor riqueza con tres especies y una cobertura del 0.11%; finalmente el ambiente E4 obtuvo la menor cobertura con solo el 0.08% de tejido coralino y dos especies en el área muestreada.

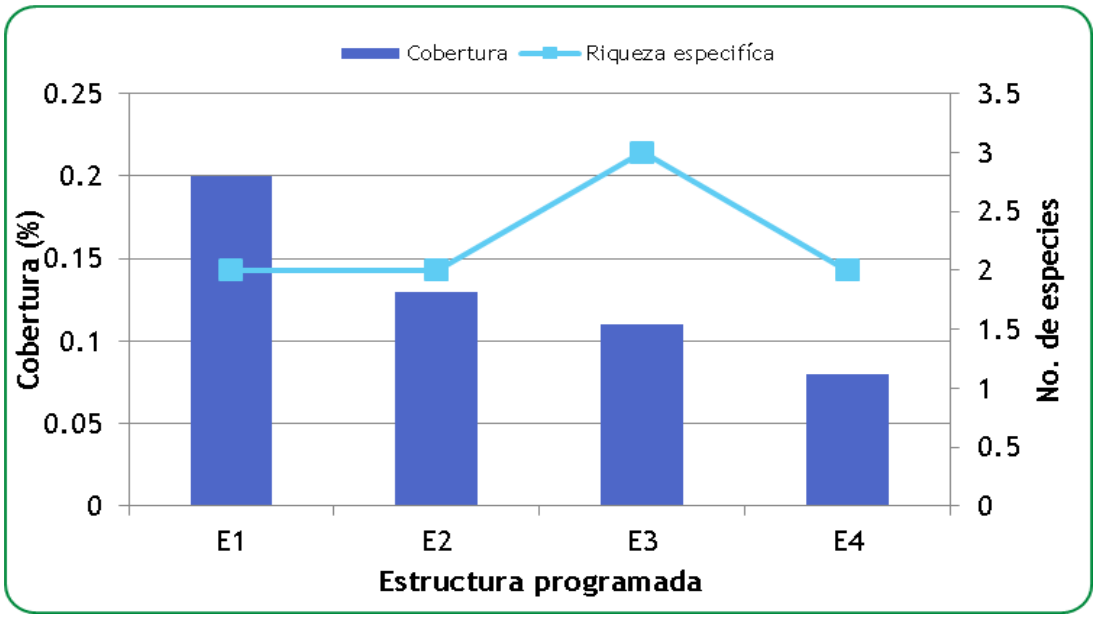


Figura IV - 93. Abundancia y Riqueza específica de corales escleractinios en las áreas de Influencia de los sitios programados para recuperación.

IV.3.2.6.A.1.3 Diversidad y equitabilidad

Los valores más altos de diversidad y equitabilidad se registraron en el ambiente E3 con H'=0.9502 y J'=0.8649; En el ambiente E2 los valores fueron de H'=0.5004 y J'=0.7219; seguido por el ambiente E1 donde la diversidad observada fue de H'=0.4101 y J'=0.5916; finalmente el ambiente E4 obtuvo los valores más bajos con H'=0.3488 y J'=0.5032.

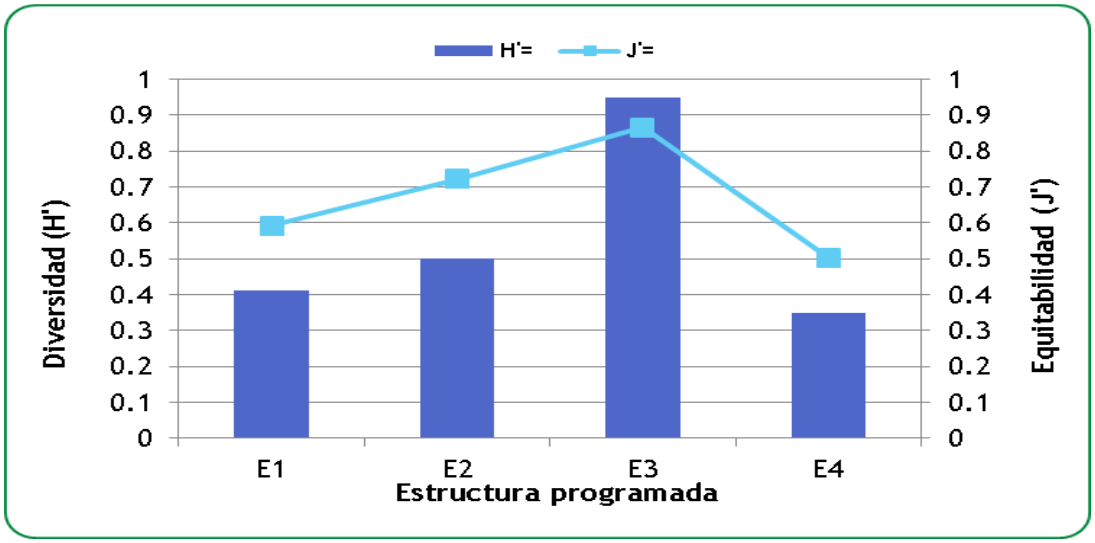


Figura IV - 94. Diversidad de corales escleractinios en las áreas de Influencia de los sitios programados para recuperación. Índice de Shannon-Wiener (H'), Equitabilidad (J').

IV.3.2.6.A.1.4 Estructura de tallas

Solo se registraron colonias pequeñas y medianas englobadas en las categorías I, II y III; en todos los ambientes estuvieron representadas estas tres categorías. En el ambiente E1 dominaron las colonias categoría II con un aporte del 50%, las categorías I y III aportaron el 25% cada una; en el ambiente E2 las categorías I y II aportaron el 40% cada una al total de la frecuencia, mientras que la categoría III obtuvo el 20%. En el ambiente E3 el mayor aporte lo registró la categoría I con el 50%, dividiendo el resto del porcentaje en partes iguales entre la categoría II y III. Finalmente, en el ambiente E4, el porcentaje de frecuencia fue el mismo para las tres categorías.

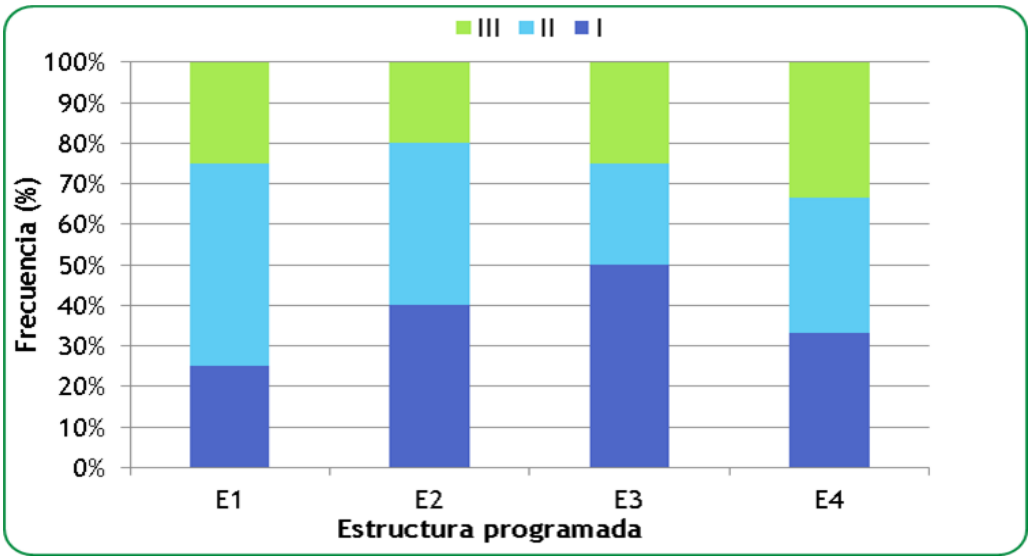


Figura IV - 95. Estructura de tallas para corales escleractinios en las áreas de Influencia de los sitios programados para recuperación.
I < 5 cm, II = 5-10 cm, III = 10-20 cm, IV = 20-40 cm, V > 40 cm de diámetro.

IV.3.2.6.A.1.5 Formas de crecimiento

Se presentaron dos formas de crecimiento, siendo los corales masivos los que aportaron el mayor porcentaje de frecuencia: En los ambientes E2 y E3 los corales con crecimiento masivo aportaron el 80% de frecuencia, mientras que los corales con crecimiento incrustante aportaron el 20% restante para cada ambiente. En el ambiente E1 los corales masivos registraron el 85.7% de frecuencia, y los corales incrustantes el 14.3%. En E4 los masivo presentaron el mayor aporte con 88.9% contra el 11.1% de los corales incrustantes.

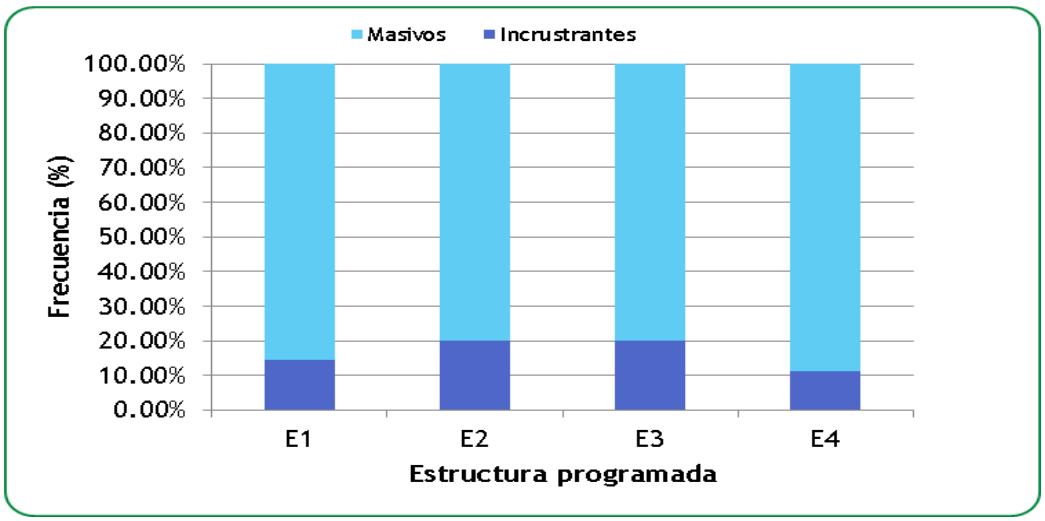


Figura IV - 96. Formas de crecimiento para corales escleractinios en las áreas de Influencia de los sitios programados para recuperación.
Dig = Digitiforme, Inc = Incrustante, Mas = Masiva, Ram = Ramificado.

IV.3.2.6.A.2 Gorgonáceos (corales blandos)

IV.3.2.6.A.2.1 Distribución composición de especies

En el área de estudio se registró un total de 13 especies de gorgonáceos, pertenecientes a 9 géneros y 3 familias. Se muestrearon un total de 392 individuos en los 4 sitios revisados para las áreas de Influencia de los sitios programados para recuperación.

La especie dominante en el área fue Pterogorgia citrina, la cual se encontró distribuida en 3 de los 4 sitios del área de estudio, en donde había disponible sustrato duro para su fijación. En la lista de especies se muestra la importancia de cada una de acuerdo a una categorización basada en rangos de abundancia relativa.

Tabla IV - 30. Lista de especies y abundancia relativa de gorgonáceos en las áreas de Influencia de los sitios programados para recuperación
D = Dominante (>20%), A = Abundante (10-20%), C = Común (5-10%), E = Escaso (1- 5%), R = Raro (<1%).

Familia	Género	Especie	E1	E2	E3	E4
Briareidae	*Briareum*	*asbestinum*			R	E
Gorgoniidae	*Gorgonia*	*mariae*		D	D	E
	Pseudopterogorgia	*acerosa*	C	R	E	E
		americana			E	E
		anceps	D	E		C

Familia	Género	Especie	E1	E2	E3	E4
	Pterogorgia	*citrina*		D	D	C
		guadalupensis	E			
Plexauridae	*Eunicea*	*laxispica*			R	E
		mammosa				D
	Muricea	*muricata*		R		C
	Muriceopsis	*flavida*				C
	Plexaurella	*nutans*		E	E	A
	Pseudoplexaura	*porosa*		C	E	E
Total			**3**	**7**	**8**	**12**



Figura IV - 97. Especies de gorgonáceos presentes en las áreas de Influencia de los sitios programados para recuperación.
Pseudopterogorgia americana (izq.) y Plexaurella nutans (der.).

IV.3.2.6.A.2.2 Abundancia y riqueza específica

La densidad más alta se encontró en E2, con 1.7 ind/m2, mientras que los valores más bajos se ubicaron en el E4, con 0.5 ind/m2. En relación a la riqueza específica, se observó la cifra más alta en E4, con 12 especies. Por el contrario, los números más bajos se obtuvieron en E1, con 3 especies.

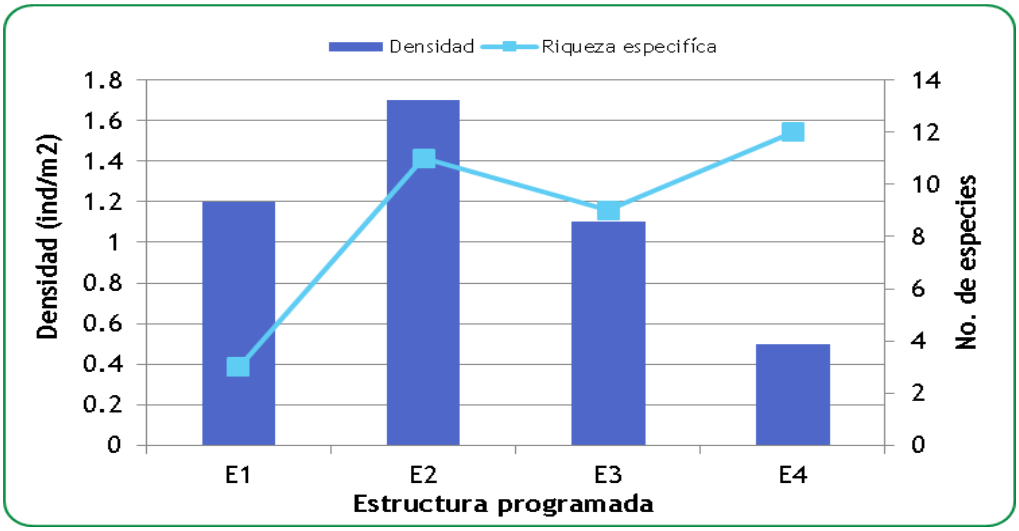


Figura IV - 98. Abundancia y Riqueza específica de gorgonáceos en las áreas de Influencia de los sitios programados para recuperación.

IV.3.2.6.A.2.3 Diversidad y equitabilidad

La mayor diversidad se encontró en E4, con un valor de 2.15. La zona con la menor diversidad fue E1, con 0.4. En términos de equitabilidad, el valor más alto se encontró también en E4 con 0.86. Como en el caso de la diversidad, la cifra más baja se obtuvo en E1, con 0.3.

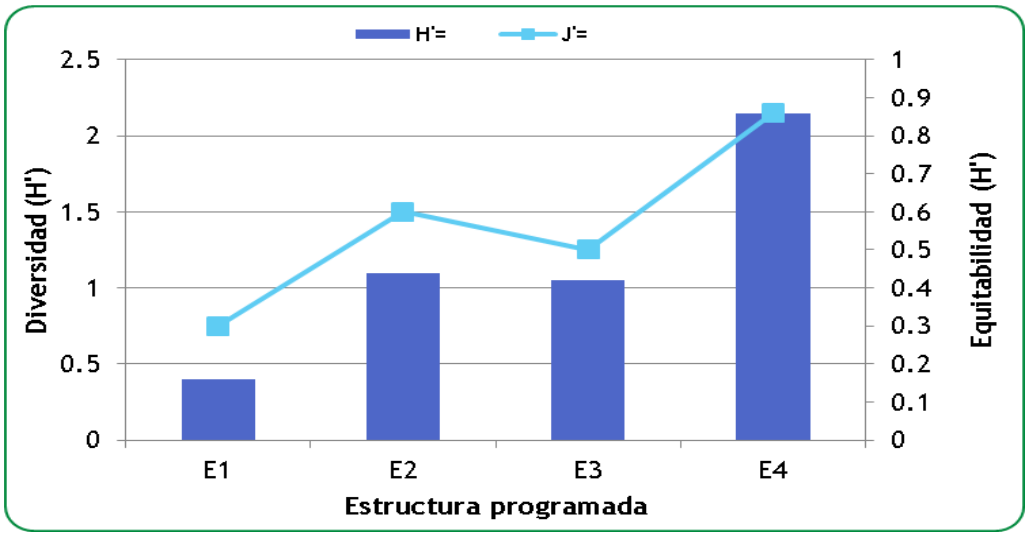


Figura IV - 99. Diversidad de gorgonáceos para el Sistema Ambiental Regional marino en las áreas de Influencia de los sitios programados para recuperación. Índice de Shannon-Wiener (H'), Equitabilidad (J').

IV.3.2.6.A.2.4 Estructura de tallas

En los sitios revisados para las áreas de Influencia de los sitios programados para recuperación en todos los casos las tallas con mayor frecuencia fueron las de los individuos juveniles. Solamente se registraron reclutas en E3, aunque su frecuencia fue de solamente el 4%.

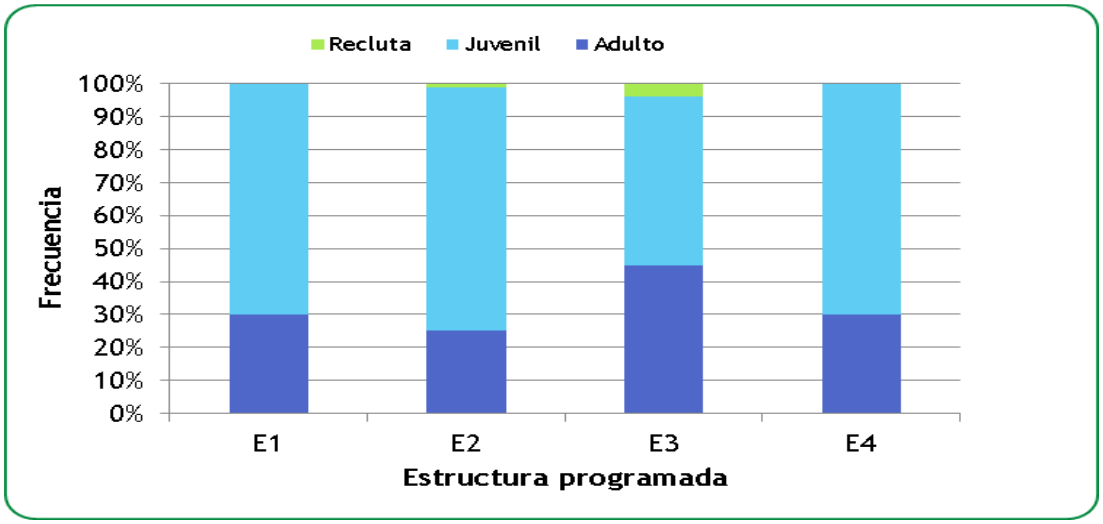


Figura IV - 100. Frecuencia de estructura de tallas para gorgonáceos en las áreas de Influencia de los sitios programados para recuperación.

IV.3.2.6.A.2.5 Condiciones del organismo

Se encontraron colonias dañadas solamente en 1 de las 4 áreas de Influencia de los sitios programados para recuperación, siendo éste E1, con una frecuencia del 1.4%. Los daños registrados fueron el sobre crecimiento de algas.

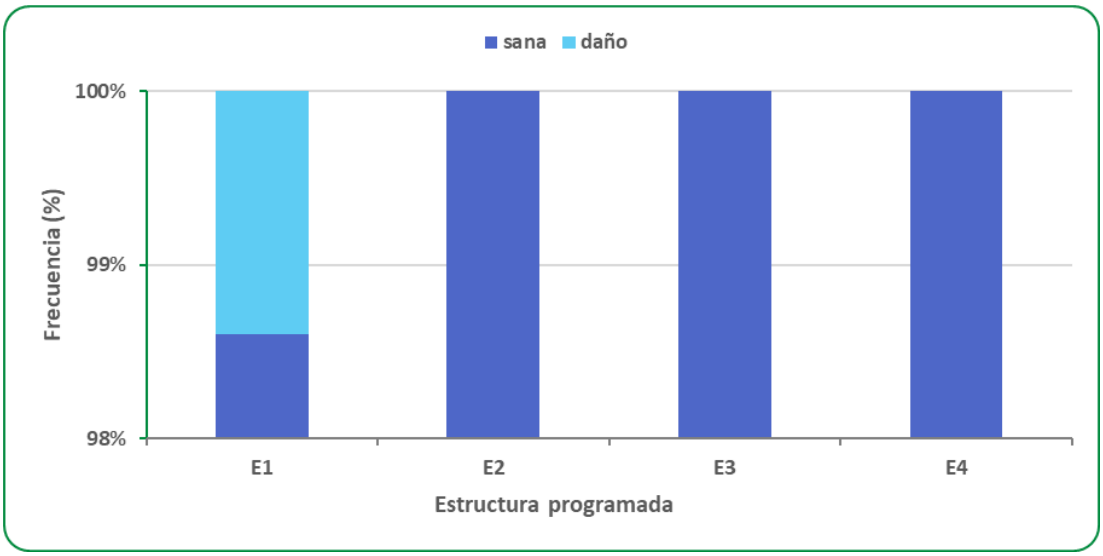


Figura IV - 101. Condición del organismo para gorgonáceos en las áreas de Influencia de los sitios programados para recuperación.
Sana = colonia sin tejido dañado; Daño = presenta algún tipo de afectación.

IV.3.2.6.A.3 Ictiofauna (peces arrecifales)

IV.3.2.6.A.3.1 Distribución y composición de especies

Se registró un total de 19 especies, distribuidas en 16 géneros y 11 familias. Sparisoma radians fue la única especie que se presentó en todos los ambientes muestreados, siendo

abundante en E3 y común en el resto de los ambientes. En el ambiente E1 la especie dominante fue Haemulon flavolineatum y el resto de las especies registras fueron comunes; en el ambiente E2 las especies Caranx ruber y Gerres cinereus dominaro; en E3 la especie dominante fue Haemulon sciurus y halochoeres bivittatus fue abundante y domino en el ambiente E4, junto con H. flavolineatum.

Tabla IV - 31. Lista de especies y abundancia relativa de peces arrecifales en las áreas de Influencia de los sitios programados para recuperación, con base en su abundancia relativa.
D = Dominante (>20%), A = Abundante (10-20%), C = Común (5-10%), E = Escaso (1-5%), R = Raro (<1%).

Familia	Género	Especie	E1	E2	E3	E4
Carangidae	*Caranx*	*ruber*		D	E	
Chaetodontidae	*Chaetodon*	*capistratus*	C		E	E
Gerreidae	*Gerres*	*cinereus*	C	D		
Haemulidae	*Anisotremus*	*surinamensis*				E
	Haemulon	*flavolineatum*	D			D
		sciurus			D	
Labridae	*Halichoeres*	*bivittatus*			A	D
		poeyi			C	E
	Thalassoma	*bifasciatum*				C
Pomacanthidae	*Holocanthus*	*ciliaris*			*	
	Pomacanthus	*paru*			C	
Pomacentridae	*Stegastes*	*variabilis*				E
Scaridae	*Nicholsina*	*usta*				C
	Scorpaena	*plumieri*			E	
	Sparisoma	*radians*	C	C	A	C
		viride	C			E
Scianidae	*Pareques*	*acuminatus*			E	E
Tetraodontidae	*Canthigaster*	*rostrata*			E	E
Urobatidae	*Urobatis*	*jamaicensis*				*



Figura IV - 102. Especies de peces en las áreas de Influencia de los sitios programados para recuperación.

IV.3.2.6.A.3.2 Abundancia y riqueza específica

El ambiente E4 registró la mayor densidad y riqueza de peces con 0.5 org/m2 y 12 especies de peces; el ambiente E1 presento 0.47 org/m2 con una riqueza de cinco especies. El ambiente E3 obtuvo la segunda mayor riqueza con 10 especies presentes y una densidad

de 0.3 org/m2; mientras que los valores más bajos se observaron en el ambiente E2 con una densidad de 0.2 org/m2 y solo tres especies presentes.

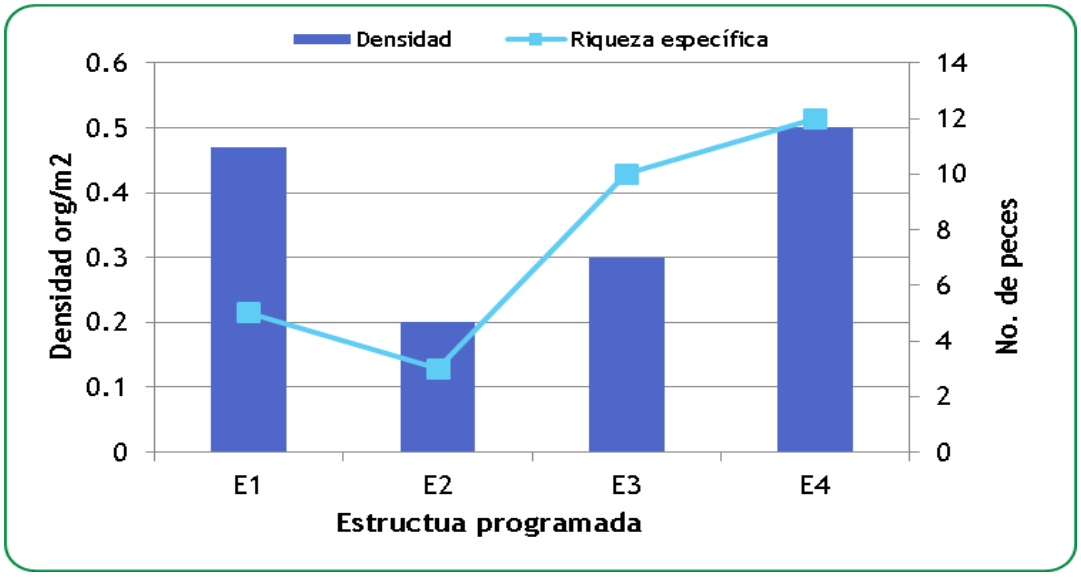


Figura IV - 103. Abundancia y Riqueza específica de peces arrecifales en las áreas de Influencia de los sitios programados para recuperación.

IV.3.2.6.A.3.3 Diversidad y equitabilidad

El ambiente que registró la mayor diversidad fue E4 con un valor de H'=2.0190 y una equitabilidad de J'=0.8125; el ambiente E3 obtuvo el valor más alto de equitabilidad y el segundo mayor valor de diversidad con J'=0.8361 y H'=1.9253 respectivamente. El ambiente de la E1 presento valores de H'=1.094 y J'=0.6798, siendo la equitabilidad más baja para estos ambientes.

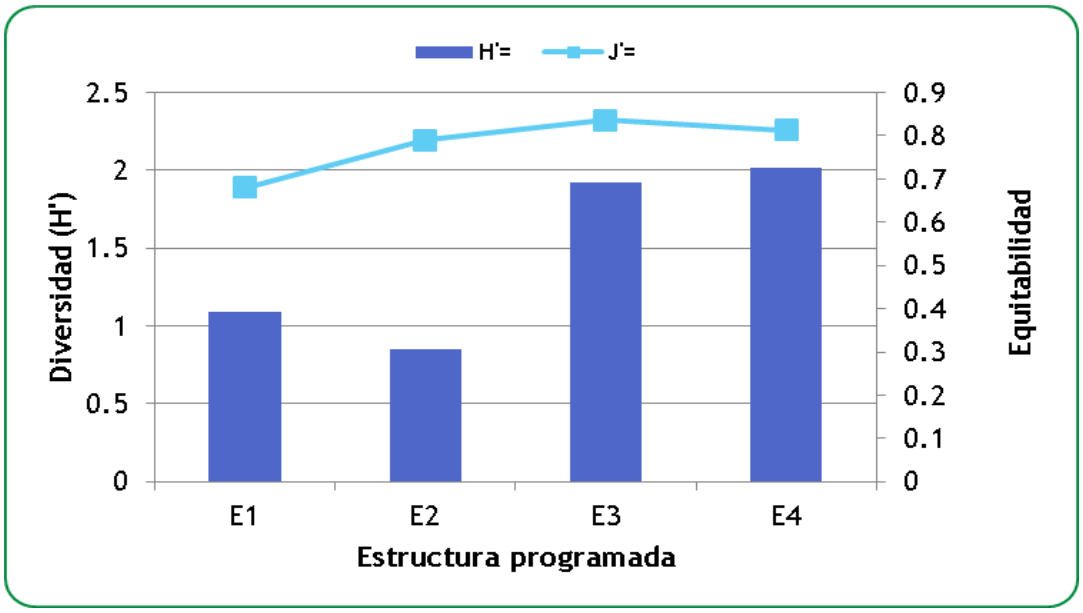


Figura IV - 104. Diversidad de peces arrecifales para el Sistema Ambiental Regional en las áreas de Influencia de los sitios programados para recuperación. Índice de Shannon-Wiener (H'), Equitabilidad (J').

IV.3.2.6.A.3.4 Estructura de tallas

De las seis categorías de tamaños propuestas para este grupo, solo se registraron cinco categorías, donde el único ambiente que presentó este espectro completo fue E3, aportando la mayor frecuencia los peces pequeños categoría I y categoría II con un 42.9% y 39.3% respectivamente. El ambiente E4 registró cuatro categorías de peces, dominando los peces categoría I con más del 84% de frecuencia de observación. En los ambientes E1 y E2 los peces medianos categoría III fueron los dominantes, aportando para el primer ambiente un 42.4% y un aporte del 52.9% pare el ambiente E2.

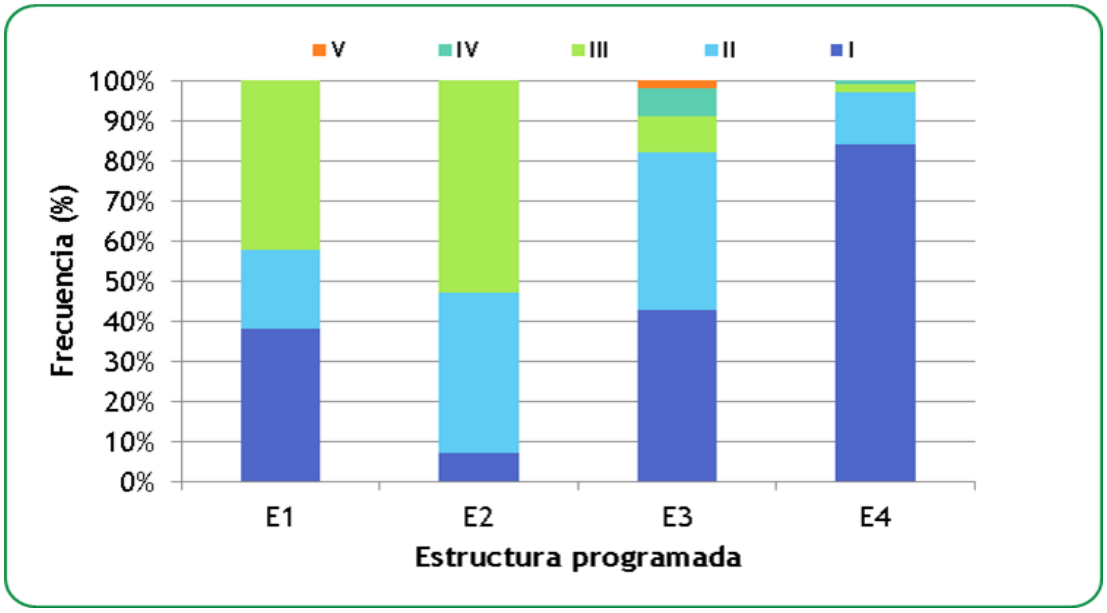


Figura IV - 105. Estructura de tallas para peces arrecifales en las áreas de Influencia de los sitios programados para recuperación.
I < 5 cm, II = 5-10 cm, III = 10-20 cm, IV = 20-30, V > 25 cm de longitud.

IV.3.2.6.A.3.5 Grupos funcionales

Se obtuvieron cuatro grupos tróficos donde el ambiente E3 presentó el espectro completo, dominando los peces bentófagos aportando el 67.9% de frecuencia, seguido por los peces herbívoros con un 14.3% de frecuencia. En los ambientes E1 y E4 solo se registraron tres grupos tróficos, donde también dominaron los peces bentófagos con un aporte del 66.7 % y 67.8% respectivamente, mientras que en el ambiente E2, tuvo ausencia de peces bentófagos y fueron dominantes los piscívoros, aportando un 58.8% de frecuencia.

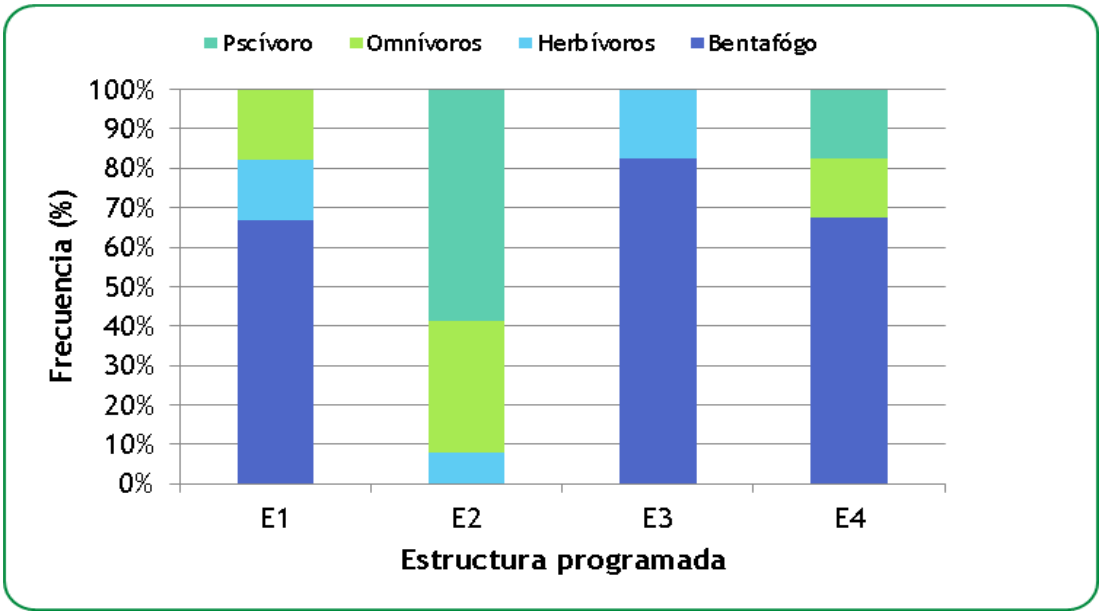


Figura IV - 106. Grupos tróficos para peces arrecifales en las áreas de Influencia de los sitios programados para recuperación.
Bento = Bentófago, Herbi = Herbívoro, Ictio = Ictiófago, Omni = Omnívoro; Planc = Planctófago.

IV.3.2.6.A.4 Vegetación marina (macroalgas y pastos marinos)

IV.3.2.6.A.4.1 Distribución y composición de especies

Se registró un total de 36 especies, pertenecientes a 22 géneros y 5 divisiones. Los 4 sitios tienen una composición de algas similar, ya que pertenecen al mismo tipo de ambientes. La vegetación marina en estos sitios tiene una dominancia de pastos marinos de las 2 especies principales Thalassia testudinum y Syringodium filiforme, en asociación con algas verdes calcáreas de crecimiento erecto como son las de los géneros Halimeda, Rhipocephalus, Rhipilia y Udotea.

Tabla IV - 32. Lista de especies de vegetación marina y estimaciones de abundancia en las áreas de Influencia de los sitios programados para recuperación, con base en su cobertura relativa.
Dominante (D) = > 20%; Abundante (A)= 10-20%; Común (C) = 5-10%; Escasa (E) = 1-5% y Rara (R) = < 1%.

División	Género	Especie	E1	E2	E3	E4
Chlorophyta	*Avrainvillea*	*asarifolia*			R	
	Caulerpa	*cupressoides*			R	
		mexicana	D	E		
		paspaloides			R	
		prolifera	A	R	E	E
	Codium	*repens*				E
	Dasycladus	*vermicularis*	E			
	Dictyosphaeria	*cavernosa*		R		R
	Halimeda	*discoidea*			E	E
		gracilis	D	E	R	E
		incrassata		C	E	E
		opuntia			R	
		tuna	C	E	E	C

	Penicillus	*capitatus*				R
		dumetosus		R	E	E
	Rhipilia	*tomentosa*		D	A	
	Rhipocephalus	*foenix*				E
		phoenix			R	
	Udotea	*cyathiformis*				E
		fibrosa	C	E	R	E
		occidentalis	E			
	Valonia	*macrophysa*	E	R	R	
Phaeophyta	*Dictyota*	*caribaea*			A	R
		crenulata				R
		pulchella			E	
	Sargassum	*fluitans*			R	
		natans	E			
Rhodophyta	*Bryothamnion*	*triquetrum*	A			E
	Ceramium	*nitens*	C			
	Dasya	*ocellata*			E	D
	Hydrolithon	*boergueseni*		E		
	Laurencia	*poiteaui*				R
	Neogoniolithon	*strictum*		C		
Magnoliophyta	*Syringodium*	*filiforme*		E	D	D
	Thalassia	*testudinum*	C	A	A	A
Cyanobacteria	Lyngbya	*sp.*			E	C
Total			**12**	**14**	**21**	**20**

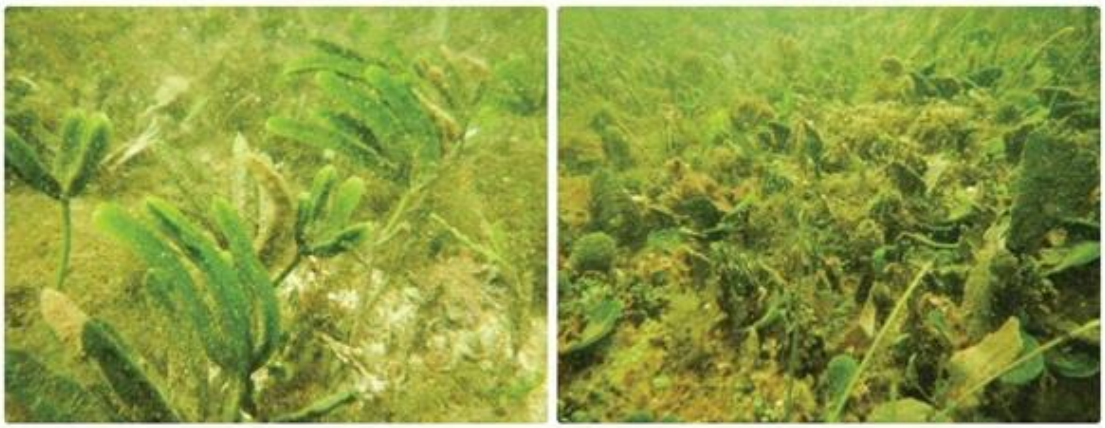


Figura IV - 107. Especies de macroalgas presentes en las áreas de Influencia de los sitios programados para recuperación.
Parches del alga verde de los géneros Caulerpa (izq.) y Udotea (der.).

IV.3.2.6.A.4.2 Abundancia y riqueza específica

Los sitios en donde se tenía previsto colocar en primera instancia los atenuadores de oleaje presenta una cobertura de algas relativamente alta en los sitios denominados E3 y E4 por la abundancia de pastos marinos, alcanzando coberturas del 89% y 76% respectivamente, y con un registro de 21 y 20 especies. Los sitios denominados E1 y E2 muestran una cobertura menor, alrededor del 50%, con 12 y 14 especies respectivamente.

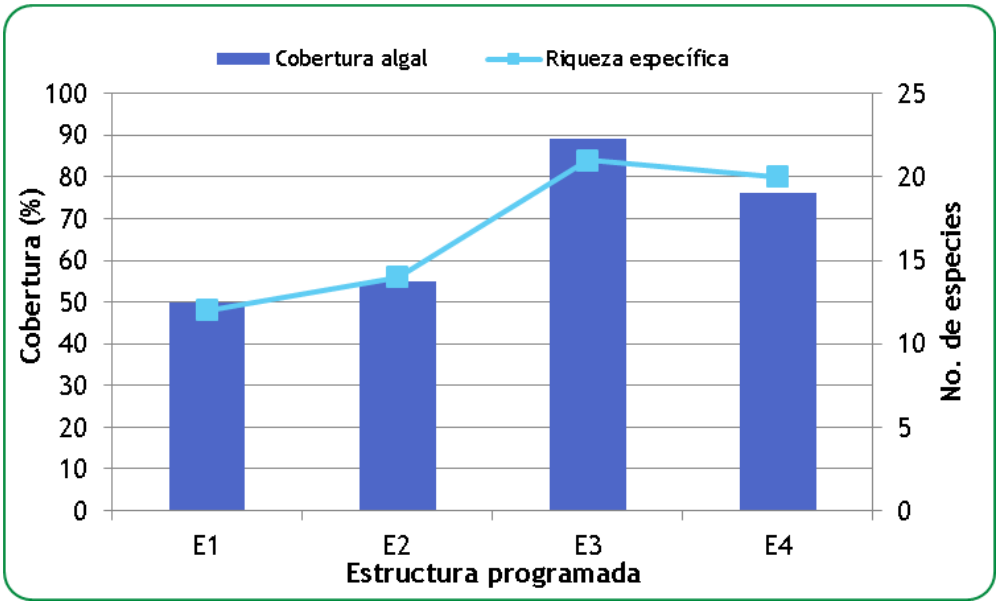


Figura IV - 108. Abundancia y Riqueza específica de vegetación marina en las áreas de Influencia de los sitios programados para recuperación.

IV.3.2.6.A.4.3 Diversidad y equitabilidad

La diversidad para los sitios donde se pondrían los atenuadores de oleaje oscilan entre H'=1.8 y 2.3, siendo el valor más alto para el sitio E4, y más bajo para E2; con valores de equitabilidad muy similares en los 3 sitios estimando una J' entre 0.73 y 0.88.

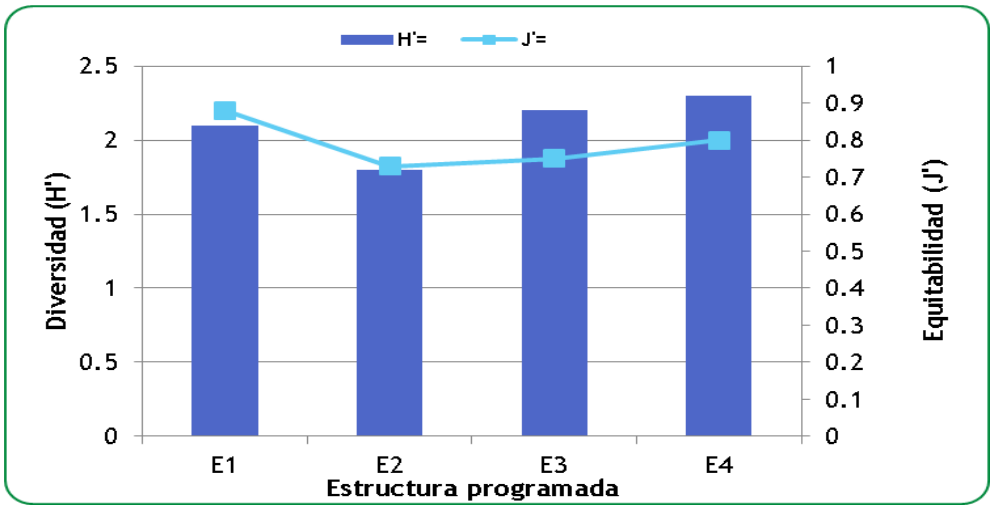


Figura IV - 109. Diversidad de vegetación marina en las áreas de Influencia de los sitios programados para recuperación. Índice de Shannon-Wiener (H'), Equitabilidad (J').

IV.3.2.6.A.4.4 Grupos funcionales

La composición de los grupos funcionales de algas es parecida entre los sitios E3 y E4, debido a la dominancia de pastos marinos; mientras que en los sitios E1 y E2 la mayor abundancia es de algas verdes carnosas y calcáreas.

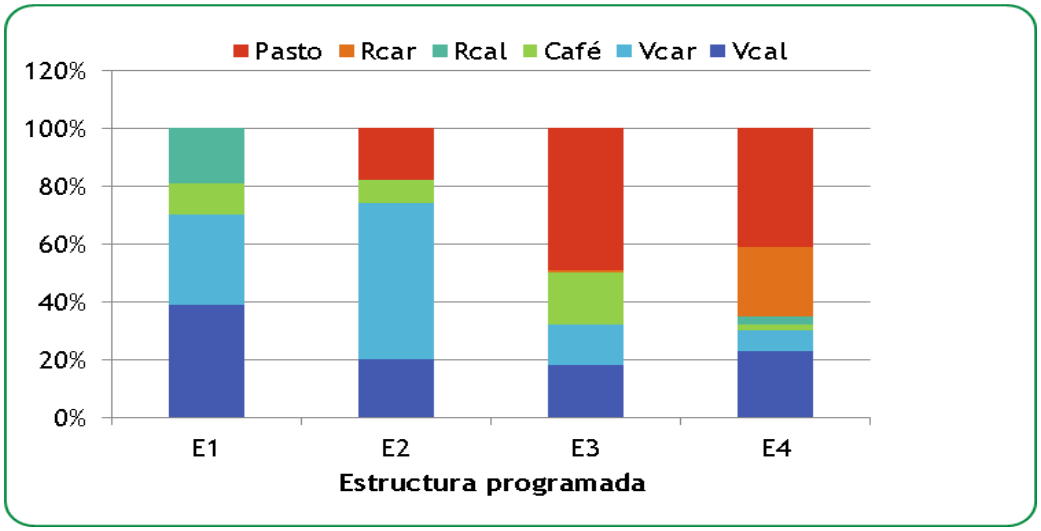


Figura IV - 110. Grupos taxonómicos para vegetación en las áreas de Influencia de los sitios programados para recuperación.
Vcar = Clorofitas carnosas, Vcal = Clorifitas calcáreas, RcaR = Rodofitas carnosas, Rcal = Rodofitas calcáreas, Café = Feofitas, Pasto = Magnoliofitas, Ciano = Cianobacterias.

IV.3.2.6.A.5 Invertebrados

IV.3.2.6.A.5.1 Distribución y composición de especies

En el área de estudio se registró un total de 6 grupos de invertebrados en los 4 sitios programados en primera instancia para la instalación de atenuadores de oleaje, siendo estos anélidos, anémonas, coralimorfos, crustáceos, esponjas y moluscos. Se registró un total de 17 especies de invertebrados, pertenecientes a 16 géneros y 16 familias. El grupo mejor representado fue el de las esponjas, con 8 especies presentes. La mayor cantidad de especies registradas fue 8 y se registró en E4.

Tabla IV - 33. Presencia y abundancia relativa de otros invertebrados en las áreas de Influencia de los sitios programados para recuperación.
Dominante (D) = > 20%; Abundante (A) = 10- 20%; Común (C) = 5-10%; Escasa (E) = 1-5% y Rara (R) = < 1%. X= presencia de la especie en el sitio.

Grupo	Familia	Género	Especie	E1	E2	E3	E4
Anélido	Serpulidae	*Spirobranchus*	*giganteus*	X			
Anémona	Actiniidae	*Condylactis*	*gigantea*				X
	Stichodactylidae	*Stichodactyla*	*helianthus*		X		
Coralimorfo	Ricordeidae	*Ricordea*	*florida*			X	
Crustáceo	Diogenidae	*Paguristes*	*sp*		X		
	Palinuridae	*Panulirus*	*argus*				X
Esponja	Clionaidae	*Anthosigmella*	*varians*	X	X	X	
	Dysideidae	*Dysidea*	*etheria*				X
	Irciniidae	*Ircinia*	*felix*			X	
			strobilina		X		X
	Niphatidae	*Amphimedon*	*compressa*				X
	Pseudoceratinidae	*Pseudoceratina*	*crassa*		X		
	Tedaniidae	*Tedania*	*ignis*			X	
	Thorectidae	*Hyrtios*	*violaceus*				X

Molusco	Cerithiidae	*Cerithium*	*sp*		X		
	Ranellidae	*Charonia*	*variegata*				X
	Strombidae	*Lobatus*	*gigas*			X	X
Total				**2**	**6**	**5**	**8**



Figura IV - 111. Especies de invertebrados presentes en las áreas de Influencia de los sitios programados para recuperación.
Juvenil de caracol rosado de la especie Lobatus gigas (izq.), anémona de la especie Condylactis gigantea (der.).

IV.3.2.6.B Temporada de secas (18 de enero y 9 de febrero de 2019)

Dados los resultados obtenidos en la época de lluvias, en la temporada de secas se efectuaron nuevos muestreos para ampliar la información de las características biológicas de áreas más cercanas a los atenuadores de oleaje, efectuándose por ello muestreos en sitios más someros con la intención de evitar la pradera de pastos marinos. La mayor parte de la ruta trazada para estos muestreos corresponde a un ambiente de Laja con algas y de laja con sedimentos.

Las nuevas áreas de muestreo se ubicaron en sitios más cercanos a la playa, respecto a las áreas denominadas anteriormente como de Influencia de las zonas de recuperación propuestas, teniéndose la nomenclatura y características siguientes.

Influencia 1´ cercana a la playa (E1´)

Esta área se encuentra en un sustrato de laja con sedimento, siendo una capa muy delgada de arena fina, y presencia de algunas rocas cubiertas de algas sobre el sustrato de laja. El sitio presenta una cobertura de algas menor que en el primer muestreo, siendo del 30%, y una composición de especies diferente, con una dominancia de algas rojas de las especies *Acanthophora spicifera* y *Dasya ocellata*, seguido de algas verdes de los géneros *Halimeda* y *Avrainvillea*. Se registraron algunos ejemplares de gorgonáceos, con dominancia de la especie *Pterogorgia anceps* de tamaño mediano, y algunos ejemplares de colonias pequeñas y dispersas de coral de la especie *Siderastrea siderea*. Estas colonias de coral en este muestreo se observaron de color muy obscuro, con una incidencia de mortalidad reciente del tejido mayor al 50%, lo que puede ser un efecto de los lixiviados generados por el arribazón

excesivo del alga marina Sargazo que se evidenció en el muestreo anterior. La visibilidad del sitio en este muestreo fue buena, teniendo una visibilidad mayor a los 5 m.

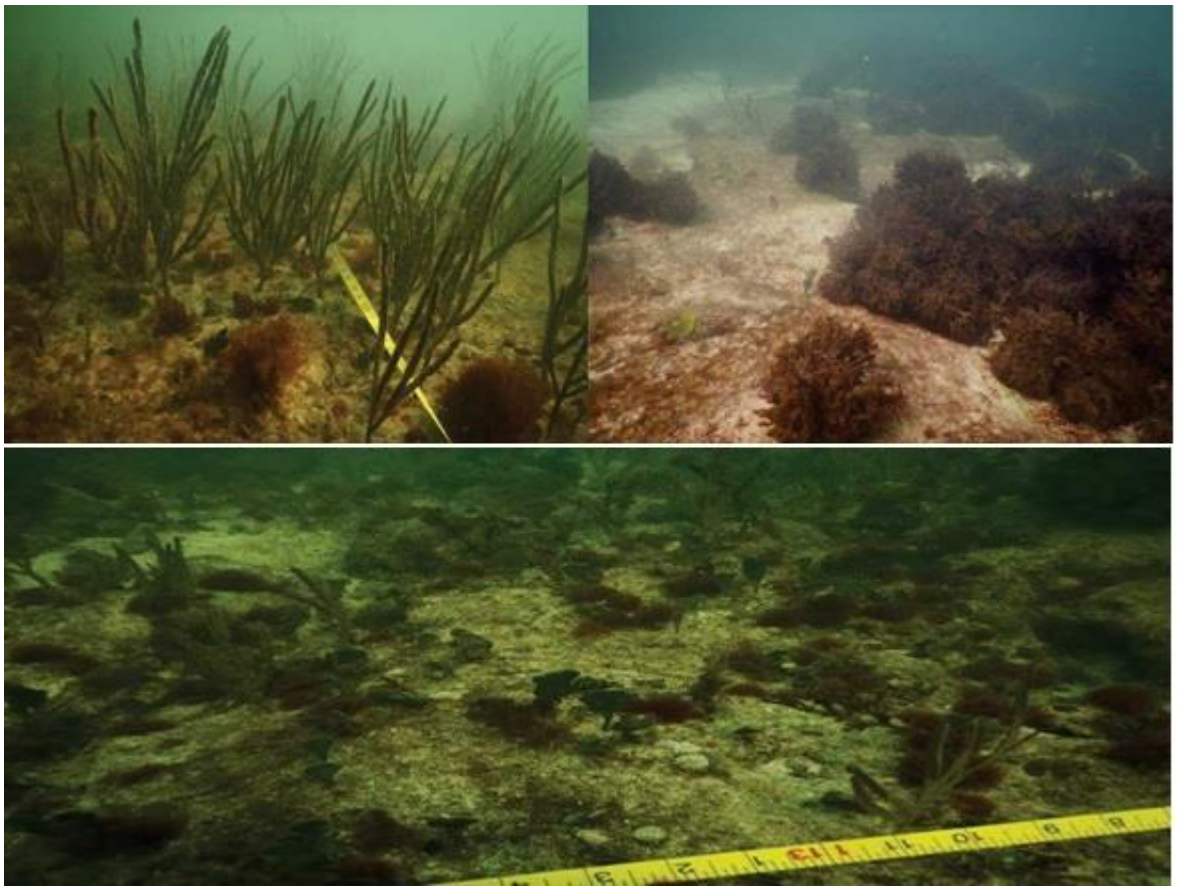


Figura IV - 112. Tipo de ambiente en el área de influencia E1´ cercana a la playa de las zonas de recuperación propuestas.
Laja con sedimento y algas, con presencia de gorgonáceos (arriba izq.), dominancia de algas rojas del género Acanthophora (arriba der.), Rocas cubiertas de algas verdes (abajo).

Influencia 1a cercana a la playa (E1a´)

Corresponde a una ampliación de la zona E1´, que va desde ésta hasta la línea costa. El tipo de ambiente es el mismo que existe para la zona E1´, con un sustrato de laja con sedimento, y presencia de rocas cubiertas de algas sobre el sustrato de laja. La composición de algas es similar, con dominancia de algas rojas de los de las especies *Acanthophora spicifera* y *Dasya ocellata*, seguido de algas verdes calcáreas de crecimiento erecto de los géneros *Halimeda* y *Avrainvillea*. Los gorgonáceos en esta sección son menos abundantes y más pequeños, siendodominante la especie *Pterogorgia anceps.* La presencia de corales también ocurre con ejemplares de colonias pequeñas y dispersas de coral de la especie *Siderastrea siderea*. La visibilidad del sitio en este muestreo fue buena, teniendo una visibilidad mayor a los 5 m, reduciendo a 3 m en la parte más somera ya sobre la línea de costa.

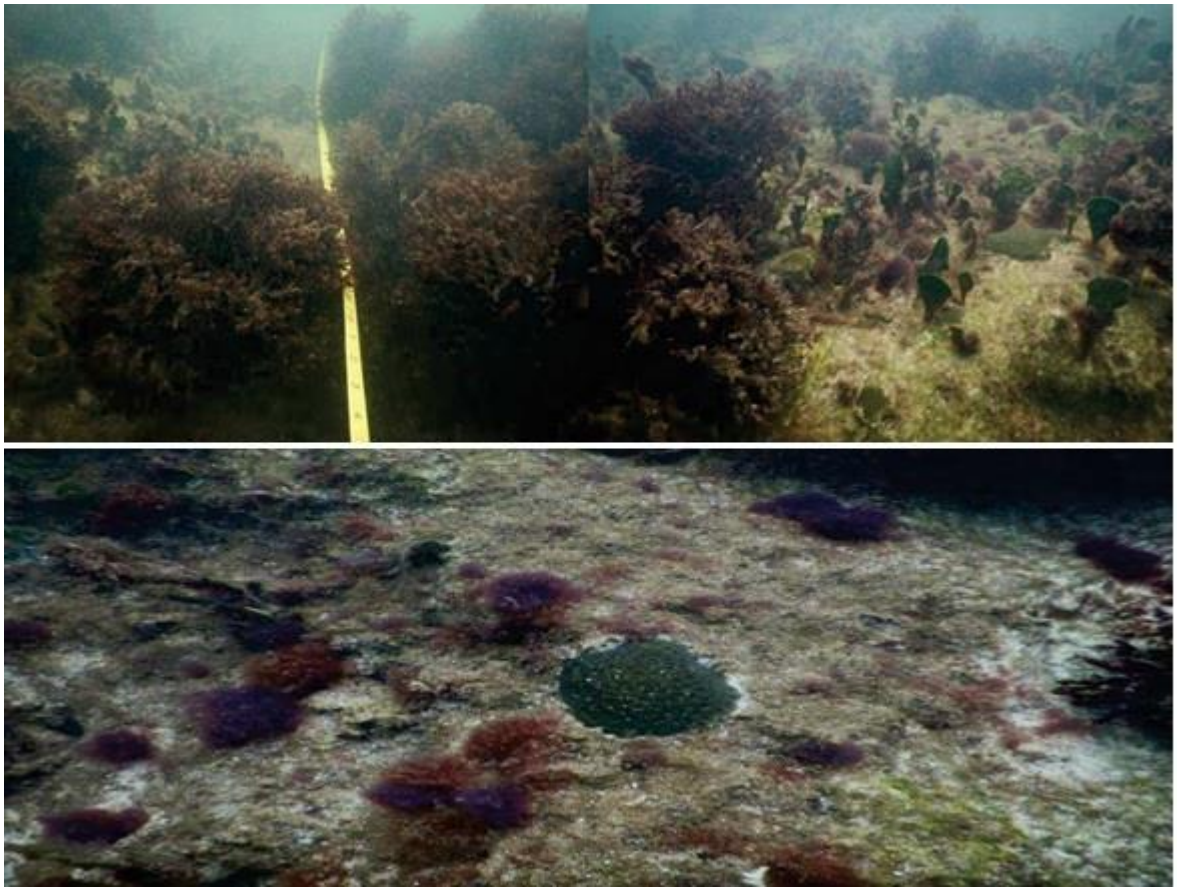


Figura IV - 113. Tipo de ambiente en el área de influencia E1-a´ cercana a la playa de las zonas de recuperación propuestas.
Laja con sedimento y algas, con dominancia de algas rojas del género Acanthophora (arriba der.), presencia de algas verdes de crecimiento erecto (arriba der), y colonia de coral de la especie *Siderastrea siderea* (abajo).

Influencia 2´ cercana a la playa (E2´)

Área localizada en sitio más somero. Presenta una cobertura vegetal del 58%, con una dominancia del alga roja de la especie *Amphiroa rigida,* seguida del alga verde carnosa *Rhipilia tomentosa*, y el alga verde calcárea de la especie *Halimeda tuna*. Los gorgonáceos en este sitio son colonias de tamaño mediano, principalmente ramificadas de los géneros *Plexaurella, Eunicea y Pseudoplexaura*. Los corales son más abundantes en este sitio, encontrando varias colonias de *Siderastrea siderea* de varios tamaños, la mayoría de forma incrustante, pero algunas masivas, muchas de las cuales presentaron daño por sedimentación y mortalidad parcial, y también se registraron varias colonias de tamaño mediano del coral cerebro de la especie *Pseudodiploria clivosa*.

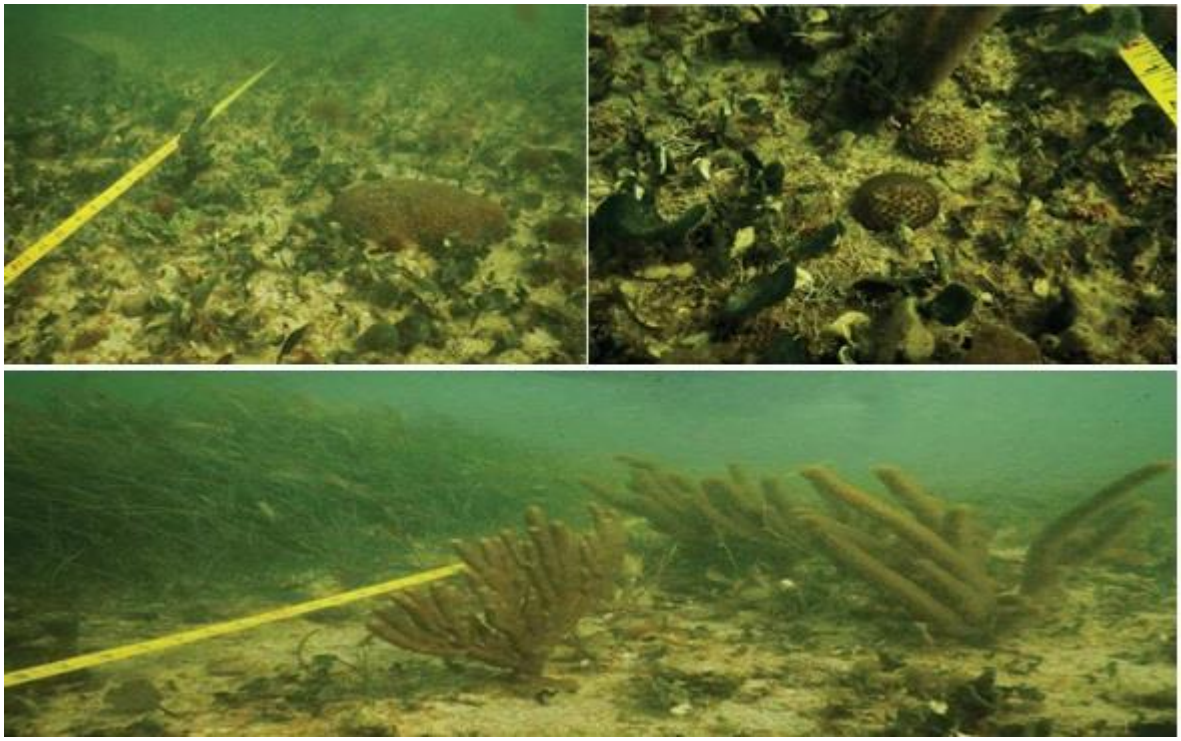


Figura IV - 114. Tipo de ambiente en el área de influencia E2´ cercana a la playa de las zonas de recuperación propuestas.
Laja cubierta de algas y presencia de corales de tamaño mediano (arriba izq.) y colonias pequeñas de la especie Siderastrea siderea (arriba der.), y ejemplares de gorgonáceos (abajo).

Influencia 3´ cercana a la playa (E3´)

Área que se encuentra sobre un sustrato de laja con algas, en donde la vegetación marina presenta una cobertura del 65% con una asociación de especies muy parecida a la de la E2, siendo las especies dominantes el alga roja de la especie *Amphiroa rigida* y el alga verde carnosa *Rhipilia tomentosa*, seguida de varias especies de algas verde calcárea del género *Halimeda*. Los gorgonáceos en este sitio son colonias de tamaño mediano, con mayor abundancia los abanicos de mar del género *Gorgonia*. Los corales son mucho más abundantes en este sitio, encontrando varias colonias de *Siderastrea siderea* de tamaño mediano (30 cm de diámetro aprox.) y presencia de algunas colonias de coral cerebro del género *Pseudodiploria*.

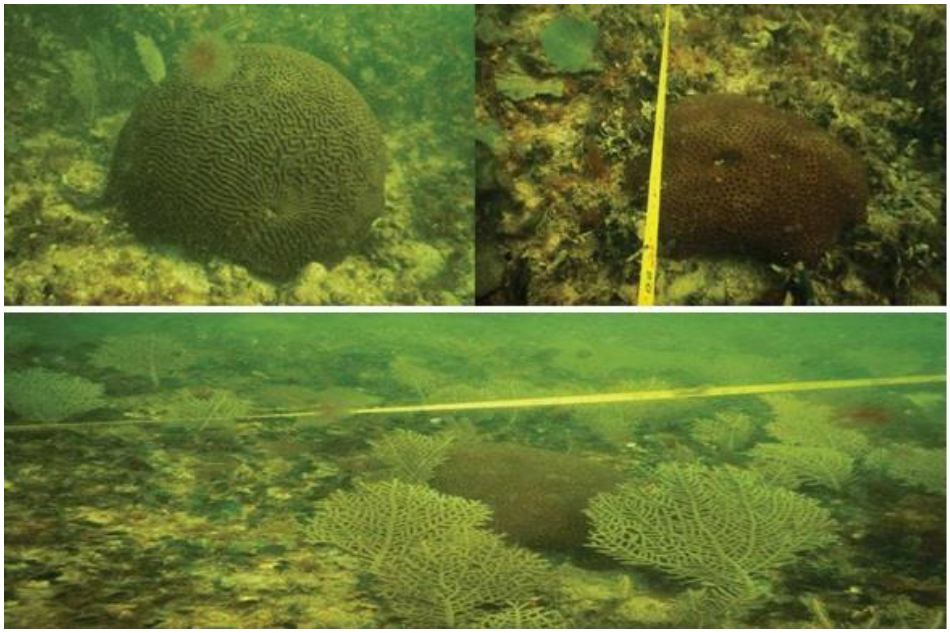


Figura IV - 115. Tipo de ambiente en el área de influencia E3´ cercana a la playa de las zonas de recuperación propuestas.
Colonia de coral cerebro de la especie Pseudodiplora strigosa (arriba izq.) y Siderastrea siderea (arriba der.), parche de Pastizal mixto (abajo izq.) y abundancia de abanicos de mar del género Gorgonia (abajo der.)

Influencia 4´ cercana a la playa (E4´)

Esta área se encuentra en zona más somera sobre un sustrato de laja con alta presencia de algas, estimando una cobertura vegetal del 78.7%. La variedad de especies que componen la vegetación marina es alta, siendo dominantes las algas rojas del género *Dasya* y la especie *Acanthophora spicifera;* también es importante la presencia de algas verdes de crecimiento erecto como son las de los géneros *Halimeda, Penicillus* y *Rhipilia*. La presencia de corales es escasa en este sitio, teniendo solamente algunas colonias pequeñas de la especie *Siderastrea siderea*.



Figura IV - 116. Tipo de ambiente en el área de influencia E4´ cercana a la playa de las zonas de recuperación propuestas.
Laja cubierta de algas (izq.) y presencia de colonias de gorgonáceos (der.).

A continuación, se presenta una descripción de la biota marina observada en los recorridos realizados en los sitios anteriormente mencionados:

IV.3.2.6.B.1 Escleractinios (corales duros)

IV.3.2.6.B.1.1 Distribución y composición de especies

Se registró un total de siete especies, distribuidas en cinco géneros y cinco familias. La especie con mayor distribución, teniendo presencia en los cinco ambientes, es *Siderastrea radians*. Así mismo, fue dominante en todos ellos. En los ambientes E1´ y E1a´ solo se registró *S. radians* dentro del transecto de muestreo, teniendo presencia *Manicina areolata* y *Porites astreoides* en el primer ambiente mencionado. En el ambiente E2´, las especies *Manicina areolarta* y *Siderastrea sideraea* fueron abundantes.

Tabla IV - 34. Listado de especies de corales escleractinios y estimaciones de abundancia en las áreas de influencia cercanas a la playa de las zonas de recuperación propuestas, con base en su cobertura relativa.
Dominante (D) =>20%; Abundante (A)=10-20%; Común (C)= 5-10%; Escasa (E)= 1-5% y Rara (R) = <1%.

Familia	Género	Especie	E1´	E1a´	E2´	E3´	E4´
Faviidae	*Pseudodiploria*	*strigosa*			*	A	
Mussidae	*Manicina*	*areolata*	*		A	C	C
Poritidae	*Porites*	*astreoides*	*				A
		porites			C		
Siderastreidae	*Siderastrea*	*radians*	D	D	D	D	D
		sideraea			A	D	D
HIDROCORLAES							
Milleporidae	*Millepora*	*alcicornis*			C		C
Total			**1**	**1**	**5**	**4**	**5**



Figura IV - 117. Especies de corales presentes en las áreas de influencia cercanas a la playa de las zonas de recuperación propuestas.
Coral cerebro de la especie *Pseudopterogorgia strigosa* (izq), *Pseudopterogorgia strigosa* (centro), *Siderastrea siderea* der).

IV.3.2.6.B.1.2 Abundancia y riqueza específica

El ambiente E3´ registró la mayor cobertura de tejido coralino con 1.7% y una riqueza de cuatro especies. Los ambientes E2´ y E4´ presentaron una misma riqueza con cinco especies de corales, y una cobertura de tejido del 1.12% y 0.76% respectivamente. Los

ambientes E1´ y E1a´ registraron la menor riqueza, ambas con solo una especie en el transecto de muestreo, y una cobertura del 0.99% para E1´ y 1.12% en E1a´.

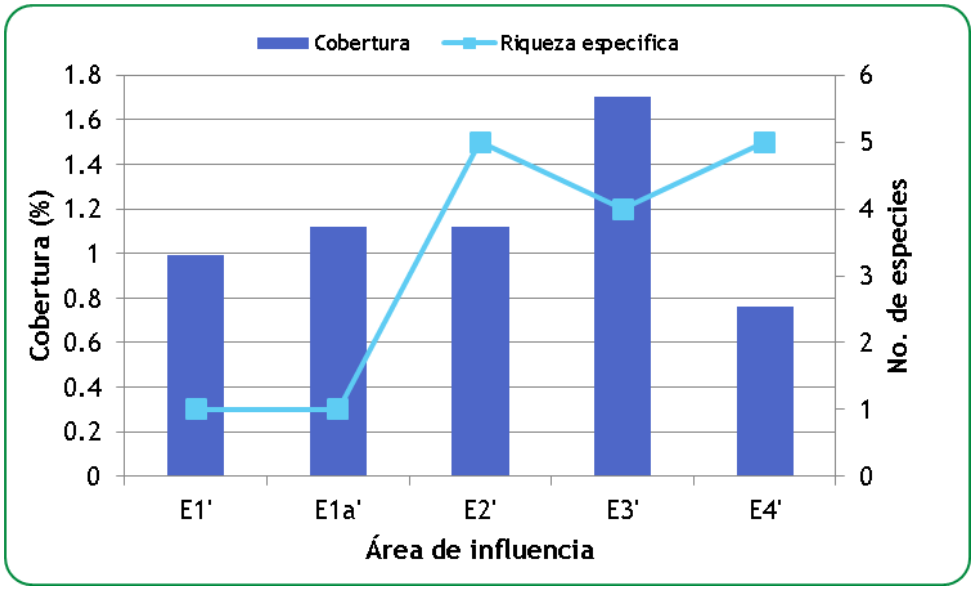


Figura IV - 118. Abundancia y Riqueza específica de corales escleractinios en las áreas de influencia cercanas a la playa de las zonas de recuperación propuestas.

IV.3.2.6.B.1.3 Diversidad y Equitabilidad

El mayor índice de diversidad se registró en el ambiente E4´ con un valor de H'=1.3667 y una equitabilidad de J'=0.8492. El índice de equitabilidad más alto se observó en el ambiente E3´ con una J=0.8527, así como la diversidad más baja con un valor de H'=1.1821, mientras que el ambiente E2´ registró valores de H'=1.2699 y J'=0.7891. En los ambientes E1´ y E1a´ no se obtuvieron datos suficientes para calcular estos índices.

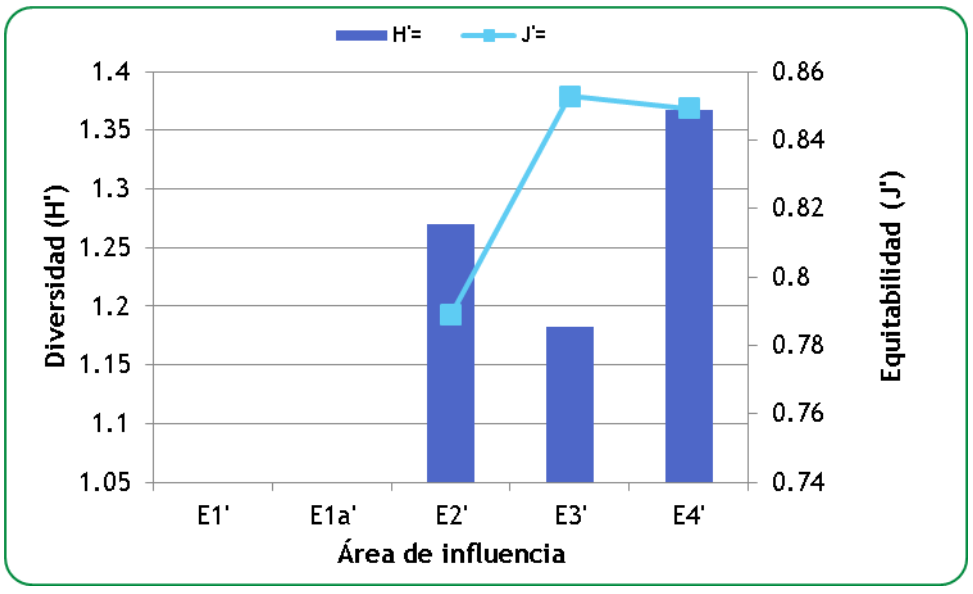


Figura IV - 119. Diversidad de corales escleractinios en las áreas de influencia cercanas a la playa de las zonas de recuperación propuestas. Índice de Shannon-Wiener (H'), Equitabilidad (J').

IV.3.2.6.B.1.4 Estructura de tallas

Se registraron cinco categorías de tallas, siendo el ambiente E3´ el único que presentó el espectro completo, donde dominaron las colonias pequeñas categoría I con una frecuencia del 60.6%. El ambiente E4´ registró cuatro categorías de tamaños, dominando las colonias categoría uno con más del 85% de frecuencia. En el ambiente E2´, se obtuvieron las tres primeras categorías, dominando las colonias medianas categoría II, aportando el 54.2% a la frecuencia de observación. En los ambientes E1´ y E1a´ se presentaron solo dos categorías, en el primer ambiente mencionado se registraron colonias categoría I y II, dominando la categoría I con el 59.1% de frecuencia; mientras que en el ambiente E1a´, las categorías registradas fueron las colonias medianas, englobadas en las categorías II y III, dominando la primera con un aporte del 70% de frecuencia.

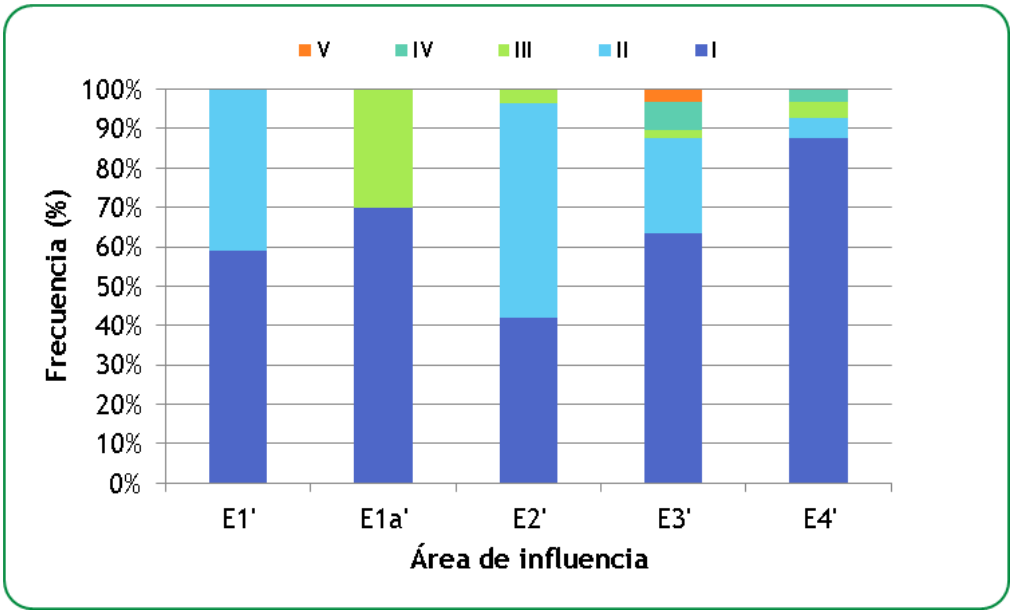


Figura IV - 120. Estructura de tallas para corales escleractinios en las áreas de influencia cercanas a la playa de las zonas de recuperación propuestas.
I <5 cm, II=5-10 cm, III=10-20 cm, IV=20-40 cm, V> 40 cm de diámetro.

IV.3.2.6.B.1.5 Formas de crecimiento

Se registraron cuatro formas de crecimiento; siendo el ambiente E2´ el único que presentó el espectro completo, donde dominaron los corales incrustantes, con una frecuencia de registro del 75%, seguido por los corales de crecimiento masivo con un aporte del 12.5%. El ambiente E4´ obtuvo tres formas de crecimiento coralino, aportando la mayor frecuencia los corales incrustantes con un 88.6%. En el ambiente E3´ se registraron corales incrustantes y masivos, con una frecuencia del 87.9% y 12.1% respectivamente; mientras que, en E1´ y E1a´ solo se observaron corales incrustantes.

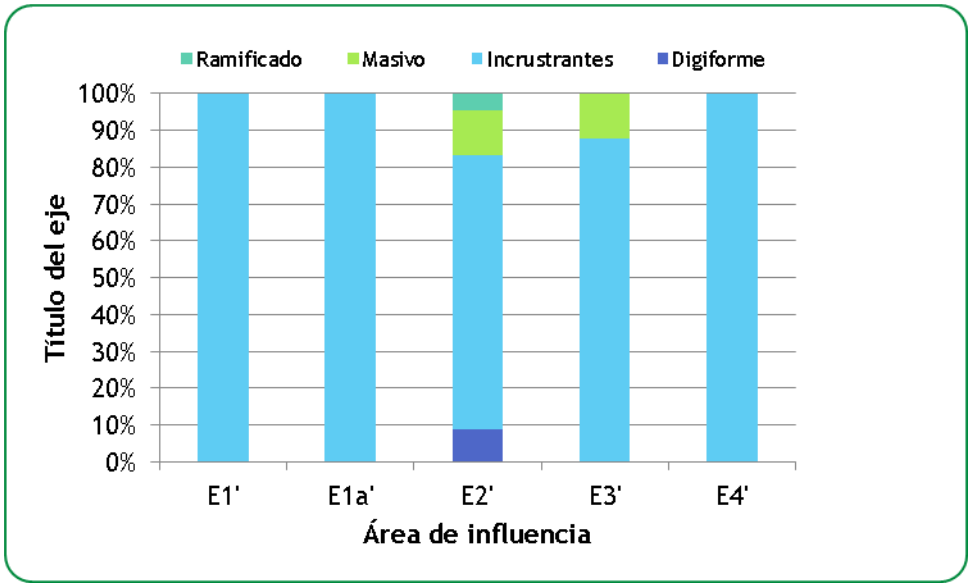


Figura IV - 121. Formas de crecimiento para corales escleractinios en las áreas de influencia cercanas a la playa de las zonas de recuperación propuestas.

Dig = Digitiforme, Inc = Incrustante, Mas = Masiva, Ram = Ramificado.

IV.3.2.6.B.1.6 Condición del organismo

En todos los ambientes se observaron colonias con áreas de tejido muerto, la mayoría de ellas con muerte reciente y cubierta por sedimento. La mayor frecuencia de colonias con alguna afectación se registró en el ambiente E1a´, con un 70% de colonias dañadas. El ambiente E1´ presentó un 18.2% de colonias con afectación; seguido por el ambiente E3´ con 12.1% de colonias con daños en el tejido. Mientras que, los ambientes E2´ y E4´ presentaron 8.3% y 2.9% de colonias con mortalidad parcial de tejido.

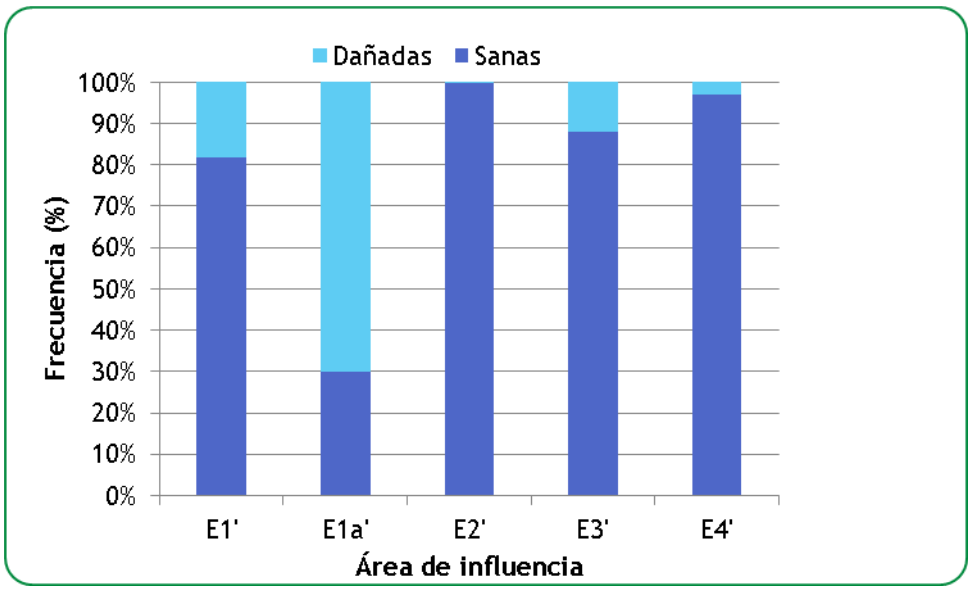


Figura IV - 122. Condición de los organismos para corales escleractinios en las áreas de influencia cercanas a la playa de las zonas de recuperación propuestas.

IV.3.2.6.B.2 Gorgonáceos (corales blandos)

IV.3.2.6.B.2.1 Distribución y composición de especies

En el área de estudio se registró un total de 17 especies de gorgonáceos, pertenecientes a 10 géneros y 2 familias. Se muestrearon un total de 960 individuos en las 5 áreas de influencia cercanas a la playa de las zonas de recuperación propuestas. La especie dominante en varios de los ambientes fue *Pterogorgia citrina,* la cual se encontró distribuida en 4 de los mismos, en donde había disponible sustrato duro para su fijación. En el listado de especies se muestra la importancia de cada una de las ellas, de acuerdo a una categorización basada en rangos de abundancia relativa.

Tabla IV - 35. Listado de especies y abundancia relativa de gorgonáceos en las áreas de influencia cercanas a la playa de las zonas de recuperación propuestas.

D=Dominante (>20%), A=Abundante (10-20%), C=Común (5-10%), E=Escaso (1-5%), R=Raro (<1%).

Familia	Género	Especie	E1	E1a	E2	E3	E4
Gorgoniidae	*Gorgonia*	*flabellum*				R	
		mariae			D	D	E
	Pseudopterogorgia	*americana*	R			E	E
	Pterogorgia	*anceps*	D	D	E	E	E
		citrina		C	D	D	A
		guadalupensis	A	D			
Plexauridae	*Eunicea*	*calyculata*					C
		laxispica					E
		mammosa					E
		tourneforti			E	R	C
	Muricea	*muricata*			E		R
	Muriceopsis	*flavida*	E	C			C
	Plexaura	*flexuosa*			E		R
		homomalla					E
	Plexaurella	*nutans*			E	E	D
	Pseudoplexaura	*porosa*			C	R	E
	Pterogorgia	*citrina*		E			
Total			**4**	**5**	**8**	**8**	**14**



Figura IV - 123. Especies de gorgonáceos presentes en las áreas de influencia cercanas a la playa de las zonas de recuperación propuestas.

Pseudopterogorgia americana (izq.) *Gorgonia marie* (centro) y *Plexaurella nutans* (centro) y *Pterogorgia anceps* (der.).

IV.3.2.6.B.2.2 Abundancia y riqueza específica

La densidad más alta se encontró en la zona E3´, con 4.9 ind/m2, mientras que los valores más bajos se ubicaron en E4´, con 1.025 ind/m2. En relación a la riqueza específica, la zona E4´ fue la más alta, con 14 especies. Por el contrario, el número más bajo se obtuvieron en E1´, con 1 especie.

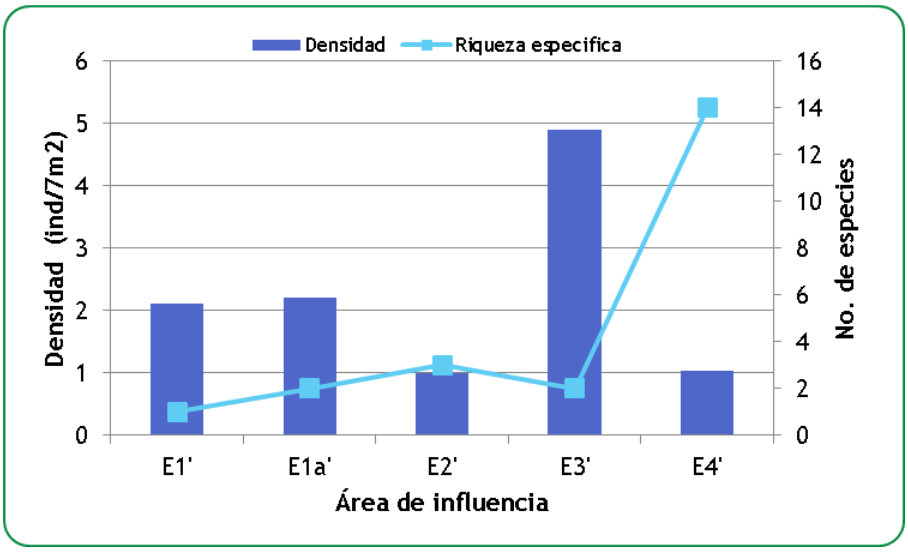


Figura IV - 124. Abundancia y Riqueza específica de gorgonáceos en las áreas de influencia cercanas a la playa de las zonas de recuperación propuestas.

IV.3.2.6.B.2.3 Diversidad y Equitabilidad

La mayor diversidad se encontró en E4´, con un valor de 2.0. El área con la menor diversidad se encontró en E1´, con 0.5. En términos de equitabilidad, el valor más alto se encontró también en E4´, con 0.75. Como en el caso de la diversidad, la cifra más baja se obtuvo en E1´, con 0.39.

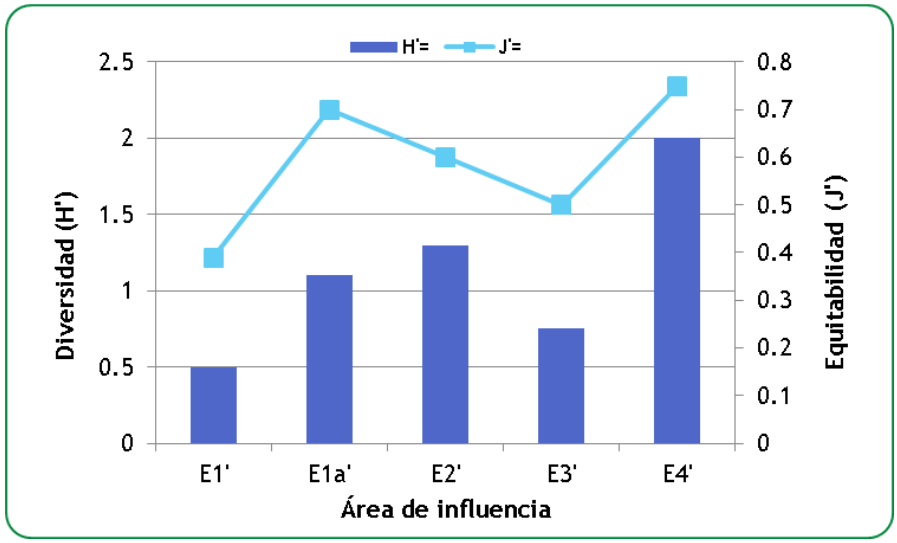


Figura IV - 125. Diversidad de gorgonáceos en las áreas de influencia cercanas a la playa de las zonas de recuperación propuestas. Índice de Shannon-Wiener (H'), Equitabilidad (J').

IV.3.2.6.B.2.4 Estructura de tallas

Se registraron gorgonáceos en los 5 sitios revisados, habiendo diferentes proporciones entre adultos, juveniles y reclutas. Solamente en 3 de esos sitios se registraron reclutas y su frecuencia más alta fue inferior al 6%.

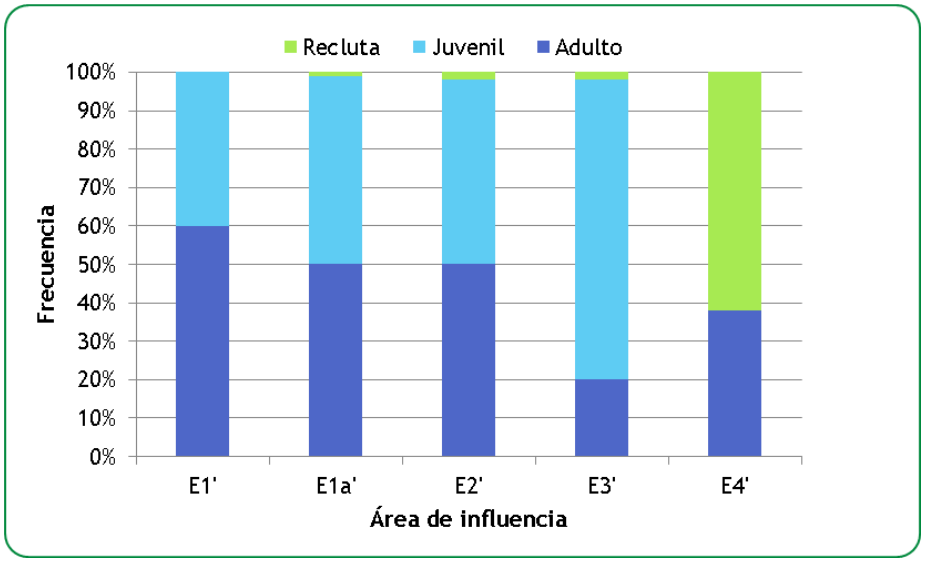


Figura IV - 126. Frecuencia de estructura de tallas para gorgonáceos en las áreas de influencia cercanas a la playa de las zonas de recuperación propuestas.

IV.3.2.6.B.2.5 Condiciones del organismo

En 4 de las 5 áreas de influencia cercanas a la playa de las zonas de recuperación propuestas, se registraron organismos con daños, aunque en ningún caso la frecuencia de los mismos llegó a alcanzar el 4%. Los daños registrados consistieron principalmente en el sobrecrecimiento de algas.

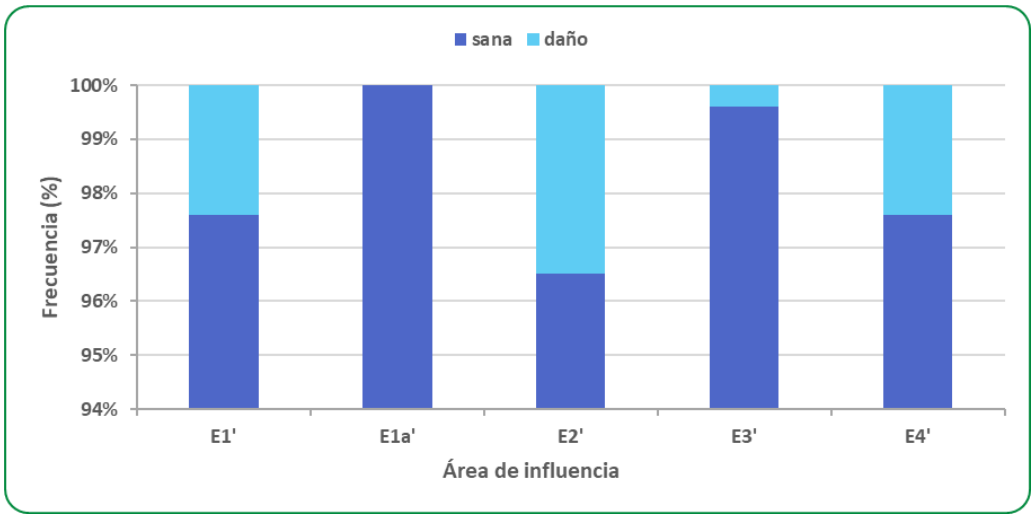


Figura IV - 127. Condición del organismo para gorgonáceos en las áreas de influencia cercanas a la playa de las zonas de recuperación propuestas.

Sana = colonia sin tejido dañado, Daño = presenta algún tipo de afectación.

IV.3.2.6.B.3 Ictiofauna (peces arrecifales)

IV.3.2.6.B.3.1 Distribución y composición de especies

Se registraron 10 especies de peces, distribuidas en nueve géneros y ocho familias. La especie *Halichoeres bivittatus* fue la de mayor distribución, observándose en todos los ambientes; así mismo, fue la especie dominante en todos ellos. En el ambiente la especie *Ocyurus chrysurus* fue abundante y solo fue registrada para este ambiente. En A3´ la especie *Haemulon plumierii* fue abundante y la especies *Stegastes adustus* fue exclusiva para este sitio con un número escaso de individuos. En el ambiente E2´ las especies *Halichoeres poeyi* y *Canthigaster rostrata* compartieron abundancia, finalmente en los ambientes E1´ y E1a' solo se presentó esta especie.

Tabla IV - 36. Listado de especies y abundancia relativa de peces arrecifales en las áreas de influencia cercanas a la playa de las zonas de recuperación propuestas, con base en su abundancia relativa.
D=Dominante (>20%), A=Abundante (10-20%), C=Común (5-10%), E=Escaso (1-5%), R=Raro (<1%).

Familia	Género	Especie	E1´	E1a´	E2´	E3´	E4´
Acanthuridae	*Acantarus*	*chirurgus*					C
Haemulidae	*Haemulon*	*plumierii*				A	C
Labridae	*Halichoeres*	*bivittatus*	D	D	D	D	D
		poeyi			A	C	C
Lutjanidae	*Ocyurus*	*chrysurus*					A
Mullidae	*Pseudopeneus*	*maculatus*					E
Pomacentridae	*Stegastes*	*adustus*				E	
Scaridae	*Nicholsina*	*usta*					C
	Scarus	*iseri*					C
Tetraodontidae	*Canthigaster*	*rostrata*			A	E	
Total			**1**	**1**	**3**	**5**	**8**



Figura IV - 128. Especies de peces en las áreas de influencia cercanas a la playa de las zonas de recuperación propuestas.

IV.3.2.6.B.3.2 Abundancia y riqueza específica

El ambiente E3´ registró la mayor densidad de peces con 0.4 ind/m2, y una riqueza de cinco especies. La más alta riqueza se presentó en el ambiente E4´ con ocho especies y una densidad de 0.3 ind/m2. El ambiente con menor densidad fue E2´ con solo 0.1 ind/m2 y una

riqueza de tres especies. Mientras que en los ambientes E1´ y E1a´ la riqueza estuvo representada por una sola especie, con una densidad de 0.3 ind/m2 y 0.2 ind/m2, respectivamente.

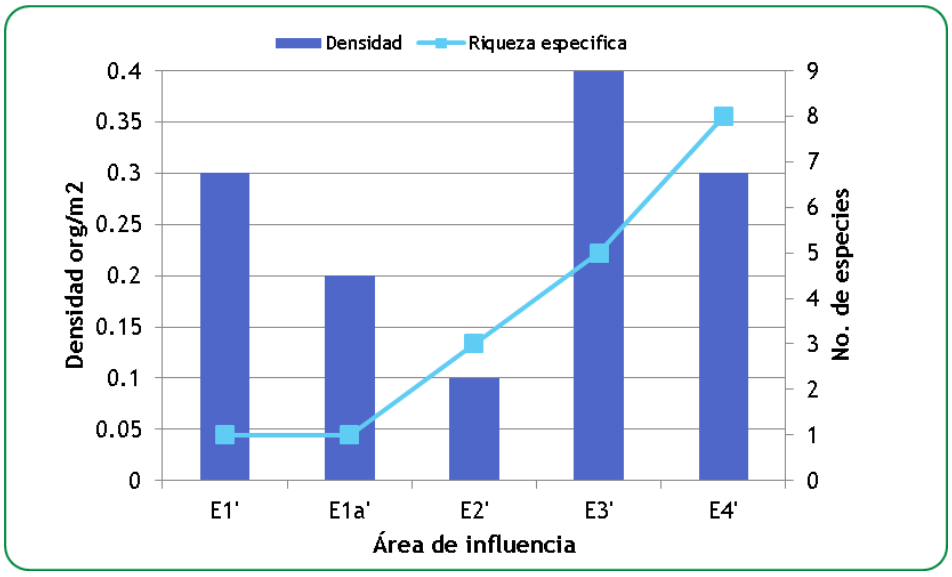


Figura IV - 129. Abundancia y Riqueza específica de peces arrecifales en las áreas de influencia cercanas a la playa de las zonas de recuperación propuestas.

IV.3.2.6.B.3.3 Diversidad y Equitabilidad

El índice más alto de diversidad se obtuvo en el ambiente E4´ con un valor de H'=1.6161 y una equitabilidad de J'=0.7772. La mayor equitabilidad se obtuvo en el ambiente E2´ con un valor de J'=0.8649 y una diversidad de H'=0.9502. El ambiente E3´ registró los valores más bajos de estos indicies con una diversidad de H'=0.8993 y una equitabilidad de J'=0.558. Mientras que los ambientes E1´ y E1a´ no presentaron suficientes datos para poder determinar estos índices.

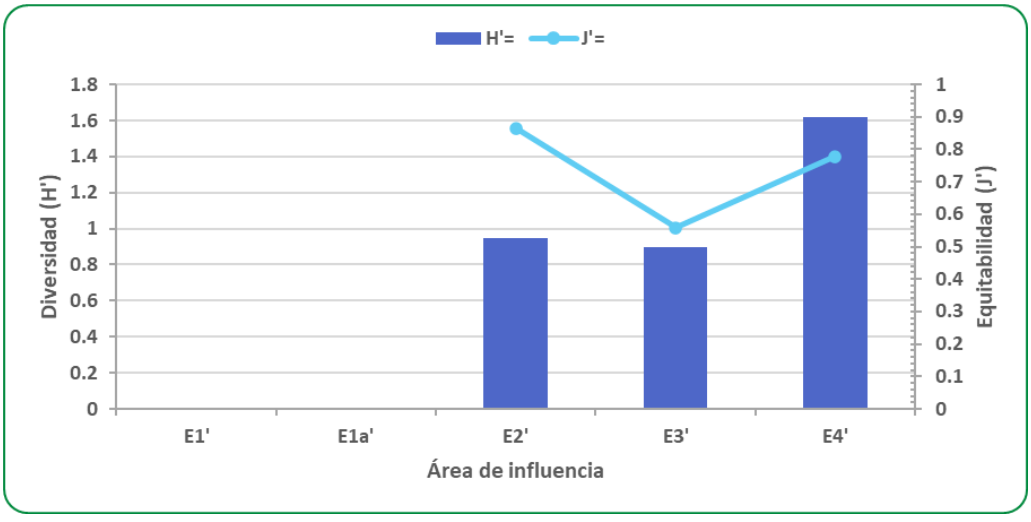


Figura IV - 130. Diversidad de peces arrecifales en las áreas de influencia cercanas a la playa de las zonas de recuperación propuestas. Índice de Shannon-Wiener (H'), Equitabilidad (J').

IV.3.2.6.B.3.4 Estructura de tallas

De las cinco categorías de tallas descritas para el análisis de datos, solo se registraron cuatro, sin tener presencia de peces grandes pertenecientes a la categoría V. El ambiente E4´ fue donde se registró el espectro más amplio de categorías, con cuatro de ellas; siendo dominantes los peces pequeños categoría I, con un aporte del 61.1% de frecuencia. En los ambientes E1´, E1a´ y E3´ se presentaron peces de categoría I y II, dominando la primera con respecto a la frecuencia de observación, con valores de 52.4%, 80% y 75% respectivamente. Finalmente, en el ambiente E2´ solo se registraron peces dentro de la categoría I.

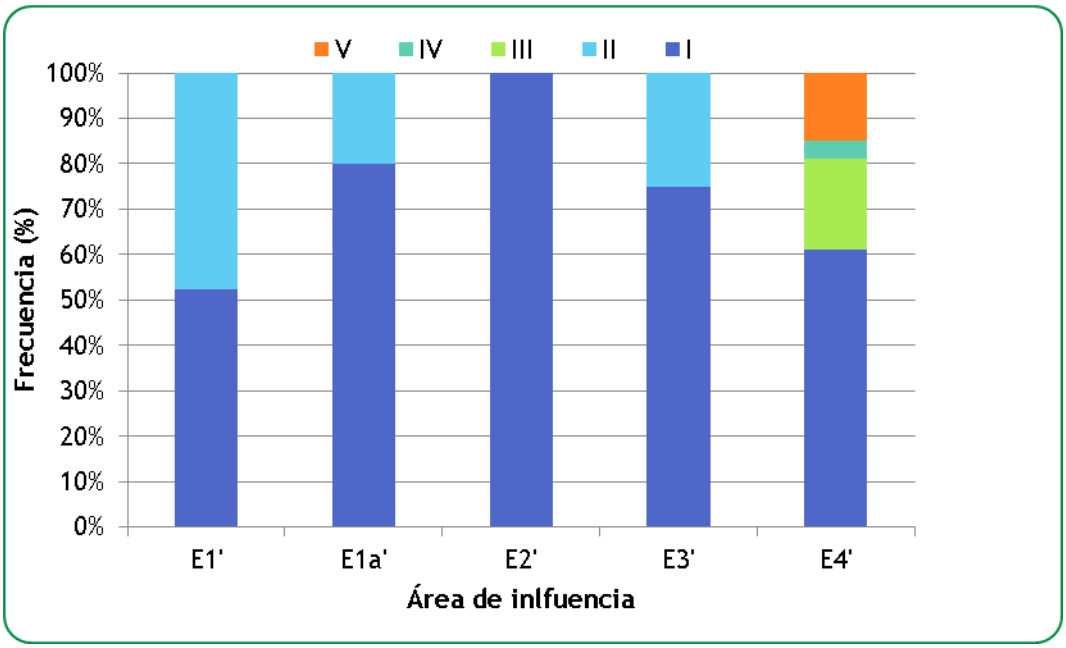


Figura IV - 131. Estructura de tallas para peces arrecifales en las áreas de influencia cercanas a la playa de las zonas de recuperación propuestas.
I <5 cm, II=5-10 cm, III=10-20 cm, IV=20-30, V>25 cm de longitud.

IV.3.2.6.B.3.5 Grupos funcionales

Se obtuvo registro de cuatro grupos tróficos presentes en el muestreo; donde el ambiente E4´ registró tres de ellos, siendo dominantes los peces bentófagos con una frecuencia del 63.9%, siguiendo los peces herbívoros con un aporte del 22.2% y los piscívoros con el 13.9%. Los ambientes E2´ y E3´ presentaron peces bentófagos y omnívoros, dominando los primeros mencionados, con un valor de frecuencia del 80% y 93.9% en cada ambiente mencionado. En E1´ y E1a´ solo fueron registrados peces bentófagos.

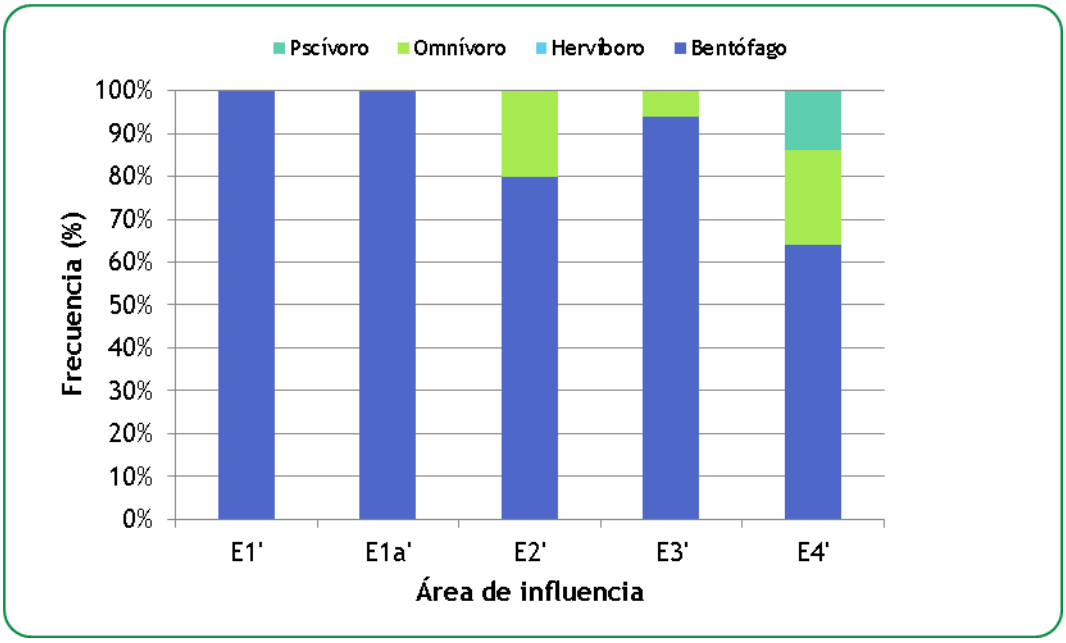


Figura IV - 132. Grupos tróficos para peces arrecifales en las áreas de influencia cercanas a la playa de las zonas de recuperación propuestas.
Bento=Bentófago, Herbi=Herbívoro, Ictio=Ictiófago, Omni=Omnívoro; Planc=Planctófago.

IV.3.2.6.B.4 Vegetación marina (macroalgas y pastos marinos)

IV.3.2.6.B.4.1 Distribución y composición de especies

Se registró un total de 27 especies, pertenecientes a 17 géneros y 3 divisiones. Las áreas de influencia cercanas a la playa de las zonas de recuperación propuestas tienen una composición de algas similar, ya que pertenecen al mismo tipo de ambientes, con una dominancia de algas rojas de los géneros *Acanthophora, Amphiroa* y *Dasya* con abundancia de algas verdes calcáreas del género *Halimeda*.

Tabla IV - 37. Listado de especies de vegetación marina y estimaciones de abundancia en las áreas de influencia cercanas a la playa de las zonas de recuperación propuestas, con base en su cobertura relativa.
Dominante (D)=>20%; Abundante (A)=10-20%; Común (C)= 5- 10%; Escasa (E)= 1-5% y Rara (R) = <1%.

División	Género	Especie	E1´	E1a´	E2´	E3´	E4´
Chlorophyta	*Avrainvillea*	*asarifolia*	E	E			
		fibrosa	C				
	Batophora	*occidentalis*					C
	Caulerpa	*cupressoides*			E	E	R
		mexicana					E
	Halimeda	*discoidea*			C	E	E
		incrassata	E		E		
		lacrimosa					R
		opuntia	E		C	A	
		scabra				E	

División	Género	Especie	E1´	E1a´	E2´	E3´	E4´
		tuna	A	D	A	A	A
	Penicillus	*dumetosus*					E
	Rhipilia	*tomentosa*			A	D	C
	Rhipocephalus	*phoenix*				E	E
	Udotea	*cyathiformis*					E
		fibrosa		A		E	E
	Valonia	*macrophysa*				E	R
Phaeophyta	*Dictyosphaeria*	*cavernosa*				E	E
	Dictyota	*crispata*					C
	Sargassum	*natans*					E
Rhodophyta	*Acanthophora*	*spicifera*	D	D			A
	Amphiroa	*fragilissima*					R
		rigida			D	D	
	Asparagopsis	*taxiformis*				E	R
	Dasya	*harveyi*					A
		ocellata	D	A	A	A	A
	Halymenia	*sp.*					R
Total			**7**	**5**	**8**	**13**	**21**

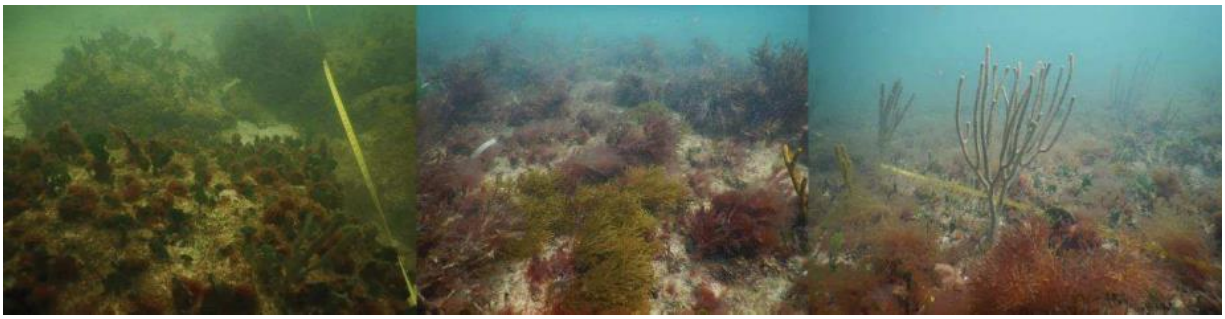


Figura IV - 133. Especies de macroalgas presentes en las áreas de influencia cercanas a la playa de las zonas de recuperación propuestas.

Parches del alga verde de la especie Rhipilia tomentosa (izq.), algas rojas (centro) y gorgonáceos con algas (der.).

IV.3.2.6.B.4.2 Abundancia y riqueza específica

Las áreas de influencia cercanas a la playa de las zonas de recuperación propuestas presentan una cobertura de algas que va incrementando gradualmente desde las áreas E1´ y E1a´ con poco más del 30% de cobertura vegetal, hasta la E4´ con 79% de cobertura. El mismo patrón se observó para el número de especies, con 7 y 5 especies en las áreas E1´ y E1a´ respectivamente, hasta 21 especies en E4´.

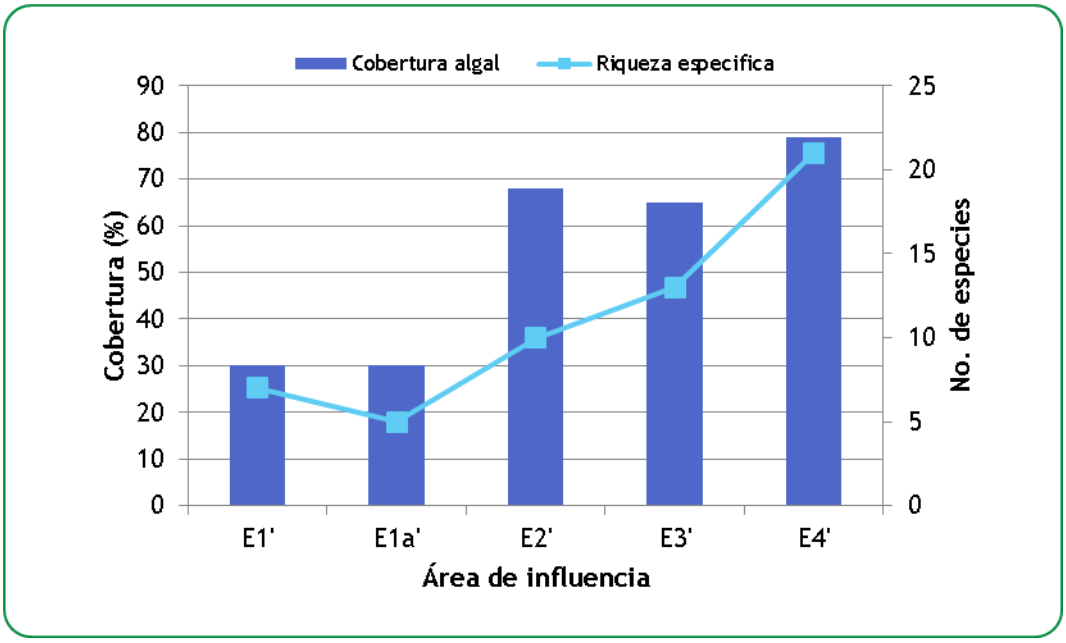


Figura IV - 134. Abundancia y Riqueza específica de vegetación marina en las áreas de influencia cercanas a la playa de las zonas de recuperación propuestas.

IV.3.2.6.B.4.3 Diversidad y Equitabilidad

La diversidad para las áreas de influencia cercanas a la playa de las zonas de recuperación propuestas presenta un incremento gradual que va de H'=1.5 en las estructuras E1´ y E1a´ hasta H'=2.7 en E4´. Los valores de equitabilidad varían entre J'= 0.76 y 0.89.

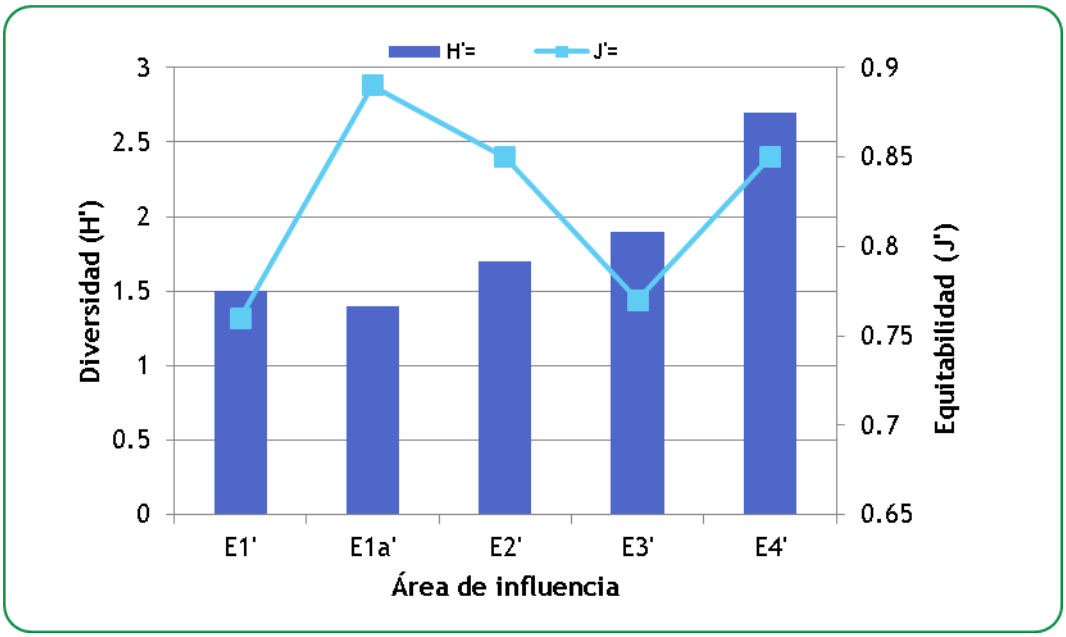


Figura IV - 135. Diversidad de vegetación marina en las áreas de influencia cercanas a la playa de las zonas de recuperación propuestas. Índice de Shannon-Wiener (H'), Equitabilidad (J').

IV.3.2.6.B.4.4 Grupos funcionales

La composición de los grupos funcionales de algas es parecida entre los sitios E1´ y E1a´, con presencia únicamente de algas verdes calcáreas y rojas carnosas. Del mismo modo, los sitios E2' y E3´ son similares con dominancia de algas verdes calcáreas, seguida de algas rojas calcáreas y presencia de algas verdes calcáreas. Y finalmente, la zona E4´ presenta una mayor variedad de grupos funcionales en la comunidad de algas.

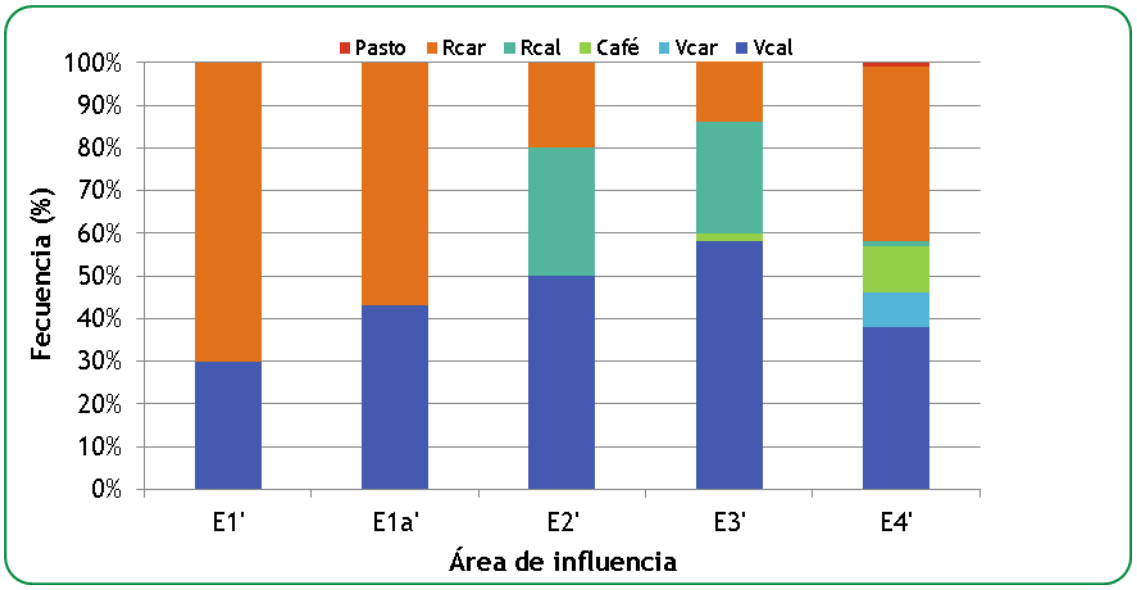


Figura IV - 136. Grupos taxonómicos para vegetación en las áreas de influencia cercanas a la playa de las zonas de recuperación propuestas.

Vcar=Clorofitas carnosas, Vcal=Clorifitas calcáreas, Rcar=Rodofitas carnosas, Rcal=Rodofitas calcáreas, Café=Feofitas, Pasto=Magnoliofitas, Ciano=Cianobacterias.

IV.3.2.6.B.5 Invertebrados

IV.3.2.6.B.5.1 Distribución y composición de especies

Se registraron 4 grupos de invertebrados en las 5 áreas de influencia cercanas a la playa de las zonas de recuperación propuestas, siendo estos equinodermos, esponjas y moluscos y zoántidos. Se registró un total de 12 especies de invertebrados, pertenecientes a 11 géneros y 11 familias. El grupo mejor representado fue el de las esponjas, con 6 especies presentes. La mayor cantidad de especies registradas fue 9 y se registró en el sitio E4´.

Tabla IV - 38. Presencia y abundancia relativa de otros invertebrados en las áreas de influencia cercanas a la playa de las zonas de recuperación propuestas.

Dominante (D)=>20%; Abundante (A)=10-20%; Común (C)= 5-10%; Escasa (E)= 1-5% y Rara (R) = <1%. 1= presencia de la especie en el sitio.

Grupo	Familia	Género	Especie	E1´	E1a´	E2´	E3´	E4´
Equinodermo	Holothuriidae	*Holothuria*	*mexicana*				1	
	Toxopneustidae	*Tripneustes*	*ventricosus*					1
	Aplysinidae	*Aplysina*	*fistularis*	1		1	1	1

Esponja	Clionaidae	*Anthosigmella*	*varians*	1	1	1	1	1
	Dysideidae	*Dysidea*	*etheria*	1				1
	Ircinidae	*Ircinia*	*felix*					1
			strobilina	1	1	1	1	
	Tedaniidae	*Tedania*	*ignis*					1
Molusco	Cassidae	*Cassis*	*sp*					1
	Fasciolariidae	*Pleuroploca*	*gigantea*					1
	Muricidae	*Murex*	*sp*				1	1
Zoántido	Sphenopidae	*Palythoa*	*caribaeorum*		1		1	
Total				**4**	**3**	**3**	**6**	**9**



Figura IV - 137. Especies de invertebrados presentes en las áreas de influencia cercanas a la playa de las zonas de recuperación propuestas. Esponja (der).

IV.3.2.7 Especies de interés particular

Se encontraron 6 especies bajo la categoría "Sujetas a Protección especial" (Pr) y una Amenazada en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y la modificación de su anexo normativo III (DOF, 14/11/2019).

Tabla IV - 39. Especies presentes en el área de estudio que se encuentran en alguna categoría de riesgo en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y la modificación del anexo III de la misma.

TAXA	Especie	Nivel de protección	Tipos de ambientes en los que se encuentran presentes y su abundancia.
Pastos marinos	**Syringodium filiforme*	A	Presente en el SAR en el tipo de ambiente pastizal mixto. ESTRUCTURA E2 (escasa), E3 y E4 (dominante) (Lluvias)

	**Thalassia testudinum*	Pr	Presente en el SAR en el tipo de ambiente pastizal mixto. ESTRUCTURA E1 (común), E2, E3 y E4 (abundante) (Lluvias)
Gorgonáceos	*Plexaura homomalla*	Pr	ESTRUCTURA: E4 abundancia Rara (secas).
	Plexaurella dichotoma	Pr	AMBIENTE: Pastizal mixto, abundancia Rara (lluvias). Laja con algas y gorgonáceos, abundancia Rara (secas).
Peces	*Scarus iseri*	Pr	E4 (común).
	Sparisoma radians	Pr	Banco B (dominante), Banco C (escaso), E1, E2 y E4 (común), E3, (abundante).
	Sparisoma viridae	Pr	Banco B, Banco C observado fuera del transecto. E1 (común), E4 (escaso).

***Cabe señalar que debido a que la afectación a los pastos marinos era alta como se registró en la época de lluvias, se efectuó nuevo muestreo en puntos cercanos a la playa y por ello en la época de secas ya no se registró la presencia de pastos marinos en ninguno de los sitios nuevos muestreados**.

IV.3.2.8 Caracterización biológica general en el SAR marino.

A partir de los muestreos realizados en época de lluvias y secas antes descritos, se realizó el análisis conjunto de los datos obtenidos en ambos periodos de muestreo con el fin de tener el panorama general de la biota existente en el área. El análisis se realizó para el SAR marino y los sitios donde se pretende la instalación de los atenuadores de oleaje y arrecifes artificiales.

El análisis general de la comunidad de organismos arrecifales se realizó considerando los mismos grupos taxonómicos analizados anteriormente. Para estos grupos se determinó la abundancia y diversidad, además de formas de crecimiento, estructura de tallas, condición del organismo y grupos funcionales para los organismos en los que estos parámetros son importantes siguiendo la misma metodología que fue descrita previamente.

IV.3.2.8.1 Escleractinios (corales duros)

IV.3.2.8.1.1 Riqueza, abundancia, composición e índices ecológicos.

Dentro del SAR marino se registaron 14 especies de corales distribuidas en 7 familias y 10 géneros, de las cuales dos se registraron fuera del transecto de muestreo. De las especies observadas, *Siderastrea radians* fue la especie dominante con una abundancia mayor al 20 %. Las especies *Pseudodiploria clivosa, Manicina areolata* y *Montastraea cavernosa* fueron abundantes al presentar una frecuencia entre el 10% y 20 % en el área, mientras *Siderastra sideraea* y *Porites astreoides* registraron una abundacnia entre el 5% y 10%. *S. radians* fue la especie que mostró un porcentaje de cobertura mayor al resto (0.074 %) siguiéndole en menor medida *Pseudodiploria clivosa* (0.026 %)*, Manicina areolata (*0.021%) y *Montastraea cavernosa*

(0.024 %). El porcentaje de cobertura coralina total en el SAR marino fue muy baja con un 0.0046 %. La diversidad de corales en el SAR marino fue de H´=1.9298, con una equitabilidad de J´=0.7313. Los resultados obtenidos se muestran en la siguiente tabla.

Tabla IV - 40. Listado de especies y abundancia relativa de CORALES ESCLERACTINIOS para el SAR marino. D=Dominante (>20%), A=Abundante (10-20%), C=Común (5-10%), E=Escaso (1-5%), R=Raro (<1%).* Especies observadas en el sitio fuera del transecto de muestreo. H´= índice de diversidad de Shanon-Wiener (nits/ind), J´= Índice de equitabilidad de Pielou, R= Riqueza, C= Cobertura (%).

Familia	Género	Especie	Abundancia	C (%)
Agariciidae	*Agaricia*	*agaricites*	R	0.00191
Astrocoeniinae	*Stephanocoenia*	*michelinii*	E	0.00229
Faviidae	*Cladocora*	*arbuscula*	E	0.00574
	Pseudodiploria	*clivosa*	A	0.02600
		strigosa	*	*
	Manicina	*areolata*	A	0.02103
	Montastraea	*cavernosa*	A	0.02486
Meandrinidae	*Dichocoenia*	*stokesii*	R	0.00153
Milleporidae	*Millepora*	*alcicornis*	E	0.00268
		complanata	*	*
Poritidae	*Porites*	*astreoides*	C	0.01491
		porites	E	0.00497
Siderastreidae	*Siderastrea*	*radians*	D	0.07457
		sideraea	C	0.01759
			R	**14**
			H´	**1.9298**
			J´	**0.7313**
			C (%)	**0.0046**

IV.3.2.8.1.2 Estructura de tallas

De las cinco categorías de talla consideradas, en el SAR marino se registraron únicamente cuatro de ellas. Los peces pequeños menores a 5 cm fueron los más abundantes aportando el 48.48 % de la frecuencia total, siguiéndole los de la categoría II con el 37.12 %. Los peces medianos (categoría III) y los peces grandes (categoría V) fueron los menos abundantes presentando un 12.12 % y un 2.27 % respectivamente como se muestra en la siguiente figura.

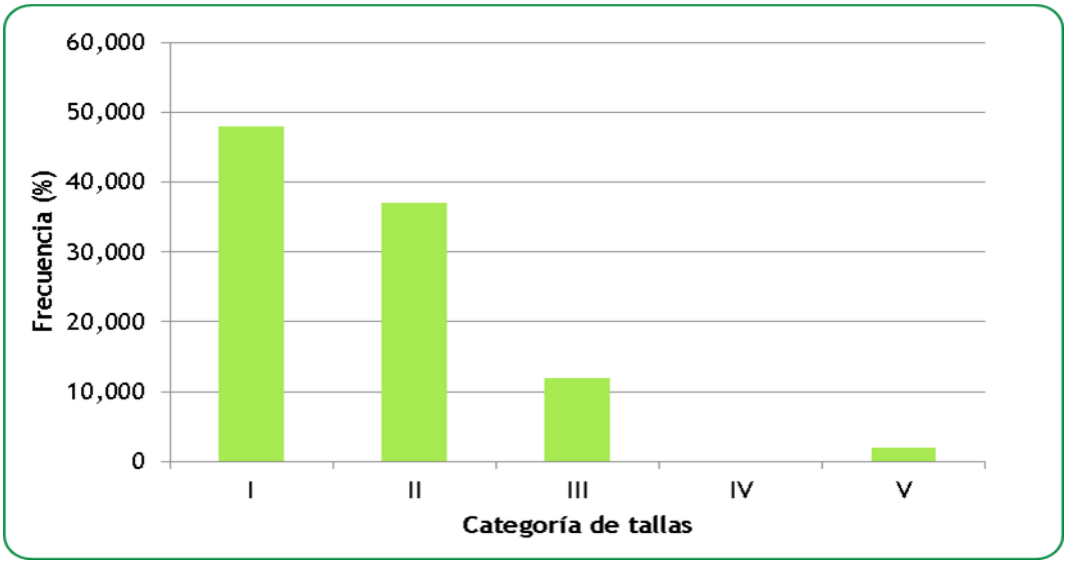


Figura IV - 138. Estructura de tallas para CORALES ESCLERACTINIOS en el SAR marino.
I <5 cm, II=5-10 cm, III=10-20 cm, IV=20-40 cm, V> 40 cm de diámetro.

IV.3.2.8.1.3 Formas de crecimiento

Dentro del SAR marino del proyecto se observaron cuatro formas de crecimiento coralino. Las colonias con crecimiento masivo aportaron el 64.51% y las incrustantes el 28.71% de la frecuencia total. Las colonias digitiformes y ramificadas fueron las menos representadas al aportar 3.22 % y 3.54 % respectivamente. La frecuencia de las distintas formas de crecimiento observadas en el SAR marino se muestra en la siguiente figura.

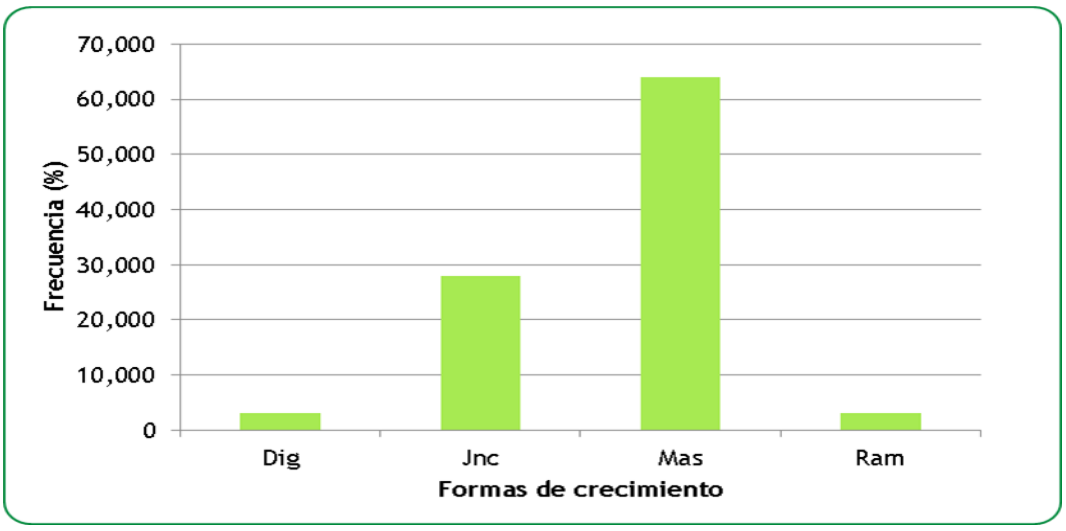


Figura IV - 139. Formas de crecimiento para CORALES ESCLERACTINIOS en el SAR marino.
Dig=Digitiforme, Inc=Incrustante, Mas=Masiva, Ram=Ramificado.

IV.3.2.8.2 Gorgonáceos (Corales blandos)

IV.3.2.8.2.1 Riqueza, abundancia, composición e índices ecológicos.

A través del muestreo realizado en el SAR marino se registraron 3 familias, 10 géneros y 18 especies de corales blandos de las cuales *Pterogorgia anceps* fue la especie dominante presentando más del 20 % de abundancia relativa. *Muriceopsis flavida* y *Gorgonia mariae* fueron especies abundantes (10-20 %) y *Pseudoterogorgia acerosa*, común (5-10%). El resto de las especies presentaron abundancias relativas muy bajas (<5%). Se estimó una densidad de 1.0180 ind/m2, una diversidad de H´= 2.1788 y una quitabilidad de J´= 0.7538 como se observa en la siguiente tabla.

Tabla IV - 41. Listado de especies y abundancia relativa de GORGONÁCEOS para el SAR marino.
D=Dominante (>20%), A=Abundante (10-20%), C=Común (5-10%), E=Escaso (1-5%), R=Raro (<1%). H´= índice de diversidad de Shanon-Wiener (nits/ind), J´= Índice de equitabilidad de Pielou, R= Riqueza, D= densidad (ind/m2).

Familia	Género	Especie	Abundancia
Briareidae	*Briareum*	*asbestinum*	R
Gorgoniidae	*Gorgonia*	*flabellum*	R
		mariae	A
	Pseudopterogorgia	*acerosa*	C
		americana	E
	Pterogorgia	*anceps*	D
		citrina	E
		guadalupensis	E
Plexauridae	*Eunicea*	*calyculata*	R
		laxispica	R
		mammosa	E
		tourneforti	R
	Muricea	*muricata*	E
	Muriceopsis	*flavida*	A
	Plexaura	*flexuosa*	R
	Plexaurella	*dichotoma*	R
		nutans	E
	Pseudoplexaura	*porosa*	R
		R	**18**
		H´	**2.1788**
		J´	**0.7538**
		D (ind/m2)	**1.0180**

IV.3.2.8.2.2 Estructura de tallas.

Las tallas registradas con mayor frecuencia fueron los juveniles (68.84 %) y en menor grado los adultos (29.68 %), y aunque se observaron reclutas, éstos aportaron únicamente el 1.46 % a la frecuencia total como se muestra en la siguiente figura.

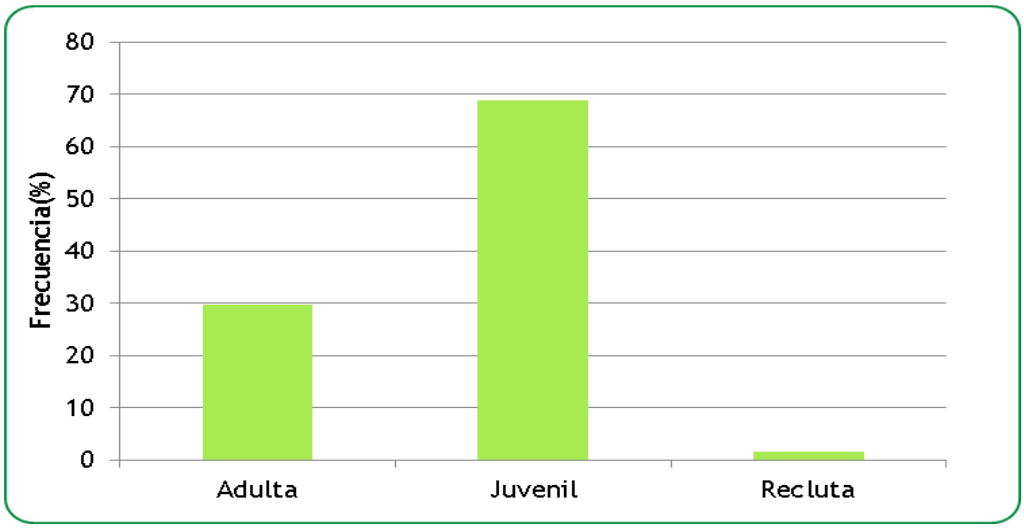


Figura IV - 140. Frecuencia de estructura de tallas para GORGONACEOS en el SAR marino.

IV.3.2.8.2.3 Condición del organismo.

Los gorgonáceos registrados en el SAR marino presentaron sólo algunos individuos con daño por el sobrecrecimiento de algas representando sólo el 1.28 % de la frecuencia, por lo que la mayoría de los individuos se observaron en buenas condiciones y sin daño en tejido (98.71 %) como se muestra en la siguiente figura.

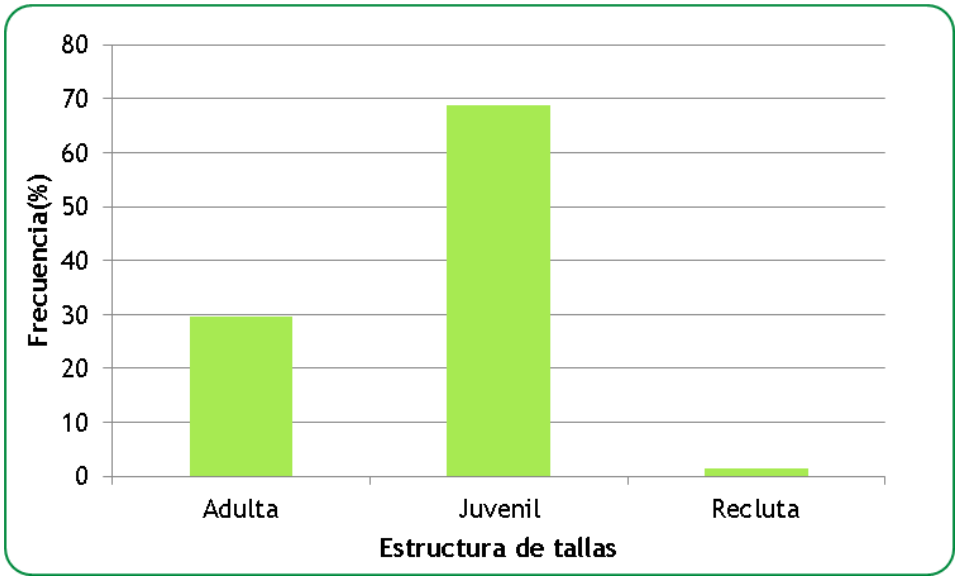


Tabla IV - 42. Condición del organismo para GORGONACEOS en el SAR maribo.
Sana = colonia sin tejido dañado, Daño = presenta algún tipo de afectación.

IV.3.2.8.3 Ictiofauna (peces arrecifales)

IV.3.2.8.3.1 Riqueza, abundancia, composición e índices ecológicos.

Respecto a la ictiofauna, se registró una elevada riqueza específica con 57 especies de peces arrecifales, distribuidas en 20 familias y 35 géneros. De estas especies, 5 se observaron fuera del transecto de muestreo. *Halichoeres bivittatus* fue la especie dominante al presentar más del 20 % de abundancia relativa, mientras *Haemulon flavolineatum* y *Thalassoma bifasciatum* fueron especies abundantes (10 a 20 %). La diversidad en este grupo taxonómico fue de H´= 2.5153 y la equitabilidad de J´=0.6221 debido a la diferencia en las abundancias. En el SAR se presentó una densidad de 0.5361 ind/m2. Los resultados obtenidos se muestran en la tabla siguiente.

Tabla IV - 43. Listado de especies y abundancia relativa de PECES ARRECIFALES para el SAR marino. D=Dominante (>20%), A=Abundante (10-20%), C=Común (5-10%), E=Escaso (1-5%), R=Raro (<1%). H´= índice de diversidad de Shanon-Wiener (nits/ind), J´= Índice de equitabilidad de Pielou, R= Riqueza, D= densidad (ind/m2).

Familia	Género	Especie	Abundancia
Acanthuridae	*Acanthurus*	*chirurgus*	E
		coeruleus	E
Carangidae	*Caranx*	*crysos*	R
		ruber	E
Chaetodontidae	*Chaetodon*	*capistratus*	E
		ocellatus	*
		striatus	R
Diodontidae	*Diodon*	*holocantus*	R
	Diodon	*hystrix*	*
Gerreidae	*Gerres*	*cinereus*	R
Gobiidae	*Ctenogobius*	*saepepallens*	R
	Elacantinus	*prochilos*	R
	Gnatholepis	*cauerensis*	R
Haemulidae	*Anisotremus*	*surinamensis*	R
	Haemulon	*carbonarium*	E
		flavolineatum	A
		macrostomum	R
		plumieri	E
		sciurus	R
Labridae	*Bodianus*	*rufus*	R
	Halichoeres	*bivittatus*	D
		garnoti	R
		maculipinna	R
		pictus	R
		poeyi	E
		radiatus	R
	Lachnolaimus	*maximus*	R
	Thalassoma	*bifasciatum*	A
	Xyrichtys	*martinicensis*	R
	Lutjanus	*analis*	R

Familia	Género	Especie	Abundancia
Lutjanidae	*Ocyurus*	*chrysurus*	R
Malacanthidae	*Malacanthus*	*plumieri*	R
Mullidae	*Pseudopeneus*	*maculatus*	E
Muraenidae	*Gymnothorax*	*miliaris*	*
Ostraciidae	*Lactophrys*	*trigonos*	R
Pomacanthidae	*Holocanthus*	*ciliaris*	R
		tricolor	*
	Pomacanthus	*arcuatus*	R
	Pomacanthus	*paru*	R
Pomacentridae	*Abudefduf*	*saxantilis*	R
	Microspathodon	*chrysurus*	R
	Stegastes	*adustus*	R
	Stegastes	*diencaeus*	R
		leucosticus	R
		partitus	E
		variabilis	R
Scaridae	*Nicholsina*	*usta*	E
	Scorpaena	*plumieri*	R
	Sparisoma	*aurofrenatum*	R
		chrysopterum	R
		radians	E
		rubripinne	R
		viride	E
Scianidae	*Pareques*	*acuminatus*	R
Scorpaenidae	*Pterois*	*volitans*	*
Tetraodontidae	*Canthigaster*	*rostrata*	E
Urobatidae	*Urobatis*	*jamaicensis*	R
		R	**57**
		H´	**2.5153**
		J´	**0.6221**
		D(ind/m2)	**0.5361**

IV.3.2.8.3.2 Estructura de tallas.

Las cinco categorías de talla para la ictiofauna fueron observadas en el SAR marino. Los peces pequeños de las categorías I (58.41 %) y II (26.60 %) fueron los más abundantes aportando en conjunto el 85.02 % de la frecuencia observada. Los peces medianos (categoría III) representaron el 10.69 % de los registros y los peces más grandes de las categorías IV (3.13 %) y V (1.14 %), sólo el 4.28 %.

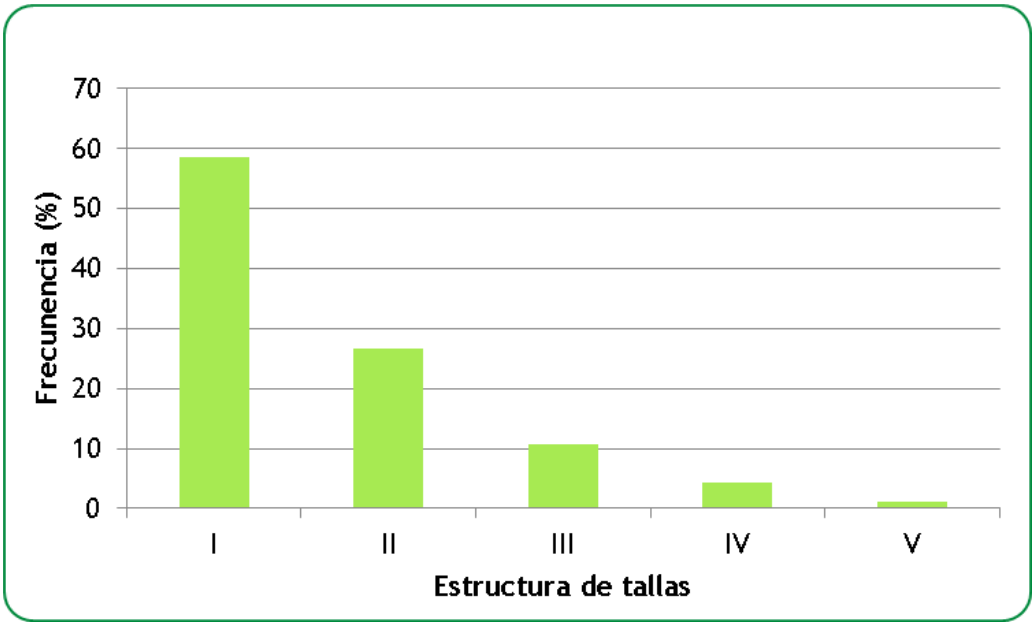


Figura IV - 141. Estructura de tallas para PECES ARRECIFALES para el SAR marino.
I <5 cm, II=5-10 cm, III=10-20 cm, IV=20-30, V>25 cm de longitud.

IV.3.2.8.3.3 Grupos funcionales.

Se identificaron cuatro grupos tróficos, de los cuales, los peces bentófagos fueron dominantes presentando una mayor frecuencia con un valor de 75.21 %. El resto de los grupos aportó porcentajes menores. Los peces herbívoros tuvieron el 11.03 % de la frecuencia, los omnívoros el 10.11 % y los piscívoros el 3.63 % como se observa en la siguiente figura.

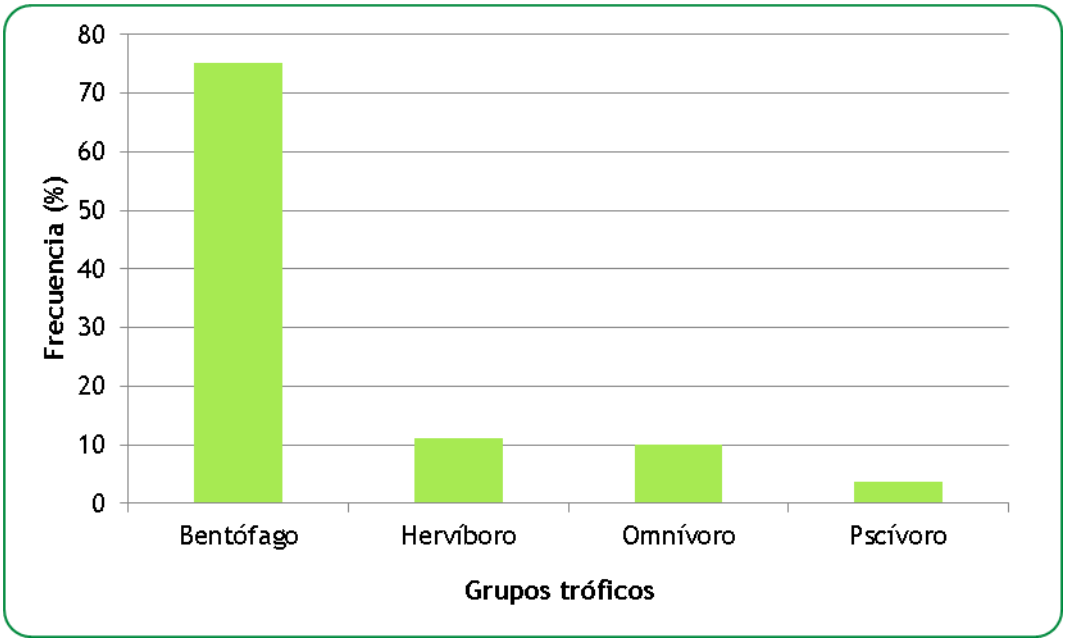


Figura IV - 142. Grupos tróficos para PECES ARRECIFALES en el SAR marino.

IV.3.2.8.4 Vegetación marina (Macroalgas y Pastos marinos)

IV.3.2.8.4.1 Riqueza, abundancia, composición e índices ecológicos.

La riqueza específica en la vegetación marina fue alta al presentar 76 especies distribuidas en 40 géneros. La división Chlorophyta (algas verdes) fue el grupo que presentó un mayor número de especies (39). Dentro de los grupos considerados, la mayoría de las especies se registraron con una abundancia muy baja (menor al 5%) siendo escasas o raras, sin existir especies dominantes (abundancia mayor al 20 %). Sólo tres espcies presentaron entre el 10 y 20 % de la frecuencia observada: los pastos marinos *Syringodium filiforme* y *Thalassia testudinum* y el alga roja *Dasya ocellata*, especies que asimismo obtuvieron el mayor porcentaje de cobertura. La diversidad para este grupo fue de H´=3.1365 y la equitabilidad de J´= 0.7242. El porcentaje de cobertura vegetal fue de 49.86 %, resultados mostrados en la tabla siguiente.

Tabla IV - 44. Listado de especies y abundancia relativa de la VEGETACIÓN MARINA para el SAR marino. D=Dominante (>20%), A=Abundante (10-20%), C=Común (5-10%), E=Escaso (1-5%), R=Raro (<1%). H´= índice de diversidad de Shanon-Wiener (nits/ind), J´= Índice de equitabilidad de Pielou, R= Riqueza, C= porcentaje de cobertura.

División	Género	Especie	Abundancia	C (%)
Chlorophyta	*Acetabularia*	*crenulata*	R	0.0900
		sp.	R	0.0386
	Avrainvillea	*asarifolia*	E	0.5016
		fibrosa	R	0.0514
		longicaulis	R	0.1029
	Caulerpa	*cupressoides*	R	0.1415
		mexicana	R	0.4502
		paspaloides	R	0.0257
		prolifera	E	1.5305
		racemosa	R	0.0257
		sertulariodes	R	0.0129
		verticillata	R	0.0514
	Codium	*repens*	R	0.2444
	Dasycladus	*vermicularis*	E	0.5145
	Derbesia	*sp.*	E	1.4405
	Dictyosphaeria	*cavernosa*	R	0.1158
	Enteromorpha	*sp.*	R	0.1158
	Halimeda	*discoidea*	R	0.3859
		goreaui	R	0.0386
		gracilis	R	0.3987
		incrassata	C	3.1383
		lacrimosa	R	0.2315
		monile	R	0.0257
		opuntia	R	0.4116

División	Género	Especie	Abundancia	C (%)
		scabra	R	0.2572
		tuna	E	2.0579
	Neomeris	*anulata*	R	0.0900
	Penicillus	*capitatus*	R	0.3344
		dumetosus	E	1.1961
		lamourouxii	R	0.1158
		pyriformis	R	0.0386
	Rhipilia	*tomentosa*	E	1.3633
	Rhipocephalus	*phoenix*	E	1.7492
	Udotea	*cyathiformis*	E	1.0289
		fibrosa	E	1.1061
		flabellum	R	0.0257
		occidentalis	R	0.0257
		wilsoni	R	0.0257
	Valonia	*macrophysa*	R	0.0257
Phaeophyta	*Dictyopteris*	*justii*	R	0.0514
	Dictyota	*bartayresiana*	R	0.0129
		caribaea	R	0.4759
		cervicornis	R	0.0900
		crenulata	R	0.3344
		crispata	R	0.0643
		menstrualis	R	0.0129
		pinnatifida	R	0.0643
		pulchella	R	0.1543
	Hypnea	*cervicornis*	R	0.1158
	Lobophora	*variegata*	R	0.2701
	Sargassum	*fluitans*	E	0.6688
		natans	R	0.0129
		platicarpum	R	0.0129
		polyceratium	R	0.0257
	Stypopodium	*zonale*	R	0.0129
	Turbinaria	*turbinata*	R	0.0257
Rhodophyta	*Acanthophora*	*spicifera*	E	0.7588
	Amphiroa	*fragilissima*	R	0.0129
		rigida	R	0.2058
	Asparagopsis	*taxiformis*	R	0.0386
	Bryothamnion	*triquetrum*	R	0.2701
	Ceramium	*nitens*	R	0.0772
	Chondria	*sp.*	R	0.1286
	Dasya	*harveyi*	E	1.4277
	Dasya	*ocellata*	A	5.5563

División	Género	Especie	Abundancia	C (%)
	Galaxaura	*sp.*	R	0.0900
	Gracilaria	*sp.*	R	0.0257
	Halymenia	*sp.*	R	0.0257
	Heterosiphonia	*gibbesi*	E	0.8489
	Hypnea	*cervicornis*	R	0.2315
	Laurencia	*papillosa*	E	1.1447
		poiteaui	E	0.9132
	Liagora	*sp.*	R	0.0643
Magnoliophyta	*Syringodium*	*filiforme*	A	9.6720
	Thalassia	*testudinum*	A	6.1350
Cyanobacteria	*Lyngbya*	*sp.*	R	0.3087
			R	**76**
			H´	**3.1365**
			J´	**0.7242**
			C (%)	**49.8649**

IV.3.2.8.4.2 Grupos funcionales.

El análisis de grupos funcionales para macroalgas muestra una abundancia mayor de pastos marinos (31.69 %), algas verdes calcáreas (29.61 %) y en menor grado de algas rojas carnosas (21.20 %) que en conjunto aportan el 82.51 % de la frecuencia total. Las algas verdes carnosas, las algas cafés, y las cianofitas estuvieron presentes en baja abundancia con valores de 9.54 %, 4.61% y 0.62 %, respectivamente (Figura siguiente).

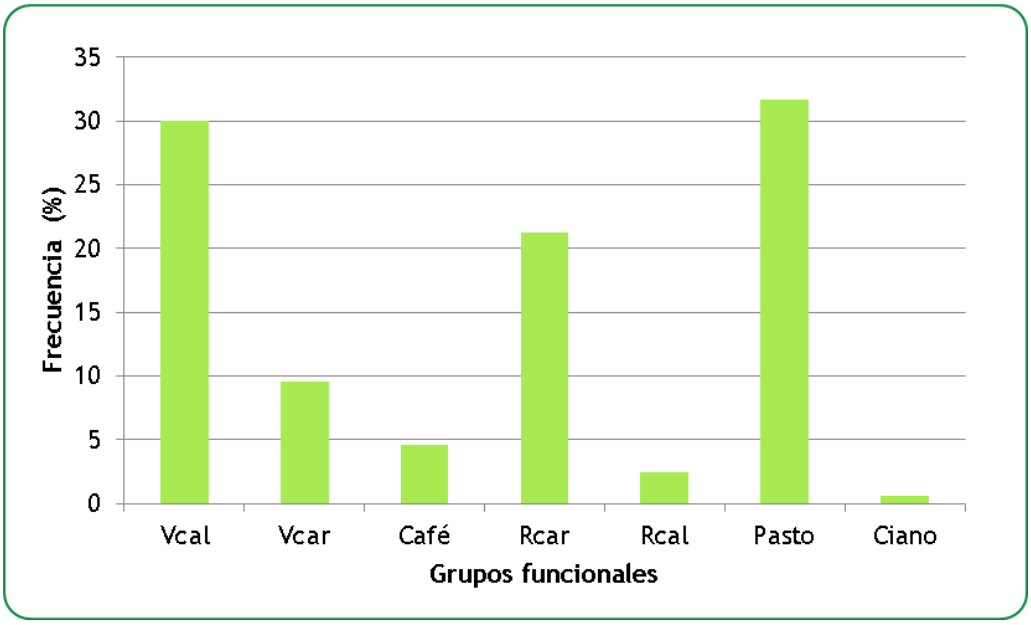


Figura IV - 143. Grupos funcionales para VEGETACIÓN MARINA en el SAR marino.
Vcar=Clorofitas carnosas, Vcal=Clorifitas calcáreas, Rcar=Rodofitas carnosas, Rcal=Rodofitas calcáreas, Café=Feofitas, Pasto=Magnoliofitas, Ciano=Cianobacterias

IV.3.2.8.5 Otros invertebrados.

IV.3.2.8.5.1 Riqueza y composición de especies.

Respecto a otros invertebrados, en el SAR marino se registraron 45 especies distribuidas en 38 familias y 40 géneros. Se registraron organismos pertenecientes a siete grupos distintos, de los cuales las esponjas fueron las más abundantes con 18 especies presentes.

Tabla IV - 45. Listado de especies de INVERTEBRADOS para el SAR marino.

Grupo	Familia	Género	Especie
Anélido	Amphinomidae	*Hermodice*	*carunculata*
	Sabellidae	*Bispira*	*brunnea*
	Serpulidae	*Spirobranchus*	*giganteus*
Anémona	Actiniidae	*Condylactis*	*gigantea*
	Aiptasiidae	*Bartholomea*	*lucida*
	Stichodactylidae	*Stichodactyla*	*helianthus*
Coralimorfo	Ricordeidae	*Ricordea*	*florida*
Crustáceo	Diogenidae	*Paguristes*	*sp*
	Inachidae	*Stenorhynchus*	*seticornis*
	Palaemonidae	*Periclimenes*	*yucatanicus*
	Palinuridae	*Panulirus*	*argus*
Equinodermo	Cidaridae	*Eucidaris*	*tribuloides*
	Diadematidae	*Diadema*	*antillarum*
	Echinometridae	*Echinometra*	*viridis*
	Oreasteridae	*Oreaster*	*reticulatus*
	Toxopneustidae	*Tripneustes*	*ventricosus*
Esponja	Agelasidae	*Agelas*	*clathrodes*
	Aplysinidae	*Aplysina*	*fistularis*
		Aplysina	*fulva*
		Aplysina	*cauliformis*
	Axinellidae	*Dragmacidon*	*sp*
		Ptilocaulis	*sp*
	Callyspongiidae	*Callyspongia*	*plicifera*
		Callyspongia	*vaginalis*
	Clathrinidae	*Clathrina*	*canariensis*
	Clionaidae	*Cliona*	*caribbaea*
		Anthosigmella	*varians*
	Crambeidae	*Monanchora*	*arbuscula*
	Desmacididae	*Desmapsamma*	*anchorata*
	Dysideidae	*Dysidea*	*etheria*
	Lotrochotidae	*Iotrochota*	*birotulata*
	Irciniidae	*Ircinia*	*strobilina*
		Ircinia	*campana*
	Irciniidae	*Ircinia*	*felix*
	Niphatidae	*Amphimedon*	*compressa*

Grupo	Familia	Género	Especie
		Niphates	*digitalis*
	Pseudoceratinidae	*Pseudoceratina*	*crassa*
	Tedaniidae	*Tedania*	*ignis*
	Thorectidae	*Hyrtios*	*violaceus*
Molusco	Cassidae	*Cassis*	*sp*
	Cerithiidae	*Cerithium*	*sp*
	Conidae	*Conus*	*sp*
	Ovulidae	*Cyphoma*	*gibbosum*
	Ranellidae	*Charonia*	*variegata*
	Strombidae	*Strombus*	*gigas*

IV.3.2.9 Caracterización biológica general de las áreas de influencia de las estructuras para el mejoramiento de playa.

IV.3.2.9.1 Corales duros (escleractinios)

IV.3.2.9.1.1 Riqueza, abundancia, composición e índices ecológicos.

En las áreas de influencia de las estructuras para el mejoramiento de playa se observaron 9 especies en total pertenecientes a 6 familias y 7 géneros. La diversidad total (H´) se estimó en 1.3121, la equitabilidad (J´) en 0.5972 y la cobertura coralina en 0.6344 %.

Los sitios E2 y E3 presentaron el mayor número de especies de manera particular (5) y E1, ubicado en la parte norte del SAR marino, el número más bajo (3). La diversidad y la equitabilidad no presentaron el mismo comportamiento ya que se observó una gradación desde E1 hasta E4, siendo este último el que presentó los valores mayores (H´= 1.4080 y J´=1.01).

El porcentaje de cobertura coralina fue diferencial entre los sitios, observándose el mayor porcentaje en E2 con un valor de 0.2159%, siguiéndole E1 con 0.1907 %.

Siderastrea radians fue la especie que presentó una abundancia relativa mayor al 20 % de la frecuencia registrada, tanto para cada sitio como de manera global. Esta dominancia fue compartida con otras especies de manera particular en los sitios E2, (*Manicina areolata*), E3 (*Siderastrea sideraea*) y E4 (*Siderastrea sideraea* y *Porites astreoides*) como se observa en la siguiente tabla.

Tabla IV - 46. Listado de especies y abundancia relativa de CORALES para el SAR marino. D=Dominante (>20%), A=Abundante (10-20%), C=Común (5-10%), E=Escaso (1-5%), R=Raro (<1%). H´= índice de diversidad de Shanon-Wiener (nits/ind), J´= Índice de equitabilidad de Pielou, R= Riqueza, C= porcentaje de cobertura.

Familia	Género	Especie	E1	E2	E3	E4	Total
Astrocoeniinae	*Stephanocoenia*	*michelinii*			E		E
Faviidae	*Manicina*	*areolata*	*	D	C	E	E
	Pseudodiploria	*strigosa*		*	A		E
Meandrinidae	*Dichocoenia*	*stokesii*				*	*
Poritidae	*Porites*	*astreoides*	*	*		D	E
		porites		E			R

Siderastreidae	*Siderastrea*	*radians*	D	D	D	D	D
		sideraea	E	A	D	D	A
Milleporidae	*Millepora*	*alcicornis*	C	C		C	E
		R	**3**	**5**	**5**	**4**	**9**
		H´	**0.3588**	**1.2947**	**1.3121**	**1.4080**	**1.3121**
		J´	**0.3266**	**0.8045**	**0.8153**	**1.0157**	**0.5972**
		C (%)	**0.1907**	**0.0954**	**0.2159**	**0.1232**	**0.6344**

IV.3.2.9.1.2 Estructura de tallas.

En el análisis global de las áreas de influencia de las estructuras de recuperación de playa, se observaron cinco categorías de talla, siendo los peces de tamaño pequeño de las categorías I y II los que dominaron en el área y presentaron una mayor abundancia con valores de 59.85 % y 29.55 % respectivamente, aportando en conjunto el 89.39 %. Las categorías III (7.58 %), IV (2.27%) y V (0.76 %) fueron las tallas menos abundantes.

En los sitios E1, E2 y E3, las categorías I y II fueron dominantes, mientras en los sitios E3 y E4, la categoría uno fue la que presentó una mayor frecuencia respecto al resto. En E1 se registraron sólo tres categorías de tallas (I, II y III). La categoría I aportó el 56%, la categoría II el 40 % y la categoría III el 4 %. En E2 se registraron asimismo tres categorías de talla en donde los peces pequeños de la categoría I (40%) y de la categoría II (50%) aportaron el 90 % de la abundancia registrada. En el sitio E3, se registró el espectro completo; los peces pequeños entre 1 y 5 cm (categoría I) aportaron el 56.41 %, los que presentaron una talla entre 5 y 10 cm el 28.21 %, los que se ubicaron entre 10 y 20 cm el 7.69 % y los peces de mayor tamaño (Categorías IV y V) el 7.69 % restante. El sitio E4 fue dominado por peces de la categoría I con una contribución de 81.58 %.

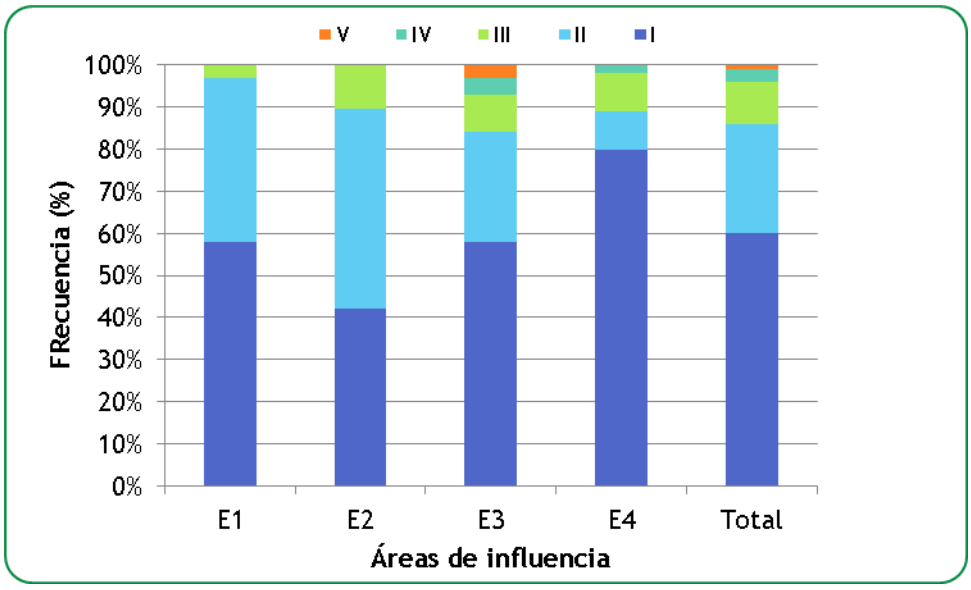


Figura IV - 144. Estructura de tallas para CORALES ESCLERACTINIOS en las áreas de influencia de las estructuras para la recuperación de playas.

I <5 cm, II=5-10 cm, III=10-20 cm, IV=20-40 cm, V> 40 cm de diámetro.

IV.3.2.9.1.3 Formas de crecimiento.

Se observaron cuatro formas de crecimiento coralino, de las cuales, los corales incrustantes fueron los que presentaron una mayor abundancia en todos los sitios y de manera global.

En los sitios E1y E3 se presentaron sólo corales masivos e incrustantes, siendo estos últimos los de mayor abundancia (73.91% y 72.09 % respectivamente). En E2, las cuatro formas de crecimiento estuvieron presentes. En esta zona los corales incrustantes aportaron el 58.82 %, los masivos el 32.35 %, los digitiformes el 5.88 % y los amificados el 2.94 %. En E4, los corales incrustantes (72.76 %) y masivos (25%) fueron más abundantes que los corales ramificados (2.27 %) como se muestra en la figura siguiente.

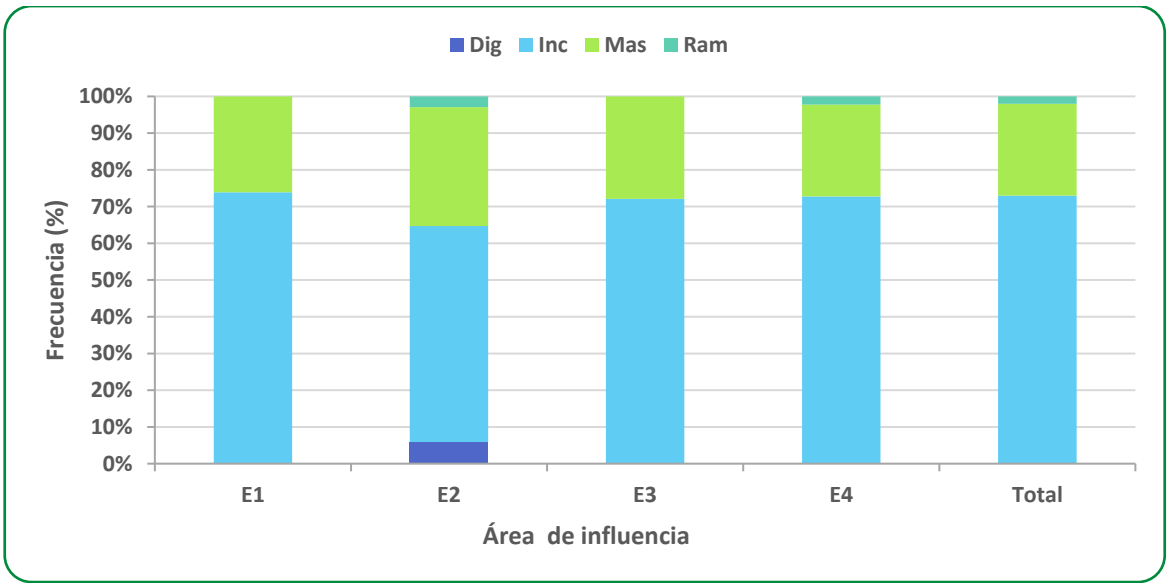


Figura IV - 145. Formas de crecimiento para CORALES ESCLERACTINIOS en las áreas de influencia de las estructuras para la recuperación de playas.

Dig=Digitiforme, Inc=Incrustante, Mas=Masiva, Ram=Ramificado.

IV.3.2.9.2 Gorgonáceos.

IV.3.2.9.2.1 Riqueza, abundancia, composición e índices ecológicos.

De manera global, los gorgonáceos, presentaron una riqueza de 19 especies pertenecientes a 3 familias y 11 géneros. De estas especies, *Gorgonia mariae* y *Pterogorgia anceps* fueron las que presentaron una frecuencia mayor al 20 % y por lo tanto fueron dominantes en el área. *Pterogorgia citrina* fue una especie abundante y el resto escasas o raras por la baja abundancia relativa registrada. La diversidad global obtenida fue de H´= 1.8174 y la equitabilidad de J´= 0.6172. Se estimó una densidad de 1.72 ind/m2.

La abundancia de las especies varió entre sitios. *G. mariae* y *P. citrina* fueron las especies más abundantes en los sitios E2 y E3. En el sitio E1, *P. anceps* fue dominante y en menor grado *P. guadalupensis* al ser abundante. En el sitio E4, *Plexaurella nutans* fue

dominante (más del 20 %) mientras *Eunicea mammosa* y *P. citrina* abundantes (entre el 10% y 20 %).

Los valores mayores de diversidad y equitabilidad se presentaron en el sitio E4 (H´= 2.2955, J´=0.8279) y la mayor densidad en el sitio E3 (3.08 ind/m2).

Tabla IV - 47. Listado de especies y abundancia relativa de GORGONACEOS en las áreas de influencia de las estructuras para la recuperación de playas.

D=Dominante (>20%), A=Abundante (10-20%), C=Común (5-10%), E=Escaso (1-5%), R=Raro (<1%). H´= índice de diversidad de Shanon-Wiener (nits/ind), J´= Índice de equitabilidad de Pielou, R= Riqueza, D= densidad (ind/m2).

Familia	Género	Especie	E1	E2	E3	E4	Total
Briareidae	*Briareum*	*asbestinum*			R	R	R
Gorgoniidae	*Gorgonia*	*flabellum*			R		R
		mariae		D	D	E	D
	Pseudopterogorgia	*acerosa*	E	R	R	E	E
		americana	R		E	E	E
	Pterogorgia	*anceps*	D	E	R	E	D
		citrina	E	D	D	A	A
		guadalupensis	A				E
Plexauridae	*Eunicea*	*calyculata*				E	R
		laxispica			R	E	R
		mammosa				A	E
		tourneforti		R	R	C	E
	Muricea	*muricata*		R		E	R
	Muriceopsis	*flavida*	E			C	E
	Plexaura	*flexuosa*		R		R	R
		homomalla				E	R
	Plexaurella	*nutans*		E	E	D	E
	Pseudoplexaura	*porosa*		C	R	E	E
	Pterogorgia	*citrina*	R				R
		R	**7**	**9**	**11**	**16**	**19**
		H´	**0.8284**	**1.1971**	**0.8429**	**2.2955**	**1.8174**
		J´	**0.4257**	**0.5448**	**0.3515**	**0.8279**	**0.6172**
		D (ind/m2)	**1.8717**	**1.3742**	**3.0864**	**0.8**	**1.7266**

IV.3.2.9.2.2 Estructura de talla.

En todos los casos las tallas con mayor frecuencia fueron las de los individuos juveniles y aunque se registraron reclutas, éstos aportaron un porcentaje muy bajo en los sitios donde estuvieron presentes (E1=1.50 %, E2= 3.13 % y E3 =4.55 %).

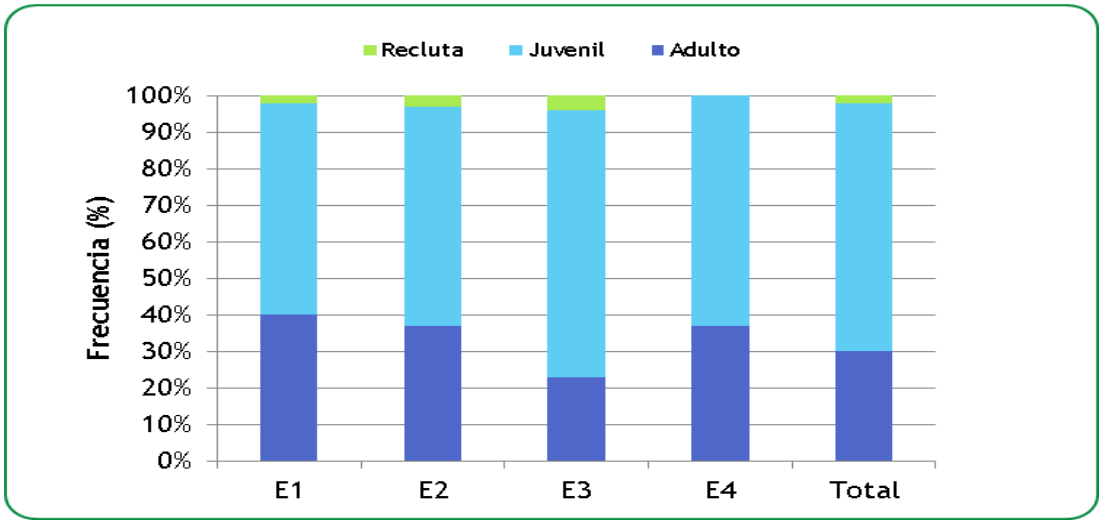


Figura IV - 146. Frecuencia de estructura de tallas para GORGONACEOS en las áreas de influencia de las estructuras para la recuperación de playas.

IV.3.2.9.2.3 Condición del organismo.

Se encontraron colonias dañadas en los cuatro sitios, sin embargo, en todos los casos estas colonias contribuyeron con menos del 3 % de la frecuencia en cada sitio y de manera global, teniéndose de esta forma una mayor abundancia de colonias sanas.

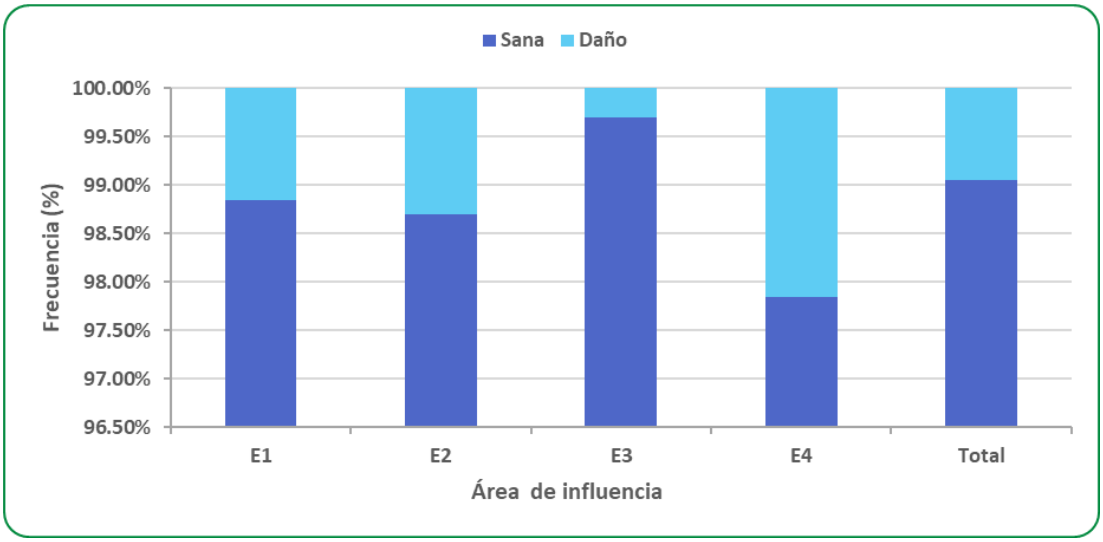


Figura IV - 147. Condición del organismo para GORGONACEOS en las áreas de influencia de las estructuras para la recuperación de playas.

Sana = colonia sin tejido dañado, Daño = presenta algún tipo de afectación.

IV.3.2.9.3 Ictiofauna.

IV.3.2.9.3.1 Riqueza, abundancia, composición e índices ecológicos.

En lo que respecta a los peces arrecifales, se registró una riqueza total de 23 especies distribuidas en 14 familias y 20 géneros. La mayor riqueza y diversidad se observaron en los sitios E4 (R= 17, H´=2.1892) y E3 (R=12, H´= 1.7734). La mayor equitabilidad se estimó en E2 (J´= 0.7847) y la menor en E1 (J´= 0.7015). La cantidad de individuos por área también fue

variable, obteniéndose el valor mayor en E4 con 0.4208 ind/m2. La densidad total fue de 0.3284 ind/m2. Los resultados obtenidos se muestran a continuación.

Tabla IV - 48. Listado de especies y abundancia relativa de PECES ARRECIFALES en las áreas de influencia de las estructuras para la recuperación de playas, con base en su abundancia relativa.

D=Dominante (>20%), A=Abundante (10-20%), C=Común (5-10%), E=Escaso (1-5%), R=Raro (<1%). H´= índice de diversidad de Shanon-Wiener (nits/ind), J´= Índice de equitabilidad de Pielou, R= Riqueza, D= densidad (ind/m2).

Familia	Género	Especie	E1	E2	E3	E4	Total
Acanthuridae	*Acantarus*	*chirurgus*				E	E
Carangidae	*Caranx*	*ruber*		D	E		E
Chaetodontidae	*Chaetodon*	*capistratus*	E		E	E	E
Gerreidae	*Gerres*	*cinereus*	E	D			E
Haemulidae	*Anisotremus*	*surinamensis*				R	R
	Haemulon	*flavolineatum*	D			A	A
		plumierii			C	E	E
		sciurus			A		E
Labridae	*Halichoeres*	*bivittatus*	D	A	D	D	D
		poeyi		E	C	E	E
	Thalassoma	*bifasciatum*				E	E
Lutjanidae	*Ocyurus*	*chrysurus*				E	E
Mullidae	*Pseudopeneus*	*maculatus*				R	R
Pomacanthidae	*Holocanthus*	*ciliaris*			*		*
	Pomacanthus	*paru*			E		R
Pomacentridae	*Stegastes*	*adustus*			E		R
		variabilis				R	R
Scaridae	*Nicholsina*	*usta*				C	E
	Scarus	*iseri*				E	E
	Scorpaena	*plumieri*			E		R
	Sparisoma	*radians*	E	E	C	E	E
		viride	E			E	E
Scianidae	*Pareques*	*acuminatus*			E	E	E
Tetraodontidae	*Canthigaster*	*rostrata*		E	E	E	E
Urobatidae	*Urobatis*	*jamaicensis*				*	*
		R	**6**	**6**	**12**	**17**	**23**
		H´	**1.2568**	**1.4059**	**1.7734**	**2.1892**	**2.2318**
		J´	**0.7015**	**0.7847**	**0.7137**	**0.7727**	**0.7118**
		D (ind/m2)	**0.3280**	**0.1571**	**0.3388**	**0.4208**	**0.3284**

IV.3.2.9.3.2 Estructura de tallas

En el análisis global y en el sitio E3, se registró el espectro completo de las tallas, mientras en E4, cuatro categorías y en E1 y E2, sólo tres de ellas. Los peces de la categoría I dominaron los sitios E1 (43.75 %), E3 (60.66 %) y E4 (76.24 %) y en el análisis total (59.68 %),

no así en E2 donde los peces medianos aportaron el valor mayor (40.91 %). Los peces de tallas grandes contribuyeron con porcentajes menores al 6% en E3 y de manera global.

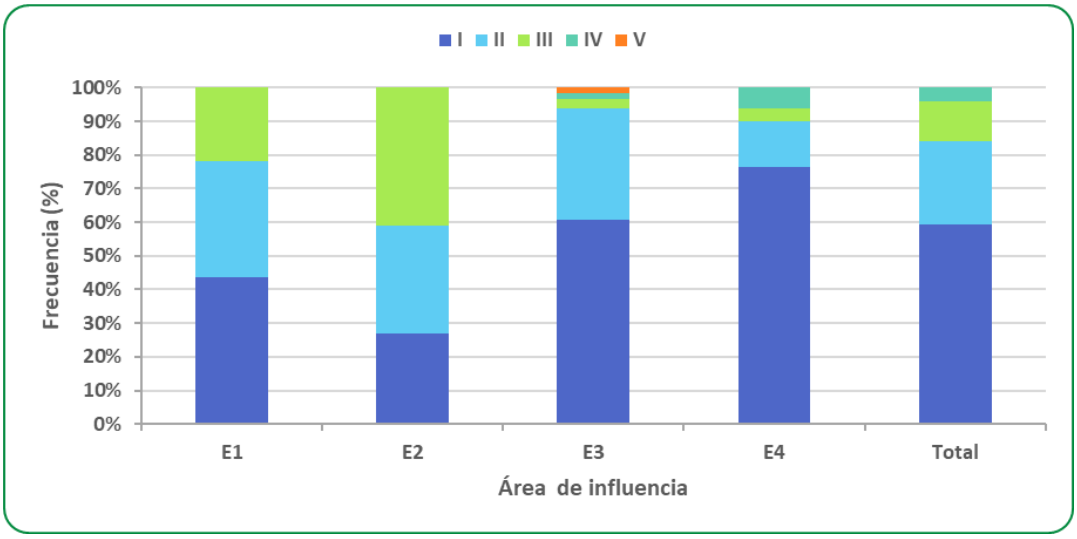


Figura IV - 148. Estructura de tallas para PECES ARRECIFALES en las áreas de influencia de las estructuras para la recuperación de playas.

I <5 cm, II=5-10 cm, III=10-20 cm, IV=20-30, V>25 cm de longitud.

IV.3.2.9.3.3 Estructura de tallas Grupos funcionales

En las áreas de influencia de las estructuras para la recuperación de playas se observaron cuatro grupos tróficos, encontrándose el espectro completo sólo en tres de los sitios (E2, E3 y E4) y en el análisis global. En estos sitios los peces bentófagos fueron los que presentaron el mayor valor de la frecuencia total en cada caso (E1 = 82.81 %, E3 = 81.97 % y E4 = 70.16 %). El resto de los grupos funcionales contribuyeron con un porcentaje muy bajo (<11%). En el sitio E2, se observó una composición distinta a los otros sitios en donde los organismos piscívoros (45.45 %) y omnívoros (31.82 %) contribuyeron con el 77.27 % de la frecuencia siendo los grupos más abundantes.

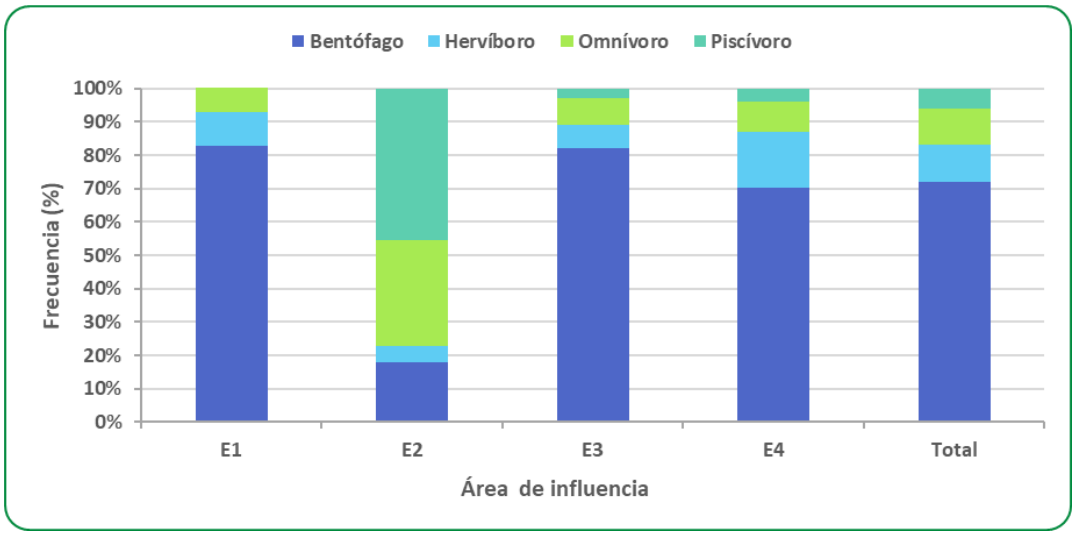


Figura IV - 149. Grupos tróficos para PECES ARRECIFALES en las áreas de influencia de las estructuras para la recuperación de playas.

IV.3.2.9.4 Vegetación marina

IV.3.2.9.4.1 Riqueza, abundancia, composición e índices ecológicos.

La riqueza total registrada fue de 47 especies pertenecientes a 5 divisiones y 28 géneros. Las algas verdes de la división chlorophyta presentaron el número mayor de especies con un valor de 25. En el análisis global se obtuvo una diversidad de H´= 3.0142, una equitabilidad de J´= 0.7829 y un porcentaje de cobertura vegetal de 62.51%.

El número de especies por sitio fue variable, observándose la mayor riqueza en E4 (R=34) y en segundo lugar en E3 (R=25), sitios en donde la diversidad también fue superior al resto (H´= 2.7446 y H'= 2.5225 respectivamente). En el sitio E1 la equitabilidad estimada fue de J´= 0.8479 siendo el valor mayor comparado con el resto de los sitios. La cobertura vegetal en E1 fue la más baja con un valor de 39.4 %, registrándose la más alta en E3 con el 80.25 %.

En el análisis general no se presentaron especies que aportaran más del 20% de la frecuencia, por lo que no se registraron especies dominantes, únicamente especies abundantes (entre el 10 y 20 % de la frecuencia) como el alga verde *Rhipilia tomentosa*, el alga roja *Dasya ocellata* y al pasto marino *Syringodium filiforme*. De manera particular en cada sitio, las especies dominantes presentaron algunas diferencias. En E1 la especie que mayor abundacia relativa (>20 %) presentó fue *Acanthophora spicifera,* seguida de *Halimeda tuna* como especie abundante (10- 20%). Por otro lado, *Rhipilia tomentosa* (especie dominante) y Amphiroa rigida (especie abundante) fueron especies en las que su abundancia relativa fue importante en el sitio E2. En los sitios E3 y E4, el pasto marino de la especie *Syringodium filiforme* fue dominante al registrarse la mayor abundancia relativa.

Los resultados obtenidos se muestran en la siguiente tabla.

Tabla IV - 49. Listado de especies de VEGETACIÓN MARINA y estimaciones de abundancia en las áreas de influencia de las estructuras para la recuperación de playas, con base en su cobertura relativa.
Dominante (D)=>20%; Abundante (A)=10-20%; Común (C)= 5-10%; Escasa (E)= 1-5% y Rara (R) = <1%. H´= índice de diversidad de Shanon-Wiener (nits/ind), J´= Índice de equitabilidad de Pielou, R= Riqueza, C= porcentaje de cobertura vegetal.

División	Género	Especie	E1	E2	E3	E4	Total
	Avrainvillea	*asarifolia*	E		R		R
		fibrosa	E				R
	Batophora	*occidentalis*				E	R
	Caulerpa	*cupressoides*		R	R	R	R
		mexicana	C	R		R	E
		paspaloides			R		R
		prolifera	C	R	E	E	E
	Codium	*repens*				E	R
	Dasycladus	*vermicularis*	E				R
	Dictyosphaeria	*cavernosa*		R		R	R
		discoidea		E	E	E	E
		gracilis	C	E	R	E	E
		incrassata	E	C	E	E	E

División	Género	Especie	E1	E2	E3	E4	Total
Chlorophyta	*Halimeda*	*lacrimosa*				R	R
		opuntia	R	E	E		E
		scabra			R		R
		tuna	A	C	E	C	C
	Penicillus	*capitatus*				R	R
		dumetosus		R	E	E	E
	Rhipilia	*tomentosa*		D	A	E	A
	Rhipocephalus	*phoenix*			R	E	R
	Udotea	*cyathiformis*				E	R
		fibrosa	C	R	R	E	E
		occidentalis	E				R
	Valonia	*macrophysa*	R	R	R	R	R
Phaeophyta	*Dictyosphaeria*	*cavernosa*			R	R	R
	Dictyota	*caribaea*			C	R	E
		crenulata				R	R
		crispata				E	R
		pulchella			E		R
	Sargassum	*fluitans*			R		R
		natans	R			R	R
Rhodophyta	*Acanthophora*	*spicifera*	D			E	E
	Amphiroa	*fragilissima*				R	R
		rigida		A	C		E
	Asparagopsis	*taxiformis*			R	R	R
	Bryothamnion	*triquetrum*	C			E	E
	Ceramium	*nitens*	E				R
	Dasya	*harveyi*				E	E
		ocellata	C	C	C	A	A
	Halymenia	*sp.*				R	R
	Hydrolithon	*boergueseni*		E			R
	Laurencia	*poiteaui*				R	R
	Neogoniolithon	*strictum*		E			R
Magnoliophyta	*Syringodium*	*filiforme*		E	D	D	A
	Thalassia	*testudinum*	C	A	A	A	C
Cyanobacteria	*Lyngbya*	*sp.*			E	E	E
		R	**18**	**19**	**25**	**34**	**47**
		H´	**2.4508**	**2.1979**	**2.5225**	**2.7466**	**3.0142**
		J´	**0.8479**	**0.7465**	**0.7837**	**0.7789**	**0.7829**
		C (%)	**39.40**	**55.73**	**80.25**	**77.26**	**62.51**

En el caso de los pastos marinos debido a que la afectación a éstos era alta como se registró en la época de lluvias, se efectuó un nuevo muestreo con ubicaciones más cercanas a la playa y por ello en la época de secas ya no se registró la presencia de pastos marinos en ninguno de los sitios muestreados. Es por ello que, en este análisis, se reporta la presencia de las *magnoliophytas* en las cuatro estructuras debido a que como se menciona previamente se conjuntaron las dos épocas de muestreo para obtener la abundancia general en cada una de las estructuras.

IV.3.2.9.4.2 Grupos funcionales

En los sitios E3 y E4 y en consecuencia en el análisis total, se registraron seis grupos funcionales, mientras en E1 y E2 sólo cinco de ellos. De manera global, las algas verdes calcáreas representadas por los géneros *Penicilus, Halimeda, Udotea y Rhipocephalus* aportaron el mayor porcentaje de la frecuencia (30.94 %), seguidos por los pastos marinos (21.19 %). Las rodofitas carnosas aportaron el 18.35 %, las clorofitas carnosas el 15.04 %, las rodofitas calcáreas el 8.51% y las feofitas el 5.96 %.

En los sitios, el aporte de cada uno de los grupos funcionales fue distinto, aunque se observó un ligero decremento de las algas verdes calcáreas de norte a sur (E1=37.06 %, E2= 33.49 %, E3= 29.07 % y E4= 27.51 %). En el caso de las clorofitas carnosas y de las rodofitas calcáreas el mayor porcentaje se observó en E2 con valores de 31.10 % y 17.22 %, respectivamente. Los pastos marinos se registraron en los sitios E2, E3 y E4 siendo más abundantes en el sitio E3 (33.23 %) y menos en el E2 (10.05 %) como se observa en la figura siguiente.

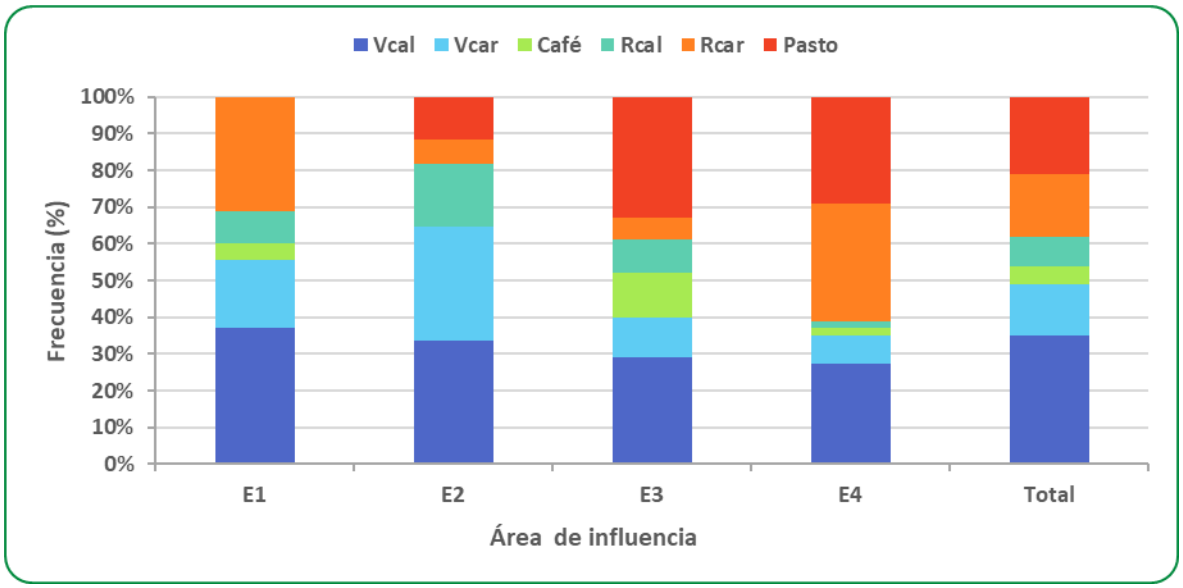


Figura IV - 150. Grupos funcionales para VEGETACIÓN MARINA en las áreas de influencia de las estructuras para la recuperación de playas.

Vcar=Clorofitas carnosas, Vcal=Clorifitas calcáreas, Rcar=Rodofitas carnosas, Rcal=Rodofitas calcáreas, Café=Feofitas, Pasto=Magnoliofitas., Ciano=Cianobacterias.

IV.3.2.9.5 Otros Invertebrados

IV.3.2.9.5.1 Riqueza, composición y distribución.

Se registraron 8 grupos de invertebrados en las áreas de influencia de las estructuras para la recuperación de playas. Se obtuvo un total de 24 especies de invertebrados, pertenecientes a 23 familias y 23 géneros. El grupo mejor representado fue el de las esponjas, con 8 especies presentes. La riqueza de especies aumentó de norte a sur, observándose el mayor número de especies en el sitio E4 (16) como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla IV - 50. Presencia y abundancia relativa de OTRO INVERTEBRADOS en las áreas de influencia de las estructuras para la recuperación de playas.

X=presencia de la especie en el sitio.

Grupo	Familia	Género	Especie	E1	E2	E3	E4
Anélido	Serpulidae	*Spirobranchus*	*giganteus*	X			
Anémona	Actiniidae	*Condylactis*	*gigantea*				X
	Stichodactylidae	*Stichodactyla*	*helianthus*		X		
Coralimorfo	Ricordeidae	*Ricordea*	*florida*			X	
Crustáceo	Diogenidae	*Paguristes*	*sp*		X		
	Palinuridae	*Panulirus*	*argus*				X
Equinodermo	Holothuriidae	*Holothuria*	*mexicana*			X	
	Toxopneustidae	*Tripneustes*	*ventricosus*				X
Esponja	Niphatidae	*Amphimedon*	*compressa*				X
	Clionaidae	*Anthosigmella*	*varians*	X	X	X	X
	Aplysinidae	*Aplysina*	*fistularis*	X	X	X	X
	Dysideidae	*Dysidea*	*etheria*	X			X
	Thorectidae	*Hyrtios*	*violaceus*				X
	Irciniidae	*Ircinia*	*strobilina*	X	X	X	X
			felix			X	X
	Pseudoceratinidae	*Pseudoceratina*	*crassa*		X		
	Tedaniidae	*Tedania*	*ignis*			X	X
Molusco	Cassidae	*Cassis*	*sp*				X
	Cerithiidae	*Cerithium*	*sp*		X		
	Ranellidae	*Charonia*	*variegata*				X
	Muricidae	*Murex*	*sp*			X	X
	Fasciolariidae	*Pleuroploca*	*gigantea*				X
	Strombidae	*Strombus*	*gigas*			X	X
Zoántido	Sphenopidae	*Palythoa*	*caribaeorum*	X		X	
			R	**6**	**7**	**10**	**16**

IV.3.2.10 Biota marina potencial y biota registrada a través del muestreo en campo en el SAR marino.

Con el fin de contar con una visión general del estado del SAR marino respecto a la biota marina, se muestra a continuación la comparación de la biota marina potencial y la registrada en el SAR marino del proyecto a través del muestreo en la zona.

Tabla IV - 51. Listado de especies de CORALES documentadas y registradas en el muestreo realizado en el SAR marino.

Corales	Especies potenciales	Especies registrada en el SAR (muestreo)
Familia	Nombre científico	
	Acropora cervicornis	

Corales	Especies potenciales	Especies registrada en el SAR (muestreo)
Familia	Nombre científico	
	Acropora palmata	
Agariciidae	*Agaricia agaricites*	X
	Agaricia fragilis	
	Agaricia humilis	
	Agaricia lamarcki	
	Agaricia tenuifolia	
	Agaricia undata	
	Leptoseris cucullata	
Anthothelidae	*Erythropodium caribaeorum*	
	Iciligorgia schrammi	
Antipathidae	*Antipathes caribbeana*	
	Antipathes atlantica	
	Antipathes gracilis	
	Antipathes hirta	
	Antipathes tanacetum	
	Antipathes lenta	
	Antipathes pennacea	
	**Antipathes bichitoea*	
	**Antiphates grandis*	
	**Antiphates ulex*	
Astrocoeniidae	*Stephanocoenia michelini*	X
Briareidae	*Briareum asbestinum*	X
Faviidae	*Colpophyllia amaranthus*	
	Colpophyllia breviserialis	
	Colpophyllia natans	
	***Pseudodiploria clivosa*	X
	Diploria labyrinthiformis	
	***Pseudodiploria strigosa*	X
	Favia fragum	
Faviidae	*Isophyllia sinuosa*	
	Isophyllastrea rigida	
	Manicina areolata	X
	Montastrea cavernosa	X
	Mussa angulosa	
	Mycetophyllia aliciae	
	Mycetophyllia danaana	
	Mycetophyllia ferox	
	Mycetophyllia lamarckiana	
	**Orbicella faveolata*	
	Scolymia cubensis	
	Scolymia lacera	
	Solenastrea bournoni	
	Solenastrea hyades	
Gorgoniidae	*Gorgonia flabellum*	X
	Gorgonia mariae	X

Corales	Especies potenciales	Especies registrada en el SAR (muestreo)
Familia	Nombre científico	
	Gorgonia ventalina	
	Pseudopterogorgia acerosa	X
	Pseudopterogorgia americana	X
	Pseudopterogorgia bipinnata	
	Pseudopterogorgia elisabethae	
	Pseudopterogorgia hummelincki	
	Pseudopterogorgia rigida	
	Pterogorgia anceps	X
	Pterogorgia citrina	X
	Pterogorgia guadalupensis	X
	Dendrogyra cylindrus	
Meandrinidae	*Dichocoenia stokesii*	X
	Eusmilia fastigiata	
	Meandrina meandrites	
Milleporidae	*Millepora alcicornis*	X
	Millepora complanata	X
Plexauridae	*Eunicea calyculata*	X
	Eunicea fusca	
	Eunicea laxispica	X
	Eunicea mammosa	X
	Eunicea palmeri	
	Eunicea sp	
	Eunicea succinea	
Plexauridae	*Eunicea tourneforti*	X
	Muricea atlantica	
	Muricea elongata	
	Muricea laxa	
	Muricea muricata	X
	Muriceopsis flavida	X
	Plexaura flexuosa	X
	**Plexaura homomalla*	
	Plexaura sp	
	**Plexaurella dichotoma*	X
	Plexaurella grandiflora	
	Plexaurella grisea	
	Plexaurella nutans	X
	Pseudoplexaura crucis	
	Pseudoplexaura flagellosa	
	Pseudoplexaura porosa	X
	Pseudoplexaura wagenaari	
Pocilloporidae	*Madracis decactis*	
	Madracis mirabilis	
Poritidae	*Porites astreoides*	X
	Porites branneri	
	Porites colonensis	
	Porites divaricata	

Corales	Especies potenciales	Especies registrada en el SAR (muestreo)
Familia	Nombre científico	
	Porites furcata	
	Porites porites	X
Siderastreidae	*Siderastrea radians*	X
	Siderastrea sideraea	X
Scleractinia incertae sedis	*Cladocora arbuscula*	X

**Especies citadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010: Plexaura homomalla, Plexaurella dichotoma, Acropora cervicornis, A. palmata. Antipathes bichitoea, A. grandis, A. ulex y Orbicella faveolata.*
***Antes género Diploria (World Register of Marine Species).*

De las 97 especies potenciales de corales, en el SAR marino sólo se registraron 32 especies, de las cuales *Plexaura homomalla, Plexaurella dichotoma, Acropora cervicornis, A. palmata. Antipathes bichitoea, A. grandis*, *A. ulex* y *Orbicella faveolata* están citadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Tabla IV - 52. Listado de especies de PECES documentadas y registradas en el muestreo realizado en el SAR marino.

Ictiofauna	Especies potenciales	Especies registrada en el SAR (muestreo)
Familia	Nombre científico	
Acanthuridae	*Acanthurus bahianus*	
	Acanthurus chirurgus	X
	Acanthurus coeruleus	X
Aulostomidae	*Aulostomus maculatus*	
Apogonidae	*Apogon binotatus*	
	Apogon maculatus	
	Apogon townsendi	
Balistidae	*Balistes vetula*	
	Canthidermis sufflamen	
	Melichthys niger	
	Xanthichthys ringens	
Bleniidae	*Ophioblennius atlanticus*	
Bothidae	*Bothus lunatus*	
	Bothus ocellatus	
	Bothus maculiferos	
Carangidae	*Trachinotus carolinus*	
	Trachinotus falcatus	
	Trachinotus sp.	
	Caranx crysos	X
	Caranx latus	
	Caranx hippos	
	Caranx lugubris	
	Caranx ruber	X

Ictiofauna	Especies potenciales	Especies registrada en el SAR (muestreo)
Familia	Nombre científico	
	Caranx sp.	
	Seriola dumerili	
Chaetodontidae	*Prognathodes aculeatus*	
	Chaetodon capistratus	X
	Chaetodon ocellatus	X
	Chaetodon striatus	X
Cirrhitidae	*Amblycirrhitus pinos*	
Dasyatidae	*Hypanus americanus*	
	Dasyatis americana	
Diodontidae	*Diodon holocanthus*	X
	Eucinostomus gula	
	Eucinostomus	
	argenteus	
	Eucinostomus sp.	
	Diodon hystrix	X
Gerriedae	*Gerres cinereus*	X
	Gerres sp.	
Gobiidae	*Coryphopterus dicrus*	
	Coryphopterus hyalinus	
	Coryphopterus personatus	
	Ctenogobius saepepallens	X
	Elacantinus prochinos	X
	Gnatholepis cauerensis	X
	Gnatholepis thompsoni	
	Gobioclinus bucciferus	
	Gobiosoma dilepis	
	Gobiosoma evelynae	
	Gobiosoma prochilus	
	Robinsichthys arrowsmithensis	
Gobiesocidae	*Gobiesox punctulatus*	
Grammatidae	*Gramma loreto*	
	Lipogramma trilineatum	
Haemulidae	*Anisotremus surinamensis*	X
	Anisotremus virginicus	
	Haemulon album	
	Haemulon aurolineatum	
	Haemulon carbonarium	X
	Haemulon chrysargyreum	

Ictiofauna	Especies potenciales	Especies registrada en el SAR (muestreo)
Familia	**Nombre científico**	
	Haemulon flavolineatum	X
	Haemulon melanurum	
	Haemulon macrostomum	X
	Haemulon plumieri	X
	Haemulon sciurus	X
	Haemulon striatum	
	Haemulon vittatum	
Holocentrida	*Holocentrus adscensionis*	
	Holocentrus bullisi	
	Holocentrus marianus	
	Holocentrus rufus	
	Myripristis jacobus	
	Sargocentron coruscus	
	Sargocentron vexillarius	
Labridae	*Bodianus rufus*	X
	Clepticus parrai	
	Halichoeres bivittatus	X
	Halichoeres cyanocephalus	
	Halichoeres garnoti	X
	Halichoeres maculipinna	X
	Halichoeres pictus	X
	Halichoeres poeyi	X
	Halichoeres radiatus	X
	Lachnolaimus maximus	X
	Thalassoma bifasciatum	X
	Xyrichtys martinicensis	X
	Xyrichtys splendens	
Labrisomidae	*Malacoctenus boehlkei*	
	Malacoctenus macropus	
	Malacoctenus triangulatus	
	Malacoctenus versicolor	
Lutjanidae	*Lutjanus analis*	X
	Lutjanus apodus	
	Lutjanus jocu	
	Lutjanus mahogoni	
	Lutjanus synagris	
	Ocyurus chrysurus	X
Malacanthidae	*Malacanthus plumieri*	X
	Cantherhines macrocerus	

Ictiofauna	Especies potenciales	Especies registrada en el SAR (muestreo)
Familia	Nombre científico	
Monacanthidae	*Cantherhines pullus*	
	Monacanthus tuckeri	
Mullidae	*Mulloidichthys martinicus*	
	Pseudupeneus maculatus	X
Muraenidae	*Gymnothorax funebris*	
	Gymnothorax miliaris	X
	Gymnothorax moringa	
Myliobatidae	*Aetobatus narinari*	
Opistognathidae	*Opistognathus macrognathus*	
	Opistognathus natus	
	Opistognathus whitehursti	
	Opistognathus aurifrons	
Ostraciidae	*Lactophrys bicaudalis*	
	Lactophrys trigonos	X
	Acanthostracion polygonius	
	Acanthostracion quadricornis	
	Acanthostracion triqueter	
Paralichthyidae	*Paralichthys albigutta*	
Pempheridae	*Pempheris schomburgkii*	
Pomacanthidae	*Centropyge argi*	
	Holacanthus bermudensis	
	Holacanthus ciliaris	X
	Holacanthus tricolor	X
	Pomacanthus arcuatus	X
	Pomacanthus paru	X
Pomacentridae	*Abudefduf saxatilis*	X
	Chromis cyanea	
	Chromis enchrysurus	
	Chromis insolata	
	Chromis multilineatus	
	Chromis scotti	
	Microspathodon chrysurus	X
	Stegastes adustus	X
	Stegastes diencaeus	X
	Stegastes fuscus	
	Stegastes dorsopunicans	
	Stegastes leucostictus	X
	Stegastes partitus	X

Ictiofauna	Especies potenciales	Especies registrada en el SAR (muestreo)
Familia	Nombre científico	
	Stegastes planifrons	
	Stegastes variabilis	X
Priacanthidae	*Heteropriacanthus cruentatus*	
	Priacanthus arenatus	
Scaridae	*Nicholsina usta*	X
	**Scarus coeruleus*	
	**Scarus guacamaia*	
	**Scarus iserti*	
	**Scarus taeniopterus*	
	**Scarus vetula*	
	Sparisoma atomarium	
	**Sparisoma aurofrenatum*	X
	**Sparisoma chrysopterum*	X
	Sparisoma radians	X
	**Sparisoma rubripinne*	X
	**Sparisoma viride*	X
Sciaenidae	*Pereques acuminatus*	X
	Equetus punctatus	
Scorpaenidae	*Scorpaena plumieri*	X
	Pterois volitans	X
Serranidae	*Rypticus saponaceus*	
	Cephalopholis cruentatus	
	Cephalopholis fulva	
	Epinephelus adscensionis	
	Epinephelus guttatus	
	Epinephelus striatus	
	Hypoplectrus aberrans	
	Hypoplectrus chlorurus	
	Hypoplectrus guttavarius	
	Hypoplectrus indigo	
	Hypoplectrus nigricans	
	Hypoplectrus puella	
	Hypoplectrus unicolor	
	Liopropoma rubre	
	Mycteroperca bonaci	
	Mycteroperca venenosa	
	Mycteroperca interstitialis	
	Serranus baldwini	
	Serranus tabacarius	

Ictiofauna	Especies potenciales	Especies registrada en el SAR (muestreo)
Familia	Nombre científico	
	Serranus tigrinus	
	Serranus tortugarum	
Sparidae	*Calamus bajonado*	
	Calamus calamus	
	Calamus pennatula	
Sphyraenidae	*Sphyraena barracuda*	
Synodontidae	*Synodus saurus*	
Tetraodontidae	*Canthigaster rostrata*	X
	Sphoeroides spengleri	
Urobatidae	*Urobatis jamaicensis*	X

*Especies citadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

De las 187 especies potenciales de peces arrecifales, en el SAR marino se registraron únicamente 57.

Tabla IV - 53. Listado de especies de VEGETACIÓN MARINA documentadas y registradas en el muestreo realizado en el SAR marino

Vegetación marina	Especies potenciales	Especies registrada en el SAR (muestreo)
Familia	Nombre científico	
Bonnemaisoniaceae	*Asparagopsis taxiformis*	X
Anadyomenaceae	*Anadyomene stellata*	
Boodleaceae	*Cladophoropsis macromeres*	
Boodleaceae	*Cladophoropsis membranacea*	
Callithamniaceae	*Aglaothamnion cordatum*	
	Aglaothamnion neglectum	
	Crouania attenuata	
Caulacanthaceae	*Catenella caespitosa*	
	Catenella impudica	
Caulerpaceae	*Caulerpa cupressoides*	X
	Caulerpa cupressoides var. *flabellata*	
	Caulerpa mexicana	X
	Caulerpa paspaloides	X
	Caulerpa prolifera	X
	Caulerpa prolifera f. obovata	
	Caulerpa racemosa	X

Vegetación marina	Especies potenciales	Especies registrada en el SAR (muestreo)
Familia	Nombre científico	
	Caulerpa racemosa var. Peltata	
	Caulerpa sertularioides	X
	Caulerpa sertularioides f. *brevipes*	
	Caulerpa sertularioides f. *longiseta*	
	Caulerpa verticillata	X
	Caulerpa ashmeadii	
Ceramiaceae	*Centroceras clavulatum*	
	Ceramium cruciatum	
	Ceramium nitens	X
Champiaceae	*Champia parvula*	
	Champia salicornioides	
	Coelothrix irregularis	
Cladophoraceae	*Chaetomorpha gracilis*	
	Chaetomorpha linum	
	Chaetomorpha minima	
	Cladophora sp.	
	Rhizoclonium riparium	
Codiaceae	*Codium isthmocladum*	
	Codium repens	X
	Codium taylorii	
Corallinaceae	*Jania pumila*	
	Jania adhaerens	
	Jania rubens	
Cystocloniaceae	*Hypnea cervicornis*	X
	Hypnea musciformis	
	Hypnea spinella	
	Hypnea valentiae	
Dasyaceae	*Dasya baillouviana*	
	Dasya caraibica	
	Dasya harveyi	X
	Dasya ocellata	X
	Dasya rigidula	
	Heterosiphonia crispella	
	Heterosiphonia gibbesii	X

Vegetación marina	Especies potenciales	Especies registrada en el SAR (muestreo)
Familia	Nombre científico	
Dasycladaceae	*Neomeris annulata*	X
	Batophora occidentalis	
	Batophora oerstedii	
	Dasycladus vermicularis	X
	Neomeris annulata	
Delesseriaceae	*Caloglossa leprieurii*	
	Hypoglossum involvens	
Derbesiaceae	*Derbesia vaucheriaeformis*	
	Derbesia marina	X
	Derbesi sp	X
	Pedobesia simplex	
Dichotomosiponaceae	*Avrainvillea asarifolia*	X
	Avrainvillea fibrosa	X
	Avrainvillea longicaulis	X
	Avrainvillea nigricans	
	Cladocephalus luteofuscus	
Dictyotaceae	*Dictyopteris delicatula*	
	Dictyopteris justii	X
	Dictyota bartayresiana	X
	Dictyota caribaea	X
	Dictyota cervicornis	X
	Dictyota crenulata	X
	Dictyota crispata	X
	Dictyota dichotoma	
	Dictyota divaricata	
	Dictyota menstrualis	X
	Dictyota pinnatifida	X
	Dictyota pulchella	X
	Dictyota volubilis	
	Lobophora variegata	X
	Padina boergesenii	
	Padina gymnospora	
	Padina sp.	
	Stypopodium zonale	X
Galaxauraceae	*Tricleocarpa fragilis*	
	Galaxaura rugosa	

Vegetación marina	Especies potenciales	Especies registrada en el SAR (muestreo)
Familia	Nombre científico	
	Galaxaura sp	X
Gracilariaceae	*Crassiphycus caudatus**	
	Gracilaria cervicornis	
	Gracilaria verrucosa	
	Gracilaria sp.	X
Halimedaceae	*Halimeda copiosa*	
	Halimeda discoidea	X
	Halimeda goreaui	X
	Halimeda gracilis	X
	Halimeda incrassata	X
	Halimeda lacrimosa	X
	Halimeda monile	X
	Halimeda opuntia	X
	Halimeda scabra	X
	Halimeda tuna	X
Halymeniaceae	*Grateloupia filicina*	
	Halymenia duchassaingii	
	Halymenia sp.	X
Hydrolithaceae	*Hydrolithon boergesenii*	
Liagoraceae	*Ganonema pinnatum*	
	**Liagora mucosa*	
	Liagora sp.	X
Lithophyllaceae	*Amphiroa fragilissima*	X
	Amphiroa rigida	X
	Amphiroa tribulus	
Lomentariaceae	*Ceratodictyon intricatum*	
	Lomentaria baileyana	
Mesophyllaceae	*Mesophyllum mesomorphum*	
Polyphysaceae	*Acetabularia calyculus*	
	Acetabularia crenulata	X
	Polyphysa polyphysoides	
Rhipiliaceae	*Rhipilia tomentosa*	X
Rhizophyllidaceae	*Ochtodes secundiramea*	
Rhodomelaceae	*Acanthophora muscoides*	
	Acanthophora spicifera	X
	Bostrychia montagnei	
	Bostrychia tenella	

Vegetación marina	Especies potenciales	Especies registrada en el SAR (muestreo)
Familia	Nombre científico	
	Bryocladia cuspidata	
	Bryothamnion seaforthii	
	Alsidium triquetrum	X
	Chondria baileyana	
	Chondria capillaris	
	Chondria littoralis	
	Chondria sp.	X
	Chondriopsis dasyphylla f. pyrifera	
	Digenea simplex	
	Laurencia microcladia	
	Laurencia obtusa	
	Laurencia papillosa	X
	Laurencia poiteaui	X
	Murrayella periclados	
	**Palisada perforata*	X
	Polysiphonia ramentacea	
	Polysiphonia sp.	
Rhodymeniaceae	*Botryocladia occidentalis*	
	Botryocladia pyriformis	
	Botryocladia sp.	
Sargassaceae	*Sargassum fluitans*	X
	Sargassum hystrix	
	Sargassum natans	X
	Sargassum platicarpum	X
	Sargassum polyceratium	X
	Turbinaria turbinata	X
Siphonocladaceae	*Dictyosphaeria cavernosa*	X
Solieriaceae	*Eucheuma isiforme*	
	Meristotheca gelidium	
	Solieria filiformis	
	Wurdemannia miniata	
Spyridiaceae	*Spyridia filamentosa*	
	Spyridia sp.	
Udoteaceae	*Boodleopsis pusilla*	
	Penicillus capitatus	X
	Penicillus dumetosus	X
	Penicillus lamourouxii	X

Vegetación marina	Especies potenciales	Especies registrada en el SAR (muestreo)
Familia	**Nombre científico**	
	Penicillus pyriformis	X
	Rhipocephalus phoenix	X
	Rhipocephalus phoenix f.brevifolius	
	Rhipocephalus phoenix f.longifolius	
	Udotea conglutinata	
	Udotea cyathiformis	X
	Udotea fibrosa	X
	Udotea flabellum	X
	Udotea occidentalis	X
	Udotea spinulosa	
	Udotea wilsonil	X
Ulvaceae	*Enteromorpha sp*	X
	Ulva linza	
Valoniaceae	*Valonia macrophysa*	X
	Valonia utricularis	
	Valonia ventricosa	
Wrangeliaceae	*Wrangelia argus*	
Spongitaceae	*Neogoniolithon strictum*	
Cyanobacteria		
Oscillatoriaceae	*Lyngbya sp.*	X
Phormidiaceae	*Symploca sp.*	
Magnoliophyta		
Cymodoceaceae	***Syringodium filiforme*	X
	***Halodule wrightii*	
Hydrocharitaceae	*Halophila engelmannii*	
	Thalassia testudinum	X

**Gracilaria caudata* cambió a *Crassiphycus caudatus*. Gurgel, J.N. Norris & Fredericq, 2018 *Hydropuntia caudata* sinónimia. *Palisada poiteau*, nombre científico que ya no es aceptado, el nombre aceptado es *Laurencia poiteaui*. *Palisada perforata* antes *Laurencia paillosa* (Bory) K.W.Nam, 2007. *Liagora mucosa* cambió a *Gloiocallis dendroidea* (P.Crouan & H.Crouan) Showe M.Lin, Huisman & D.L.Ballantine, 2014. *Bryothamnion triquetrum* cambió a *Alsidium triquetrum* (S.G.Gmelin) Trevisan, 1845 (World Register of Marine Species).
*** Especies citadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 con base en la modificación de su anexo normativo III (DOF, 14/11/2019).*

En lo que respecta a la vegetación marina, se documentaron 184 especies con distribución potencial en el SAR, sin embargo, a través del muestreo en campo, sólo se observaron 76.

Tabla IV - 54. Listado de especies de otros INVERTEBRADOS documentadas y registradas en el muestreo realizado en el SAR marino.

Otros invertebrados	Especies potenciales	Especies registradas en el SAR (muestreo)
Familia	**Nombre científico**	
Coralimorfo		
Ricordeidae	*Ricordea florida*	X
Anémonas		
Actiniidae	*Condylactis gigantea*	X
	Actinostella flosculifera	
	Anemonia sargassensis	
	Bunodosoma granuliferum	
Aiptasiidae	*Aiptasia pallida*	
	Ragactis lucida	X
	Bartholomea annulata	
Aliciidae	*Lebrunia danae*	
Boloceroididae	*Bunodeopsis antilliensis*	
Homostichanthidae	*Homostichanthus duerdeni*	
Phymanthidae	*Phymanthus crucifer*	
Stichodactylidae	*Stichodactyla helianthus*	X
Esponjas		
Agelasidae	*Agelas clathrodes*	X
Aplysinidae	*Aplysina lacunosa*	
	Aplysina fulva	X
	Aplysina fistularis	X
	Aplysina cauliformis	X
	Aplysina archeri	
	Aiolochroia crassa	
	Verongula rigida	
	Verongula gigantea	
Astroscleridae	*Goreauiella auriculata*	
Axinellidae	*Dragmacidon sp*	X
	Ptilocaulis sp	X
Biemnidae	*Neofibularia nolitangere*	
Callyspongiidae	*Callyspongia plicifera*	X
	Callyspongia vaginalis	X
Chalinidae	*Haliclona tubifera*	
Chondrillidae	*Chondrilla nucula*	
Clathrinidae	*Clathrina canariensis*	X
Clionaidae	*Pione lampa*	

Otros invertebrados	Especies potenciales	Especies registradas en el SAR (muestreo)
Familia	Nombre científico	
	Cliona varians	
	Cliona caribbaea	X
	Anthosigmella varians	X
Crambeidae	*Monanchora arbuscula* *	X
Desmacididae	*Desmapsamma anchorata*	X
Dysideidae	*Dysidea etheria*	X
Geodiidae	*Geodia neptuni*	
Irciniidae	*Ircinia campana*	X
	Ircinia felix	X
	Ircinia strobilina	X
	Sarcotragus fasciculatus	
Iotrochotidae	*Lotrochota birotulata*	X
Microcionidae	*Clathria sp*	
Mycalidae	*Mycale laevis*	
Niphatidae	*Amphimedon compressa*	X
	Niphates digitalis	X
Petrosiidae	*Neopetrosia carbonaria*	
Phloeodictyidae	*Siphonodictyon coralliphagum*	
Pseudoceratinidae	*Pseudoceratina crassa*	X
Raspailiidae	*Ectyoplasya ferox*	
	Ectyoplasia ferox	
Scopalinidae	*Scopalina hispida*	
Tedaniidae	*Tedania ignis*	X
Tethyidae	*Tethya*	
Thorectidae	*Hyrtios violaceus*	X
Anélidos		
Amphinomidae	*Hermodice carunculata*	X
Eunicidae	*Lysidice tortugae*	
	Palola siciliensis	
Nereididae	*Ceratonereis mirabilis*	
Phascolosomatidae	*Antillesoma antillarum*	
	Phascolosoma scolops	
Sabellidae	*Anamobaea orstedii*	
	Bispira brunnea	X
	Notaulax occidentalis	
	Notaulax tuber	
	Perkinsiana fonticula	

Otros invertebrados	Especies potenciales	Especies registradas en el SAR (muestreo)
Familia	Nombre científico	
	Pseudopotamilla fitzhughi	
	Notaulax nudicollis	
Serpulidae	*Salmacina incrustans*	
	Hydroides mucronata	
	Hydroides	
	Hydroides parva	
	Pseudovermilia multispinosa	
	Pseudovermilia fuscostriata	
	Spirobranchus giganteus	X
Stichodactylidae	*Stichodactyla helianthus*	
Equinodermos		
Amphiuridae	*Amphiodia trychna*	
Asterinidae	*Asterinides folium*	
Astropectinidae	*Astropecten alligator*	
Brissidae	*Meoma ventricosa*	
Cassidulidae	*Cassidulus caribaearum*	
Cidaridae	*Eucidaris tribuloides*	X
Clypeasteridae	*Clypeaster roseaceus*	
	Clypeaster subdepressus	
	Clypeaster roseaceus	
Diadematidae	*Diadema antillarum*	X
Echinasteridae	*Echinaster spinulosus*	
Echinocyamidae	*Echinometra viridis*	X
Echinometridae	*Echinometra lucunter*	
Echinoneidae	*Echinoneus cyclostomus*	
Echinothuriidae	*Araeosoma fenestratum*	
Fibulariidae	*Echinocyamus grandiporus*	
Goniasteridae	*Pawsonaster parvus*	
Gorgonocephalidae	*Astrophyton muricatum*	
Meliitidae	*Mellita sp.*	
	Leodia sexiesperforata	
Ophiactidae	*Ophiactis savignyi*	
Ophidiasteridae	*Linckia guildingi*	
Ophiocomidae	*Ophiomastix wendtii*	
	Ophiocoma echinata	
	Ophiocomella pumila	

Otros invertebrados	Especies potenciales	Especies registradas en el SAR (muestreo)
Familia	Nombre científico	
	Breviturma paucigranulata	
Ophiodermatidae	*Ophioderma rubicunda*	
	Ophioderma cinerea	
	Ophioderma appressa	
	Ophioderma brevicauda	
Ophiolepididae	*Ophiolepis impressa*	
	Ophiolepis paucispina	
	Ophiolepis elegans	
Ophiomyxidae	*Ophiomyxa flaccida*	
Ophionereididae	*Ophionereis reticulata*	
	Ophionereis squamulosa	
Ophiopsilidae	*Ophiopsila riisei*	
Ophiotrichidae	*Ophiothrix oerstedii*	
	Ophiothrix suensoni	
	Ophiothrix lineata	
	Ophiothrix angulata	
Oreasteridae	*Oreaster reticulatus*	X
Toxopneustidae	*Lytechinus variegatus*	
	Lytechinus williamsi	
	Tripneustes ventricosus	X
Moluscos		
Arcidae	*Anadara transversa*	
	Arca imbricata	
	Arca zebra	
	Barbatia candida	
	Barbatia domingensis	
	Barbatia gray	
Bullidae	*Bulla striata*	
Cardiidae	*Dallocardia muricata*	
	Acrosterigma magnum	
	Americardia media	
Cassidae	*Cassis sp*	X
	Cassis tuberosa	
	Cypraecassis testiculus	
Cavoliniidae	*Cuvierina atlantica*	
	Diacavolinia constricta	

Otros invertebrados	Especies potenciales	Especies registradas en el SAR (muestreo)
Familia	Nombre científico	
	Diacavolinia strangulata	
	Diacavolinia longirostris	
Cerithiidae	*Cerithium litteratum*	
	Cerithium eburneum	
	Cerithium sp.	X
Chamidae	*Chama congregata*	
	Chama sinuosa	
Chitonidae	*Acanthopleura granulata*	
	Chiton squamosus	
Columbellidae	*Columbella mercatoria*	
Conidae	*Conus sp.*	X
Creseidae	*Hyalocylis striata*	
	Creseis virgula	
Cypraeidae	*Macrocypraea zebra*	
Diastomatidae	*Diastoma sp*	
Plakobranchidae	*Elysia crispata*	
Eoacmaeidae	*Eoacmaea pustulata*	
Eulimidae	*Monogamus minibulla*	
Fasciolariidae	*Hemipolygona carinifera*	
Fissurellidae	*Diodora meta*	
	Diodora dysoni	
	Fissurella barbadensis	
	Fissurella fascicularis	
Hipponicidae	*Hipponix antiquatus*	
Limacinidae	*Limacina trochiformis*	
	Heliconoides inflatus	
Limidae	*Lima lima*	
Littorinidae	*Echinolittorina angustior*	
	Littoraria angulifera	
Loliginidae	*Sepioteuthis sepioidea*	
Lucinidae	*Ctena orbiculata*	
	Codakia orbicularis	
Mactridae	*Mactrotoma fragilis*	
Marginellidae	*Prunum guttatum*	
Mytilidae	*Brachidontes modiolus*	
	Brachidontes exustus	

Otros invertebrados	Especies potenciales	Especies registradas en el SAR (muestreo)
Familia	Nombre científico	
Naticidae	*Sinum perspectivum*	
Neritidae	*Nerita versicolor*	
	Nerita peloronta	
	Nerita tessellata	
Octopodidae	*Octopus sp*	
	Octopus insularis	
	Octopus briareus	
	Octopus maya	
	Octopus vulgaris	
Ostreidae	*Dendostrea frons*	
Ovulidae	*Cyphoma gibbosum*	X
Pectinidae	*Caribachlamys ornata*	
Phasianellidae	*Tricolia risso*	
Pteriidae	*Isognomon alatus*	
Pteriidae	*Pteria colymbus*	
Ranellidae	*Charonia variegata*	X
Rissoinidae	*Rissoina dorbignyi*	
Semelidae	*Semele sp*	
Spirulidae	*Spirula spirula*	
Spondylidae	*Spondylus tenuis*	
Strombidae	*Lobatus gigas*	X
	Lobatus costatus	
Tegulidae	*Cittarium pica*	
Tellinidae	*Tellina linaeus*	
	Arcopagia fausta	
	Eurytellina angulosa	
Terebridae	*Impages maryleeae*	
Tonnidae	*Tonna pennata*	
Turbinellidae	*Vasum muricatum*	
Turbinidae	*Lithopoma phoebium*	
Veneridae	*Timoclea s.*	
Crustáceos		
Diogenidae	*Clibanarius tricolor*	
	Calcinus tibicen	
Epialtidae	*Macrocoeloma diplacanthum*	
Inachidae	Stenorhynchus seticornis	X
Palinuridae	*Panulirus argus*	X

Otros invertebrados	Especies potenciales	Especies registradas en el SAR (muestreo)
Familia	**Nombre científico**	
	Panulirus guttatus	
Paguridae	*Paguristes sp.*	X
	Paguristes hernancortezi	
	Paguristes puncticeps	
	Paguristes grayi	
Palaemonidae	Periclimenes yucatanicus	X
Tunicado		
Didemnidae	*Tridemnum solidum*	
Zoántido		
Sphenopidae	*Palythoa caribaeorum*	

**Ragactis lucida* antes *Bartholomea lucida (World Register of Marine Species).*

Finalmente, respecto a otros invertebrados, en el SAR marino sólo se observaron 45 especies, número muy bajo respecto a las 216 especies potenciales citadas en la bibliografía.

De manera general, considerando todos los grupos estudiados, en el SAR marino delimitado para el proyecto se obtuvo un total de 684 especies de biota marina potencial y 212 especies observadas in situ durante las salidas de campo realizadas.

IV.3.2.11 Discusión

El Sistema Ambiental Regional (SAR) marino que se definió para el proyecto presenta un sistema arrecifal con poco desarrollo en su estructura, por lo que carece de la zonación típica de los arrecifes coralinos del Caribe Mexicano. De esta manera, las zonas estructurales características de Laguna Arrecifal, Cresta Arrecifal y Arrecife Frontal, con 2 a 3 subzonas para cada una (*sensu* Gutiérrez, et al., 1993), no están presentes. En consecuencia, la ausencia de una barrera arrecifal genera ambientes marinos muy homogéneos, poco diversos y con escasa biota marina asociada. Dentro del polígono del SAR marino, y hacia el Sur de la marina, se forma una planicie de laja calcárea cubierta de sedimento y macroalgas, en donde la heterogeneidad ambiental es muy baja, con presencia escasa y dispersa de colonias de coral de tamaño pequeño, y una mayor presencia de gorgonáceos hacia la parte profunda de dicha planicie. Estas condiciones se asocian a una baja diversidad biológica, en donde los corales como principales constructores arrecifales se encuentran pobremente representados. En la parte Norte de la marina, pero fuera del SAR marino, existen estructuras arrecifales en forma de parche, las cuales generan un ambiente de Laguna arrecifal en la parte somera del SAR marino, por lo que ocurre la presencia de praderas de pasto marino en esta parte del polígono. Este tipo de ambiente también es muy homogéneo, pero posee características de sustrato y biota marina asociada diferente a los de laja, por lo que contribuye a enriquecer la diversidad biológica del sitio.

En cuanto al grado de conservación que presenta el sistema arrecifal dentro del SAR marino, está el hecho de la baja presencia de corales escleractinios, como principal elemento

biótico por su papel como constructor arrecifal, lo cual provoca que el ambiente marino tenga escasa complejidad de ambientes, lo que se asocia con una biota marina poco diversa. El hecho de que la estructura comunitaria de los corales escleractinios es muy pobre para el área de estudio aplica, no solo por la escasa cobertura de tejido vivo y el bajo número de especies como se ha mencionado, sino también por la composición de especies presente en las distintas áreas arrecifales, ya que es notoria la dominancia de las especies *Siderastrea siderea* y *Siderastrea radians*. Hay que hacer notar que estas especies son consideradas pioneras o ruderales en los procesos de sucesión biológica (*sensu* Grime y Pierce 2012), ya que son resistentes a la sedimentación y abrasión generada por la arena (Torres y Morelock 2002), formando una capa de mucus para retirar el sedimento (Cofforth 1985). Sin embargo, por el tamaño que alcanzan estas colonias y por su forma de crecimiento, estas especies tienen un reducido aporte a la acreción arrecifal y un papel ecológico poco relevante en los procesos biogénicos de la construcción arrecifal. En cambio, aquellas especies consideradas constructoras arrecifales, como son las del género *Acropora* en las partes someras y *Orbicella* en las intermedias y profundas, no se registraron en los muestreos de este estudio. Esto concuerda con lo descrito por Brown (1995), quien menciona que la distribución y abundancia los organismos sésiles de los bentos en un arrecife coralino está determinado por los procesos históricos, las condiciones ambientales y la dinámica de la población; así como también, la tolerancia de cada una de las especies para colonizar y permanecer en determinados sitios que cumplan con los requerimientos para poder asegurar su permanencia. Siendo así, en los ambientes con sedimento sobre el substrato se encontró una dominancia de especies resistente a la sedimentación como lo son las pertenecientes al género *Siderastrea*; mientras que en ambientes con fondo arenoso y con un componente algal y/o con pastos marinos, la especie que domino fue *Manicina aerolata*, el cual está especializado en colonizar fondos arenosos con vegetación sumergida.

La vegetación en el SAR marino presentó una cobertura del 40% en promedio en el muestreo de la época de lluvias, y hasta del 80% en las praderas de pasto marino; con una leve disminución en la época de secas al estimar un 35% de cobertura vegetal en promedio y 70% en el ambiente de pastos marinos. En general se considera que estos valores de abundancia no están asociados con altos índices de eutroficación del agua, a pesar de que se detectaron varios sitios donde emerge agua dulce (ojos de agua), lo cual puede ser un indicio de que no existe contaminación del agua proveniente de tierra por esta vía. Así mismo, es importante considerar que las variaciones estacionales en la cobertura y composición de especies de algas ocurren de manera natural en la comunidad vegetal, en función de la temperatura del agua.

Por su parte, los gorgonáceos solamente son importantes en el ambiente de Laja con algas y gorgonáceos, en donde se encuentra una mayor riqueza específica y abundancia, con una disminución de estos valores en el muestreo de secas; sin embargo, estos organismos no suelen ser considerados indicadores de alguna condición específica de la salud arrecifal.

Para comunidad de peces se han realizado varios estudios que apuntan a que diversos factores son los que regulan la distribución y abundancia de peces en el arrecife (Hixon y James 1989). La complejidad estructural en los ecosistemas genera diferentes tipos de micro hábitats, con lo cual se espera que promueva una alta diversidad y abundancia de organismo

que ocupen estos nuevos nichos (Crowder y Cooper 1982), de modo que la complejidad arrecifal muestra una relación directa con la abundancia y ensamble de peces arrecifales (Graham y Nash 2013), incluyendo factores que van desde las características del sustrato, disponibilidad de refugio, disponibilidad de alimento, hasta particularidades físico-químicas (MeGehee 1994, Bouchon-Navarro *et al*. 2005). De acuerdo con lo anterior, se explica la mayor densidad y riqueza de específica registrada en el ambiente de Laja con algas y gorgonáceos (La+g), puesto que la presencia de estos organismos provee sitios de refugio para varios organismos, entre ellos a los peces. La complejidad en un arrecife y/o ambiente marino, esta conferido tanto por elementos abióticos, como son rocas y relieve del sustrato, así como elementos bióticos como son colonias de coral, praderas de algas y pastos marinos. Algunos investigadores señalan que, además de la disponibilidad de refugio, también intervienen el hábitat como sitio de desove y reclutamiento (Shulman y Ogden 1987). Esto puede explicar la alta frecuencia observada de peces pequeños (categoría I). El resto de los ambientes presenta una pobre comunidad de peces, debido a que no existen estructuras o elementos que confieran un refugio para estos organismos. Es importante mencionar que se presentó una cierta estabilidad en los parámetros comunitarios estimados para la comunidad de peces entre los muestreos de la época de lluvias y secas; y que los ambientes más cercanos a la costa, como el Ar-som, se encontraron bajo la influencia de los efectos de la "marea café" causada por el arribazón masivo de *Sargassum spp*. durante la época de lluvias.

En cuanto a los invertebrados se encontró una alta variedad de especies de esponjas, durante ambas épocas del año; mientras que la variedad de otros grupos taxonómicos fue limitada. Únicamente el grupo de los equinodermos presentó un mayor número de especies registradas en el muestreo de secas, en comparación con el que se realizó en el muestreo de lluvias. En cuanto a los crustáceos y moluscos, fueron pocas especies las que se registraron en ambas épocas del año. Ahora bien, después del análisis de la condición que guardan los diferentes grupos taxonómicos, en términos generales se puede decir que el arrecife en el SAR marino de este estudio se encuentra en un grado de deterioro similar al que afecta todo el Sistema Arrecifal Mesoamericano, en donde más del 50% de los arrecifes se encuentran en condición pobre o crítica debido a un decremento de la cobertura coralina asociado a un incremento de la cobertura de algas carnosas y filamentosas (Healty Reefs 2018).

Por otro lado, el área donde se tiene programado instalar la infraestructura del proyecto, se ubicaron sobre el polígono definido para el ambiente de laja con algas que se forma en la parte somera del SAR marino, con la intención de evitar el área de los pastos marinos. El tipo de fondo en estos sitios varía en la composición de elementos bentónicos y relieve del fondo; así como en la profundidad a la que se encuentran. En las partes donde se observó un sustrato de laja calcárea con una capa de sedimento se genera una resuspensión de sedimentos afectando directamente a los corales; tanto en su tasa de crecimiento (Hurbbard and Scaturo 1985), fecundidad (Tomascik y Sander 1987) y generan daños en el tejido en las colonias ya existentes (Peters and Pilson 1985); además de impedir que larvas de coral se asienten en el sustrato, interfiriendo en el aumento de la población de corales en el sitio. De acuerdo a lo anterior, es entendible que la baja cobertura de tejido coralino y riqueza de especies de corales en estos ambientes, se encuentre limitado por el tipo de fondo dominante y la dinámica que este presenta, sobre todo con el movimiento de sedimento generado por las corrientes y oleaje. Para otras especies, el substrato en este ambiente presenta algunas zonas con rugosidad y

algunos componentes bentónicos como, gorgonáceos, pastos marinos y algunos trozos de laja calcárea que proporcionan refugio a peces y otros organismos. La densidad de peces varió en cada ambiente, registrándose una mayor variación en E2, donde la densidad y riqueza de especies fue baja en comparación de los otros ambientes; esto podría ser indicio del bajo relieve del fondo y poca cobertura del substrato por otros grupos bentónicos, como los corales. También hay que considerar que estos ambientes someros en donde se pretende la instalación de infraestructura se encuentran cerca de la costa, estando más propensos a los impactos antropogénicos y sedimentación (Brown 1997, Nyström *et al.* 2000). Por lo tanto, las especies coralinas que se localizan en estas zonas, son las que soportan o están adaptadas a estos estresores, como la especie *Siderastrea radians*, la cual fue dominante en todos los ambientes. Los sitios definidos para la instalación de las estructuras E2, E3 y E4 presentaron una mayor riqueza y cobertura, esto podría deberse a que el ambiente E1 y E1a se encuentran más cerca de la costa y a menor profundidad, lo cual aumenta la resuspensión de sedimentos por estrés hídrico, limitado el asentamiento de colonias coralinas. Es importante mencionar que, previo al inicio de cualquier obra en estos sitios, será necesario implementar un programa de rescate y reubicación de biota marina, que considere las colonias de coral, sobre todo las que se encuentran en la ruta definida para la estructura E3 que son colonias de mayor tamaño, así como las colonias de gorgonáceos que pudieran verse afectadas.

La mayor parte de la superficie correspondiente a las zonas de acumulación de arena presentó un sustrato de laja, con un 40% del sustrato de laja con sedimentos y algas, un 23% de laja con algas y gorgonáceos y 7% de laja con sedimentos. Otra fracción importante de esta superficie corresponde a las praderas de pasto marino (25%), y solamente un 5% es de arenal somero, el cual pertenece a la Zona de Acumulación "A". Los ambientes encontrados en los acumulamientos de arena presentaron un menor relieve y una baja composición de grupos arrecifales que proporcionan rugosidad al substrato. En este muestreo solo se registraron dos especies de coral en el transecto de muestreo; siendo éstas las más resistentes a la sedimentación y pioneras en la colonización en substratos poco consolidados. Se ha llegado a establecer que la distribución de los peces arrecifales está condicionada por varios factores, como lo son las características y relieve del sustrato y particularidades fisicoquímicas, lo cual también influye en la disponibilidad de alimento y de refugio, considerando que estos factores tienen una mayor incidencia en la estructura de sus comunidades (McGehee 1994; Bouchon-Navarro *et al.* 2005). Por ende, estos ambientes proporcionan poco refugio y escasas zonas de alimentación para los organismos arrecifales; siendo estas ocupadas por algunos peces en su etapa juvenil, como puede observarse en la gráfica de estructura de tallas, donde la dominancia por más del 80%, fueron de peces pequeños; sin embargo, las densidades fueron muy bajas, obteniendo, en el mejor de los casos, un pez por cada tres metros cuadrados aproximadamente.

También es importante resaltar la presencia de siete especies listadas en la NOM- 059-SEMARNAT-2010: los corales blandos *Plexaura homomalla* y *Plexaurella dichotoma*, con un rango de abundancia de raro, en la ruta programada para la instalación de la Estructura E4 para la primera, y en los ambientes de Pastizal mixto y Laja con algas y gorgonáceos para la segunda especie y tres especies de peces en protección especial: *Scarus iseri, Sparisoma radians y Sparisoma viridae.* Asimismo, se registró la presencia de los pastos marinos *S. filiforme y T. testudinum* en el SAR marino.

Bajo este análisis de la situación actual de la estructura arrecifal y del ambiente biótico marino en el SAR marino del proyecto se alerta sobre la necesidad de restablecer los procesos funcionales del arrecife, con la intención de contar en el tiempo ecológico con la formación de hábitat y refugios que propician una mayor heterogeneidad ambiental y una mayor diversidad de especies; así como con la acreción de la estructura calcárea del arrecife y su permanencia como ambiente de depósito en el tiempo geológico.

Recientemente, la aplicación de un Programa de Restauración Activa mediante la siembra de corales como una alternativa cada vez más usada como medida de manejo en diversos arrecifes, y que empieza a tener resultados alentadores. Entre estos se puede citar los esfuerzos de Oceanus, A. C. que ha instalado viveros marinos para producir colonias de *Acropora palmata* por propagación clonal, trasplantando cerca de 8,000 colonias en 6 áreas protegidas desde 2007; y la Unidad Académica de Sistems Arrecifales Puerto Morelos del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, de la UNAM que ha producido cerca de 4,000 reclutas sexuales de 3 especies de coral (*Acropora palmata, Orbicella annularis* y *Pseudodiploria labyrinthiformis*) (Healty Reefs 2015). Por su parte, el Centro Regional de Investigaciones Pesqueras y Acuícolas Puerto Morelos del INAPESCA (CRIP Puerto Morelos) en colaboración con el Parque Nacional Costa Occidental de Isla Mujeres, Punta Cancún y Punta Nizuc de la CONANP han trabajado en el establecimiento de viveros marinos y de acuario para producir colonias de 8 especies de coral por propagación clonal (*Acropora palmata, Acropora cervicornis, Orbicella annularis, Montastraea cavernosa, Undaria agaricites, Porites porites, Dendrogyra cilindricus,* y *Pseudodiploria clivosa*), así como reclutas sexuales de *Acropora palmata*, los cuales se han utilizado para restaurar arrecifes que han sufrido daño por encallamiento, logrando la recuperación de la cobertura coralina en los sitios restaurados por arriba del 14%, con lo que se han recuperado funciones del arrecife como incremento en la biomasa de peces y mayor heterogeneidad ambiental (Padilla-Souza 2016). Por esta razón, y bajo los planteamientos expuestos, se recomienda ampliamente analizar la factibilidad de establecer un Programa de Restauración Activa mediante el trasplante de colonias de coral para revertir los efectos del daño ambiental en sitios estratégicos; así como la implementación de programas innovadores para mejorar los diseños de los arrecifes artificiales que se piensa instalar, con el propósito de que sirvan como sustrato para una restauración integral del ecosistema marino.

IV.3.2.12 Caracterización ambiental de la comunidad marina en la zona de operación del muelle APIQROO, canal de navegación y áreas colindantes.

Como ya se mencionó, para el mejoramiento de la playa se pretende disponer del sedimento depositado de una amplia zona que abarca inclusive el canal de navegación del muelle fiscal de APIQROO.

A efecto de conocer las condiciones ambientales de las posibles áreas de disposición de sedimentos se analizó el estudio denomonado "Caracterización Ambiental del Canal de Navegación Muelle Fiscal de APIQROO en Puerto Morelos", elaborado para la Administración Portuaria Integral de Quintana Roo con fecha noviembre de 2021, obteniéndose información de los componentes de la comunidad marina en la zona de operación del muelle, canal de navegación y áreas colindantes.

El área de estudio (Figura IV – 151) es de 62.44 ha, engloba el trazo principal de la ruta de navegación del muelle fiscal de Puerto Morelos de la APIQROO y tiene como límites al oeste la cota (-) 4 m y el área de ciaboga, al norte y este el límite del inicio del Área Natural Protegida (ANP) Parque Nacional Arrecifes de Puerto Morelos y al sur una línea imaginaria desde entre la Marina El Cid hasta el límite de la poligonal del ANP.

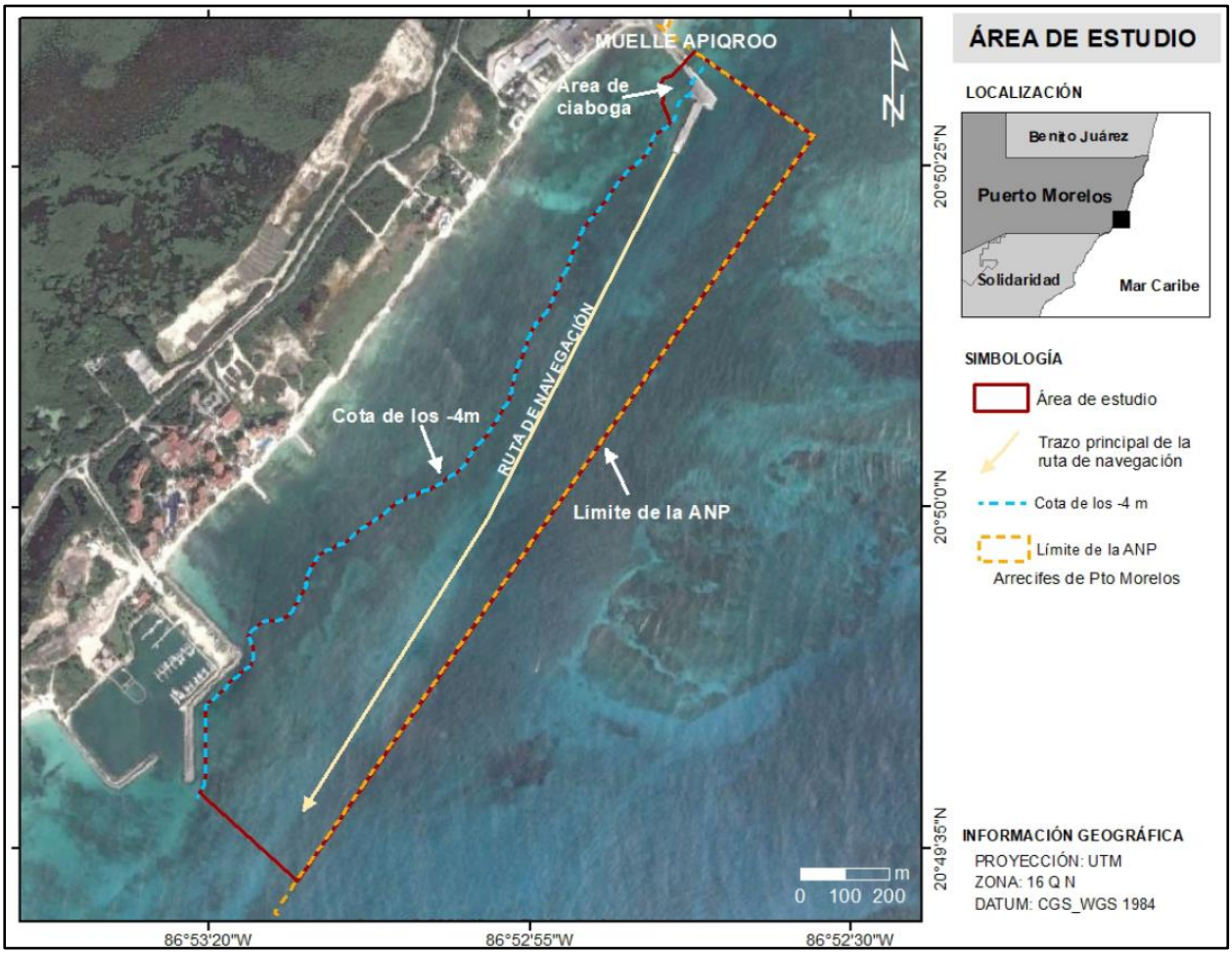


Figura IV - 151. Área de estudio de la caracterización ambiental de la comunidad marina en la zona de operación del muelle APIQROO, canal de navegación y áreas colindantes.

IV.3.2.12.1 Muestreo

Se realizaron 21 puntos de muestreo aleatorios y ocho recorridos a lo largo de toda la zona, registrando la ubicación de las coordenadas de los transectos con ayuda de un GPS, cuyas coordenadas y ubicación se presentan en la Figura IV - 152.

La caracterización de la fauna y flora marina del área de estudio se realizó mediante un muestreo sistemático, siguiendo los métodos convencionales con los que se han caracterizado los arrecifes del Caribe Mexicano (Gutiérrez, et al., 1993b, 1995; Lara, et al., 1994, Padilla, et.

al, 1994, 2005; Almada-Villela, et al., 2003, Lang et. al, 2012-AGRRA, sensu Loya, 1972 y Porter 1972); los cuales se basan en transectos lineales en puntos de muestreo aleatorios, mismos que fueron seleccionados conforme el cambio de ambientes.

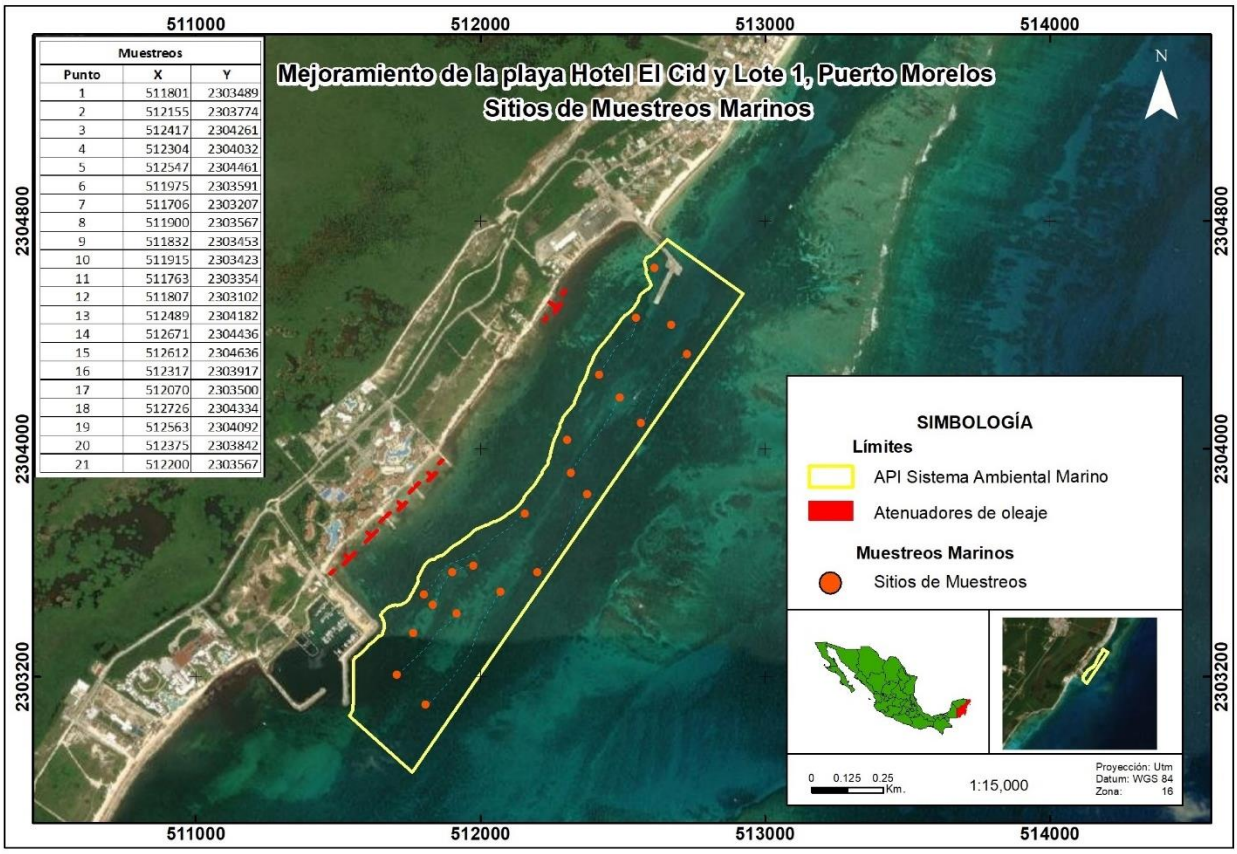


Figura IV - 152. Ubicación de puntos de muestreo y recorridos del estudio de la caracterización ambiental de la comunidad marina en la zona de operación del muelle APIQROO, canal de navegación y áreas colindantes.

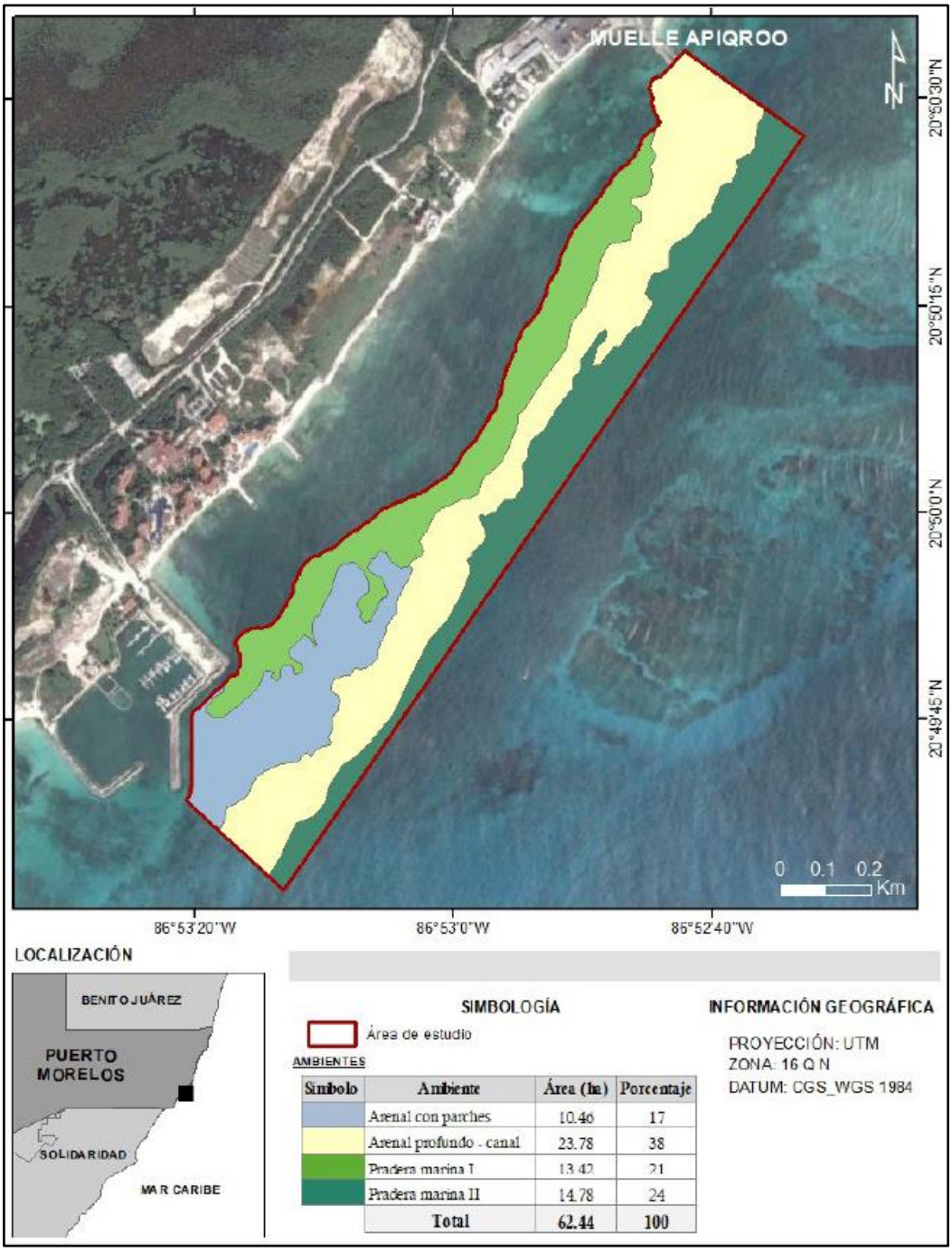
IV.3.2.12.2 Tipos de ambientes

El área de estudio de acuerdo con el análisis espacial de la zona, las características morfológicas y biológicas observadas en campo, se dividió en cuatro ambientes: Arenal con parches, Arenal profundo – canal, Pradera marina I y Pradera marina II (Figura IV - 153).

Las características generales, morfológicas y biológicas para cada uno de los ambientes en mención se describen a continuación:

1. Arenal con Parches.

Este ambiente se ubica al sureste del canal de navegación del APIQROO con una profundidad de entre (-) 3 a (-) 5m y posee un área de 10.46 Ha, lo que corresponde al 17% del área de estudio. Presenta un sustrato arenoso y calcáreo que lo convierte en un ambiente heterogéneo, con áreas de arena casi sin organismos y parches de algas con corales gorgónidos e invertebrados; motivo por el cual es dividido en los dos siguientes subambientes:



Símbolo	Ambiente	Área (ha)	Porcentaje
	Arenal con parches	10.46	17
	Arenal profundo - canal	23.78	38
	Pradera marina I	13.42	21
	Pradera marina II	14.78	24
	Total	**62.44**	**100**

Figura IV - 153. Tipo de ambientes en la zona de estudio de la caracterización ambiental de la comunidad marina en la zona de operación del muelle APIQROO, canal de navegación y áreas colindantes.

• Arenal. - Corresponde a un sustrato arenoso homogéneo, es uno de los ambientes con menor número de especies y organismos, los cuales son principalmente son móviles, como los peces. Debido al desnivel con el ambiente de Pradera marina I, se acumulan residuos de algas y pastos marinos que forman grandes tapetes, mismos que sirven a los peces como escondite, pero que debido a que bloquean el sol impide que invertebrados o algas se asienten. Se

encontró una llanta de gran tamaño que sirve como micro hábitat para los peces y donde se han asentado invertebrados como la anémona gigante del Caribe.

En los recorridos realizados se registró solo un pequeño parche de pastos marinos pegado al ambiente de Pradera Marina 1 (Figura IV - 154).



Figura IV - 154. Fotos del subambiente arenal dentro del ambiente de Arenal con parches del área de estudio de la caracterización ambiental de la comunidad marina en la zona de operación del muelle APIQROO, canal de navegación y áreas colindantes.

• Parches. - este subambiente tiene un sustrato calcáreo con grandes zonas de laja cubierta por arena y zonas de piedra. Tiene la mayor heterogeneidad en el área de estudio, encontrándose gran cantidad de especies principalmente de algas, aunque se llegan a observar pequeños manchones de pastos en la transición con el ambiente de Pradera marina I. Se observaron corales gorgónidos dispersos que sirven junto a las algas, de hábitat para los peces e invertebrados (Figura IV - 155).

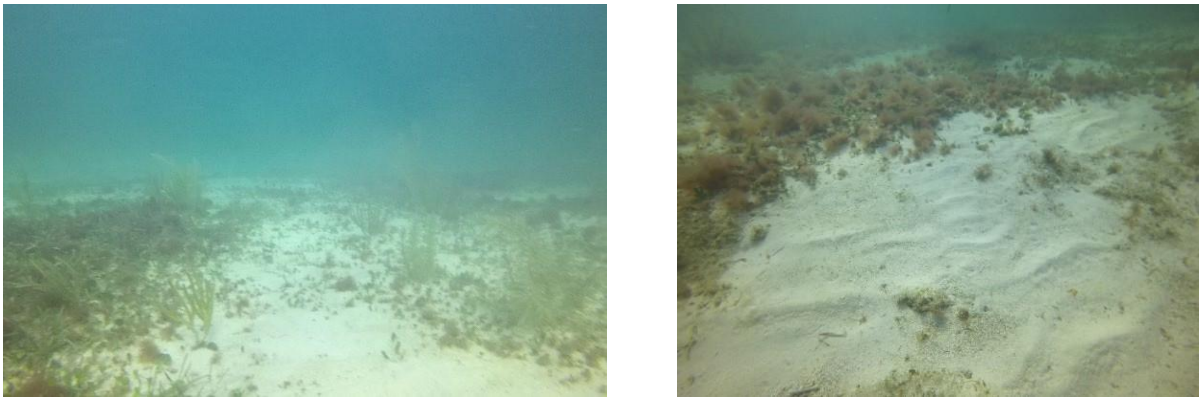


Figura IV - 155. Fotos del subambiente arenal dentro del ambiente de Arenal con parches del área de estudio de la caracterización ambiental de la comunidad marina en la zona de operación del muelle APIQROO, canal de navegación y áreas colindantes.

2. Arenal Profundo - Canal

Este ambiente se ubica a lo largo del área de estudio y corresponde propiamente al canal de navegación de APIQROO en Puerto Morelos, tiene una profundidad de entre (-) 5m a (-) 9m misma que ha disminuido por la acumulación de arena producto del acarreo natural en la zona y cuyo azolve ha reducido la profundidad promedio a aproximadamente (-) 6.5m.

El ambiente de arenal profundo posee un área de 23.78 Ha, lo que corresponde al 38% de la zona estudiada y esta bordeado en su mayoría por praderas marinas o pastizales, con excepción de la parte al sur frente a la Marina El Cid, donde la vegetación se encuentra distribuida a manera de parches. El relieve es irregular con valles y crestas, que debido a la acumulación de arena llegan a tener una altura considerable. Toda la superficie presenta un sustrato de arena fina a media, lo que lo convierte en el ambiente más homogéneo del área de estudio. Se observaron en la superficie algas rojas o una ligera capa de lama café y algas verdes aisladas e invertebrados móviles (Figura IV - 156).

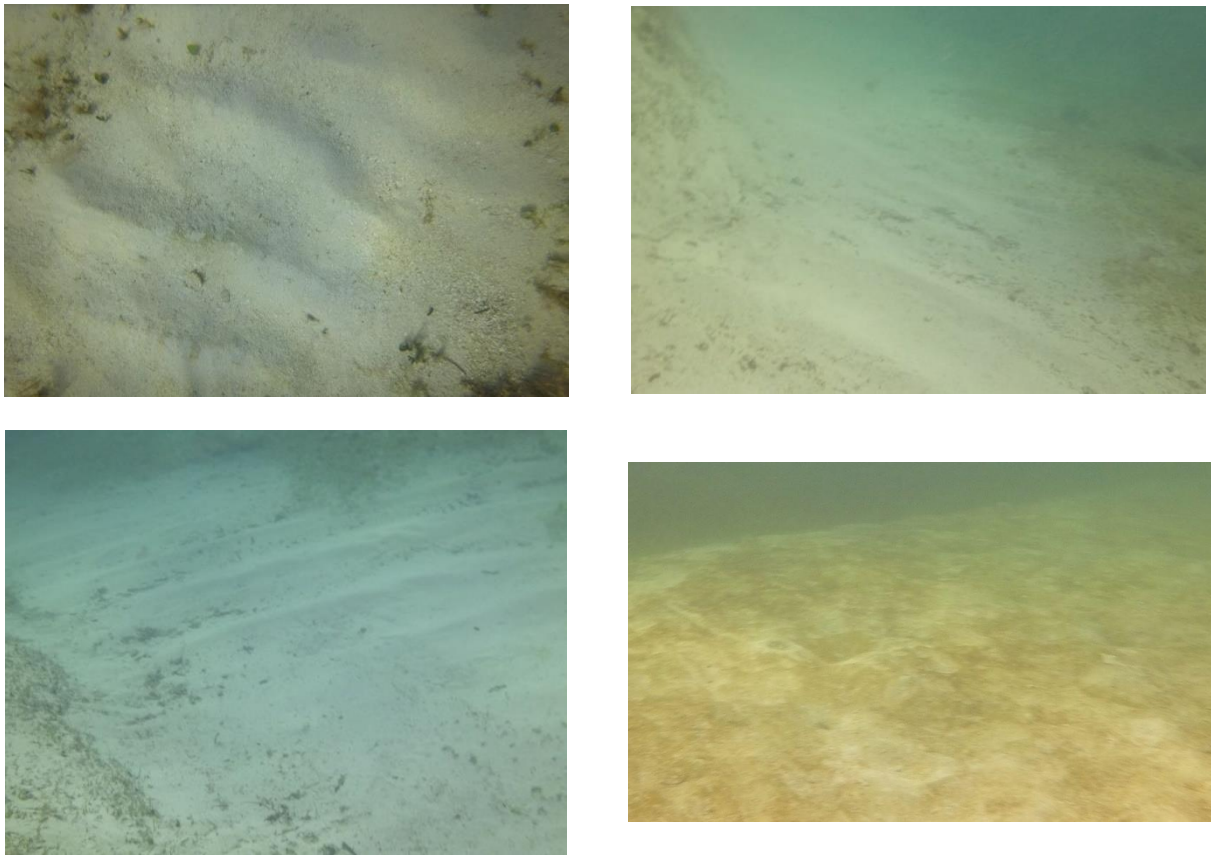


Figura IV - 156. Fotos del ambiente arenal profundo a lo largo del canal de navegación del área de estudio de la caracterización ambiental de la comunidad marina en la zona de operación del muelle APIQROO, canal de navegación y áreas colindantes.

3. Pradera marina I

Este ambiente se ubica en la colindancia oeste a lo largo del arenal profundo (canal de navegación), tiene una profundidad de entre (-) 4 m a (-) 6.5m y posee un área de 13.42 Ha, que corresponden al 21% del área de estudio. Presenta un sustrato arenoso con un escarpe pronunciado en algunas zonas hacia el subambiente de arenal y en otras con una pendiente suave hacia el subambiente de parches (Figura IV - 157).

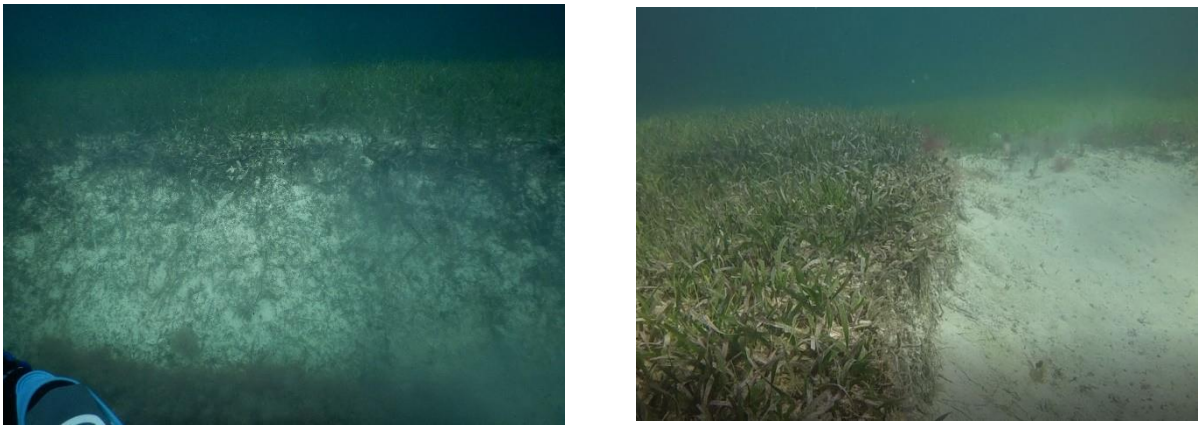


Figura IV - 157. Fotos del ambiente Pradera Marina I del área de estudio de la caracterización ambiental de la comunidad marina en la zona de operación del muelle APIQROO, canal de navegación y áreas colindantes.

La Pradera marina I es un ambiente homogéneo, cubierto en toda su extensión de pastos marinos con áreas definidas, hay zonas donde lo que predomina es el pasto tortuga (*Thalassia testudinum*) y áreas en las que lo abundante es el pasto de manatí (*Syringodium filiforme*), con una zona de transición entre ambas especies. También se observaron entre los pastos diversas especies de algas y corales gorgónidos muy aislados (Figura IV - 158).

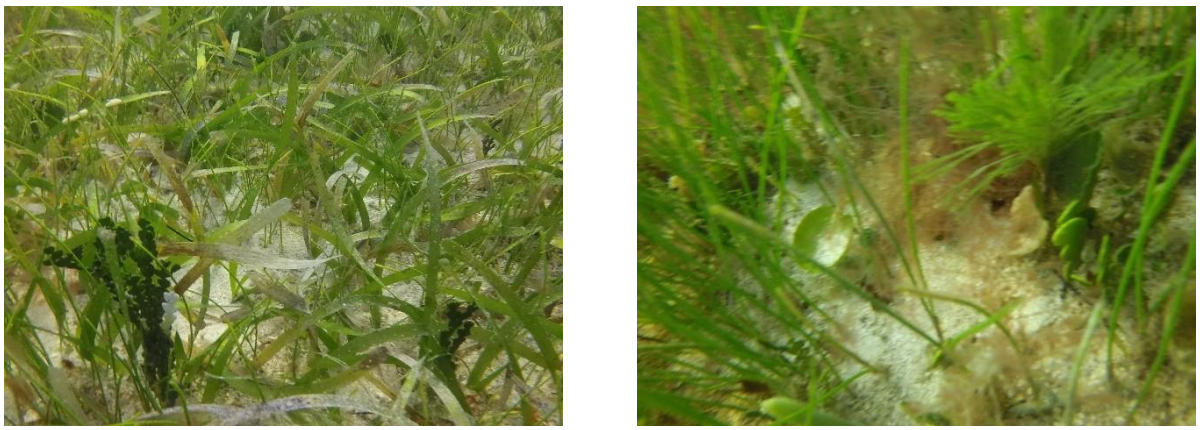


Figura IV - 158. Fotos de corales y algas entre el pastizal del ambiente Pradera Marina I del área de estudio de la caracterización ambiental de la comunidad marina en la zona de operación del muelle APIQROO, canal de navegación y áreas colindantes.

4. Pradera marina II

Este ambiente colinda con la parte este a lo largo del canal de navegación (ambiente de Arenal Profundo), tiene una profundidad de entre (-) 5m a (-)7m con un área de 14.78 Ha, que corresponde al 24% del área de estudio.

Este ambiente a pesar de tener un sustrato arenoso y ser homogéneo al estar cubierto en toda su extensión por pastos marinos, es diferente a la Pradera Marina I, debido a que no existe una división marcada de zonas entre las especies de pastos y tiene mayor diversidad de especies de los tres grupos (invertebrados, peces y algas). En este ambiente domina la presencia del pasto manatí con una baja abundancia del pasto tortuga y zonas de algas con

menor cantidad de pastos de ambas especies; en toda su extensión se observan corales gorgónidos, algunos de ellos rotos o despegados que junto con fragmentos de caracoles sirven de protección a los peces e invertebrados (Figura IV - 159).

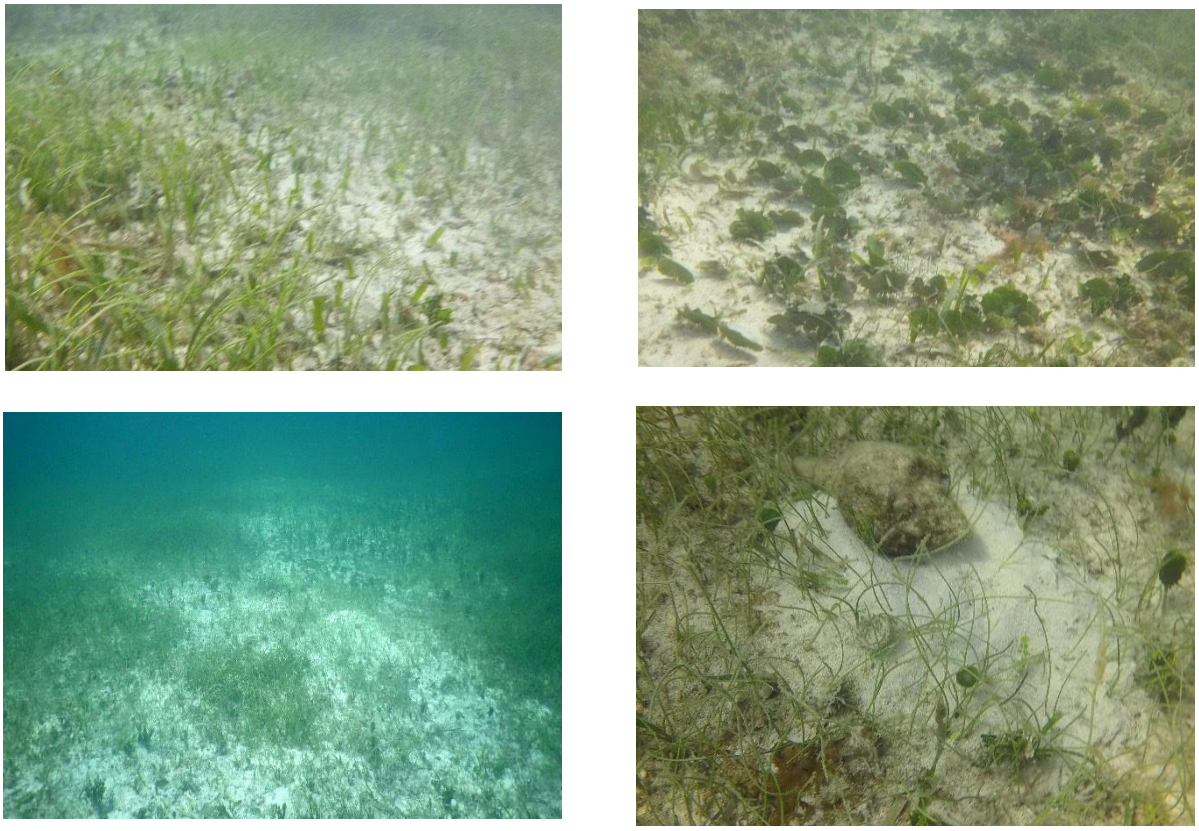


Figura IV - 159. Fotos del ambiente Pradera Marina II del área de estudio de la caracterización ambiental de la comunidad marina en la zona de operación del muelle APIQROO, canal de navegación y áreas colindantes.

IV.3.2.12.3 Análisis de datos

IV.3.2.12.3.1 Caracterización biológica general

IV.3.2.12.3.1.1 Grupos taxonómicos

En el área de estudio se registraron 53 especies tanto en los transectos como en los recorridos, siendo en los primeros donde se observaron al menos el 72% de éstas.

Las especies se dividieron en tres grupos taxonómicos (Figura IV - 160), teniendo mayor representación la vegetación marina con el 43% (23 especies), seguido de los peces con el 32% (17 especies) y por último, los invertebrados con el 25% (13 especies).



Figura IV - 160. Grupos taxonómicos en el área de estudio
de la caracterización ambiental de la comunidad marina en la zona de operación del muelle APIQROO, canal de navegación y áreas colindantes.

En cuanto a los 12 subgrupos taxonómicos, el más abundante fue el de los peces óseos con 15 especies, seguido de las algas verdes con 14 especies, el resto de los subgrupos estuvieron representados por menos de cuatro especies (algas cafés, algas rojas, pastos marinos, peces cartilaginosos, anemonas, gusanos, crustáceos, esponjas, caracoles y corales); en general los invertebrados tuvieron menos especies representativas por subgrupo (Figura IV - 161).

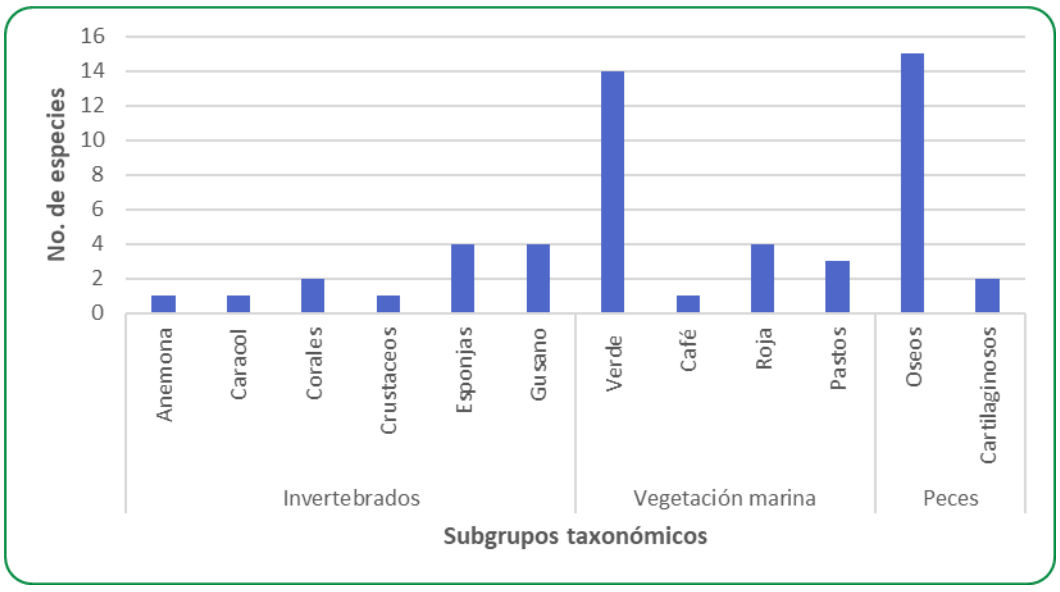


Figura IV - 161. Número de especies por subgrupos taxonómicos registradas en los diversos ambientes en el área de estudio
de la caracterización ambiental de la comunidad marina en la zona de operación del muelle APIQROO, canal de navegación y áreas colindantes.

IV.3.2.12.3.1.2 Riqueza en términos de número de especies

El análisis de la riqueza en términos de número de especies encontradas tanto en los transectos como en los alrededores de la zona en estudio, refleja que el ambiente con más especies fue la Pradera marina II (35 sp), seguido del subambiente Parches (29 sp); aunque si consideramos el ambiente de Arenal con Parches en conjunto, este sería el más diverso (39 sp). El resto de los ambientes o subambientes presentaron de 10 a 14 especies.

En todos los ambientes y subambientes, fue la vegetación marina el grupo taxonómico que más especies presentó, con excepción del subambiente de Arenal donde dadas sus características los peces tuvieron mayor representatividad (Figura IV - 162).

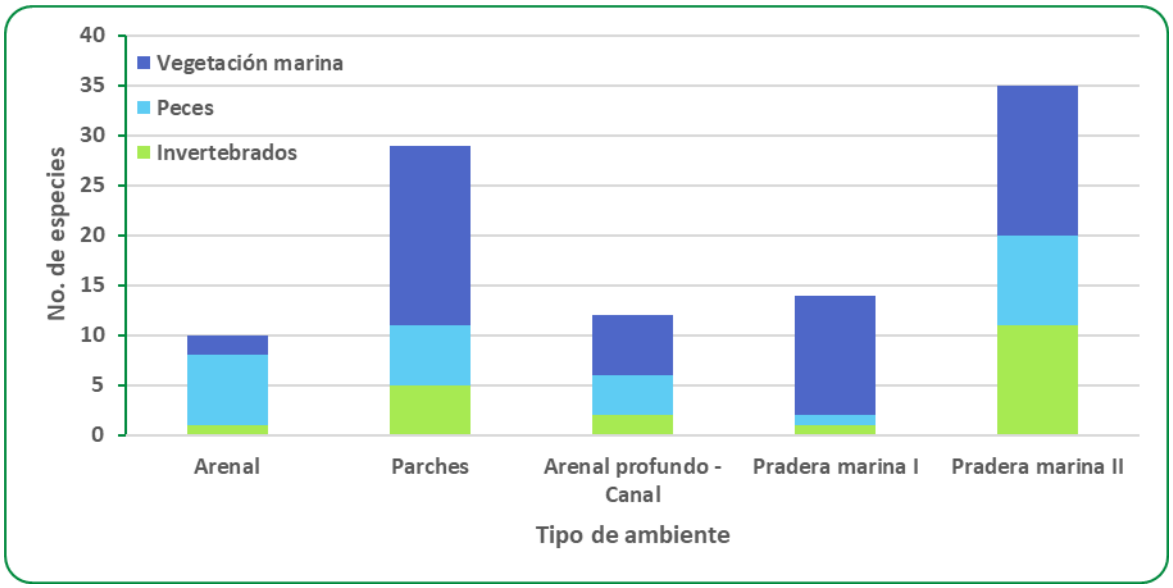


Figura IV - 162. Especies por ambiente registradas en transectos y alrededores por grupo taxonómico en el área de estudio
de la caracterización ambiental de la comunidad marina en la zona de operación del muelle APIQROO, canal de navegación y áreas colindantes.

Considerando solamente las especies observadas en los transectos en el análisis de la riqueza y de abundancia (ind/m2): el subambiente Parches presentó el mayor número de especies (26 sp), pero un bajo número de individuos por metro cuadrado (68 ind/m2), mientras que el ambiente Pradera marina II presentó menor número de especies (19 sp), aunque con el mayor número de individuos por metro cuadrado (283 ind/m2); caso similar a este último fue la Pradera marina I, en contraste con el subambiente Arenal y el ambiente Arenal profundo, donde hubo pocas especies y un bajo número de individuos por metro cuadrado (Figura IV - 163). Con base en la información anterior, durante la realización de la disposición de material de la zona de disiposicion de sedimento aprovechable ubicado en el ambiente de arenal profundo, no habrá afectación a la vegetación acuática sumergida, ya que esta se encuentra dentro del subambiente de parches, ni a la fauna asociada, toda vez que esta corresponde en su mayoría a peces y que por la presencia de los trabajadores se trasladará a otros sitios.

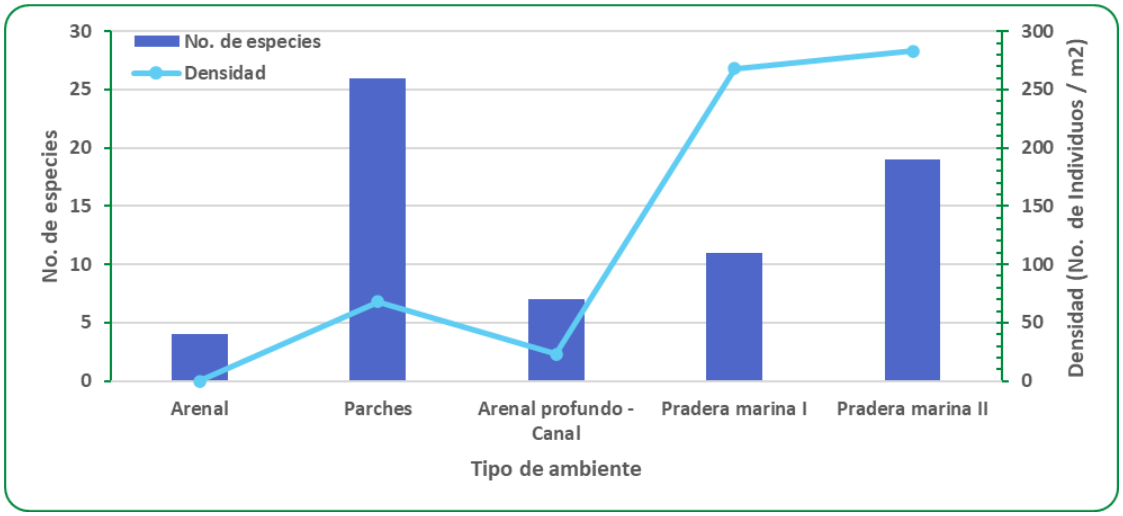


Figura IV - 163. Número de especies y densidad en los transectos en el área de estudio de la caracterización ambiental de la comunidad marina en la zona de operación del muelle APIQROO, canal de navegación y áreas colindantes.

IV.3.2.12.3.1.3 Diversidad y equitabilidad

El índice de Shannon-Weaver considera como valores normales de diversidad entre 2 y 3, siendo mayor a 3 una alta diversidad de especies y menor a 2 una baja diversidad. En general todos los ambientes de la zona en estudio tienen una baja diversidad con valores de entre 0.9 a 1.2 de H', con excepción del subambiente de Parches cuya diversidad normal es de un valor de H' de 2.1. En contraste, la equitatividad fue menor en los ambientes de Pradera Marina, debido a la dominancia de las especies de pastos y en el Arenal profundo por la dominancia de una especie de alga roja; mientras que los subambientes Arenal y Parches su valor fue mayor a 1, por lo que, las especies estuvieron igualmente representadas (Figura IV - 164).

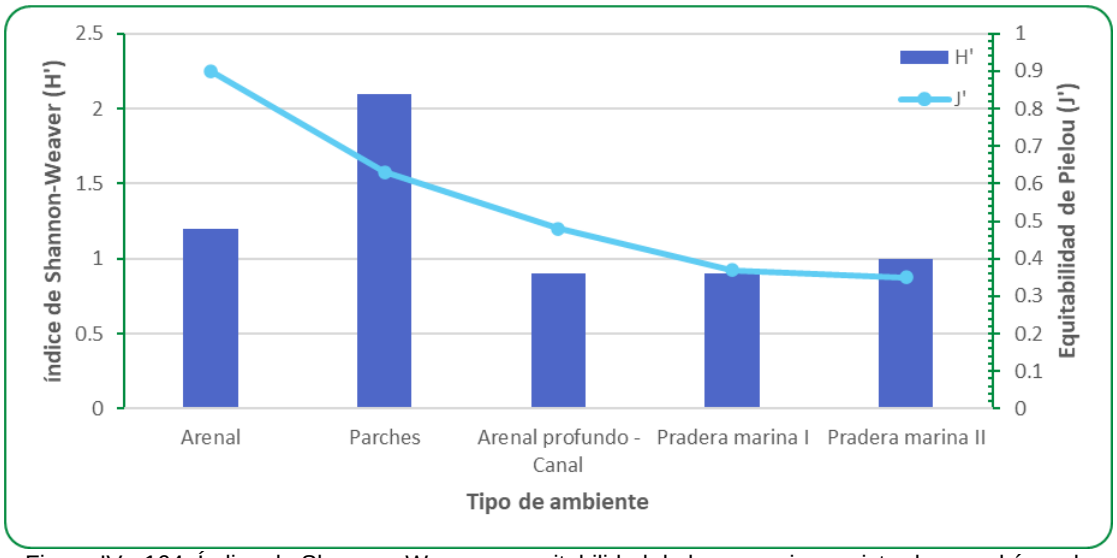


Figura IV - 164. Índice de Shannon-Weaver y equitabilidad de las especies registradas en el área de estudio
de la caracterización ambiental de la comunidad marina en la zona de operación del muelle APIQROO, canal de navegación y áreas colindantes.

IV.3.2.12.3.2 Por grupo taxonómico

IV.3.2.12.3.2.1 Invertebrados

De manera general la presencia de invertebrados fue rara en el área de estudio, a pesar de ello, para su análisis fueron separados por subgrupos taxonómicos conforme al grupo funcional al que pertenecen (anémonas, crustáceos, caracoles, corales, gusanos y esponjas).

IV.3.2.12.3.2.1.1 Distribución y composición de especies

De las especies registradas en el área de estudio, 13 fueron invertebrados divididos en seis subgrupos taxonómicos, de los cuales los corales y los caracoles fueron los que presentaron mayor número de especies (cuatro cada uno), lo que represento el 31% para cada grupo. El resto de los subgrupos taxonómicos presentaron dos o una especie, que representó el 15.5% y el 7.5% respectivamente (Figura IV - 165, Tabla IV - 55).

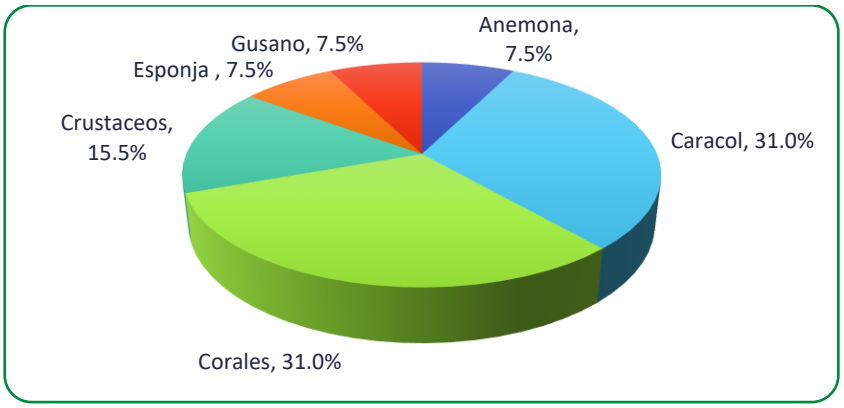


Figura IV - 165. Proporción de subgrupos taxonómicos de invertebrados en el área de estudio.

Los corales y los caracoles, junto con la especie de anémona, fueron los de mayor representatividad en el área de estudio, ya que se registraron en tres ambientes; el resto de los subgrupos solamente se distribuyó en el ambiente de Pradera marina II (Figura IV - 166).

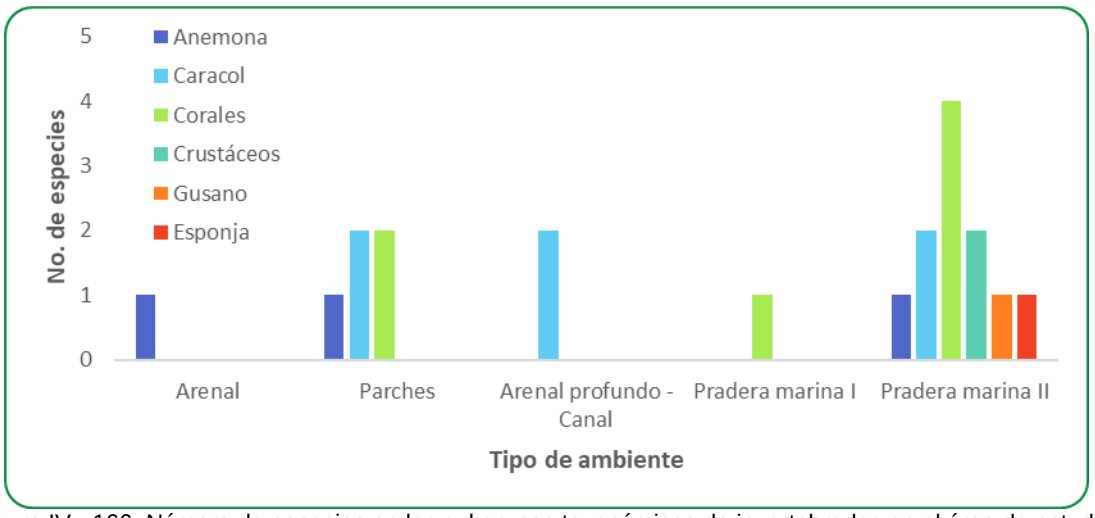


Figura IV - 166. Número de especies en los subgrupos taxonómicos de invertebrados en el área de estudio.

IV.3.2.12.3.2.1.2 Abundancia y riqueza específica

Lo observado en el número de especies es consistente con la abundancia en términos de densidad de individuos por metro cuadrado. El subambiente de Parches es el que mayor abundancia presenta con 0.83 org/m2, mientras que los ambientes de Pradera marina II y el Arenal profundo presentan menos de 0.04 org/m2, y el ambiente de Pradera marina I y el subambiente de Arenal los invertebrados son muy esporádicos que no se registraron en los transectos (Figura IV - 167).

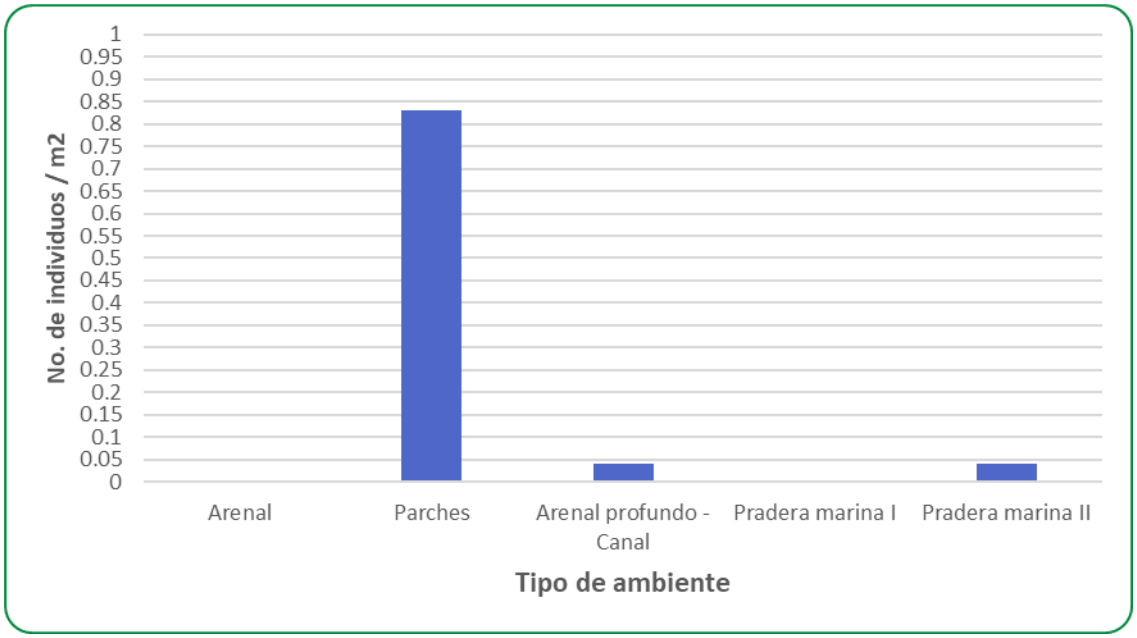


Figura IV - 167. Abundancia de invertebrados por ambiente (Nº de individuos por metro cuadrado).

Con respecto a la abundancia relativa de las especies de invertebrados, tres especies fueron dominantes en algún transecto (57%), dos corresponden a corales (*Pterogorgia guadalupensis* y *Gorgonia flabellum*) y *Triplofusus giganteus* que dominó al menos dos ambientes. Del resto de las especies, una fue común (14%) y dos fueron escasas (29%) y no se registraron especies abundantes o raras (Figura IV - 168).

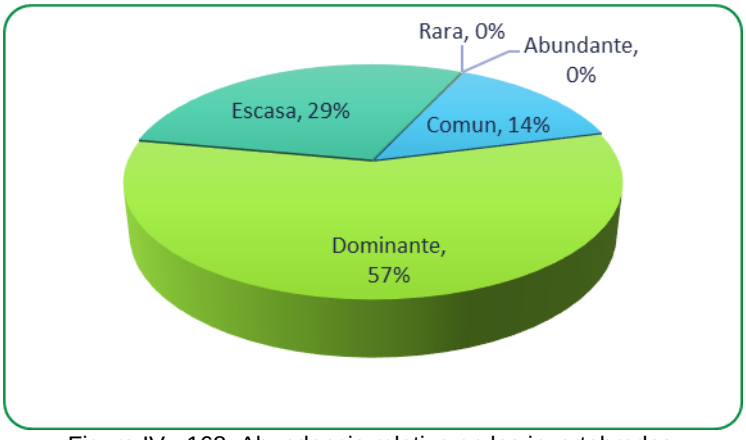


Figura IV - 168. Abundancia relativa en los invertebrados.

Tabla IV - 55. Listado de especies de invertebrados y su abundancia relativa en cada ambiente.

Grupo	Especie	Nombre común	Arenal	Parches	Arenal profundo-Canal	Pradera marina I	Pradera marina II
Anemona	*Condylactis gigantea*	Anémona gigante del caribe	P	E			P
Cangrejos	*Peroclimenes yucatanicus*	Cangrejo limpiador de anémona					P
Cangrejos	*Sternorhynchus seticornis*	Cangrejo pinocho					P
Caracol	*Aliger gigas*	Caracol rosado		E			P
Caracol	*Macrostrombus costatus*	Caracol blanco		E			
Caracol	*Triplofusus giganteus*	Caracol chactel			D		D
Caracol	*Vasum muricatum*	Trompito			P		
Corales	*Gorgonia flabellum*	Abanico de venus					D
Corales	*Pterogorgia guadalupensis*	Gorgonida		D			P
Corales	*Antillogorgia bipinnata*	Gorgonida		C		P	P
Corales	*Manicina areolata*	Coral rosa					P
Esponja	*Amphimedom viridis*	Demosponja					P
Gusano	*Hermodice carunculata*	Gusano de fuego					P
Especies en el transecto			0	5	1	0	2
Especies presentes			1	0	1	1	9
Total especies			1	5	2	2	11

Simbología: Dominante (D)=>20%; Abundante (A)=10-20%; Común (C)= 5-10%; Escasa (E)= 1-5%, Rara (R) = <1% y Presente (P)=otras especies presentes en el ambiente.

IV.3.2.12.3.2.1.3 Diversidad y equitabilidad

De acuerdo con el índice de diversidad de Shannon-Weaver, de manera general en todos los ambientes hay una baja diversidad de invertebrados, siendo el ambiente de Pradera marina II y el subambiente de Parches los únicos que registraron valores de H' de 0.7 y 0.6 respectivamente. Lo anterior es consistente con los valores de equitabilidad de Pielou, donde el ambiente de Pradera marina II tuvo una J' igual a 1, es decir, todas las especies presentes que fueron dos estuvieron igualmente representadas por el mismo número de individuos; mientras que en el subambiente de Parches presento un valor de J' de 0.4, por lo tanto, algunas de las cinco especies registradas presentaron más organismos que otros (Figura IV - 169).

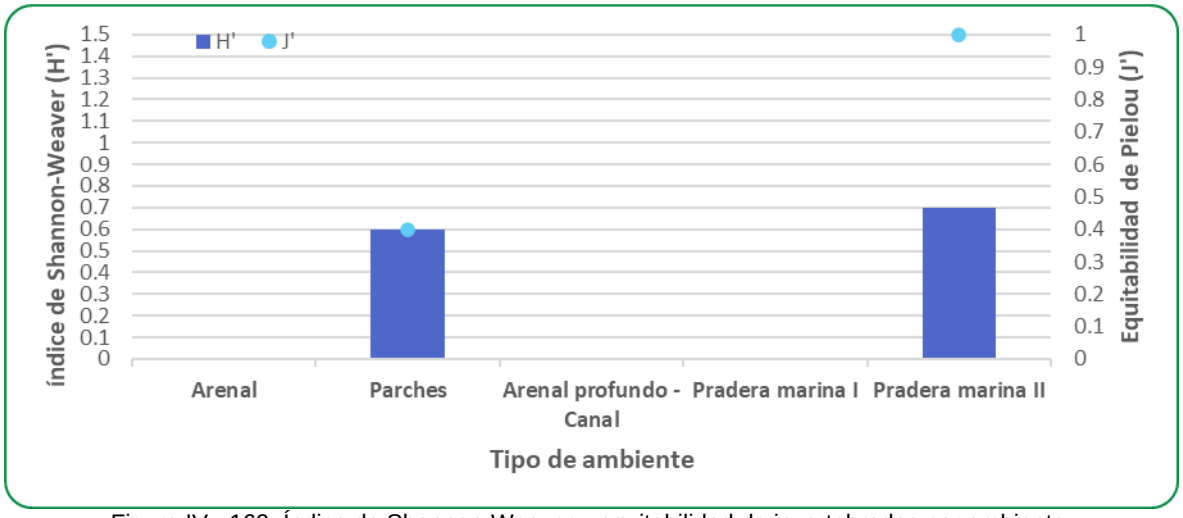


Figura IV - 169. Índice de Shannon-Weaver y equitabilidad de invertebrados por ambiente.

IV.3.2.12.3.2.1.4 Condición del organismo

La condición de los organismos de corales presentes en los diversos ambientes en general fue buena en el subambiente de Parches y Pradera marina I; mientras que en la Pradera marina II se encontraban rotos o despegados del fondo marino debido principalmente a las corrientes de la zona o bien a los ciclones tropicales que afectan cada año las costas del Estado de Quintana Roo (Figura IV - 170).

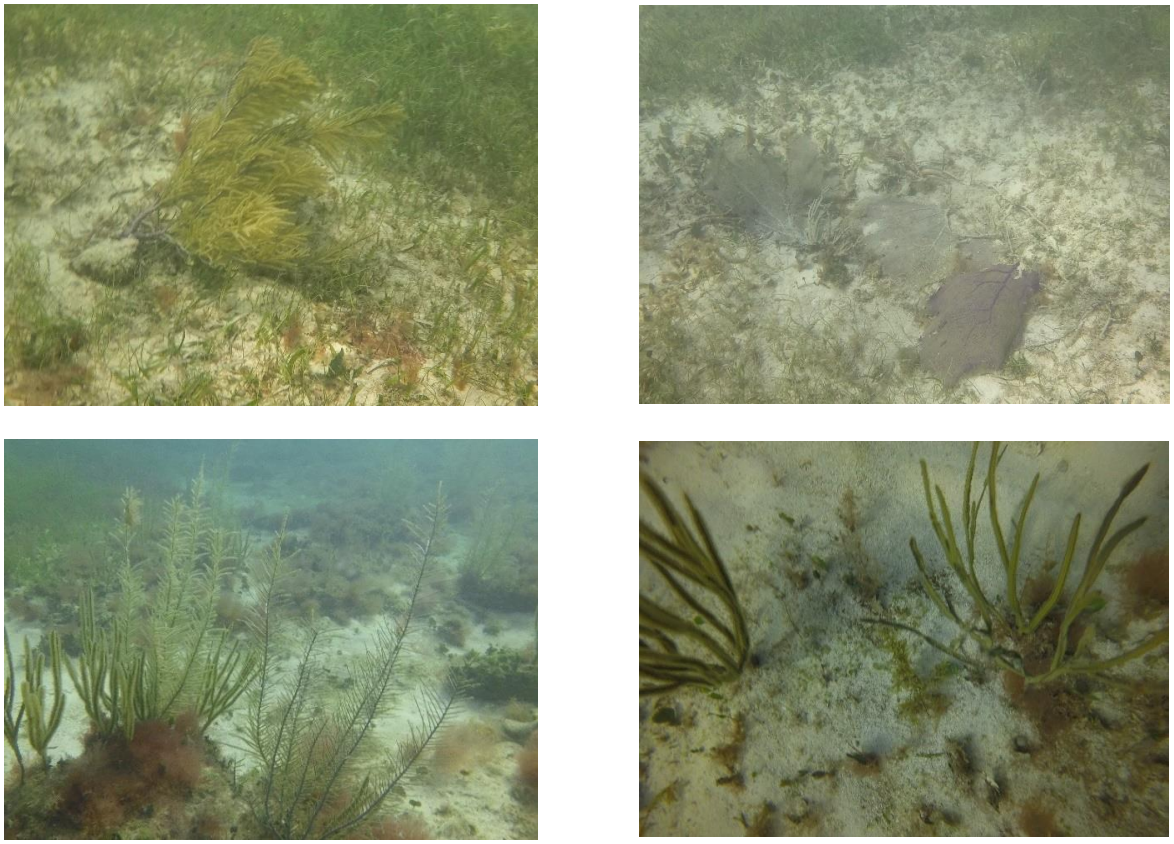


Figura IV - 170. Fotos de las condiciones de los corales observados en los ambientes

IV.3.2.12.3.2.2 Ictiofauna

Los peces son organismos móviles que usan los diversos ambientes para protección, alimentación, reproducción, etc. Un sistema sano presenta una gran cantidad de peces de una o de varias especies; en general se observaron varias especies, pero pocos organismos, con excepción de un cardumen de más de mil individuos fuera del área de los transectos.

IV.3.2.12.3.2.2.1 Distribución y composición de especies

En el área de estudio se registró un total de 17 especies de peces, de las cuales 15 pertenecen al grupo de los peces óseos que corresponde al 88 % y dos al de los peces cartilaginosos que representa el 12% (Tabla IV – 56, Figura IV - 171). En la zona donde es posible llevar a cabo el retiro del sedimento azolvado, los peces solamente transitan y no usan la zona como nicho debido al paso continuo de embarcaciones.

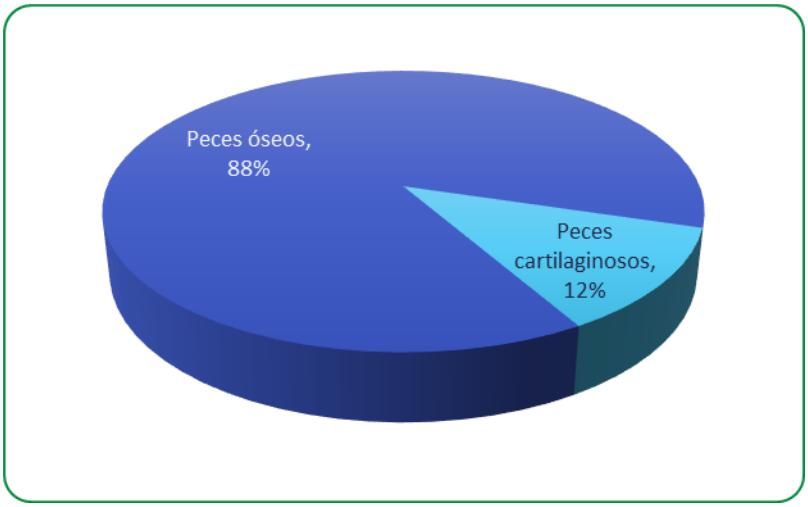


Figura IV - 171. Proporción de subgrupos taxonómicos de peces en el área de estudio.

La distribución general de las especies en los ambientes indica que el ambiente de Pradera marina II fue el de mayor representatividad (9 sp), seguido del subambiente Arenal (7 sp). Considerando solamente lo observado en los transectos, el subambiente de Parches es el que presenta más especies (6 sp), es decir, tenemos el mismo patrón observado con los invertebrados, donde la heterogeneidad del subambiente Parches concentra a un determinado tipo de especies en toda su superficie, contrario al resto de los ambientes que al ser muy homogéneos tienen una distribución de las especies más espaciada (Figura IV - 172).

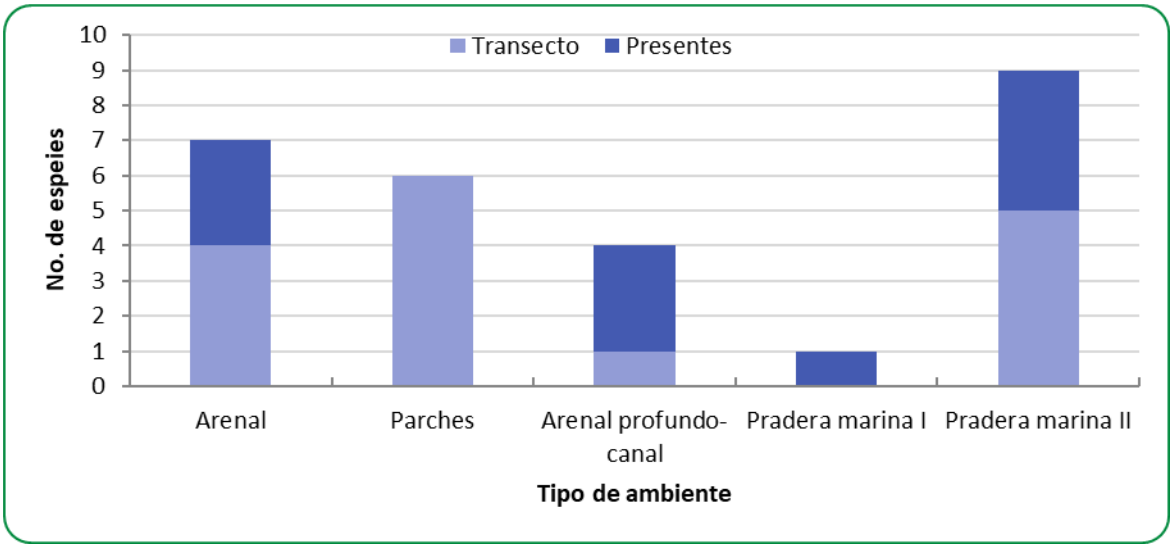


Figura IV - 172. Número de especies en los subgrupos taxonómicos de peces en el área de estudio.

IV.3.2.12.3.2.2.2 Abundancia y riqueza específica

Aunque en general la abundancia en términos de densidad de individuos por metro cuadrado en el área de estudio es baja, es consistente con lo observado con el número de especies, donde es el subambiente de Parches es el que mayor abundancia presenta con 0.4 org/m2, mientras que el resto de los ambientes presentan menos de 0.15 org/m2, con excepción del ambiente de Pradera marina I donde solo se registraron organismos en los recorridos. Debido al continuo tránsito de embarcaciones el ambiente de arenal profundo canal tuvo muy poca abundancia de organismos (Figura IV - 173).

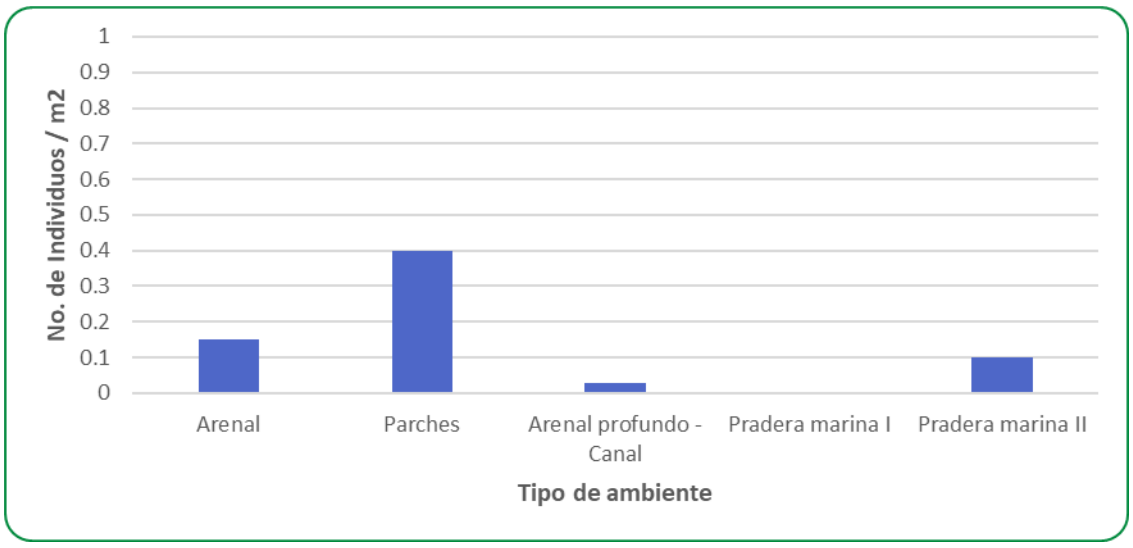


Figura IV - 173. Abundancia de peces por ambiente (Nº de individuos por metro cuadrado).

Respecto a la abundancia relativa de las especies de peces, tres especies dominaron cinco veces en al menos un ambiente (*Halichoeres bivittatus, Halichoeres sp. juvenil, Sparisoma viride*) lo que representó el 31%, siete fueron abundantes siendo el 31%, tres

comunes cuya proporción fue el 19%, una escasa con el 6% de total y no se registraron especies raras, lo que nos dice que las especies estuvieron más homogéneamente representadas (Figura IV - 174).

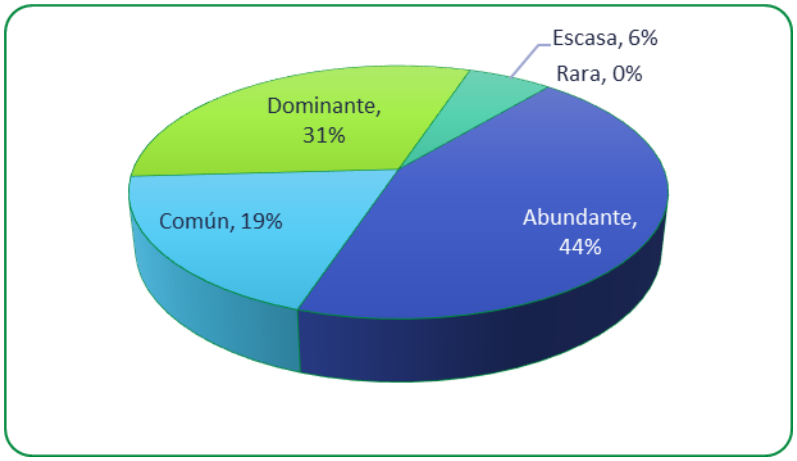


Figura IV - 174. Abundancia relativa de los peces.

Tabla IV - 56. Listado de especies de peces por familia y su abundancia relativa en cada ambiente.

Grupo	Familia	Especie	Arenal	Parches	Arenal profundo-Canal	Pradera marina I	Pradera marina II
Peces óseos	Acanthuridae	*Acanthurus coeruleus*	P				
	Balistidae	*Canthidermis sufflamen*			P		
	Engraulidae	*Anchovia sp.*					P
	Labridae	*Halichoeres bivittatus*	D	D	P	P	D
	Labridae	*Halichoeres chrysus*	A				A
	Labridae	*Halichoeres maculpinna*	P	C	E		
	Labridae	*Halichores sp. Juvenil*		D			
	Labridae	*Thalassoma bifasciatum*	P				
	Lambrisomidae	*Malacoctenus triangulatus*		C			
	Scaridae	*Sparisoma viride*	D				
	Sciaeniadea	*Pareques acuminatus*					P
	Scombriade	*Scomberomorus sierra*					P
	Tetraodontidae	*Canthigaster rostrata*		C			A
	-	*Pez Sp.1*	A	A			A
	-	*Cardumen*					A
Peces cartilaginosos	Dasyatidae	*Hypanis americanus*			P		
	Urotrygoniade	*Urobatis jamaicensis*					P
		Especies en el transecto	4	6	1	0	5
		Especies presentes	3	0	3	1	4
		Total especies	7	6	4	1	9

Simbología: Dominante (D)=>20%; Abundante (A)=10-20%; Común (C)= 5-10%; Escasa (E)= 1-5%, Rara (R) = <1% y Presente (P)= otras especies presentes en el ambiente.

IV.3.2.12.3.2.2.3 Diversidad y equitabilidad

El índice de Shannon-Weaver para los peces indica en general, que en todos los ambientes tienen una muy baja diversidad con valores por debajo de una H=1.7, siendo mayor

en el ambiente de Pradera marina II, seguido de los subambientes Parches y Arenal. Aunque en el ambiente de Arenal profundo se encontraron organismos, al ser solo una especie por ende carece de diversidad. Mientras que los valores de equitabilidad estuvieron entre 0.8 y 1, lo que indica que las especies estuvieron igualmente representadas con una diferencia de pocos individuos entre ellas (Figura IV - 175).

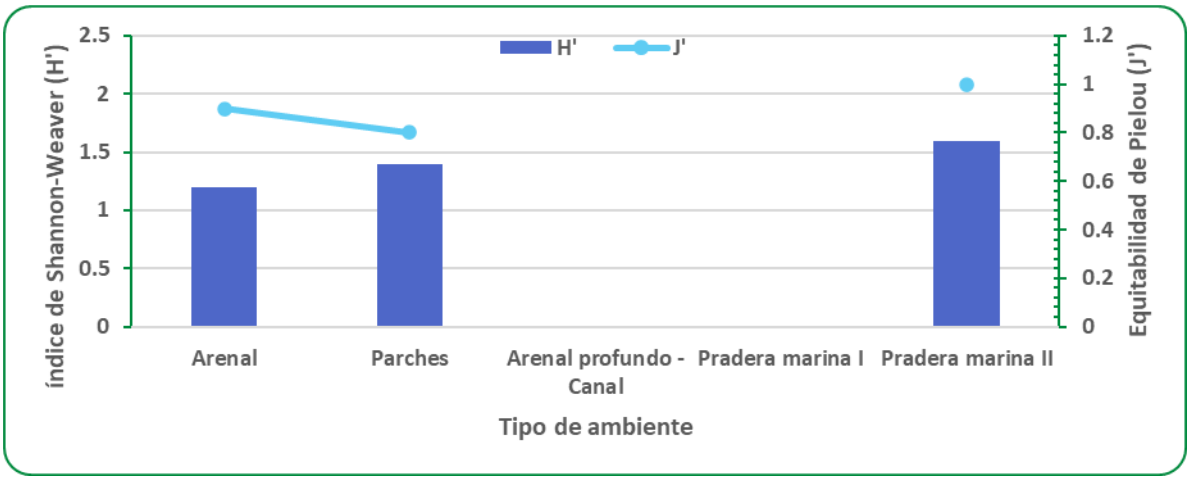


Figura IV - 175. Índice de Shannon-Weaver y equitabilidad de peces por ambiente.

IV.3.2.12.3.2.2.4 Estructura de tallas

Con respecto a la estructura de tallas de peces, varía en los ambientes, siendo la talla 1 la más representativa, correspondiente a organismos menores de 5cm y la talla III que son organismos de 10 a 20 cm, seguidos de la talla II presentes en tres de los cinco ambientes. Adicionalmente, solo en el ambiente Pradera Marina II se registraron organismos de la talla V que son mayores a 30cm y en el ambiente Arenal profundo solo registraron organismos de la talla III transitando (Figura IV - 176).

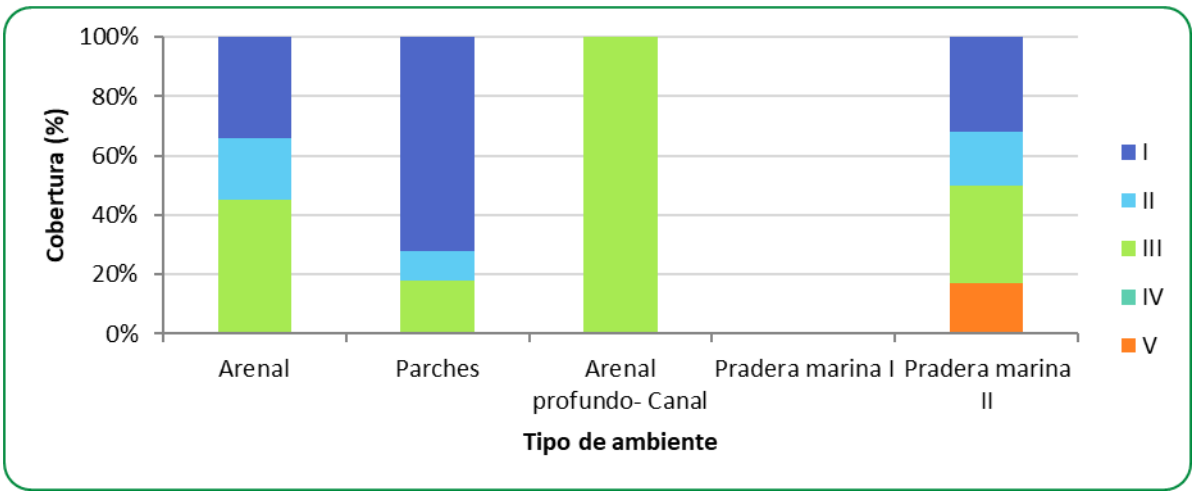


Figura IV - 176. Estructura de tallas de los peces.

IV.3.2.12.3.2.2.5 Grupos funcionales

Los grupos funcionales de los peces fueron dominados por especies de hábitos omnívoros (5 sp), seguida de los bentófagos y planctívoros (4 especies de cada grupo). Las de hábitos herbívoros estuvieron representadas solamente por una especie y no se registraron ictiófagas (Figura IV - 177). Se considera preocupante la baja abundancia de especies herbívoras, ya que estas juegan un papel importante en el control de las algas, aunque una mayor proporción de especies omnívoras lo compensa, ya que dentro de su espectro alimenticio llegan a incluir algas.

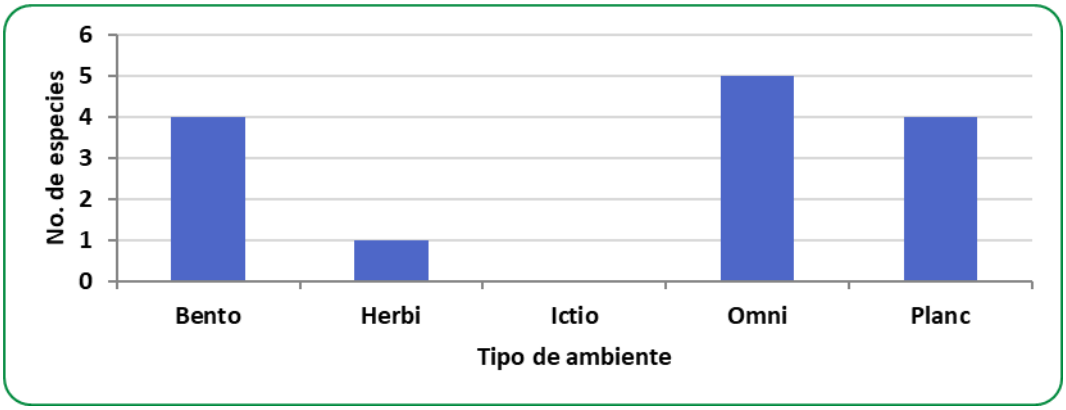


Figura IV - 177. Grupos funcionales de los peces.

IV.3.2.12.3.2.3 Vegetación marina

Las algas son un indicador importante de la salud de un ambiente, un aumento descontrolado de algas podría cubrir el espacio para el asentamiento de otros individuos que habitan este ecosistema.

IV.3.2.12.3.2.3.1 Distribución y composición de especies

Se registraron un total de 23 especies de algas (Figura IV - 178**,** Tabla IV – 57), de las cuales 14 son algas verdes (64%), dos son algas cafés (4%), cuatro algas rojas (18%) y tres fueron especies de pastos (*Halodule wrightii, Syringodium filiforme, Thalassia testudinium*) que corresponden al 14% del total.

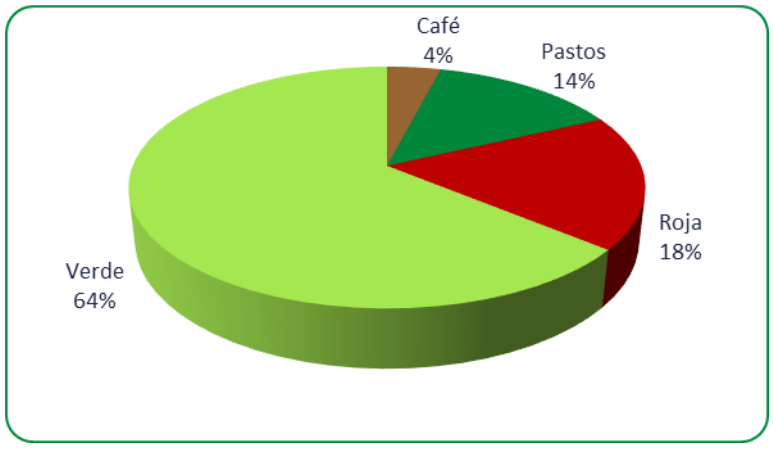


Figura IV - 178. Proporción de especies por grupo de vegetación marina en el área de estudio.

En la distribución de la vegetación marina en los ambientes tenemos que el subambiente de Parches presentó el mayor número de especies (18 sp), de las cuales 15 se encontraron en los transectos y tres en los recorridos; de éstas dos fueron especies de pastos presentes en pequeños manchones o bien en los límites de transición con el ambiente de pradera, caso similar al subambiente de Arenal donde en los transectos no se encontró vegetación marina, pero si en los recorridos (Figura IV - 179).

Como es común al ser siempre el grupo más abundante, las algas verdes estuvieron presenten en cuatro de los cinco ambientes con hasta 12 especies, patrón similar al de las algas rojas y los pastos, pero solo con hasta tres especies, las algas cafés solo se presentaron en dos ambientes el de Arenal profundo, (donde se registraron en su mayoría algas verdes) y el de Pradera marina II.

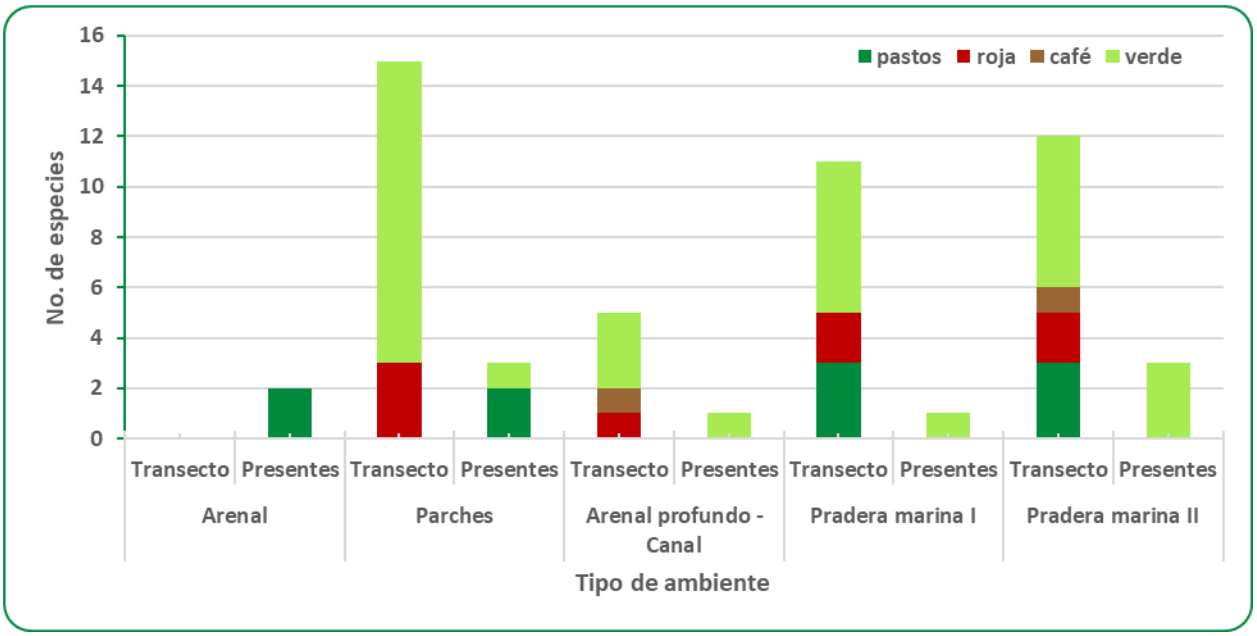


Figura IV - 179. Número de especies de vegetación marina por ambiente de acuerdo con la forma de muestreo.

IV.3.2.12.3.2.3.2 Abundancia y riqueza específica

La abundancia de algas en términos de porcentaje de cobertura fue mayor en los ambientes de Pradera marina I y II, debido principalmente a la gran cubierta de los pastos, la cual fue mayor en la Pradera marina I. Contrario a lo observado en el subambiente de Parches y el ambiente de Arenal profundo donde las algas rojas presentaron mayor cobertura, seguidas de las algas verdes en el primer caso y de las algas cafés en el segundo ambiente. En el subambiente de Arenal no presentó cobertura de vegetación marina, ya su presencia es aislada y esporádica (Figura IV - 180).

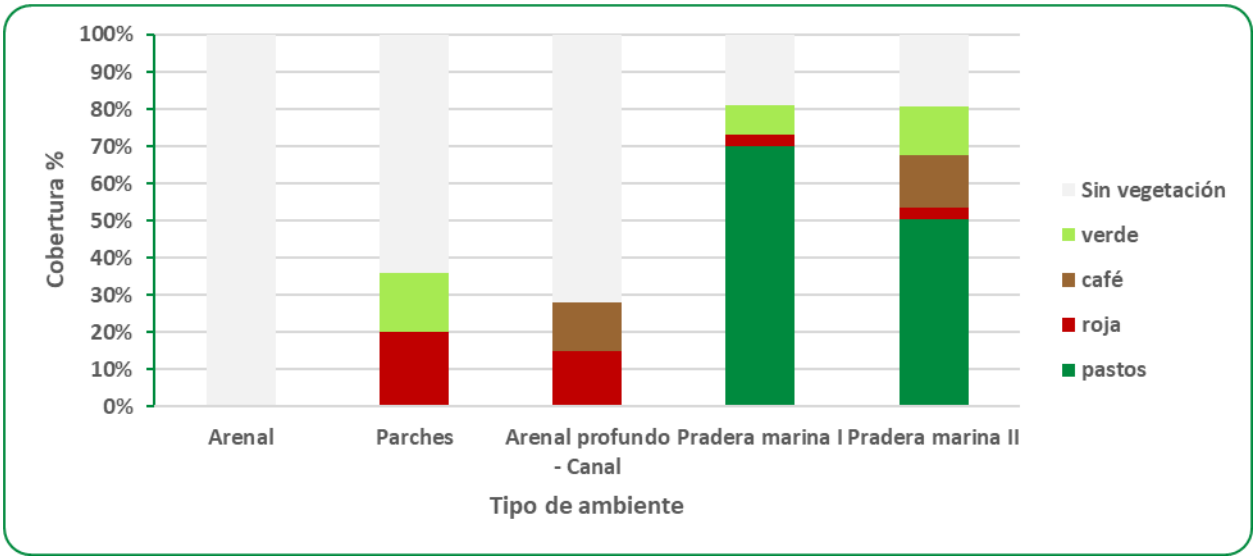


Figura IV - 180. Abundancia de la vegetación marina por ambientes.

La abundancia relativa de las especies de vegetación marina presento el siguiente patrón: seis especies dominaron en al menos uno o más ambientes que representaron el 14% (representadas por las especies *Avrainvillea longicaulis, Udotea cyathiformis*, la lama café observada, *Griffithsia globulifera* y el pasto manatí *Syringodium filiforme*), dos fueron abundantes que fueron menos del 5%, una común solo represento el 2%, 24 escasas correspondiéndole la mayor abundancia con el 56% y 10 fueron especies raras con el 23%; es decir que la misma especie pudo ser dominante en un ambiente y rara en otro; lo que en general demuestra que muchas de las especies observadas estuvieron representadas por pocos organismos dispersos en los ambientes (Figura IV - 181).

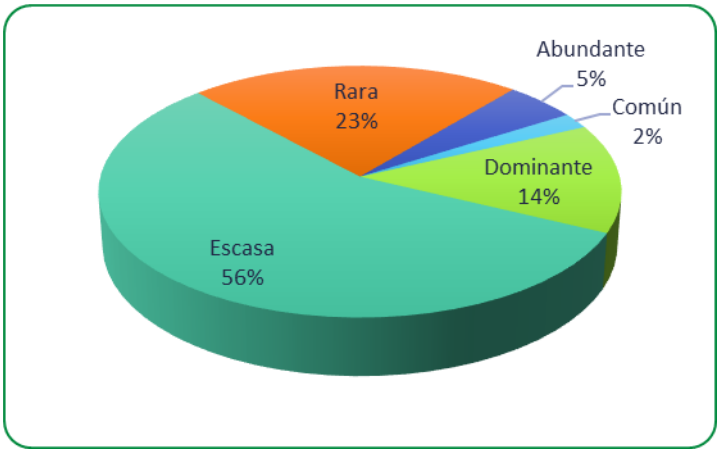


Figura IV - 181. Abundancia relativa en la vegetación marina.

Tabla IV - 57. Listado de especies de algas por grupo y su abundancia relativa en cada ambiente.

Grupo	Especie	Arenal	Parches	Arenal profundo-Canal	Pradera marina I	Pradera marina II
Verde	*Acetabularia sunbg. Acicularia crenulata*			E		
	Avrainvillea longicaulis		D	E	R	E
	Caulerpa proolifera		E			
	Caulerpa setularoides		P	E		

	Dasycladus vermicularis		E			
	Halimeda incrassata		E		E	E
	Halimeda opuntia		E			
	Penicillus capitaus		E		E	R
	Penicillus dumetosus		E		R	P
	Rhipilia tomentosa		E		P	R
	Rhipocephaulus phoenix		R			P
	Udotea cyathiformis		R			P
	Udotea flabellum		E		R	E
	Uvoa fleusoa		E			
Café	*Dyctiota sp.*			P		
	Lama			D		E
Roja	*Amphiora fragilissima*				R	R
	Liagora sp.		E			
	Polysiphonia sp.		R			
	Griffithsia globulifera		D	C	E	E
Pastos marinos	*Halodule wrightii*				E	E
	Syringoidium filiforme	P	P		D	D
	Thalassia testidinium	P	P		A	A
Especies en el transecto		0	15	5	11	12
Especies presentes		2	3	1	1	2
Total especies		2	18	6	12	15

Simbología: Dominante (D)=>20%; Abundante (A)=10-20%; Común (C)= 5-10%; Escasa (E)= 1-5%, Rara (R) = <1% y Presente (P)=otras especies presentes en el ambiente.

IV.3.2.12.3.2.3.3 Diversidad y equitabilidad

Con relación al índice de Shannon-Weaver, en general para las algas se tuvo una baja diversidad con valores, siendo por debajo de una H=1 para los ambientes de Arenal profundo, Pradera marina I y II, y de cero para el subambiente de Arenal.

Solo el subambiente de Parches presentó una diversidad normal con un valor de H' de 2.1, lo cual es consistente con el número de especies registradas para este subambiente. Mientras que la equitabilidad tuvo valores de entre 0.4 y 0.8, es decir las especies no estuvieron igualmente representadas en todos los ambientes con excepción del subambiente de Parches (Figura IV - 182).

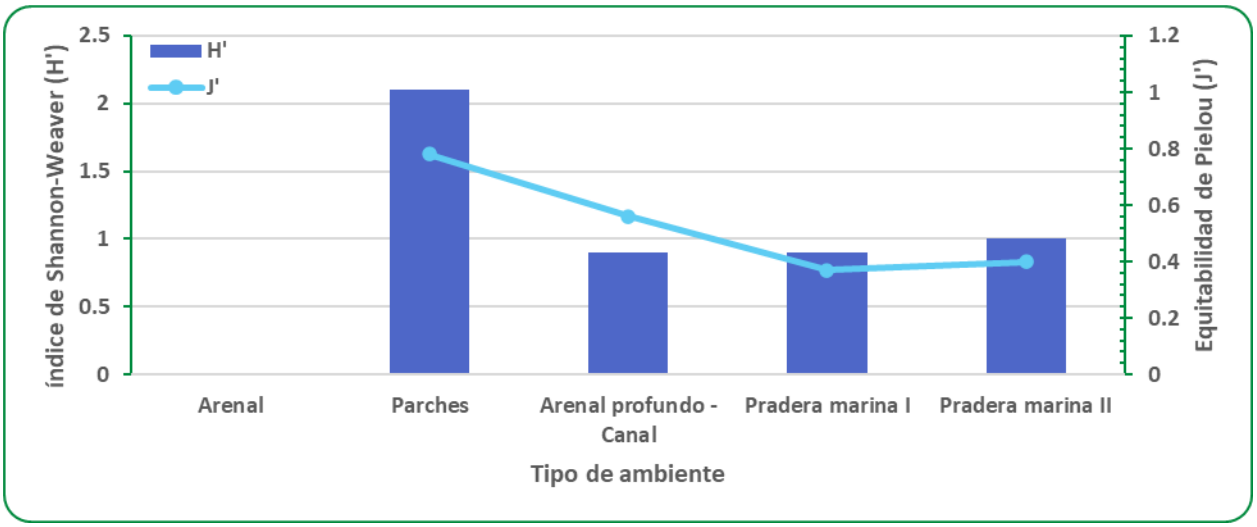


Figura IV - 182. Índice de Shannon-Weaver y equitabilidad de las especies de vegetación marina.

IV.3.2.12.3.2.4 Especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010

De las 53 especies de invertebrados, peces y vegetación marina registradas en el muestreo realizado al área de estudio, se encontraron cuatro especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 (Tabla IV – 58), de las cuales tres son pastos marinos y la otras es el pez loro (*Sparisoma viride).* Además, se registró dos especies que conforme a lo establecido por SAGARPA presentan algún tipo de veda para su aprovechamiento, que son: el caracol rosa (*Aliger gigas*) y el caracol blanco o lanceta (*Macrostrombus costatus*).

Tabla IV - 58. Especies registradas en el área de estudio listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

N°	Especies	Clave	Categoría de riesgo
1	*Halodule wrightii*	A	Amenazadas
2	*Syringodium filiforme*	A	
3	*Thalasssia testudinium*	Pr	Sujetas a protección especial
4	*Sparisoma viide*	Pr	

IV.3.2.13 Conclusiones

El Sistema Ambiental Regional marino definido para el proyecto presenta un sistema arrecifal con diferentes grados de desarrollo, por lo que carece de la zonación típica de los arrecifes coralinos del Caribe Mexicano. La ausencia de una Cresta Arrecifal provoca que los ambientes en este sitio sean muy homogéneos y con baja diversidad biológica, en donde los corales, como principales constructores arrecifales, se encuentran pobremente representados.

La estructura comunitaria de los corales escleractinios es muy pobre, no solo por la escasa cobertura de tejido y bajo número de especies; sino también por la composición de especies con marcada dominancia de especies ruderales como las del género *Siderastrea*; y poca presencia de especies constructoras como las de los géneros *Acropora* y *Orbicella*.

El área destinada para la instalación de la infraestructura para el mejoramiento y mantenimiento de playa presenta una comunidad biótica pobre. Sin embargo, se recomienda implementar un programa de rescate y reubicación de biota marina previo al inicio de las obras.

En el SAR marino se registró la presencia de siete especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010: los corales blandos (gorgonáceos), *Plexaura homomalla* y *Plexaurella dichotoma,* los pastos marinos *S. filiforme y T. testudinum* y tres especies de peces en protección especial: *Scarus iseri, Sparisoma radians y Sparisoma viridae* con abundancia variable.

En cuanto a las posibles zonas que se pueden utilizar como disposición de sedimentos se registraron 53 especies tanto, correspondiendo el 43% a vegetación marina, peces con el 32% e invertebrados con el 25%.

La diversidad en todos los ambientes fue baja, con excepción del subambiente de Parches el cual tiene una diversidad normal. Mientras que la equitatividad fue menor en los ambientes de Pradera Marina debido a la dominancia de las especies de pastos y en el Arenal profundo por la dominancia de una especie de alga roja*;* mientras que los subambientes Arenal y Parches las especies estuvieron igualmente representadas.

Aunque se registraron cuatro especies protegidas, no se verán afectadas durante la realización del disposicion de material dado que tienen una zonificación específica como son los pastizales o a que en el caos del pez loro es un organismo móvil. En la zona se registraron varios ejemplares de caracol rosado y caracol blanco, que, aunque no es una especie protegida, si es una especie en veda, por lo que, se implementará un programa de relocalización de fauna marina de lento desplazamiento, para salvaguardar la integridad de estos individuos.

Se recomienda la implementación de un programa de restauración activa e integral que, de manera sinérgica con el apoyo a proyectos para la instalación de arrecifes artificiales, permita incrementar la heterogeneidad ambiental, a la vez de restablecer los procesos funcionales del arrecife.

IV.3.2.14 Caracterización biológica adyacente al Área de Estudio

IV.3.2.14.1 Tortugas Marinas

En el mundo se reconocen siete especies de tortugas marinas (Cuevas Flores *et al.* 2010). De estas siete especies, seis se distribuyen en México (*Dermochelys coriacea, Chelonia mydas, Eretmochelys imbricata, Caretta caretta, Lepidochelys olivacea, Lepidochelys kempii*), excepto la tortuga franca oriental (*Natator depressus*) que es endémica de Australia.

Las actividades humanas han producido una disminución de las poblaciones de tortugas marinas a nivel mundial. Entre las principales amenazas se encuentran: 1) la sobreexplotación de tortugas marinas y saqueo de huevos, 2) alteración y pérdida de hábitat, 3) iluminación artificial que acompaña el desarrollo urbano, 4) turismo, 5) contaminación de costas, agua costera y marina, 6) pesquerías y captura incidental y 7) compactación de arena por tránsito de vehículos (CIT 2006). Todas estas amenazas han provocado que las tortugas marinas que ocurren México sean catalogadas en peligro de extinción (P) de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010; catalogadas como vulnerables (VU), en peligro (EN) y en peligro crítico (CR) por la lista roja de la Unión Internacional de Conservación para la Naturaleza (IUCN, por sus siglas en inglés); y catalogadas en el Apéndice I por la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES, por sus siglas en inglés) (CONABIO 2017).

Ninguna especie de tortuga marina fue registrada durante los muestreos realizados en el Sistema Ambiental Regional del Proyecto. No obstante, aunque la parte continental no forme parte del Sistema Ambiental Regional (SAR) marino del presente proyecto, a continuación, se realiza una descripción de las tortugas marinas que pueden llegar a anidar en las playas adyacentes al SAR marino. Esta descripción se realiza ya que se considera que algunas de las tortugas marinas para arribar a dichas playas atraviesan inevitablemente por algún punto del SAR marino.

En primer lugar, para cada especie, se realizó una búsqueda bibliográfica de las especies de tortugas que pueden ocurrir en el estado de Quintana Roo y se investigó información para realizar una breve descripción de las mismas. En segundo lugar, se efectuó una exploración de los registros de presencia de cada especie en Quintana Roo. Los registros de presencia se obtuvieron mediante la consulta de la Infraestructura Mundial de Información

en Biodiversidad (GBIF, por sus siglas en inglés). De la base de datos recabada del GBIF, se tomaron en cuenta únicamente registros a nivel de especie, con coordenadas geográficas y referencias no duplicadas. En tercer lugar, se buscó información sobre los reportes locales realizados por grupos tortugueros presentes en la playa colindante al Sistema Ambiental Regional terrestre del proyecto.

Como primer resultado de la búsqueda bibliográfica, se tiene que de las seis especies que se distribuyen en México, cuatro ocurren en el estado de Quintana Roo: tortuga laúd (*Dermochelys coriacea*), tortuga verde (*Chelonia mydas*), tortuga carey (*Eretmochelys imbricata*) y tortuga caguama (*Caretta caretta*), todas ellas en peligro de extinción (P) de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010. A continuación, se incluye una breve descripción de las especies de tortugas marinas reportadas para Quintana Roo.

Tortuga laúd (*Dermochelys coriacea*). Es la mayor de todas las tortugas marinas vivientes. Los adultos miden de 1.30 a 2.56 m y pesan de 150 a 1,069 kg. Tienen cuerpo fusiforme y aplanado; caparazón liso con siete hileras de crestas dorsales y cinco ventrales que la recorren de la cabeza a la cola. Aletas con forma de remo y sin uñas. Amplia distribución mundial en océanos Atlántico, Pacífico e Índico. En México se encuentra en Baja California Sur, Colima, Michoacán Guerrero, Oaxaca, Chiapas y en algunos sitios de la península de Yucatán. Es carnívora, come invertebrados con cuerpo blando, como medusas, salpas, peces, crustáceos, y moluscos como pulpos y caracoles (CONABIO S/F). Es una especie en peligro de extinción (P) (NOM-059-SEMARNAT-2010), en peligro crítico (CR) (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza, IUCN por sus siglas en inglés) y se encuentra en el Apéndice I de (Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres, CITES por sus siglas en inglés).



Tortuga laúd (Dermochelys coriacea). Autor fotografía: Julio A. Salgado Velez.

Tortuga verde (*Chelonia mydas*). Es la más grande de las tortugas marinas de concha dura. Mide entre 71 cm y 1.39 m y pesa entre 68 y 235 kg. De caparazón ovalado con una quilla en los juveniles que desaparece con la edad. Su carapacho tiene cuatro escudos costales de cada lado. Cabeza relativamente pequeña y chata, con dos escamas pre-frontales y cuatro escamas

detrás de los ojos. El pico es romo y sin gancho, con el borde de las mandíbulas aserrado. Vive en los océanos Pacífico, Atlántico e Índico. En México anidan en Baja California, de Sinaloa a Chiapas, Michoacán, Tamaulipas, Veracruz, Campeche, Yucatán, y Quintana Roo. Los juveniles son omnívoros, comen medusas, crustáceos, moluscos, esponjas y gusanos. Los adultos se alimentan de pastos marinos, algas y algunos moluscos. Es la única tortuga marina que se sabe, puede llegar a asolearse en rocas fuera del agua (CONABIO S/F). Es una especie en peligro de extinción (P) (NOM- 059-SEMARNAT-2010), en peligro crítico (CR) (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza, IUCN por sus siglas en inglés) y se encuentra en el Apéndice I de (Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres, CITES por sus siglas en inglés).



Tortuga verde (Chelonia mydas). Autor de la fotografía: Charlie Shuetrim.

Tortuga carey (*Eretmochelys imbricata*). Mide entre 62 cm a 1.14 m y pesa alrededor de 80 kg. Tiene caparazón acorazonado que al madurar se alarga con las placas del borde puntiagudas dándole apariencia aserrada. La cabeza se adelgaza hacia la punta, mandíbula con apariencia de pico de ave, ganchudo y con bordes afilados. Con dos pares de escamas frontales, y cuatro laterales en cada lado. Vive en los océanos Atlántico, Índico y Pacífico. En México anida en Veracruz, Campeche, Yucatán, Quintana Roo, Michoacán, Jalisco, Sinaloa y Oaxaca. Las crías son carnívoras y los adultos omnívoros. Comen erizos, esponjas marinas, medusas, crustáceos, moluscos, estrellas de mar, algas y peces.

Amenazada principalmente por la obtención de las placas de su caparazón que, por su belleza y propiedades, aún son usadas para diversos productos que van desde peines hasta lentes para el sol (CONABIO S/F). Es una especie en peligro de extinción (P) (NOM-059-SEMARNAT-2010), en peligro crítico (CR) (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza, IUCN por sus siglas en inglés) y se encuentra en el Apéndice I de (Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres, CITES por sus siglas en inglés).



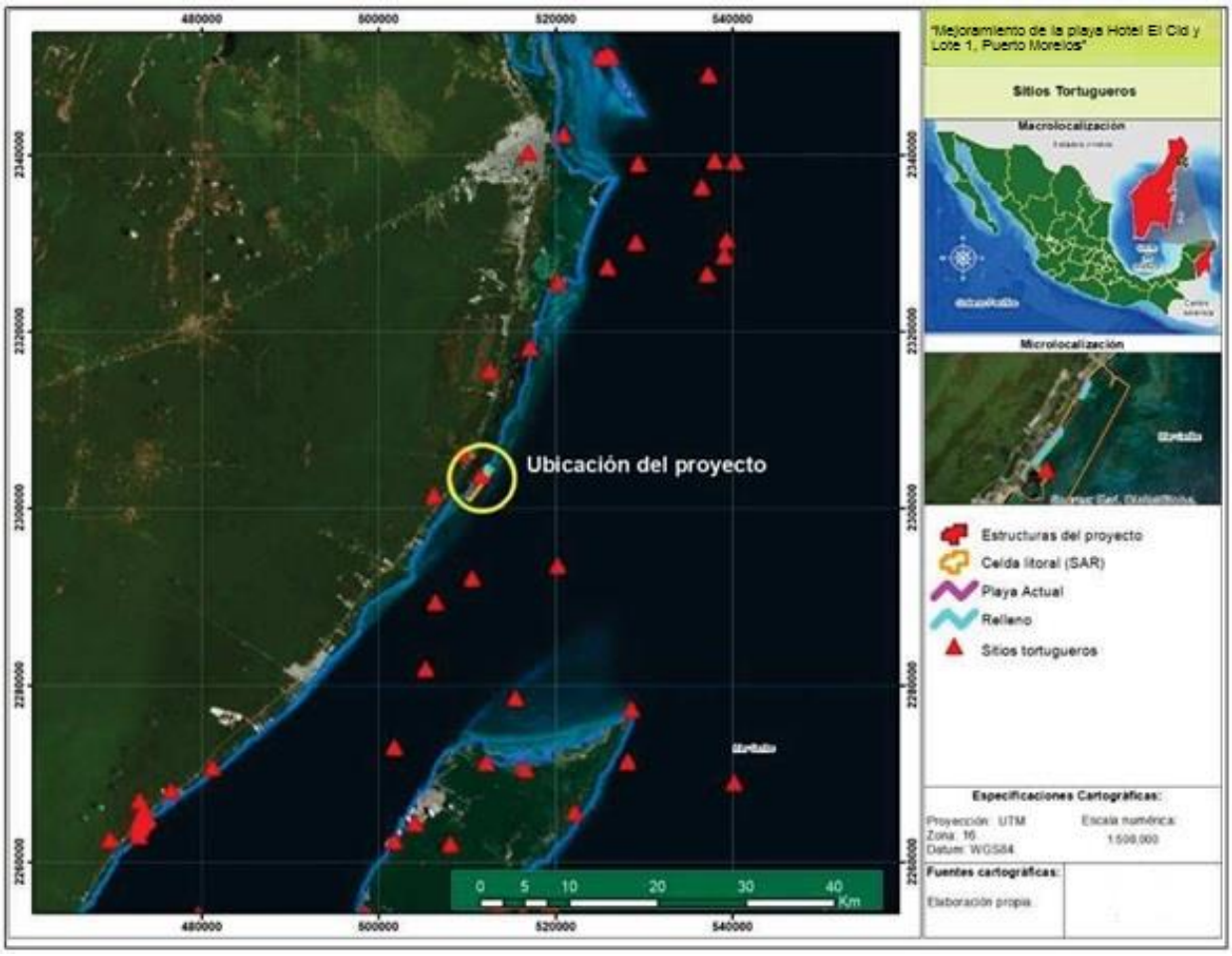
Tortuga carey (Eretmochelys imbricata). Autor de la fotografía: Kevin Bryant.

Tortuga caguama (*Caretta caretta*). Tiene la cabeza relativamente grande en comparación al cuerpo. Los adultos miden de 72.9 cm a 1.04 m y pesan entre 65.7 y 107 kg. Tiene dos pares de escamas frontales entre los ojos. Caparazón acorazonado, con cinco escudos en el dorso y cinco de cada lado, 15 en total. Su pico córneo es grueso y de forma ganchuda achatada. Vive en los océanos Pacífico, Atlántico e Índico. En México en Baja California, y llega a los estados de Quintana Roo, Campeche, Yucatán, Veracruz, Tabasco y Tamaulipas. Carnívora cuando cría y omnívora cuando adulta, come crustáceos, moluscos, esponjas, medusas, peces, algas y plantas marinas vasculares. Se distingue de otras tortugas marinas por su coloración más rojiza y por su cabeza más gruesa y grande (CONABIO S/F). Es una especie en peligro de extinción (P) (NOM-059-SEMARNAT- 2010), en peligro crítico (CR) (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza, IUCN por sus siglas en inglés) y se encuentra en el Apéndice I de (Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres, CITES por sus siglas en inglés).



Tortuga caguama (Caretta caretta). Autor de la fotografía: Callieold field.

Como segundo resultado, a partir de GBIF se obtuvieron 304 registros de presencia de las cuatro especies de tortugas marinas que se han reportado para el estado de Quintana Roo. Dichos registros abarcan un periodo de 1961 a 2019. La tortuga verde (162 registros de presencia) fue la especie para la que mayor número de registros de obtuvieron, seguida de las tortugas caguama (112 registros de presencia), carey (29 registros de presencia) y laúd (2 registros de presencia). A continuación, se incluye el mapa y las coordenadas de presencia de las cuatro especies de tortugas marinas reportadas para el estado de Quintana Roo.



Registros de presencia de las especies de tortugas verde, caguama, carey y laúd reportadas para el estado de Quintana Roo. Fuente: Infraestructura Mundial de Información en Biodiversidad (GBIF, por sus siglas en inglés).

Como resultado del monitoreo se registraron tres especies de tortugas marinas en la playa adyacente al Sistema Ambiental Regional del proyecto, las cuales son: tortuga verde (*Chelonia mydas*), tortuga caguama (*Caretta caretta*), tortuga carey (*Eretmochelys imbricata*). Registros indican que la especie con el mayor de número de nidos, huevos puestos, huevos eclosionados, huevos infértiles, crías liberadas y crías muertas fue la tortuga verde (*Chelonia mydas*), seguida por la tortuga caguama (*Caretta caretta*), tortuga carey (*Eretmochelys imbricata*).

IV.3.3 Medio socioeconómico

IV.3.3.a) Demografía

El proyecto se localiza en el municipio de Puerto Morelos al noroeste del estado de Quintana Roo. Anteriormente, este municipio era una localidad que formaba parte del municipio de Benito Juárez. No obstante, el 6 de noviembre de 2015 la XIV Legislatura del Congreso del Estado de Quintana Roo declaró formalmente a esta localidad como el onceavo municipio de esa entidad, tras fraccionar el municipio Benito Juárez. El decreto de creación de nuevo municipio entró en vigor el 6 de enero de 2016 (INFDM 2018). Por lo tanto, el municipio de Puerto Morelos recién cumplió su quinto año como municipio.

El municipio de Puerto Morelos cuenta con una superficie de 104,392 hectáreas. Comprende las localidades de Puerto Morelos, Leona Vicario y Central Vallarta. Puerto Morelos es la cabecera municipal.

El municipio de Puerto Morelos cuenta con una superficie de 104,050 hectáreas. Comprende las localidades de Puerto Morelos, Leona Vicario y Central Vallarta. Puerto Morelos es la cabecera municipal. De acuerdo con el INEGI (2020), para el año 2020, Puerto Morelos era la localidad más poblada, ya que concentraba casi tres cuartas partes de la población del municipio (73.68%), seguida de la localidad de Leona Vicario, y finalmente, Central Vallarta. Se cuenta con el registro de población para cada localidad, para el año 2020, cuando la población total del municipio era de 26,921 personas. La tabla siguiente muestra la distribución de la población en las localidades del municipio de Puerto Morelos en los años 2010 y 2020 (INEGI 2020).

Distribución de la población municipal en las tres localidades del municipio de Puerto Morelos
Fuente: INEGI (2020).

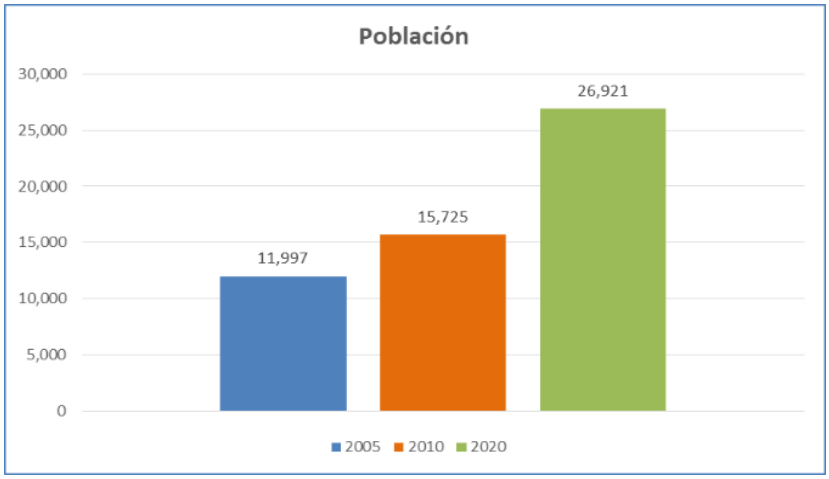
Localidad	2010		2020		2020
	Población	Porcentaje	Población	Porcentaje	
Leona Vicario	6,517	41.44	7,028	26.11	
Puerto Morelos	9,188	58.42	19,836	73.68	
Central Vallarta	20	0.12	57	0.21	
Total del municipio	15,725	100	26,921	100	**26,921**

En síntesis, las cifras presentadas evidencian una distribución heterogénea de la población, la cual ha generado un patrón de estructuración diferente, ya que, por una parte, la localidad de Puerto Morelos ha sido núcleo de atracción turística, mientras que, por ejemplo, Central Vallarta a juzgar por el tamaño de su población es todavía rural. El Sistema Ambiental Regional del proyecto se encuentra adyacente a la localidad de Puerto Morelos.

a) Crecimiento y distribución de la población

De acuerdo con datos disponibles de INEGI (2020), se tiene que de 2010 a 2020 el incremento de la población en el municipio de Puerto Morelos fue acelerado, ya que su población se casi se duplicó. Con respecto a la distribución de su población, se observa que la

mayor parte de ella se concentra en centros urbanos y turísticos como la localidad de Puerto Morelos y Leona Vicario.



Crecimiento poblacional del municipio de Puerto Morelos. Fuente: INEGI (2020).

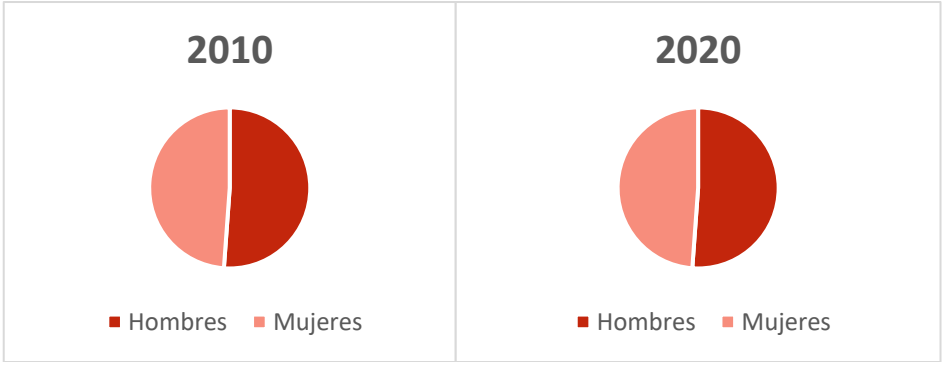
b) Estructura por sexo

De acuerdo con información disponible de INEGI (2020), de las 26,921 personas que habitaban el Municipio en 2020, 13,831 eran hombres y 13,090 eran mujeres. Mientras que de las 15,725 personas que habitaban el Municipio en 2010, 8,045 eran hombres y 7,680 eran mujeres.

Estructura por sexo en los años 2010 y 2020 en el municipio de Puerto Morelos, Quintana Roo.

Año	2010			2020		
Datos demográficos	Hombres	Mujeres	Total	Hombres	Mujeres	Total
Total del municipio Puerto Morelos	8,045	7,680	15,725	13,831	13,090	26,921

Para el año 2010, la relación de género del municipio era de 95.46 mujeres por cada 100 hombres. Mientras que para el año 2020, la relación de género del municipio era de 94.64 mujeres por cada 100 hombres. En la siguiente gráfica se puede apreciar el porcentaje de la población total municipal que pertenecía a cada género en los años 2010 y 2020. En ambos casos, se puede observar que existían más hombres que mujeres en el municipio.



Relación entre hombres y mujeres en los años 2010 y 2020 en el municipio de Puerto Morelos.

c) Natalidad y mortalidad

Para el año 2020, el número de nacimientos por año en la localidad de Puerto Morelos es de 348, de los cuales 148 fueron hombres y 200 mujeres (INEGI, 2020). En cuanto a las defunciones el número es de 161, de los cuales 111 fueron hombres y 50 mujeres (INEGI, 2021).

d) Migración

La tasa de población inmigrante (migración reciente) para el municipio de Puerto Morelos es del 22.3% (INEGI, 2020).

Emigración. La población emigrante de la entidad es muy poca, el grado de intensidad migratoria es muy bajo y el índice de intensidad migratoria corresponde al 22.07284 (CONAPO, 2020). Lo anterior debido a que las condiciones económicas del estado garantizan el derecho de residencia y, por la misma razón se registra una alta llegada de inmigrantes que buscan mejores oportunidades de empleo y condiciones de vida, que a su vez transforman el entorno cultural, natural y económico de la entidad (GEQR 2017).

Del total de migrantes mexicanos en Estados Unidos sólo 0.8% (i.e., 4,881 migrantes) corresponde a migrantes de Quintana Roo, lo que la convierte en la sexta entidad (#27/32), con el menor flujo de migrantes durante el periodo de 2015 a 2020. Benito Juárez, Solidaridad, Othón P. Blanco y Cozumel son los principales municipios exportadores de migrantes a los Estados Unidos, lo cual explica en gran medida la brecha existente en relación con el desarrollo económico entre la zona sur y la zona norte de la entidad (CONAPO, 2021).

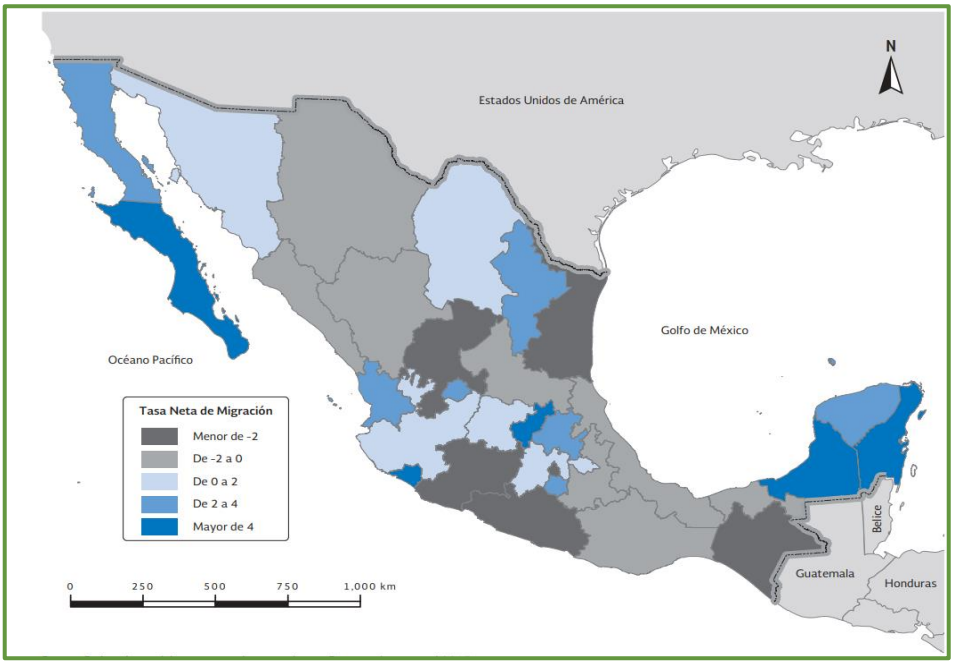
Emigración interna. Se tiene dato de que, en 2020, **salieron de Quintana Roo 46,802 personas para radicar en otra entidad**. De cada 100 personas, 77 se fueron a vivir a Yucatán y 23 a Campeche (CONAPO, 2021).

Migración interna. Se registraron tasas superiores a 39 inmigrantes por cada 100 habitantes, en 2020, lo que coloca a Quintana Roo como una entidad con tasas netas de migración interestatal positiva, resultado de la fuerte atracción que ejerce.

Para Quintana Roo en 2020, estas son las cifras del volumen y porcentaje de la población nacida en una entidad federativa diferente (persona migrante interna) para las 5 más importantes entidades de nacimiento, Yucatán con 237,845 (25.2%), Tabasco 143,685 (15.2%), Veracruz 127,919 (13.5%), Chiapas 116,657 (12.3%) y Ciudad de México 100,388 (10.6%) (CONAPO, 2020).



Principales flujos migratorios interestatales, 2010-2015.
Fuente: (Estimaciones del CONAPO con base en el INEGI, Encuesta Intercensal 2015).



Tasa neta de migración por entidad federativa.
Fuente: (Estimaciones del CONAPO con base en el INEGI, Encuesta Intercensal 2015).

e) Población económicamente activa

En el municipio de Puerto Morelos la población económicamente activa en el año 2020 era de 18,790 personas (i.e. 69.8%), de los cuales 11,312 eran hombres y 7,478 eran mujeres. Mientras que la población económicamente inactiva para el mismo año, era de 8,131 (INEGI 2020).

El sector turismo es el mayor generador de riqueza a través de los servicios que ofrece (HAPM 2017). Este municipio cuenta con: el Jardín Botánico Alfredo Barrera Marín, una ruta de

cenotes denominada Leona Vicario-Central Vallarta-Puerto Morelos, así como un zoológico de cocodrilos y forma parte del segundo arrecife más extenso del mundo; asimismo, cuenta con mercados artesanales (Hunab-Ku), parques recreativos, servicios de transporte y de hospedaje. Con respecto a los servicios de hospedaje, Puerto Morelos en 1980 contaba con 60 habitaciones; para el año 2000, ya se contaba con 2000 habitaciones incluyendo hoteles, posadas, condominios y villas (DIGAOHM S/F). Para el año 2017, se tenía el registro de 5, 274 habitaciones distribuidas en 51 hoteles de todas las categorías y en 2020 se incrementó a 66 hoteles con 6,619 habitaciones (TURISMO, 2020), siendo esta la actividad la que genera mayor derrama económica en el municipio (HAPM 2017). De tal forma que el municipio ofrece diversos atractivos que atrae a miles de turistas todo el año. La mayor parte de la Población Económicamente Activa se desenvuelve en el sector terciario, principalmente en las actividades de servicios y comercio, ya que, por su atractivo natural, la zona recibe una gran afluencia de turistas. La mayoría de los hoteles de 4 y 5 estrellas se localizan 7 en la zona hotelera norte y 2 en la zona hotelera sur, con algunos nuevos en construcción en el área de Punta Brava. Dejando a la comunidad de Puerto Morelos como zona residencial y típica, fórmula que es apreciada por el turismo que huye de grandes aglomeraciones y por muchos extranjeros retirados de todas partes del mundo que también disfrutan de la tranquilidad y belleza que aún se vive entre dos titanes del turismo (DIGAOHM S/F).

f) Vivienda

Durante 2010 en todo el municipio, se tenían registradas 7,034 viviendas particulares. Para 2020, en el municipio, la localidad con el mayor número de viviendas particulares habitadas es Puerto Morelos, con 8,731 viviendas particulares.

Número de viviendas particulares habitadas en el municipio de Puerto Morelos en los años 2010 y 2020 (INEGI, 2020).

Año	2010	2020	Total
Puerto Morelos	2,636	8,731	4270

IV.3.3.b) Factores socioculturales

a. Educación

De acuerdo con HAPM (2017), el municipio de Puerto Morelos cuenta con 25 escuelas del nivel básico (preescolar, primaria y secundaria), de las cuales 19 son públicas y 6 privadas; 2 planteles públicos de nivel medio superior. Se carece de instituciones de nivel superior. La matrícula de las escuelas públicas del nivel básico en el ciclo escolar 2016-2017 fue de 4 mil 244 alumnos y 127 maestros. La matrícula de las escuelas privadas de nivel básico en el mismo periodo fue de 237 alumnos y 26 maestros. De la información anterior se desprende que en educación básica el 94.7% del alumnado se concentra en las escuelas públicas; característica que se mantendrá durante los siguientes años. En el último ciclo escolar egresaron de las escuelas de nivel medio superior 222 alumnos, mismos que tienen que emigrar buscando estudiar una carrera profesional en otras ciudades.

Otro aspecto fundamental es que una importante proporción de alumnos pertenece a familias que viven en la pobreza, situación que incide en el bajo rendimiento académico y en la

deserción escolar, al abandonar sus estudios para ayudar a sus padres con el ingreso familiar. En el municipio existen escuelas del nivel básico que se encuentran inconclusas, o que requieren más aulas, áreas verdes, espacios deportivos, cercos perimetrales, talleres y laboratorios. En algunos casos hace falta docentes y personal de apoyo o bien no cuentan con el equipamiento adecuado (HAPM 2017).

Es prioritario dedicar tiempo y esfuerzo para la disminución del analfabetismo y para la impartición de educación a los adultos, principalmente en el medio rural, para lograr que estas personas, al prepararse, cuenten con las mismas oportunidades que los demás ciudadanos (HAPM 2017).

b. Uso que se le da a los recursos naturales del área de influencia del proyecto

El área que está entre el límite de los polígonos de pretendida ubicación del proyecto (*i.e.*, instalación de 13 atenuadores de oleaje, así como la regeneración del ancho de playa seca) y el límite del Sistema Ambiental Regional está ocupada por el área marina entre el Muelle Fiscal y Punta Brava, en la cual se ha observado que se realizan actividades turísticas, tales como: esparcimiento en la playa (práctica de natación, buceo, snorkeleo, kayak, surf a vela), uso del canal de navegación, uso del Muelle Fiscal que cuenta con terminal de carga general y de contenedores, así como terminal de transbordadores, con posiciones de atraque.

IV.3.4 Paisaje

Según la RAE (2019), el paisaje es la parte de un territorio que puede ser observada desde un determinado lugar. En sentido geomorfológico se denomina paisaje al aspecto general de una región, determinado por el conjunto de geoformas (relieve tallado o construido sobre un sustrato, resultado tanto de la erosión como de la acumulación de sedimentos sobre los relieves emergidos de las áreas continentales). La geoforma comprende todos los elementos vinculados con la morfología de la superficie terrestre (clima, relieve, litología, geomorfología, suelos y cubierta vegetal con su fauna asociada) (Morláns 2005).

Desde el punto de vista ecológico, el paisaje representa una porción del espacio geográfico, homogéneo en cuanto a su fisionomía y composición, con patrón de estabilidad temporal resultante de la interacción compleja del clima, las rocas, el agua, el suelo, la flora, la fauna y las actividades humanas, reconocible y diferenciable de otras vecinas de acuerdo con un nivel de análisis (resolución) espacio-temporal (Etter 1990).

Así, los paisajes contemporáneos son mayoritariamente paisajes transformados en distintos grados como consecuencia de la actividad milenaria de diferentes formas de organización social humana; por tal motivo y en lo que respecta al planeta Tierra, la consideración de los procesos antrópicos es inevitable (Morláns 2005).

Finalmente, de acuerdo con la Guía para la elaboración de una manifestación de impacto ambiental modalidad regional, el paisaje representa un elemento unificador de todos los componentes del medio biótico y abiótico, así como un elemento expuesto a efectos positivos y negativos que podría producir un proyecto determinado. En este sentido, el propósito del presente apartado consiste en determinar la: 1) **visibilidad** (*i.e.,* es el espacio del territorio que puede apreciarse desde un punto o zona determinada); 2) **la calidad paisajística**

(*i.e.*, incluye a la *calidad visual del entorno inmediato*, situado a una distancia de 500 a 700 m, apreciándose valores tales como las formaciones vegetales, litología, grandes masas de agua; y la *calidad del fondo escénico*, es decir el fondo visual del área donde se establecerá el proyecto); y 3) la **fragilidad visual** (*i.e*., es la capacidad del mismo para absorber los cambios que se producen en él; los factores que lo integran se pueden clasificar en *biofísicos*, como el suelo, estructura y diversidad de la vegetación, contraste cromático, etc. y *morfológicos* como el tamaño y forma de la cuenca visual, altura relativa, puntos y zonas singulares) del área de estudio (SEMARNAT S/F).

A continuación, se presenta una descripción de las características del paisaje en el Sistema Ambiental Regional del proyecto.

Visibilidad. El paisaje del Sistema Ambiental Regional (SAR) del proyecto comprende una celda litoral, que abarca la zona marina, desde Punta Brava al sur hasta el Muelle Fiscal al noroeste. La visibilidad en la playa se ve limitada por construcciones (*i.e*., hoteles, algunas casas habitación y La Marina) y vegetación de duna hacia tierra adentro (la mayor parte de esta vegetación se observa pasando el Hotel Now Jade Riviera Cancún hacia Punta Brava, y otra parte de la vegetación se observa entre el Hotel Ventus Marina El Cid y el Caribbean Reef Villas). Al este la visibilidad es amplia en lo que se refiere a la parte marina.







Límite oeste del Sistema Ambiental Regional del proyecto en el que se observan algunas edificaciones, así como vegetación rastrera de duna costera.

Calidad paisajística. - Calidad visual del entorno inmediato (de 500 a 700 m de distancia). El límite terrestre (oeste) del Sistema Ambiental Regional marino (SAR) desde La Marina hasta Punta Brava, muestra una calidad visual media-alta, ya que a pesar de que

existen construcciones, aún conserva una buena parte de su vegetación y la parte marina del SAR que se encuentra frente a ella también muestra claridad en el mar a pesar de la presencia eventual del sargazo. Por otro lado, el límite terrestre (oeste) del Sistema Ambiental Regional (SAR) desde La Marina hasta el Muelle Fiscal, muestra una baja calidad visual, ya que la presencia del Muelle Fiscal y el Muelle de Cubos produjeron el establecimiento de una celda de afectación que interrumpe las corrientes y los flujos de arena, generando en conjunto la erosión de playa que actualmente se observa; dada la interrupción de las corrientes, también se observa una baja calidad visual en el área marina frente a esta playa, que se agrava por la presencia eventual del sargazo.





Calidad visual del entorno inmediato. Arriba: Paisaje entre La Marina en dirección a Punta Brava.
Abajo: Paisaje entre los espigones.

Calidad del fondo escénico. El límite terrestre (oeste) del Sistema Ambiental Regional marino del proyecto presenta vegetación natural irregular dada por la fragmentación de las edificaciones. En la parte marina (este) donde se establecerá el proyecto la presencia de grandes cantidades de sargazo y su oxidación disminuyen la naturalidad del paisaje. Una vez realizadas las actividades propuestas para la recuperación de playa, motivo de la presente manifestación, se espera que produzca una mejoría significativa en la calidad del fondo escénico marino.

Fragilidad visual. Se detectó una alta fragilidad visual en el límite terrestre del Sistema Ambiental Regional, ya que se observó basura y sargazo frente a los sitios donde no hay hoteles y/o edificaciones. No obstante, los frentes de playa de los hoteles se mantienen limpios de basura y sargazo.



Arriba: paisaje con basura (izquierda) y sargazo (derecha). Abajo: limpieza de playa de uno de los hoteles que están frente al límite del Sistema Ambiental Regional del proyecto.

IV.4 Diagnóstico ambiental

Con base en todo lo antes expuesto (*i.e.*, descripción de las características bióticas, abióticas y socioeconómicas), a continuación, se integra una síntesis del estado actual del Sistema Ambiental Regional del proyecto. Se indicará el grado de conservación o deterioro

(calidad del ambiente) de acuerdo con la descripción y análisis efectuada en los apartados previos.

Integración e interpretación del inventario ambiental

Como se mencionó al inicio de este capítulo, el Sistema Ambiental Regional (SAR) del proyecto consta de una parte terrestre y una marina, siendo esta última en donde se llevarán a cabo las acciones y actividades del proyecto de mejoramiento de playa, por ello el SAR se delimitó bajo el criterio de celda litoral (*i.e.*, unidad básica en la que se divide el litoral; Anfuso 2004, Guido *et al.* 2009). Dicho SAR tiene una superficie de 267.37 hectáreas, abarcando una distancia lineal de 4.5 km de frente de playa y delimitado a una distancia entre 500 y 850 m de la línea de costa, a una profundidad aproximada de 10 metros. A continuación, se presenta la integración e interpretación del inventario ambiental.

En el Sistema Ambiental Regional marino se reconocieron siete tipos de ambientes, de acuerdo con sus características de tipo de sustrato, profundidad, topografía del lugar, así como de la biota marina dominante. Dichos ambientes son: 1) laja con algas (57.26 ha: 21.42%), 2) rocas con algas (1.66 ha: 0.62%), 3) arenal somero (13.23 ha: 4.95%), 4) laja con sedimentos y algas (37.93 ha: 14.19%), 5) laja con algas y gorgonáceos (107.63 ha: 40.25%), 6) laja con sedimentos (6.99 ha: 2.61%) y 7) pastizal mixto (42.67 ha: 15.96%).

Los principales grupos taxonómicos muestreados fueron: 1) Escleractinios (corales duros), 2) Gorgonáceos (corales blandos), 3) Vegetación marina (macroalgas y pastos marinos), Ictiofauna (peces arrecifales), y, 5) Invertebrados. Del total de especies registradas en el Sistema Ambiental Regional marino (SAR) (época de lluvias: 156 especies; época de secas: 166 especies), sólo siete de ellas están en alguna categoría de riesgo dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010 y la modificación de su anexo III (DOF. 14 /11/2019), las cuales son: los corales blandos abanico de mar (*Plexaura homomalla*) y coral blando (*Plexaurella dichotoma*); los pastos marinos *Syringodium filiforme y Thalasia testudinum* y los peces *Scarus iseri, Sparisoma radians y Sparisoma viridae.*

A pesar de la riqueza de especies registrada en el Sistema Ambiental regional (SAR) marino del proyecto, se considera que el sistema arrecifal presente en el SAR marino, tiene un bajo desarrollo estructural, pues carece de una zonación típica de los arrecifes coralinos (*i.e*., piso lagunar, arrecife posterior, cresta arrecifal, arrecife frontal, macizo rocoso; Cerdeira-Estrada *et al.* 2018). La ausencia de una cresta arrecifal, laguna arrecifal y arrecife frontal, así como la baja presencia de corales escleractinios (como principal elemento biótico por su papel como constructor arrecifal), genera una baja complejidad ambiental, o bien, homogeneidad ambiental, que resulta en baja diversidad y escasa biota asociada. Asimismo, aunque en el SAR se registraron especies consideradas pioneras o ruderales en los procesos de sucesión ecológica (*e.g.*, *Siderastrea radians, Siderastrea siderea*), debido a los tamaños de las colonias, estas especies tienen un reducido aporte a la acreción arrecifal y un papel ecológico poco relevante en los procesos biogénicos de la construcción arrecifal.

Como se puede observar en la tabla siguiente en las zonas A, B y C (ya que en la zona D no se registró biota marina) presentaron 48.72% de la biota marina que se registró en el SAR marino en época de lluvias; mientras que en las áreas propuestas para la instalación de

atenuadores de oleaje e infraestructura varia se registró entre 58.33 y 45.18% de la biota marina registrada en el SAR marino. Se observó que estas zonas proporcionan poco refugio y escasas zonas de alimentación para los organismos arrecifales, siendo estos sitios los que menor riqueza específica presentaron. Mientras que el área destinada para la instalación de atenuadores de oleaje y apoyo a proyectos de arrecifes artificiales presenta una comunidad biótica pobre. No obstante, se recomienda implementar un programa de rescate y reubicación de biota marina previo al inicio de las obras.

Riqueza de especies (S) de los diferentes grupos taxonómicos muestreados durante dos épocas del año (lluvia y secas) en: Sistema Ambiental Regional marino (SAR).

Riqueza (S)	SAR		D	Atenuadores de oleaje	
Grupo biológico	**Lluvias**	**Secas**	**Lluvias**	**Lluvias**	**Secas**
Escleractinios	14	11	7	6	7
Gorgonáceos	17	15	7	13	17
Ictiofauna	41	44	16	19	10
Grupo biológico	**Lluvias**	**Secas**	**Lluvias**	**Lluvias**	**Secas**
Vegetación marina	56	62	33	36	29
Invertebrados	28	34	13	17	12
Total	156	166	76	91	75
Porcentaje (%)	100	100	48.72	58.33	45.18

Es importante mencionar, que los pastos marinos son plantas que se encuentran en estuarios someros (Lara-Dominguez 2006). Se distribuyen en manchones extensos y densos, por lo que también son conocidos como praderas de pastos marinos (Lara- Dominguez 2006, Riosmena y López S/F). Dichas praderas pueden estar formadas por una sola especie, o por varias especies de pastos. Entre los servicios ambientales que ofrecen los pastos marinos se encuentran: 1) Aumento del sustrato disponible para la fijación de organismos de diferentes tipos; 2) Reducción del movimiento del agua creado por las corrientes y las olas, permitiendo condiciones de calma en el interior de las praderas; 3) Protección a la costa de la acción de las olas y ayuda a evitar la erosión costera; 4) Reducción del exceso de iluminación (por las hojas) durante el día, protegiendo el fondo de la insolación y permitiendo el desarrollo de un microambiente en la base de los pastos; 5) Creación de una elevada concentración de oxígeno disuelto, producto de la fotosíntesis de los pastos, que tiene como consecuencia densidades elevadas de organismos; 6) Representan sitio de crianza, refugio y alimentación de muchas especies juveniles de peces, e invertebrados; 7) Exportación de nutrientes a sitios aledaños (Riosmena y López S/F).

Los pastos marinos registrados en el presente estudio, en particular en el área o áreas próximas de pretendida ubicación de los atenuadores de oleaje y apoyo a proyectos de arrecifes artificiales, no se distribuyen en manchones extensos ni densos, por lo que no forman praderas; además, se encuentran perturbados. El bajo desarrollo de los pastos marinos y su perturbación podría deberse a la: 1) excesiva cantidad de nutrientes y 2) sobrepoblación de sargazo. Para el primer caso, en el área propuesta para la instalación de la infraestructura de recuperación de playa, se detectó la presencia de un ojo de agua, por lo que es posible que esta sea una de las fuentes de exceso de nutrientes en el área, que de acuerdo con Riosmena y López (S/F), el exceso de nutrientes provoca un crecimiento anormal y muy acelerado de las algas resultando en el ahogamiento de los pastos. Para el segundo caso, la sobrepoblación de

sargazo genera sedimentos en suspensión, que, a su vez, incrementa la turbidez en el agua disminuyendo el desarrollo de los pastos. En síntesis, los pastos marinos registrados en el presente estudio ya se encuentran perturbados y ocupan áreas reducidas formando pequeños parches, por lo que no se verán afectados por la realización de las obras. De tal forma que los servicios ambientales que pudieran ofrecer los pastos marinos también se encuentran actualmente afectados.

Después del análisis de la condición que guardan los diferentes grupos taxonómicos, en términos generales, se diagnosticó que el arrecife del SAR, tiene una biota marina poco diversa, con un grado de deterioro similar al que afecta todo el Sistema Arrecifal Mesoamericano en donde más del 50% de los arrecifes se encuentran en condición pobre o crítica (Healty Reefs 2015).

Con respecto a reptiles marinos para las costas del estado de Quintana Roo, en un periodo de 1961 a 2019 (Infraestructura Mundial de Información en Biodiversidad; GBIF, por sus siglas en inglés) se ha reportado la presencia de cuatro especies de tortugas marinas: tortuga verde (*Chelonia mydas*), caguama (*Caretta caretta*), carey (*Eretmochelys imbricata*) y laúd (*Dermochelys coriacea*), todas ellas en peligro de extinción de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010. Específicamente para la playa colindante al Sistema Ambiental Regional desde Punta Brava hasta Muelle Fiscal, a través de monitoreos se registraron tres especies de tortugas marina las cuales son: tortuga verde (*Chelonia mydas*), tortuga caguama (*Caretta caretta*), tortuga carey (*Eretmochelys imbricata*), por lo que habrían de ser consideradas medidas de manejo en caso de ser avistadas en el SAR en su paso hacia la costa.

El análisis de evolución de la línea de costa demostró que la playa entre el Muelle Fiscal y el Muelle de Cubos se encuentra en proceso de erosión, detonado por la infraestructura portuaria construida por el gobierno estatal antes de 1988. Por lo tanto, se justifica la necesidad de actuar para proteger la zona costera objeto del proyecto. De esta forma se proporcionará un espacio de playa seca más adecuada para el turismo.

Debido a que actualmente existe en la zona un proceso erosivo se tiene la pérdida de casi toda la Zona Federal concesionada y con el objeto de recuperar los servicios ambientales y el uso recreativo-turístico de las áreas en mención se pretende realizar las siguientes obras y acciones:

1. Disposición de arena y su relocalización para recuperar la playa.
2. Habilitación de tarquina, para recibir la arena
3. Rehabilitación de la duna.
4. Colocación de estructuras para estabilizar la playa (atenuadores de oleaje)
5. Hincado de postes para colgar hamacas.
6. Reubicación de rocas sueltas que han arribado a la orilla por marejadas tras eventos tropicales, hacia oquedades de la escollera de la Marina El Cid y espigones.
7. Reparación de espigones existentes afectados por la incidencia de huracanes durante 2020-2021.

8. Apoyo a proyectos de arrecifes artificiales, para fomentar de la diversidad de fauna y conservación de corales.

9. Establecer y Operar un Programa de Mantenimiento para conservar la calidad de la playa y del entorno marino que incluye:

   9.1 Barreras para contención y desvío de algas.

   9.2 Refuerzo de control de sargazo mediante cortinas de microburbujas.

   9.3 Inyección de agua de mar.

   9.4 Regresar periódicamente a la playa la arena recogida junto con algas, previo acondicionamiento.

   9.5 Reposición de arena que se haya perdido por el paso de eventos extraordinarios.

Con el suministro de arena proveniente de la zona de disposición de sedimento aprovechable se tendrá un efecto sinérgico en la recuperación de playa y zona federal, con la operación de los atenuadores de oleaje se tendrá también la acción de depósito de arena en la zona, se tendrán acciones de mantenimiento para reposición en caso de pérdidas de arena, mejoramiento de la calidad ambiental por el control de sargazo mediante barreras y cortinas de microburbujas, inyección de agua de mar a la zona en época de sargazo para prevenir situaciones anóxicas, construcción de arrecifes artificiales para fomentar la diversidad de la fauna y la reconstrucción de duna incluyendo su reforestación.

Por otro lado, en cuanto a a las posibles zonas que se pueden utilizar como disposición de sedimentos se cuenta con la caracterización ambiental de la comunidad marina de un área de estudio de 62.44 ha que abarca la zona de operación del muelle APIQROO, su canal de navegación y áreas colindantes, estando dividida para su análisis en cuatro ambientes: arenal con parches (con dos subambientes), arenal profundo – canal, Pradera marina I y Pradera marina II.

En dicha área de estudio se registraron 53 especies tanto, correspondiendo el 43% a vegetación marina, peces con el 32% e invertebrados con el 25%.

La diversidad en todos los ambientes fue baja, con excepción del subambiente de Parches el cual tiene una diversidad normal. Mientras que la equitatividad fue menor en los ambientes de Pradera Marina debido a la dominancia de las especies de pastos y en el Arenal profundo por la dominancia de una especie de alga roja*;* mientras que los subambientes Arenal y Parches las especies estuvieron igualmente representadas.

Aunque se registraron cuatro especies protegidas, no se verán afectadas durante la disposicion de material dado que tienen una zonificación específica como son los pastizales o a que en el caos del pez loro es un organismo móvil. En la zona se registraron varios ejemplares de caracol rosado y caracol blanco, que, aunque no es una especie protegida, si es una especie en veda, por lo que, se implementará un programa de relocalización de fauna marina de lento desplazamiento, para salvaguardar la integridad de estos individuos.

CAPITULO V

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

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

V.1 Identificación de impactos

Tomando en consideración la recopilación, análisis y evaluación de la información disponible para el desarrollo del proyecto, presentada ampliamente en los Capítulos II (descripción de las obras o actividades y, en su caso, de los programas o planes parciales de desarrollo), III (vinculación con los instrumentos de planeación y ordenamientos jurídicos aplicables) y IV (descripción del sistema ambiental regional (SAR) y señalamiento de tendencias del desarrollo y deterioro de la región), en este capítulo se identifican, describen y evalúan los efectos que pueden ser generados en el ambiente por la interacción de las acciones contempladas en el desarrollo del proyecto "Mejoramiento de la Playa Hotel El Cid y Lote 1, Puerto Morelos" y los componentes ambientales..

Al escenario ambiental regional actual, se insertó el proyecto, permitiendo identificar las acciones que pudieran generar desequilibrios ecológicos que por su magnitud e importancia provocarían daños permanentes al ambiente y/o contribuirían en la consolidación de los procesos de cambio existentes.

El Proyecto se localiza en una zona que presenta procesos erosivos en sus playas, que conlleva a la pérdida de la franja arenosa, lo cual repercute en los usos turísticos de la zona, asi como del hábitat para especies de flora y fauna.

El proyecto contempla obras y acciones para el mejoramiento y protección de la playa frente al hotel Marina El Cid y Lote 1, a efecto de recuperar el ancho de playa seca (65,491 m^2) mediante el reciclado de la arena que se acumula de forma natural en la zona de disposición de sedimento aprovechable, la instalación de atenuadores de oleaje que permitan estabilizar la playa mediante el acomodo y permanencia de la arena vertida o de la que sedimente en forma natural. Contempla además el mejoramiento de la calidad ambiental de la zona mediante la rehabilitación y revegetación de duna, apoyo a proyectos de arrecifes artificiales (10,000 m^2) para el fomento de la diversidad de fauna, la conservación de corales y educación ambiental, reubicación de rocas sueltas y reparación de espigones existentes, aunado a lo anterior contempla actividades para el control de sargazo mediante barreras de contención, refuerzo mediante cortina de microburbujas y la inyección de agua de mar limpia en casos en que el sargazo rebase las barreras en mención.

No obstante, si bien la ejecución de las obras y acciones mencionadas ayudarán a mejorar y conservar la playa y la calidad ambiental de la zona, se prevén efectos en el ambiente por las acciones contempladas en la ejecución de este proyecto. Estos efectos serán valorados de acuerdo a su magnitud e importancia en este capítulo para con ello determinar la significancia de los impactos ambientales.

Las acciones que se pretenden realizar en el área y las condiciones ambientales de la misma son elementos importantes para la identificación y evaluación de efectos en el ambiente. Con base en estos elementos es posible determinar las acciones que pueden ocasionar efectos adversos en los componentes ambientales.

Cabe mencionar que, si bien el proyecto será realizado prácticamente en un SAR totalmente marino, se llevarán a cabo acciones en tierra previas a la instalación de las estructuras programadas, el relleno de la playa, la rehabilitación de duna y el almacenamiento temporal de insumos.

Cabe señalar que, si bien contiguo al SAR terrestre se registra la presencia de Manglar, éste se ubica a más de 250 m de las obras y actividades del proyecto que se realizarán en dicho medio.

En la superficie no existen escurrimientos por la alta permeabilidad del suelo por lo que el intercambio de agua con el sistema de manglar se realiza a través de cenotes y cavidades subterráneas, los cuales no serán afectados.

No se arrojarán residuos de ningún tipo, ni en el humedal ni en el mar, pues se llevará a cabo el manejo y disposición adecuada de los generados en el proyecto a través del Programa de Residuos con el que cuenta actualmente el Hotel.

No se introducirán especies de flora o fauna que puedan poner en peligro las interacciones en el ecosistema pues el proyecto contempla la contratación de empresas locales para la reforestación de la duna, por lo que esto elimina el riesgo de introducir especies no nativas de otras regiones.

Las acciones terrestres previstas no ocasionarán cambios en los ecosistemas del sitio pues los efectos serán temporales y locales.

Por las anteriores razones no se consideró el manglar como un factor susceptible de recibir algún impacto por las acciones que se realizarán en el SAR terrestre durante la ejecución del proyecto.

Por otro lado, para la construcción del proyecto se utilizará maquinaria en pequeña escala que utilizan diésel como combustible (Embarcación, Retroexcavadora pequeña y Camión de volteo), asimismo se utilizará el siguiente equipo que opera con energía eléctrica Bomba de succión, Bomba tipo axial y Compresor. Se estima que estos equipos y maquinaria generarán 18.217 toneladas de del gas efecto invernadero CO2 durante la etapa de construcción.

Mediante una revisión exhaustiva del proyecto, se elaboró el inventario de las actividades que intervienen y que pueden tener incidencia sobre el ambiente, dando como resultado tres etapas del proyecto, que involucran un total de 64 actividades. La etapa de preparación del sitio presenta 6 actividades, la construcción fue la etapa que presentó la mayor cantidad de actividades diferentes analizadas con 43, en operación y mantenimiento con 15, mismas que se señalan en la tabla siguiente.

Obras y acciones del proyecto

Preparación del sitio	Movilización
	Acondicionamiento del área de trabajo en la playa
	Bodega provisional
	Colocación de contenedores temporales
	Servicios sanitarios
	Elementos de geotextil de apoyo

Construcción	Disposición de arena y su relocalización para recuperar la playa
	Colocación de señalización Lastreo de tuberías de conducción Colocación de mallas antidispersión Succión de arena Conducción de arena Vertimiento de arena en tarquina
	Habilitación de tarquina
	Colocación de tapete anti socavación Conformación de bordo
	Rehabilitación de duna
	Colocación de tubos de geotextil Colocación Llenado Formación de loma Reforestación Formación de cepas Colocación de la planta Colocación de paso de duna
	Colocación de estructuras para estabilizar la playa (atenuadores de oleaje)
	Colocación de tubos de geotextil y llenado Colocación Llenado Colocación de estructuras de madera Hincado de los pilotes de soporte Colocación de Vigas Colocación de la cubierta Conexión a la playa
	Hincado de postes para colgar hamacas
	Reubicación de rocas sueltas
	Recolección Traslado Colocación
	Reparación de espigones existentes
	Reacomodo de rocas Consolidación de taludes Reparación de senderos Reparación de palapas
	Formación de arrecifes artificiales
	Adquisición Transportación Trazo del sitio de desplante

	Relocalización de organismos
	Hundimiento
	Fijación al sustrato marino
Operación y mantenimiento	Operación de instalaciones
	Playa recuperada
	Duna rehabilitada
	Atenuadores de oleaje
	Postes para colgar hamacas
	Rocas sueltas Reubicadas
	Espigones existentes reparados
	Arrecifes artificiales
	Mantenimiento de instalaciones
	Programa de mantenimiento para conservar la playa y la calidad del entorno marino
	Barreras para contención y desvío de sargazo
	Cortina de microburbujas
	Colocación de difusor
	Colocación de manguera
	Suministro de aire
	Inyección de agua de mar limpia
	Colocación de bomba
	Colocación de ducto lastrado
	Colocación de cable eléctrico submarino
	Inyección de agua limpia
	Regreso periódico a la playa de la arena que se recoge junto con algas previo acondicionamiento
	Recolección de sargazo y pastos marinos que arriban a la costa
	Almacenamiento
	Cribado
	Lavado
	Depósito en playa
	Reposición de arena que se haya perdido (Conforme se requiera. Acciones similares a "Disposición de arena y su relocalización para recuperar la playa")

V.1.1. Metodología para identificar y evaluar los impactos ambientales

En la actualidad existe una gran cantidad de metodologías y técnicas utilizadas para la evaluación de los impactos ambientales, por lo que no se ha alcanzado un consenso sobre el uso específico de cada una de ellas. La aplicación de las diversas técnicas depende de sus características y alcances (Canter 1988) pues las técnicas que actualmente se usan y han usado por mucho tiempo presentan fortalezas y debilidades en su aplicación. Esto indica que el uso de diversas técnicas en la evaluación de los impactos ambientales puede solventar y reforzar la información que de ellas se deriva respecto a los cambios ambientales.

Considerando que cada proyecto involucra características propias y que no existen criterios universales a través de los cuales se pueda seleccionar una metodología o técnica en particular, esto hace necesaria la participación de un equipo multidisciplinario para la selección de una metodología lo más objetiva y clara, a través de la cual, se utilice la información del medio y del proyecto para inferir e interpretar los posibles impactos que pueden generarse, así como determinar la capacidad del medio para absorber el efecto de estos impactos. La identificación, descripción y valoración de estos impactos es un elemento esencial en la detección de efectos adversos al ambiente y para determinar los cambios que se pueden originar en el o los ecosistemas.

Para la identificación de impactos, se diseñó una matriz de interacción (causa-efecto) basada en la Matriz de Leopold y adaptada a las condiciones particulares del proyecto, en la cual se correlacionan las actividades que se realizarán durante las diferentes etapas del proyecto, con los atributos ambientales, en la que cada intersección de columna y renglón determina el impacto que tiene posibilidad de ocurrir en las diferentes etapas del proyecto. Para el llenado de la matriz de identificación de impactos, se empleó la siguiente simbología:

A= Adverso moderadamente significativo, cuando el impacto sobre el factor incide en forma negativa o lo puede modificar durante un lapso de tiempo prolongado.

a= Adverso no significativo, cuando el factor incide en forma negativa, pero la alteración no se manifiesta en gran medida.

B = Benéfico moderadamente significativo, en el caso en que la actividad prevista forma parte de una acción positiva o sus efectos repercuten sobre una acción positiva.

b = Benéfico no significativo, cuando la actividad dentro de la obra, beneficia de alguna manera al medio.

Las celdas vacías representan las etapas del proyecto que no presentan impacto sobre los recursos.

V.2 Caracterización de los impactos

El sistema ambiental se ha separado para fines de análisis en tres conjuntos de factores ambientales: abióticos, bióticos y socioeconómicos.

Asimismo, se realiza por un lado la caracterización para el medio terrestre y por otro lado la caracterización para el medio marino.

V.2.1. Indicadores de impacto y de cambio climático.

Los indicadores de impacto considerados son los elementos del medio ambiente afectados o potencialmente afectados por las acciones y actividades del proyecto. Para esto es necesaria la identificación de cada uno de los posibles indicadores de impacto de las interacciones más relevantes que se puedan generar y éstos fueron seleccionados con referencia a lo expuesto en el marco ambiental en el Capítulo IV. Bajo esta perspectiva se considera a los indicadores como índices cuantitativos o cualitativos que permiten evaluar la dimensión de las alteraciones que podrían producirse como consecuencia del establecimiento

del proyecto, por otra parte, los indicadores elegidos se apegaron a lo solicitado en la guía para la presentación de la Manifestación de Impacto Ambiental, modalidad regional.

Los indicadores identificados y seleccionados fueron listados tomando como base la clasificación recomendada por Conesa-Fernández (1997) y en común acuerdo por los definidos por las características de construcción y localización geográfica del proyecto.

Para el sistema ambiental terrestre del proyecto se detectaron 37 indicadores (componentes): 15 para el medio físico, 9 para el medio biológico, 3 para el paisaje y 10 para el medio socioeconómico.

Para el sistema ambiental marino del proyecto se detectaron 22 indicadores (componentes): 7 para el medio físico, 7 para el medio biológico, 3 para el paisaje y 5 para el medio socioeconómico.

Las siguientes tablas muestran la lista de indicadores seleccionados.

V.2.1.1 Indicadores para medio terrestre

Componentes del sistema ambiental terrestre del proyecto:

Ambiente físico

Atmosfera	Generación de polvos
	Ruido y vibraciones
	Humos y olores
	Calidad del aire
Geología	Relieve
	Geoformas
Suelo	Propiedades del suelo
	Erosión
	Uso actual
	Calidad del suelo
	Estabilidad del suelo
Agua superficial y subterránea	Calidad
	Disponibilidad
	Patrón de drenaje
	Nivel freático

Ambiente biológico

Vegetación y flora	Cubierta vegetal
	Especies protegidas o de interés especial
	Hábitat especial
	Atributos florísticos
	Condición actual

Fauna	Distribución y abundancia
	Especies protegidas o de interés especial
	Condiciones del Hábitat
	Corredores biológicos

Paisaje

Paisaje	Cualidades estéticas
	Fragilidad del ecosistema
	Arreglo visual

Ambiente socioeconómico

Población	Demografía y migración
	Actividades recreativas y culturales
	Calidad de vida
Servicio	Servicios e infraestructura
	Vialidades y acceso
	Interacción de las comunidades
Economía	Economía regional
	Empleo y mano de obra
	Actividades productivas
	Tenencia de la tierra

V.2.1.2 Indicadores para medio marino

Componentes del sistema ambiental marino del proyecto

Ambiente físico

Atmosfera	Ruido
	Gases
	Calidad del aire
Fondo marino	Calidad
Dinámica costera	Perfil de playa
	Dinámica litoral
Agua marina	Calidad

Ambiente biológico

Biota marina	Hábitat
	Cobertura (bentónica)
	Movilidad

Tortugas marinas (hembras)	Acceso y a las zonas de anidación y regreso al mar.
	Áreas de alimentación (pastos marinos)
Tortugas marinas (crías)	Libre paso de crías hacia el mar.
Lobatus gigas	Movilidad

Paisaje

Paisaje	Cualidades estéticas
	Fragilidad del ecosistema
	Arreglo visual

Ambiente socioeconómico

Población	Actividades recreativas
	Calidad de vida
Servicio	Interacción de las comunidades
Economía	Economía regional
	Empleo y mano de obra

V.3 Valoración de los impactos

V.3.1 Valoración en medio terrestre

Considerando las actividades y los atributos ambientales seleccionados para la valoración de impactos del proyecto en el medio terrestre se tiene un total de 2,368 interacciones potenciales (64 actividades x 37 atributos ambientales), donde la matriz de cribado mediante Leopold (1990) destacó 44 interacciones reales. Para ello, primeramente, se marcó todos los impactos identificados, cruzando los componentes y factores ambientales con las diversas actividades del proyecto, mismas que de muestran en la siguiente Tabla de identificación de impactos ambientales. (Ver Anexo 7).

CLASIFICACION DEL IMPACTO MEDIO TERRESTRE

PROYECTO "Mejoramiento de la Playa Hotel El Cid y Lote 1, Puerto Morelos" Inmobiliaria Marítima Dolores, S.A. de C.V.						
AREA AMBIENTAL	**CLASIFICACION DEL IMPACTO**					
	a	A	b	B	**TOTAL**	**%**
AMBIENTE BIOLOGICO						
FLORA:	0	0	2	0	2	4.5%
FAUNA:	0	0	1	0	1	2.3%
SUBTOTAL:	0	0	3	0	3	6.8%
AMBIENTE FISICO						
AIRE:	7	0	0	0	7	15.9%
GEOLOGIA:	0	0	0	0	0	0.0%
SUELO:	0	0	4	3	7	15.9%
HIDROLOGIA SUPERFICIAL Y SUBTERRANEA	1	0	0	0	1	2.3%

PAISAJE:	0	0	1	1	2	4.5%
SUBTOTAL:	8	0	5	4	17	38.6%
AMBIENTE SOCIOECONOMICO						
POBLACION:	0	0	1	1	2	4.5%
SERVICIO:	0	0	0	1	1	2.3%
ECONOMIA:	0	0	21	0	21	47.8%
SUBTOTAL:	0	0	22	2	24	54.6%
TOTAL:	8	0	30	6	44	**100.00%**
	18.2%	**0%**	**68.2%**	**13.6%**	**100.00%**	
PORCENTAJE:	**18.2%**		**81.8%**		**100.00%**	

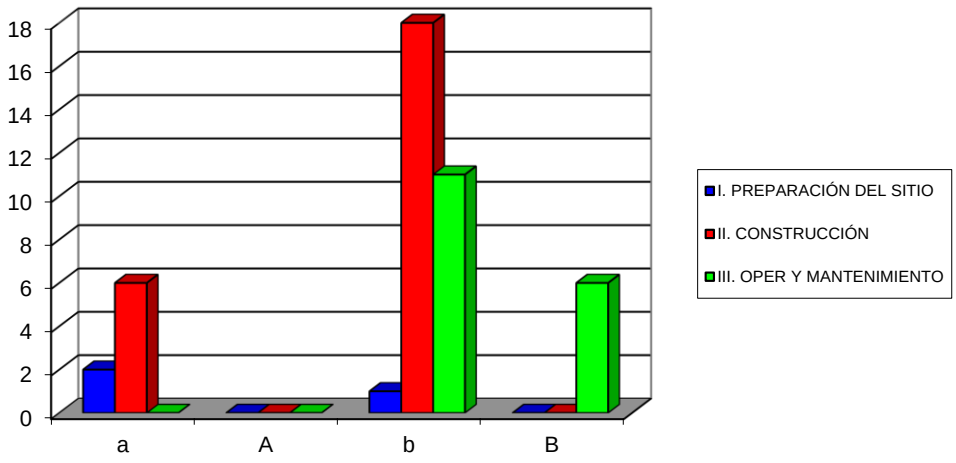
Con base en el análisis realizado sobre la matriz de identificación de impactos, se encontraron un total de 44 interacciones entre los atributos del ambiente del medio terrestre y las actividades del proyecto, correspondiendo 17 al medio natural abiótico, 3 al medio natural biótico y 24 del medio socioeconómico. De forma cualitativa, no se tuvieron impactos adversos significativos, teniéndose 13.6% de impactos benéficos significativos, los impactos adversos poco significativos fueron 18.2% del total, porcentaje superado por el 68.2% de los impactos benéficos poco significativos.

En cuanto a las etapas del proyecto se tiene que en la etapa de preparación del sitio se esperan el 6.8% de los impactos, en construcción se espera el 54.5%, en la etapa de operación y mantenimiento el 38.6% de los impactos. En la siguiente tabla se presenta el resumen de los impactos cualitativos en el medio terrestre por etapas del proyecto.

Resumen de la matriz de identificación de impactos en el medio terrestre según la etapa del proyecto.

ETAPAS	CLASIFICACIÓN DEL IMPACTO				TOTAL
	a	A	b	B	
I. PREPARACIÓN DEL SITIO	2	0	1	0	3
II. CONSTRUCCIÓN	6	0	18	0	24
III. OPER Y MANTENIMIENTO	0	0	11	6	17
TOTAL:	8	0	30	6	44

Clasificación del Impacto por Etapas

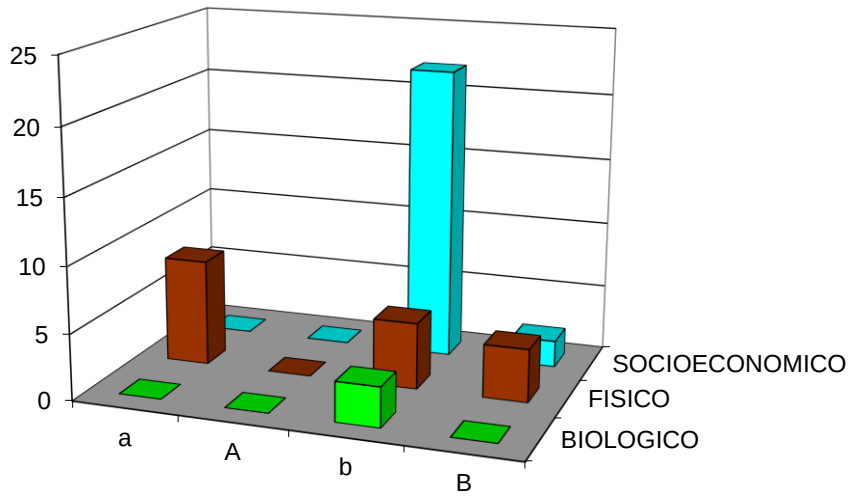


En cuanto a los factores ambientales se tiene que sobre el ambiente físico (medio abiótico) se espera el 38.6% de los impactos, en el factor socioeconómico se espera el 54.6% y para el medio biótico se estima la ocurrencia del 6.8% de los impactos. En la siguiente tabla se presenta el resumen de los impactos cualitativos por factor ambiental del proyecto.

Resumen de la matriz de identificación de impactos en el medio terrestre según el factor ambiental.

FACTORES	CLASIFICACION DEL IMPACTO				TOTAL
	a	A	b	B	
AMBIENTE BIOLOGICO	0	0	3	0	3
AMBIENTE FISICO	8	0	5	4	17
AMBIENTE SOCIOECONOMICO	0	0	22	2	24
TOTAL:	8	0	30	6	44

Clasificación del Impacto por Ambiente



V.3.2 Valoración en medio marino

Para las actividades a realizar en el medio marino no se contempla la etapa de preparación del sitio, ya que ésta ya fue evaluada en el apartado del medio terrestre.

Considerando las actividades y los atributos ambientales seleccionados para la valoración de impactos del proyecto en el medio marino se tiene un total de 1,408 interacciones potenciales (64 actividades x 22 atributos ambientales), donde la matriz de cribado mediante Leopold (1990) destacó 36 interacciones reales. Para ello, primeramente, se marcó todos los impactos identificados, cruzando los componentes y factores ambientales con las diversas actividades del proyecto, mismas que de muestran en la siguiente Tabla de identificación de impactos ambientales. (Ver Anexo 7).

CLASIFICACION DEL IMPACTO MEDIO MARINO

PROYECTO "Mejoramiento de la Playa Hotel El Cid y Lote 1, Puerto Morelos" Inmobiliaria Marítima Dolores, S.A. de C.V.						
AREA AMBIENTAL	**CLASIFICACION DEL IMPACTO**					
	a	A	b	B	**TOTAL**	**%**
AMBIENTE BIOLOGICO						
BIOTA MARINA	1	3	1	1	6	17.1%
SUBTOTAL:	1	3	1	1	6	17.1%
AMBIENTE FISICO						
AIRE:	6	0	0	0	6	17.1%
DINÁMICA COSTERA:	0	0	2	0	2	5.7%
FONDO MARINO:	2	0	0	1	3	8.5%
AGUA MARINA	4	0	0	4	8	23.2%
PAISAJE:	0	0	1	0	1	2.8%
SUBTOTAL:	12	0	3	5	20	57.3%
AMBIENTE SOCIOECONOMICO						
POBLACION:	0	0	0	0	0	0.0%
SERVICIO:	0	0	3	0	3	8.5%
ECONOMIA:	0	0	2	4	6	17.1%
SUBTOTAL:	0	0	5	4	9	25.6%
TOTAL:	13	3	9	10	35	**100.00%**
	37.1%	**8.5%**	**25.7%**	**28.7%**	**100.00%**	
PORCENTAJE:	**45.6%**		**54.4%**		**100.00%**	

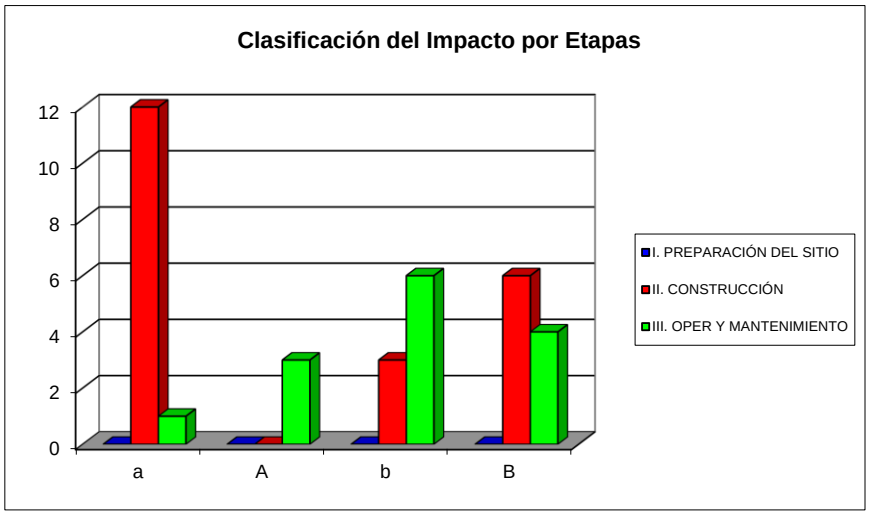
Con base en el análisis realizado sobre la matriz de identificación de impactos, se encontraron un total de 35 interacciones entre los atributos del ambiente del medio marino y las actividades del proyecto, correspondiendo 20 al medio natural abiótico, 6 al medio natural biótico y 9 del medio socioeconómico. De forma cualitativa, se tuvieron 3 impactos adversos significativos (8.6%) y 28.6% de impactos benéficos significativos, los impactos adversos poco significativos fueron 37.1% del total, mientras que el 25.7% fue de los impactos benéficos poco significativos.

En cuanto a las etapas del proyecto, como ya se comentó anteriormente para el medio marino no se tuvo etapa de preparación del sitio, en construcción se espera el 60.0%, mientras que en la etapa de operación y mantenimiento el 40.0% de los impactos. En la siguiente tabla se presenta el resumen de los impactos cualitativos por etapas del proyecto.

Resumen de la matriz de identificación de impactos en el medio marino según la etapa del proyecto.

ETAPAS	**CLASIFICACIÓN DEL IMPACTO**				**TOTAL**
	a	**A**	**b**	**B**	
I. PREPARACIÓN DEL SITIO	0	0	0	0	0
II. CONSTRUCCIÓN	12	0	3	6	21

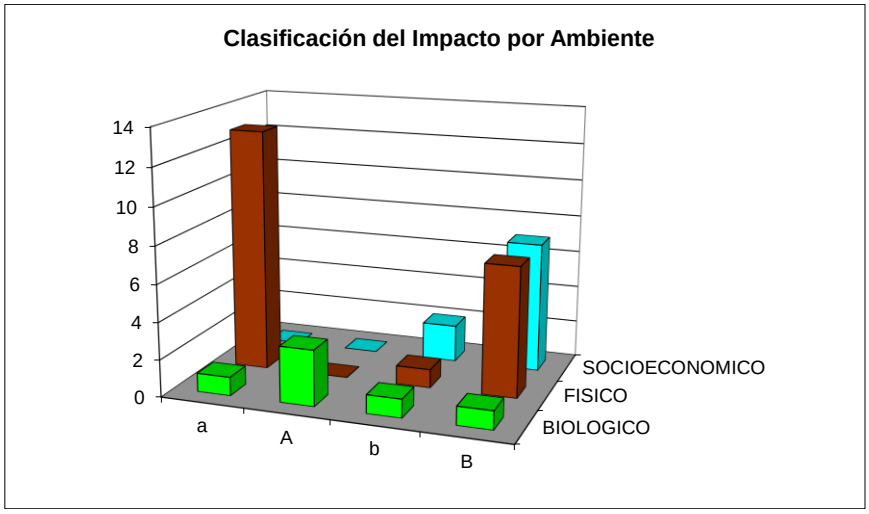
III.	**OPER Y MANTENIMIENTO**	1	3	6	4	14
	TOTAL:	13	3	9	10	35



En cuanto a los factores ambientales se tiene que sobre el ambiente físico (medio abiótico) se espera el 57.1% de los impactos, en el factor socioeconómico se espera el 25.7% y para el medio biótico se estima la ocurrencia del 17.2% de los impactos. En la siguiente tabla se presenta el resumen de los impactos cualitativos por factor ambiental del proyecto.

Resumen de la matriz de identificación de impactos en el medio marino según el factor ambiental.

FACTORES	CLASIFICACION DEL IMPACTO			
	a	**A**	**b**	**B**
AMBIENTE BIOLOGICO	1	3	1	1
AMBIENTE FISICO	12	0	3	5
AMBIENTE SOCIOECONOMICO	0	0	5	4
TOTAL:	13	3	9	10



A continuación, se presenta la descripción de los impactos ambientales evaluados, en ella se considera la fuente que origina el impacto y la valoración de éste:

Identificación y descripción de impactos

OBRA O ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN	FUENTE DEL IMPACTO	ELEMENTO IMPACTO	VALORACIÓN	COMENTARIO/ZONA
PREPARACIÓN DEL SITIO					
Movilización	Unidad de transporte de insumos	Generación de ruido	Aire/Alteración de su calidad	Adverso no significativo	Baja intensidad y ocasional, en zona terrestre
		Emisión de gases de combustión interna	Aire/Alteración de su calidad	Adverso no significativo	Baja intensidad y ocasional, en zona terrestre
		Adquisición de insumos y servicio de transportación	Economía/Derrama económica	Benéfico no significativo	Baja intensidad, en zona terrestre
Trabajos pre-operativos	Prueba de equipo, tablero de control del suministro eléctrico conexiones hidráulicas y eléctricas	Sin interacción			En zona terrestre
Bodega provisional.	Prefabricada y colocada en un espacio dentro del área del Hotel	Sin interacción			En zona terrestre
Colocación de contenedores temporales	En las áreas de frente de trabajo	Sin interacción			En zona terrestre
Servicios sanitarios	Se utilizarán los servicios sanitarios del Hotel	Sin interacción			En zona terrestre
Elementos de geotextil de apoyo	Colocación preliminar en el área de tarquina	Sin interacción			En zona terrestre
CONSTRUCCIÓN					
Disposición de arena y su relocalización para recuperar la playa	Servicios y mano de obra	Requerimiento de servicios y mano de obra	Economía/Derrama económica	Benéfico significativo	Alta intensidad, en zona marina
	Uso de embarcación	Generación de ruido	Aire/Alteración de su calidad	Adverso no significativo	Baja intensidad, en zona marina
		Emisión de gases de combustión interna	Aire/Alteración de su calidad	Adverso no significativo	Baja intensidad, en zona marina
Colocación de señalización	Señalización del área de tarquina	Sin interacción			En zona terrestre
	Señalización del área de suministro de arena	Sin interacción			En zona marina
Lastreo de tuberías de conducción	Resuspensión de sedimento	Generación de turbidez	Agua/Alteración de su calidad	Adverso no significativo	Baja intensidad, en zona marina
Colocación de mallas antidispersión	Sistema de control en el área de suministro de arena	Control de turbidez	Agua/Control de la alteración de su calidad	Benéfico significativo	Alta intensidad, en zona marina

OBRA O ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN	FUENTE DEL IMPACTO	ELEMENTO IMPACTO	VALORACIÓN	COMENTARIO/ZONA
Succión de arena	Resuspensión de sedimento	Generación de turbidez	Agua/Alteración de su calidad	Adverso no significativo	Baja intensidad debido al control de la malla antidispersión y a que la misma bomba succiona la resuspensión
	Extracción en el fondo marino	Modificación del fondo marino	Fondo marino/ Alteración de su calidad	Adverso no significativo	Baja intensidad considerando que la extracción es de la zona de disposicion de sedimiento aprovechable que incluye el canal de navegación de la APIQROO.
Conducción de arena	Conducción mediante tubería	Sin interacción			En zona marina
Vertimiento de arena en tarquina	Escape de agua turbia	Dispersión de agua con finos en zona marina	Agua/Alteración de la calidad	Adverso no significativo	Baja intensidad y ocasional, en zona terrestre
Habilitación de tarquina					
Colocación de tapete antisocavación	Mano de obra	Requerimiento de mano de obra	Economía/Derrama económica	Benéfico no significativo	Baja intensidad, en zona terrestre
Conformación de bordo	Manejo de arena seca	Generación de polvo	Aire/Alteración de su calidad	Adverso no significativo	Baja intensidad, en zona terrestre
	Mano de obra	Requerimiento de mano de obra	Economía/Derrama económica	Benéfico no significativo	Baja intensidad, en zona terrestre
Rehabilitación de duna					
Colocación de tubos de geotextil					
Colocación	Colocación al costado del bordo de la tarquina	Sin interacción			
Llenado	Manejo de arena seca	Generación de polvo	Aire/Alteración de su calidad	Adverso no significativo	Baja intensidad, en zona terrestre
	Mano de obra	Requerimiento de mano de obra	Economía/Derrama económica	Benéfico no significativo	Baja intensidad, en zona terrestre
Formación de loma	Manejo de arena seca	Generación de polvo	Aire/Alteración de su calidad	Adverso no significativo	Baja intensidad, en zona terrestre
	Mano de obra	Requerimiento de mano de obra	Economía/Derrama económica	Benéfico no significativo	Baja intensidad, en zona terrestre
Reforestación					
Formación de cepas	En sitios determinados	Requerimiento de servicios y mano de obra	Economía/Derrama económica	Benéfico no significativo	Baja intensidad, en zona terrestre
Colocación de la planta	Colocación y compactación del suelo, riego posterior para reducir el estrés	Requerimiento de servicios y mano de obra	Economía/Derrama económica	Benéfico no significativo	Baja intensidad, en zona terrestre

OBRA O ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN	FUENTE DEL IMPACTO	ELEMENTO IMPACTO	VALORACIÓN	COMENTARIO/ZONA
	debido a la plantación.				
Colocación de paso de duna	Paso de madera	Requerimiento de servicios y mano de obra	Economía/Derrama económica	Benéfico no significativo	Baja intensidad, en zona terrestre
Colocación de estructuras para estabilizar la playa (atenuadores de oleaje)	La colocación alcanza el fondo marino	Modificación del fondo marino	Fondo marino/ Modificación de su calidad por el desplante delos atenuadores de oleaje	Adverso no significativo	Es baja la superficie a ocupar
	Uso de embarcación	Generación de ruido	Aire/Alteración de su calidad	Adverso no significativo	Baja intensidad, en zona marina
		Emisión de gases de combustión interna	Aire/Alteración de su calidad	Adverso no significativo	Baja intensidad, en zona marina
	Servicios y mano de obra	Requerimiento de servicios y mano de obra	Economía/Derrama económica	Benéfico significativo	Alta intensidad, en zona marina
Colocación de tubos de geotextil y llenado	Sin interacción				
Colocación	Sin interacción				
Llenado	Escape de agua-arena	Agua con turbidez	Agua/Alteración de su calidad	Adverso no significativo	Baja intensidad
Colocación de estructuras de madera	Sin interacción				
Hincado de los pilotes de soporte	Resuspensión de sedimento	Generación de turbidez	Agua/Alteración de su calidad	Adverso no significativo	Baja intensidad en el hincado de pilotes
Colocación de Vigas	Sin interacción				
Colocación de la cubierta	Sin interacción				
Conexión a la playa	Sin interacción				A realizar manualmente
Hincado de postes para colgar hamacas	Sin interacción				Baja incidencia en la resuspensión de sedimentos
Reubicación de rocas sueltas					
Recolección	Recolección en zona de playa	Requerimiento de mano de obra	Economía/Derrama económica	Benéfico no significativo	Baja intensidad, en zona terrestre
Traslado	Traslado con equipo manual	Requerimiento de mano de obra	Economía/Derrama económica	Benéfico no significativo	Baja intensidad, en zona terrestre
Colocación	Colocación en escollera de la Marina El Cid y espigones existentes	Requerimiento de mano de obra	Economía/Derrama económica	Benéfico no significativo	Baja intensidad, en zona terrestre
Reparación de espigones					

OBRA O ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN	FUENTE DEL IMPACTO	ELEMENTO IMPACTO	VALORACIÓN	COMENTARIO/ZONA
existentes					
Reacomodo de rocas	Reacomodo de rocas que se desplazaron	Requerimiento de mano de obra	Economía/Derrama económica	Benéfico no significativo	Baja intensidad, en zona terrestre
Consolidación de taludes	Aplicación de mortero para agregar estabilidad, seguridad y estética	Requerimiento de mano de obra	Economía/Derrama económica	Benéfico no significativo	Baja intensidad, en zona terrestre
Reparación de senderos	Renivelación de los senderos de concreto	Generación de ruido	Aire/Alteración de su calidad	Adverso no significativo	Empleo de retroexcavadora pequeña y camión de carga para acarreo de los materiales Baja intensidad, en zona terrestre
		Emisión de gases de combustión interna	Aire/Alteración de su calidad	Adverso no significativo	Empleo de retroexcavadora pequeña y camión de carga para acarreo de los materiales Baja intensidad, en zona terrestre
		Requerimiento de servicios y mano de obra	Economía/Derrama económica	Benéfico no significativo	Baja intensidad, en zona terrestre
	Reparación con trabajos de albañilería	Requerimiento de servicios y mano de obra	Economía/Derrama económica	Benéfico no significativo	Baja intensidad, en zona terrestre
Reparación de palapas	Refuerzo de elementos estructurales de madera, reponiendo la techumbre de zacate y red de protección contra la acción del viento	Requerimiento de mano de obra	Economía/Derrama económica	Benéfico no significativo	Baja intensidad, en zona terrestre
Formación de arrecifes artificiales	Servicios y mano de obra	Requerimiento de servicios y mano de obra	Economía/Derrama económica	Benéfico significativo	Alta intensidad, en zona marina
	Uso de embarcación	Generación de ruido	Aire/Alteración de su calidad	Adverso no significativo	Baja intensidad, en zona marina
		Emisión de gases de combustión interna	Aire/Alteración de su calidad	Adverso no significativo	Baja intensidad, en zona marina
Adquisición					Ya contemplada en la etapa de preparación del sitio
Transportación					Ya contemplada en la etapa de preparación del sitio
Trazo del sitio de desplante	Sin interacción				
Relocalización de organismos	Rescate de organismos	Cambio de hábitat	Biota marina / Relocalización hacia	Benéfico no significativo	Baja intensidad

OBRA O ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN	FUENTE DEL IMPACTO	ELEMENTO IMPACTO	VALORACIÓN	COMENTARIO/ZONA
			sitio seguro		
Hundimiento	Sin interacción				
Fijación al sustrato marino	Nuevo material en el fondo marino	Modificación del fondo marino	Fondo marino /Modificación del fondo marino	Benéfico significativo	El arrecife artificial permitirá la mejora del fondo marino al constituirse en hábitat con mejores condiciones
OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO					
Operación de instalaciones					
Playa recuperada	Estabilidad de la línea de costa	Uso del suelo	Suelo/Mejoramiento del uso del suelo	Benéfico no significativo	Baja intensidad ya que el uso de suelo ya existe, en zona terrestre
		Erosión	Suelo/Control de la erosión	Benéfico significativo	Se abate la erosión que es un problema en la zona, en zona terrestre
		Reposición de arena	Suelo/Mejoramiento de la calidad del suelo	Benéfico no significativo	La pérdida de arena ha propiciado el afloramiento de rocas, en zona terrestre
		Zona consolidada	Suelo/Se tiene estabilidad del suelo	Benéfico significativo	Con la recuperación de la playa se tiene una zona estable que inhibe la erosión, en zona terrestre
	Área estética	Paisaje restablecido	Paisaje/Se mejora la cualidad estética	Benéfico significativo	Con la zona de playa recuperada se retorna al paisaje de recreación, en zona terrestre
	Hábitat para especies de flora y fauna	Condiciones para el desarrollo de flora	Flora/Mejora del hábitat	Benéfico no significativo	En los jardines del hotel existe desarrollo de vegetación, en zona terrestre
		Condiciones para el desarrollo de fauna	Fauna/Mejora del hábitat	Benéfico no significativo	En las áreas vecinas se desarrolla también hábitat para la fauna, en zona terrestre
	Recuperación del uso recreativo-turístico	Se consolida la zona recreativa	Población/Se recupera zona para la recreación	Benéfico significativo	Las condiciones actuales del área inhiben el turismo, al recuperarse la zona se presenta un mayor beneficio, en zona terrestre
		Zona con calidad para la recreación	Población/Se mejora la calidad de vida	Benéfico no significativo	Con la recuperación de la playa se mejora la calidad de vida, en zona terrestre
		Oferta para el turismo	Servicio/Se consolidan las facilidades para el turismo	Benéfico significativo	Se mejora la infraestructura para el turismo, en zona terrestre
		Derrama económica del turismo	Economía/El turismo origina derrama económica en otros servicios de la zona	Benéfico no significativo	Baja intensidad, en zona terrestre

OBRA O ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN	FUENTE DEL IMPACTO	ELEMENTO IMPACTO	VALORACIÓN	COMENTARIO/ZONA
		Aumento de la actividad turística	Economía/El turismo permite la conservación del empleo	Benéfico no significativo	Baja intensidad, en zona terrestre
Duna rehabilitada	Duna estable	Suelo estable	Suelo/Se tiene un suelo consolidado	Benéfico no significativo	Baja intensidad en la zona terrestre
		Control de erosión	Suelo/El suelo estable previene la erosión	Benéfico significativo	Se atiende una de las problemáticas principales de la zona terrestre
	Duna reforestada	Presencia de vegetación	Flora/Se aumenta la cobertura vegetal	Benéfico no significativo	Baja intensidad en la zona terrestre
	Presencia	Presencia de duna	Paisaje/Se tiene continuidad del paisaje	Benéfico no significativo	Baja intensidad en la zona terrestre
Atenuadores de oleaje	Barrera	Barrera que impide el libre acceso	Tortuga marina hembra / Afectación al libre acceso de la Tortuga marina hacia la playa para anidar y su regreso hacia mar abierto	Adverso significativo	Por ser organismos de interés
		Barrera que impide el libre acceso	Tortuga marina cría / Afectación al libre paso de las crías de tortuga marina debido a la presencia de las estructuras impidiendo su llegada a mar abierto e incrementando su probabilidad de mortandad	Adverso significativo	Por ser organismos de interés
		Barrera que impide la movilidad	*Lobatus gigas* / Afectación a la movilidad de *Lobatus gigas* debido a la presencia de las estructuras impidiendo el libre paso en el área.	Adverso significativo	Por ser organismos de interés
		Barrera que impide el libre acceso	Biota marina / Afectación al libre paso de biota marina	Adverso no significativo	Biota marina que no tiene dificultad para buscar el paso

OBRA O ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN	FUENTE DEL IMPACTO	ELEMENTO IMPACTO	VALORACIÓN	COMENTARIO/ZONA
Postes para colgar hamacas	Infraestructura de esparcimiento	Permite la actividad recreativa	Población / Permite actividad recreativa	Benéfico no significativo	
Rocas sueltas Reubicadas	Imagen	Paisaje positivo	Arreglo visual / Calidad visual de playa	Benéfico no significativo	
Espigones existentes reparados	Infraestructura que permite el esparcimiento	Permite la actividad recreativa	Población / Permite actividad recreativa	Benéfico no significativo	
Arrecifes artificiales	Formación de hábitat	Nuevo hábitat	Biota marina / Área para el desarrollo de diversos organismos	Benéfico significativo	Nuevo hábitat para el desarrollo de la biota marina
Mantenimiento de instalaciones	Infraestructura	Operación segura	Servicio / Servicio de calidad al turista	Benéfico no significativo	
Programa de mantenimiento para conservar la playa y la calidad del entorno marino					
Barreras para contención y desvío de sargazo	Infraestructura de control de sargazo	Control de la calidad del agua	Agua marina / Mantiene la calidad del agua	Benéfico significativo	
Cortina de microburbujas	Infraestructura de refuerzo de control de sargazo	Control de la calidad del agua	Agua marina / Mantiene la calidad del agua	Benéfico significativo	
Colocación de difusor					
Colocación de manguera					
Suministro de aire					
Inyección de agua de mar limpia	Prevención de zonas anóxicas del medio marino	Control de la calidad del agua	Agua marina / Mantiene la calidad del agua	Benéfico significativo	
Colocación de bomba					
Colocación de ducto lastrado					
Colocación de cable eléctrico submarino					
Inyección de agua limpia					
Regreso periódico a la playa de la arena que se recoge junto con algas previo acondicionamiento	Arena para retorno	Apta para colocación en playa	Perfil de playa y dinámica litoral / Mantiene las características de la playa y la dinámica del litoral	Benéfico no significativo	
Recolección de sargazo y pastos marinos que arriban a la costa					
Almacenamiento					

OBRA O ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN	FUENTE DEL IMPACTO	ELEMENTO IMPACTO	VALORACIÓN	COMENTARIO/ZONA
Cribado					
Lavado					
Depósito en playa	La arena recuperada y acondicionada se retorna a la playa	Arena recuperada	Suelo/Se recupera arena en la playa	Benéfico no significativo	Baja intensidad en la zona terrestre
Reposición de arena que se haya perdido	Permite mantener las condiciones de la playa, se aplican las actividades de Disposición de arena y su relocalización				

Una mayor descripción de los impactos ambientales relevantes se presenta en los siguientes apartados.

El proyecto contempla la instalación de 13 estructuras atenuadoras de oleaje como componente principal a efecto de proteger la playa por su función como disipador de la energía del oleaje al incidir sobre la misma, ello traerá consigo cambios en la dinámica costera, efectos que se describen y evalúan a continuación en relación con los impactos residuales y acumulativos.

V.4 Impactos residuales

Alteración de las olas incidentes

La altura de las olas incidentes y de la fuerza con la que ingresan a la zona serán modificadas como efecto directo de la instalación de las estructuras atenuadoras de oleaje. Una vez que las estructuras de protección se instalen y se encuentren en operación, se generará una zona protegida de la acción de las olas y en donde la acción de las mismas sobre ésta se transformará principalmente por el efecto de difracción de la estructura y por la transmisión sobre la estructura disminuyendo así la altura de las olas y la velocidad de las corrientes (Bricio et al. 2008, Sharif 2016).

Aun cuando este efecto será directo y permanente, el impacto sobre las olas incidentes será local, pues estará restringido únicamente al área que será protegida por las estructuras en mención sin tener efectos fuera de esta zona, ya sea en zonas aledañas o más lejanas dentro del SAR ni fuera de éste. Cabe mencionar que la instalación de los atenuadores de oleaje se propone como una medida que favorecerá la recuperación del ancho de la playa que se ha perdido por erosión a través de los años, disipando la energía del oleaje incidente que está ocasionando la pérdida de sedimento en el sitio.

Modificación de la corriente local y transporte de sedimento

Considerada como impacto residual e impacto acumulativo. Con la instalación de los atenuadores de oleaje y la modificación de la altura y energía de la ola incidente debido a un efecto de difracción, se genera una zona protegida en donde las corrientes son modificadas y su velocidad es reducida depositando además parte del material que es acarreado dentro del sitio protegido. Lo que el atenuador reduce, asimismo, es la capacidad de transporte de sedimento en el área protegida donde la altura de las olas es menor.

La difracción involucra un cambio en la dirección de la propagación de la onda, ya que los frentes de onda rodean los finales de la estructura adoptando una curvatura y creando círculos cuyo centro se ubica en cada punta del atenuador. Cuando se dirigen al mar, las olas siguen la propagación de las ondas siempre siguiendo la línea de máxima pendiente. La corriente litoral y las corrientes de resaca en la costa protegida se mueven en zigzag causando un arrastre neto de partículas de sedimento al centro del área protegida. Poco a poco este movimiento cambia la línea de costa a la forma planeada la cual tiende a ser paralela al frente de onda difractado

La difracción también reduce la altura de la ola a lo largo del frente de onda difractado. Esto implica que existen gradientes dinámicos del nivel del mar dentro del área protegida dirigido desde cada punta de la estructura hacia el centro generando corrientes longitudinales

que se confrontan arrastrando sedimentos hacia el área protegida y depositándose cuando la velocidad disminuye. Estas corrientes forman parte de dos sistemas cerrados de corrientes no uniformes rotando en direcciones opuestas localizadas en la franja entre el atenuador de oleaje y la costa. Este sistema de corrientes contribuye a moldear la forma de la playa en la zona protegida, ya que acarrean el material del exterior al interior del área protegida por ambos lados de la estructura ocasionando el acumulamiento del sedimento donde ambas corrientes convergen.

Es así que con la instalación de los atenuadores se prevé que exista un cambio en las corrientes y en la velocidad de las mismas con la consecuente alteración del transporte de sedimento en la franja comprendida entre estas estructuras y la costa a través del fenómeno de difracción y la transmisión de energía. El efecto que se generará en esta área, aunque permanente, será local sin afectar predios aledaños ni otras zonas dentro o fuera del SAR. En general.

Es así que el efecto que será inducido en las corrientes y transporte de sedimento en el sitio por la instalación de las estructuras será benéfico para la recuperación de la playa pues como se ha mencionado al reducir la velocidad y crear el sistema de corrientes dentro del área protegida se ocasionará un depósito de sedimento y retención del mismo en el área que actualmente se encuentra erosionada. Esto, además, no impedirá que se siga presentando el flujo de agua pues el paso de las olas sobre la estructura genera una corriente litoral, aunado a las corrientes de resaca y el flujo divergente, lo cual por lo tanto tampoco impedirá el transporte de sedimento a otras áreas.

Considerando que las estructuras no causarán efectos que pueden poner en peligro la integridad del ambiente y que por el contrario ayudarán a la recuperación de la playa, este impacto se determinó como de muy baja magnitud.

Modificación de la línea de costa

Los cambios morfológicos que se verán en la playa se presentarán en respuesta al cambio en las condiciones de la hidrodinámica local y patrones de transporte de sedimento por la instalación de los atenuadores. La reducción de la intensidad de las olas incidentes y la consecuente modificación del sistema de corrientes y su velocidad tendrán como consecuencia que parte del sedimento transportado tienda a acumularse en el área protegida por las estructuras, como se mencionó anteriormente. La disminución de la acción del oleaje sobre la costa produce también una reducción de la corriente litoral, pero sin llegar a interrumpirla. Este tipo de protección produce difracción, reflexión y disipación de la energía del oleaje por rotura del mismo sobre el talud de la estructura. La disminución de la energía entre las estructuras y la costa provoca reducción de la capacidad del transporte litoral, sedimentación y acumulación de arena que avanza sobre la línea de costa al incrementar el tiempo de residencia de la arena en la región protegida.

Cabe mencionar que se llevará a cabo un Subprograma de Monitoreo de Perfil Costero con el fin de verificar que la respuesta de la costa sea la esperada y en caso de ser necesario hacer los ajustes pertinentes.

Alteración de la movilidad de las especies que habitan la zona

Con la instalación de los nuevos elementos que serán colocados en la zona, se ocuparán áreas libres pudiendo ser barreras artificiales para algunas especies, pero hay que considerar que entre estas estructuras existirán espacios que permitirán el paso de los individuos, por lo que si bien serán elementos artificiales, el impacto que ocasionarán en la zona será de muy baja magnitud para la biota que habita el sitio y aún menor para la flora y fauna que se ubica en la celda litoral. En lo que respecta a *L. gigas*, el efecto será menor dado que es un gasterópodo que pueden viajar grandes distancias en sus periodos de migración teniendo posibles pasos a través de los atenuadores de oleaje que les permitirán acceder a zonas someras. Aunado a que la zona de pastizal mixto y arenales que es donde pueden agruparse preferencialmente para reproducción o alimentación no serán afectados, siendo así un impacto de magnitud baja.

Se hace mención del interés del promovente sobre este asunto el hecho de que en la valoración de impactos se determinó como adverso significativo a efecto de tener o continuar con la ejecución de acciones preventivas.

Alteración del libre acceso de tortugas marinas al área de anidación y regreso al mar

Se considera como impacto residual, acumulativo y sinérgico.

Respecto a la tortuga marina, se ha registrado el arribo de las especies de tortuga marina *C. caretta, E. imbricata y C, mydas* en el SAR del proyecto mostrando una mayor preferencia de anidamiento entre la escollera de la marina El Cid y Punta Brava, siendo esta última, el área de mayor anidación de quelonios. Respecto a la playa que abarca desde la escollera de la marina hasta el muelle fiscal, de acuerdo con los registros obtenidos del Programa de Conservación de Tortuga Marina del Hotel, la cantidad de anidamientos es muy baja con un promedio de 6 nidos/temporada en un área de 1.74 ha, desde el muelle fiscal hasta la marina. Esto probablemente por el desarrollo turístico en la zona y por el retroceso de la línea de costa asociado al proceso erosivo que sufre el área. Con la instalación de los atenuadores y el relleno de la playa se pretende ayudar a la recuperación de la misma disminuyendo la fuerza de las olas y con ello la erosión del sitio. Sin embargo, estas estructuras podrían representar barreras para el libre acceso de las hembras a la playa y su regreso al mar, no obstante, se trata de estructuras que tendrán una separación entre cada una de ellas permitiendo el paso de los organismos. Aunado a esto como ya se ha señalado, la cantidad de anidaciones es muy baja, ya que la playa frente al hotel asociado al proyecto, no se considera una zona de alta densidad de nidos ni en el estado ni dentro del SAR.

Con la finalidad de observar que no exista algún efecto negativo en las tortugas por la instalación de los atenuadores de oleaje, se seguirá llevando al cabo el registro de anidación de tortugas y eclosión de crías, lo cual será integrado al Programa de Manejo de Tortuga El Cid de Cancún, Puerto Morelos Quintana Roo que actualmente se realiza en el hotel y se continuarán con las medidas de protección que se realizan hacia estos especímenes, mencionando el interés del promovente sobre este asunto el hecho de que en la valoración de impactos se

determinó como adverso significativo a efecto de tener o continuar con la ejecución de acciones preventivas.

Alteración del libre paso de las crías para nadar hacia mar abierto

Se considera como impacto residual, acumulativo y sinérgico.

En cuanto a las crías que pudieran eclosionar en el sitio, de ser el caso, se enfrentarían a los atenuadores de oleaje frenando su nado a mar abierto. Si bien estas estructuras contarán con una separación entre ellas de encontrarse directamente con los atenuadores de oleaje, las crías tendrían que nadar en busca de la zona libre incrementando con ello el tiempo en aguas someras y en consecuencia la probabilidad de ser depredadas.

Habrá que considerar el hecho de que la disipación de energía de las olas que proporcionarán los atenuadores podría favorecer el nado de las crías hacia mar abierto al disminuir la fuerza de las olas.

Se hace mención del interés del promovente sobre este asunto el hecho de que en la valoración de impactos se determinó como adverso significativo a efecto de tener o continuar con la ejecución de acciones preventivas.

Modificación de la zona de anidación de las tortugas marinas

Se considera como impacto residual y acumulativo.

Con la incorporación de arena a la playa para aumentar la línea de costa se modificará la topografía y el perfil actual. Si bien estos serán cambios que alteren las condiciones actuales del sitio, éstos significan efectos que serán benéficos para la zona. Éstos no sólo se verán en el incremento de playa que repercutirá en el bienestar de los visitantes sino también en el incremento de zonas de anidación para las tortugas marinas que llegan a la zona pues la morfología de la playa juega asimismo un papel determinante en el patrón temporal de distribución de nidos.

V.5 Impactos acumulativos

Modificación del lecho marino por la instalación de los atenuadores de oleaje y el incremento del ancho de la playa.

Una vez instalados los atenuadores ocuparán un espacio en el lecho marino que además modificará la topografía del sitio siendo así un impacto ambiental acumulativo. Este impacto será de magnitud muy baja sobre el Sistema Ambiental Regional, dado que se trata de una zona turística, en la que actualmente se llevan a cabo actividades acuáticas y en donde ya se han instalado otros elementos ajenos al ambiente con anterioridad.

La ocupación del fondo marino será únicamente en el área de afectación directa sin generar otros efectos adversos en el fondo marino más allá de las áreas afectadas, al ser un impacto local. Cabe mencionar que el relleno de la playa se llevará a cabo para recuperar el

ancho de playa que se tenía en el pasado y que fue perdido por erosión, por lo cual este hecho es una acción de recuperación y no afectación a las condiciones actuales.

Modificación del hábitat por la instalación de estructuras artificiales en la zona y la regeneración de la playa

Se estima que, respecto a la modificación de hábitat, se presentará un impacto ambiental acumulativo de magnitud muy baja sobre el Sistema Ambiental Regional por el desarrollo del proyecto, dado que se trata de una zona turística, en la que actualmente se llevan a cabo actividades acuáticas en esta zona. El desarrollo de este proyecto se sumará a la modificación del hábitat ocasionado por la instalación de diversas actividades en la zona.

V.6 Resumen y c*onclusiones*

Basándose en las características del proyecto, las condiciones del Sistema Ambiental Regional y el análisis de evaluación de impacto ambiental realizada en este capítulo, el proyecto generará una serie de impactos ambientales de naturaleza negativa. No obstante, con base en todo el análisis desarrollado en este capítulo, es posible manifestar que este proyecto cumplirá con lo establecido en el artículo 35 de la LGEEPA, ya que la identificación y evaluación de impactos presentada evidenció que los posibles efectos de las actividades del proyecto no pondrán en riesgo la estructura y función de los ecosistemas descritos en el SAR con base en lo siguiente:

1. Considerando el proceso erosivo que sufre la playa originado por fenómenos meteorológicos y la dinámica propia del sitio, incrementado por la instalación de estructuras en el pasado (muelle fiscal y marina), que no permiten que este sistema pueda recuperarse de manera natural, el proyecto se concibe como una medida para contrarrestar los efectos causados por los agentes antes descritos con el fin de ayudar a la recuperación de la playa y frenar el retroceso de la línea de costa, lo que traerá consigo mejoras ambientales tanto para la biota como para los visitantes.

2. La zona donde se pretende llevar a cabo el proyecto presenta características que evidencian impacto humano previo por actividades turísticas.

3. Con base en la información obtenida del estudio de caracterización marina, el ambiente marino está compuesto principalmente de una laja calcárea sin la presencia de una cresta arrecifal, y por lo tanto no hay presencia de una laguna arrecifal como tal, lo que le ocasiona una baja heterogeneidad ambiental.

4. La zona marina de pretendida ubicación del proyecto aloja cuatro especies en categoría de riesgo de acuerdo con la NOM-059- SEMARNAT-2010: los pastos marinos *Syringodium filiforme* (amenzada) y *Thalassia testudinum* (protección especial) y los gorgonáceos *Plexaura homomalla* y *Plexaurella dichotoma* y los peces *Scarus iseri, Sparisoma radians* y *Sparisoma viridae* en protección especial. Sin embargo, se implementarán las medidas necesarias para evitar cualquier afectación a los individuos de estas especies.

5. Respecto a las especies de tortuga marina, si bien en el área donde se pretende ejecutar este proyecto se ha observado la anidación de quelonios, la playa frente a la cual se pretende la instalación de los atenuadores de oleaje y la demás infraestructura del proyecto no está considerada como un área de importancia biológica para las tortugas, pues la anidación de tortugas es escasa y con ello la densidad de los nidos. Aunado a lo anterior, la playa frente al hotel asociado no es una zona preferencial de anidamiento, pues ésta se ubica desde la escollera de la marina hasta Punta Brava. En adición, las estructuras no serán instaladas de manera continua ya que contarán con un espaciamiento entre ellas proporcionando así espacios para el paso de las especies. Es relevante hacer mención que, en el hotel asociado al proyecto, se llevan a cabo acciones para el cuidado y protección de las especies de tortugas marinas que llegan a anidar a esta zona, lo cual será complementado con acciones para el monitoreo de los quelonios.

6. La zona de pastizales mixtos en el SAR que aloja especies en alguna categoría de riesgo y que sirve como sitio de alimentación para las tortugas y otras especies además de refugio, no será afectada pues se llevarán a cabo acciones para su protección. Como muestra del compromiso ambiental que el promovente posee, al no tenerse impactos sobre los pastizales.

7. Referente a la especie *L. gigas,* ésta no será afectada de manera sustancial ya que es un gasterópodo que puede recorrer grandes distancias y que podrá acceder a zonas someras a través de los espacios entre los atenuadores de oleaje, aunado a que las zonas de agregación de esta especie para reproducción o alimento (pastizales y arenales) no serán impactadas. La circulación del SAR marino y fuera de este no será modificada por lo que las zonas identificadas como proveedoras de larvas tampoco serán afectadas.

8. La instalación de las estructuras ayudará a la recuperación de la playa ubicada frente al hotel asociado al proyecto, playa que se ha visto afectada por eventos naturales y antropogénicos que le han impedido recuperarse de manera natural haciendo necesario el establecimiento de este tipo de proyectos para frenar el retroceso de la línea de costa.

9. De acuerdo con el análisis presentado, se considera que no se modificarán los procesos naturales de las especies de flora y fauna marinas ya que se llevarán a cabo las acciones necesarias para evitar cualquier posible afectación a las mismas.

10. Las estructuras de protección representarán un agente de afectación directa de la dinámica costera del sitio. No obstante, el cambio en la dinámica sólo se presentará en el área de ubicación de los atenuadores, sin tener efecto alguno en el resto del área del SAR o en el Parque Nacional Arrecife de Puerto Morelos.

11. El sedimento que será usado para la regeneración de la playa será obtenido de la zona de disposición de sedimento aprovechable, cuya diversidad en los cuatro ambientes estudiados fue baja, con excepción del subambiente de Parches el cual tiene una diversidad normal. Mientras que la equitatividad fue menor en los ambientes de Pradera Marina debido a la dominancia de las especies de pastos y en el Arenal profundo por la dominancia de una especie de alga roja*;* mientras que los subambientes Arenal y Parches las especies estuvieron igualmente representadas. Aunque se registraron cuatro especies protegidas, no se verán

afectadas durante la realización de la disposicion de material dado que tienen una zonificación específica como son los pastizales o a que en el caos del pez loro es un organismo móvil. En la zona se registraron varios ejemplares de caracol rosado y caracol blanco, que, aunque no es una especie protegida, si es una especie en veda, por lo que, se implementará un programa de relocalización de fauna marina de lento desplazamiento, para salvaguardar la integridad de estos individuos.

12. El proyecto involucra obras y actividades que, si bien ocasionarán impactos ambientales, éstos fueron evaluados como compatibles y moderados, por lo que los efectos no perjudicarán la integridad funcional del SAR. Asimismo, se implementarán las medidas necesarias para prevenir, mitigar y compensar estos efectos ambientales en pro de la protección y conservación del ambiente.

Por lo antes expuesto, el proyecto se considera viable en términos ambientales en tanto se tomen las medidas necesarias en el desarrollo del mismo y se cumpla con una adecuada protección del entorno.

En el Anexo 11 se presenta la Tabla Resumen de Impactos requerida en la Guia para la elaboración de la Manifestación de Impacto Ambiental, modalidad regional.

CAPITULO VI

ESTRATEGIAS PARA LA PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL

VI. ESTRATEGIAS PARA LA PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL

Como se mostró en el capítulo V de este documento, la ejecución del Proyecto "Mejoramiento de la Playa Hotel El Cid y Lote 1, Puerto Morelos" implica inevitablemente efectos adversos al ambiente. Estos efectos no significarán daños que pongan en peligro la integridad ecológica del ambiente. Sin embargo, si implicarán cambios a nivel puntual y local por lo que con el fin de mantener las condiciones ambientales actuales del SAR e incluso mejorarlas, se propone la aplicación de buenas prácticas ambientales. Ante esto, después de haber identificado y valorado los impactos ambientales potenciales que este proyecto puede ocasionar en el SAR y en virtud de que el objetivo de una evaluación de impacto ambiental es prevenir y corregir los efectos adversos al ambiente generados por la realización de un proyecto, se señalan en este capítulo las medidas propuestas que atenderán a los impactos ambientales tanto aquellos valorados con mayor incidencia, como aquellos que no la presentan con el fin de no omitir ningún efecto adverso en el ambiente.

VI.1 Programa de manejo ambiental

El desarrollo del proyecto comprende actividades que modifican las condiciones del entorno hacia un nuevo estado, dichas modificaciones son tanto positivas como negativas e inciden sobre los componentes físicos, biológicos y socioeconómicos del medio ambiente que lo rodea.

Conocer las modificaciones que tendrán lugar durante la realización del proyecto permite determinar la magnitud, duración y extensión de las mismas, y se hace a la vez posible proponer medidas que permitan atenuar los efectos producidos por las actividades relacionadas al proyecto, con el fin de lograr el desarrollo sustentable de la zona.

Con el objeto de respetar la integridad funcional del Sistema Ambiental Regional se contempla la aplicación de una política de buenas prácticas ambientales a partir de las siguientes estrategias.

1. - Identificar las actividades del proyecto que resulten en fuentes de cambio del sistema ambiental o con potencial de efectuar un cambio.
2. - Reconocer las acciones que se pueden realizar para prevenir, evitar, atenuar, corregir, anular o compensar los impactos ambientales negativos significativos producidos por las obras y actividades del proyecto.
3. - Reconocer las acciones que se pueden realizar para prevenir, evitar, atenuar, corregir, anular o compensar los demás impactos ambientales negativos producidos por las obras y actividades del proyecto, a efecto de con oportunidad prevenir repercusiones en el sitio del proyecto y sus áreas vecinas.
4. - Realizar acciones de seguimiento y monitoreo de las medidas de mitigación propuestas en esta manifestación de impacto ambiental, así como aquellas que se establezcan en la autorización correspondiente.

5. - Llevar a cabo el seguimiento por personal especializado y capacitado para aplicar las medidas propuestas, así como para establecer medidas correctivas en caso de desviaciones.

Clasificación de las medidas ambientales

Considerando lo anterior y la información contemplada en los Capítulos IV y V de la presente Manifestación de Impacto Ambiental nos permite obtener la información necesaria para determinar los impactos adversos que resultan significativos, acumulativos y residuales, así como para diseñar las medidas de control o mitigación, restauración y compensación de estos impactos ambientales.

Estas medidas de mitigación se pueden dividir en 4 tipos:

- Preventivas
- De rehabilitación
- De compensación
- De control

La ejecución de medidas de prevención permite evitar los efectos de los impactos ambientales al inicio de la obra. Otras acciones para atenuar impactos se aplican mediante las medidas de mitigación o control, de rehabilitación, y compensación, las cuales disminuirán los impactos significativos por tipo de actividad.

Por lo anterior el proyecto incorpora medidas de control, compensación y restauración desde su diseño, reflejando que se trata de un proyecto ambientalmente planificado al incluir la variable ambiental desde la fase de diseño.

En total fueron identificadas 27 medidas de mitigación, en diferentes variantes, que deberán llevarse a cabo para garantizar que las afectaciones al medio durante la ejecución del proyecto sean las menores posibles.

Medidas preventivas (Antes del inicio de obra)

P1. No iniciar actividades hasta que se cuente con autorización de la SEMARNAT en materia de impacto ambiental.

P2. Contratar personal, operadores y buzos con experiencia en este tipo de labores para evitar accidentes y alguna afectación al personal y al medio.

P3. El promovente hará del conocimiento de los contratistas y del personal de las obras el contenido de las licencias, permisos y autorizaciones, que se emitan en materia ambiental, haciendo patente el compromiso de dar cabal cumplimiento de las disposiciones contenidas en ellos, de acuerdo al ámbito de competencia de cada trabajador y las empresas involucradas. Especial énfasis se pondrá en

comunicar las condicionantes que, en su caso, sean establecidas en materia de impacto ambiental.

P4. Antes de iniciar las obras se deben de proponer lineamientos en el área de trabajo, dando pláticas al personal que laborará en la obra con la finalidad de evitar posibles impactos al medio marino o al medio terrestre.

P5. Establecer límites en los horarios durante todas las actividades de la obra; para las actividades que generan ruido y así reducir su impacto dentro de la zona.

P6. Prohibir la colecta, daño o comercialización de biota marina dentro y fuera de las áreas de proyecto.

P7. Prohibir arrojar cualquier tipo de sustancia o residuo directamente al suelo o al mar.

P8. Prohibir y vigilar que el personal de obra acceda a áreas distintas a las del proyecto, a fin de mantener sin impacto las vecindades del proyecto.

P9. Previo al inicio de actividades sobre fondo marino operar Programa de Rescate y Reubicación de Fauna Marina para evitar la afectación de biota bentónica de especies citadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010

P10. Uso de las instalaciones del hotel por parte de los trabajadores para el depósito de los residuos generados, así como los sanitarios, y los servicios del comedor para empleados.

P11. Para la supervisión de las medidas de mitigación asignar un supervisor ambiental durante las etapas de preparación del sitio y construcción, con la finalidad de que las medidas de mitigación y, en su caso, las condicionantes de impacto ambiental se lleven a cabo en las condiciones previstas. La supervisión deberá asentar en bitácora los cumplimientos y las desviaciones que detecte, así como las medidas tomadas para corregir las desviaciones o incumplimientos. Esta bitácora formará parte del expediente sobre el cumplimiento a las condicionantes y términos de la resolución de impacto ambiental que en su caso se emita.

P12. Presentar en tiempo y forma los reportes e informes que establezca la autoridad ambiental.

P13. Toda modificación del proyecto deberá ser notificada previamente a la SEMARNAT para que determine lo conducente, aplicando el formato de trámite SEMARNAT-04-008.

Medidas de mitigación (control) durante la preparación del sitio y construcción

M1. Durante las etapas de preparación del sitio y construcción, el mantenimiento de la maquinaria y la revisión de la misma deberá ser constante, todas ellas deberán cumplir con un programa de mantenimiento periódico de acuerdo con las recomendaciones del fabricante, con la finalidad de disminuir la contaminación por

combustión de las máquinas (gases y humos), así como las posibles fugas de aceite y combustibles que puedan afectar al suelo o el agua.

M2. Colocación de mallas antidispersión de geotextil, para contener la dispersión de los sedimentos finos en suspensión, con prolongación hasta la superficie a 50 cm sobre el nivel del mar para prevenir que alguna de las olas pase la barrera y arrastre la pluma de sedimentos.

M3. Llevar a cabo la vigilancia de la turbidez del agua marina antes, durante y después de las acciones que propician la resuspensión de sedimentos para verificar que las características del agua se mantengan estables respecto a la turbidez.

M4. En caso de falla del equipo proporcionar reparación en el patio de maniobras existente en el Hotel, o en su caso en un taller fuera de la zona de operación de la obra. En caso de no poder realizar el traslado del equipo, colocar geomembrana plástica aislante debajo de la unidad para evitar la contaminación del suelo.

M5. A bordo de la embarcación operar contenedores para basura orgánica e inorgánica para el depósito de los residuos generados por los trabajadores, depositar posteriormente en los sitios específicos para ello dentro de las instalaciones del hotel.

M6. Todos los residuos que se generen disponerlos diariamente en contenedores y canalizarlos a las instalaciones del hotel asociado al proyecto para ser atendidos mediante su Plan de Manejo de Residuos Sólidos Urbanos y de Manejo Especial.

M7. Los residuos peligrosos que se generen se recolectarán diariamente para ser enviados a almacén temporal que sea conforme a las disposiciones de la Ley General de Prevención y Gestión Integral de los Residuos y su Reglamento, y serán entregados a una empresa autorizada para su traslado al sitio de disposición final o tratamiento autorizado, según corresponda. Aceites lubricantes gastados, Sólidos impregnados con hidrocarburos y Recipientes que contuvieron materiales peligrosos.

M8. Operar Programa de Contingencia ante algún derrame accidental o demás afectaciones a los ecosistemas en el cual entre otras acciones incluya la detención de las actividades, el retiro de la maquinaria o embarcación para su revisión y reparación fuera del área, aislamiento del área afectada y remoción del sedimento contaminado en tierra y el uso de cojines de absorción hasta eliminar cualquier residuo en el caso del agua.

M9. Operar Programa de Monitoreo de Perfil Costero que incluya un Plan de modificación o desmantelamiento de los atenuadores de oleaje en caso de que no se cumplan los objetivos por los cuales fueron instalados o que genere efectos negativos en el área inmediata o aledaña.

M10. Operar el Reglamento para la Protección de La Tortuga con que cuenta el hotel asociado al proyecto para evitar afectaciones a estos quelonios.

M11. En caso de ser necesario en la época previa a la anidación de tortugas llevar a cabo limpieza y aflojamiento manual de la arena de la zona de anidación.

M12. Efectuar reubicación de nidos de tortugas hacia área protegida y de mayor espacio libre para que las crías alcancen el mar abierto.

M13. No llevar a cabo obras durante la época de anidación de quelonios y en caso de que por razones mayores deban realizarse, ejecutarlas sólo en horario matutino (8.00 a 16:00 horas).

M14. Prohibir actividades recreativas marinas en el período de anidación de tortugas desde el ocaso hasta el amanecer.

PLAN DE MANEJO AMBIENTAL (PMA)

Con el objetivo de poder realizar el seguimiento y monitoreo que integre las medidas de prevención, mitigación, rehabilitación y compensación expuestas con anterioridad, se considera la implementación de un Plan de Manejo Ambiental, el cual se establece como una estrategia básica que permitirá detectar aquellos aspectos críticos que, por la naturaleza del proyecto, signifiquen un riesgo potencial para los elementos del entorno que interactúen con él, de esta manera, el Plan de Manejo Ambiental representa la herramienta que garantizará el cumplimiento de las disposiciones legales y técnicas en materia ambiental aplicables a la conservación y mejoramiento de los recursos naturales, así como a la minimización de los impactos permanentes y temporales generados por el proyecto.

Objetivo

El Programa de Manejo Ambiental de Inmobiliaria Marítima Dolores, S.A. de C.V. proyecto "Mejoramiento de la Playa Hotel El Cid y Lote 1, Puerto Morelos" tiene como objetivo establecer actividades de prevención, mitigación, rehabilitación y compensación, y reducción progresiva y razonable de impactos al ambiente considerando la factibilidad técnica y económica de aplicación, para favorecer el desempeño ambiental de la promovente, tomando en consideración la normatividad ambiental.

En el apartado **Programas del PMA** de la presente sección se presentan los objetivos generales y específicos para las diversas materias ambientales.

La política de Inmobiliaria Marítima Dolores, S.A. de C.V. de proteger responsablemente la salud y el ambiente está basada en los siguientes principios:

- La protección de la salud y el medio ambiente es una consideración importante en las decisiones de las actividades de construcción y operación del proyecto. La consideración de los efectos potenciales sobre la salud y el medio ambiente --así como los requerimientos regulatorios--, es una parte inicial e integral del proceso de planeación. Las actividades e instalaciones de la promovente están planeadas y son operadas de manera que incorporen los objetivos y programas para minimizar a la mayor extensión práctica, la creación de desechos, contaminación y cualquier otro impacto adverso en la salud o el medio ambiente.

- La protección de la salud y el medio ambiente es una responsabilidad de Inmobiliaria Marítima Dolores, S.A. de C.V. Se contempla que la administración de cada actividad acepte esta responsabilidad como una prioridad importante, y comprometer los recursos necesarios. Se contempla que los empleados y contratistas en todos los niveles lleven a cabo esta responsabilidad dentro del contexto de sus asignaciones particulares y cooperen con los esfuerzos de la promovente.
    - Es interés de la promovente la adopción y aplicación de leyes, regulaciones, políticas y prácticas responsables, efectivas y sólidas que protejan la salud y el medio ambiente. De manera acorde, participar constructivamente con funcionarios del gobierno, organizaciones privadas interesadas y miembros del público en general preocupados hacia esos fines. Asimismo, es de interés proporcionar al público diverso información oportuna y precisa sobre asuntos ambientales que involucren a la promovente.
    - Realizar las acciones necesarias para verificar de manera completa el cumplimiento estricto de los términos y condicionantes ambientales que la SEMARNAT imponga al proyecto al momento de su autorización, así como de la legislación y normatividad ambiental aplicable.
    - Verificar, supervisar, coordinar y en su caso implementar las medidas de prevención, mitigación, manejo y monitoreo que se describen en este Capítulo, así como las que considere la autoridad ambiental.
    - Corroborar que las medidas propuestas prevengan, minimicen o compensen los impactos ambientales que genere el proyecto.
    - Evaluar la eficacia de las medidas de prevención y mitigación de impactos ambientales propuestas por el promovente y de ser el caso, aquellas que considere la autoridad ambiental.
    - Identificar alteraciones ambientales no previstas en esta MIA-R.
    - Establecer medidas correctivas, en caso de que se identifiquen afectaciones no previstas en la MIA-R o se detecte que las medidas propuestas no son suficientes para contener los impactos ambientales generados por el proyecto.

Metas y alcances

Inmobiliaria Marítima Dolores, S.A. de C.V., proyecto "Mejoramiento de la Playa Hotel El Cid y Lote 1, Puerto Morelos" tiene como meta cumplir y exceder las expectativas de la legislación ambiental aplicable para preservar el medio ambiente con actividades y procesos ecoeficientes seguros y saludables implementado la mejora continua.

En su voluntad de respeto y compromiso con el Medio Ambiente, asume los siguientes alcances:

- Cumplir con los requerimientos de la legislación ambiental que aplique a las actividades de preparación del sitio, construcción y operación del proyecto.

- Controlar y disminuir los impactos ambientales generados por las actividades de preparación del sitio, construcción y operación del proyecto.
- Mantener un sistema de mejora continua de los objetivos y planes de acción para prevenir la contaminación de la tierra, el agua y el aire, y respeto a la flora y fauna.

Responsables de la aplicación del PMA

El Programa de Vigilancia Ambiental será administrado utilizando como referencia el marco legal aplicable emitido por las autoridades ambientales, tomando en consideración los recursos disponibles de la promovente sin que esto perjudique las metas, alcances y los objetivos definidos.

A continuación, se describen los responsables que van a administrar el Programa de Manejo Ambiental

RESPONSABLE	ACTIVIDAD
Responsable del proyecto	Analizar, aprobar y/o modificar el PMA de acuerdo con los recursos y políticas de la promovente
Coordinador Ambiental del Proyecto	Coordinar el cumplimiento del PMA
	Recopilar, registrar, evaluar y comunicar resultados
	Dictar medidas correctivas ante desviaciones de las medidas contempladas en el PMA
Administrador	Representación legal
	Presentar información ante la autoridad correspondiente

El Plan de Manejo Ambiental se encuentra integrado por cuatro subprogramas básicos, que más adelante se describen.

SUBPROGRAMAS DEL PMA
Rescate y Reubicación de Fauna Marina
Monitoreo de Perfil Costero
Contingencia ante derrames u otras afectaciones al ambiente
Acciones Independientes
Gestión ambiental

Propuesta de análisis de resultados

Inmobiliaria Marítima Dolores, S.A. de C.V., documentará los diversos registros relacionados con el Programa de Manejo Ambiental, como son; Procedimientos, Instrucciones, Objetivos, Alcances y Metas, y demás documentos relacionados con los aspectos ambientales definidos en el PMA, dando especial énfasis a los relacionados con los registros cualitativos de las emisiones de contaminantes, generación de residuos, consumo de combustibles y energía, nivel de cumplimiento con la legislación aplicable, medidas correctivas o preventivas para subsanar deficiencias que desvíen de la política o incumplimiento de objetivos y metas así como las medidas tendientes al mejoramiento de los procedimientos y/o actualizaciones del PMA objetivos, alcances y metas.

El análisis de resultados se basará en la comparación de resultados alcanzados con respecto a los objetivos y metas propuestos.

La promovente enviará reportes por escrito a la SEMARNAT y PROFEPA en los periodos que se establezcan en la autorización en materia de impacto ambiental que se otorgue.

Los reportes consisten en los resultados de las revisiones del PMA, que a través de auditorías, registros o evaluaciones se hayan realizado, con la finalidad de observar el comportamiento de los Objetivos y Metas establecidos dentro de este PMA.

Objetivos y Metas Generales de los Subprogramas

A continuación, se describirán los objetivos que se persiguen con cada uno de los subprogramas propuestos.

Subprograma de Rescate y Reubicación de Fauna Marina

Objetivos

General

Establecer los criterios, metodologías y procedimientos para la protección, rescate, manejo y reubicación de los individuos de las especies de la fauna marina presentes en el área de afectación directa del proyecto; con especial énfasis en las especies que posean mayor importancia ecológica para la zona.

Particulares

Los objetivos particulares que contempla la implementación de este Subprograma son los siguientes:

- Definir los criterios de elegibilidad de especies de fauna marina a proteger.
- Definir y seleccionar las estrategias y métodos para realizar las acciones de protección, rescate, manejo y reubicación de los individuos de las especies de fauna marina acordes a cada especie.
- Identificar los sitios para reubicar a la fauna rescatada.

- Establecer las medidas de seguimiento para asegurar la mayor sobrevivencia de los individuos (acciones de Monitoreo Ambiental de Fauna Marina).
- Establecer los mejores indicadores de éxito para las medidas implementadas.
- Observar el proceso de establecimiento de las especies de manera natural particularmente en los atenuadores de oleaje y el área entre la playa y los atenuadores.
- Proponer las medidas de mitigación o compensación, adicionales derivadas de los posibles impactos no previstos o de ser el caso de los originados por la aplicación de las acciones del presente programa.

Alcances

El presente Subprograma tiene como propósito final, proteger y conservar a los individuos de las especies de fauna marina que sean más susceptibles y que se encuentren en el área de afectación directa del proyecto, con el fin de conservar sus poblaciones y con ello los procesos ecológicos marinos.

Las técnicas de rescate, manejo y reubicación de los organismos marinos, así como los indicadores de seguimiento ayudarán a garantizar que la sobrevivencia de los individuos sea alta y se puedan reintegrar a su nuevo hábitat natural.

Las principales acciones para alcanzar los objetivos de este Subprograma son: el rescate, la reubicación y el monitoreo ambiental de la fauna marina, además de acciones para la restauración de la zona a través de trasplantes de colonias de coral.

Subprograma de Monitoreo de Perfil Costero

General

Detectar los posibles cambios en la playa frente a la cual se ubicarán los atenuadores de oleaje y en zonas aledañas dentro del SAR, por la instalación de dichas estructuras y la rehabilitación de la playa, con el fin de observar si estas estructuras están cumpliendo con la función por la que fueron instaladas.

Particulares

- Elaborar perfiles de playa en el área frente a la cual se ubicarán los atenuadores de oleaje y en zonas aledañas dentro del SAR.
- Comparar los perfiles obtenidos en las diferentes temporadas de muestreo.
- Evaluar el comportamiento estacional de la playa (Erosión-Acreción).
- Identificar los posibles cambios producidos en el perfil de playa posterior por la instalación de los atenuadores de oleaje y rehabilitación de playa, y después del paso de huracanes.
- Anticipar cambios en el nivel del mar.
- Generar información útil para el manejo de la playa.

Alcances

El monitoreo de la zona de playa permitirá identificar el comportamiento de la misma, y evaluar la eficacia y eficiencia de la implementación del proyecto en especial la función de los atenuadores de oleaje, como medida de mitigación para frenar el proceso erosivo que se presenta, y de ser el caso, identificar a tiempo cualquier alteración en la playa que no haya sido contemplada en los modelos anteriormente realizados con la finalidad de establecer acciones correctivas.

Subprograma de Contingencia ante algún derrame u otras afectaciones a los ecosistemas

Objetivos

General

Implementar las acciones, procedimientos y responsabilidades ante un evento de derrame de hidrocarburos o cualquier afectación a los componentes ambientales utilizando en forma adecuada todos los recursos materiales disponibles y el recurso humano debidamente capacitado y entrenado con el fin de dar una respuesta inmediata, eficiente y eficaz, de las situaciones que se presenten, controlando y minimizando los efectos negativos producidos al ambiente.

Particulares.

- Contar con los mecanismos y las directrices necesarias para brindar una eficiente respuesta a situaciones de emergencia durante el desarrollo de las actividades diarias que se realicen en las diferentes etapas del proyecto.
- Reducir las causas de emergencia durante cada una de las etapas que comprende el proyecto.
- Evitar reacciones en cadena que puedan ocasionar mayores incidentes.
- Mitigar las consecuencias de cualquier evento o incidente.

Alcances

Este Subprograma de Contingencia cubre todos aquellos eventos que pueden generar emergencias con potencial daño al ambiente en todas las etapas de desarrollo del proyecto para enfrentar cualquier evento de manera oportuna que pueda ocurrir en el área del proyecto y SAR.

Subprograma de Acciones Independientes

El Subprograma de Acciones Independientes se propone como la herramienta en la cual estarán contenidas todas aquellas acciones necesarias de prevención, mitigación, manejo y control apropiado de los impactos no contemplados en los subprogramas anteriores.

De esta manera este SAI se integra al conjunto de subprogramas cuyo objetivo principal es identificar e implementar acciones necesarias para prevenir, mitigar, manejar y realizar un

control adecuado de los impactos que pudieran no estar contemplados en los subprogramas, o de los impactos no previstos que pudieran generarse en el futuro en cada una de las etapas dentro del área del proyecto.

Algunas acciones o medidas que se implementarán en el presente proyecto y no están contempladas dentro de los anteriores subprogramas, pero se integrarán al Programa correspondiente que se implementa en el hotel asociado al proyecto.

A continuación, se listan algunas de ellas.

Tortugas Marinas.

- Las obras no serán llevadas a cabo durante la época de anidación y en caso de que por razones mayores deba realizarse, las actividades serán llevadas a cabo sólo en horario matutino (8. 00 a 16:00 hrs o de 7:00 a 17:00 hrs) y se prohibirán las actividades en el periodo de anidación de tortugas desde el ocaso hasta el amanecer.
- La maquinaria, equipo, material o residuos, serán retirados de manera que no haya obstáculos que limiten el desplazamiento de las hembras durante la anidación o el paso de las crías hacia el mar.
- En el programa con el que cuenta el hotel, se lleva un registro de la cantidad de nidos, huevos y crías que son liberadas. Estos datos, además de la referencia geográfica, seguirán siendo registrados con el fin de observar la tendencia que se presente en la anidación de tortugas a partir de la instalación de las estructuras y del relleno de las playas, en comparación con los registros antes de las obras.
- Durante la época de anidación y eclosión, se realizarán recorridos periódicos por las estructuras de protección con el fin de verificar que no existan crías o hembras en la zona de influencia directa de los atenuadores de oleaje con el fin de auxiliar a los quelonios en caso de observarse que no puedan continuar su recorrido ya sea hacia la playa o al mar.
- Se llevará a cabo un monitoreo de compactación y aflojamiento de la arena de ser necesario y se observará el gradiente de la playa lo que ayudará a reducir o eliminar la compactación de la arena y formación de escarpes en la época previa a la anidación y después del término del proyecto, lo cual será realizado hasta tres años después del relleno de playa. De acuerdo con agencias estatales y federales el aflojamiento de sedimento se debe realizar si el penetrómetro demuestra una compactación en exceso de 500 libras por pulgada cuadrada en dos estaciones de muestreo o profundidades adyacentes. Adicionalmente se deben observar y nivelar los escarpes mayores a 18 pulgadas (50 cm) en altura o 100 pies (31 m) antes de la época de anidación (DRAFT EIS.2011).
- Con el fin de contribuir a la protección de las tortugas marinas, se llevará a cabo la recolección del sargazo en el frente de playa donde se ubicarán los atenuadores en especial durante la época de arribo de las tortugas marinas para mantener en buenas condiciones el área para la anidación y paso de los quelonios.

Residuos

- Se colocará una malla geotextil alrededor de las obras (atenuadores de oleaje, translocación de arena, relleno de playa e instalación de andadores) de 0.5 mm de luz, que se prolongará hasta la superficie a 50 cm sobre el nivel del mar para prevenir que alguna de las olas pase la barrera y arrastre la pluma de sedimentos. Ésta, será fijada al fondo mediante alcayatas y muertos. Esta malla contará con boyas para que sea visible y funja además como señalización para los turistas o visitantes. Además de lo anterior, se llevará a cabo el monitoreo de la turbidez del agua marina antes, durante y después de las acciones contempladas para verificar que las características del agua se mantengan estables respecto a la turbidez.
- En el caso del relleno de playa, considerando que el vertido de arena en la playa se llevará a cabo una vez que los atenuadores de oleaje estén colocados y que se hará mediante una manguera en un sitio localizado, se espera que la resuspensión de sedimento sea menor, sin embargo, en caso de observarse que la pluma de sedimento se disperse más allá de la zona de colocación de los atenuadores, se detendrán las acciones y se colocará la malla geotextil.
- Se construirá una tarquina que tiene como objetivo recibir la arena, contenerla y minimizar la cantidad de sedimento que se pueda dispersar.
- Se llevará a cabo la vigilancia de la turbidez del agua marina antes, durante y después de las acciones contempladas para verificar que las características del agua se mantengan estables respecto a la turbidez.
- Se supervisará periódicamente que las piezas que componen a los atenuadores de oleaje y arrecifes artificiales se mantengan en su sitio especialmente después del paso de un huracán y de ser necesario serán reubicados.
- A bordo de la embarcación se tendrán contenedores para basura orgánica e inorgánica donde se depositarán los residuos generados por los trabajadores, para posteriormente ser depositados en los sitios específicos para ello dentro de las instalaciones del hotel asociado al proyecto.
- Se verificará que los trabajadores no arrojen ningún tipo de sustancia o residuo directamente al suelo o al mar.
- Se prohibirá el vertimiento de hidrocarburos y productos químicos no biodegradables.
- Se prohibirá la quema de desechos sólidos y vegetación.
- Los trabajadores podrán utilizar las instalaciones del hotel asociado al proyecto para el depósito de los residuos generados, así como los sanitarios, y los servicios del comedor para empleados.
- Se verificará que el equipo esté en perfectas condiciones, a fin de evitar cualquier derrame de combustible, aceite o grasa en la zona marina. La empresa que sea

contratada deberá demostrar que la maquinaria y embarcaciones están sujetas a mantenimiento constante.

- Los residuos que se lleguen a generar por el empleo de equipos para la colocación de las estructuras, serán responsabilidad de la empresa que prestará el servicio de fabricación y colocación de las estructuras.
- Las estructuras que formarán los arrecifes artificiales se trasladarán al sitio ya lavadas, para evitar la contaminación del agua por cualquier residuo y se verificará que las estructuras se encuentren limpias y libres de cualquier residuo antes de ingresar a la zona marina.
- El personal que se contrate, operadores y buzos contarán con experiencia en este tipo de labores para evitar accidentes y alguna afectación al personal y al medio.
- En caso de algún derrame accidental de hidrocarburos se detendrán las operaciones y se colocarán barreras absorbentes flotantes de hidrocarburos para contener y retirar el combustible.
- Se acordonará la zona de playa a fin de evitar que los turistas o visitantes se acerquen al área de maniobra en la colocación de las estructuras.

Subprograma de Gestión Ambiental

Objetivo general:

Operar acciones que orienten y garanticen el desarrollo sostenible del proyecto.

Metas generales:

- Definir estrategias para la obtención de renovaciones, autorizaciones y trámites ante autoridades ambientales competentes.
- Catalizar la imagen ambiental objetivo del Proyecto entre los diferentes actores involucrados en el mismo.
- Resolución de conflictos ambientales.
- Verificar el cumplimiento estricto de las obligaciones ambientales de cada uno de los actores involucrados en las etapas de construcción, operación y mantenimiento del Proyecto.
- Supervisar las medidas de prevención, control y mitigación de los impactos ambientales identificados en las etapas de Preparación del Sitio, Construcción, Operación y Mantenimiento del Proyecto.
- Ejecutar el plan de manejo ambiental.
- Vigilar el estado de salud ambiental de los ecosistemas y recursos en el área de influencia.

- Informar a las autoridades ambientales competentes del cumplimiento de las obligaciones y programas ambientales a través de Informes de Cumplimiento.
- Generar y difundir información a personal relacionado con las etapas de preparación, construcción y operación del proyecto, sobre el valor ecológico, social, económico y cultural de los ecosistemas y recursos naturales involucrados.
- Difundir e informar a empleados, usuarios y población local sobre el manejo y uso sostenible de recursos, así como la prevención de problemas de contaminación ambiental.
- Promover la sensibilización, reflexión y concientización de los constructores y operadores del proyecto sobre el valor e importancia de preservar los ecosistemas y recursos naturales involucrados en el sitio y la zona de influencia del mismo.
- Capacitar a constructores y operadores sobre la aplicación y cumplimiento de la normativa e instrumentos ambientales aplicables al desarrollo.

VI.2 Seguimiento y control (monitoreo)

Actividades de los Programas

A continuación, se presentan actividades de cada programa, indicándose el impacto potencial y la(s) medida(s) adoptada(s) en cada una de las fases, así como las actividades de seguimiento y control (monitoreo).

PROGRAMA RESCATE Y REUBICACIÓN DE FAUNA MARINA

ACTIVIDAD RESCATE 1

COMPONENTE AMBIENTAL		**IMPACTO AL QUE VA DIRIGIDA LA ACCIÓN**	
Fauna Marina		Mortandad o daño por aplastamiento de especies citadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y fauna marina de interés.	
Etapa del proyecto		**Tiempo en el que se instrumentará o duración**	
Construcción		5 años durante la construcción	
Objetivo	**Meta**	**Descripción de la medida de prevención, mitigación y/o compensación**	**Responsable**
Rescate de biota incluida en la NOM-059-SEMARNAT-2010, así como las especies bentónicas de interés	Efectuar rescate del 90% de individuos de interés	P9. Previo al inicio de actividades sobre fondo marino operar Programa de Rescate y Reubicación de Fauna Marina para evitar la afectación de biota bentónica de especies citadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010	Coordinador Ambiental del Proyecto
Metodología	**Indicador de Eficiencia**	**Indicador de Eficacia**	**Análisis, procesamiento de datos e interpretación de resultados**
Integrar un equipo constituido por especialistas y ayudantes debidamente capacitados, dotarlo de las herramientas, equipos y materiales necesarios para aplicar el Programa de Rescate y reubicación de Fauna Marina	Identificación correcta y rescate de los individuos susceptibles de ser rescatados	Los individuos identificados sean rescatados	Análisis de bitácoras y selección de individuos susceptibles de ser rescatados
Calendario de comprobación	**Punto de comprobación**	**Medidas de urgente aplicación en caso de que no se alcancen los Indicadores de Eficiencia y Eficacia**	
Recorridos diários	Áreas a intervenir	Reforzar técnicas de identificación y rescate	

SUBPROGRAMA MONITOREO DE PERFIL COSTERO

ACTIVIDAD PERFIL COSTERO 1

COMPONENTE AMBIENTAL		**IMPACTO AL QUE VA DIRIGIDA LA ACCIÓN**	
Perfil de playa		Alteración del perfil de playa	
Etapa del proyecto		**Tiempo en el que se instrumentará o duración**	
Operación y mantenimiento		45 años durante la operación y mantenimiento	
Objetivo	**Meta**	**Descripción de la medida de prevención, mitigación y/o compensación**	**Responsable**
Verificar que los atenuadores de oleaje cumplan los objetivos por los cuales fueron instalados	Cumplimiento de los objetivos por los cuales los atenuadores de oleaje fueron instalados	M9. Operar Programa de Monitoreo de Perfil Costero que incluya un Plan de modificación o desmantelamiento de los atenuadores de oleaje en caso de que no se cumplan los objetivos por los cuales fueron instalados o que genere efectos negativos en el área inmediata o aledaña.	Coordinador Ambiental del Proyecto
Metodología	**Indicador de Eficiencia**	**Indicador de Eficacia**	**Análisis, procesamiento de datos e interpretación de resultados**
Participación de personal capacitado Equipo de medición Plan de monitoreo Bitácora	Recuperación del ancho de playa y mantenimiento de éste	Ausencia de afectaciones en predios dentro del SAR.	Revisión y evaluación de bitácoras para detectar que los atenuadores de oleaje estén cumpliendo con su objeto de instalación
Calendario de comprobación	**Punto de comprobación**	**Medidas de urgente aplicación en caso de que no se alcancen los Indicadores de Eficiencia y Eficacia**	
El indicado en el calendario del Plan de monitoreo	Perfil de playa y áreas en donde se ubican los atenuadores de oleaje	Aplicar Plan de modificación o desmantelamiento de los atenuadores de oleaje en caso de que no se cumplan los objetivos por los cuales fueron instalados o que genere efectos negativos en el área inmediata o aledaña.	

SUBPROGRAMA CONTINGENCIA ANTE DERRAMES U OTRAS AFECTACIONES AL AMBIENTE

ACTIVIDAD CONTINGENCIA 1

COMPONENTE AMBIENTAL		**IMPACTO AL QUE VA DIRIGIDA LA ACCIÓN**	
Suelo y agua		Alteración de la cubierta vegetal	
Etapa del proyecto		**Tiempo en el que se instrumentará o duración**	
Preparación del sitio y construcción, operación y mantenimiento		50 años, todas las etapas del proyecto	
Objetivo	**Meta**	**Descripción de la medida de prevención, mitigación y/o compensación**	**Responsable**
Brindar una eficiente respuesta a situaciones de emergencia durante el desarrollo de las actividades diarias que se realicen en las diferentes etapas del proyecto.	Atención total a todas las situaciones de emergencia que pueden generar potencial daño al ambiente	M8. Operar Programa de Contingencia ante algún derrame accidental o demás afectaciones a los ecosistemas en el cual entre otras acciones incluya la detención de las actividades, el retiro de la maquinaria o embarcación para su revisión y reparación fuera del área, aislamiento del área afectada y remoción del sedimento contaminado en tierra y el uso de cojines de absorción hasta eliminar cualquier residuo en el caso del agua.	Coordinador Ambiental del Proyecto
Metodología	**Indicador de Eficiencia**	**Indicador de Eficacia**	**Análisis, procesamiento de datos e interpretación de resultados**
Aplicación de mecanismos y directrices de respuesta Personal capacitado Equipo suficiente Registro en bitácora	Contención y control de situaciones de emergencia con potencial daño al ambiente	Contención y control oportuno de situaciones de emergencia con potencial daño al ambiente	Análisis y evaluación de bitácoras Verificación de actuación respecto a directrices
Calendario de comprobación	**Punto de comprobación**	**Medidas de urgente aplicación en caso de que no se alcancen los Indicadores de Eficiencia y Eficacia**	
En el momento en que suceda el evento	Áreas en emergencia	Reforzar capacitación y entrenamiento Reforzar equipamiento	

SUBPROGRAMA ACCIONES INDEPENDIENTES

PERFIL SAI 1

COMPONENTE AMBIENTAL		**IMPACTO AL QUE VA DIRIGIDA LA ACCIÓN**	
Tortuga Marina		Alteración hábitat de la tortuga marina	
Etapa del proyecto		**Tiempo en el que se instrumentará o duración**	
Todas las etapas		50 años en épocas de anidación	
Objetivo	**Meta**	**Descripción de la medida de prevención, mitigación y/o compensación**	**Responsable**
Evitar afectaciones a las tortugas marinas	No tener afectaciones de la tortuga marina	M10. Operar el Reglamento para la Protección de La Tortuga con que cuenta el hotel asociado al proyecto para evitar afectaciones a estos quelonios	Coordinador Ambiental del Proyecto
Metodología	**Indicador de Eficiencia**	**Indicador de Eficacia**	**Análisis, procesamiento de datos e interpretación de resultados**
"Programa de Manejo de Tortuga, El Cid de Cancún, Puerto Morelos, Quintana Roo" Equipo Personal Bitácora	Ejecución en todas las rutas y zonas de anidación	Aplicación oportuna de medidas de prevención de afectaciones a la tortuga marina	Revisión y evaluación de bitácoras para detectar que se llevaron a cabo las medidas en los sitios requeridos
Calendario de comprobación	**Punto de comprobación**	**Medidas de urgente aplicación en caso de que no se alcancen los Indicadores de Eficiencia y Eficacia**	
Recorridos diarios en rutas y zonas de anidación	Rutas y zonas de anidación	Reforzar la acción de aplicación de medidas de prevención. Reforzar capacitación del personal	

SUBPROGRAMA ACCIONES INDEPENDIENTES

PERFIL SAI 2

COMPONENTE AMBIENTAL		**IMPACTO AL QUE VA DIRIGIDA LA ACCIÓN**	
Tortuga Marina		Alteración hábitat de la tortuga marina	
Etapa del proyecto		**Tiempo en el que se instrumentará o duración**	
Todas las etapas		50 años en épocas de anidación	
Objetivo	**Meta**	**Descripción de la medida de prevención, mitigación y/o compensación**	**Responsable**
Proporcionar facilidades para la anidación y eclosión de las tortugas marinas	Contar con zona de anidación limpia y adecuada	M11. En caso de ser necesario en la época previa a la anidación de tortugas llevar acabo limpieza y aflojamiento manual de la arena de la zona de anidación.	Coordinador Ambiental del Proyecto
Metodología	**Indicador de Eficiencia**	**Indicador de Eficacia**	**Análisis, procesamiento de datos e interpretación de resultados**
Detección de zonas de anidación Equipo Personal Bitácora	100% de las zonas de anidación limpias y adecuadas	Aplicación oportuna de acciones de limpieza y adecuación de las zonas de anidación	Revisión y evaluación de bitácoras para detectar que se llevaron a cabo las acciones en los sitios requeridos
Calendario de comprobación	**Punto de comprobación**	**Medidas de urgente aplicación en caso de que no se alcancen los Indicadores de Eficiencia y Eficacia**	
Recorridos periódicos en las zonas de anidación	Zonas de anidación	Reforzar la acción de aplicación de medidas de limpieza y adecuación. Reforzar capacitación del personal	

SUBPROGRAMA ACCIONES INDEPENDIENTES

PERFIL SAI 3

COMPONENTE AMBIENTAL		**IMPACTO AL QUE VA DIRIGIDA LA ACCIÓN**	
Tortuga Marina		Alteración hábitat de la tortuga marina	
Etapa del proyecto		**Tiempo en el que se instrumentará o duración**	
Todas las etapas		50 años en épocas de anidación	
Objetivo	**Meta**	**Descripción de la medida de prevención, mitigación y/o compensación**	**Responsable**
Facilitar el libre paso de las crías de tortuga marina hacia mar abierto	Contar con zona de anidación con ubicación que facilite la ruta de las crías de tortuga marina hacia mar abierto	M12. Efectuar reubicación de nidos de tortugas hacia área protegida y de mayor espacio libre para que las crías alcancen el mar abierto.	Coordinador Ambiental del Proyecto
Metodología	**Indicador de Eficiencia**	**Indicador de Eficacia**	**Análisis, procesamiento de datos e interpretación de resultados**
Detección y reubicación de nidos Equipo Personal Bitácora	Detección y reubicación del 100% de nidos que se encuentren en áreas que no faciliten ruta adecuada hacia el mar abierto	Detección y reubicación oportuna del 100% de nidos que se encuentren en áreas que no faciliten ruta adecuada hacia el mar abierto	Revisión y evaluación de bitácoras para detectar que se llevaron a cabo las acciones en los sitios requeridos
Calendario de comprobación	**Punto de comprobación**	**Medidas de urgente aplicación en caso de que no se alcancen los Indicadores de Eficiencia y Eficacia**	
Recorridos periódicos en las zonas y épocas de anidación	Zonas de anidación	Reforzar la acción de aplicación de medidas de detección y técnicas de relocalización de nidos. Reforzar capacitación del personal	

SUBPROGRAMA ACCIONES INDEPENDIENTES

PERFIL SAI 4

COMPONENTE AMBIENTAL		**IMPACTO AL QUE VA DIRIGIDA LA ACCIÓN**	
Tortuga Marina		Alteración hábitat de la tortuga marina	
Etapa del proyecto		**Tiempo en el que se instrumentará o duración**	
Preparación del sitio y construcción		5 años	
Objetivo	**Meta**	**Descripción de la medida de prevención, mitigación y/o compensación**	**Responsable**
Facilitar ambiente adecuado en la anidación de las tortugas marinas	Contar con ambiente adecuado en la anidación de las tortugas marinas	M13. No llevar a cabo obras durante la época de anidación de quelonios y en caso de que por razones mayores deban realizarse, ejecutarlas sólo en horario matutino (8.00 a 16:00 horas)	Coordinador Ambiental del Proyecto
Metodología	**Indicador de Eficiencia**	**Indicador de Eficacia**	**Análisis, procesamiento de datos e interpretación de resultados**
Programación de la ejecución de obras Personal Bitácora	No ejecución de obras durante la época de anidación, ejecución solo por causa mayor	No ejecución de obras durante la época de anidación	Revisión y evaluación de bitácoras para detectar que se llevaron a cabo las acciones en los sitios requeridos
Calendario de comprobación	**Punto de comprobación**	**Medidas de urgente aplicación en caso de que no se alcancen los Indicadores de Eficiencia y Eficacia**	
Recorridos periódicos en las zonas de construcción del proyecto	Zonas de construcción del proyecto	Paro de ejecución de obras Determinación oportuna de causa mayor. Reforzar capacitación del personal	

SUBPROGRAMA ACCIONES INDEPENDIENTES

PERFIL SAI 5

COMPONENTE AMBIENTAL		**IMPACTO AL QUE VA DIRIGIDA LA ACCIÓN**	
Tortuga Marina		Alteración hábitat de la tortuga marina	
Etapa del proyecto		**Tiempo en el que se instrumentará o duración**	
Todas las etapas		50 años en épocas de anidación	
Objetivo	**Meta**	**Descripción de la medida de prevención, mitigación y/o compensación**	**Responsable**
Facilitar ambiente adecuado en la anidación de las tortugas marinas	Contar con ambiente adecuado en la anidación de las tortugas marinas	M14. Prohibir actividades recreativas marinas en el período de anidación de tortugas desde el ocaso hasta el amanecer	Coordinador Ambiental del Proyecto
Metodología	**Indicador de Eficiencia**	**Indicador de Eficacia**	**Análisis, procesamiento de datos e interpretación de resultados**
Información al público Vigilancia Personal Bitácora	No ejecución de actividades recreativas marinas en el período de anidación de tortugas desde el ocaso hasta el amanecer	No ejecución de actividades recreativas marinas en el período de anidación de tortugas desde el ocaso hasta el amanecer	Revisión y evaluación de bitácoras para detectar que se llevaron a cabo las acciones en los sitios requeridos
Calendario de comprobación	**Punto de comprobación**	**Medidas de urgente aplicación en caso de que no se alcancen los Indicadores de Eficiencia y Eficacia**	
Recorridos periódicos en las zonas recreativas marinas	Zonas recreativas marinas	Paro de la actividad recreativa Reforzar comunicación sobre la prohibición	

SUBPROGRAMA ACCIONES INDEPENDIENTES

PERFIL SAI 6

COMPONENTE AMBIENTAL		**IMPACTO AL QUE VA DIRIGIDA LA ACCIÓN**	
Agua y fondo marino		Alteración del medio por resuspensión de sedimentos	
Etapa del proyecto		**Tiempo en el que se instrumentará o duración**	
Construcción		5 años durante la construcción	
Objetivo	**Meta**	**Descripción de la medida de prevención, mitigación y/o compensación**	**Responsable**
No dañar áreas adyacentes a las áreas de trabajo	Que las partículas resuspendidas no rebasen el control de la malla	M2. Colocación de mallas antidispersión de geotextil, para contener la dispersión de los sedimentos finos en suspensión, con prolongación hasta la superficie a 50 cm sobre el nivel del mar para prevenir que alguna de las olas pase la barrera y arrastre la pluma de sedimentos.	Coordinador de obras Coordinador Ambiental del Proyecto
Metodología	**Indicador de Eficiencia**	**Indicador de Eficacia**	**Análisis, procesamiento de datos e interpretación de resultados**
Colocación de malla de geotextil fijada al fondo Recorridos de campo Bitácora	Ausencia de incremento de turbidez en el agua fuera de la zona delimitada por la malla	Operación correcta de la malla sin medidas correctivas	Revisión y evaluación de bitácoras para detectar que en las áreas de trabajo se logró el control de la turbidez
Calendario de comprobación	**Punto de comprobación**	**Medidas de urgente aplicación en caso de que no se alcancen los Indicadores de Eficiencia y Eficacia**	
Recorridos diarios	Área del proyecto con intervención sobre el fondo marino	Paro de la actividad generadora de la resuspensión de sedimentos Reforzar la cobertura de la malla Reforzar el procedimiento de colocación	

SUBPROGRAMA ACCIONES INDEPENDIENTES

PERFIL SAI 7

COMPONENTE AMBIENTAL		**IMPACTO AL QUE VA DIRIGIDA LA ACCIÓN**	
Agua		Alteración del medio por resuspensión de sedimentos	
Etapa del proyecto		**Tiempo en el que se instrumentará o duración**	
Construcción		5 años durante la construcción	
Objetivo	**Meta**	**Descripción de la medida de prevención, mitigación y/o compensación**	**Responsable**
Verificar que las características del agua se mantengan estables respecto a la turbidez	Efectuar monitoreo de turbidez en todas las áreas del proyecto en donde se cause la resuspensión de sedimentos	M3. Llevar a cabo la vigilancia de la turbidez del agua marina antes, durante y después de las acciones que propician la resuspensión de sedimentos para verificar que las características del agua se mantengan estables respecto a la turbidez.	Coordinador Ambiental del Proyecto
Metodología	**Indicador de Eficiencia**	**Indicador de Eficacia**	**Análisis, procesamiento de datos e interpretación de resultados**
Equipo de medición Medición de turbidez Bitácora	Ejecución en todas las áreas del proyecto en donde se cause la resuspensión de sedimentos	Monitoreo oportuno en las zonas que lo requieran	Revisión y evaluación de bitácoras para detectar que se llevaron a cabo las mediciones en los sitios requeridos
Calendario de comprobación	**Punto de comprobación**	**Medidas de urgente aplicación en caso de que no se alcancen los Indicadores de Eficiencia y Eficacia**	
Recorridos diarios	Área del proyecto con intervención sobre el fondo marino y zonas aledañas	Reforzar la acción de monitoreo de turbidez	

SUBPROGRAMA ACCIONES INDEPENDIENTES

ACTIVIDAD SAI 8

COMPONENTE AMBIENTAL		**IMPACTO AL QUE VA DIRIGIDA LA ACCIÓN**	
Generación de residuos		Requerimiento de manejo de Residuos	
Etapa del proyecto		**Tiempo en el que se instrumentará o duración**	
Preparación del sitio y construcción		5 años	
Objetivo	**Meta**	**Descripción de la medida de prevención, mitigación y/o compensación**	**Responsable**
Proporcionar manejo adecuado a los residuos sólidos urbanos generados	En el 95% de las áreas en donde se generan y almacenan residuos sólidos urbanos se aplica manejo adecuado	M6. Todos los residuos que se generen disponerlos diariamente en contenedores y canalizarlos a las instalaciones del hotel asociado al proyecto para ser atendidos mediante su Plan de Manejo de Residuos Sólidos Urbanos y de Manejo Especial.	Coordinador Ambiental del Proyecto
Metodología	**Indicador de Eficiencia**	**Indicador de Eficacia**	**Análisis, procesamiento de datos e interpretación de resultados**
Recipientes Recolección Vigilancia y supervisión Bitácora	En el 95% de las áreas en donde se generan y almacenan residuos sólidos urbanos se aplica manejo adecuado	En el 100% de las áreas en donde se generan y almacenan residuos sólidos urbanos se aplica manejo adecuado	Evaluación de bitácora de las condiciones de manejo de los residuos sólidos urbanos
Calendario de comprobación	**Punto de comprobación**	**Medidas de urgente aplicación en caso de que no se alcancen los Indicadores de Eficiencia y Eficacia**	
Semanal	Áreas donde se generan y almacenan residuos sólidos urbanos	Reforzar las condiciones de manejo adecuado a los residuos sólidos urbanos generados Reforzar la capacitación del personal	

SUBPROGRAMA ACCIONES INDEPENDIENTES

ACTIVIDAD SAI 8

COMPONENTE AMBIENTAL		**IMPACTO AL QUE VA DIRIGIDA LA ACCIÓN**	
Generación de residuos		Requerimiento de manejo de Residuos	
Etapa del proyecto		**Tiempo en el que se instrumentará o duración**	
Preparación del sitio y construcción		5 años	
Objetivo	**Meta**	**Descripción de la medida de prevención, mitigación y/o compensación**	**Responsable**
Proporcionar manejo adecuado a los residuos sólidos urbanos generados	En el 95% de las áreas en donde se generan y almacenan residuos sólidos urbanos se aplica manejo adecuado	M6. Todos los residuos que se generen disponerlos diariamente en contenedores y canalizarlos a las instalaciones del hotel asociado al proyecto para ser atendidos mediante su Plan de Manejo de Residuos Sólidos Urbanos y de Manejo Especial.	Coordinador Ambiental del Proyecto
Metodología	**Indicador de Eficiencia**	**Indicador de Eficacia**	**Análisis, procesamiento de datos e interpretación de resultados**
Recipientes Recolección Vigilancia y supervisión Bitácora	En el 95% de las áreas en donde se generan y almacenan residuos sólidos urbanos se aplica manejo adecuado	En el 100% de las áreas en donde se generan y almacenan residuos sólidos urbanos se aplica manejo adecuado	Evaluación de bitácora de las condiciones de manejo de los residuos sólidos urbanos
Calendario de comprobación	**Punto de comprobación**	**Medidas de urgente aplicación en caso de que no se alcancen los Indicadores de Eficiencia y Eficacia**	
Semanal	Áreas donde se generan y almacenan residuos sólidos urbanos	Reforzar las condiciones de manejo adecuado a los residuos sólidos urbanos generados Reforzar la capacitación del personal	

SUBPROGRAMA ACCIONES INDEPENDIENTES

ACTIVIDAD SAI 9

COMPONENTE AMBIENTAL		**IMPACTO AL QUE VA DIRIGIDA LA ACCIÓN**	
Suelo - Agua		Incidencia sobre escorrentías	
Etapa del proyecto		**Tiempo en el que se instrumentará o duración**	
Preparación del sitio y construcción		5 años	
Objetivo	**Meta**	**Descripción de la medida de prevención, mitigación y/o compensación**	**Responsable**
Evitar depósito de residuos en suelo o agua	Operar contenedores en el 100% de las embarcaciones	M5. A bordo de la embarcación operar contenedores para basura orgánica e inorgánica para el depósito de los residuos generados por los trabajadores, depositar posteriormente en los sitios específicos para ello dentro de las instalaciones del hotel	Coordinador Ambiental del Proyecto Coordinador de Obra
Metodología	**Indicador de Eficiencia**	**Indicador de Eficacia**	**Análisis, procesamiento de datos e interpretación de resultados**
Suministro y retiro de contenedores	Cada embarcación cuenta con contenedores para residuos	Cada embarcación cuenta con contenedores para residuos	Evaluación de bitácoras sobre las condiciones de los contenedores
Calendario de comprobación	**Punto de comprobación**	**Medidas de urgente aplicación en caso de que no se alcancen los Indicadores de Eficiencia y Eficacia**	
Semanal	Embarcaciones	Operar contenedores en el 100% del tiempo de operación de la embarcación	
Costo			

SUBPROGRAMA ACCIONES INDEPENDIENTES

ACTIVIDAD SAI 10

COMPONENTE AMBIENTAL		**IMPACTO AL QUE VA DIRIGIDA LA ACCIÓN**	
Generación de residuos peligrosos		Requerimiento de manejo de Residuos	
Etapa del proyecto		**Tiempo en el que se instrumentará o duración**	
Preparación del sitio y construcción		5 años	
Objetivo	**Meta**	**Descripción de la medida de prevención, mitigación y/o compensación**	**Responsable**
Proporcionar manejo adecuado a los residuos peligrosos generados	En el 95% de las áreas en donde se generan y almacenan residuos peligrosos se aplica manejo adecuado	M7. Los residuos peligrosos que se generen se recolectarán diariamente para ser enviados a almacén temporal que sea conforme a las disposiciones de la Ley General de Prevención y Gestión Integral de los Residuos y su Reglamento, y serán entregados a una empresa autorizada para su traslado al sitio de disposición final o tratamiento autorizado, según corresponda. Aceites lubricantes gastados, Sólidos impregnados con hidrocarburos y Recipientes que contuvieron materiales peligrosos.	Coordinador Ambiental del Proyecto
Metodología	**Indicador de Eficiencia**	**Indicador de Eficacia**	**Análisis, procesamiento de datos e interpretación de resultados**
Áreas de almacenamiento Recolección Vigilancia y supervisión Bitácora	En el 95% de las áreas en donde se generan y almacenan residuos peligrosos se aplica manejo adecuado	En el 100% de las áreas en donde se generan y almacenan residuos peligrosos se aplica manejo adecuado	Evaluación de bitácora de las condiciones de manejo de los residuos peligrosos
Calendario de comprobación	**Punto de comprobación**	**Medidas de urgente aplicación en caso de que no se alcancen los Indicadores de Eficiencia y Eficacia**	
Semanal	Áreas donde se generan y almacenan residuos peligrosos	Reforzar las condiciones de manejo adecuado a los residuos peligrosos Reforzar la capacitación del personal	

SUBPROGRAMA ACCIONES INDEPENDIENTES

ACTIVIDAD SAI 11

COMPONENTE AMBIENTAL		**IMPACTO AL QUE VA DIRIGIDA LA ACCIÓN**	
Suelo y agua		Contaminación de suelo y agua	
Etapa del proyecto		**Tiempo en el que se instrumentará o duración**	
Preparación del sitio y construcción		5 años	
Objetivo	**Meta**	**Descripción de la medida de prevención, mitigación y/o compensación**	**Responsable**
Evitar depósito de fluidos en suelos o subsuelo	100% de servicio al personal	P10. Uso de las instalaciones del hotel por parte de los trabajadores para el depósito de los residuos generados, así como los sanitarios, y los servicios del comedor para empleados.	Coordinador Ambiental del Proyecto Coordinador de Obra
Metodología	**Indicador de Eficiencia**	**Indicador de Eficacia**	**Análisis, procesamiento de datos e interpretación de resultados**
Inducción al uso de los servicios sanitarios del hotel	No evidencias de disposición indebida	Uso de los servicios sanitarios	Evaluación de bitácoras de vigilancia
Calendario de comprobación	**Punto de comprobación**	**Medidas de urgente aplicación en caso de que no se alcancen los Indicadores de Eficiencia y Eficacia**	
Semanal	Áreas donde se realicen obras	Operar letrinas sanitarias a razón de una por cada 15-20 trabajadores. Se contratará proveedor del servicio que cuente con los permisos para realizar el transporte y la descarga de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado urbano o municipal.	

SUBPROGRAMA ACCIONES INDEPENDIENTES

ACTIVIDAD SAI 12

COMPONENTE AMBIENTAL		**IMPACTO AL QUE VA DIRIGIDA LA ACCIÓN**	
Suelo		Alteración de las características del suelo	
Etapa del proyecto		**Tiempo en el que se instrumentará o duración**	
Preparación del sitio y construcción		5 años	
Objetivo	**Meta**	**Descripción de la medida de prevención, mitigación y/o compensación**	**Responsable**
Evitar contaminación del suelo por derrames de aceites o combustibles por reparación de maquinaria en el área del taller	El 100% del área donde se efectué una reparación deberá contar con material impermeable	M4. En caso de falla del equipo proporcionar reparación en el patio de maniobras existente en el Hotel, o en su caso en un taller fuera de la zona de operación de la obra. En caso de no poder realizar el traslado del equipo, colocar geomembrana plástica aislante debajo de la unidad para evitar la contaminación del suelo.	Coordinador Ambiental del Proyecto Coordinador de Obra
Metodología	**Indicador de Eficiencia**	**Indicador de Eficacia**	**Análisis, procesamiento de datos e interpretación de resultados**
Supervisión de que el piso del área de reparación cuente con medios impermeables para evitar la contaminación del suelo por aceites o combustibles	El piso del área de reparación cuenta con medios impermeables para evitar la contaminación del suelo por aceites o combustibles	El área de reparación cuenta con medios impermeables para evitar la contaminación del suelo por aceites o combustibles	Evaluación de bitácoras sobre las condiciones de impermeabilización del área de reparación
Calendario de comprobación	**Punto de comprobación**	**Medidas de urgente aplicación en caso de que no se alcancen los Indicadores de Eficiencia y Eficacia**	
Quincenal	Área de taller	Proporcionar impermeabilización al área en donde se involucre el manejo de aceites e hidrocarburos	

SUBPROGRAMA ACCIONES INDEPENDIENTES
ACTIVIDAD SAI 13

COMPONENTE AMBIENTAL		**IMPACTO AL QUE VA DIRIGIDA LA ACCIÓN**	
Aire		Alteración de la calidad del aire por emisión de gases y humos de combustión por maquinaria	
Etapa del proyecto		**Tiempo en el que se instrumentará o duración**	
Preparación del sitio y construcción		5 años	
Objetivo	**Meta**	**Descripción de la medida de prevención, mitigación y/o compensación**	**Responsable**
Disminuir la contaminación por combustión de maquinaria y equipos	El 100% de la maquinaria debe contar con el mantenimiento adecuado	M1. Durante las etapas de preparación del sitio y construcción, el mantenimiento de la maquinaria y la revisión de la misma deberá ser constante, todas ellas deberán cumplir con un programa de mantenimiento periódico de acuerdo con las recomendaciones del fabricante, con la finalidad de disminuir la contaminación por combustión de las máquinas (gases y humos), así como las posibles fugas de aceite y combustibles que puedan afectar al suelo o el agua.	Coordinador Ambiental del Proyecto
Metodología	**Indicador de Eficiencia**	**Indicador de Eficacia**	**Análisis, procesamiento de datos e interpretación de resultados**
Vigilancia y supervisión Bitácora	La maquinaria y unidades de transporte cuentan con certificados de verificación vehicular o con mantenimiento acorde a lo recomendado por el fabricante	La emisión de gases y humos de combustión por maquinaria pesada y vehículos no se observa ostentosa	Evaluación de certificados de verificación vehicular o de bitácora de mantenimiento
Calendario de comprobación	**Punto de comprobación**	**Medidas de urgente aplicación en caso de que no se alcancen los Indicadores de Eficiencia y Eficacia**	
Mensual	Maquinaria y unidades de transporte	Sanción a propietarios de maquinaria y unidades de transporte que no cuenten con certificados de verificación vehicular o con mantenimiento acorde a lo recomendado por el fabricante	

SUBPROGRAMA ACCIONES INDEPENDIENTES

ACTIVIDAD SAI 14

COMPONENTE AMBIENTAL		**IMPACTO AL QUE VA DIRIGIDA LA ACCIÓN**	
Aire		Alteración de la calidad del aire por emisión de ruido por la circulación de vehículos automotores y el uso de maquinaria y equipo	
Etapa del proyecto		**Tiempo en el que se instrumentará o duración**	
Preparación del sitio y construcción		5 años	
Objetivo	**Meta**	**Descripción de la medida de prevención, mitigación y/o compensación**	**Responsable**
Establecer horarios de trabajo para las actividades que generan ruido	En el 90% de las actividades que generan ruido se deberá trabajar dentro de los horarios establecidos	P5. Establecer límites en los horarios durante todas las actividades de la obra; para las actividades que generan ruido y así reducir su impacto dentro de la zona.	Coordinador Ambiental del Proyecto Coordinador de Obra
Metodología	**Indicador de Eficiencia**	**Indicador de Eficacia**	**Análisis, procesamiento de datos e interpretación de resultados**
Programa de horarios de trabajo Vigilancia y supervisión Bitácora	Las actividades que generan ruido cumplen con los horarios de trabajo establecidos	Las actividades que generan ruido cumplen con los horarios de trabajo establecidos	Evaluación de bitácora de horarios de operación de las actividades que generan ruido
Calendario de comprobación	**Punto de comprobación**	**Medidas de urgente aplicación en caso de que no se alcancen los Indicadores de Eficiencia y Eficacia**	
Diaria	Áreas de trabajo de actividades que generan ruido	Sanción a operadores de actividades que generan ruido y que operen fuera de los horarios de trabajo establecidos	

SUBPROGRAMA ACCIONES INDEPENDIENTES

ACTIVIDAD SAI 15

COMPONENTE AMBIENTAL		**IMPACTO AL QUE VA DIRIGIDA LA ACCIÓN**	
Biota marina		Alteración del hábitat	
Etapa del proyecto		**Tiempo en el que se instrumentará o duración**	
Preparación del sitio y construcción		5 años	
Objetivo	**Meta**	**Descripción de la medida de prevención, mitigación y/o compensación**	**Responsable**
Respetar a la fauna por el personal	No causar daño al 100% de la fauna	P6. Prohibir la colecta, daño o comercialización de biota marina dentro y fuera de las áreas de proyecto.	Coordinador Ambiental del Proyecto
Metodología	**Indicador de Eficiencia**	**Indicador de Eficacia**	**Análisis, procesamiento de datos e interpretación de resultados**
Vigilancia y supervisión mediante recorridos de campo Bitácoras	El personal opera con respeto a la fauna	El personal opera con respeto a la fauna	Evaluación de bitácoras
Calendario de comprobación	**Punto de comprobación**	**Medidas de urgente aplicación en caso de que no se alcancen los Indicadores de Eficiencia y Eficacia**	
2 veces por semana	Áreas del proyecto	Efectuar sanción a quien realice actividades ilícitas Reforzar la capacitación del personal	

SUBPROGRAMA GESTIÓN AMBIENTAL

ACTIVIDAD GESTIÓN AMBIENTAL 1

COMPONENTE AMBIENTAL		**IMPACTO AL QUE VA DIRIGIDA LA ACCIÓN**	
Área del proyecto		Alteración del medio	
Etapa del proyecto		**Tiempo en el que se instrumentará o duración**	
Preparación del sitio		Antes de iniciar los trabajos de preparación del sitio	
Objetivo	**Meta**	**Descripción de la medida de prevención, mitigación y/o compensación**	**Responsable**
No iniciar actividades sin contar con autorización	Efectuar actividades sólo al contar con las autorizaciones correspondientes	P1. No iniciar actividades hasta que se cuente con autorización de la SEMARNAT en materia de impacto ambiental.	Coordinador Ambiental del Proyecto
Metodología	**Indicador de Eficiencia**	**Indicador de Eficacia**	**Análisis, procesamiento de datos e interpretación de resultados**
Vigilancia Recorridos de campo Registro en bitácora	No intervención de áreas no autorizadas	No intervención de áreas no autorizadas	Revisión y evaluación de bitácoras para comprobar que no se han intervenido áreas no autorizadas
Calendario de comprobación	**Punto de comprobación**	**Medidas de urgente aplicación en caso de que no se alcancen los Indicadores de Eficiencia y Eficacia**	
Recorridos diarios	Toda el área del proyecto	Paro inmediato de actividades Aviso a la autoridad Cumplimiento de las medidas que dicte la autoridad	

PROGRAMA GESTIÓN AMBIENTAL

ACTIVIDAD GESTIÓN AMBIENTAL 2

COMPONENTE AMBIENTAL		**IMPACTO AL QUE VA DIRIGIDA LA ACCIÓN**	
Gestión ambiental		Seguimiento de medidas por personal con experiencia	
Etapa del proyecto		**Tiempo en el que se instrumentará o duración**	
Preparación del sitio		Cuatro semanas antes del inicio de la etapa de preparación del sitio	
Objetivo	**Meta**	**Descripción de la medida de prevención, mitigación y/o compensación**	**Responsable**
Designar un supervisor ambiental con experiencia para el seguimiento de medidas	Contar con un supervisor ambiental con experiencia para el seguimiento de medidas	P11. Para la supervisión de las medidas de mitigación asignar un supervisor ambiental durante las etapas de preparación del sitio y construcción, con la finalidad de que las medidas de mitigación y, en su caso, las condicionantes de impacto ambiental se lleven a cabo en las condiciones previstas. La supervisión deberá asentar en bitácora los cumplimientos y las desviaciones que detecte, así como las medidas tomadas para corregir las desviaciones o incumplimientos. Esta bitácora formará parte del expediente sobre el cumplimiento a las condicionantes y términos de la resolución de impacto ambiental que en su caso se emita.	Administrador del proyecto
Metodología	**Indicador de Eficiencia**	**Indicador de Eficacia**	**Análisis, procesamiento de datos e interpretación de resultados**
El Supervisor ambiental debe tener el conocimiento, destreza y experiencia en el área ambiental en todos sus aspectos incluyendo la parte legal, cuyas funciones serán dar el seguimiento, vigilancia y atención de todas las actividades desde el punto de vista ambiental	La supervisión asienta en bitácora los cumplimientos y las desviaciones que detecta	La supervisión asienta en bitácora los cumplimientos y las desviaciones que detecta, así como las medidas tomadas para corregir las desviaciones o incumplimientos	Evaluación de bitácora de vigilancia y supervisión
Calendario de comprobación	**Punto de comprobación**	**Medidas de urgente aplicación en caso de que no se alcancen los Indicadores de Eficiencia y Eficacia**	
Semanal	Bitácora de seguimiento	Reforzar la capacitación del supervisor ambiental Apoyar la actividad de supervisión con personal externo	

PROGRAMA GESTIÓN AMBIENTAL

ACTIVIDAD GESTIÓN AMBIENTAL 3

COMPONENTE AMBIENTAL		**IMPACTO AL QUE VA DIRIGIDA LA ACCIÓN**	
Gestión ambiental		Capacitación del personal	
Etapa del proyecto		**Tiempo en el que se instrumentará o duración**	
Preparación del sitio		Antes de iniciar la preparación del sitio	
Objetivo	**Meta**	**Descripción de la medida de prevención, mitigación y/o compensación**	**Responsable**
Proporcionar capacitación al personal sobre el contenido de las licencias, permisos y autorizaciones, que se emitan en materia ambiental	La capacitación proporcionada arroja como mínimo 70 puntos como resultado	P3. El promovente hará del conocimiento de los contratistas y del personal de las obras el contenido de las licencias, permisos y autorizaciones, que se emitan en materia ambiental, haciendo patente el compromiso de dar cabal cumplimiento de las disposiciones contenidas en ellos, de acuerdo al ámbito de competencia de cada trabajador y las empresas involucradas. Especial énfasis se pondrá en comunicar las condicionantes que, en su caso, sean establecidas en materia de impacto ambiental.	Coordinador ambiental del proyecto
Metodología	**Indicador de Eficiencia**	**Indicador de Eficacia**	**Análisis, procesamiento de datos e interpretación de resultados**
Material de inducción Examen de conocimientos adquiridos Bitácora	La evaluación arroja como mínimo 70 puntos como resultado	La evaluación arroja más de 70 puntos como resultado	Evaluación de bitácora de la capacitación y examen de conocimientos
Calendario de comprobación	**Punto de comprobación**	**Medidas de urgente aplicación en caso de que no se alcancen los Indicadores de Eficiencia y Eficacia**	
Después de la capacitación	Examen de conocimientos	Reforzar la capacitación al personal sobre el contenido de las licencias, permisos y autorizaciones, que se emitan en materia ambiental	

PROGRAMA GESTIÓN AMBIENTAL

ACTIVIDAD GESTIÓN AMBIENTAL 4

COMPONENTE AMBIENTAL		**IMPACTO AL QUE VA DIRIGIDA LA ACCIÓN**	
Gestión ambiental		Capacitación del personal	
Etapa del proyecto		**Tiempo en el que se instrumentará o duración**	
Preparación del sitio		Antes de iniciar la preparación del sitio	
Objetivo	**Meta**	**Descripción de la medida de prevención, mitigación y/o compensación**	**Responsable**
Proporcionar capacitación al personal sobre el cuidado del medio ambiente	La capacitación proporcionada arroja como mínimo 70 puntos como resultado	P4. Antes de iniciar las obras se deben de proponer lineamientos en el área de trabajo, dando pláticas al personal que laborará en la obra con la finalidad de evitar posibles impactos al medio marino o al medio terrestre.	Coordinador ambiental del proyecto
Metodología	**Indicador de Eficiencia**	**Indicador de Eficacia**	**Análisis, procesamiento de datos e interpretación de resultados**
Material de inducción Examen de conocimientos adquiridos Bitácora	La evaluación arroja como mínimo 70 puntos como resultado	La evaluación arroja más de 70 puntos como resultado	Evaluación de bitácora de la capacitación y examen de conocimientos
Calendario de comprobación	**Punto de comprobación**	**Medidas de urgente aplicación en caso de que no se alcancen los Indicadores de Eficiencia y Eficacia**	
Después de la capacitación	Examen de conocimientos	Reforzar la capacitación al personal sobre el cuidado del medio ambiente	

SUBPROGRAMA GESTIÓN AMBIENTAL

ACTIVIDAD GESTIÓN AMBIENTAL 5

COMPONENTE AMBIENTAL		**IMPACTO AL QUE VA DIRIGIDA LA ACCIÓN**	
Gestión ambiental		Contratación de personal con experiencia	
Etapa del proyecto		**Tiempo en el que se instrumentará o duración**	
Preparación del sitio y construcción		5 años	
Objetivo	**Meta**	**Descripción de la medida de prevención, mitigación y/o compensación**	**Responsable**
Contratar personal con experiencia en el tipo de trabajos a realizar	80% del personal que se contrate debe tener experiencia en el tipo de trabajos a realizar	P2. Contratar personal, operadores y buzos con experiencia en este tipo de labores para evitar accidentes y alguna afectación al personal y al medio.	Administrador de Obra
Metodología	**Indicador de Eficiencia**	**Indicador de Eficacia**	**Análisis, procesamiento de datos e interpretación de resultados**
Efectuar promoción de oportunidad de trabajo Llevar registro de solicitudes de trabajo Técnicas de Evaluación de Personal Entrevistas de trabajo Bitácora	Al menos el 80% del personal que se contrate debe tener experiencia en el tipo de trabajos a realizar	Más del 80% del personal presenta experiencia	Evaluación de bitácora de las entrevistas de trabajo
Calendario de comprobación	**Punto de comprobación**	**Medidas de urgente aplicación en caso de que no se alcancen los Indicadores de Eficiencia y Eficacia**	
Mensual	Registros de entrevistas	Reforzar la promoción de oportunidad de trabajo	

SUBPROGRAMA GESTIÓN AMBIENTAL

ACTIVIDAD GESTIÓN AMBIENTAL 6

COMPONENTE AMBIENTAL		**IMPACTO AL QUE VA DIRIGIDA LA ACCIÓN**	
Gestión ambiental		Contratación de personal con experiencia	
Etapa del proyecto		**Tiempo en el que se instrumentará o duración**	
Preparación del sitio y construcción		5 años	
Objetivo	**Meta**	**Descripción de la medida de prevención, mitigación y/o compensación**	**Responsable**
Contratar personal con experiencia en el tipo de trabajos a realizar	80% del personal que se contrate debe tener experiencia en el tipo de trabajos a realizar	P2. Contratar personal, operadores y buzos con experiencia en este tipo de labores para evitar accidentes y alguna afectación al personal y al medio.	Administrador de Obra
Metodología	**Indicador de Eficiencia**	**Indicador de Eficacia**	**Análisis, procesamiento de datos e interpretación de resultados**
Efectuar promoción de oportunidad de trabajo Llevar registro de solicitudes de trabajo Técnicas de Evaluación de Personal Entrevistas de trabajo Bitácora	Al menos el 80% del personal que se contrate debe tener experiencia en el tipo de trabajos a realizar	Más del 80% del personal presenta experiencia	Evaluación de bitácora de las entrevistas de trabajo
Calendario de comprobación	**Punto de comprobación**	**Medidas de urgente aplicación en caso de que no se alcancen los Indicadores de Eficiencia y Eficacia**	
Mensual	Registros de entrevistas	Reforzar la promoción de oportunidad de trabajo	

PROGRAMA GESTIÓN AMBIENTAL

ACTIVIDAD GESTIÓN AMBIENTAL 8

COMPONENTE AMBIENTAL		**IMPACTO AL QUE VA DIRIGIDA LA ACCIÓN**	
Gestión ambiental		Protección de las áreas vecinas al proyecto	
Etapa del proyecto		**Tiempo en el que se instrumentará o duración**	
Preparación del sitio y construcción		5 años	
Objetivo	**Meta**	**Descripción de la medida de prevención, mitigación y/o compensación**	**Responsable**
Proteger las áreas vecinas al proyecto	No causar afectaciones en áreas no autorizadas	P8. Prohibir y vigilar que el personal de obra acceda a áreas distintas a las del proyecto, a fin de mantener sin impacto las vecindades del proyecto.	Coordinador ambiental del proyecto Coordinador de Obra
Metodología	**Indicador de Eficiencia**	**Indicador de Eficacia**	**Análisis, procesamiento de datos e interpretación de resultados**
Vigilancia y supervisión Bitácora	Las áreas vecinas al proyecto no muestran afectación por el personal	Las áreas vecinas al proyecto no muestran afectación por el personal y se muestran acciones para su cuidado	Evaluación de bitácora de vigilancia y supervisión
Calendario de comprobación	**Punto de comprobación**	**Medidas de urgente aplicación en caso de que no se alcancen los Indicadores de Eficiencia y Eficacia**	
Semanal	Áreas vecinas al proyecto	Sancionar al personal que cause afectación a áreas vecinas al proyecto Reforzar la capacitación del personal	

SUBPROGRAMA GESTIÓN AMBIENTAL

ACTIVIDAD GESTIÓN AMBIENTAL 9

COMPONENTE AMBIENTAL		**IMPACTO AL QUE VA DIRIGIDA LA ACCIÓN**	
Suelo y agua		Alteración de la calidad del medio	
Etapa del proyecto		**Tiempo en el que se instrumentará o duración**	
Preparación del sitio y construcción		5 años	
Objetivo	**Meta**	**Descripción de la medida de prevención, mitigación y/o compensación**	**Responsable**
Prevenir la contaminación de suelo y agua	Ausencia de sustancias o residuos en suelo o agua en las áreas de trabajo	P7. Prohibir arrojar cualquier tipo de sustancia o residuo directamente al suelo o al mar.	Coordinador Ambiental del Proyecto Coordinador de obras
Metodología	**Indicador de Eficiencia**	**Indicador de Eficacia**	**Análisis, procesamiento de datos e interpretación de resultados**
Supervisión y vigilancia Recorridos de campo Bitácora	Ausencia de sustancias o residuos en suelo o agua en las áreas de trabajo	Residuos generados colocados en contenedor adecuado	Revisión y evaluación de bitácoras para detectar que en las áreas de trabajo se logró el control de residuos
Calendario de comprobación	**Punto de comprobación**	**Medidas de urgente aplicación en caso de que no se alcancen los Indicadores de Eficiencia y Eficacia**	
Recorridos diarios	Áreas de trabajo	Limpieza del sitio Reiterar la prohibición del manejo correcto de residuos	

PROGRAMA GESTIÓN AMBIENTAL

ACTIVIDAD GESTIÓN AMBIENTAL 10

COMPONENTE AMBIENTAL		**IMPACTO AL QUE VA DIRIGIDA LA ACCIÓN**	
Gestión ambiental		Presentación de informes a la autoridad	
Etapa del proyecto		**Tiempo en el que se instrumentará o duración**	
Preparación del sitio, construcción y operación		A lo largo de 50 años	
Objetivo	**Meta**	**Descripción de la medida de prevención, mitigación y/o compensación**	**Responsable**
Presentar los informes que establezca la autoridad ambiental	El 100% de los informes son entregados en tiempo y forma	P12. Presentar en tiempo y forma los reportes e informes que establezca la autoridad ambiental.	Coordinador Ambiental del Proyecto Representante legal
Metodología	**Indicador de Eficiencia**	**Indicador de Eficacia**	**Análisis, procesamiento de datos e interpretación de resultados**
Personal de apoyo Bitácora	Los informes se presentan en tiempo y forma	Los informes se presenten en tiempo y forma y son considerados con suficiencia por la autoridad	Evaluación de la información presentada y las observaciones que realice la autoridad
Calendario de comprobación	**Punto de comprobación**	**Medidas de urgente aplicación en caso de que no se alcancen los Indicadores de Eficiencia y Eficacia**	
Semestral – Primeros 5 años Anual – 45 años restantes	Autorización otorgada e informes presentados	Programar la entrega de informes en tiempo y forma Atender las observaciones que realice la autoridad	

PROGRAMA GESTIÓN AMBIENTAL

ACTIVIDAD GESTIÓN AMBIENTAL 11

COMPONENTE AMBIENTAL		**IMPACTO AL QUE VA DIRIGIDA LA ACCIÓN**	
Gestión ambiental		Modificaciones del proyecto	
Etapa del proyecto		**Tiempo en el que se instrumentará o duración**	
Preparación del sitio y construcción		5 años	
Objetivo	**Meta**	**Descripción de la medida de prevención, mitigación y/o compensación**	**Responsable**
Efectuar notificación de modificaciones al proyecto, a la autoridad ambiental	Previo a la modificación del proyecto solicitar y recibir autorización de la autoridad ambiental	P13. Toda modificación del proyecto deberá ser notificada previamente a la SEMARNAT para que determine lo conducente, aplicando el formato de trámite SEMARNAT-04-008	Coordinador Ambiental del Proyecto Coordinador de Obras Representante legal
Metodología	**Indicador de Eficiencia**	**Indicador de Eficacia**	**Análisis, procesamiento de datos e interpretación de resultados**
La supervisión de obras y ambiental deberán estar en coordinación para atender oportunamente las modificaciones que se pretendan hacer a las obras y actividades contempladas en la presente manifestación Bitácora	Ejecutar modificaciones al proyecto una vez autorizadas por la autoridad ambiental	Ejecutar modificaciones al proyecto una vez autorizadas por la autoridad ambiental, atendiendo las medidas que se impongan	Análisis de la bitácora de coordinación
Calendario de comprobación	**Punto de comprobación**	**Medidas de urgente aplicación en caso de que no se alcancen los Indicadores de Eficiencia y Eficacia**	
Cada vez que se requiera	Modificaciones al proyecto	Atender las observaciones y medidas dictadas por la autoridad ambiental	

El proyecto generará una serie de impactos ambientales de naturaleza negativa entre compatibles y moderados.

No obstante, la implementación de este proyecto, asimismo, traerá consigo efectos positivos para la zona, ya que, con la instalación de los atenuadores de oleaje y reincorporación de arena, se ayudará a la recuperación del ancho de la playa que se ha perdido por el proceso de erosión presente en el área. Este incremento será benéfico no sólo para los turistas que se recrean en la zona sino también para proveer mejores condiciones para la anidación de las tortugas marinas, pues estos quelonios prefieren playas anchas de pendientes suaves para el éxito de su anidación.

Si bien los resultados encontrados muestran la existencia de impactos moderados, éstos no causarán desequilibrios ecológicos que puedan poner en peligro la integridad ecológica del ambiente, pues se llevarán a cabo acciones para prevenir, mitigar o compensar los posibles impactos, tanto éstos como los compatibles con el fin de no incidir aún más en el deterioro del SAR y por el contrario ayudar en su mejora.

CAPITULO VII

PRONÓSTICOS AMBIENTALES REGIONALES Y EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES REGIONALES Y EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

El análisis de proyecciones, es un estudio para evaluar los posibles efectos, tanto positivos como negativos, en probables escenarios a determinados intervalos de tiempo, después de la modificación o alteración de un sitio o un área. Un diagnóstico e identificación de las interacciones entre los patrones espaciales y los distintos procesos ecológicos que pudieran alterar el paisaje, evitará o reducirá daños al ecosistema aun con la implementación de las medidas de mitigación. La comparación del estado actual del ecosistema previo al inicio, durante y después del proyecto, contemplando cada uno de los elementos que sufrieron cambios, dará una mayor certidumbre que permitirá desarrollar planes estratégicos para el aprovechamiento o disminución de dichas alteraciones.

Por lo anterior, es de suma importancia que la información adquirida en el diagnóstico actual del área del proyecto, que corresponde a la zona marina y playa frente a donde se ubicarán las diversas estructuras y acciones del proyecto, se utilice para realizar la construcción de todos los posibles escenarios futuros. De acuerdo con lo que se plantea, el análisis de las proyecciones considera tres escenarios:

Escenario 1. En este escenario se realizará una proyección de las condiciones que se generarán dentro del Sistema Ambiental Regional (SAR) a largo plazo sin la influencia de las obras y actividades contempladas en el proyecto. Esto es, manteniendo las condiciones actuales (línea base), considerando únicamente las tendencias naturales de los procesos ecosistémicos, así como las posibles afectaciones ocasionadas por los eventos naturales.

Escenario 2. Se referirá a la superficie del proyecto y sus afectaciones directas ocasionadas por las obras y actividades del mismo, sin considerar la implementación de acciones tendientes a la prevención, mitigación o compensación de los impactos ambientales generados por el proyecto.

Escenario 3. Este último escenario considerará las posibles alteraciones que se tendrían en el ecosistema por el desarrollo del proyecto, aun tomando en cuenta, la implementación de medidas de prevención, mitigación y compensación propuestas en la presente MIA-R para los impactos identificados en el capítulo V y VI, y determinar, si las medidas son efectivas.

El análisis de los escenarios, se desarrolló a partir de la información que se generó en esta MIA-R, más específicamente en el Capítulo IV, en las condiciones de deterioro o conservación de los recursos naturales a la fecha actual en el área del proyecto (Línea base). También se contemplaron los posibles impactos ambientales generados por el desarrollo del proyecto (Capítulo V) y las medidas preventivas, de compensación y de mitigación establecidas en el Capítulo VI.

VII.1 Descripción y análisis del escenario sin proyecto.

Con la finalidad de identificar el escenario, en donde se tomen en cuenta las características ambientales, tanto bióticas como abióticas, y su relación entre ellas dentro del área del proyecto "Mejoramiento de la Playa Hotel El Cid y Lote 1, Puerto Morelos", es importante observar que la delimitación del Sistema Ambiental Regional (SAR) consideró

aquellas superficies en las que el proyecto pudiera tener interacción con el medio ambiente y en donde los procesos ecosistémicos intervienen de manera directa e indirecta con el proyecto.

En este contexto, se llevó a cabo una delimitación del SAR, bajo el criterio de celda litoral, es decir, unidad básica en la que se divide el litoral, la cual se origina por la interacción entre el oleaje incidente y las estructuras naturales.

Así, el SAR definido para el proyecto (267.37 ha) representa una meso celda litoral (tiene una distancia lineal de 4.5 km de frente de playa, sobre una costa irregular), que va de una estructura natural (Punta Brava) a una antrópica (Muelle Fiscal), y en la parte marina profunda está delimitado por una distancia entre 500 y 850 m de la línea de costa, colindante con el polígono del Parque Nacional Arrecifes de Puerto Morelos, a una profundidad aproximada de 10 metros.

Por lo tanto, para la definición del SAR del proyecto, se tomó en cuenta la línea de costa, las estructuras naturales (Punta Brava) y antrópicas (Muelle Fiscal) en los extremos de la línea de costa, así como una línea imaginaria sobre el mar colindante con el polígono del Parque Nacional Arrecifes de Puerto Morelos. Estos elementos considerados para delimitar el SAR, hacen de esta celda litoral una unidad ambiental en la que los efectos que pueda producir el proyecto al área marina se puedan ver reflejados en el ambiente. A continuación, se realiza una descripción biótica y abiótica del SAR sin proyecto.

A través de muestreos en campo, en el SAR se reconocieron siete tipos de ambientes, de acuerdo con sus características de tipo de sustrato, profundidad, topografía del lugar, así como de la biota marina dominante. Dichos ambientes son: 1) laja con algas (57.26 ha: 21.42%), 2) rocas con algas (1.66 ha: 0.62%), 3) arenal somero (13.23 ha: 4.95%), 4) laja con sedimentos y algas (37.93 ha: 14.19%), 5) laja con algas y gorgonáceos (107.63 ha: 40.25%), 6) laja con sedimentos (6.99 ha: 2.61%) y 7) pastizal mixto (42.67 ha: 15.96%). Asimismo, en el SAR se registró la presencia de siete especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010: oscorales blandos (gorgonáceos), *Plexaura homomalla* y *Plexaurella dichotoma*, los pastos marinos *S. filiforme* y *T. testudinum*; y tres especies de peces en protección especial: *Scarus iseri*, *Sparisoma radians* y *Sparisoma viridae* con abundancia variable. Es importante mencionar, que los pastos marinos registrados en el presente estudio, ya se encuentran perturbados y ocupan áreas reducidas que forman pequeños parches. De tal forma que los servicios ambientales que pueden ofrecer los pastos marinos también se encuentran actualmente afectados. Un hecho de consideración, es la presencia masiva de alga sargazo durante la época de lluvias. Con respecto a reptiles marinos, a través de monitoreos en la playa colindante al Sistema Ambiental Regional desde Punta Brava hasta Muelle Fiscal, se registraron tres especies de tortugas marina las cuales son: tortuga verde (*Chelonia mydas*), tortuga caguama (*Caretta caretta*), tortuga carey (*Eretmochelys imbricata*).

A pesar de la riqueza de especies registrada en el Sistema Ambiental regional (SAR) del proyecto, se considera que el sistema arrecifal presente en el SAR, tiene un bajo desarrollo estructural, pues carece de una zonación típica de los arrecifes coralinos (*i.e*., piso lagunar, arrecife posterior, cresta arrecifal, arrecife frontal, macizo rocoso. La ausencia de una cresta arrecifal, laguna arrecifal y arrecife frontal, así como la baja presencia de corales escleractinios (como principal elemento biótico por su papel como constructor arrecifal), genera una baja

complejidad ambiental, o bien, homogeneidad ambiental, que resulta en baja diversidad y escasa biota asociada. Asimismo, aunque en el SAR se registraron especies consideradas pioneras o ruderales en los procesos de sucesión ecológica (*e.g.*, *Siderastrea radians, Siderastrea siderea*), debido a los tamaños de las colonias, estas especies tienen un reducido aporte a la acreción arrecifal y un papel ecológico poco relevante en los procesos biogénicos de la construcción arrecifal.

Del análisis de la condición que guardan los diferentes grupos taxonómicos (escleractinios: corales duros; gorgonáceos: corales blandos; vegetación marina: macroalgas y pastos marinos; ictiofauna: peces arrecifales; e invertebrados), en términos generales, se reconoce que actualmente el arrecife del SAR, tiene una biota marina poco diversa.

Con relación a las características abióticas del SAR (meso celda litoral), su límite oeste forma parte de la zona costera del estado de Quintana Roo. Dicha zona ha sido propensa a sufrir erosión costera y sus causas son tanto naturales (interacción de procesos climáticos, meteorológicos, hidrodinámicos y sedimentarios con la morfología costera) como antropogénicas (ocupación de la duna litoral por parte de particulares, construcción desordenada de obras de protección). De forma específica, la zona costera que limita con el SAR, se ha visto deteriorada con el paso del tiempo por la construcción de infraestructura portuaria (*i.e.*, Muelle Fiscal construido entre la década de los 60´s y 70´s del siglo pasado; Muelle de Cubos construido a finales de los 80´s) y ampliación del canal de navegación (en la década de los 70´s).

La playa entre el Muelle Fiscal y el Muelle de Cubos se encuentra en evidente proceso de erosión, detonado por la infraestructura portuaria construida por el gobierno estatal antes de 1988. Entre las consecuencias identificadas por el desarrollo de tales obras están: 1) modificación de la dinámica de sedimentos, provocando erosión (al sur) del Muelle Fiscal, dichas secuelas se han ido agravando a lo largo de los años; 2) la extracción de rocas por la ampliación del canal de navegación y traslado de las mismas a la barra arenosa por efecto de marejadas y eventos meteorológicos; las rocas sobre la playa disminuyen la calidad visual del entorno inmediato del paisaje; 3) el establecimiento de una meso celda de afectación entre el Muelle Fiscal y el Muelle de Cubos (cuya longitud es de 1.68 km), la cual aisla e interrumpe las corrientes y los flujos de arena, tanto de sur a norte como de norte a sur (deflexión de la corriente litoral); 4) el establecimiento de tres micro celdas de que retienen el transporte de sedimentos, interrumpiendo su balance y distribución natural y acentuando el déficit de arena en las zonas de playa que quedan entre ellos y justo al lado de la marina; 5) transporte de la arena desde la playa emergida a la zona de disposición; y 6) disminución continuada de la playa emergida.

Descripción del escenario 1.

En un escenario sin proyecto se esperaría que:

- La biota marina (escleractinios: corales duros; gorgonáceos: corales blandos; vegetación marina: macroalgas y pastos marinos; ictiofauna: peces arrecifales; e invertebrados) continúe registrando una baja diversidad y con tendencia a deteriorarse como lo señalan diferentes estudios en arrecifes coralinos (Arias-González *et al.* 2011, Healty Reefs 2015).

- El sargazo siga arribando anualmente, ya que es un fenómeno natural recurrente de "escala oceánica". De acuerdo con ICTUR (2018), entre los principales efectos que puede generar la presencia de sargazo están: 1) reducción de luz y oxígeno (zonas afóticas, hipoxia y anoxia); 2) acidificación por producción de ácido sulfúrico (H_2S); 3) Muerte o daño de corales; 4) aumento en las concentraciones de nitrógeno y fósforo (eutroficación); 5) aumento en la concentración de materia orgánica particulada (POM); 6) pérdida de pastos marinos: reemplazo por comunidades algales; 7) afectación a las poblaciones de tortugas marina durante su temporada de anidación; 8) impacto en especies de fauna asociadas al sargazo durante las actividades de remoción en el mar; 9) pérdida de playa como consecuencia de la desaparición de praderas de pastos marinos y por actividades de remoción de arena; 10) afectaciones en las actividades turísticas. De tal forma, que alguno o todos estos efectos podrían continuar ocurriendo a futuro.

- Los pastos marinos se mantengan perturbados a futuro lo cual podría deberse a la excesiva cantidad de nutrientes y sobrepoblación de sargazo (Riosmena y López S/F). El exceso de nutrientes en el área provoca un crecimiento anormal y muy acelerado de algas resultando en ahogamiento de los pastos. Asimismo, de continuar la llegada masiva de sargazo, los pequeños parches de pastos marinos registrados podrían continuar reduciendo su tamaño, ya que la presencia de sargazos genera sedimentos en suspensión, que, a su vez, incrementa la turbidez en el agua disminuyendo el desarrollo de los pastos.

- Las tortugas puedan seguir siendo afectadas debido a la reducción de la playa por erosión costera, aunado a la capa de sargazo sobre la playa que reduce sitios de anidación. Asimismo, el sargazo puede continuar acarreando material plástico que se queda en la playa; dicho material plástico puede atrapar a las tortugas y no logran deshacerse de él. Además, debido a la presencia de desperdicios de comida de los hoteles, los mapaches y tejones que proliferan en la playa atraídos por tales desperdicios se convierten en depredadores naturales de los nidos. Todo esto en conjunto, puede afectar la llegada de tortugas, la puesta de nidos y el tamaño de las poblaciones de tortugas.

- Continúe el aislamiento de la meso celda de afectación entre el Muelle Fiscal y el Muelle de Cubos, interrumpiendo las corrientes y flujos de arena. Si a futuro continua el aislamiento de la meso celda de afectación, también se mantendrá la modificación de la dinámica de sedimentos, interrumpiendo su balance y distribución natural y acentuando el déficit de arena en las zonas de playa que quedan entre las estructuras portuarias y espigones.

- La calidad visual en el área marina se mantenga baja por la afectación de la corriente litoral que no permite un flujo de sedimentos y sargazo, lo cual mantiene turbia al agua marina. Todo ello puede afectar a futuro a la actividad turística e ictiofauna, ya que estos últimos dependen de aguas someras y cristalinas, provocando migración de peces hacia otros sitios.

- La playa continúe su erosión, y, por lo tanto, la reducción de su ancho (pérdida de terreno continental), lo cual pone en riesgo a la calidad paisajística, las edificaciones, actividad turística, empleos, derrama económica y establecimiento de nidos de tortugas.

VII.2 Descripción y análisis del escenario con proyecto.

Las obras y actividades del presente proyecto son:

1. Disposición de arena y su relocalización para recuperar la playa.
2. Habilitación de tarquina, para recibir la arena
3. Rehabilitación de la duna.
4. Colocación de estructuras para estabilizar la playa (atenuadores de oleaje)
5. Hincado de postes para colgar hamacas.
6. Reubicación de rocas sueltas que han arribado a la orilla por marejadas tras eventos tropicales, hacia oquedades de la escollera de la Marina El Cid y espigones.
7. Reparación de espigones existentes afectados por la incidencia de huracanes durante 2020-2021.
8. Apoyo a proyectos de arrecifes artificiales, para fomentar de la diversidad de fauna y conservación de corales.
9. Establecer y Operar un Programa de Mantenimiento para conservar la calidad de la playa y del entorno marino que incluye:
   - **9.1.** Barreras para contención y desvío de algas.
   - **9.2.** Refuerzo de control de sargazo mediante cortinas de microburbujas.
   - **9.3.** Inyección de agua de mar.
   - **9.4.** Regresar periódicamente a la playa la arena recogida junto con algas, previo acondicionamiento.
   - **9.5.** Reposición de arena que se haya perdido por el paso de eventos extraordinarios.
10. Obras para recuperación de playa frente al Lote 1.

De llevarse a cabo estas obras y actividades se estima que habrá un cambio positivo en el SAR. Sin embargo, dichos cambios pueden ser muy lentos y/o con alteraciones negativas, si no se aplican las medidas preventivas, de compensación y de mitigación del Capítulo VI de la presente MIA-R.

Descripción del escenario 2. Escenario con proyecto sin aplicar medidas de prevención, mitigación y compensación.

Con respecto a la biota marina esta se vería directamente afectada por la alteración del ambiente marino, provocada por el desarrollo del proyecto. De tal forma que, por la operación de los atenuadores de oleaje, se espera que los hábitats y microhábitats se vean modificados, limitando el libre desplazamiento de las especies con mayor capacidad de desplazamiento (*e.g.*, tortugas marinas) o con hábitos hogareños (*e.g.*, Caracol rosado: *Lobatus gigas*). Para el caso del caracol rosado (*Lobatus gigas*), su distribución podría tener algún tipo de alteración, ya que

dichos atenuadores podrían funcionar como una barrera, lo que limitaría su desplazamiento en búsqueda de sitios de alimentación, reproducción o sitios de descanso. Para el caso de las tortugas marinas, los atenuadores de oleaje también podrían funcionar como barrera en el trayecto hacia la playa antes del desove y de regreso después del desove.

Durante la preparación y construcción de las obras, se afectarían las especies acuáticas por extracción o eliminación de las mismas y si durante la preparación, construcción y operación del proyecto se introducen especies exóticas o no se retiran las que se observen, podría afectar a las especies nativas del área.

- En cuanto al medio abiótico también se generarían cambios cómo sería sedimentación más lenta y se producirá una dinámica diferente en la corriente. La colocación de las estructuras modificaría la cantidad de sedimento en las inmediaciones de la ubicación de las estructuras, derivado de los trabajos en el área.

Si la maquinaria, equipos y medios de transporte no están en estado óptimo, se generarían mayores emisiones de gases de efecto invernadero, así como disminución en el confort sonoro. Además de reducir la calidad del suelo y agua marina por derrame de sustancias químicas al reparar la maquinaria y el equipo en la zona de obras. Los trabajadores de la obra realizarían un mal manejo de los residuos, como la quema de los mismos, generando emisiones de humo y partículas a la atmósfera o bien la calidad el agua y suelo, se vería afectada por el vertido de residuos y sustancias químicas en dichos elementos.

La operación de los atenuadores de oleaje permitirá tener ciclos de acreción/erosión más estables con el tiempo, así como mayor estabilidad en la playa, a través de la reposición de arena favoreciendo la amplitud de la playa. Asimismo, con la regeneración del ancho de playa del hotel asociado al Proyecto, es así como, a corto, mediano y largo plazo, se esperaría que estas obras en conjunto produzcan una mejoría en la dinámica de sedimentos y de corrientes, así como en la calidad visual del paisaje.

- En relación con el medio social, con la ejecución de las obras del proyecto se espera producir una mayor satisfacción del turista visitante, así como mantenimiento de empleos con mano de obra de la zona, contratación de empresas de la región y derrama económica local, pero con afectaciones negativas al ambiente, la mayoría de ellas de manera puntual y temporales.

VII.3 Descripción y análisis del escenario considerando las medidas de mitigación.

El desarrollo del proyecto va a generar diferentes cambios ambientales en el área del proyecto y en el SAR. Este escenario es muy similar al escenario en el cual se contempla la realización del proyecto, pero evitando el riesgo de los impactos que podría causar gracias a las medidas de prevención, mitigación y compensación (detalladas en el Capítulo VI del presente estudio) que se contemplaron.

A continuación, se mencionan algunas de las medidas establecidas a fin de facilitar la comprensión del tercer escenario (proyecto con medidas de mitigación, prevención y compensación).

Para el desarrollo de las obras en sus diferentes etapas se aplicará el Programa de Manejo Ambiental (PMA), con el fin de cumplir con cada una de las medidas previstas.

El PMA está conformado por los siguientes subprogramas:

- Subprograma de Rescate y Reubicación de Fauna Marina. Este subprograma tiene como principal propósito, proteger y conservar a los individuos de las especies de fauna marina que sean más susceptibles y que se encuentren en el área de afectación directa del proyecto, con el fin de conservar sus poblaciones y con ello los procesos ecológicos marinos.

Las técnicas de rescate, manejo y reubicación de los organismos marinos, así como los indicadores de seguimiento ayudarán a garantizar que la sobrevivencia de los individuos sea alta y se puedan reintegrar a su nuevo hábitat natural.

Las principales acciones para alcanzar los objetivos de este Subprograma son: el rescate, la reubicación y el monitoreo ambiental de la fauna marina, además de acciones para la restauración de la zona a través del apoyo a proyectos de arrecifes artificiales.

- Subprograma de Monitoreo de Perfiles Costeros (SMPC). El monitoreo de la zona de playa, permitirá identificar el comportamiento de la misma, y evaluar la eficacia y eficiencia de la implementación del proyecto en especial la función de los atenuadores de oleaje, como medida de mitigación para frenar el proceso erosivo que se presenta, y de ser el caso, identificar a tiempo cualquier alteración en la playa que no haya sido contemplada en los modelos anteriormente realizados con la finalidad de establecer acciones correctivas.

- Subprograma de acciones independientes (SAI). Este subprograma tiene como finalidad implementar todas aquellas acciones necesarias de prevención, mitigación, manejo y control apropiado de los impactos no contemplados en los subprogramas anteriores, o de los impactos no previstos que pudieran generarse en el futuro en cada una de las etapas dentro del área del proyecto.

- Subprograma de Contingencia ante algún derrame u otras afectaciones a los ecosistemas. Tiene como finalidad implementar las acciones, procedimientos y responsabilidades ante un evento de derrame de hidrocarburos o cualquier afectación a los componentes ambientales utilizando en forma adecuada todos los recursos materiales disponibles y el recurso humano debidamente capacitado y entrenado con el fin de dar una respuesta inmediata, eficiente y eficaz, de las situaciones que se presenten, controlando y minimizando los efectos negativos producidos al ambiente.

- Subprograma de Gestión Ambiental. Tiene como finalidad operar acciones que orienten y garanticen el desarrollo sostenible del proyecto.

Además del Programa de Manejo Ambiental, y de sus correspondientes subprogramas), previa y brevemente descritos, se implementarán acciones o medidas de prevención, mitigación y compensación no contemplados dentro de los anteriores subprogramas. Dichas acciones o medidas estarán incluidas dentro del Plan de Manejo de Residuos Sólidos Urbanos y de Manejo Especial del Hotel Marina El Cid Spa & Beach Resort Cancún Riviera Maya, Puerto Morelos, Quintana Roo (Anexo V.2), así como dentro del Programa de Manejo de Tortuga, El Cid de

Cancún, Puerto Morelos, Quintana Roo. Tanto el Plan de Manejo de Residuos como el Programa de Manejo de Tortuga ejecutados actualmente por el hotel asociado al proyecto.

Con la instrumentación de todas las acciones y actividades contempladas en los diferentes programas, se espera que el Proyecto se desarrolle generando el menor número de impactos, donde el escenario a futuro sería la presencia de una playa restablecida con un ancho semejante al que presentaba antes de las afectaciones naturales y antrópicas. El restablecimiento de la dinámica costera donde el flujo de las corrientes evita la contaminación de las aguas frente al hotel al cual se encuentra asociado el Proyecto, un oleaje que permita el flujo pero a la vez la sedimentación de la arena evitando de esta forma la erosión de la playa.

La permanencia de las diferentes especies de organismos identificados en el área de Proyecto, así como el aumento de la presencia de algunos organismos sesiles, al contar con sustrato que permite que se fijen larvas así como la colonización de corales, esponjas, y diferentes crustáceos y el refugio de peces, todo esto sin afectar la zona por la turbidez del agua, misma que se mantendría controlada por la instalación de las geomallas durante la instalación de las estructuras, rígidas así como durante el relleno de playas. Las aguas tampoco se verán contaminadas por residuos sólidos, líquidos o por derrames de combustibles ya que la implementación de contenedores para residuos, el uso de sanitarios, y el contar con el equipo adecuado para la contención de derrames de hidrocarburos en mar como en tierra evitará la contaminación.

Con la disminución del oleaje y la restauración de la playa, se espera también, el aumento del tamaño de los parches de pasto marino, y, por lo tanto, aumento de sitios de reproducción, alimentación, refugio y alimentación para otros organismos.

También se espera tener una mejora en la calidad visual del paisaje.

En relación con el medio social, con la ejecución de las obras del proyecto se espera producir una mayor satisfacción del turista visitante, así como mantenimiento de empleos con mano de obra de la zona, contratación de empresas de la región y derrama económica local.

Las poblaciones de Tortuga se verán beneficiadas al contar con sitios adecuados para la anidación y eclosión de las crías, además de que no se verá afectado su paso tanto de hembras como de crías hacia la playa y de regreso al mar por las estructuras dado el espacio que se localiza entre los atenuadores de oleaje.

De esta manera, se espera tener una mejor respuesta del ecosistema, por lo que se prevé que, con la ejecución del proyecto, así como de las medidas de prevención, mitigación y compensación, los cambios serán favorables y con mínimos efectos negativos.

VII.4 Pronóstico ambiental

Tomando en cuenta los escenarios descritos anteriormente, principalmente (dos y tres), se deduce que la tendencia del proyecto es mejorar las condiciones en el SAR. La implementación de las medidas de mitigación y compensación, contribuye a la mejora progresiva en el equilibrio y diversidad del ecosistema del área en cada una de las partes.

1. La modificación del perfil de playa, debido a la disminución de la fuerza y altura del oleaje, lo cual evitará la erosión en la parte seca y la parte inmersa de la playa, y por lo tanto la recuperación del ancho de la parte seca de la playa; y por otro lado la disminución de la turbidez en el agua.
2. La recuperación del ancho de la parte seca de la playa mejorará las zonas de anidación de las tortugas, y el servicio turístico.
3. El proyecto se concibe como una medida para contrarrestar los efectos de la erosión, teniéndose la recuperación de la playa y frenar el retroceso de la línea de costa, lo que traerá consigo mejoras ambientales tanto para la biota como para los visitantes
4. El establecimiento gradual de biota en la zona de los atenuadores de oleaje, para generar nuevas interacciones bióticas, y por lo tanto, un flujo dinámico en el ecosistema.
5. Con la disminución del oleaje y la restauración de la playa, se espera también, el aumento del tamaño de los parches de pasto marino, y, por lo tanto, aumento de sitios de reproducción, alimentación, refugio y alimentación para otros organismos
6. En general, la mejora ambiental del SAR, derivado de todas las acciones que se ejecutarán en el proyecto, entre las que se encuentran la operación de atenuadores de oleaje y control de sargazo.
7. El desarrollo del proyecto servirá como barrera artificial para los riesgos meteorológicos.
8. La federación contempla como acciones para la adaptación al cambio climático la conservación y restauración de ecosistemas, es así que la realización del proyecto permitirá la restauración de la playa (zona costera) a través de las diferentes acciones a realizar, las cuales permitirán la restauración e integridad de la playa, ya que, la reducción de la fuerza del oleaje, disminuirá el proceso erosivo y, aumentará el aporte de sedimento, lo cual se traduce en una estrategia de adaptación ante el cambio climático.
9. En caso de no ser autorizado el proyecto, la meso celda de afectación generada entre el Muelle Fiscal y Muelle de Cubos continuarán: 1) afectando la dinámica de sedimentos y corrientes debido a su aislamiento; 2) alterando el ciclo de erosión/acreción de playa y reduciendo la línea de costa; 3) manteniendo la turbidez del agua marina por efecto de la llegada masiva y periódica de sargazo; 4) disminuyendo el tamaño de los parches de pastos marinos; 5) disminuyendo la población de tortugas marinas; 6) contribuyendo a la perturbación de arrecifes coralinos así como a la disminución de su biodiversidad; 7) empeorando la calidad visual del paisaje; 8) afectando la actividad turístico, y por ende, puede poner en riesgo, los empleos locales y derrama económica.

VII.5 Evaluación de alternativas

El proyecto "Mejoramiento de la Playa Hotel El Cid y Lote 1, Puerto Morelos", contempló alternativas de ubicación de las estructuras, cambiando su posición a la recomendada en un principio, esto con el propósito de no afectar los parches de pastos observados durante la caracterización del sitio del proyecto, es así que durante los trabajos de campo al observarse la presencia de pastos, se reubicaron las estructuras de protección a fin de mantener la mayor eficacia de las estructuras, es así que la ubicación que se propone en el presente estudio, no afecta la zona de pastos, y con ello da cumplimiento también a lo establecido en los diferentes instrumentos que protegen este tipo de vegetación.

Con base en lo anterior, se puede asegurar que la evaluación de alternativas permite presentar el mejor proyecto tanto en lo que confiere a elementos naturales como de ingeniería lo cual brindará los mejores resultados a la problemática identificada y que requiere ser tratada en beneficio no solo del sector turismo, sino también en lo ambiental y en los elementos no bióticos, como es la dinámica costera.

Conclusiones:

En caso de no ser autorizado el proyecto, la meso celda de afectación generada entre el Muelle Fiscal y Muelle de Cubos continuarán: 1) afectando la dinámica de sedimentos y corrientes debido a su aislamiento; 2) alterando el ciclo de erosión/acreción de playa y reduciendo la línea de costa; 3) manteniendo la turbidez del agua marina por efecto de la llegada masiva y periódica de sargazo; 4) disminuyendo el tamaño de los parches de pastos marinos; 5) disminuyendo la población de tortugas marinas; 6) contribuyendo a la perturbación de arrecifes coralinos así como a la disminución de su biodiversidad; 7) empeorando la calidad visual del paisaje; 8) afectando la actividad turístico, y por ende, puede poner en riesgo, los empleos locales y derrama económica.

Con la implementación del proyecto, sin la aplicación de medidas de prevención, mitigación y compensación, se espera que las condiciones del área del proyecto mejoren lentamente, pero producirán otros impactos negativos al medio biótico, abiótico y social.

No obstante, aunque el proyecto genere una serie de impactos ambientales de naturaleza negativa, entre compatibles y moderados, su desarrollo traerá consigo efectos positivos para la zona. Ya que, con la instalación de los atenuadores de oleaje y la reincorporación de arena a la playa, se establecerán las condiciones para la recuperación del ancho de la playa, el cual se ha perdido por el proceso de erosión presente en el área. Este incremento será benéfico no sólo para los turistas que se recrean en la zona sino también para proveer mejores condiciones para la anidación de las tortugas marinas, pues estos quelonios prefieren playas anchas de pendientes suaves para el éxito de su anidación.

Si bien, los resultados muestran la existencia de impactos moderados, el beneficio por la implementación del Proyecto será mayor, ya que éstos no causarán desequilibrios ecológicos que puedan poner en peligro la integridad ecológica del ambiente, pues se llevarán a cabo acciones para prevenir, mitigar o compensar los posibles impactos con el fin de no incidir aún más en el deterioro del SAR y por el contrario ayudar en su mejora.

El objetivo del proyecto es evitar la erosión costera, mediante la instalación de infraestructura para generar la acumulación de sedimentos en la zona de playa y evitar su erosión, además la regeneración del ancho de la playa, por medio de relleno de arena, con lo que se propiciará tener un hábitat más adecuado para la anidación de tortugas y el establecimiento de diferentes formas de vida.

CAPITULO VIII

IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN SEÑALADA EN LAS FRACCIONES ANTERIORES

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

La presente manifestación de impacto ambiental se ingresa ante la autoridad mediante formato impreso y también a través de medio electrónico (USB).

VIII.1.1 Cartografía

Diversa cartografía se presenta en el mismo cuerpo de la manifestación y en su apartado de anexos.

VIII.1.2 Fotografías

Se presenta en el mismo cuerpo de la manifestación diversas fotografías con su correspondiente pie de página que ilustran y describen características del sitio del proyecto.

VIII.2 Otros anexos

Se presentan los siguientes anexos:

1 CROQUIS DE LOCALIZACION

2 ACTA CONSTITUTIVA DE LA EMPRESA

3 RFC DE LA EMPRESA

4 REPRESENTACIÓN LEGAL

5 IDENTIFICACIÓN DEL REPRESENTANTE LEGAL

6 a – PLANO DE DISTRIBUCIÓN DE OBRAS EN AREA DE HOTEL
b – PLANO DE DISTRIBUCIÓN DE OBRAS EN AREA DE LOTE 1

7 MATRIZ DE LEOPOLD MEDIO MARINO
MATRIZ DE LEOPOLD MEDIO TERRESTRE

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Actualización del Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Puerto Morelos, Municipio de Benito Juárez, Quintana Roo 2008-2023, México, Periódico Oficial del Estado de Quintana Roo, 20 de mayo de 2009.
- Administración Portuaria Integral de Quintana Roo (noviembre 2021). Caracterización Ambiental del Canal de Navegación Muelle Fiscal de APIQROO en Puerto Morelos, 54 pp.
- Alcolado, P., Corvea, A., & González, A. (1980). Variaciones morfológicas internas y externas de los abanicos de mar Gorgonia spp. y su valor adaptativo. Cienc. Biol, 5, 47-56.
- Alcolado, P. M. (1981). Zonación de los gorgonáceos someros de Cuba y su posible uso como indicadores comparativos de tensión hidrodinámica sobre los organismos del bentos. Instituto de Oceanología. Academia de Ciencias de Cuba, 187: 1-43.
- Anfuso, G. 2004. Caracterización de celdas litorales en un tramo costero aparentemente homogéneo del litoral de Cádiz (SO de España). Revista Cuaternario y Geomorfología, 18: 25-36.
- Arrecifes Saludables (www.arrecifessaludables.og).
- Arias-González, J.E., E. Núñez-Lara, F.A. Rodríguez-Zaragoza y P. Legendre. 2011. Indicadores del paisaje arrecifal para la conservación de la biodiversidad de los arrecifes de coral del Caribe. Ciencias Marinas, 37: 87–96.
- Asociación Mexicana de Ingeniería Portuaria, Marítima y Costera, A.C. (AMIP). S/F. Concepto de Celda Costera.
- Atlas Nacional de Riesgos. (2020). http://www.atlasnacionalderiesgos.gob.mx/
- Bayer, F. M. (1961). The shallow-water Octocorallia of the West Indian region. Studies on the Fauna of Curaçao and other Caribbean Islands, 12(1), 1-373.
- Bayer, F. M., M. Grasshoff y J. Versevedt (Eds). 1983. Ilustrated trilingual glossary of morfologycal and anatomical terms applied to octocorallia. E. J. Brill/Dr. W. Backhuys. Leiden. 75 pp.
- Bolongaro Crevenna A., A. Z. Márquez García, V. Torres Rodríguez y A. García Vicario.2010. Vulnerabilidad de sitios de anidación de tortugas marinas por efectos de erosión costera en el estado de Campeche, p.73-96.
- Botello, S. Villanueva-Fragoso, J. Gutiérrez, y J. L. Rojas Galaviz (ed.).Vulnerabilidad de las zonas costeras mexicanas ante el cambio climático. SEMARNAT-INE, UNAM ICMYL, Universidad Autónoma de Campeche.514 p. SEMARNAT-INE, UNAM ICMYL, Universidad Autónoma de Campeche.514 p.
- Botero, L. 1987. Zonación de octocorales en el área de Santa Marta y Parque Nacional Tayrona, Costa Caribe Colombiano. An. Inst. Inv. Mar. Punta Betín, 17: 61-80.
- Botero, L. 1990. Observations on the size, predators and tumor-like outgrowths of gorgonian octocoral colonies in the area of Santa Marta, Caribbean coast of Colombia. NORTHEAST GULF SCI. Vol. 11, no. 1, pp. 1-10.
- Bouchon-Navarro, Y., C. Bouchon, M. Louis & P. Legendre. 2005. Biogeographicb patterns of coastal fish assemblages in the West Indies. J. Exp. Mar. Biol. Ecol., 315: 31-47.
- Bricio Garberí L., Negro Valdecantos J., Diez González J. 2007. Parámetros geométricos de diques exentos en el litoral catalán Ingeniería Civil 147.
- Brown, J.H. 1995. Macroecology. The University of Chigago Press, Chicago and London. Cairns, S. 1977. Guide to the commoner shallow-water gorgonians (Sea whips, sea feathers and sea fans) of Florida, The Gulf of Mexico and the Caribbean Region. Sea Grant Field Guide Series number 6. University of Miami. Sea Grant Program. 74 pp.

- Caribe Paradise, S.A. de C.V. Manifestación de Impacto Ambiental, modalidad particular, del proyecto Protección de Playa al Sur de Puerto Morelos (diciembre 2016).
- Caribe Paradise, S.A. de C.V. Manifestación de Impacto Ambiental, modalidad regional, del proyecto Arrecifes artificiales como estructuras de protección contra la erosión y regeneración de playas (diciembre 2019).
- Carrillo Bribiezca, L. E. 2008. Calidad de agua y dispersión de contaminantes en la zona costera de la Riviera Maya (Playa del Carmen, Quintana Roo). Informe técnico final proyecto CNA-2004-C02-3. Fondo Sectorial CNA-CONACyT. El Colegio de la Frontera Sur.
- Castañares, L., Soto, L. 1982. Estudios sobre los corales escleractinios hermatípicos de la costa noreste de la península de Yucatán, México. I. Sinopsis taxonómica de 38 especies (Cnidaria: Anthozoa:Scleractinia). An. Inst. Cienc. del Mar y Limnol. Univ. Nal. Autón. México. 9:295-344.
- Cerdeira-Estrada, S., L.O. Rosique-De La Cruz, P. Blanchon, A. Uribe-Martínez, R. Martell-Dubois, M.I. Martínez-Clorio, M.I. Cruz-López, R. Ressl. 2018.
- Relieve Submarino de los Ecosistemas Marinos del Caribe Mexicano: Cabo Catoche - Xcalak. 2018, escala: 1:8000. edición: 1. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad; Universidad Nacional Autónoma de México. México. http://geoportal.conabio.gob.mx/descargas/mapas/imagen/96/relievev1gw
- Cerdeira-Estrada, S., M.I. Martínez-Clorio, L.O. Rosique-De La Cruz, M. Kolb, A.M. Chaplin, Ch. C. G. 1972. Fishwatchers guide to west-Atlantic coral reefs. Harrowood Books, Pennsylvania. 65 pp.
- Cofforth, M. A. 1985. Mucous sheet formation on poritid corals: effects of altered salinity and sedimentation. Proceedings of the Fifth International Coral Reef Congres. Vol. 4:165-170.
- Colin, P. I. 1988. Marine invertebrates and plants of the living reef. T.F.H. Publications, Inc. Ltd. 512 pp.
- Comisión Colombiana del Océano (CCO). 2016. El océano en las Ciencias Naturales y Sociales. Tercera edición. Editorial Entrelibros e-book solutions. Bogotá, 2016. 326 pp.
- Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP). S/F. Manifestación de Impacto Regulatorio. Anexo 1.
- Comisión Nacional del Agua (CONAGUA). 2007. Estadísticas del agua en México, Conagua, México.
- Comisión Nacional del Agua (CONAGUA). 2020. Resumen de la temporada de ciclones año 2020.
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). 2009. Biodiversidad Mexicana: Ecorregiones marina. Disponible en: <https://www.biodiversidad.gob.mx/region/pdf/ecorregiones1.pdf>.
- Connell J. 1978. Diversity ¿in tropical rainforest and coral reefs. Science 199:1302- 1310.
- Consejo Nacional de Población (CONAPO). 2020. https://datos.gob.mx/busca/dataset/indices-de-intensidad-migratoria-mexico-estados-unidos
- Consejo Nacional de Población (CONAPO). 2021. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/675092/Anuario_Migracion_y_Remesas_2021.pdf
- Convención Interamericana para la Protección y Conservación de las Tortugas Marinas con el proyecto. Diario Oficial de la Federación, 29 noviembre 2000.
- Convenio de la Diversidad Biológica. Biodiversidad Mexicana, 29 de diciembre de 1993. Centro Nacional de Prevención de Desastres. Mapas de índices de riesgos a escala municipal por fenómenos hidrometeorológicos
  http://www.atlasnacionalderiesgos.gob.mx/descargas/Metodologias/Hidrometeorologico.pdf

- Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, México, Diario Oficial de la Federación, 5 de febrero de 1917. Últimas reformas 27 de agosto de 2018.
- DIGAOHMS/Fhttps://digaohm.semar.gob.mx/derrotero/cuestionarios/cnarioPtomorelos.pdf
- *Draft Environmental Impact Statement*, *2011.* Effects of Oil and Gas Activities in the Arctic Ocean. https://media.fisheries.noaa.gov/dam-migration/arctic_seismic_deis_opr1.pdf.
- DURAN, R., & MENDEZ, M. (2011, marzo). BIODIVERSIDAD Y DESARROLLO HUMANO EN YUCATAN. https://www.cicy.mx/sitios/biodiversidad-y-desarrollo-humano-en-yucatan.
- Estudio Hidrológico de Quinta Roo. Gobierno del Estado de Quintana Roo. 49 p.
- Ficha Informativa de los Humedales de Ramsar. Disponible en: https://rsis.ramsar.org/es/ris/1364
- Ficha Informativa de los Humedales de Ramsar. Disponible en: https://rsis.ramsar.org/es/ris/1360
- Ficha Informativa de los Humedales de Ramsar. Disponible en: https://rsis.ramsar.org/es/ris/1763
- Ficha Informativa de los Humedales de Ramsar. Disponible en: https://rsis.ramsar.org/es/ris/1353
- Ficha Informativa de los Humedales de Ramsar. Disponible en: https://rsis.ramsar.org/es/ris/1320
- Ficha Informativa de los Humedales de Ramsar. Disponible en: https://rsis.ramsar.org/es/ris/1329
- Ficha Informativa de los Humedales de Ramsar. Disponible en: https://rsis.ramsar.org/es/ris/1449
- Ficha Informativa de los Humedales de Ramsar. Disponible en: https://rsis.ramsar.org/es/ris/1921
- Ficha Informativa de los Humedales de Ramsar. Disponible en: https://rsis.ramsar.org/es/ris/1351
- Ficha Informativa de los Humedales de Ramsar. Disponible en: https://rsis.ramsar.org/es/ris/1343
- Ficha Informativa de los Humedales de Ramsar. Disponible en: https://rsis.ramsar.org/es/ris/1777
- Ficha Informativa de los Humedales de Ramsar. Disponible en: https://rsis.ramsar.org/es/ris/1323
- Ficha Informativa de los Humedales de Ramsar. Disponible en: https://rsis.ramsar.org/es/ris/1332
- GEQR 2017 https://qroo.gob.mx/atencion-grupos-en-situacion-de-vulnerabilidad/migrantes
- Gössling, S. y Hall, C. M., An introduction to tourism and global environmental change. En Gössling,S. y Hall, C. M. (Eds.). Tourism and global environmental change. Ecological, social and political interrelationships, London, Routledge, 2006.
- Greenberg, J. e I. Greenberg. 1977. Guide to corals and fishes of Florida. The Bahamas and The Caribbean. Seahawk Press. Miami. Florida, 64 pp.
- Grime, J. P. y Pierce, S. 2012. The evolutionary strategies that shape ecosystems. Wiley-Blackwell. 240 p. www.wiley.com/go/grime/evolutionarystrategies.
- Grossman GD, Jones GP, Seaman WJ Jr. 1997. Do artificial reefs increase regional ish production? A review of existng data. Fish Manag 22:17–23.
- Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático, Cambio climático 2007. Informe de Síntesis. En Pachauri, R.K. y Reisinger, A. (Dirs.). Contribución de los Grupos de trabajo I, II y III al Cuarto Informe de evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático, Ginebra, Organización Meteorológica Mundial-Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, 2007.
- Guido, P., A. Ramírez, L. Godínez, S. Cruz y A. Juárez. 2009. Estudio de la erosión costera en Cancún y la Riviera Maya, México. Avances en Recursos Hidráulicos, 20: 41-56.

- Gutiérrez, D., García, C., Lara, M., Padilla, C., Pizaña, J., y R. Macías. 1993. Caracterización de los arrecifes coralinos de la reserva de la Biosfera Sian Ka'an, Q. Roo. México. Sian ka'an Serie Documentos No. 1: 1-47.
- Gutiérrez, D., Lara, M., Padilla, C., Pizaña, J., García, G., Loreto, R., Camarena, T. n 1995. Caracterización de los arrecifes coralinos en el corredor "Cancún- Tulum", Quintana Roo, México. Sian ka'an Serie Documentos No. 4. 3-39.
- Healty Reefs. 2015. Report Card. Mesoamerican Reef. An evaluation of Ecosystem health. (http://www.healthyreefs.org/cms/wpcontent/uploads/2015/05/MAR-EN-small.pdf).
- Hixon, M. A., and J. P. Beets. 1989. Shelter characteristics and Caribbean fish assemblages: experiments with artificial reefs. Bull. Mar. Sci. 44:666-680.
- Honorable Ayuntamiento de Puerto Morelos (HAPM). 2017. Programas municipales 2016-2018. Puerto Morelos, Quintana Roo. 68 pp.
- Hubbard D. K. and D. Scaturo. 1985. Growth rates of seven species of scleractinian corals from Cane Bay and Salt River, St. Croix, U.S. V.I. Bull mar Sci 36:325-338.
- Hughes, R. N. 1989. A functional biology of clonal animals. Chapman and Hall, New York. 331 pp.
- Hughes, T. P. 1984. Population dynamics based on individual size rather than age: a general model whit a reef coral example. American Naturalist, 123:728-795.
- Humman, P. 1989. Reef fish identification. New World Pubs. Inc. Jacksonville, Fla. 267 pp.
- Humman, P. 1993a. Reef coral identification. New World Pubs. Inc. Jacksonville, Fla 239 pp.
- Humman, P. 1993b. Reef creature identification. New World Pubs. Inc. Jacksonville, Fla. 320 pp.
- Instituto Nacional de Ecología. 2000. Programa de manejo del Parque Nacional Arrecife de Puerto Morelos.
- Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI). 2000. Diccionario de datos climáticos escalas 1: 250 000 y 1: 1 000 000 (vectorial). 57 p. Disponible en: <http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/recnat/clima/doc/dd_climatico s_1m_250k.pdf>.Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI). 2002.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). 2018. 'Áreas Geoestadísticas Municipales, junio 2018.', escala: 1:250000. edición: 1. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Aguascalientes, México.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). 2018. Banco de indicadores. Disponible en: <http://www.beta.inegi.org.mx/app/indicadores/?ind=1002000026&vind=metadato##divFV1002000027#D10 02000026>.
- Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal (INFDM). 2018. Puerto Morelos es el municipio de más reciente creación en el estado de Quintana Roo. Disponible en: <https://www.gob.mx/inafed/articulos/puerto-moreloses-el-municipio-de-mas-reciente-creacion-del-estado-de-quintanaroo?idiom=es>.
- Iturralde-Vinent, M. 2003. Chapter 22: A brief account of the evolution of the Caribbean seaway: Jurassic to Present. In. Prothero, D., L. Ivany, E, Nesbitt, eds. From Greenhouse to Icehouse: The Marine Eocene-Oligocene Transition. p. 386-396. New York: Colombus University Press. Disponible en:<http://www.redciencia.cu/cdorigen/arca/paper/cbseaw.pdf>.
- Islas García Rosalinda y geol. Islas García Manuel. Programa de monitoreo de playas El Cid Resorts. informe concentrado y descripción técnica de estudios de perfiles de playa. 26 de noviembre del 2021
- Jones, G. y McCormick. 2002. Numerical and energetic processes in the ecology of coral reef fishes. Pages 221-242 in P. Sale, editor. Coral Reef Fishes. Academic Press.

- Jordán-Dahlgren, E. y Rodríguez-Martínez, R. E. 1998. Post-hurricane initial recovery of Acropora palmata in two reefs of the Yucatan Peninsula, Mexico. B Mar Sci., 63: 213-228.
- Kermani, S., Boutiba, M., Guendouz, M., Guettouche, M. S., y Khelfani, D. 2016. Detection and analysis of shoreline changes using geospatial tools and automatic computation: Case of jijelian sandy coast (East Algeria). Ocean and Coastal Management, 132, 46–58. https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2016.08.010
- Knowlton, N. 2001. Sea urchin recovery from mass mortality: New hope for Caribbean coral reefs? Proc. Natl. Acad. Sci. 98.9: 4822-4824.
- Kramer P, McField M, Álvarez-Filip L, Drysdale I, Rueda-Flores M, Giro A y Pott R. 2015. Reporte de la Salud Ecológica del Arrecife Mesoamericano 2015. Iniciativa
- Lara-Domínguez, A.L. 2006. Pastos marinos, 1: 229-240. En: P. Moreno-Casasola, E.Peresbarbosa, A.C. Travieso Bello (Eds.) Manejo Integral de la Zona Costera: Un Enfoque Municipal. Consejo Estatal de Protección al Ambiente del Gobierno del Estado de Veracruz, Instituto de Ecología, A.C. ISBN 970-709-039-1.
- Lara, M., Padilla, C., Pizaña, J., Urquiza, R., Nava, T. 1994a. Caracterización de 4 áreas arrecifales de la costa de Quintana Roo. Desarrollo arrecifal y Estructura de la comunidad. Reporte final.
- Lara, M., Padilla, C., Pizaña, J., Urquiza, R., Nava, T. 1994b. Caracterización de la circulación marina, transporte litoral y procesos costeros en 4 áreas arrecifales de la costa de Quintana Roo. Reporte final.
- Lessios, H.A., Kessing, B.D. y Pearse, J.S. 2001. Population structure and speciation in tropical seas: global phylogeography of the sea urchin Diadema. Evolution 55: 955–975.
- Ley de Aguas Nacionales, México, Diario Oficial de la Federación, 1 de diciembre de 1992. Última Reforma Última reforma publicada DOF 06-01-2020.
- Ley General de Bienes Nacionales, México, Diario Oficial de la Federación, 20 de mayo de 2004. Última reforma publicada DOF 14-09-2021.
- Ley General de Cambio Climático, México, Diario Oficial de la Federación, 6 de junio de 2012. Última reforma publicada DOF 06-11-2020.
- Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, México, Diario Oficial de la Federación, 28 de enero de 1988. Última reforma del 5 de junio de 2018.
- Ley General de Vida Silvestre, México, Diario Oficial de la Federación, 3 de julio de 2000. Última Reforma 19 de enero de 2018.
- Ley Federal del Mar, México, Diario Oficial de la Federación, 8 de enero de 1986. Fe de erratas del 9 de enero de 1986.
- Ley Federal de Responsabilidad Ambiental, México, Diario Oficial de la Federación, 7 de junio de 2013. Última reforma publicada DOF 20 mayo 2021
- Ley sobre la Celebración de Tratados, México, Diario Oficial de la Federación, 2 de enero de 1992.
- Lirman, D. (2003). A simulation model of the population dynamics of the branching coral Acropora palmata Effects of storm intensity and frequency. Ecological modelling, 161(3), 169-182.
- Littler, D. M., Littler, K., Buchery J. Norris. 1989. Marine Plants of the Caribbean. A field guide from Florida to Brazil. Smithsonian Institution Press. Washington, D. C. 263 pp.
- Loya, Y. 1972. Community structure and species diversity of hermatypic corals at Eilat, Red Sea. Mar. Biol. 13:100-23
- Luis, J. H., & Yesenia, S. J. MARES CARBONATADOS Y EVAPORITICOS.

- Lugo-Hubp, José., Córdova, Carlos-Fernández, Arteaga. 1990. 'Geomorfología Marina'. Obtenido de Geomorfología 1. IV.3.3., Atlas Nacional de México, Vol. II, Escala 1:4000000, Instituto de Geografía, UNAM. México.
- Magurran, A. E. 2004. Measuring biological diversity. Blackwell Publishing, Oxford, RU. 256 pp.
- Mapa topográfico México, altitud, relieve. (s. f.). topographic-map.com. Recuperado 5 de septiembre de 2022, de https://es-mx.topographic-map.com/maps/zn0c/M%C3%A9xico/
- Marenter, S.A. de C.V. Manifestación de Impacto Ambiental, modalidad particular, del proyecto Mejoramiento de la playa de una propiedad costera en Puerto Morelos, Quintana Roo (diciembre 2014).
- Masmar.2013.Corrientes del Atlántico Norte. Disponible en: http://www.masmar.net/esl/Apuntes-N%C3%A1uticos/Oceanograf%C3%ADa/Corrientes-del-Atl%C3%A1ntico-Norte>.
- McGehee, M. A. 1994. Correspondence between assemblages of coral reef fishes and gradients of water motion, depth, and substrate size off Puerto Rico. Mar. Ecol. Prog. Ser., 105: 243-255.
- Merino, M. y L. Otero. 1983. Atlas Ambiental Costero. Puerto Morelos - Quintana Roo. Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, Universidad Nacional Autónoma de México. Centro de Investigaciones de Quintana Roo. 80 p.
- México. Universidad Nacional Autónoma de México, I. d. G., Servicio Sismológico Nacional. (2022). Catálogo de sismos. Extraído de http://www2.ssn.unam.mx:8080/catalogo/
- Morales, J. J. 2004. El joven mar caribe. Ciencias, 76: 34-41. Moreno, C. 2001. Métodos para medir la biodiversidad. Vol. 1. Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo, Oficina Regional de Ciencia y Tecnología para América Latina y el Caribe de UNESCO y Sociedad Entomológica Aragonesa. Serie Manuales y Tesis SEA. 84 p.
- Morláns, M. C. 2005. Introducción a la ecología del paisaje. Editorial Científica Universitaria, Universidad Nacional de Catamarca.
- Nagy, J. G., et al., Adaptive Capacity for Responding to Climate Variability and Change in Estuarine Fisheries of the Rio de la Plata, Working Paper No. 36, Washington, D. C., Assessments of Impacts and Adaptations to Climate Change, 2006.
- NOM-022-SEMARNAT-2003, Diario Oficial de la Federación, México, 10 de abril de 2003.
- NOM-041-SEMARNAT-2015, Diario Oficial de la Federación, México, 10 de junio de 2015.
- NOM-052-SEMARNAT-2005, Diario Oficial de la Federación, México, 23 de junio de 2006.
- NOM-059-SEMARNAT-2010, Diario Oficial de la Federación, México, 30 de diciembre de 2010.
- NOM-080-SEMARNAT-1994, México, Diario Oficial de la Federación, 13 de enero de 1995.
- NOM-162-SEMARNAT-2012, México, Diario Oficial de la Federación, 1 de febrero de 2013. Modificación del 8 de marzo de 2013.
- Organization for Economic Co-operation and Development-United Nations Environmet Programme, Climate Change and Tourism Policy in OECD Countries, 2013. Disponible en: http://www.oecd.org/cfe/tourism/48681944.pdf.
- Organization for Economic Co-operation and Development-United Nations Environmet Programme, Climate Change and Tourism Policy in OECD Countries, 2013. Disponible en: http://www.oecd.org/cfe/tourism/48681944.pdf.
- Ozturk, D. y F. A. Sesli. 2015. Shoreline change analysis of the Kizilirmak Lagoon Series. Ocean y Coastal Management, 118, 290–308. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2015.03.009

- Padilla, C., Gutiérrez, D., Lara, M. y C. García. 1994. Coral Ree fs of the Biosphere Reserve of Sian Ka'an, Quintana Roo, Mexico. Proc. 7th. Int. Coral Reef. Symp. Guam, 2:986-992.
- Padilla, R. 2007. Evolución geológica del sureste mexicano desde el Mesozoico al presente en el contexto regional del Golfo de México. Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana, 59: 19-42. Disponible en:<http://boletinsgm.igeolcu.unam.mx/bsgm/index.php/component/content/article/313-itio/articulos/cuarta-epoca/5901/1534-5901-3-padilla>.
- Padilla-Souza, A. C. 2016. Programa interdisciplinario de restauración activa para compensar daños antropogénicos en arrecifes coralinos del caribe mexicano. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Instituto Nacional de la Pesca. Informe final SNIB-CONABIO, proyecto No. JA009. Ciudad de México.
- Peña Jiménez, Arturo y Neyra González, Lucila, Amenazas a la biodiversidad. En CONABIO. La diversidad biológica de México. Estudio de País, México, Comisión Nacional para la Conservación y el Uso de la Biodiversidad, 1998.
- Peters E. C. And M. E. Q Pilson. 1985. A comparative study of the effects of sedimentation on symbiotic and asymbiotic colonies of the coral Astrangia danae Milne Edwards & Haime, 1849. J exp mar Bioi Ecol 92:215-230.
- Plan Estatal de Desarrollo 2016-2022, México, Periódico Oficial del Estado de Quintana Roo, 25 de enero de 2017. Disponible en: https://www.qroo.gob.mx/plan-estatal-de-desarrollo-quintana-roo-2016-2022/i
- Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024, México, Diario Oficial de la Federación, 12 de julio de 2019.
- Porter, J. W. 1972. Patterns of species diversity in Caribbean reef corals. Ecology. 53:745-748.
- Programa Especial de Cambio Climático 2021-2024. Diario Oficial de la Federación 10 noviembre 2021.
- Programa de Manejo de la Reserva de la Biosfera del Caribe Mexicano. Diario Oficial de la Federación 2016
- Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio. Diario Oficial de la Federación 07 septiembre 2012.
- Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Benito Juárez, Quintana Roo, México, Periódico Oficial del Estado de Quintana Roo, 27 de febrero de 2014.
- Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe. Diario Oficial de la Federación 24 noviembre 2012.
- Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial de la Región Denominada Corredor Cancún-Tulum, México, Diario Oficial de la Federación, 16 de noviembre de 2001.
- Programa de Regiones Hidrológicas Prioritarias. Arriaga, l, V y J. Alcocer. (2002). Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad, México.
- Programa de Regiones Terrestres Prioritarias. Arriaga, L., J.M. Espinoza, C. Aguilar, E. Martínez, L. Gómez y E. Loa (coordinadores). 2000. Regiones terrestres prioritarias de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad, México.
- Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2020-2024 Diario Oficial de la Federación 7 de julio de 2020
- Programa Sectorial de Turismo 2020-2024, Diario Oficial de la Federación 03 DE JULIO 2020
- Reglamento de la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental, México, Diario Oficial de la Federación, 30 de mayo de 2010. Última reforma 31 de octubre de 2014.

- Reglamento para el uso y aprovechamiento del mar territorial, vías navegables, playas, zona federal marítimo terrestre y terrenos ganados al mar, México, Diario Oficial de la Federación, 21 de agosto de 1991.
- Reyes, M. A. 2005. El sistema circulatorio del planeta azul. Avance y perspectiva, 24:71-75.
- Riosmena, R. y J. López. S/F. Praderas de pastos marinos. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Disponible en: <https://www.biodiversidad.gob.mx/ecosistemas/praderasPastos.html>.
- Román-Sierra, J., M. Navarro-Pons, G. Gómez-Pina y J.J. Muñoz-Pérez. 2013. Optimización del ánalisis del tamaño de grano de arenas costeras.
- Rosengaus, M., M. Jiménez y M. Vázquez. 2014. Atlas climatológico de ciclones tropicales en México. Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED). 106 p. Disponible en: <http://www.cenapred.gob.mx/es/Publicaciones/archivos/37.pdf>.
- Sarukhán, J., et al. 2009. Capital natural de México. Síntesis: conocimiento actual, evaluación y perspectivas de sustentabilidad. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). S/F. Guía para la elaboración de la manifestación del impacto ambiental modalidad regional. México, D.F.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos y Naturales, 2021 (http://dgeiawf.semarnat.gob.mx:8080/ibi_apps/WFServlet?IBIF_ex=D3_AIRE04_01&IBIC_user=dgeia_mce&IBIC_pass=dgeia_mce)
- Mexicano, S. G. (2014). GeoInfoMex, El Banco de Datos del SGM. https://www.sgm.gob.mx/GeoInfoMexGobMx/
- Servicio Meteorológico Nacional (SMN). 2004. Huracán "Iván" del Océano Atlántico. Disponible en: <http://smn1.conagua.gob.mx/ciclones/tempo2004/atlantico/ivan/ivan.html>.
- Servicio Meteorológico Nacional, 2003. Huracán "Claudette". Disponible en (https://smn.conagua.gob.mx/tools/DATA/Ciclones%20Tropicales/Ciclones/2003-Claudette.pdf)
- Servicio Meteorológico Nacional, 2020. Huracán "Cristóbal". Disponible en (https://smn.conagua.gob.mx/tools/DATA/Ciclones%20Tropicales/Ciclones/2020-Cristobal%20.pdf)
- Servicio Meteorológico Nacional, 2020. Huracán "Delta". Disponible en (https://smn.conagua.gob.mx/tools/DATA/Ciclones%20Tropicales/Ciclones/2020-Delta.pdf)
- Servicio Meteorológico Nacional, 2020. Huracán "Gamma". Disponible en (https://smn.conagua.gob.mx/tools/DATA/Ciclones%20Tropicales/Ciclones/2020-Gamma%20.pdf)
- Servicio Meteorológico Nacional, 2007. Huracán "Olga". Disponible en (https://smn.conagua.gob.mx/tools/DATA/Ciclones%20Tropicales/Ciclones/2007-Olga.pdf)
- Servicio Meteorológico Nacional, 2003. (https://smn.conagua.gob.mx/tools/DATA/Ciclones%20Tropicales/Resumenes/2003.pdf)
- Servicio Sismológico Nacional. http://www.ssn.unam.mx/
- Shulman and J. C. Ogden. 1987. What controls tropical reef fish populations: recruitment or benthic mortality? An example in the Caribbean reef fish Haemulon flavolineatum. Mar. Ecol. Prog. Ser. 39: 233-242
- Silva, R., Baquerizo, A., Losada, M.A., Mendoza, E. 2010. Hydrodynamics of a headland-bay beach-nearshore current circulation. Coast. Eng., 57: 160-175.Silva, R., Borthwick, A.G., Taylor, R.E., 2005. Numerical implementation of the harmonic modified mild-slope equation. Coast. Eng, 52: 391-407.

- Silva, R., Martínez, M.L., Moreno-Casasola, P., Mendoza, E., López-Portillo, J., Lithgow, D., Vázquez, G., Martínez-Martínez, R.E., Monroy-Ibarra, R., Cáceres-Puig, J.I., Ramírez-Hernández, A., BoyTamborell, M. 2017. Aspectos generales de la zona costera. UNAM; INECOL. 54 pp.
- Smith, F. G. W. 1972. Atlantic reef corals. A handbook of commoun reef and shallowater corals of Bermuda, The Bahamas, Florida, The West Indies and Brazil. University of Miami Press. 14 pp.
- Stokes, F. J. 1984. Divers and snorkelers guide to the fishes and sea life of the Caribbean, Florida, Bahamas and Bermida. The Academy of Natural ciences of Philadelphia Publisher. 160 p.
- Steinitz M, M. Salmon y J. Wyneken.1998. Beach Renourishment and Loggerhead Turtle Reproduction: A Seven Year Study at Jupiter Island, Florida Journal of Coastal Research Vol.14, (3):1000-1013.
- Suárez, E. y E. Rivera. 1998. Zooplancton e hidrodinámica en zonas litorales y arrecifales de Quintana Roo, México. Sistema Estatal de Información y Documentación Científica y Tecnológica, 8: 19-32.
- Tomascik T and F. Sander. 1987. Effects of eutrophication on reef-build-ing corals. III. Reproduction of the reef building coral Poritesporites. Mar BioI 94:77-94.
- Torres, J. and Morelock, J. 2002. Effect of Terrigenous Sediment Influx on Coral Cover and Rates of Three Caribbean Massive Coral Species. J. Caribbean Sci., 1(38), 222-229.
- TURISMO, 2020. https://www.datatur.sectur.gob.mx/ITxEF/ITxEF_QROO.aspx
- Universidad de Sonora (INISON). 2005. Sedimentación Carbonatada Reciente. Departamento de Geología. Universidad de Sonora. Disponible en: <http://gaia.geologia.uson.mx/academicos/olivia/carbonatadas/sedimentacioncarbonatadareciente.htm>.
- Universitat Politécnica de Catalunya (UPC). 2018. Contexto climático: Climatología del Caribe. Disponible en: <https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.1/5800/02.pdf?sequence=3&isAllowed=y>.
- Zavala, J., O. Salmerón, V. Aguilar, S. Cerdeira y M. Kolb. 2005. Caracterización y regionalización de los procesos oceanográficos de los mares mexicanos. Omisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Disponible en:<http://www.conabio.gob.mx/gap/index.php/Procesos_oceanogr%C3%A1ficos>.
- Zea, S. 1987. Esponjas del Caribe Colombiano. Catálogo Científico. Colombia, 283 p. Zlatarski, V. N. y N. Martínez. 1982. Les Scléractiniaires de Cuba avec des donnés sur les organismes associés. Académie Bulgare des Sciences. Sofia. 472 pp.