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

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO (DTU) MODALIDAD B REGIONAL

PROYECTO:

"HOTEL TERRAESMERALDA PUNTA MAROMA"

CAPÍTULO I:

DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

PROMOVENTE:

TERRAESMERALDA, S.A. DE C.V.

ELABORÓ:

ABF SERVICIOS TÉCNICOS, S.C.

2025

ÍNDICE

I. DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO 3

I.1 Datos Generales del proyecto. 3

I.1.1 Nombre del proyecto 3

I.1.2. Ubicación del proyecto. 3

I.1.3. Duración del proyecto 4

I.2. Datos Generales del promovente. 4

I.2.1 Nombre o Razón Social 4

I.2.2 Registro Federal de Contribuyentes 4

I.2.3 Datos del Representante Legal 4

I.2.4 Dirección del Promovente para oír y recibir notificaciones 4

I.3 Responsable de la elaboración del documento técnico unificado. 5

I.3.1 Nombre del responsable técnico del documento técnico unificado en materia de impacto ambiental 5

I.3.2 Registro Federal de Contribuyentes o CURP 5

I.3.3 Dirección del responsable técnico del documento 5

I.3.4 Datos de inscripción en el Registro de la persona que haya formulado el documento en materia forestal y, en su caso, del responsable de dirigir 6

ÍNDICE FIGURAS.

Figura I. 1 Ubicación del Proyecto 3

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

I.1 Datos Generales del proyecto.

I.1.1 Nombre del proyecto

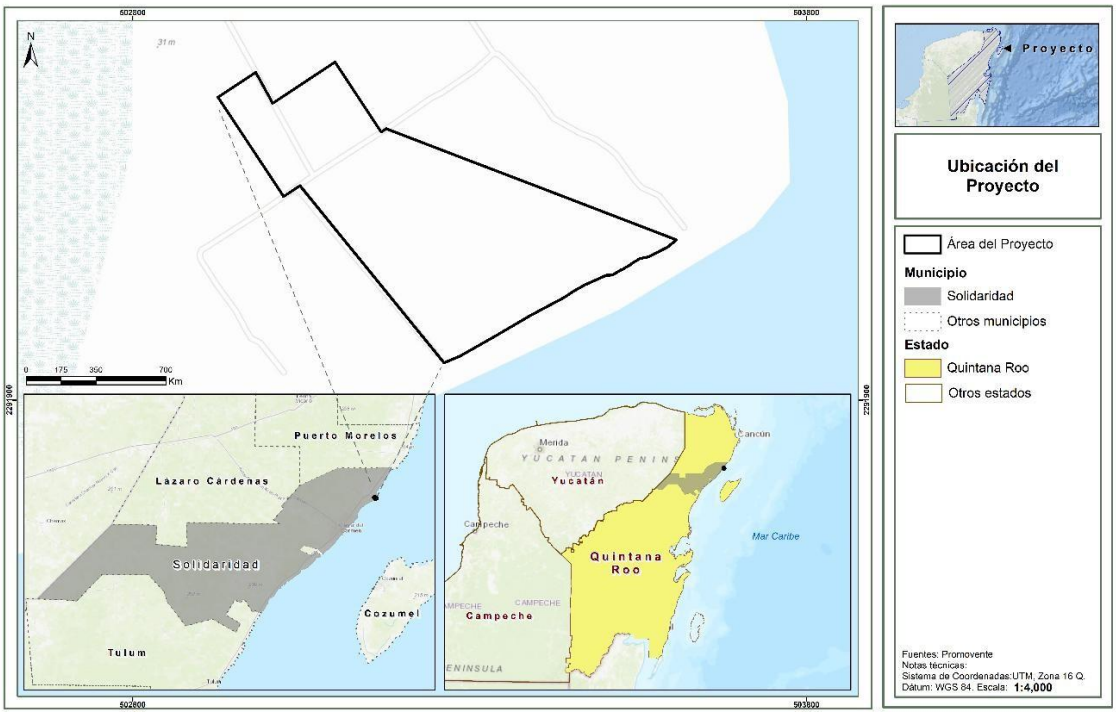
"HOTEL TERRAESMERALDA PUNTA MAROMA"

I.1.2. Ubicación del proyecto.

El predio objeto del proyecto se ubica en las coordenadas 20° 43' 48.17" latitud norte y 86° 57' 58.17" longitud oeste, dentro del complejo Punta Maroma, en el Municipio de Solidaridad, Quintana Roo.

Se trata de un terreno de forma irregular, con una superficie de 118,582.00 m² (11.8525 ha), que incluye 450 metros lineales de frente costero. El sitio colinda visualmente con el norte de la Isla de Cozumel y se encuentra a 2.3 km de la carretera Cancún–Tulum, lo que permite un acceso relativamente directo sin afectar significativamente el entorno natural inmediato.

Figura I. 1 Ubicación del Proyecto.



I.1.3. Duración del proyecto.

El proyecto tendrá un tiempo de vida de 99 años; mientras que las actividades de preparación del sitio y construcción tendrán una duración de 18 años.

I.2. Datos Generales del promovente.

I.2.1 Nombre o Razón Social.

Se anexa acta constitutiva de Terraesmeralda S.A. de C.V., la cual consta en la escritura número 9,658, expedida el 26 de abril de 2006, otorgada ante la fe del Licenciado Jorge Luis Buenrostro Félix, Notario Público 141 de la ciudad de Mazatlán, Sinaloa. (Anexo I; Apéndice I.1)

I.2.2 Registro Federal de Contribuyentes.

[redacted]

I.2.3 Datos del Representante Legal.

José Luis Estrada Maya

Se anexa la escritura Pública Número 85,239 expedida en la ciudad de Guadalajara, Jalisco, el 13 de enero de 2021, ante el licenciado Roberto Armando Orozco Alonzo, Notario Público número 130, mediante la cual se acredita su calidad de representante legal. (Anexo I; Apéndice I.3)

Asimismo, se anexa copia simple de la identificación oficial de José Luis Estrada Maya, expedida por el Instituto Nacional Electoral. (Anexo I; Apéndice I.4)

I.2.4 Dirección del Promovente para oír y recibir notificaciones.

[redacted]

VERSIÓN PÚBLICA. Se elimina la información confidencial con fundamento en los artículos 113 y 118 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

I.3 Responsable de la elaboración del documento técnico unificado.

I.3.1 Nombre del responsable técnico del documento técnico unificado en materia de impacto ambiental.

Nombre: ABF SERVICIOS TÉCNICOS SOCIEDAD CIVIL. Objeto Social: de acuerdo al instrumento público número 3,369 de fecha 17 de noviembre de 2022, (Anexo I; Apéndice I.5), dicha persona moral tiene entre su objeto social: 1.- Elaboración de: (…) B.- Estudios Técnico Justificativos para Cambio de Uso de Suelo Forestal, (…), XI.- Agrupar y asociar técnicos y profesionistas en general, de las ciencias y técnicas relacionadas con el medio ambiente, ecología y similares, para el desarrollo de sus respectivas actividades profesionales, de manera enunciativa y no limitativa, (…), técnicos forestales, (…).

Acta constitutiva: que consiste en la escritura número 86,180, de fecha 27 de marzo de 2019, pasada ante la fe del Titular de la Notaría número 51 de la Ciudad de México, Lic. Carlos Cataño Muro Sandoval, adjunta al presente Estudio en copia simple como Anexo I; Apéndice I.6.

Como Anexo I; Apéndice I.7 de este DTU-BR, adjunta copia simple de la escritura número 71,276, de fecha 24 de febrero de 2021, pasada ante la fe del Titular de la Notaría Pública 215 de la Ciudad de México, Lic. Uriel Oliva Sánchez, a través de la cual se nombra como administrador único de “ABF SERVICIOS TÉCNICOS SOCIEDAD CIVIL”, al C. [redacted], el cual cuenta a su vez con poder amplio cumplido y bastante con las siguientes facultades: pleitos y cobranzas, actos de administración, actos de dominio, entre otros.

De igual forma, como Anexo I; Apéndice I.8, se adjunta al presente, copia simple de la cédula profesional del C. [redacted]. Domicilio: [redacted].

I.3.2 Registro Federal de Contribuyentes o CURP.

[redacted]

I.3.3 Dirección del responsable técnico del documento.

[redacted]

I.3.4 Datos de inscripción en el Registro de la persona que haya formulado el documento en materia forestal y, en su caso, del responsable de dirigir.

Inscripción en el Registro Forestal Nacional, cédula fechada el 09 de mayo de 2022, de la persona moral denominada "ABF SERVICIOS TÉCNICOS SOCIEDAD CIVIL", integrada al Libro MICH, Tipo VI, Volumen 1, número 1, año 22, como prestador de Servicios Técnicos Forestales Persona Moral. (Anexo I; Apéndice I.10)

El abajo firmante, **BAJO PROTESTA DE DECIR VERDAD**, manifiesta que para la obtención de la información contenida en el presente **Documento Técnico Unificado Modalidad B Regional** del proyecto denominado **Terraesmeralda Punta Maroma**, se utilizaron las mejores técnicas y metodologías existentes, así como las medidas de prevención y mitigación más efectivas, asumiendo por tanto la responsabilidad del mismo. Lo anterior, como lo establece el art. 35 bis 1 de la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.

Se manifiesta que una vez que se autorice el **CUSTF**, el responsable de la ejecución del cambio de uso de suelo forestal será el que suscribe. No obstante, si durante la ejecución del **Proyecto** se designa a otra persona como responsable técnico se notificará a la Autoridad competente en tiempo y forma.

ATENTAMENTE

[redacted]

Responsable de la formulación del

documento en materia forestal

Número de cédula profesional: 6022725

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO (DTU) MODALIDAD B REGIONAL

PROYECTO:

"HOTEL TERRAESMERALDA PUNTA MAROMA"

CAPÍTULO II:

DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

PROMOVENTE:

TERRAESMERALDA, S.A. DE C.V.

ELABORÓ:

ABF SERVICIOS TÉCNICOS, S.C.

TABLA DE CONTENIDO

II. DESCRIPCION DEL PROYECTO 11
II.1. Información general del proyecto 11
II.1.1. Naturaleza del proyecto 11
II.1.2. Objetivo del Proyecto 16
II.1.3. Ubicación física 17
i) Coordenadas del predio del Proyecto 18
II.1.4. Inversión requerida 21
II.2. Características particulares del Proyecto 22
i) Componentes e infraestructura del Proyecto 22
i.1) Acceso 22
i.2) Lobby – Salón de Eventos 23
i.3) Estacionamiento 23
i.4) Habitaciones 24
i.5) Áreas exteriores 24
II.2.1. Programa de trabajo 25
II.2.2. Representación gráfica regional 32
II.2.3. Representación gráfica local 32
II.2.4. Preparación del sitio y construcción 33
i) Estudio previos 33
ii) Cambio de uso de suelo en terrenos forestales (CUSTF) 34
ii.1) Rescate y reubicación de flora silvestre 34
ii.2) Rescate y reubicación de fauna silvestre 35
ii.3) Delimitación y marcaje topográfico de las áreas sujetas a CUSTF 35
ii.4) Remoción de la vegetación forestal 36
ii.5) Manejo de la vegetación forestal no sujeta a rescate 36
iii) Preparación del sitio 36
iii.1) Instalación de infraestructura temporal móvil (sanitarios, oficinas, almacenes, etc.) 36
iii.2) Despalme y manejo de las capas de suelo 37
iii.3) Cimentaciones y estructura 37
iii.4) Rellenos, excavaciones y compactaciones 38

iv) Construcción 38
iv.1) Construcción de plataformas para vialidades 38
iv.2) Instalación de la planta desalinizadora y construcción de pozos de extracción e inyección 41
iv.2.1) Pozos de extracción de agua salina e inyección de salmuera 41
iv.2.1.) Planta desalinizadora del Proyecto. 45
iv.3) Construcción de la planta de tratamiento de aguas residuales 53
iv.3.1) Sistema de lodos activados 53
iv.3.2) Pretratamiento 56
iv.3.3) Mantenimiento 56
iv.3.4) Deshidratación de lodos 56
iv.3.5) Muestreo 57
iv.3.6) Medidor de volúmenes 57
iv.4) Descripción de las obras de las Fases I, II, III, IV y V 58
iv.4.1) Construcción de edificaciones e instalaciones comunes 58
a) Normas, códigos y especificaciones: 59
b) Criterio de análisis y diseño: 59
c) Especificaciones para materiales: 60
d) Planta del conjunto: 62
e) Acabados y materiales: 64
iv.4.2) Instalación hidráulica, sanitaria, pluvial y contra incendio 66
a) Instalación hidráulica 66
a.1) Bases de Diseño Hidráulicas 66
a.2.) Cálculos de líneas principales y ramaleos 68
b) Instalación contra incendio 69
b.1) Bases de Diseño Contra Incendio 69
b.2) Clasificación del tipo de incendio a extinguir 70
b.3) Calculo de línea contra incendio 71
c) Instalación sanitaria 72
c.1.) Bases de Diseño Sanitarias 72
c.2) Soportería sanitaria 73

c.3.) Características de proyecto sanitario 73
d) Instalación pluvial 74
d.1) Bases de Diseño Pluviales 74
iv.4.3) Instalación eléctrica. 75
a) Normatividad. 75
b) Bases de diseño 76
c) Habitaciones tipo y áreas comunes 77
c.1) Materiales y equipos 77
c.2.) Tableros de alumbrado y contactos áreas comunes 79
c.3.) Cálculos 79
c.4) Seccionadores de seguridad 81
c.5) Caída de tensión 82
c.6) Transformadores 83
c.7.) Tableros generales de distribución 84
c.8) Plantas generadoras de emergencia 86
c.9) Cálculos 87
c.10) Sistema de tierras 89
iv.4.3) Instalación de gas 90
iv.4.4) Instalación de albercas y riego 94
a) Instalación para albercas 94
b) Instalación para riego 95
iv.4.5) Instalaciones especiales 95
a) Sistema de control de accesos peatonal y vehicular 95
b) Estación de monitoreo y estaciones remotas de trabajo 96
c) Estación de monitoreo y estaciones remotas de trabajo 96
d) Sistema de circuito cerrado de televisión. 97
e) Sistema de detección de incendios, alarmas y voceos 99
e) Tableros de control 100
iv.4.6) Instalaciones de aire acondicionado 102
a) Descripción de proyecto Ingeniería 102
b) Referencia de cálculo 102

c) Selección de equipos centrales 103
d) Cálculo de Ductos 104
e) Drenaje de Condensados 105
f) Ductos de Aire Acondicionado 105
iv.4.7) Instalación de Cocinas 107
a) Antecedentes 107
b) Objetivos 107
c) Descripción del proyecto 107
d) Normas 108
e) Manejo de Residuos y basura 109
II.2.5 Estimación del volumen por especie de materias primas forestales derivadas del cambio de uso de suelo 109
i) Metodología para la caracterización y composición florística 111
i.1) Muestreo de la vegetación 111
i.2) Definición de la población a muestrear 111
i.2.1) Tamaño y forma de los sitios de muestreo 111
i.2.2) Distribución de los sitios de muestreo 113
i.2.3) Definición de variables 114
i.2.4) Intensidad de muestreo 115
i.2.5) Comprobación estadística del error y confiabilidad 115
ii) Metodología para el cálculo de la densidad y volumen maderable a remover 117
ii.1) Cálculo de la densidad 117
iii) Metodología para el cálculo de las existencias volumétricas 118
iii.1) Cubicación de individuos en el estrato arbóreo y arbustivo 118
iii.2) Existencias volumétricas por hectárea 120
iii.3) Existencia volumétrica total 120
iii.4) Número de individuos estimados a remover 121
iii.4.1) Estrato arbóreo 121
iii.4.2) Estrato arbustivo 121
iii.4.3) Existencias volumétricas maderables a remover 122
iii.5) Recursos No maderables 123

iii.5.1) Palmas No maderables 123
iii.5.2) Tierra de monte 123
a) Metodología de cálculo 123
b) Resultados 123
II.2.6. Estimación económica de los recursos biológicos forestales del área sujeta al cambio de uso del suelo 124
i) Estimación del valor económico de los recursos forestales maderables 124
ii) Clasificación para la valoración económica 124
iii) Métodos de medición 127
iv) Valoración económica de recursos forestales para el sitio 129
iv.1) Valores de uso directo 129
iv.1.1) Método de valuación: Método de ingreso neto 129
iv.1.1.1) Productos: Madera de aserrío y leña (productos leñosos) 130
a) Cuantificación de recursos disponibles por producto 130
a.1) Madera en rollo para aserradero 130
a.2) Madera en Palizada 131
v) Estimación del valor económico de los recursos no maderables 132
v.1) Tierra vegetal 132
vi) Estimación del valor económico de los recursos faunísticos 133
vii) Estimación del valor económico de los servicios ambientales 138
viii) Estéticos (valor de no uso: existencia) 138
ix) Protección y recuperación del suelo 139
x) Provisión de agua en calidad y cantidad 140
xi) Análisis y conclusión 140
II.2.7. Operación y mantenimiento 142
II.2.8 Desmantelamiento y abandono de las instalaciones 143
II.2.9. Residuos 143
i) Residuos peligrosos 143
ii) Residuos de manejo especial 143
iii) Residuos sólidos urbanos 143
iv) Manejo de residuos orgánicos 143

v) Aguas residuales 144

II.2.10. Emisiones 146

i) Generación de gases de efecto invernadero 146

ii) Identificar etapas del proyecto las fuentes generadoras de gases de efecto invernadero 147

iii) Determinación de los gases de efecto invernadero que se generarán durante las diferentes etapas del Proyecto, como sea el caso de H_20, $C0_2$, CH_4, N_2O, CFC, O_3, entre otros 148

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla II. 1. Fases del Proyecto 11

Tabla II. 2. Componentes Fase 1 “Zona Rosa”. 13

Tabla II. 3. Componentes Fase 2 “Zona Verde”. 14

Tabla II. 4. Componentes Fase 3 “Zona Morada”. 15

Tabla II. 5. Componentes Fase 4 “Zona amarrilla” 15

Tabla II. 6. Componentes Fase 5 “Zona verde”. 16

Tabla II. 7. Cuadro de construcción del lote 2 del Proyecto WGS84 Zona 16Q 19

Tabla II. 8. Costos estimados de las medidas de prevención, mitigación y compensación 21

Tabla II. 9. Distribución de los usos de los estacionamientos. 23

Tabla II. 10. Vigencia y fases del CUSTF 34

Tabla II. 11. . Densidades mínimas de pasos de fauna para distintos grupos. 39

Tabla II. 12. Análisis de calidad del agua, SE-1. 43

Tabla II. 13. Análisis de calidad del agua, SE-2. 44

Tabla II. 14. Análisis de calidad del agua, SE-3. 44

Tabla II. 15. Volumen de agua para consumo humano. 46

Tabla II. 16. Volumen de consumo de agua en áreas públicas y de servicios. 46

Tabla II. 17. Albercas del proyecto. 46

Tabla II. 18. Requerimientos totales de agua potable para la operación del proyecto. 47

Tabla II. 19. Límites de descarga de efluentes al pozo de inyección. 49

Tabla II. 20. Acabos y materiales de las estructuras de las fases I, II, II, IV y V 64

Tabla II. 21. Tabla de caudal máximo de tuberías para el desalojo sanitario al 1% 73

Tabla II. 22. Superficies de las microcuencas con influencia en el sitio de estudio 74

Tabla II. 23. Radios de protección de pararrayos. 89

Tabla II. 24. Ejemplo de Bitácora de campo. 112

Tabla II. 25. Coordenadas centrales de los sitios de muestreo de flora de VSA/SMQ en el área del Proyecto 113
Tabla II. 26. Tamaño de muestra por estrato y tipo de vegetación del área del Proyecto. 116
Tabla II. 27. Parámetros estadísticos obtenidos para la superficie con vegetación de VSA/SMQ en el AP ... 116
Tabla II. 28. Fórmula para la determinación del volumen por especie 118
Tabla II. 29. Individuos del estrato arbóreo a remover en el CUSTF 121
Tabla II. 30. Individuos del estrato arbustivo a remover en el CUSTF. 121
Tabla II. 31. Individuos a remover no maderable del CUSTF de VSA/SMQ 122
Tabla II. 32. Volumen Forestal maderable del estrato arbóreo a remover en el CUSTF. 122
Tabla II. 33. Volumen Forestal maderable del estrato arbustivo a remover en el CUSTF. 123
Tabla II. 34. Volumen forestal no maderable del CUSTF de VSA/SMQ 123
Tabla II. 35. Volumen de tierra de monte 124
Tabla II. 36. Clasificación de valores económicos de recursos biológicos y su diversidad 124
Tabla II. 37. Algunos métodos de medición (INE, 1997, UAES, 1997 y Claro E.et al.,1996; Lara, D, et al., 1988) 128
Tabla II. 38. Clasificación de valores identificados en el predio y método de medición económica 129
Tabla II. 39. Valor de madera en rollo por aprovechamiento de CUSTF del Proyecto 130
Tabla II. 40. Valor de madera en palizada por aprovechamiento de CUSTF del Proyecto 131
Tabla II. 41. Resumen del valor estimado para el aprovechamiento de productos no maderables 132
Tabla II. 42. Resumen del valor estimado para el aprovechamiento de productos no maderables 133
Tabla II. 43. Resumen del valor estimado para el aprovechamiento de productos maderables y no maderables. 133
Tabla II. 44. Valor estimado de fauna silvestre en el SAR, AI y AP 134
Tabla II. 45. Estimación económica de hábitat crítico de especies protegidas (biodiversidad) 138
Tabla II. 46. Costos de referencia para restauración por tipo de vegetación 139
Tabla II. 47. Costos por restauración en el área de CUSTF 139
Tabla II. 48. Costos por erosión o pérdida de suelo en el área de CUSTF 139
Tabla II. 49. Costos por servicios hidrológicos en el área de CUSTF 140
Tabla II. 50. Resumen de la valoración económica de recursos forestales, biológicos y servicios ambientales en el área de CUSTF 141
Tabla II. 51. Residuos generados en las etapas del Proyecto 145
Tabla II. 52. Potencial de calentamiento global de los gases de efecto invernadero (figuras IPCC TAR 2001) 146
Tabla II. 53. Factores de emisión para gas natural, gasolina y diésel 147
Tabla II. 54. Uso de maquinaria y equipo que generan GEI 147

Tabla II. 55. Estimación de las emisiones de GEI del Proyecto. 149

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura II. 1. Fases de desarrollo del proyecto. 12

Figura II. 2. Ubicación geopolítica del predio del Proyecto. 17

Figura II. 3. Croquis de la Fase 1 del Proyecto 5 años “Hotel Terraesmeralda Punta Maroma” 29

Figura II. 4. Croquis de la Fase 2 del Proyecto 4 años “Hotel Terraesmeralda Punta Maroma” 29

Figura II. 5. Croquis de la Fase 3 del Proyecto 3 años “Hotel Terraesmeralda Punta Maroma” 29

Figura II. 6. Croquis de la Fase 4 del Proyecto 3 años “Hotel Terraesmeralda Punta Maroma” 30

Figura II. 7. Croquis de la Fase 5 del Proyecto 3 años “Hotel Terraesmeralda Punta Maroma” 30

Figura II. 8. Croquis general de las 5 Fases del Proyecto “Hotel Terraesmeralda Punta Maroma” 31

Figura II. 9. Representación gráfica regional del Proyecto “Hotel Terraesmeralda Punta Maroma” 32

Figura II. 10. Representación gráfica local de Proyecto “Hotel Terraesmeralda Punta Maroma” 33

Figura II. 11. Se ilustra como los caminos y la infraestructura se encontrará integrada en la selva. No existiendo áreas verdes o jardines, manteniendo la vegetación nativa del predio 38

Figura II. 12. Tubo perforado en caminos de acceso interno para paso de fauna de pequeños vertebrados y canalización de drenaje pluvial. 40

Figura II. 13. Tubo perforado en caminos de acceso interno para paso de fauna de grandes mamíferos y canalización de drenaje pluvial. 40

Figura II. 14. Sección hidrológica idealizada. 41

Figura II. 15. Diseño de pozo en extracción de agua salina. 41

Figura II. 16. Diseño de pozo de inyección de salmuera. 42

Figura II. 17. Criterio de ubicación de los pozos de extracción e inyección. 43

Figura II. 18. Evidencia de la toma de muestras para análisis fisicoquímico. 43

Figura II. 19. Características de la planta de desalinizadora de ósmosis inversa modelo Kurita # USHR-150. 47

Figura II. 20. Diagrama esquemático de la operación del sistema de pozos salinos-desalinización-inyección de agua de rechazo 53

Figura II. 21. Proceso de estabilización 54

Figura II. 22. Componentes del espesador por gravedad (Water Environment Federation, 2001). 55

Figura II. 23. Esquema del sistema de lodos activados 57

Figura II. 24. Ilustración de planta de conjunto N+12.00 63

Figura II. 25. Ilustración de las habitaciones 63

Figura II. 26. Arreglo tipo de las habitaciones 63

Figura II. 27. Forma del sitio y subsitios de muestreo (estrato arbóreo, arbustivo y suculentas, sitio de 500m², (radio = 12.62 m; estrato herbáceo, subsitio de 3 m² (radio = 1 m). 112

Figura II. 28. Distribución de los sitios de muestreo de flora en el Área del Proyecto y AI 114

II. DESCRIPCION DEL PROYECTO

II.1. Información general del proyecto

II.1.1. Naturaleza del proyecto

La ubicación donde se desarrollará el **Hotel Terraesmeralda Punta Maroma** (en adelante Proyecto) será en una superficie de 11.8525 ha, conformada por dos predios:

- El **lote 1, número 004-01** con una superficie de 93,533.07 m^2 con un frente de 450 m frente a la playa y un fondo de 571m aproximadamente, un Coeficiente de Ocupación Superficial (**COS**) de 0.5, con un Uso de Suelo Hotelero y una densidad neta de 1,193 cuartos por el lote de conformidad con el Acuerdo mediante el cual se aprueba el Cambio de Uso de Suelo del predio identificado como punta Maroma del municipio de Solidaridad, Quintana Roo, aprobado en la trigésima primera sesión ordinaria del H. Ayuntamiento de Solidaridad, Quintana Roo período 213-2016, publicado en el Periódico Oficial del Estado de Quintana Roo, el 31 marzo de 2015 (**Anexo_III_1_Uso de suelo del capitulo III**, se presenta Acuerdo publicado).
- El **lote 2, número 053-4** con una superficie de 24,991.97 m^2, con vocación de uso de suelo Turístico con un Cambio de Uso de Suelo (**CUS**) de 0.35 de conformidad a la UGA 17 “Corredor turístico Punta Brava – Xcalacoco” del Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Solidaridad, Quintana Roo, publicado el 25 de mayo de 2009 en el Periódico Oficial del Estado de Quintana Roo.

El Proyecto será de gran valor a la creciente demanda turística de Quintana Roo y la imagen arquitectónica de la zona. El Hotel Terraesmeralda Punta Maroma busca desarrollar un nuevo destino vacacional que ofrezca al mismo tiempo, la versatilidad de un hotel familiar, así como la tranquilidad y exclusividad de unidades de propiedad.

El Proyecto se propone como un hotel que contiene distintas zonas características para ofrecer a los huéspedes distintas experiencias dentro del conjunto, así mismo se contempla la edificación de una zona residencial. Estas zonas se definieron con base en la topografía existente, las condiciones naturales del terreno, su vegetación y el contexto. El desarrollo del hotel será paulatino y conforme a la demanda de servicios en la zona; está proyectado en cinco fases dentro de los dos lotes propuestos en una superficie de 5.9234 ha de las 11.8525 ha totales y un lapso de 18 años.

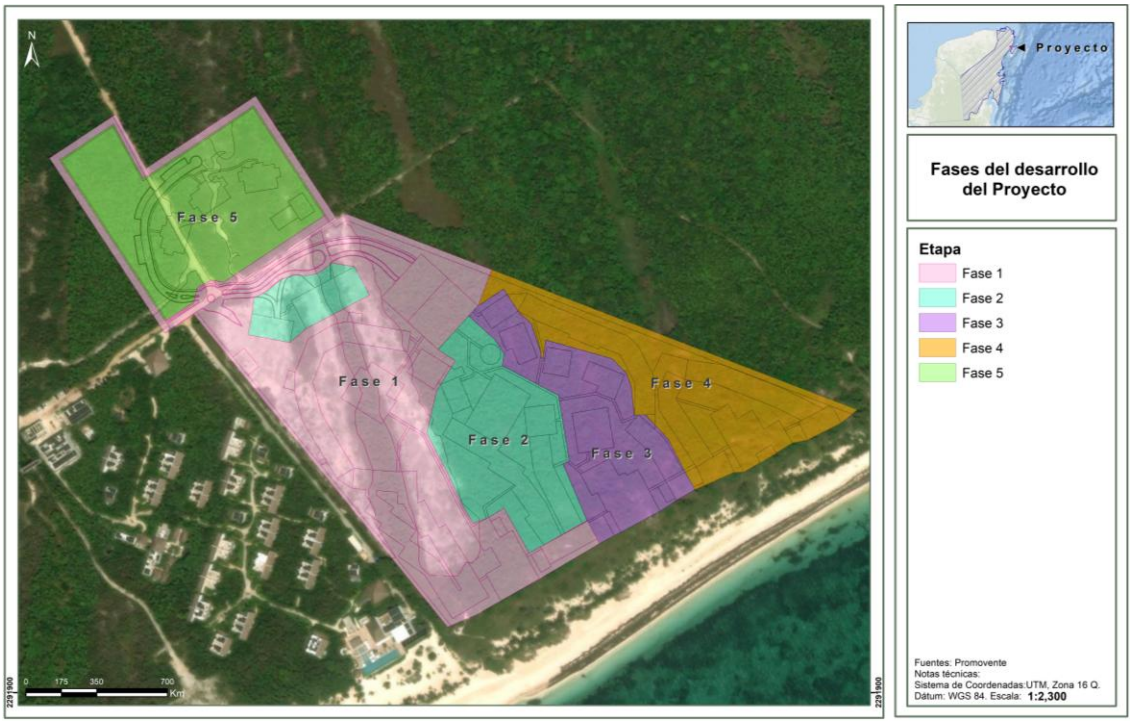
El Proyecto consiste en un desarrollo turístico integral a realizarse en cinco fases, se plantea como una estrategia de urbanización gradual dentro del conjunto de los dos lotes, de la siguiente manera:

Tabla II. 1. Fases del Proyecto

Lote	Fase	Superficie total (m^2)	Superficie de ocupación (m^2)	Superficie de conservación (m^2)	Período (años)
Lote 1 número 004-01	Fase 1 “Zona Rosa”	42,872.56	21,802.59	21,069.97	5
Lote 2 número 053-4		4,659.31	3,722.76	936.56	

Lote	Fase	Superficie total (m^2)	Superficie de ocupación (m^2)	Superficie de conservación (m^2)	Período (años)
Lote 1 número 004-01	Fase 2 “Zona Verde”	19,073.97	10,373.21	8,700.76	4
Lote 1 número 004-01	Fase 3 “Zona Morada”	14,024.15	7,740.62	6,283.54	3
Lote 1 número 004-01	Fase 4 “Zona amarrilla”	17,562.39	11,680.77	5,881.61	3
Lote 2 número 053-4	Fase 5 “Zona verde”	20,332.66	5,046.37	15,286.29	3
	Total	**118,525.05**	**60,366.32**	**58,158.73**	**18**

Figura II. 1. Fases de desarrollo del proyecto.



Esta actividad económica pertenece al sector **727211 Hoteles moteles y similares** del Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte, México SCIAN 2023 del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (**INEGI**)[1].

El **Proyecto** se refiere a un conjunto de obras y actividades establecidas en el artículo 28, fracciones VII y IX de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (**LGEEPA**) y el artículo 5°, inciso O, fracción I, inciso Q del Reglamento de la **LGEEPA** en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (**REIA**), conforme a las fases y componentes que lo integran de cada una:

[1] https://www.inegi.org.mx/contenidos/app/scian/tablaxvi.pdf.

Fase 1 “Zona Rosa”

Tabla II. 2. Componentes Fase 1 “Zona Rosa”.

Componente	Afectación	Sellamiento	Predio	Fase	Sup_m²
Andador interno	Permanente	Sin sellamiento	Predio 1	Fase 1	344.04
Andador interno	Permanente	Sin sellamiento	Predio 1	Fase 1	131.28
Edificios-E	Permanente	Con sellamiento	Predio 1	Fase 1	762.62
Alberca de adultos	Permanente	Con sellamiento	Predio 1	Fase 1	66.30
Alberca de adultos	Permanente	Con sellamiento	Predio 1	Fase 1	1734.02
Snack bar 1	Permanente	Con sellamiento	Predio 1	Fase 1	122.91
Kids Club	Permanente	Con sellamiento	Predio 1	Fase 1	0.05
Patio	Permanente	Sin sellamiento	Predio 1	Fase 1	358.19
Patio	Permanente	Sin sellamiento	Predio 1	Fase 1	411.28
Edificios B	Permanente	Con sellamiento	Predio 1	Fase 1	2046.83
Edificios B	Permanente	Con sellamiento	Predio 1	Fase 1	2865.40
Edificio-D	Permanente	Con sellamiento	Predio 1	Fase 1	5.27
Alberca-1	Permanente	Con sellamiento	Predio 1	Fase 1	799.71
Alberca-1	Permanente	Con sellamiento	Predio 1	Fase 1	601.83
Snack bar 3	Permanente	Con sellamiento	Predio 1	Fase 1	130.67
Edificio-C	Permanente	Con sellamiento	Predio 1	Fase 1	2.30
Restaurante de especialidades	Permanente	Con sellamiento	Predio 1	Fase 1	23.63
Restaurante de especialidades	Permanente	Con sellamiento	Predio 1	Fase 1	600.48
Planta de tratamiento	Permanente	Con sellamiento	Predio 1	Fase 1	240.00
Edificios -A	Permanente	Con sellamiento	Predio 1	Fase 1	3058.98
Edificios -A	Permanente	Con sellamiento	Predio 1	Fase 1	315.01
Acceso servicio (Restricción)	Permanente	Sin sellamiento	Predio 1	Fase 1	794.92
Acceso servicio (Restricción)	Permanente	Sin sellamiento	Predio 1	Fase 1	222.04
Lobby	Permanente	Con sellamiento	Predio 1	Fase 1	1738.21
Barda perimetral	Permanente	Con sellamiento	Predio 2	Fase 1	17.77
Barda perimetral	Permanente	Con sellamiento	Predio 2	Fase 1	34.91
Vialidad externa	Permanente	Con sellamiento	Predio 2	Fase 1	274.20
Vialidad externa	Permanente	Con sellamiento	Predio 2	Fase 1	2835.72
Motor Lobby	Permanente	Con sellamiento	Predio 1	Fase 1	0.02
Motor Lobby	Permanente	Con sellamiento	Predio 1	Fase 1	1490.95
Beach Club	Permanente	Con sellamiento	Predio 1	Fase 1	170.90
Restricción	Permanente	Sin sellamiento	Predio 1	Fase 1	60.14
Restricción	Permanente	Sin sellamiento	Predio 1	Fase 1	654.75
Caseta de acceso 1	Permanente	Con sellamiento	Predio 1	Fase 1	12.64
Banqueta peatonal	Permanente	Sin sellamiento	Predio 2	Fase 1	6.82

Componente	Afectación	Sellamiento	Predio	Fase	Sup_m²
Vialidad interna	Permanente	Sin sellamiento	Predio 2	Fase 1	326.19
Conservación	Permanente	Sin sellamiento	Predio 2	Fase 1	692.07
Conservación	Permanente	Sin sellamiento	Predio 1	Fase 1	7042.27
Vialidad interna	Permanente	Sin sellamiento	Predio 2	Fase 1	100.16
Vialidad interna	Permanente	Sin sellamiento	Predio 1	Fase 1	440.69
Vialidad interna	Permanente	Sin sellamiento	Predio 1	Fase 1	1006.04
Banqueta peatonal	Permanente	Sin sellamiento	Predio 1	Fase 1	92.93
Banqueta peatonal	Permanente	Sin sellamiento	Predio 2	Fase 1	36.69
Guarnición	Permanente	Con sellamiento	Predio 2	Fase 1	19.40
Guarnición	Permanente	Con sellamiento	Predio 1	Fase 1	108.04
Guarnición	Permanente	Con sellamiento	Predio 1	Fase 1	241.73
Banqueta peatonal	Permanente	Sin sellamiento	Predio 2	Fase 1	14.89
Banqueta peatonal	Permanente	Sin sellamiento	Predio 1	Fase 1	147.79
Conservación	Permanente	Sin sellamiento	Predio 1	Fase 1	14027.70
Guarnición	Permanente	Con sellamiento	Predio 2	Fase 1	56.00
Conservación	Permanente	Sin sellamiento	Predio 2	Fase 1	244.48
				Total	**47,531.88**

Fase 2 “Zona Verde”

Tabla II. 3. Componentes Fase 2 “Zona Verde”.

Componente	Afectación	Sellamiento	Predio	Fase	Sup_m²
Andador interno	Permanente	Sin sellamiento	Predio 1	Fase 2	30.75
Andador interno	Permanente	Sin sellamiento	Predio 1	Fase 2	531.32
Patio	Permanente	Sin sellamiento	Predio 1	Fase 2	275.54
Edificio-D	Permanente	Con sellamiento	Predio 1	Fase 2	1423.74
Restaurante mexicano	Permanente	Con sellamiento	Predio 1	Fase 2	627.72
Edificio-C	Permanente	Con sellamiento	Predio 1	Fase 2	2306.71
Spa	Permanente	Con sellamiento	Predio 1	Fase 2	1760.50
Estacionamiento del Salón de Eventos	Permanente	Sin sellamiento	Predio 1	Fase 2	648.00
Salón de eventos	Permanente	Con sellamiento	Predio 1	Fase 2	1304.66
Salón de eventos	Permanente	Con sellamiento	Predio 1	Fase 2	323.93
Edificio-C	Permanente	Con sellamiento	Predio 1	Fase 2	454.70
Alberca-C	Permanente	Con sellamiento	Predio 1	Fase 2	228.87
Conservación	Permanente	Sin sellamiento	Predio 1	Fase 2	7148.81
Vialidad interna	Permanente	Sin sellamiento	Predio 1	Fase 2	107.22
Vialidad interna	Permanente	Sin sellamiento	Predio 1	Fase 2	283.07
Guarnición	Permanente	Con sellamiento	Predio 1	Fase 2	6.49

Componente	Afectación	Sellamiento	Predio	Fase	Sup_m²
Guarnición	Permanente	Con sellamiento	Predio 1	Fase 2	59.99
Conservación	Permanente	Sin sellamiento	Predio 1	Fase 2	1551.96
				Total	**19,037.97**

Fase 3 "Zona Morada"

Tabla II. 4. Componentes Fase 3 "Zona Morada".

Componente	Afectación	Sellamiento	Predio	Fase	Sup_m²
Andador interno	Permanente	Sin sellamiento	Predio 1	Fase 3	355.57
Kids Club	Permanente	Con sellamiento	Predio 1	Fase 3	279.45
Beach Club	Permanente	Con sellamiento	Predio 1	Fase 3	120.93
Alberca familiar	Permanente	Con sellamiento	Predio 1	Fase 3	2084.00
Patio	Permanente	Sin sellamiento	Predio 1	Fase 3	385.70
Edificio-I	Permanente	Con sellamiento	Predio 1	Fase 3	307.23
Edificio-H	Permanente	Con sellamiento	Predio 1	Fase 3	978.07
Bistro	Permanente	Con sellamiento	Predio 1	Fase 3	1041.26
Alberca-B	Permanente	Con sellamiento	Predio 1	Fase 3	629.04
Restaurante italiano	Permanente	Con sellamiento	Predio 1	Fase 3	472.87
Alberca-A	Permanente	Con sellamiento	Predio 1	Fase 3	629.13
Edificios-F	Permanente	Con sellamiento	Predio 1	Fase 3	457.37
Conservación	Permanente	Sin sellamiento	Predio 1	Fase 3	6283.54

Fase 4 "Zona amarrilla"

Tabla II. 5. Componentes Fase 4 "Zona amarrilla".

Componente	Afectación	Sellamiento	Predio	Fase	Sup_m²
Andador interno	Permanente	Sin sellamiento	Predio 1	Fase 4	194.49
Patio	Permanente	Sin sellamiento	Predio 1	Fase 4	192.90
Edificio-I	Permanente	Con sellamiento	Predio 1	Fase 4	141.61
Ocean Front	Permanente	Con sellamiento	Predio 1	Fase 4	529.18
Snack bar 2	Permanente	Con sellamiento	Predio 1	Fase 4	130.31
Alberca-2	Permanente	Con sellamiento	Predio 1	Fase 4	1816.94
Edificio-H	Permanente	Con sellamiento	Predio 1	Fase 4	0.01
Edificios-J	Permanente	Con sellamiento	Predio 1	Fase 4	1398.02
Edificios-K	Permanente	Con sellamiento	Predio 1	Fase 4	1921.62
Restaurante thai	Permanente	Con sellamiento	Predio 1	Fase 4	484.40
Edificios-G	Permanente	Con sellamiento	Predio 1	Fase 4	2698.74
Edificios-L	Permanente	Con sellamiento	Predio 1	Fase 4	534.70
Restricción	Permanente	Sin sellamiento	Predio 1	Fase 4	1637.86

Componente	Afectación	Sellamiento	Predio	Fase	Sup_m²
Conservación	Permanente	Sin sellamiento	Predio 1	Fase 4	5881.61
				Total	**17,562.39**

Fase 5 "Zona verde"

Tabla II. 6. Componentes Fase 5 "Zona verde".

Componente	Afectación	Sellamiento	Predio	Fase	Sup_m²
Estacionamiento 1	Permanente	Sin sellamiento	Predio 2	Fase 5	130.70
Edificio 1	Permanente	Con sellamiento	Predio 2	Fase 5	187.51
Edificio 1	Permanente	Con sellamiento	Predio 2	Fase 5	470.52
Alberca	Permanente	Con sellamiento	Predio 2	Fase 5	249.80
Casa Club	Permanente	Con sellamiento	Predio 2	Fase 5	270.75
Estacionamiento 2	Permanente	Sin sellamiento	Predio 2	Fase 5	2.94
Estacionamiento 2	Permanente	Sin sellamiento	Predio 2	Fase 5	150.20
Edificio 2	Permanente	Con sellamiento	Predio 2	Fase 5	136.68
Edificio 2	Permanente	Con sellamiento	Predio 2	Fase 5	521.34
Edificio 3	Permanente	Con sellamiento	Predio 2	Fase 5	658.02
Estacionamiento 3	Permanente	Sin sellamiento	Predio 2	Fase 5	135.59
Conservación	Permanente	Sin sellamiento	Predio 2	Fase 5	15.63
Conservación	Permanente	Sin sellamiento	Predio 2	Fase 5	399.87
Barda perimetral	Permanente	Con sellamiento	Predio 2	Fase 5	10.75
Barda perimetral	Permanente	Con sellamiento	Predio 2	Fase 5	623.57
Vialidad externa	Permanente	Con sellamiento	Predio 2	Fase 5	1.46
Caseta de acceso 2	Permanente	Con sellamiento	Predio 2	Fase 5	8.75
Vialidad interna	Permanente	Sin sellamiento	Predio 2	Fase 5	49.12
Conservación	Permanente	Sin sellamiento	Predio 2	Fase 5	13,890.89
Vialidad interna	Permanente	Sin sellamiento	Predio 2	Fase 5	912.90
Banqueta peatonal	Permanente	Sin sellamiento	Predio 2	Fase 5	285.08
Guarnición	Permanente	Con sellamiento	Predio 2	Fase 5	192.39
Banqueta peatonal	Permanente	Sin sellamiento	Predio 2	Fase 5	33.82
Guarnición	Permanente	Con sellamiento	Predio 2	Fase 5	14.49
Conservación	Permanente	Sin sellamiento	Predio 2	Fase 5	979.89
				Total	**20,332.66**

II.1.2. Objetivo del Proyecto

El objetivo del Proyecto es ofrecer una alternativa turística dentro del corredor turístico de Punta Maroma; que sea un espacio de esparcimiento y descanso, mediante la construcción de un hotel integrado con el medio ambiente de la zona respetando los criterios de ocupación superficial

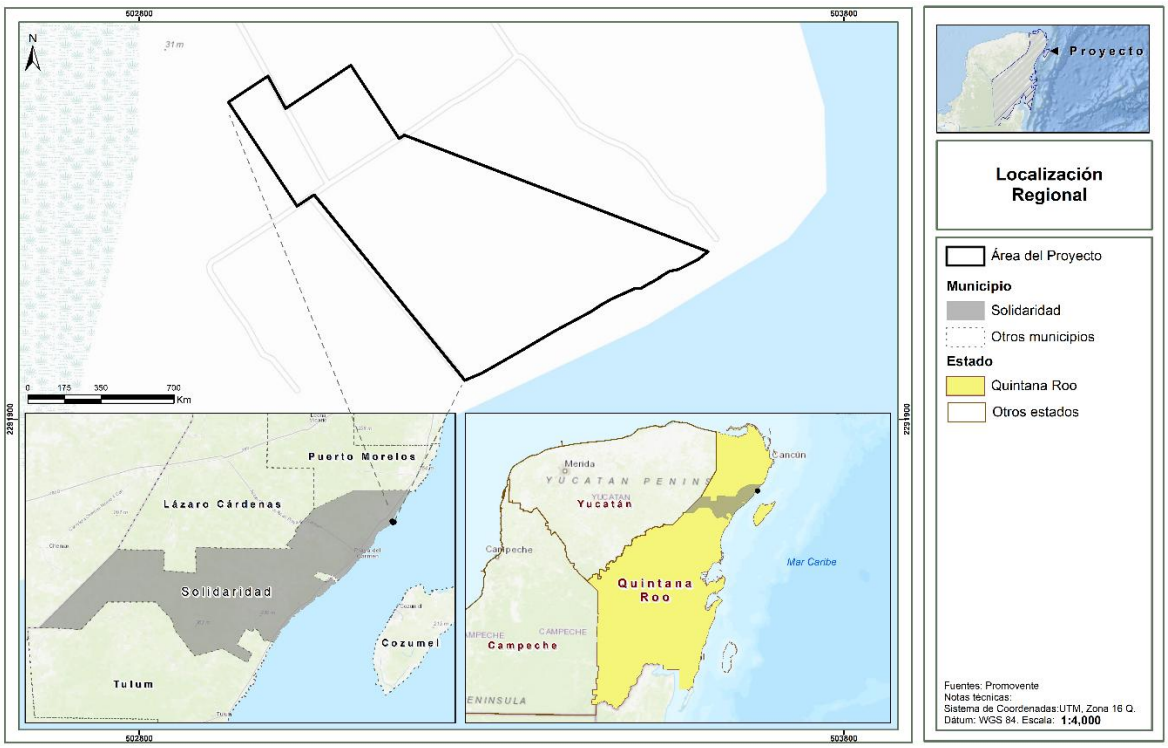
establecidos en los instrumentos de Ordenamiento Ecológico y de uso de suelo local del Municipio de Solidaridad, Quintana Roo.

II.1.3. Ubicación física

El sitio se localiza geográficamente en la Latitud Norte a 20° 43' 48.17" N y en la Latitud Oeste 86° 57' 58.17" dentro del complejo Punta Maroma, en el corredor turístico Puerto Morelos, en el Municipio de Solidaridad, Quintana Roo.

Se trata de un predio irregular con una superficie total de 118,525.05 ha con un frente a playa de 450m y vista franca al norte de la Isla de Cozumel. El sitio está a una distancia de 2.3 km desde la carretera Federal 307 Cancún – Tulum.

Figura II. 2. Ubicación geopolítica del predio del Proyecto**.**



i) Coordenadas del predio del Proyecto

El proyecto se pretende desarrollar en un predio fusionado de dos lotes con una superficie total de 11.8525 ha, lote 1 número 004-01 con una superficie de 93,533.07 m^2 y lote 2 número 053-4 con una superficie de 24,991.97 m^2, por lo que a continuación se presenta el cuadro de construcción del mismo.

Tabla 0.1. Cuadro de construcción del lote 1 del Proyecto WGS84 Zona 16Q

Predio	Vértice	X	Y
Predio 1	1	503177.3666	2292302.295
Predio 1	2	503202.5034	2292292.678
Predio 1	3	503243.7799	2292276.887
Predio 1	4	503299.4073	2292255.605
Predio 1	5	503410.6467	2292213.047
Predio 1	6	503607.3224	2292137.803
Predio 1	7	503602.8569	2292134.175
Predio 1	8	503593.6897	2292126.727
Predio 1	9	503565.5263	2292112.469
Predio 1	10	503552.7475	2292109.836
Predio 1	11	503539.0452	2292101.638
Predio 1	12	503539.2901	2292101.228
Predio 1	13	503525.9793	2292093.264
Predio 1	14	503525.7344	2292093.673
Predio 1	15	503511.9853	2292085.447
Predio 1	16	503503.4914	2292085.207
Predio 1	17	503470.6008	2292070.581
Predio 1	18	503454.8898	2292061.719
Predio 1	19	503441.2084	2292052.636
Predio 1	20	503408.1369	2292034.904
Predio 1	21	503402.6235	2292031.992
Predio 1	22	503390.2136	2292025.438
Predio 1	23	503339.7011	2291995.698
Predio 1	24	503339.4911	2291995.58
Predio 1	25	503312.2041	2291980.141
Predio 1	26	503307.0287	2291977.213
Predio 1	27	503286.3431	2291965.317
Predio 1	28	503264.9586	2291956.498

Predio	Vértice	X	Y
Predio 1	29	503262.1555	2291955.19
Predio 1	30	503215.2277	2292012.904
Predio 1	31	503048.3435	2292218.147
Predio 1	32	503050.8342	2292219.834
Predio 1	33	503055.1839	2292222.716
Predio 1	34	503056.1125	2292223.33
Predio 1	35	503063.1519	2292227.982
Predio 1	36	503063.5664	2292228.019
Predio 1	37	503064.1557	2292228.177
Predio 1	38	503064.7086	2292228.434
Predio 1	39	503065.2084	2292228.784
Predio 1	40	503065.6398	2292229.216
Predio 1	41	503065.9897	2292229.716
Predio 1	42	503066.0857	2292229.922
Predio 1	43	503073.0061	2292234.495
Predio 1	44	503073.4333	2292234.778
Predio 1	45	503079.2371	2292238.614
Predio 1	46	503080.1725	2292239.232
Predio 1	47	503086.0501	2292243.117
Predio 1	48	503086.8564	2292243.65
Predio 1	49	503089.1035	2292245.135
Predio 1	50	503162.8602	2292293.883
Predio 1	51	503163.9688	2292294.607
Predio 1	52	503164.7885	2292295.143
Predio 1	53	503168.9897	2292297.891
Predio 1	54	503168.9977	2292297.897
Predio 1	55	503169.0187	2292297.865
Predio 1	56	503176.3278	2292302.692

Tabla II. 7. Cuadro de construcción del lote 2 del Proyecto WGS84 Zona 16Q

Predio	Vértice	X	Y
Predio 2	1	503100.4222	2292401.666
Predio 2	2	503167.8635	2292299.596
Predio 2	3	503168.9897	2292297.891

Predio	Vértice	X	Y
Predio 2	4	503164.7885	2292295.143
Predio 2	5	503163.9688	2292294.607
Predio 2	6	503162.8602	2292293.883
Predio 2	7	503089.1035	2292245.135
Predio 2	8	503086.8564	2292243.65
Predio 2	9	503086.0501	2292243.117
Predio 2	10	503080.1725	2292239.232
Predio 2	11	503079.2371	2292238.614
Predio 2	12	503073.4333	2292234.778
Predio 2	13	503073.0061	2292234.495
Predio 2	14	503066.0857	2292229.922
Predio 2	15	503065.9897	2292229.716
Predio 2	16	503065.6398	2292229.216
Predio 2	17	503065.2084	2292228.784
Predio 2	18	503064.7086	2292228.434
Predio 2	19	503064.1557	2292228.177
Predio 2	20	503063.5664	2292228.019
Predio 2	21	503063.1519	2292227.982
Predio 2	22	503056.1125	2292223.33
Predio 2	23	503055.1839	2292222.716
Predio 2	24	503050.8342	2292219.834
Predio 2	25	503048.3435	2292218.147
Predio 2	26	503046.7783	2292217.113
Predio 2	27	503033.7713	2292208.515
Predio 2	28	503029.1109	2292205.435
Predio 2	29	503029.1068	2292205.432
Predio 2	30	503029.1029	2292205.43
Predio 2	31	503026.7159	2292203.852
Predio 2	32	503024.0995	2292202.123
Predio 2	33	503024.0914	2292202.117
Predio 2	34	503023.8158	2292202.534
Predio 2	35	503020.5086	2292207.54
Predio 2	36	503020.0589	2292208.221
Predio 2	37	503014.2846	2292216.962

Predio	Vértice	X	Y
Predio 2	38	503011.9651	2292220.473
Predio 2	39	502926.758	2292349.452
Predio 2	40	502926.7661	2292349.457
Predio 2	41	502980.129	2292384.712
Predio 2	42	502982.6851	2292386.4
Predio 2	43	503003.9464	2292347.975
Predio 2	44	503007.7021	2292341.187
Predio 2	45	503007.7035	2292341.185
Predio 2	46	503008.0169	2292340.618
Predio 2	47	503008.025	2292340.623
Predio 2	48	503008.0334	2292340.629

En el **Anexo II_1_Coordenadas,** en el **Apéndice 1**, se incluyen los archivos correspondientes de coordenadas geográficas en formato **SHP**, **KMZ** delimitan los lotes del predio y en el **Apéndice 2** se incluyen los archivos correspondientes de coordenadas geográficas en formato **SHP**, **KMZ** de los principales componentes del Proyecto.

II.1.4. Inversión requerida

Para desarrollar el Proyecto, se requiere de una inversión de USD$ 5,000,000.00[2]. ($92,750,000.00 M.N.) El Proyecto se tendrá el siguiente estimado de los costos de las medidas de prevención, mitigación y compensación.

Tabla II. 8. Costos estimados de las medidas de prevención, mitigación y compensación

Medida	Costo aproximado por año
Programa de ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna silvestre	$350,000.00
Programa de ahuyentamiento, rescate y reubicación de flora silvestre	$300,000.00
Programa de Vigilancia Ambiental	$850,000.00
Programa de conservación de suelos	$80,000.00
Programa de Manejo Integral de Residuos	$120,000.00
Programa de Reforestación	$84,534.29
Programa de Educación Ambiental	$60,000.00

[2] El tipo de cambio (FIX) es determinado por el Banco de México con base en un promedio de cotizaciones del mercado de cambios al mayoreo para operaciones liquidables el segundo día hábil bancario siguiente y que son obtenidas de plataformas de transacción cambiaria y otros medios electrónicos con representatividad en el mercado de cambios. El Banco de México da a conocer el FIX a partir de las 12:00 horas de todos los días hábiles bancarios, se publica en el Diario Oficial de la Federación (DOF) un día hábil bancario después de la fecha de determinación y es utilizado para solventar obligaciones denominadas en dólares liquidables en la República Mexicana al día siguiente de la publicación en el DOF. Para mayor información sobre este tipo de cambio consulte: El Título Tercero, Capítulo V de la Circular 3/2012 del Banco de México.

Medida	Costo aproximado por año
Acciones específicas	$150,000.00
Total	**$1,994,534.29**

II.2. Características particulares del Proyecto

El Proyecto contará con 954 llaves de hotel en un conjunto de 10 de edificios, un destination spa, salón de eventos y áreas públicas como gimnasio, áreas de ventas, canchas de tenis, áreas de servicio y 8 albercas en total, de adultos y niños, así como centros de consumo suficientes para la capacidad del hotel. Además, contará con 802 cajones de estacionamiento ubicados a nivel natural del terreno.

Se pretende tener un mix de habitaciones las cuales se distribuyen de la siguiente manera:

- 682 llaves junior
- 108 llaves presidenciales
- 164 llaves ejecutivas

Áreas Exteriores: estarán conformadas por Motor-Lobby de hotel, motor lobby eventos, motor lobby ventas, estacionamiento de corto plazo y estacionamiento ventas y canchas de tenis.

Áreas Públicas: se conforman por salón de eventos con sus respectivas áreas (ballroom, foyer, breakouts, oficinas administrativas, pantry, storage y servicios sanitarios); oficinas corporativas (con estacionamiento 279 autos, lobby, oficinas directores y corporativos, servicios sanitarios, archivo, impresiones, site y comedor corporativo); lobby & motor lobby con diferentes áreas (lobby, front desk, concierge, front office, lobby lounge& bar, sky bar y servicios sanitarios); locales comerciales, gimnasio, spa, área de alimentos y bebidas ubicadas en diferentes áreas del hotel y con restaurantes de diferentes especialidades y estacionamiento con capacidad para 802 autos.

Ahora bien, como se ha mencionado, el desarrollo del **Proyecto** estará conformado por 5 fases, a realizar de manera gradual durante un lapso de 18 años, dentro de una superficie de 11.8525 ha. En cada una de las fases se desplantará una superficie de construcción con los siguientes componentes en planta baja.

i) Componentes e infraestructura del Proyecto

i.1) Acceso

El acceso al hotel es a través de un motor lobby cubierto al cual se llega mediante una avenida de acceso, la que se ubica en la esquina noreste del conjunto. Por este motor lobby principal se ingresa vehicularmente al área de ventas y al destination spa, el cual tiene su ingreso peatonal independiente al del hotel. Cruzando el motor lobby principal se encuentra un drop-off para el área de ventas, que lleva a una recepción de ventas y ésta a su vez conecta con el edificio de ventas que se desplanta en el nivel N+8.00.

El ingreso peatonal al hotel es a través de un espacio que se ha denominada “la ventana”, en donde se encuentran las salas VIP, recepción huéspedes, recepción de maletas y servicios sanitarios.

Entrando al lobby, el primer espacio con el que se encuentra el huésped es un gran salón con salas de espera para el check-in, desde donde se tiene una gran vista al mar. Desde este espacio, el huésped tiene acceso a concierges, sanitarios, un lobby bar y al front desk.

El lobby se lleva a través de un corredor hacia el poniente al salón de eventos y hacia el oriente conecta con el área denominada "Zona Rosa" en cuya plaza central se encuentran varias amenidades del hotel como, un deli, el Coffe Shop, el Teen´s Club, el sport´s bar, un restaurante de especialidades, restaurantes temáticos, locales comerciales y servicios sanitarios.

i.2) Lobby – Salón de Eventos

El salón de eventos se encuentra al noroeste del complejo, con la intención de que esta amenidad pueda dar servicio interno de huéspedes y además puede ser utilizada por clientes independientes al hotel.

El salón de eventos se desplanta en el N+12.00, es decir, al mismo nivel del Lobby y nivel de acceso principal.

En las otras secciones de este nivel se alojan habitaciones que cuyo acceso es por medio de rampas, escaleras, elevadores que conectan directamente con las áreas públicas.

i.3) Estacionamiento

Es en estos niveles donde se pretende tener los espacios de estacionamiento, dedicados a colaboradores y estacionamientos para el hotel, salón de eventos, así como el resto de las áreas de BOH y una parte del MEP y áreas de almacenamiento y servicios, oficinas corporativas, las cuales contarán con privados para directores. Se pretenden albergar 802 autos, siendo estos distribuidos de la siguiente manera.

Tabla II. 9. Distribución de los usos de los estacionamientos.

Lugares de estacionamiento	No. de cajones
Huéspedes	232
Colaboradores	270
Comité de operaciones	125
Ventas	25
Salón de eventos	150
Total	**802**

Se contemplan además áreas para salas de juntas, archivo, site, cajeros automáticos, servicios sanitarios calculados de acuerdo con la norma, área de impresiones y un comedor corporativo que al mismo tiempo pueda ser utilizado como espacio de trabajo. También en este nivel se alojan las áreas técnicas y de servicios (back of house) del hotel, como lo son: el andén de carga y descarga, almacenamiento, basura, lavandería, servicio de limpieza, áreas de empleados, cocina general y cuartos de máquinas. La ruta de servicio general que conecta las áreas de servicio con los centros de consumo y cuartos de hotel se realiza en este nivel.

i.4) Habitaciones

En total los edificios tendrán 954 llaves de hotel, cuartos de una unidad de alojamiento estándar con una o dos camas y un baño o una unidad de alojamiento tipo suite con una o dos camas y baño más estancia-comedor y baño; por lo que junior y ejecutiva cuentan como 1 cuarto y la presidencial cuenta como dos cuartos, se pretende contar con un área de 136,695m2 de construcción.

Los huéspedes ingresan a estos niveles a través de elevadores y escaleras que se encuentran en cada edificio. Los edificios del Proyecto se han emplazado para lograr que éstos tengan vistas al mar, en especial los edificios de habitaciones, los cuales tienen vista al mar, albercas y áreas de vegetación.

Para lograr esto se ha utilizado la topografía natural del terreno en algunos casos, y en otros, se han creado plataformas artificiales para lograr el efecto de escalamiento y así lograr las vistas al mar. De la misma manera, se ha considerado la importancia de las vistas de los edificios vecinos al hotel, de manera que la altura de los edificios dentro del conjunto está estudiada para no comprometer las vistas de los edificios vecinos.

i.5) Áreas exteriores

Las áreas exteriores el hotel, incluyen el diseño del paisaje y las albercas responden de manera distinta a las características específicas de cada una de las zonas del concepto del conjunto. En total hay 6 albercas con diferentes usos: alberca familiar, alberca de adultos y albercas para niños.

Existirá una alberca preferentemente de uso familiar en la cual se generan espacios abiertos en donde se disfruta el viento y sol pleno, tendrá un área de asoleadero con zonas verdes las cuáles se integran con la vegetación.

II.2.1. Programa de trabajo

A continuación, se presenta el programa de trabajo del Proyecto. Se resaltan en color verde aquellas acciones orientadas a la aplicación de medidas de mitigación de los impactos ambientales derivados del Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales, se indican las actividades de preparación del sitio y construcción del Proyecto; así como las de operación y mantenimiento. Las vigencias para cada una de las etapas se señalan a continuación:

- Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales con una vigencia de 18 años, desglosada de la siguiente manera:
  - Fase I una vigencia de 5 años.
  - Fase II una vigencia de 4 años.
  - Fase III una vigencia de 3 años.
  - Fase IV una vigencia de 3 años.
  - Fase V una vigencia de 3 años.
- Preparación del sitio y construcción con una vigencia de 18 años.
- Operación y mantenimiento con una vigencia de hasta 99 años.

Tabla 0.1. Programa de Trabajo

Nombre de la tarea	Año	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19 al 99
Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales (CUSTF)																				
Rescate y reubicación de flora silvestre		Fase I					Fase II				Fase III			Fase IV			Fase V			
Rescate y ahuyentamiento de fauna silvestre																				
Delimitación y marcaje topográfico de las áreas sujetas a CUSTF.																				
Remoción de la vegetación (Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales)																				
Manejo de la vegetación no sujeta a rescate																				
Preparación del sitio																				

Nombre de la tarea	Año	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19 al 99
Instalación de infraestructura temporal móvil (sanitarios, oficinas, almacenes, etc)																				
Despalme y manejo de las capas de suelo																				
Cimentaciones de la infraestructura																				
Rellenos, excavaciones y compactaciones																				
Construcción																				
Construcción de plataformas para vialidades																				
Instalación de la planta desalinizadora y pozos de extracción e inyección																				
Construcción de la planta de tratamiento de aguas residuales																				
Fase I																				
Construcción de edificaciones e instalaciones comunes.																				
Instalación hidráulica, sanitaria, pluvial y contra incendio.																				
Instalación elécrica																				
Instalación de gas																				
Instalaciones alberca y riego																				
Instalaciones especiales																				
Instalaciones aire acondicionado																				
Cocinas																				
Fase II																				
Construcción de edificaciones e instalaciones comunes.																				
Instalación hidráulica, sanitaria, pluvial y contra incendio.																				
Instalación eléctrica																				
Instalación de gas																				
Instalaciones alberca y riego																				

Nombre de la tarea	Año	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19 al 99
Instalaciones especiales																				
Instalaciones aire acondicionado																				
Cocinas																				
Fase III																				
Construcción de edificaciones e instalaciones comunes																				
Instalación hidráulica, sanitaria, pluvial y contra incendio																				
Instalación eléctrica																				
Instalación de gas																				
Instalaciones alberca y riego																				
Instalaciones especiales																				
Instalaciones aire acondicionado																				
Cocinas																				
Fase IV																				
Construcción de edificaciones e instalaciones comunes																				
Instalación hidráulica, sanitaria, pluvial y contra incendio																				
Instalación eléctrica																				
Instalación de gas																				
Instalaciones alberca y riego																				
Instalaciones especiales																				
Instalaciones aire acondicionado																				
Cocinas																				
Fase V																				
Construcción de edificaciones e instalaciones comunes																				
Instalación hidráulica, sanitaria, pluvial y contra incendio																				
Instalación eléctrica																				

Nombre de la tarea	Año	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19 al 99
Instalación de gas																				
Instalaciones alberca y riego																				
Instalaciones especiales																				
Instalaciones aire acondicionado																				
Cocinas																				
Operación y mantenimiento Hotel Alberca Instalaciones																				
Mantenimiento de las áreas de conservación I, II, III, IV y V																				

Figura II. 3. Croquis de la Fase 1 del Proyecto 5 años “Hotel Terraesmeralda Punta Maroma”



Figura II. 4. Croquis de la Fase 2 del Proyecto 4 años “Hotel Terraesmeralda Punta Maroma”

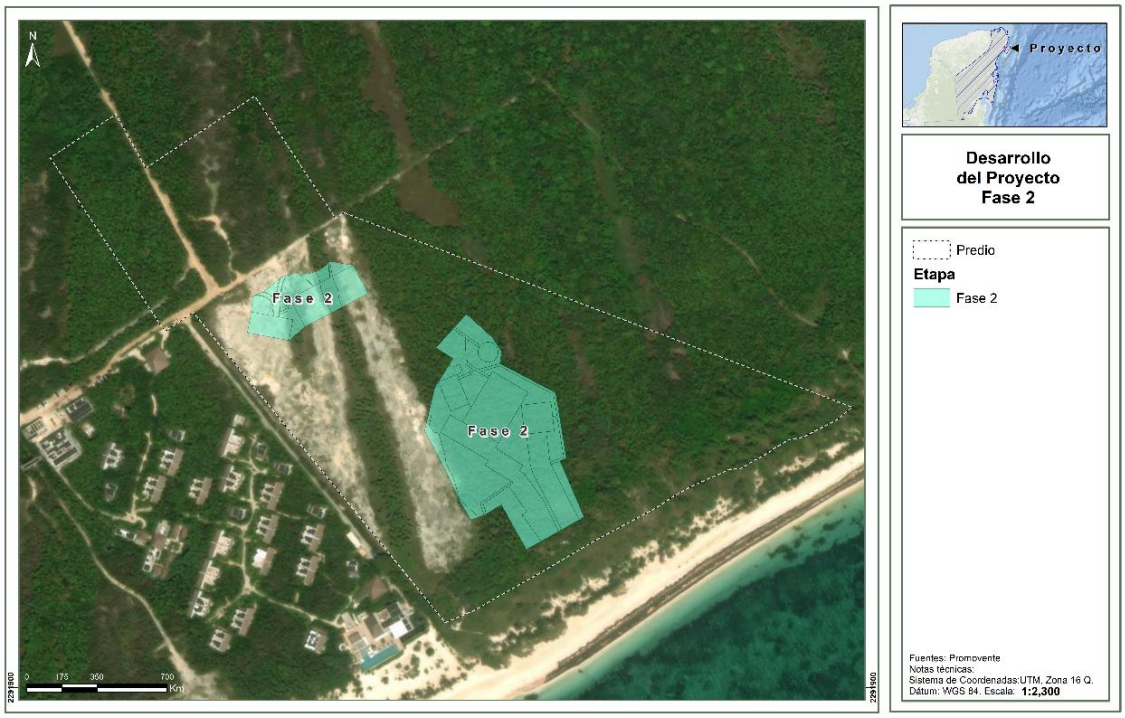


Figura II. 5. Croquis de la Fase 3 del Proyecto 3 años “Hotel Terraesmeralda Punta Maroma”

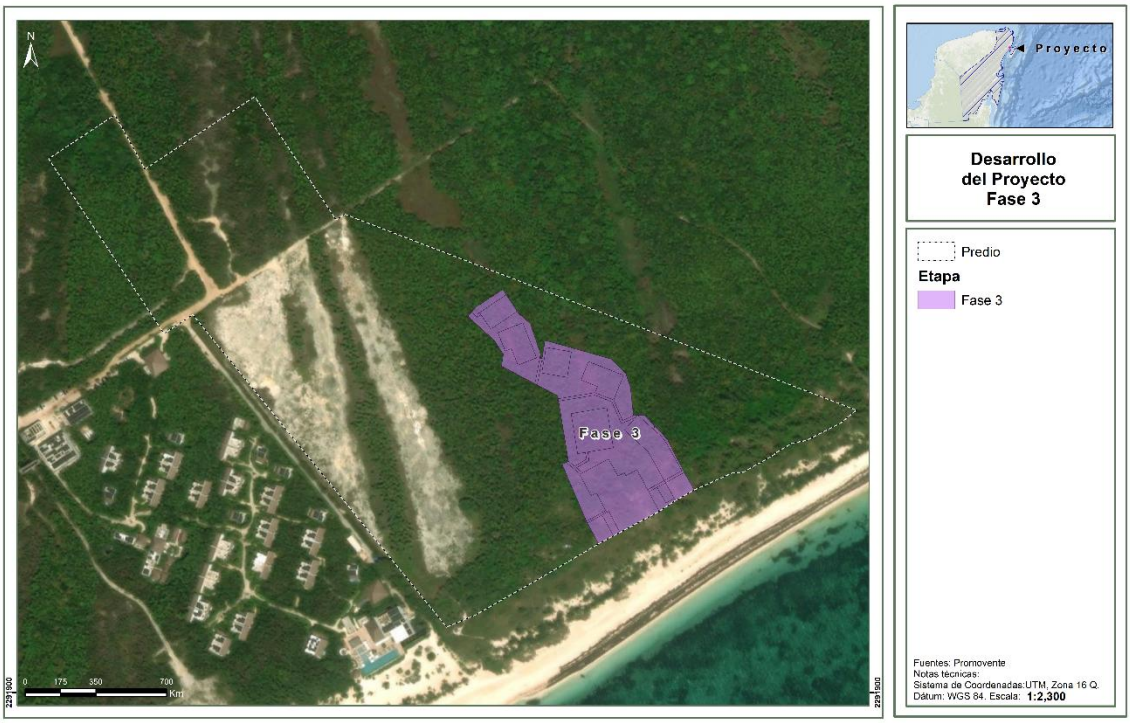


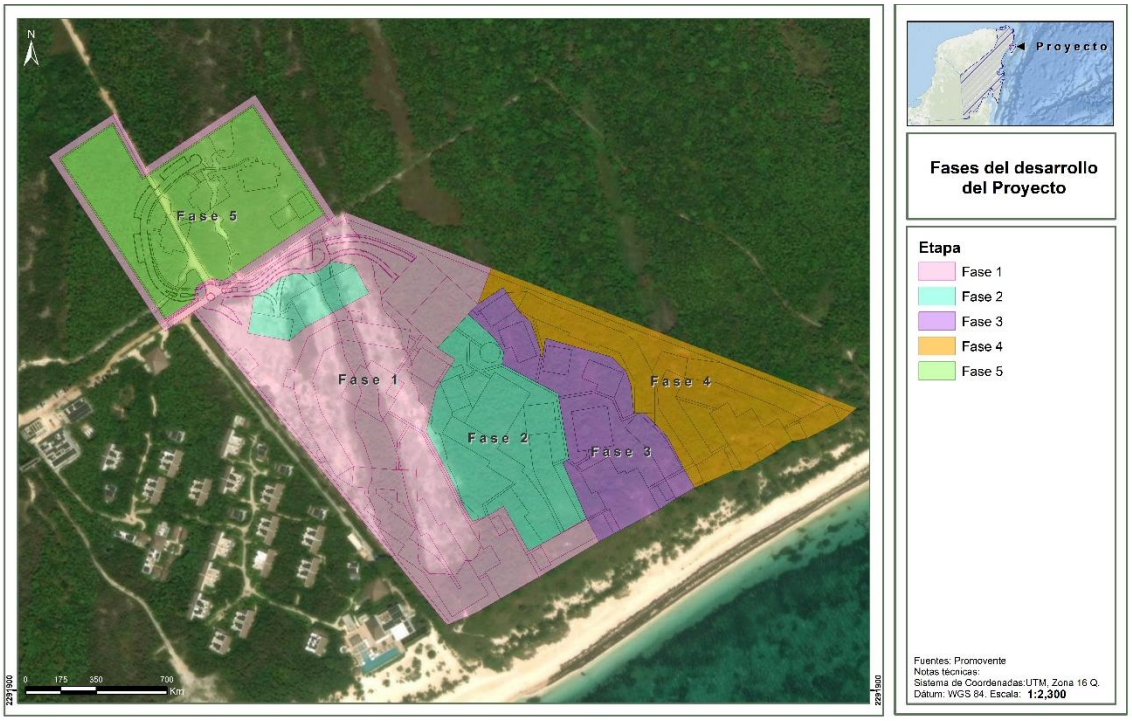
Figura II. 6. Croquis de la Fase 4 del Proyecto 3 años "Hotel Terraesmeralda Punta Maroma"



Figura II. 7. Croquis de la Fase 5 del Proyecto 3 años "Hotel Terraesmeralda Punta Maroma"



Figura II. 8. Croquis general de las 5 Fases del Proyecto "Hotel Terraesmeralda Punta Maroma"



II.2.2. Representación gráfica regional

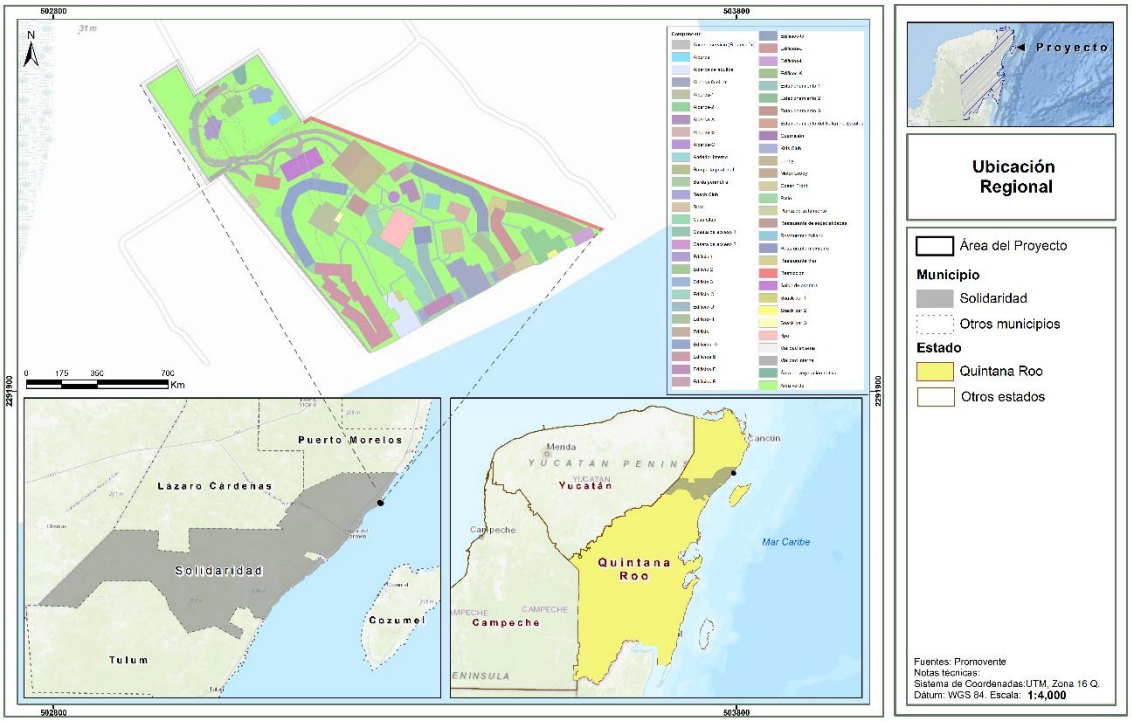
El Proyecto se localiza en el municipio de Solidaridad, dentro del complejo turístico Punta Maroma, perteneciente al corredor turístico Puerto Morelos, en la ciudad de Playa del Carmen, estado de Quintana Roo. Geográficamente, el sitio se encuentra en las coordenadas 20° 43' 48.17" latitud norte y 86° 57' 58.17" longitud oeste.

En cuanto a su entorno inmediato, el predio colinda:

- **Al norte**, con terrenos de uso turístico-residencial en proceso de desarrollo;
- **Al sur**, con áreas destinadas a conservación costera;
- **Al este**, con la zona federal marítimo-terrestre y el Mar Caribe;
- **Al oeste**, con vegetación secundaria y zonas dunares parcialmente modificadas.

El acceso principal al sitio se realiza a través de un camino de terracería privado, conectado con una vía secundaria que desemboca en la **carretera federal 307 Cancún–Tulum**, a una distancia aproximada de **2.3 km**, lo que facilita la movilidad de materiales, personal y futuros visitantes.

Figura II. 9. Representación gráfica regional del Proyecto "Hotel Terraesmeralda Punta Maroma"

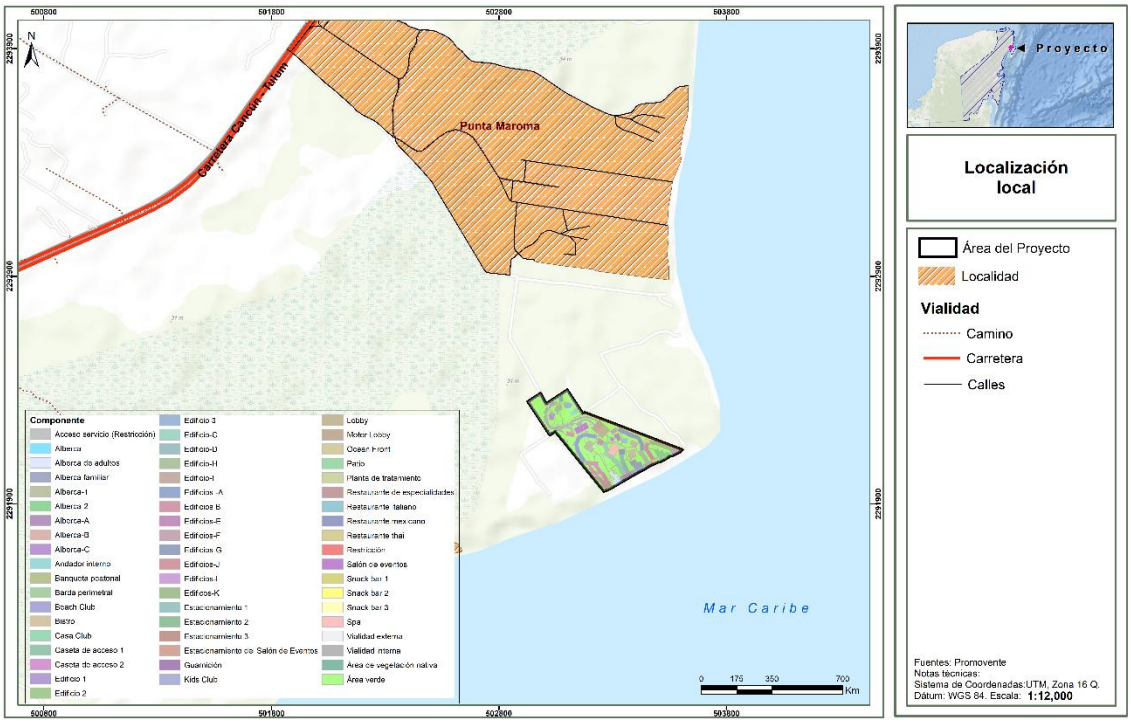


II.2.3. Representación gráfica local

El Proyecto se desarrollará sobre dos predios colindantes: el **Predio-1**, con una superficie de **93,533.00 m² (equivalente a 9.3533 Ha)**, y el **Predio-2**, con una superficie de **24,992.00 m² (equivalente a 2.4992 ha)**, lo que da como resultado una **superficie total de intervención de**

118,582.00 m². Ambos lotes forman una unidad funcional para el desarrollo integral del Proyecto hotelero propuesto.

Figura II. 10. Representación gráfica local de Proyecto "Hotel Terraesmeralda Punta Maroma"



II.2.4. Preparación del sitio y construcción

i) Estudio previos

En este apartado se presentan las actividades de preparación del sitio y construcción que se llevarán a cabo para el desarrollo de cada una de las fases. Para lo cual se realizaron una serie de estudios que apoyan y soportan con la información técnica y científica el diseño y ubicación de las estructuras del Proyecto, estos estudios fueron:

- **Levantamiento topográfico:** este estudio del levantamiento topográfico tiene la finalidad de presentar del alcance de los trabajos de ingeniería hidráulica que se requieren para la elaboración del estudio hidrológico.
- **Estudio Hidrológico**: Este estudio tuvo la finalidad de aplicar los parámetros hidrológicos del área del Proyecto para aplicarlos al diseño del drenaje pluvial conforme a la lluvia máxima en 24 horas con períodos de retorno de 5, 10, 25, 50, 100, 500 y 1000 años.
- **Determinación de la cota de inundación por tormenta asociada a diferentes períodos de retorno, en Playa del Carmen, Quintana Roo:** Describe la metodología para determinar la cota de inundación por tormenta que se puede presentar en la zona costera en la que se encuentra ubicado el Proyecto.

- **Estudio geohidrológico y suactualización para el Proyecto hotelero, Playa del Carmen**: Cuya finalidad fue conocer las características geohidrológicas de la zona de estudio para obtener agua salina por pozos de exploración y absorción, previo tratamiento de desalación para suministrar agua para el Proyecto, y ubicar los pozos de inyección de salmuera.
- **Estudio de mecánica de suelo:** análisis técnico que evalúa las propiedades físicas y mecánicas del suelo en un terreno específico, con el objetivo de determinar su comportamiento bajo diferentes condiciones de carga y diseño de estructuras, para el diseño de las cimentaciones del Proyecto.

En el **Anexo_II_2_Estudios previos**, se incluyen los archivos formato **PDF**, de los estudios previos del Proyecto.

ii) Cambio de uso de suelo en terrenos forestales (CUSTF)

En este apartado se centra en el proceso del **CUSTF** y sus respectivas medidas de mitigación y compensación. **Dada la magnitud del Proyecto, el plazo para el desmonte y despalme por fases considerado es de 18 años,** se ha igualado este tiempo al plazo de construcción manifestado en el programa de trabajo conforme a la siguiente tabla. Sin embargo, en caso de realizarse en menos tiempo, se informará con la debida oportunidad y apegándose a la normatividad correspondiente.

Tabla II. 10. Vigencia y fases del CUSTF

Lote	Fase	Superficie de CUSTF (m^2)	Período (años)
Lote 1 número 004-01	Fase 1 “Zona Rosa”	21,802.59	5
Lote 2 número 053-4		3,722.76	
Lote 1 número 004-01	Fase 2 “Zona Verde”	10,373.21	4
Lote 1 número 004-01	Fase 3 “Zona Morada”	7,740.62	3
Lote 1 número 004-01	Fase 4 “Zona amarrilla”	11,680.77	3
Lote 2 número 053-4	Fase 5 “Zona verde”	5,046.37	3
	Total	**60,366.32**	**18**

ii.1) Rescate y reubicación de flora silvestre

Para realizar el trabajo de rescate y reubicación de la vegetación que se encuentra dentro del área del Proyecto, se debe contar con un equipo de personal especializado el cual estará integrado por:

- Un biólogo o un ingeniero forestal con experiencia: Responsables del manejo de los ejemplares de las especies rescatadas.
- 1 técnicos forestales permanentes.
- 3 técnicos forestales temporales.
- Personal auxiliar de campo.

Por otra parte, el especialista forestal será el responsable de llevar a cabo un plan minucioso de trabajo, con lo que asegure y garantice el cuidado, protección y supervivencia de los ejemplares que deberán ser rescatados y reubicados. Por lo cual hará uso de todas las herramientas, instrumentos,

equipos de trabajo necesarios para el éxito de sus trabajos, como se desglosa en el **Programa de Rescate y Reubicación de Flora**, que se presenta en el **capítulo VIII del presente DTU- B Regional**.

Asimismo, deberá supervisar que el trasplante se haga de forma correcta; realizará evaluaciones de sobrevivencia para asegurarse que los ejemplares sigan con vida, y; finalmente realizará reportes sobre los trabajos de rescate y reubicación.

Paralelamente, los técnicos auxiliares, bajo la supervisión del especialista forestal o biólogo, llevarán a cabo trabajos que se les asignen para garantizar la supervivencia de las especies a rescatar.

ii.2) Rescate y reubicación de fauna silvestre

Se realizará el rescate y la reubicación de la fauna silvestre con ayuda de brigadas especializadas. Estos grupos de trabajo realizarán recorridos en las áreas autorizadas para el **CUSTF**, durante los cuales realizarán las búsquedas y se procurará el libre desplazamiento de la fauna silvestre que pueda encontrarse en el sitio.

Durante los trabajos de reubicación, las especies de fauna que se encuentren en el sitio y que tengan algún estatus de protección en la **NOM-059-SEMARNAT-2010** serán rescatadas y reubicadas respetando las especificaciones y criterios que se señalan en el **Programa de Ahuyentamiento, Rescate y Reubicación de Fauna**, cuyo desglose y desarrollo se presenta en el **capítulo VIII del presente DTU- BRegional**. El rescate se realizará antes de iniciar el desmonte en el área de **CUSTF**, prestando un manejo especial para estos ejemplares con el fin de garantizar su sobrevivencia.

Los diferentes grupos de fauna presentes en el sitio del Proyecto se manejarán en tres momentos: antes, durante y posterior al proceso constructivo. Para que el manejo de la fauna sea adecuado se llevará a cabo a través de especialistas en vida silvestre. Asimismo, de acuerdo con la importancia que implica su protección, los trabajos para su correcto manejo consistirán en el rescate y reubicación; ahuyentamiento, de acuerdo con el grupo faunístico que se trate; los hábitos de cada especie, y; alimentación y descanso (diurnos o nocturnos). Se pondrá especial atención en la herpetofauna, ya que pudiera ser el grupo más afectado durante la construcción. Así para el manejo apropiado de la fauna, se seguirán los lineamientos y metodologías propuestos en el **Programa de Ahuyentamiento, Rescate y reubicación de Fauna**.

ii.3) Delimitación y marcaje topográfico de las áreas sujetas a CUSTF

Para garantizar que la ejecución del **CUSTF** se lleve a cabo adecuadamente, la brigada topográfica equipada con una estación total topográfica o **GPS** en tiempo real, realizará el levantamiento topográfico con lo que se ubicarán físicamente los límites del área aprobada para el **CUSTF**, y se colocarán marcas visibles para todo trabajador que se encuentre en el área del Proyecto. Normalmente se colocan estacas que se pintan con un color llamativo y se colocan en cada vértice del área de **CUSTF**. En dichas estacas se anota una clave interna que permita identificar la ubicación de cada uno de los vértices del polígono y cadenamientos del eje para los trazos lineales, los cuales se registran en una libreta de campo o bitácora de trabajo. Asimismo, se realiza un reporte fotográfico para complementar los trabajos topográficos.

La importancia de la delimitación del **CUSTF** reside en que permite evitar afectaciones a las áreas aledañas al Proyecto, o intervenir áreas no autorizadas.

ii.4) Remoción de la vegetación forestal

Las actividades de remoción de la vegetación deberán realizarse en forma paulatina y ordenada; exclusivamente en áreas que serán utilizadas para la construcción, respetando la vegetación de las áreas que no serán ocupadas, de tal forma que el terreno quedará libre de vegetación forestal para dar paso a las actividades de despalme, de forma progresiva hasta concluir la remoción total. En ningún caso se hará uso de fuego o productos químicos para realizar la remoción de la vegetación.

La remoción de la vegetación forestal se llevará a cabo mediante dos métodos conocidos como desbroce manual y mecánico, utilizados de manera conjunta.

- Desbroce manual: Consiste en la eliminación de la maleza y la vegetación remanente después del rescate a mano utilizando herramientas como hachas, machetes y sierras de mano.
- Desbroce mecánico: Implica el uso de maquinaria pesada como tractores y desbrozadoras para cortar y eliminar la vegetación que no se extrajo por el método manual.

ii.5) Manejo de la vegetación forestal no sujeta a rescate

La vegetación que no será objeto de rescate puede ser removida con maquinaria pesada, como trascabos y retroexcavadora (puede ser un CAT 320) y en ocasiones puede ser con equipos manuales especiales como motosierras, serrones y machetes utilizando la técnica de derribo direccional para evitar la afectación de áreas ajenas al **CUSTF**.

Todos los restos de la vegetación removida, previamente picados, triturados o astillados, serán colocados en áreas no forestales dentro de los terrenos del predio del Proyecto, para usarse también como composta en el área de reubicación de plantas rescatadas y de reforestación.

iii) Preparación del sitio

iii.1) Instalación de infraestructura temporal móvil (sanitarios, oficinas, almacenes, etc.)

A continuación, se describen los trabajos a realizar para estas obras en el Proyecto:

Servicios médicos. Durante la construcción se contará con un equipo médico, consultorio móvil y una ambulancia para enfrentar cualquier emergencia. Durante la etapa de operación del Proyecto se contará con un botiquín de primeros auxilios y en caso de una emergencia mayor se trasladará al centro de atención más cercano.

Almacenes, recipientes, bodegas y talleres. Dentro del área de trabajos temporales, se considera la construcción de un almacén para herramientas y repuestos de aproximadamente 300 m^2.

Campamentos, dormitorios, comedores. No se construirá ningún tipo de esta infraestructura.

Instalaciones sanitarias. En las etapas de preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento, se instalarán sanitarios móviles, estos estarán a cargo de una empresa

especializada en el manejo de residuos sanitarios. Se contempla la instalación de un sanitario móvil por cada 20 empleados. Los residuos sanitarios serán tratados por la o las compañías autorizadas para tales efectos y para su disposición y previniendo con ello, la contaminación del suelo o de otros elementos naturales.

Abastecimiento de energía eléctrica. Durante la fase de construcción se utilizarán dos generadores móviles de 50 kVA para el suministro de energía eléctrica. Los generadores cumplirán con las medidas de seguridad y calidad, incluyendo una base de material impermeable para evitar la filtración de combustible o aceite al suelo. Para la fase de operación y mantenimiento la central eléctrica generará su propia energía, complementándose con un contrato de suministro de servicio básico de electricidad con la CFE, mismo que servirá para la etapa de abandono del sitio.

Concreto. El concreto utilizado en la construcción del Proyecto será suministrado por una empresa externa que cuente con las autorizaciones y certificaciones correspondientes.

Aguas residuales. El manejo de las aguas residuales se llevará a cabo por la empresa autorizada que se contrate para este servicio. Se contempla la instalación de 1 sanitario portátil por cada 20 empleados. Generalmente los baños móviles reciben una limpieza por lo menos semanal en la que se colectan las aguas residuales y sedimentos. Estos residuos generados serán tratados a través de compañías autorizadas para tales efectos y para su disposición y previniendo con ello, la contaminación del suelo o de otros elementos naturales.

iii.2) Despalme y manejo de las capas de suelo

Tras el retiro de la vegetación de las secciones de trabajo, la siguiente actividad consistirá en retirar la primera capa del suelo que va de unos 10 a 25 cm de profundidad, con la aclaración de que puede ser en mayor o menor profundidad, en toda el área de **CUSTF** la cual será colocada en donde el equipo de construcción determine, **considerando que sea en terrenos no forestales dentro del predio del Proyecto**, para su posterior reúso en las cepas de las plantas a reubicar, así como en la reforestación. Esta capa también se removerá con maquinaria pesada apropiada que corresponda con las condiciones de fuerza y tamaño requeridas por el Proyecto, evitando movimientos innecesarios por sobredimensionado o compactación. Con la ejecución de esta acción se disminuirá la compactación del suelo y se cuidarán sus propiedades físicas. Se debe evitar su mezcla con el material de la capa inerte del suelo.

iii.3) Cimentaciones y estructura

La cimentación será a base de pilotes prefabricados los cuales se unirán a las zapatas de cimentación y a su vez a las losas de cimentación de los edificios. La estructura será a base de columnas de concreto y losas aligeradas y macizas según sea el caso; en edificios de doble altura se proponen elementos metálicos, como en áreas de Lobby y salón de eventos, también existirán elementos prefabricados.

Se construirán albercas con concreto armado y concreto lanzado dependiendo el caso. Existirán cubiertas a base de madera y fibra de vidrio en las zonas de bares. Se delimitará el área de trabajo con un cercado provisional, para cada una de las obras contempladas en cada fase de desarrollo. Se utilizará materiales pétreos de la región al igual que su vegetación para conservar el estilo del sitio.

iii.4) Rellenos, excavaciones y compactaciones

Por las características del terreno y la naturaleza del Proyecto, se necesitarán rellenar con base en lo que determine el estudio de niveles y rellenos respectivo, el cual deberá incluir andadores y vialidades para así poder llegar a los niveles propuestos. Todos los rellenos serán con material de banco y en capas, cumpliendo con una compactación del 95% de su PVSM, obtenido en la Prueba Proctor Estándar.

iv) Construcción

iv.1) Construcción de plataformas para vialidades

La etapa de construcción iniciará con la creación de las plataformas para vialidades internas, andadores peatonales y desplante del edificio de las áreas públicas, de los edificios donde serán ubicados en el BOH, Lobby y los edificios habitacionales en zonal de playa en el área sur. Las plataformas para vialidades, andadores peatonales y desplante de los edificios se harán a partir de rellenos según indiquen los niveles de construcción.

Las vialidades vehiculares y accesos, tanto internas como externas, serán construidos sobre una sub-base y una base de material graduado, compactado con las especificaciones que indique el estudio de mecánica de suelos y sobre ellas se colocará una carpeta de concreto asfáltico confinada con guarniciones pecho de paloma de concreto hidráulico. Las banquetas y los andadores peatonales serán de concreto f'c=200 kg/cm^2, reforzado con malla electrosoldada 6-6/10-10, con acabado de sello lavado natural.

El Proyecto contará con tres tipos de caminos:

- **Acceso vehicular**: El acceso vehicular será un camino pavimentado de 2.8 m de ancho, con una banqueta para acceso peatonal a cada lado de 0.5, además de un camellón interior en el que no se removerá la vegetación y forma parte del área de protección, este camellón tiene ancho variable.
- **Andadores peatonales:** Los andadores peatonales serán transitados exclusivamente por personas y ocasionalmente por vehículos eléctricos que atenderán a personas de capacidades diferentes o emergencias médicas. Los andadores peatonales tienen un ancho de 1.6 m y se encuentran inmersos entre la vegetación. Al tratarse de caminos de uso exclusivo para las personas no cuentan con camellones ni banquetas, solo guarnición para separar correctamente de las áreas de conservación.
- **Camino de servicio:** El camino de servicio será una vialidad pavimentada de 2.5 m de ancho. Este camino será transitado exclusivamente por vehículos para actividades de logística, servicio y mantenimiento interno del Proyecto. Este camino considera un aforo vehicular sumamente bajo correspondiente a menos de 5 vehículos por hora. Al tratarse de un camino de servicio de uso vehicular exclusivamente, no contará con banquetas ni camellones.

Figura II. 11. Se ilustra como los caminos y la infraestructura se encontrará integrada en la selva. No existiendo áreas verdes o jardines, manteniendo la vegetación nativa del predio



En estos caminos de servicio, se instrumentarán **pasos de fauna** para evitar atropellamientos de la fauna silvestre, logicamente no son pasos igaules a las de carreteras o autopistas de gran tráfico vial. Se dispondrán pasos de fauna debido a que la zona va tener amplias áreas de conservación con especial valor ecológico para mantener una conectividad entre las áreas, en este sentido, en la tabla siguiente se muestra la frecuencia de pasos de fauna según el tipo de hábitat.

Tabla II. 11. . Densidades mínimas de pasos de fauna para distintos grupos.

Tipología de hábitat interceptados	Grandes mamíferos	Pequeños vertebrados
Hábitat forestal de interés para la conservación de la conectividad ecológica	1 paso /km	1 paso/500 m

Para este caso, los pasos de fauna serán habilitados por medio de alcantarillas que servirán con un doble propósito, canalizar el agua pluvial y permitir para pequeños vertebrados y grandes mamíferos el cruce del caminos sin necesidad de correr riesgos de atropellamientio, como son los tubos perforados en caminos de acceso interno, tal como se muestra en la figura siguiente.

Figura II. 12. Tubo perforado en caminos de acceso interno para paso de fauna de pequeños vertebrados y canalización de drenaje pluvial.



Figura II. 13. Tubo perforado en caminos de acceso interno para paso de fauna de grandes mamíferos y canalización de drenaje pluvial.



Respecto a las zonas de inundación dentro del Proyecto, se deberán implementar las recomendaciones del estudio hidrológico para dar solución a dichos escurrimientos pluviales, por medio de canalización, ya sea entubado (alcantarilla) o a cielo abierto. Las secciones podrán ser de concreto reforzado o a base de mampostería de piedra de acuerdo con las recomendaciones emitidas por el estudio hidrológico correspondiente.

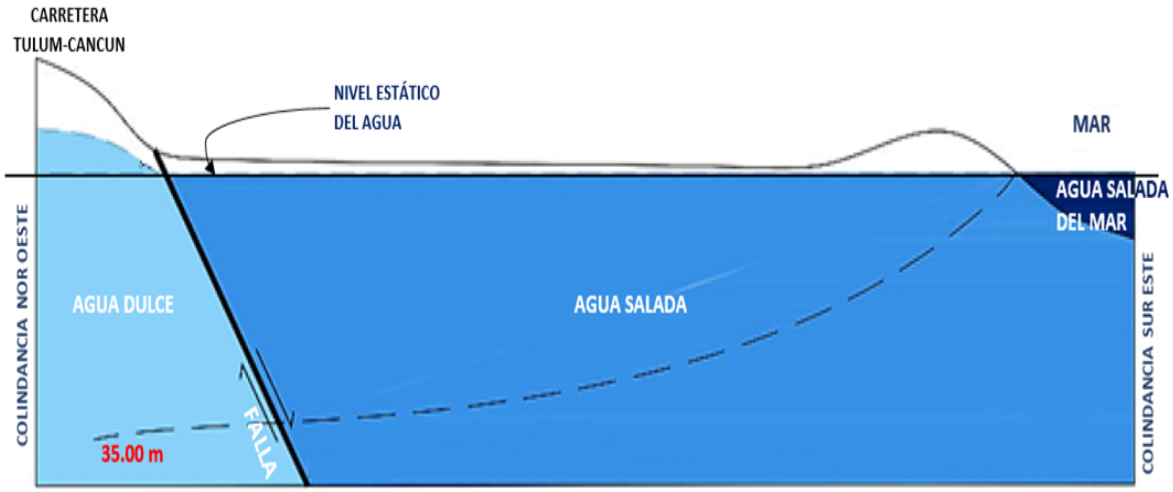
Asimismo, se considerará un plan de limpieza y de bombeo de áreas deprimidas que puedan inundarse, antes de la temporada de lluvia y se colocarán letreros alusivos a las recomendaciones existentes en caso de presentarse escurrimientos súbitos en la zona de llegada.

iv.2) Instalación de la planta desalinizadora y construcción de pozos de extracción e inyección

iv.2.1) Pozos de extracción de agua salina e inyección de salmuera

Con base en el estudio geohodrológico de Terraesmeralda que se presenta en los anexos de los estudios previos con base en los resultados obtenidos se plantea el modelo constructivo de aprovechamiento mediante pozos profundos, los cuales se describen a continuación. Los resultados hidrogeoquímicos, indican que a una distancia de más de 2,500 m de la costa (fuera del área del conjunto hotelero), se encuentra agua de buena calidad, que podría ser explotada y aprovechada. Sin embargo, en el predio donde se llevara a cabo el proyecto, no se encuentra agua de buena calidad. En la figura siguiente, se presenta una sección hidrológica que esquematiza lo antes mencionado.

Figura II. 14. Sección hidrológica idealizada.

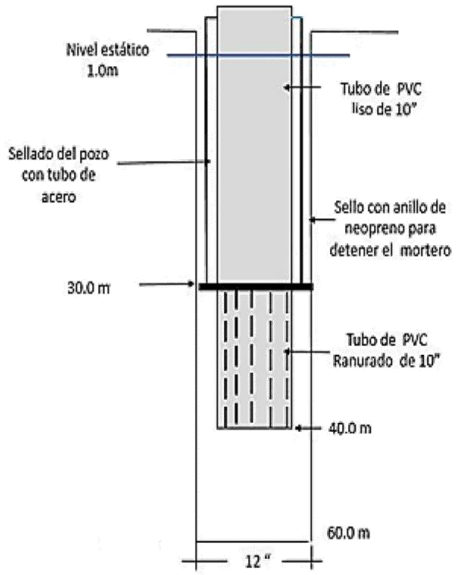


Establecidas las condiciones hidrológicas del predio y conociendo la importancia de obtener agua para suministrar al complejo hotelero se puede pensar en dos alternativas de abastecimiento del agua; la primera, mediante la potabilización del agua salada extraída de predio; para la segunda, sería necesario ubicar un terreno tierra adentro, en donde se explotaría y conduciría el agua hasta la ubicación del **Proyecto**.

De acuerdo con los objetivos manifestados por el cliente para la instalación de una planta desalinizadora, la explotación del agua subterránea del predio se vuelve necesaria. Por tal motivo, se recomienda explotar el agua por medio de pozos que extraigan el agua con las características mínimas para que no pongan en demerito a los equipos de potabilización. En la figura siguiente, se presentan las características de los pozos de extracción.

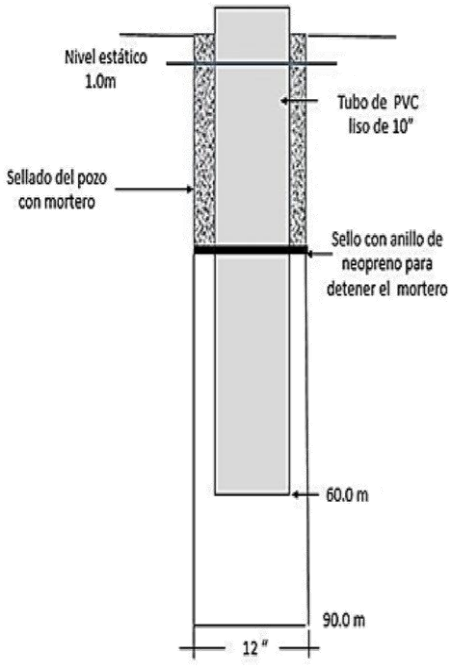
El modelo constructivo de este diseño, contempla sellar la parte superior del depósito compuesto por arenas en donde el agua está completamente contaminada con materia orgánica. El sello, deberá realizarse con tubo de acero para que quede hincado en la parte sólida de la roca y así, extraer el agua salada pero limpia de esa profundidad.

Figura II. 15. Diseño de pozo en extracción de agua salina.



En la figura siguiente, se presentan las características de los pozos de absorción. El modelo constructivo de este diseño contempla sellar la parte superior del depósito compuesto por arenas en donde el agua está completamente contaminada con materia orgánica. El sello, deberá realizarse con mortero para impedir que entre agua por el espacio anular entre la tubería y la perforación que contamine el agua a una mayor profundidad.

Figura II. 16. Diseño de pozo de inyección de salmuera.



Para la ubicación de los pozos, será necesario respetar el movimiento del agua subterránea para evitar una posible contaminación del pozo de explotación. Se sugiere que el pozo de explotación se

construya lo más alejado de la costa y el pozo de absorción lo más cercano a la línea de costa, como se muestra en la figura siguiente.

Figura II. 17. Criterio de ubicación de los pozos de extracción e inyección.



Con base en los resultados obtenidos del análisis físico-químico del estudio geohidrológico para determinar la calidad del agua, los cuales se resumen a continuación.

Con el objeto de confirmar los valores de conductividad eléctrica y verificar la concentración de los parámetros de interés que contiene el agua, se realizó un análisis fisicoquímico. Las muestras se obtuvieron mediante un barril muestreador que recupera una muestra de agua de 1.50 litros.

Figura II. 18. Evidencia de la toma de muestras para análisis fisicoquímico.



Se presentan los resultados obyenidos de los tres sondeos realizados.

Tabla II. 12. Análisis de calidad del agua, SE-1.

Parámetros	Metodología	Límite permisible OMS*	Profundidad de la muestra (m)		Unidad
			1.00	10.00	
Temperatura	NMX-AA-007-SCFI-2000	---	25	25	°C
P.H.	NMX-AA-008-SCFI-2000	6.5-8-5	6.99	6.98	Ph
Conductividad eléctrica	NMX-AA-93-1997	1,600	4,600	31,700	mmhos/cm
Sólidos disueltos totales	NMX-AA-020-1980	1,000	2,900	19,300	Mg/l
Cloruros	NMX-AA-073-SCFI-2001	250	742	3,642	Mg/l
Alcalinidad total	NMX-AA-036-SCFI-2001	200	570	5,250	Mg/l
Dureza total	NMX-AA-072-SCFI-2001	500	1,470	8,270	Mg/l
Dureza de calcio	NMX-AA-072-1SCFI-2001	250	730	5,630	Mg/l
Dureza de magnesio	NOM-AA-072-1981	250	690	4,300	Mg/l
Sodio elemental	NOM-AA-072-1981	200	510	3,410	Mg/l
Nitrógeno de nitratos	NOM-AA-079-SCFI--2001	10	7.2	210	Mg/l
Sulfatos	NMX-AA-072--SCFI-2001	400	620	2,380	Mg/l

Tabla II. 13. Análisis de calidad del agua, SE-2.

Parámetros	Metodología	Límite permisible OMS*	Profundidad de la muestra (m)		Unidad
			1.00	10.00	
Temperatura	NMX-AA-007-SCFI-2000		25	25	°C
P.H.	NMX-AA-008-SCFI-2000	6.5-8-5	6.89	6.91	Ph
Conductividad eléctrica	NMX-AA-93-1997	1,600	1,150	2,350	mmhos/cm
Sólidos disueltos totales	NMX-AA-020-1980	1,000	700	1,450	Mg/l
Cloruros	NMX-AA-073-SCFI-2001	250	180	365	Mg/l
Alcalinidad total	NMX-AA-036-SCFI-2001	200	140	295	Mg/l
Dureza total	NMX-AA-072-SCFI-2001	500	355	735	Mg/l
Dureza de calcio	NMX-AA-072-1SCFI-2001	250	178	350	Mg/l
Dureza de magnesio	NOM-AA-072-1981	250	150	345	Mg/l
Sodio elemental	NOM-AA-072-1981	200	135	305	Mg/l
Nitrógeno de nitratos	NOM-AA-079-SCFI--2001	10	6.5	11	Mg/l
Sulfatos	NMX-AA-072--SCFI-2001	400	280	580	Mg/l

Tabla II. 14. Análisis de calidad del agua, SE-3.

Parámetros	Metodología	Límite permisible OMS*	Profundidad de la muestra (m)		Unidad
			1.00	10.00	
Temperatura	NMX-AA-007-SCFI-2000		25.5	25.7	°C
P.H.	NMX-AA-008-SCFI-2000	6.5-8-5	6.89	6.91	Ph
Conductividad eléctrica	NMX-AA-93-1997	1,600	8,100	23400	mmhos/cm
Sólidos disueltos totales	NMX-AA-020-1980	1,000	4,900	13,450	Mg/l

Parámetros	Metodología	Límite permisible OMS*	Profundidad de la muestra (m)		Unidad
			1.00	10.00	
Cloruros	NMX-AA-073-SCFI-2001	250	1,200	3,242	Mg/l
Alcalinidad total	NMX-AA-036-SCFI-2001	200	870	2,250	Mg/l
Dureza total	NMX-AA-072-SCFI-2001	500	2,130	5,370	Mg/l
Dureza de calcio	NMX-AA-072-1SCFI-2001	250	980	2,740	Mg/l
Dureza de magnesio	NOM-AA-072-1981	250	875	2,350	Mg/l
Sodio elemental	NOM-AA-072-1981	200	610	1,710	Mg/l
Nitrógeno de nitratos	NOM-AA-079-SCFI--2001	10	32.2	90.16	Mg/l
Sulfatos	NMX-AA-072--SCFI-2001	400	1,320	2,100	Mg/l

Sondeo SE-1 y SE-3. Los valores que resultaron del análisis fisco-químico de la muestra tomada a 1.00 m de profundidad, reflejan que se trata de agua salada. Los valores iniciales de los parámetros de conductividad eléctrica, cloruros y demás elementos, rebasan en 280 % los límites permisibles. En el caso de la muestra tomada a 10.00 m de profundidad, se presentan concentraciones correspondientes a agua del mar, sus valores así lo comprueban.

Sondeo SE-2. Los análisis de este sondeo, indican que el agua presente desde el nivel de saturación es de buena calidad, pues presenta concentraciones de 40 % por debajo de los límites permisibles y que se incrementan hasta alcanzar valores por arriba del 50 % de los límites permisibles, siendo concentraciones tolerables para el uso y aprovechamiento.

Con base en los resultados de la calidad del agua se diseño la planta dasalinizadora que se requiere para el **Proyecto**, la cual se describe a continuación.

iv.2.1.) Planta desalinizadora del Proyecto.

Con base en los resultados de la calidad del agua se diseño la planta dasalinizadora que se requiere para el **Proyecto**, la cual se describe a continuación. El sistema de desalinización de agua de pozos de extracción para la fase de construcción y operación del **Proyecto** está dimensionado para la siguiente de demanda proporcionada por los requerimientos de uso de agua.

a.1) Habitaciones de hotel

El hotel contará con 954 habitaciones las cuales cuentan con un sanitario con WC, con una regadera y un lavabo, tomando en cuenta que el promedio de gasto de agua es de 1.7 m^3 x día x Habitación, el volumen anual demandado a capacidad plena es de 591,957.00 m^3/año de agua potable de primera calidad para consumo humano.

Tabla II. 15. Volumen de agua para consumo humano.

Número de cuartos	1.7 m^3/día x cuarto	m^3/año
954	1.7	591,957.00

a.3) Áreas públicas y servicios

En este gasto consideramos los diferentes usos destinados en las áreas de mantenimiento y servicios, es decir el agua requerida para el funcionamiento y la limpieza de los almacenes, cocina, bar, sanitarios, cámara de basura, etc.

En las áreas de servicios, el índice utilizado es de 100 litros por empleado y se considera que el desarrollo tendrá 1500 empleados, incluyendo personal de vigilancia, recursos humanos, gerencia, mantenimiento y cocineros. De ahí que el volumen diario que se demandará es de 150.00 m^3, es decir, 54,750.00 m^3/año.

Tabla II. 16. Volumen de consumo de agua en áreas públicas y de servicios.

Servicios	100 L por empleado	
Empleados	1500	Empleados
Índice	100	l/empleado/día
Volumen	150,000.00	l/día
	150	m^3/día
TOTAL	**54,750.00**	**m^3/año**

a.4) Uso de albercas.

El hotel contará con 8 albercas de diferentes dimensiones, las cuales se indican en la tabla siguiente.

Tabla II. 17. Albercas del proyecto.

Albercas	Área (m^2)	Profunidad (m)	Volumen (m^3)
Alberca 1 (Con Snack Bar)	1,532.383	1.5	2,285.07
Alberca – A etapa 3	629.130	1.2	754.96
Alberca B – etapa 3	628.982	1.5	943.47
Alberca Familiar	2,083.875	1.2	1,300.65
Alberca Adultos (Con Snack Bar)	1,926.756	1.5	2,890.13
Alberca -2 (Con Snack Bar)	1,947.400	1.5	2,921.10
Alberca - C	228.978	1.2	274.77
Alberca	237.994	1.2	285.59
Total	**9,215.498**		**11,655.75**

Para el llenado de las albercas se ocupará un volumen inicial de agua de aproximadamente 11,655.75 m^3. Posteriormente, para cubrir pérdidas por evaporación o rebose y mantener circulación del agua, se considera un flujo de reposición de pérdidas del 3% con lo que la demanda será de 349.67 m^3 por día o 127,630.46 m^3/año, requiriendo un total de 139,286.21 m^3/año.

En este sentido, se tendría un 11,655.75 m^3/año para el primer año de operación. A partir del segundo año de operación, la demanda de agua se disminuirá, ya que únicamente se considera el relleno del 3% diario por perdida de rebose o evaporación, el cual será de 127,630.46 m^3/año.

En resumen, los consumos de suministro de agua serían los siguientes:

Tabla II. 18. Requerimientos totales de agua potable para la operación del proyecto.

Servicios	Requerimientos de agua (m^3)	
	Primer año	Segundo año en adelante
Habitación de hotel	591,957.00	591,957.00
Área públicas y servicios	54,750.00	54,750.00
Albercas	139,286.21	127,630.46
TOTAL	**785,993.21**	**774,337.46**

b) Descripción del sistema.

El sistema de agua desalinizará y tratará agua de mar y la adecuará para el consumo humano según la **NOM-127-SSA1-2021**. Se propone que el agua de mar se obtenga a través de una instalación de toma de agua de mar abierta, anclada a aproximadamente 6 m – 7 m de profundidad de agua perpendicular a la instalación del Área 1.

Se selecciona el modelo Kurita # USHR-150 o equivalente que conste de cinco (5) unidades de tamaño de ósmosis inversa, sus características se muestran en la figura siguiente.

Figura II. 19. Características de la planta de desalinizadora de ósmosis inversa modelo Kurita # USHR-150.



Flujo permeado: 150 GPM
Fulo de rechazo: 38 -65 GPM
Arreglo: 4 – 2 Elementos: 6 largo
Número de membranas: 36
Alta presión: 1x40 HP Bomba: tefc
Prefiltros: 1 X 12 Alojamiento: (40" L): Redondo
Entrada de tamaño de tubería: 4"
Tamaño de tubería permeado: 3"
Tamaño de tubería de rechazo: 2"

El sistema de tratamiento de agua estará compuesto por:

a. Estructura/rejilla de toma de agua de mar con boya (estructura anclada; la boya mantiene la pantalla elevada).

b. Bombas de elevación de agua de mar ubicadas en tierra.

c. Sistema de filtración mediante coladores, flotación por aire disuelto, dosificación de químicos.

d. Sistema de ósmosis inversa.

e. Re-mineralizador para agua potable.

f. Sistema de control.

El agua de los pozos salinos de extracción a las unidades de desalinización mediante bombas hacia el paquete modular de la planta desalinizadora.

El paquete de desalinización de los pozos salinos utilizará un sistema de filtración de entrada que consta de filtros y un dispositivo de flotación de aire disuelto. Las membranas de ósmosis inversa (RO) desalinizarán el agua de los pozos de manera que pueda usarse para los usos de las diferentes áreas del **Proyecto**. Además de las membranas de ósmosis inversa, el paquete de desalinización también consistirá en flotación por aire disuelto (DAF), ultrafiltración, re-mineralizador, varios tanques, bombas, filtros, etc.

El agua desalinizada se tratará posteriormente con re-mineralización para producir agua potable. El agua potable deberá cumplir o exceder los requisitos establecidos en la **NOM-127-SSA1-2021**. El paquete de desalinización también generará una corriente de efluente rico en sal (salmuera) que será rechazado mediante bombas hacia los pozos de inyección de salmuera**.**

b.1) Condiciones de diseño.

- Número de unidades: 5 x 25 % paquete
- Presión normal de alimentación de agua de mar: 1 Barg
- Filtro sucio retro lavado presión normal: Atm (Barg)
- Presión de diseño de la línea de entrada: 10.3 Barg
- Agua tratada: (salida): 2 – 2.5 Barg
- Rechazar flujo: (salida): 1 Barg
- Duración del servicio: Continuo
- Temperatura de entrada normal: 7.6 hasta 36.5 °C.
- Temperatura de diseño mecánico: Mínimo -3 °C para tanques atmosféricos y componentes plásticos y -29 °C para equipos CS presurizados / Máximo 75 °C.

b.2) Caudales por unidad desalinizadora.

- Paquete Diseño de agua de mar Flujo de entrada: 42.7 a 48.8 m^3/h
- Paquete Agua de mar Flujo promedio de entrada: 45.8 m^3/h
- Flujo promedio de retro lavado sucio del paquete de filtro auto limpiante: 1.5 m^3/h
- Caudal medio de agua desalinizada: 34.1 m^3/h

b.3) Vida útil de la planta.

La vida mínima de diseño será de 10 años.

b.4) Límites de descarga de efluentes en el pozo de inyección.

Los parámetros de descarga al pozo de inyección (con coordenadas UTM X=503294, Y=2291949 y profundidad de 72 metros) por parte del sistema se muestran en la tabla siguiente, los cuales deben cumplir con la **NOM-001-SEMARNAT-2021**.

Tabla II. 19. Límites de descarga de efluentes al pozo de inyección.

Parámetro	Límite permitido		
	Promedio mensual	Promedio diario	Valor instantáneo
Sólidos Suspendidos Totales (SST)	< 20	< 24	< 28
pH	6 - 9	6 - 9	6 - 9
Temperatura	=< 35	=< 35	=< 35
Toxicidad aguda	2 a 15 minutos de exposición		
Propiedades químicas inorgánicas			
Demanda Química de Oxígeno (DQO)[3]	85	100	120
Carbono Orgánico Total (COT)[4]	21	25	30
Nitrógeno total (como N_2)	25	30	35
Fosforo total (como P)	15	18	21
Huevos de Helminto	NA	NA	NA
Escherichia Coli[5]	250	500	600
Enterococci fecal[6]	250	400	500
Metales traza			
Arsénico (As)	< 0.2	< 0.3	< 0.4
Cadmio (Cd)	< 0.2	< 0.3	< 0.4
Cromo total (Cr)	< 1	< 1.25	< 1.5
Cobre (Cu)	< 4	< 5	< 6
Plomo (Pb)	< 0.5	< 0.75	< 1
Mercurio (Hg)	< 0.01	< 0.015	< 0.02
Níquel (Ni)	< 2	< 3	< 4
Zinc (Zn)	< 10	< 15	< 20
Cianuro (CN-)	< 2	< 2.5	< 3
Propiedades químicas orgánicas			
Grasas y aceites	< 15	< 18	< 21

[3] Si, los cloruros son menor que 1,000 mg/L, DQO es analizada y reportada.
[4] Si, los cloruros son mayor a o igual a 1,000 mg/L, COT es analizado y reportado.
[5] Si, la conductividad eléctrica es menor que 3,500 µS/cm, *E. Coli* es analizada y reportada.
[6] Si, la conductividad eléctrica es mayor que 3,500 µS/cm, *Enterococci Fecal* es analizada y reportada.

b.5) Notas de proceso del sistema.

- El componente crítico del paquete de desalinización de agua de mar (SW) serán las membranas de ósmosis inversa (RO).
- El paquete de la planta de desalinización incluye, entre otros lo siguiente:
    - Unidad de flotación por aire disuelto con espesador de lodos,
    - Sistema UF,
    - Sistema SWRO,
    - Sistema de re-mineralización,
    - Alimentación SWRO,
    - Bombas, bombas de refuerzo/recirculación de alimentación SWRO para dispositivo de recuperación de energía (ERD),
    - Tanques de alimentación/intermedios, y
    - Sistemas de alimentación de productos químicos necesarios, incluidos hipoclorito de sodio, cloruro férrico, ácido, sodio, bisulfito/SMBS, NaOH, inhibidor de incrustaciones, polímero, ácido sulfúrico, etc. y productos químicos de limpieza in situ (ácido cítrico, ácido sulfúrico, etc).

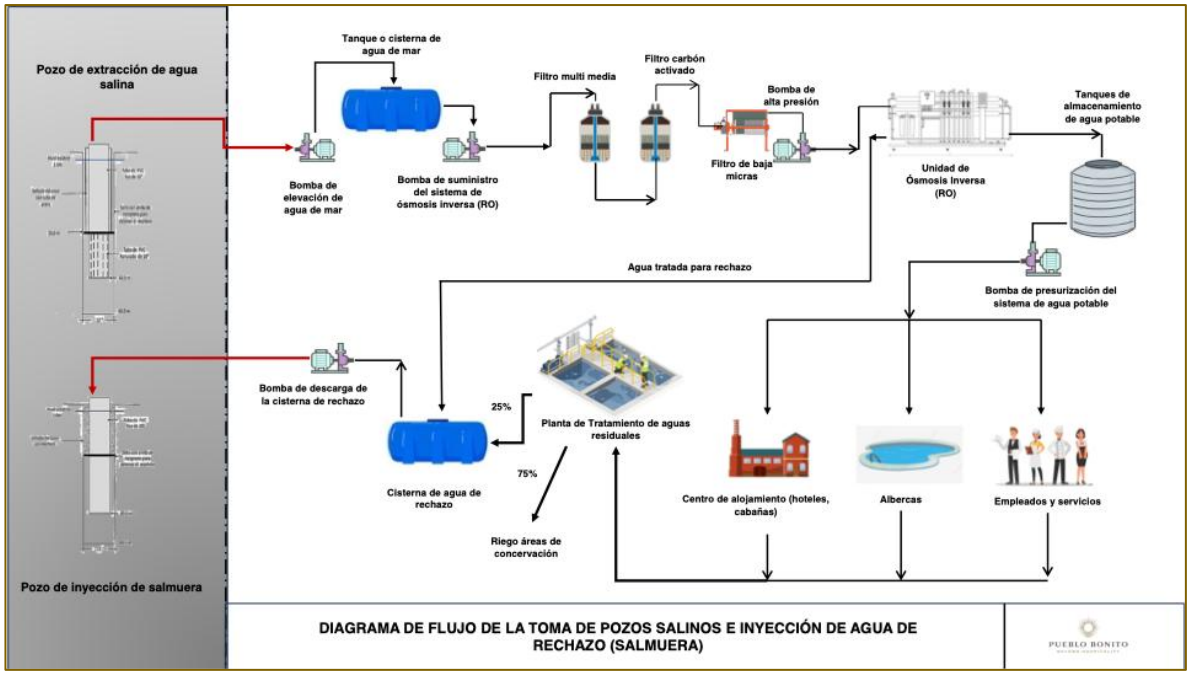
      Además, se deberá proporcionar instalaciones de dosificación de ácidos y álcalis para el sumidero de rechazo.
- El paquete de la unidad de la planta de desalinización integra como mínimo:
    - Unidades de ultrafiltración completas con capacidad de repuesto y sistema de retro lavado.
    - Las unidades de membrana RO deben conservarse y ser intercambiables según sea necesario.
    - En el funcionamiento del paquete se proporcionarán todos los equipos, instrumentación y control automatizado con señales conectadas a cajas de conexiones de borde deslizante pata la interfaz con ICSS del propietario. Estas señales incluirán ARRANQUE/PARADA, funcionamiento de la bomba y cualquier alarma de condición alterada y viajes y se implementarán en el ICSS con base en la lógica proporcionada. Panel de control y unión con las cajas que deben ser según NEMA 4X 316L SS.
    - Monitoreo de salinidad/conductividad y puntos de muestreo además del instrumento en línea requerido para la operación automática.
    - Interfaz de drenajes abiertos y cerrados.
    - Esquemas del proceso y la capacitación sobre los servicios y la dosificación de productos químicos requeridos.

- El flujo de descarga de membrana (concentrado de salmuera) se dirigirá al difusor de agua de mar a través del sumidero de agua de rechazo. Para las especificaciones de cumplimiento de efluentes, consulte la **NOM-001-SEMARNAT-2021**.
- Un patín completo con todos los equipos y tuberías ensamblados. El patín debe estar listo para funcionar después de la instalación y puesta en servicio en el sitio.
- Detalles del sistema de limpieza in situ (CIP) de membrana de RO, que debe estar montado sobre patines y con tuberías rígidas con válvulas automáticas; Se deben evitar conexiones de mangueras.
- Se proporcionarán instalaciones de re-mineralización.
- Equipos auxiliares e instrumentación para operación automática, incluidos PI, PT, TI locales, amortiguadores de pulsaciones, controladores de presión diferencial, interruptores de corte de alta presión, válvulas de control, analizadores (pH, ORP, turbidez, conductividad, etc.) y medidores de flujo.

- Los límites máximos permisibles para la descarga al pozo de inyección serán los establecidos en la **NOM-001-SEMARNAT-2021.**
- Se puede considerar que la temperatura ambiente del aire en el sitio es de 34.5 °C (máx.) y una temperatura mínima absoluta de -3 °C. El paquete se instalará al aire libre. Se proporcionará protección solar, si es necesario. Temperatura de diseño mecánico mínima -3 °C para tanques atmosféricos y componentes plásticos y -29 °C para equipos CS presurizados", máx. 75 °C (correspondiente a la temperatura del cuerpo negro).
- El sistema de desalinización de los pozos salinos, en total, será capaz de producir un mínimo de 180 m^3/h de agua desalinizada en las condiciones de diseño hacia el final de la vida útil de la membrana. El flujo de agua desalinizada será controlado por el nivel del tanque de agua de servicio. Se asesorará sobre la reducción del paquete y diseñará el flujo de alimentación necesario para lograr el flujo de agua desalinizada requerido. Se considerará un margen de equipamiento adecuado del 10% o más. Si la demanda de agua desalinizada está por debajo del flujo de reducción, el paquete puede funcionar de forma intermitente o parcial.
- Este paquete cubrirá la demanda de agua desalinizada del **Proyecto** y un sistema de tratamiento post desalinización. El sistema de tratamiento post desalinización tratará el agua para proporcionar agua potable para consumo humano.
- La presión de agua tratada/corriente rechazada indicada es la presión mínima requerida. Deberá confirmar la presión de diseño y la contrapresión máxima permitida. Deberá haber un margen mínimo del 10% entre la presión de operación y la de diseño.
- El aire de la planta se utilizará como aire comprimido.
- Acero al carbono recubierto internamente con PTFE o caucho. También se aceptan construcciones no metálicas. Todos los tanques CS tendrán CA de 3 mm.

- Los tanques rectangulares montados sobre patines pueden diseñarse de acuerdo con la fórmula de Roark.
- Los tanques/recipientes construidos en GRP deberán cumplir con BS EN 13121 / ASME X. Los tanques/recipientes de acero deberán cumplir con ASME Sec. VIII División 1.
- Se diseñará el paquete de manera que la extensión del ensamblaje en el taller sea máxima y las conexiones a los patines por parte del Promovente se mantengan al mínimo para el montaje y ensamblaje en el sitio.
- Se deberá proporcionar escaleras, pasillos/plataformas, pasamanos, protectores para rodillas y pies según sea necesario para acceder a todos los equipos, incluidos válvulas, instrumentos, plataformas de carga, boquillas de extracción de consumibles, entradas de acceso, durante el funcionamiento normal. El acceso principal debe proporcionarse mediante escaleras (siempre que sea posible y práctico).
- Para cada tipo de inyección de productos químicos, el Vendedor deberá proporcionar los detalles de (1) Condiciones de operación, (2) Detalles de los componentes tales como (a) Bomba (b) Mezclador/Agitador (c) Accesorios (d) Tanque/Recipiente, (3) Especificaciones (4)
- Todas las bombas dosificadoras de productos químicos deberán contar con control automático de longitud de carrera y/o velocidad para cumplir con los requisitos del proceso.
- El diseño del paquete será tal que sea capaz de producir agua desalinizada las 24 horas, los 7 días de la semana. El sistema deberá diseñarse para permitir múltiples arranques y paradas sin afectar la vida útil de las membranas.
- La re-mineralización mediante dosificación química o filtros de piedra caliza, según sea necesario.

Figura II. 20. Diagrama esquemático de la operación del sistema de pozos salinos-desalinización-inyección de agua de rechazo



iv.3) Construcción de la planta de tratamiento de aguas residuales

La capacidad de la planta de tratamiento es de 85.39 lps en un máximo de uso y capacidad de procesar hasta 128.08 lps en un caso máximo extraordinario, el efluente de esta planta será empleado para servicios de limpieza y riego de las áreas de conservación.

El proceso de tratamiento será en dos etapas: la primera etapa, iniciará con los lodos activados y aireación que permita la biodegradación de los componentes mediante las bacterias que prosperan en los lodos activados. La segunda etapa, se llevará a cabo para el tratamiento mediante hipoclorito de sodio que permita la desinfección del agua residual.

iv.3.1) Sistema de lodos activados

Es un tipo de proceso biológico aeróbico que se utiliza en tratamiento de aguas residuales para depurar todos los microorganismos de origen natural mediante el oxígeno los microorganismos puedan asimilar la materia orgánica y nutrientes presentes en el agua residual.

En este proceso se utilizan microorganismos como bacterias, algas, hongos, protozoos y nematodos para que reduzcan al mínimo el tamaño de otros materiales orgánicos, transformando los contaminantes biológicos en biomasa, dióxido de carbono y agua; a este proceso igual se le conoce como oxidación ya que las partículas y los coloides se coagulan y forman un sedimento que luego es eliminado en el proceso de sedimentación.

Este proceso brinda grandes beneficios ya que la remoción de contaminantes es mayor, se realiza en un tiempo menor, casi no se producen lodos y el consumo eléctrico es mínimo.

Otra ventaja de este proceso es que el agua no se desperdicia en ninguna de las etapas. Esto se debe a que el agua se limpia por completo y puede ser utilizada para actividades de la empresa y también otra parte del agua se vuelve a usar dentro del mismo tratamiento para la dilución de lodos.

El proceso se lleva a cabo a través de 4 etapas:

1. Reactor biológico o tanque de aireación

En este primer paso del proceso biológico, el agua residual entra en contacto con los lodos activados gracias a la agitación, los microorganismos se mezclan con el líquido y se inicia la oxidación de la materia orgánica. Con el equipo de aireación se inyecta oxígeno de manera constante para activar a las bacterias y que asimilen las partículas biológicas.

La fuente de aireación será por medio de un soplador con difusores.

2. Tanque sedimentador

El tanque sedimentador es el encargado de separar los sólidos biológicos suspendidos del agua tratada. A esos sólidos suspendidos se les conoce como lodo activado.

3. Sistema de retorno de lodos

En este paso regresa al tanque de aireación una parte de los sedimentos para mantener la concentración de los microorganismos.

Dentro de la planta de tratamiento se instala un sistema de tuberías y bombas que ayudan a la recirculación de los lodos activados.

4. Tubería de desecho

Se coloca para purgar los lodos que no pueden ser devueltos al tanque de aireación, ya sea porque hay exceso de él o por sus componentes.

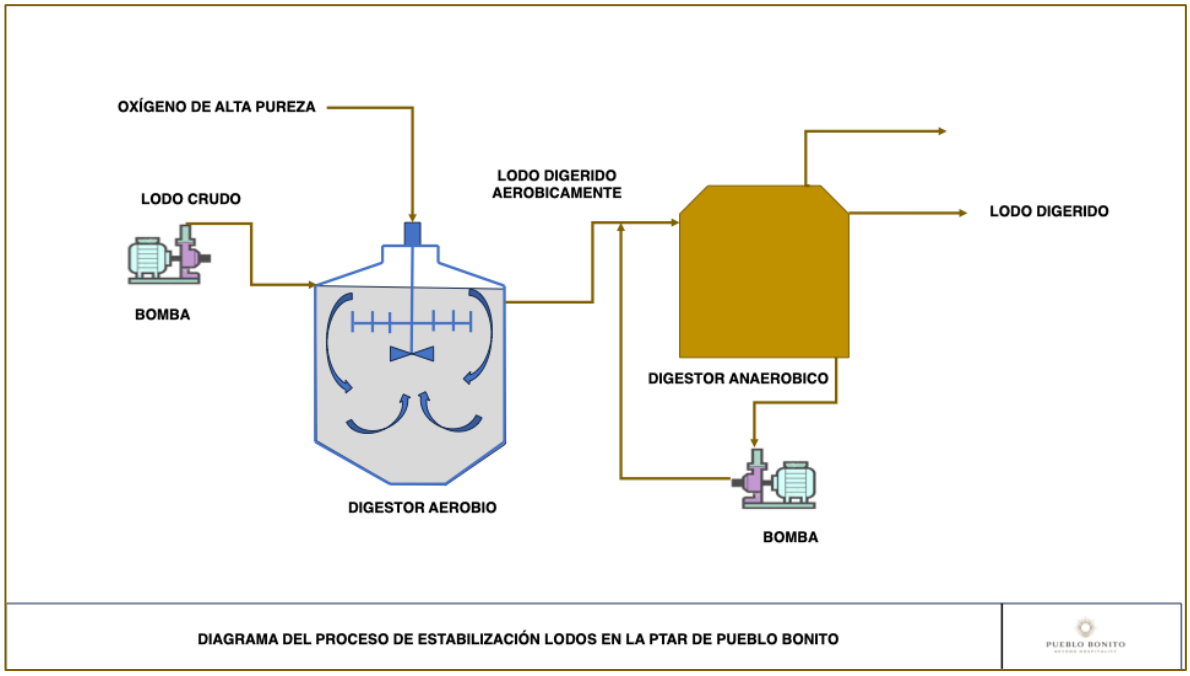
5. Tratamiento de lodos

Los lodos son resultado del tratamiento y purificación del agua residual tratada. El manejo de los lodos residuales es uno de los aspectos más importantes del tratamiento de aguas residuales. Para tener éxito en el tratamiento y disposición de lodos, se necesita una comprensión clara de la naturaleza de los lodos, cómo se producen y cómo deben manejarse.

El proceso de tratamiento acatará las normas oficiales mexicanas asociadas al tratamiento de aguas residuales, y se vigilarán con especial atención las siguientes:

- NOM-001-SEMARNAT-2021, que establece los límites permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en cuerpos receptores propiedad de la nación, y;
- NOM-003-SEMARNAT-1997, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes para las aguas residuales tratadas que se reúsen en servicios al público.

Figura II. 21. Proceso de estabilización



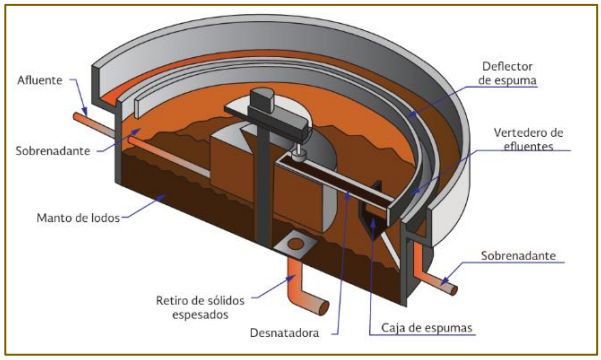
El acondicionamiento adecuado es fundamental en el proceso de manejo ya que permite preparar los lodos producidos en el proceso de tratamiento para el espesamiento y la deshidratación.

El principal propósito del espesamiento de lodos es la reducción del volumen de material tratado para los procesos subsecuentes. De esta forma, con el espesamiento se pueden incrementar la concentración de sólidos de los lodos de 0.5 a 4 por ciento, lo cual disminuye su volumen ocho veces.

Como se mencionó esta reducción beneficia los tratamientos posteriores como la digestión, deshidratación, secado y disposición final.

El espesamiento también reduce la capacidad requerida en los reactores y el equipo; la cantidad de químicos para el acondicionamiento; el calor para los digestores; y el volumen del lodo que debe ser transportado, secado o incinerado.

Figura II. 22. Componentes del espesador por gravedad (Water Environment Federation, 2001).



iv.3.2) Pretratamiento.

El lodo que entra al espesador por gravedad debe estar cribado y desmenuzado para prevenir la entrada de basura o materiales fibrosos y se debe bombear continuamente. Estos procesos requieren de un mantenimiento constante. A continuación, se describe cada uno de ellos:

iv.3.3) Mantenimiento

Mantenimiento semanal

- Se deben comprobar los niveles de aceite y garantizar que la ventilación esté abierta en la tapa de llenado de aceite. Inspeccionar todos los desagües de condensado y eliminar de cualquier humedad acumulada.
- Examinar la unidad de control de los interruptores límite.
- Examinar visualmente el desnatador para asegurar el funcionamiento del deflector espuma y la caja de espuma.

Mantenimiento mensual.

- Inspección de limpiadores de los desnatadores para controlar el desgaste.
- Ajuste de las cadenas de accionamiento o correas.

Mantenimiento anual.

- Desmontaje de la unidad y el examen de todos los engranes, sellos de aceite y rodamientos.
- Se deben examinar los engranes y superficies de apoyo en busca de desgaste abrasivo, de puntuación y picaduras.
- Comprobación del aceite por la presencia de cualquier metal que podría ser un precursor de problemas futuros. El espesador se debe drenar y revisar todas las partes del mecanismo que están sumergidas. Debe prestarse especial atención al mantenimiento de los recubrimientos de protección, a las conexiones de tuberías flexibles, conexiones atornilladas, y escurridores, si se utilizan.
- Sustitución de cualquier pieza que tenga una vida útil esperada de menos de un año. Es mucho más fácil sustituir estos elementos durante el mantenimiento programado que durante una crisis.

iv.3.4) Deshidratación de lodos

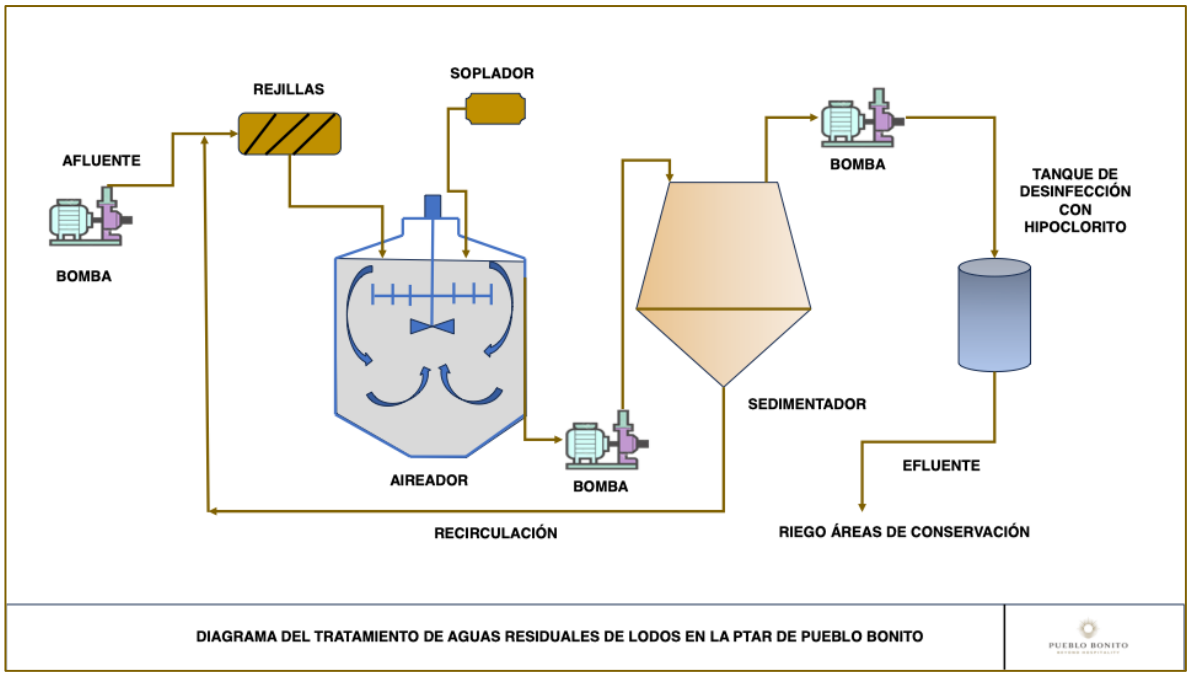
El proceso de deshidratación se realiza para incrementar la concentración de sólidos en el lodo, mediante la eliminación del agua.

Lechos de secado

La deshidratación natural de lodos es uno de los primeros métodos que ha sido utilizado en la práctica para la reducción del contenido de agua de los lodos y para el facilitamiento de su manejo en su disposición final. La deshidratación natural incluye el uso de lechos de arena abiertos o cubiertos y otros tipos de lechos de secado.

Parte de los lodos resultantes del proceso antes descrito, se utilizarán como mejorador de suelo en las áreas verdes del desarrollo y otra parte se depositará en el relleno sanitario municipal.

Figura II. 23. Esquema del sistema de lodos activados



iv.3.5) Muestreo

La metodología para el muestreo, contaminantes a analizar y periodicidad del análisis se hará conforme lo estipulado en la normatividad vigente y lo que estipule el permiso de descarga que se gestionará ante CONAGUA.

La toma de muestras se hará por personal capacitado y acreditado de la misma empresa o en su caso con personal de un laboratorio acreditado, este último será el responsable de analizar el agua residual.

iv.3.6) Medidor de volúmenes

Se deberá instalar medidor volumétrico que permita tener un control de los volúmenes de agua residual tratada y descargada en el pozo de descarga a una profundidad de 72 metros y con ademe de tubería de 8” de diámetro, llevando para ello una bitácora donde se registren los volúmenes diarios descargados, esta información más los resultados obtenidos del laboratorio acreditado, serán los elementos para presentar las declaraciones de derechos trimestrales en sistema DECLAR@GUA de la Comisión Nacional del Agua.

Algunas particularidades de la PTAR incluyen:

- El hipoclorito de sodio tendrá un tiempo de contacto no menor de quince minutos a flujo máximo para que proporcione una concentración de cloro residual mayor a 0.5 mg/l al final del tratamiento.

- El retiro de los lodos activados y el mantenimiento de la PTAR se realizará por una empresa subcontratista; misma que se hará cargo de la disposición final de estos residuos. Será obligación del proveedor contar con certificaciones y autorizaciones correspondientes para llevar a cabo esta actividad.
- La PTAR tratará la totalidad del efluente generado por el Proyecto; esto es habitaciones, restaurantes, áreas comunes, albercas y otros.
- El agua tratada será empleada para mantenimiento de la vegetación circundante al Proyecto. El porcentaje de captación para este sistema es del 75%, considerando pérdidas causadas por la tubería de distribución.

iv.4) Descripción de las obras de las Fases I, II, III, IV y V

iv.4.1) Construcción de edificaciones e instalaciones comunes

Todos los edificios de este Proyecto se analizarán de acuerdo con los requisitos de seguridad que establecen los reglamentos para construcciones vigentes, el Manual de Obras Civiles de la Comisión Federal de Electricidad, así como el Reglamento de la Ley de Edificaciones del estado de Quintana Roo, con sus Normas Técnicas Complementarias.

El Proyecto contempla aproximadamente 29 edificios de habitaciones de hotel, de 2 y 4 niveles, a su vez se consideran varias albercas en el complejo del Proyecto y un número considerable de estructuras secundarias para servicios del hotel.

La cimentación se realizará conforme a lo establecido en la mecánica de suelos, donde se recomienda mediante una cimentación profunda a base de PILOTES PREFABRICADOS DE CONCRETO REFORZADO desplantados en el primer manto rocoso, a una profundidad promedio de 5.50 m, considerando 1.00 m de empotre dentro de la roca caliza suave o media.

El sistema estructural para el cuerpo principal a diseñar se considerará a base de estructura de concreto reforzado generando por marcos resistentes a momentos con un sistema mixto con muros de cortante. El sistema de piso se considera con losa aligerada de concreto armado apoyada sobre las vigas que forman los marcos y trabes intermedias, que serán usadas con la finalidad de reducir los claros del entrepiso, la funcionalidad de estas trabes será exclusivamente para cargas gravitacionales.

El sistema estructural para los cuerpos secundarios se considerará a base de estructura concreto reforzado en sus dos direcciones principales, generado por marcos resistentes a momentos con un sistema mixto con muros de cortante. En algunos casos cuando el proyecto arquitectónico lo permita, se usarán muros de carga usando mampostería como sistema sismo-resistente.

El sistema de piso se considera con losa aligerada de concreto armado apoyada sobre las trabes que forman los marcos o los muros de mampostería.

Los sistemas de contención se proponen considerando muros de concreto reforzado, asegurando su estabilidad tanto para el empuje de suelos en su condición estática, así como para un posible evento sísmico que incremente sus empujes.

Se considera el peso propio de la estructura, carga permanente más carga viva. Los elementos mecánicos obtenidos de este estudio se combinan con los resultados obtenidos del análisis modal espectral, para obtener la condición de esfuerzos más crítica o desfavorable para la estructura y efectuar el diseño para esa condición, ya sea carga vertical o bien carga vertical más sismo o viento.

a) Normas, códigos y especificaciones:

Se utilizarán en su versión más reciente excepto cuando se indique lo contrario, los códigos y reglamentos siguientes:

A. Manual de Diseño de Obras Civiles. Diseño por Sismo de la Comisión Federal de Electricidad 2008.

B. Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal. Vigente.

C. Normas Técnicas Complementarias para Diseño de Estructuras de Concreto Reforzado.

D. Normas Técnicas Complementarias para Diseño de Cimentaciones.

E. Normas Técnicas Complementarias para Diseño por Sismo.

F. Normas Técnicas Complementarias para Diseño de Mamposterías.

G. Requisitos del Reglamento para Concreto Estructural, publicado por el Instituto Americano del Concreto en su versión 2014 (ACI 318s-14).

H. Estudio de Mecánica de Suelos desarrollado en el sitio.

I. Manual AISC de construcción en acero décima tercera edición

J. AWS D1.1, Código de soldadura estructural.

K. Especificaciones para diseño, fabricación y montaje de estructuras de acero para edificios, IMCA, 2008.

b) Criterio de análisis y diseño:

El análisis por cargas gravitacionales y accidentales se realizará por medio de un programa de análisis matricial por computadora (ETABS V2016), con los parámetros que establecen el reglamento de construcciones de Quintana Roo, considerando los parámetros de diseño definidos en el manual de CFE-15 para diseño por viento y por sismo.

El diseño de los elementos de concreto cumplirá con lo establecido en las Normas Técnicas complementarias para diseño en concreto del Reglamento de Construcción del Distrito Federal (NTC-RCDF-2004), así como un complemento tomando las recomendaciones del reglamento para concreto estructural publicado en el 2014 por el Instituto Americano del Concreto (ACI 318-14).

El diseño de los elementos de acero cumplirá con los requerimientos de las normas técnicas complementarias para diseño de acero del Distrito Federal (NTCARCDF-2004), el Instituto Americano de Construcción en Acero (AISC-360-10) y la sociedad americana de soldadura (AWS).

La mampostería cumplirá los requerimientos de las normas técnicas complementarias para diseño de mampostería del reglamento de Construcciones del Distrito Federal (NTCM-RCDF-2004).

c) Especificaciones para materiales:

Se considerarán en el diseño de los diferentes elementos estructurales el uso de los materiales que se especifican a continuación:

Concreto: Se deberá de considerar concreto clase 1, con agregado calizo y un peso volumétrico en estado fresco superior a 2200 kg/m3. El módulo de elasticidad se considerará el establecido en la tabla de la página anterior. El cemento a utilizar debe ser clase resistente 30-40 y debe cumplir con las especificaciones de la norma NMX-C-414-ONNCCE. Los agregados pétreos deben cumplir con la norma NMX-C-III. El agregado grueso para concretos clase 1 debe tener un peso específico superior a 2600 kg/m³. Para el caso de la cimentación el concreto deberá ser RS resistente a sulfatos, así como estructuras que tengan contacto con el terreno natural. El agua de mezclado debe ser limpia y cumplir con los requisitos de la norma NMX-C-122. La resistencia a compresión utilizada en este proyecto será como mínima de 300 kg/cm2. Como lo marca la norma (ACI) para zonas cercanas al mar, asegurando la durabilidad de las estructuras al estar cerca del mar.

Acero de refuerzo: El acero de refuerzo para concretos son varillas corrugadas clasificadas por el ASTM como Clase A-615 Grado 42 con un esfuerzo de fluencia fy=4200 kg/cm^2 y un esfuerzo de ruptura fu=6300 kg/cm^2 o mayor, a excepción de barras de 3/16" con un esfuerzo de fluencia mínimo fy=5000 kg/cm^2, para su uso estribos.

La relación del esfuerzo de resistencia real del acero entre su esfuerzo nominal no debe ser menor de 1.25. El módulo de elasticidad del acero de refuerzo es de Es=2´039,000 kg/cm^2. Las mallas electrosoldadas cumplirían la norma ASTM A-185 y tienen como mínimo un esfuerzo de fluencia fy=5000 kg/cm^2.

A continuación, se enlistan los recubrimientos mínimos que se deberán cumplir para diferentes elementos estructurales (todos los recubrimientos son a paño de varilla):

- Pilotes: 2cm.
- Losas: 2cm.
- Trabes: 4cm.
- Columnas: 4cm.
- Muros: 2cm.
- Contratrabe: 7.5cm.
- Dados: 7.5cm.
- Zapatas: 7.5cm.
- Dalas y castillos: 2cm.
- Acero Estructural:

Se enlistan las diferentes normas que se deben de cumplir y los esfuerzos de fluencia mínimos para diferentes elementos estructurales de acero que se podrían considerar en el Proyecto:

- Perfil laminado tipo IR: cumple la norma ASTM A-992 con un esfuerzo de fluencia mínimo fy=3515 kg/cm^2. o Perfil laminado tipos CPS (canal) y APS (ángulo): cumple la norma ASTM A-36 con un esfuerzo de fluencia mínimo fy=2530 kg/cm^2.
- Perfil tubular tipo PTR (rectangular): cumple la norma ASTM A-500 con un esfuerzo de fluencia mínimo fy=3235 kg/cm^2.o Perfil tubular tipo OC (circular): cumple la norma ASTM A-501 con un esfuerzo de fluencia mínimo fy=2530 kg/cm2.o Placa de acero: cumple la norma ASTM A-36 con un esfuerzo de fluencia mínimo fy=2530 kg/cm^2.

  *La soldadura empleada en campo debe ser al arco eléctrico con electrodo recubierto de los siguientes tipos:

- E70XX para uniones entre elementos de acero A-36 y A-50, así como combinaciones entre ellas.
- E90XX para uniones entre elementos de acero A36 o A-50 y varillas corrugadas de Grado 42, así como entre las mismas varillas.

  Las soldaduras en taller podrán ser al arco eléctrico con electrodo recubierto o también de arco sumergido, cuando se ocupen equipos automatizados o robotizados. Todos los soldadores deben estar calificados.

  Mampostería: Las piezas usadas en los elementos estructurales de mampostería deberán cumplir con la Norma Mexicana NMX_C_404_ONCCE.

  El peso volumétrico neto mínimo de piezas, en estado seco, no deberá ser menos que 1300 kg/m^3 para tabiques de barro recocido, 1500 kg/m^3 para tabique de concreto (tabicón) ni de 1700 kg/m^3 para tabiques de barro con huecos verticales o Bloques de concreto. El cemento de albañilería para elaboración de morteros deberá cumplir con la norma NMX-C.021. La cal hidratada para la elaboración del mortero deberá cumplir con la norma NMX-C-003-ONCEE. La resistencia mínima a compresión del mortero que se use para unir piezas no será menor que 40 kg/cm^2.

  Los morteros y concretos de relleno que se usen para rellenar celdas de piezas huecas no deberá tener una resistencia a compresión menor a 125 kg/cm^2. La resistencia a compresión (fm*) y a cortante (vm*) de las piezas de mampostería se enlistan a continuación, según la pieza a utilizar (sobre área bruta): o Tabique de barro recocido: fm*>=15kg/cm^2 y vm*>=3kg/cm^2.

- Tabique de barro con huecos verticales: fm*>=30kg/cm^2 y vm*>=2kg/cm^2. o Bloque de concreto: fm*>=15kg/cm^2 y vm*>=2.5kg/cm^2.
- Tabique de concreto: fm*>=15kg/cm^2 y vm*>=2kg/cm^2. El módulo de elasticidad mínimo de la mampostería de tabiques y bloques de concreto no debe ser menor que Em=800fm* para cargas de corta duración y de Em=350fm* para cargas sostenidas. En el caso de mampostería de tabique y barro u otras piezas, el módulo de elasticidad no debe ser menor que Em=600fm* para cargas de corta duración y de Em=350fm* para cargas sostenidas. El módulo de cortante de la mampostería tendrá que cumplir como mínimo el 40% del módulo de elasticidad.

- Para el control de terracerías se deberá obtener las masas volumétricas de cada una de las capas mencionadas en el estudio. La intensidad de muestreos será conforme se vaya efectuando el avance en obra, aplicando para ello la NMXC-416, o las normas SCT. Para determinación de masas volumétricas en campo y laboratorio.

d) Planta del conjunto:

Nivel Ingreso N+12.00

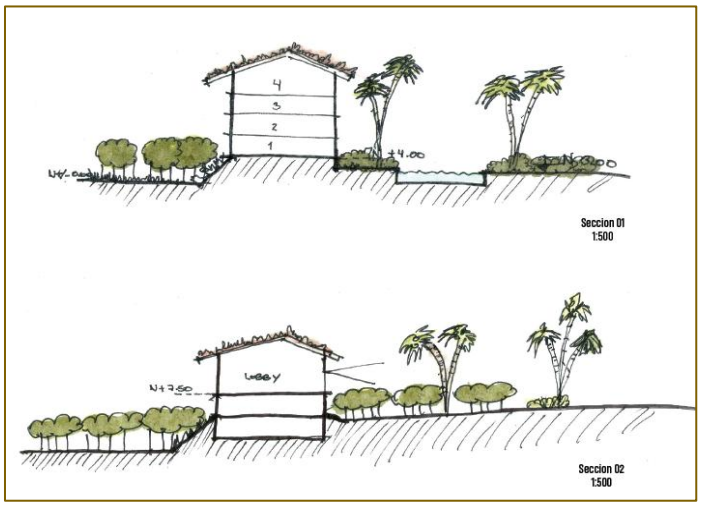
El acceso al hotel es a través de un motor lobby cubierto al cual se llega mediante una avenida de acceso que se ubica en la esquina noreste del conjunto. Por este motor lobby principal se ingresa vehicularmente al área de ventas y al destination spa, el cual tiene su ingreso peatonal independiente al del hotel. Cruzando el motor lobby principal se encuentra un drop-off para el área de ventas, que lleva a una recepción de ventas y ésta a su vez conecta con el edificio de ventas que se desplanta en el nivel N+8.00.

El ingreso peatonal al hotel es a través de un espacio que se ha denominada “la ventana”, en donde se encuentran las salas VIP, recepción huéspedes, recepción de maletas y servicios sanitarios.

Entrando al lobby, el primer espacio con el que se encuentra el huésped es un gran salón con salas de espera para el check-in, desde donde se tiene una gran vista al mar. Desde este espacio, el huésped tiene acceso a concierges, sanitarios, un lobby bar y al front desk.

El lobby se lleva a través de un corredor hacia el poniente al salón de eventos y hacia el oriente conecta con el área denominada “Zona Rosa” en cuya plaza central se encuentran varias amenidades del hotel como, un *deli*, el Coffe Shop, el Teen´s Club, el sport´s bar, un restaurante de especialidades, restaurantes temáticos, locales comerciales y servicios sanitarios.

Figura II. 24. Ilustración de planta de conjunto N+12.00



Lobby – Salón de Eventos N+ 12.00

El salón de eventos se encuentra al noroeste del complejo, con la intención de que esta amenidad pueda dar servicio interno de huéspedes y además puede ser utilizada por clientes independientes al hotel. El salón de eventos se desplanta en el N+12.00, es decir, al mismo nivel del Lobby y nivel de acceso principal.

En las otras secciones de este nivel se alojan habitaciones que cuyo acceso es por medio de rampas, escaleras, elevadores que conectan directamente con las áreas públicas.

Habitaciones

El hotel tendrá 954 llaves de hotel, cuartos de una unidad de alojamiento estándar con una o dos camas y un baño o una unidad de alojamiento tipo suite con una o dos camas y baño más estancia-comedor y baño; por lo que junior y ejecutiva cuentan como 1 cuarto y la presidencial cuenta como dos cuartos, se pretende contar con un área de 136,695m2 de construcción.

Los huéspedes ingresan a estos niveles a través de elevadores y escaleras que se encuentran en cada edificio.

Figura II. 25. Ilustración de las habitaciones

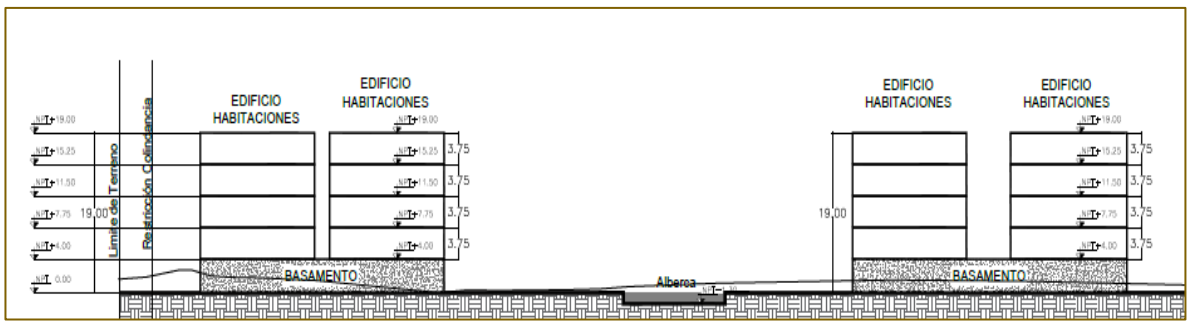


Figura II. 26. Arreglo tipo de las habitaciones



Vistas

Los edificios del Proyecto se han emplazado para lograr que éstos tengan vistas al mar, en especial los edificios de habitaciones, los cuales tienen vista al mar, albercas y áreas de vegetación.

Para lograr esto se ha utilizado la topografía natural del terreno en algunos casos, y en otros, se han creado plataformas artificiales para lograr el efecto de escalamiento y así lograr las vistas al mar.

De la misma manera, se ha considerado la importancia de las vistas de los edificios vecinos al hotel, de manera que la altura de los edificios dentro del conjunto está estudiada para no comprometer las vistas de los edificios vecinos.

e) Acabados y materiales:

A nivel esquemático, el Proyecto contempla la siguiente tabla general de acabados.

Tabla II. 20. Acabos y materiales de las estructuras de las fases I, II, II, IV y V

Espacio	Pisos	Muros	Plafón	Cancelería	Carpinteria
Habitaciones	Mármol colocado sobre firme de concreto previamente nivelado e impermeabilizado	Block de concreto de 15x20x50 con aplanados mortero-yeso pulido fino acabado	Panel de cemento de 13 mm sobre bastidor de postes de metal galvanizado según especificaciones de proveedor terminado en pintura vinil-acrílica	Puertas y ventanas en aluminio color según diseño aprobado con cristal claro templado de 9 mm	Madera maciza alder con acabados barnizado según diseño, jaladeras, herrajes acabados cromo
Corredores	Piso porcelánico colocado sobre firme de concreto previamente nivelado e impermeabilizado	Block de concreto de 15x20x50 con aplanados mortero-yeso pulido fino acabado	Panel de cemento de 13 mm sobre bastidor de postes de metal galvanizado según especificaciones de proveedor terminado en pintura vinil-acrílica	Barrandales de herrería según diseño aprobado colocados en pintura electrostática	Puertas de madera maciza alder con acabdo barnizado según diseño. Jaladeras y herrajes acabado cromo
Circulaciones verticales	Piso porcelánico colocado sobre firme de concreto previamente nivelado e impermeabilizado	Concreto reforzado	Panel de cemento de 13 mm modular, acústico según especificaciones de proveedor terminado en pintura vinil acrílica		

Espacio	Pisos	Muros	Plafón	Cancelería	Carpinteria
Escaleras	Piso porcelánico colocado sobre firme de concreto previamente nivelado e impermeabilizado	Concreto reforzado	Panel de cemento de 13 mm modular, acústico según especificaciones de proveedor terminado en pintura vinil acrílica.	Barrandales de herrería según diseño aprobado colocados en pintura electrostática.	
Lobby	Mármol colocado sobre firme de concreto previamente nivelado e impermeabilizado	Block de concreto de 15x20x50 con aplanados mortero-yeso pulido fino acabado	Panel de cemento de 13 mm sobre bastidor de postes de metal galvanizado según especificaciones de proveedor terminado en pintura vinil-acrílica	Puertas y ventanas en aluminio color según diseño aprobado con cristal claro templado de 9 mm	Madera maciza alder con acabados barnizado según diseño, jaladeras, herrajes acabados cromo
Motor Lobby	Adoquín según muestra aprobada por el cliente	Block de concreto de 15x20x50 con aplanados mortero-yeso pulido fino acabado	Panel de cemento de 13 mm sobre bastidor de postes de metal galvanizado según especificaciones de proveedor terminado en pintura vinil-acrílica	Puertas y ventanas en aluminio color según diseño aprobado con cristal claro templado de 9 mm	Madera maciza alder con acabados barnizado según diseño, jaladeras, herrajes acabados cromo
Salón de eventos	Piso porcelánico colocado sobre firme de concreto previamente nivelado e impermeabilizado	Block de concreto de 15x20x50 con aplanados mortero-yeso pulido fino acabado	Panel de cemento de 13 mm sobre bastidor de postes de metal galvanizado según especificaciones de proveedor terminado en pintura vinil-acrílica	Aluminio color según diseño aprobado con cristal claro templado de 9 mm	Madera maciza alder con acabados barnizado según diseño, jaladeras, herrajes acabados cromo
Áreas públicas	Piso porcelánico colocado sobre firme de concreto previamente nivelado e impermeabilizado	Block de concreto de 15x20x50 con aplanados mortero-yeso pulido fino acabado	Panel de cemento de 13 mm sobre bastidor de postes de metal galvanizado según especificaciones de proveedor terminado en pintura vinil-acrílica	Puertas y ventanas en aluminio color según diseño aprobado con cristal claro templado de 9 mm	Madera maciza alder con acabados barnizado según diseño, jaladeras, herrajes acabados cromo
Restaurantes	Piso porcelánico colocado sobre firme de concreto previamente nivelado e impermeabilizado	Block de concreto de 15x20x50 con aplanados mortero-yeso pulido fino acabado	Panel de cemento de 13 mm sobre bastidor de postes de metal galvanizado según especificaciones de proveedor terminado en pintura vinil-acrílica	Puertas y ventanas en aluminio color según diseño aprobado con cristal claro templado de 9 mm	Madera maciza alder con acabados barnizado según diseño, jaladeras, herrajes acabados cromo.
Servicios	Piso porcelánico colocado sobre firme de concreto previamente nivelado e impermeabilizado	Block de concreto de 15x20x50 con aplanados mortero-yeso pulido fino acabado	Concreto aparente con acabdo liso con pintura vinil-acrílica	Puertas y ventanas de herrería según diseño aprobado colocados en pintura electrostática	
Ánden de carga y descarga	Concreto acabado liso con sellador epóxico.	Lambrín de GYPSUM acabado pasta.	Concreto aparente con acabdo liso con pintura vinil-acrílica.	Puertas y ventanas de herrería según diseño aprobado colocados en pintura electrostática.	
Cuartos de máquinas e instalaciones especiales	Concreto acabado liso con sellador epóxico.	Lambrín de GYPSUM acabado pasta.	Concreto aparente con acabdo liso con pintura vinil-acrílica.	Puertas y ventanas de herrería según diseño aprobado colocados en	

Espacio	Pisos	Muros	Plafón	Cancelería	Carpinteria
				pintura electrostática	
Estacionamientos	Concreto aparente acabado liso	Block de concreto de 15x20x50 con aplanados mortero-yeso pulido fino acabado	Concreto aparente con acabado liso con pintura vinil-acrílica	Puertas y ventanas de herrería según diseño aprobado colocados en pintura electrostática	
Albercas	Mosaico veneciano	Block de concreto de 15x20x50 con aplanados mortero-yeso pulido fino acabado			
Áreas exteriores	Piso concreto lavado con agregado expuesto	Block de concreto de 15x20x50 con aplanados mortero-yeso pulido fino acabado			Pérgolas cubiertas de maciza alder acabado barnizado según diseño
Azoteas	Losas impermeabilizadas con sistema termofusionado cel tipo APP, con entorcado para dar salida al agua	Block de concreto de 15x20x50 con aplanados mortero-yeso pulido fino acabado		Puertas y ventanas de herrería según diseño aprobado colocados en pintura electrostática	

iv.4.2) Instalación hidráulica, sanitaria, pluvial y contra incendio

a) Instalación hidráulica

a.1) Bases de Diseño Hidráulicas

Se plantea el diseño de las instalaciones Hidrosanitarias considerando las características y requerimientos de cada uno de los edificios de manera particular e integrarlos a la red general a desarrollar para el proyecto ejecutivo.

Se propone la utilización de cuartos de máquinas descentralizados, desde los cuales se pueda dar servicio a uno o más edificios, buscando la eficiencia máxima de los equipos.

Para el diseño de la red de distribución de agua se consideran los siguientes criterios:

El objetivo principal para el abastecimiento de agua potable a cualquier tipo de desarrollo es proporcionar agua potable, de acuerdo con las normas de la Secretaria de Salud, en cantidad suficiente las 24 horas de día y con las presiones adecuadas, siendo estas de 1.5 a 5.0 kg/cm^2 y en casos excepcionales una presión mínima de 1.0 kg/cm^2 todas las presiones se consideraron para condiciones de saturación ocupacional y en la hora de máxima demanda.

Se proyectó y deberá construirse para suministrar todo el tiempo la cantidad suficiente de agua en cualquier sector de la red, manteniendo presión adecuada, evitando los ramales con punta muerta que dan lugar a presiones bajas y a estancamiento del agua con acumulación de sedimentos y de bacterias.

Toda la tubería de agua potable será soportada por elementos de acero y cuando tenga que ir enterrada se alojará en una

zanja. Cuando el agua tenga propiedades incrustantes, se estabilizará desde su captación para evitar daños en la tubería y conexiones.

La distancia mínima de separación entre la tubería hidráulica y sanitaria de líneas telefónicas o eléctricas deberá ser de 2.50 metros. Toda tubería hidráulica enterrada se tendrá por encima de la sanitaria, a una distancia mínima de 0.50 metros.

Las corrosiones implican destrucción de la tubería y con ello exponen el agua a contaminaciones que modifican su calidad ya que las incrustaciones estorban el libre flujo del líquido al reducir el diámetro interno de la tubería.

No se permitirá colocar líneas de agua potable y de aguas servidas en la misma cepa, los cruceros de agua potable y alcantarillado (conexiones cruzadas), ofrecen peligros de contaminación, por lo que, a más de separarlos, deberá emplearse en ambas líneas material durable y resistente a la corrosión, con juntas herméticas.

La tubería de la Red de distribución deberá desinfectarse antes de ponerse en uso, llenándola con agua conteniendo 50 p.p.m. de cloro y dejándola reposar aproximadamente 12 horas. Después de ese tiempo, se dejará correr el agua ½ hora para eliminar el exceso de cloro.

El proyecto, diseño y cálculo de instalaciones hidráulicas se basó en los reglamentos de construcción vigentes, el reglamento de ingeniería sanitaria, así como las normas nacionales del código de plomería del departamento de comercio de los Estados Unidos de Norte América (NSPC).

Se propone un cuarto de máquinas con la capacidad de alimentar agua a uno o varios edificios. Esto dependerá de la ubicación del cuarto, el volumen o gasto de cada uno de los edificios, y las características de ubicación de la zona de aplicación del alcance de los cuartos de máquinas.

Para el diseño de los equipos de bombeo de agua para el sistema hidroneumático se proponen bombas sumergibles las cuales presurizaran el cabezal de descarga del sistema hidráulico y estos a su vez las líneas generales y columnas a cada uno de los edificios del Proyecto.

En estos cuartos de máquinas se colocarán equipos de calentamiento de agua, formados por calentadores a base de gas y tanques de expansión, los cuales concentrarán el agua y mantendrán el flujo continuo a las áreas del o los edificios a los que dará servicio.

Se plantea la acometida a cada edificio desde una línea general, esta alimentación dará servicio a las habitaciones y cuartos de servicio del edificio en particular. La línea llegara a los ductos que alimenten las habitaciones y en caso necesario utilizar los pasillos para el traslado o ajuste de trayectorias de las líneas principales.

En cada habitación se dejará una válvula de control para el seccionamiento de las habitaciones, evitando así el cierre de una columna y afectaciones a habitaciones sin razones de mantenimiento.

En cada ducto se tendrá también, una columna de alimentación de agua caliente y una de retorno de agua caliente. Esto permitirá evitar desperdicios de agua y disminuir los periodos de utilización del sistema hidráulico.

Las líneas generales y columnas de alimentación de agua estarán forrados para evitar pérdidas de temperatura en su recorrido y aumentar la eficiencia del equipo de calentamiento previniendo

perdidas de temperatura. Estas líneas también contaran con válvulas de seccionamiento para casos de mantenimiento o reparación.

Las líneas que vayan colgadas bajo losa de manera individual, estará soportadas con abrazaderas o soportes tipo pera. Para el caso de trayectorias con más de una línea se colocará una cama para soporte a base de unicanal y abrazaderas para las líneas que acompañen el recorrido.

Se proponen tuberías para las líneas hidráulicas de la siguiente manera:

- Ramales hidráulicos de Agua Fría de pvc hidráulico cedula 40.
- Líneas Generales de Agua Fría de pvc hidráulico cedula 80.
- Líneas de Cuarto de Máquinas de Acero al Carbón Soldable cedula 40.

a.2.) Cálculos de líneas principales y ramaleos

Para el cálculo de tuberías principales y ramales en las instalaciones hidráulicas se utilizan las fórmulas de la Continuidad y Hazen & Williams.

La continuidad

$$Q = V \times A$$

Donde:

Q = gasto en m³/seg.

V = velocidad en m/seg.

A = área de sección del tubo en m²

Hazen & Williams

$$V = 0.355 \times D^{0.63} \times S^{0.59}$$

$$Y\ S = Hf/L$$

Donde :

V = velocidad en m/seg.

C = coeficiente de rugosidad

D = diámetro en metros

S = pendiente hidráulica en m/m

L = longitud en metros

Hf = perdida de carga por fricción en M.C.A.

Los parámetros de velocidad varían 0.6 m/s < v < 2.00 m/s y la pendiente hidráulica será menor del 10%. Se deberán calcular todas las tuberías y cumplir con estos parámetros para asegurar que en el extremo más lejano del circuito la carga hidráulica es de 35 psi.

Cada uno de los muebles contenidos en los baños de los edificios y las áreas comunes tienen un gasto dado en unidades

accesorio, esto nos permite realizar el cálculo de estas líneas de alimentación. Los requerimientos de agua para el Proyecto se obtienen de la suma de todos estos gastos y estos a su vez, dan como resultado el diámetro necesario de alimentación para cada área.

b) Instalación contra incendio

b.1) Bases de Diseño Contra Incendio

El diseño del sistema contra incendios estará aplicado a las normas establecidas dentro del manual de NFPA. Considerando los rangos de riesgo de los edificios, se pretende dotar el desarrollo de una protección a base de rociadores y gabinetes de respaldo para el combate de incendios.

Se dotará la edificación de un sistema confiable de protección contra incendio, que proporcione tanto a los ocupantes del inmueble como a sus propietarios, la seguridad de contar con un sistema eficaz para combatir incendios incipientes, así como proporcionar volúmenes suficientes de agua requeridos durante etapas avanzadas de incendios.

Se propone un sistema de rociadores con respaldo de hidrantes chicos, recomendados para riesgos en que no se necesiten grandes volúmenes de agua para extinguir incendios; y en los que las personas que los utilizarán serán personas no capacitados para manejar mangueras de mayor rendimiento.

La red de rociadores partirá de un cuarto de máquinas con una reserva contra incendio con una capacidad exclusiva de 114,000 lts solo para este fin. El cuarto de máquinas alimentará la red general del conjunto y se tendrá una columna con su tren de conexiones para los niveles y alimentación a rociadores y gabinetes.

Los rociadores serán seleccionados de acuerdo con el nivel de riesgo y a la zona de protección. En habitaciones se buscará la protección tanto de las áreas de noche como de las de servicio. Las circulaciones de cada edificio estarán igualmente protegidas para casos de contingencia por fuego.

Los gabinetes estarán equipados con mangueras de lino o algodón forradas interiormente de hule de 30 metros de longitud, con chiflón tipo regadera ajustable de 38mm ø interior. Y salida con válvula ubicada a una altura máxima de 1.50 mts. Sobre el nivel de piso terminado para cubrir la totalidad del área de riesgo de la edificación.

Los hidrantes deben estar colocados en forma tal que cualquier porción de cada piso de la edificación estará dentro de los límites de 18 pies (6 mts.) de un chiflón adaptado a una manguera de no más de 100 pies (30 mts.) de longitud.

Los gabinetes o compartimientos para mangueras serán suficientes para contener el equipo requerido, en forma que no entorpezca el manejo de válvulas u otros accesorios. El modelo propuesto es el 30m de la marca varsa.

El agua que se utilice en las redes de hidrantes deberá ser de calidad apropiada; es decir, no deberá contener sustancias que dañen o entorpezcan el equipo de protección contra incendio.

Las fuentes de agua se dividen en dos clases: primarias y directas.

Las fuentes primarias de agua serpa proveniente de la planta desalinizadora.

Las fuentes directas de agua son aquellas que proporcionan de agua permanentemente y a la presión que establece este reglamento a la red de hidrantes del riesgo protegido, y pueden ser:

- Depósitos por gravedad
- Depósitos a presión
- Equipos de bombeo

Esta edificación se abastece de una toma que deberá suministrar agua a la cisterna de servicios de reserva contra incendio con capacidad de 114,000 litros.

Existirá una cisterna de almacenamiento que contendrá el agua de reserva para el servicio de protección contra incendio en cantidad de 114 m3, volumen suficiente para mantener operando dos hidrantes chicos, cada uno de los cuales consume 140 lts por minuto, durante un tiempo mínimo estimado de dos horas de acuerdo con el reglamento de la asociación mexicana de instituciones de seguros.

Los tubos de alimentación estarán calculados para contener un flujo de hasta 100 galones por minuto. En un diámetro resultado del cálculo de caídas de presión de la red.

El abastecimiento mínimo para los hidrantes será de 74 gpm con presión residual de 7.00 kg/cm^2. Las válvulas de mangueras deberán tener un medio para reducir la presión para su manejo por personal no entrenado.

Las bombas deberán tener las siguientes características:

- Ser siempre cebadas o autocebantes
- Poder rendir 150% de su capacidad normal con 65% de su presión normal
- De preferencia ser del tipo de alimentación por presión
- En caso de ser de alimentación por succión, la altura de esta succión no deberá exceder de 4.50 metros y deberá estar provista de una válvula de pie, pichancha y manera de cebar la bomba automáticamente
- Tener como rendimiento por lo menos el mínimo exigido en este reglamento

Toda bomba deberá ser probada cada treinta días, bajo el gasto y presión normales por un mínimo de tres minutos.

b.2) Clasificación del tipo de incendio a extinguir

Para efectos de clasificación por materiales inflamables que se manejen en esta edificación por cuestión del Proyecto y de acuerdo con el reglamento de la asociación mexicana de instituciones de seguros (AMIS), se ha considerado como de clase “A”, es decir, de materiales combustibles ordinarios.

Tipo de servicio

Clase II. Suministrar los medios adecuados para que los ocupantes del edificio puedan combatir un conato de incendio mientras llegan los bomberos.

Proporcionar volúmenes de agua suficientes para atacar incendios por personal entrenado o por bomberos profesionales.

En este aspecto se dispone de una toma siamesa con válvula check en el exterior, próximas a los accesos principales para conexión de tanques de bomberos.

b.3) Calculo de línea contra incendio

Para el cálculo de la instalación contra incendio se proporciona un gasto para cada hidrante, este gasto corresponde a la capacidad del diámetro de la tubería instalada en este caso 51 mm ø (2”); este dato aunado con los requerimientos de seguridad y funcionamiento de un sistema contra incendio proporcionan el gasto total de la tubería.

El gasto de un hidrante se considera en 50 gpm; anexando los datos de pérdida de presión en la línea y las pérdidas por distancia se obtiene la relación para el cálculo de la línea general contra incendio dependiendo de las tablas anexadas a continuación.

Una tubería de 76 mm ø (3”) tiene una capacidad de 110 gpm con un factor de pérdida de 4.79 ft / 100 ft

Una tubería de 100 mm ø (4”) tiene una capacidad de 260 gpm con un factor de pérdida de 4.78 ft / 100 ft

Características del gabinete contra incendio que consta de:

- 1 gabinete de lámina galvanizada de 88 x 70 x 21 cm
- 1 manguera industrial de 1 1/2” x 30 mt
- 1 chiflón de neblina de 3 pasos de 1 1/2”
- 1 válvula hembra-macho de 2”x1 1/2”
- 1 llave para ajustar coples.
- 1 soporte de despliegue rápido de 11/2”x 30 mt.

Como diseño mismo del sistema contra incendio se colocarán 3 equipos de bombeo de la siguiente manera:

- Bomba jockey. Encargada de mantener la presión de la línea para eventos de pruebas de arranques y paros de los equipos.
- Bomba eléctrica. Encargada de dar presión en caso de incendio y como primer equipo de respuesta para contingencias. Deberá estar conectada al sistema de emergencias del conjunto.
- Bomba de combustión interna a base de diésel. Este equipo es el que en caso de falla de energía eléctrica respaldará con presión a la línea de protección contra incendio. El equipo requerirá de un tanque de combustible con capacidad de mantener el funcionamiento de este por un periodo mínimo de 90 min. Se deberá tener combustible de reserva para casos de pruebas y mantenerlo siempre con el volumen de combustible requerido. El combustible

deberá estar en un lugar seguro con acceso solo de personal autorizado para evitar accidentes.

- Para el sistema de protección se diseñará con tubería de plástico de cpvc Blaze Master.

c) Instalación sanitaria

c.1.) Bases de Diseño Sanitarias

Para el desarrollo del proyecto de desalojo de aguas servidas del desarrollo se pretende que las aguas sean tratadas en la Planta de Tratamiento mediante un sistema de bombeo y reutilizadas en en las zonas verdes y suministro de agua para áreas de sanitarios del Proyecto.

El sistema de drenaje del edificio será separando aguas negras y pluviales dentro del predio, las descargas del drenaje sanitario se conectarán directamente a una red, desde donde se verterán hasta el colector principal al que se conectará el predio.

Las líneas de aguas jabonosas de los niveles que se encuentren por debajo del arrastre del colector principal se conectarán a cárcamo ubicado en el nivel de piso terminado del nivel más bajo; las demasías de esta agua se verterán a la red de aguas negras para evitar que se rebosen las aguas en el exterior del conjunto.

La red se diseñó a partir del criterio de desalojo por gravedad, por medio de tubería sanitaria certificada y elementos de registro y pozos de visita de alcantarillado.

Para evitar el escurrimiento de aguas negras por incapacidad de los conductos que las transportan, así como la incorporación de estas a cauces abiertos que transporten agua para diferentes usos, se tuvo presente la población tributaria y su aportación unitaria de aguas negras, con objeto de determinar el caudal de ellos que debe conducir el alcantarillado hasta el lugar de su disposición final.

Para el cálculo de la red se toman en cuenta las condiciones topográficas existentes mismas que muestran los escurrimientos lógicos se proyectó el trazo óptimo para la red de aguas negras. Se pretendió que las pendientes de las tuberías siguieran hasta donde fuera posible, la conformación del terreno con objeto de tener excavaciones mínimas que no rebasaran por supuesto las especificaciones al respecto.

Se propone la colocación de un ducto en la zona de baños de las habitaciones para el desalojo de aguas negras. Cada habitación aportara a los bajantes ubicados en los ductos de habitaciones, estos bajantes estarán conectados a las líneas generales en el nivel bajo del edificio.

Las líneas generales de los edificios se conectarán a las líneas generales del conjunto. La propuesta de drenajes dependerá de la consideración o no de una planta de tratamiento de aguas negras del desarrollo. Las líneas generales serán llevadas hasta la planta de tratamiento y por medio del equipo se desalojarán las demasías a la red o punto de descarga autorizado.

Dependiendo de los niveles de desplante de los edificios y de la configuración topográfica del terreno se podrían colocar cárcamos de bombeo para el desalojo de las aguas negras. El criterio de la colocación de cárcamos dependerá de la ubicación de la línea general y los puntos de servicio por debajo del arrastre de esta línea serán desalojados por medios mecánicos.

c.2) Soportería sanitaria

Las tuberías irán soportadas durante su trayectoria interior por elementos de sujeción tipo abrazaderas sostenidas por varillas roscadas de acero, sujetas a la losa de los entrepisos hasta descargar en los bajantes que se conectan con los albañales que desembocan en el colector exterior, ubicado por la periferia del edificio.

c.3.) Características de proyecto sanitario

Las descargas se realizarán de cada uno de los baños considerados en el Proyecto, en cada uno de ellos será por medio de un bajante conectado a la red general de edificio, que se conectará a las zonas de recepción de aguas negras existentes para el Proyecto.

Considerando que en el edificio de la torre tipo “A” (4 nivles) la descarga total es 64.04 GPM; y convirtiendo al sistema métrico tenemos que el gasto máximo instantáneo es de 4.04 lps.

Considerando que en el edificio de la torre tipo “B” (2 niveles) la descarga total es 47.68 GPM; y convirtiendo al sistema métrico tenemos que el gasto máximo instantáneo es de 3.61 lps.

Si un colector de 200 mm ø puede de desalojar un gasto de 32.18 lps al 70% de la capacidad total, de acuerdo a la tabla adjunta podemos asegurar que la tubería dispuesta para el drenaje sanitario es suficiente.

Conforme a las tablas de cálculo de gastos se estima que el aporte de la red sanitaria a la planta de tratamiento será de 13.40 lps como gasto mínimo; 85.39 lps gasto máximo y 128.08 lps gasto máximo extraordinario.

Por lo anterior las aguas residuales de este Proyecto, las cuales ascienden a 85.39 lts/segundo, serán canalizados a la planta de tratamiento de aguas residuales que se ubicará al interior del Proyecto.

Las aguas residuales de este Proyecto serán canalizadas a una planta de tratamiento de aguas residuales ubicada al interior del proyecto. Además, se integrará al sistema de aguas negras una red independiente para las aguas grises del terreno, enviando estas aguas a la planta de antes mencionada.

Tabla II. 21. Tabla de caudal máximo de tuberías para el desalojo sanitario al 1%

Diámetro Nominal	Coeficiente de Rugosidad	Diámetro Interior	Formula de Manning	Área de Tubo M2	Gasto a tubo Lleno	Gasto al 70%
Ø	n	D	V=1/n R2/3 S1/2	A=3.1416D2/4	Q=V*A	
			1%			
		Mm	m/s	m2	lts/seg	lts/seg
4"	0.009	105.00	0.981	0.00865	8.50	6.37
6"	0.009	154.20	1.267	0.01867	23.68	17.76
8"	0.009	192.70	1.471	0.02916	42.90	32.18

d) Instalación pluvial

d.1) Bases de Diseño Pluviales

Con base en el estudio hidrológico realizado, la zona de estudio se encuentra ubicada en su totalidad en la subcuenca Quintana Roo, la cual ocupa el 31.00% de la superficie estatal. Las áreas individuales correspondientes a las microcuencas que tienen influencia en el área de Proyecto se muestran a continuación.

Tabla II. 22. Superficies de las microcuencas con influencia en el sitio de estudio

Microcuenca	Superficie (m^2)	Superficie (km^2)
a	6,707,920.52	6.71
b	6,622,387.77	6.62
c	12,053,491.65	12.05

Dado las condiciones climáticas, topográficas y físicas del terreno se propone la utilización de pozos de absorción. Se considera esta opción para evitar tener aportaciones directas a playa y mar del desarrollo (ver estudio hidrológico).

La conducción de las aguas pluviales será zonificada y retirada, lo más posible, de las zonas de convivencia y tránsito de huéspedes de los diferentes edificios.

Las conexiones de las redes generales serán con registros o pozos de visita según los requerimientos del Proyecto.

El diseño para el sistema de aguas pluviales incorpora los resultados de los estudios de mecánica de suelos, estudio geohidrológico y las condiciones topográficas del terreno.

Debido a las regulaciones para la aportación de aguas a los mares, se propone zonificar puntos de infiltración de agua para la absorción en el terreno del Proyecto. Cuidando los posibles puntos conflictivos para prevenir posibles inundaciones, para lo cual se requeriría de tuberías o canales para la conducción y alejamiento de las aguas pluviales.

La cantidad de puntos de absorción dependerá de los resultados de la mecánica de suelos debido a que en las diferentes áreas del Proyecto se tendrán condiciones diferentes para la absorción y canalización de agua.

El agua pluvial se captará de las azoteas de los edificios, estos llevaran el agua por medio de coladeras hasta los bajantes dentro de los ductos asignados para las líneas de alimentación y descarga. Los bajantes se conectarán en la parte baja del edificio a una red local para la conducción hasta los puntos de descarga de aguas pluviales dentro del predio.

La línea general tendrá sus uniones por medio de registros y pozos de visita, los cuales permitirán el acceso para el mantenimiento de la línea.

En caso de que existan zonas de nivel más bajo que el arrastre de la línea general de desalojo de agua pluvial, se colocaran cárcamos de captación con bombas sumergibles para el desalojo de las aguas captadas.

Los materiales para utilizar serian pvc sanitario de norma en diámetros iguales o menores a 8” (200 mm Ø). Para tuberías de diámetros mayores a 10” (250 mm Ø) se propone tubería de pvc sanitario de alcantarillado.

El cálculo de la instalación pluvial se realiza utilizando el método racional americano que incorpora la fórmula de Mac-Math que es la siguiente:

Q= 2.8 X K X I X S0,2 X A0,8

Donde:

Q= Gasto en litros por minuto

2.8= Constante para formula

K= Coeficiente de infiltración para el terreno

I= Intensidad de lluvia en el periodo a calcular

S= Superficie

A= Área de captación pluvial en hectáreas

iv.4.3) Instalación eléctrica.

a) Normatividad.

El proyecto de Instalación Eléctrica del Hotel estará regido por las siguientes normas y/o publicaciones internaciones y locales, aplicables en las diferentes áreas.

Instalaciones propias del desarrollo, interiores y exteriores:

- NOM-001-SEDE-2012
- NFPA 70 (NEC) edición 2017

Suministro de energía eléctrica (acometida)

- NFPA 70 (NEC) edición 2017
- Normas de distribución subterráneas CFE 2008

Medición de energía eléctrica

- Normas de medición particulares de CFE

Materiales y equipos para Instalación

- Normas y certificaciones NOM-ANCE
- Normas internacionales NEMA, ASTM, IEC, UL, ANSI

En caso que, los documentos anteriores sean revisados o modificados, se tomará en cuenta la edición vigente a la fecha de terminar el proyecto constructivo final.

b) Bases de diseño

Se tomará en cuenta como base para el diseño:

- Los requerimientos indicados por el propietario en cuanto a preferencias de equipos, materiales y condiciones de operación.

  Los requerimientos arquitectónicos en cuanto a sistemas de iluminación decorativos en áreas interiores y exteriores, así como ubicación de equipo eléctrico por condiciones de funcionamiento con respecto al diseño de arquitectura y espacio del edificio. Los requerimientos específicos de carga y características eléctricas para los sistemas e instalaciones de:

  a) Aire acondicionado y extracción
  b) Equipos Hidráulicos para suministro de agua
  c) Equipos Hidráulicos para desalojo de aguas
  d) Elevadores
  e) Protección contra incendio
  f) Telecomunicaciones, CCTV, Audio, Video, control de accesos, detección y monitoreo

- El diseño propio de la instalación se basará en la normatividad descrita en el capítulo uno.
- El diseño de iluminación interior en áreas no decorativas se deberá realizar en base a las recomendaciones de la IES y a la NOM-007-ENER-2004. (Esto lo deberá realizar el proyectista de iluminación decorativa).
- El diseño de iluminación exterior en áreas no decorativas se deberá realizar en base a las recomendaciones de la IES y a la NOM-013-ENER-2004. (Esto lo deberá realizar el proyectista de iluminación decorativa).
- Las condiciones de seguridad estarán bajo la normativa local y las recomendaciones del NEC (ANSI C2-1997).
- Selección de conductores con capacidad de conducción de corriente: 60º C de operación, 35º C temperatura ambiente para cargas menores o iguales a 100 A.

  75º C de operación, 35º C temperatura ambiente para cargas mayores a 100 A. Sistema de distribución en baja tensión.

- Sistema 480/277 V. Alimentadores a tableros de distribución de fuerza, transformadores secos a partir del tablero general de distribución 480V.
- Sistema 240/120 V. Alimentadores a tableros de habitaciones, de distribución de fuerza, alumbrado y contactos a partir de las concentraciones de medidores o tablero general de distribución 240/120V.
- Sistema de Emergencia:

Fuerza:	Equipo Hidroneumático
	Elevadores
	Equipo Contra Incendio.
Alumbrado:	100% pasillos y circulaciones
	100% escaleras
	100% áreas públicas y de servicio
	100% exteriores.
Otros:	Conmutador Telefónico
	Sistema de detección y alarma
	Sistema de seguridad
Circuitos derivados:	
	Para alumbrado 1200-1500 VA / circuito
	Para contactos 1200-1500 VA / circuito

- Todas las obras para ejecutar se realizarán observando rigurosamente planos del Proyecto y las especificaciones técnicas que se detallen en este documento. Cualquier modificación al Proyecto debe ser aprobada por el director de la obra.

c) Habitaciones tipo y áreas comunes

c.1) Materiales y equipos

Todos los materiales con que se ejecuten estas instalaciones deberán ser nuevos y contarán con certificados de calidad. Los materiales para instalar dentro de los departamentos deberán estar apegados a lo indicado en planos de Proyecto.

Canalizaciones

Tubo conduit PVC Tipo pesado: Se deberá instalar para canalizaciones ocultas en plafón, ahogadas en muro y/o piso, respetando los diámetros indicados en plano (obtenidos del apéndice “C”), debidamente soportada tal y como lo exige la NOM-001-SEDE-2012 en su artículo 352-30. Este tipo de canalización junto con sus accesorios de conexión tales como coples, conectores y curvas será marca DURMAN.

Tubo hermético no metálico a prueba de líquidos tipo Liquid-Tight: Se deberá instalar para conexiones de equipos que estén localizados en partes húmedas o exteriores tales como motores, compresores de aire acondicionado, respetando los diámetros indicados en plano, debidamente fijada tal y como lo exige la NOM-001-SEDE-2012 en su artículo 350-30. Este tipo de canalización junto con sus accesorios de conexión tales como conectores curvos y rectos serán marca Cooper Crouse-Hinds.

Cajas de conexión: Para canalizaciones ocultas en plafón y ahogadas en muro, se deberá instalar cajas registro y chalupas de acero con acabado Electro galvanizado, con espesor de pared de 1.58mm, con esquinas soldadas. Las cajas de conexión de lámina galvanizada reforzada serán marca Cooper Crouse-Hinds.

Conductores

Para circuitos derivados de alumbrado, contactos y fuerza en habitaciones, se deberá instalar conductores de cobre mono conductor con aislamiento termoplástico resistente a la humedad y al calor (75-90ºC) tipo THW-LS, con calibres seleccionados y mostrados en planos, de acuerdo con la carga que alimentan y con una regulación máxima del 3%. La ampacidad de los conductores se tomará de la tabla 310-15 (b) (16) de la NOM-001-SEDE-2001, de la columna de 60º para corrientes menores a 100Amp y columna de 75º para corrientes con valores igual o mayor a 100Amp. El cableado será marca Condumex, línea Vinnanel.

De puesta a tierra: El conductor de puesta a tierra se deberá instalar de cobre desnudo en temple suave, con calibres seleccionados de acuerdo a la tabla 250-122 de la NOM-001-SEDE-2012 y que se muestran en planos. El cableado será marca Condumex.

Conexiones a luminarias en plafón: Se deberá instalar del tipo armado con cubierta de aluminio y conductores de cobre con aislamiento termoplástico resistente a la humedad y al calor (75-90ºC) tipo THW-LS, con conductor de puesta a tierra incluido, calibre 3x12awg El cableado será marca Condumex.

Accesorios

Apagadores: Dispositivo 15Amp, 120V, especificación de marca y modelo por diseñador de arquitectura.

Contacto Dúplex Polarizado: Dispositivo 15-20 Amp, 120V, especificación de marca y modelo por diseñador de arquitectura.

Contacto Dúplex Polarizado GFCI: Dispositivo 15-20 Amp, 120V, especificación de marca y modelo por diseñador de arquitectura.

Luminarias

Las luminarias en las habitaciones tipo serán de tecnología LED, marca definida por arquitectura de interiores con aprobación escrita del propietario.

Centro de carga

Centro de carga: El centro de carga para cada uno de las habitaciones tipo será del tipo termoplástico, grado de protección IP41, clase de aislamiento II, color blanco RAL9016, de 18 a 30 módulos, serie Mistral IP41, marca ABB.

Interruptor principal: Interruptor termomagnético serie System pro M compact S200 2 polos, con capacidad interruptiva de 50Amp y 10,000Amp simétricos en cortocircuito a 240 y 120V.

Interruptores derivados: Interruptor termomagnético serie System pro M compact S200 1y 2 polos, con capacidad interruptiva de 16, 20 y 25Amp y 10,00Amp simétricos en cortocircuito a 240 y 120V.

c.2.) Tableros de alumbrado y contactos áreas comunes

Tableros de alumbrado

Gabinete: Tipo metálico, fabricado en lámina de acero rolado en frío, color RAL7035, montaje sobreponer y/o empotrar, grado de protección IP41, bus de distribución 250Amp, 3 fases, 4 hilos, corriente asignada de corta duración 35kA, tensión de operación 240-120V, modelo Protecta Compact plus de 12 a 48 polos, marca ABB.

Interruptor principal: Interruptor termomagnético en caja moldeada, 3 polos, con capacidad nominal de hasta 250 Amp, corriente de poder asignado de corte de servicio en corto circuito Ics de XXkA y corriente de poder asignado de corte ultimo encorto circuito Icu de XXKA a 240V, serie Tmax XT, modelo XT1C, marca ABB.

Interruptores derivados: Interruptor termomagnético serie System pro M compact S200 1y 3 polos, con capacidad interruptiva de 16 y 20Amp y 10,000Amp simétricos en cortocircuito a 240 Y 120V, marca ABB.

Tableros de control de alumbrado

Gabinete: El gabinete para el tablero de control de alumbrado será del tipo termoplástico, grado de protección IP41, clase de aislamiento II, color blanco RAL9016, de 12 módulos, serie Mistral IP41, marca ABB.

Contactores: Contactor del tipo modular serie ESB montaje en riel DIN, contactos NA de 24 Amp, tensión de la bobina 120V CA, con supresor de picos integrado de hasta 5Kv, marca ABB.

Reloj: Interruptor horario digital programable de 2 canales, serie D Line, corriente nominal 16Amp c/u, 220V CA, 2 módulos, con pantalla LCD con cuatro botones para realizar programación, con supresor de picos de hasta 4Kv, marca ABB.

c.3.) Cálculos

Caída de tensión.

Para obtener un valor real en los circuitos de alumbrado y contactos es necesario realizar un análisis de caída de tensión punto por punto, esto es, analizar tramo por tramo del alumbrado y contactos la corriente nominal que circula a través de un conductor en una distancia determinada.

Para el cálculo de Caída de tensión (e%) en circuitos monofásicos la metodología de cálculo es la siguiente:

Se calcula la de tensión en Volts en el tramo (ΔV)

$$\Delta V = L \times Z \times Ic$$

Dónde:

(L) es la longitud de cada tramo (metros).

(Z) es la impedancia del conductor (ohms/metros).

(Ic) es la corriente de cálculo (Amperes).

En seguida se calcula el voltaje en el extremo final del tramo (Vf)

$$V_f = V_i - \Delta V$$

Dónde:

(Vf) es el voltaje final del tramo (Volts).

(Vi) es el voltaje inicial del tramo (Volts).

(∆V) es la caída de tensión en Volts del tramo (Volts).

Por último, se expresa el valor de la caída de tensión en porcentaje (e%):

$$e\% = \frac{V_i - V_f}{V_i} \times 100$$

Demanda máxima por habitación

La demanda máxima por departamento estará calculada de acuerdo a la NOM-001-SEDE-2012.

Demanda máxima por tablero de alumbrado y contactos de servicios

La demanda máxima por tablero está calculada de acuerdo con la NOM-001-SEDE-2012.

Redes de fuerza (hidráulica, aire acondicionado y extracción)

Materiales y equipos

Todos los materiales con que se ejecuten estas instalaciones deberán ser nuevos y contarán con certificados de calidad. Los materiales a instalar en las redes de fuerza hidráulica, aire acondicionado y extracción deberán estar apegados a lo indicado en planos de Proyecto.

Canalizaciones

Tubo conduit PVC Tipo pesado: Se deberá instalar para canalizaciones ahogadas en muro y/o piso, respetando los diámetros indicados en plano (obtenidos del apéndice “C”), debidamente soportada tal y como lo exige la NOM-001-SEDE-2012 en su artículo 352-30. Este tipo de canalización junto con sus accesorios de conexión tales como coples, conectores y curvas será marca DURMAN.

Tubo conduit Galvanizado Pared Delgada: Se deberá instalar para canalizaciones ocultas en plafón en áreas comunes de planta baja y aparentes en niveles de estacionamientos, respetando los diámetros indicados en plano (obtenidos del apéndice “C”), debidamente soportada tal y como lo exige la NOM-001-SEDE-2012 en su artículo 358-30. Este tipo de canalización junto con sus accesorios de conexión tales como coples, conectores y curvas será marca RYMCO.

Tubo conduit Galvanizado Pared Gruesa: Se deberá instalar para canalizaciones instaladas en cuarto de máquinas de hidráulica y/o expuestas a rayos del sol, respetando los diámetros indicados en plano (obtenidos del apéndice “C”), debidamente soportada tal y como lo exige la NOM-001-SEDE-2012 en su artículo 342-30. Este tipo de canalización junto con sus accesorios de conexión tales como coples, conectores y curvas será marca RYMCO.

Tubo hermético no metálico a prueba de líquidos tipo Liquid-Tight: Se deberá instalar para juntas constructivas y conexión a motores, respetando los diámetros indicados en plano (obtenidos del apéndice “C”), debidamente fijada tal y como lo exige la NOM-001-SEDE-2012 en su artículo 350-30. Este tipo de canalización junto con sus accesorios de conexión tales como conectores curvos y rectos, será marca Cooper Crouse-Hinds.

Cajas de conexión: Para canalizaciones ocultas en plafón y ahogadas en muro, se deberá instalar cajas registro y chalupas de acero con acabado Electro galvanizado, con espesor de pared de 1.58mm, con esquinas soldadas, dimensionadas. Las cajas de conexión de lámina galvanizada reforzada serán marca Cooper Crouse-Hinds.

Cajas de conexión especiales: Para cajas de conexión de bombas sumergibles se deberá utilizar cajas de conexión de bronce fundido, empaques de neopreno y herrajes de acero inoxidable. Las cajas de conexión de bronce fundido serán marca Hydrel (Lithonia-Lighting).

Cajas de paso: Para canalizaciones aparentes, se deberá instalar cajas registro de paso, fabricadas en aluminio libre de cobre, con empaques de silicón o neopreno para evitar la entrada de polvo y agua al interior de la caja, con tapa ciega de lámina de acero troquelado. Las cajas de paso serán marca Cooper Crouse-Hinds, serie 7 Ovalada, en figuras de acuerdo a lo necesario en sitio de obra.

Conductores

Circuitos derivados: Para circuitos derivados de fuerza hidráulica, aire acondicionado y extracción, se deberá instalar conductores de cobre mono conductor con aislamiento termoplástico resistente a la humedad y al calor (75-90ºC) tipo THW-LS, con calibres seleccionados y mostrados en planos, de acuerdo con la carga que alimentan y con una regulación máxima del 3%. La ampacidad de los conductores se tomará de la tabla 310-15 (b) (16) de la NOM-001-SEDE-2001, de la columna de 60º para corrientes menores a 100Amp y columna de 75º para corrientes con valores igual o mayor a 100Amp. El cableado será marca Condumex, línea Vinanel.

De puesta a tierra: El conductor de puesta a tierra se deberá instalar de cobre desnudo en temple suave, con calibres seleccionados de acuerdo a la tabla 250-122 de la NOM-001-SEDE-2012 y que se muestran en planos. El cableado será marca Condumex.

Cable sumergible: Para alimentación de bombas sumergibles, se deberá instalar cable plano formado por tres conductores de fase flexibles de cobre suave clase I, aislamiento de polietileno de baja densidad (PEBD) en color negro, rojo y azul, temperatura de operación 75°C y tensión de operación 1000V, reunidos de forma paralela con cubierta exterior de policloruro de vinilo en color negro, con calibres seleccionados y mostrados en planos, de acuerdo a la carga que alimentan y con una regulación máxima del 3%. La ampacidad de los conductores se tomará de la tabla 310-15 (b) (16) de la NOM-001-SEDE-2001, de la columna de 60º para corrientes menores a 100Amp y columna de 75º para corrientes con valores igual o mayor a 100Amp. El cableado será marca Condumex.

c.4) Seccionadores de seguridad

Para efectos de mantenimiento y seguridad, las unidades condensadoras y equipos de inyección y extracción para estacionamiento deberán contar con un medio de desconexión local con las siguientes características:

Bombas de agua helada, hidroneumático, recirculadoras, UMAS, Unidades Condensadoras: Seccionador termoplástico, grado de protección IP-65, tipo OTP, BW, con o sin fusibles, marca ABB.

Ventiladores de inyección/extracción: Seccionador termoplástico, grado de protección IP-65, tipo OTP, modelo OTP, marca ABB.

c.5) Caída de tensión

Para obtener la caída de tensión de un circuito que alimenta un tablero de fuerza y control y/o un equipo de fuerza (motor), solo es necesario analizar el alimentador que le da el servicio.

Para el cálculo de Caída de tensión (e%) en circuitos trifásicos la metodología de cálculo es la siguiente:

Se calcula la de tensión en Volts en el tramo (ΔV)

$$\Delta V = L \times Z \times Ic$$

Dónde:

(L) es la longitud de cada tramo (metros).

(Z) es la impedancia del conductor (ohms/metros).

(Ic) es la corriente de cálculo (Amperes).

En seguida se calcula el voltaje en el extremo final del tramo (Vf)

$$V_f = V_i - \Delta V$$

Dónde:

(Vf) es el voltaje final del tramo (Volts).

(Vi) es el voltaje inicial del tramo (Volts).

(ΔV) es la caída de tensión en Volts del tramo (Volts).

Por último, se expresa el valor de la caída de tensión en porcentaje (e%):

$$e\% = \frac{V_i - V_f}{V_i} \times 100$$

Distribución a habitaciones

Todos los materiales con que se ejecuten estas instalaciones deberán ser nuevos y contarán con certificados de calidad. Los materiales a instalar en la alimentación a habitaciones, deberán estar apegados a lo indicado en planos de proyecto y cumplir con las especificaciones y normativa de la compañía suministradora de energía (CFE) y de la NOM-001-SEDE-2012.

Descripción del sistema

La distribución de energía a las habitaciones consiste en la instalación de un transformador tipo pedestal por edificio o grupo de edificios (de acuerdo con la carga y a las condiciones generales de cálculo de los alimentadores

a los tableros generales) que dará servicio a un tablero general por edificio, del cual se derivan circuitos alimentadores para tableros subgenerales por nivel de habitaciones, que alimentaran los centros de carga de las habitaciones.

Alimentación a tableros de distribución de habitaciones

Conductores: Para la alimentación eléctrica desde el tablero general a los tableros subgenerales, se deberá instalar cable armanel tipo MC con conductores de aleación de aluminio de la serie AA8000 temple suave, aislamiento individual de XLP tipo XHHW-2-LS, 90°C, 600V, agrupados en armadura engargolada de acero galvanizado, en configuración tripolar, con calibres seleccionados y mostrados en planos, de acuerdo a la carga que alimentan y con una regulación máxima del 2%. La ampacidad de los conductores se tomará de la NOM-001-SEDE-2012, de la columna de 60º para corrientes menores a 100Amp y columna de 75º para corrientes con valores igual o mayor a 100Amp. El cable armado estará debidamente soportado tal y como lo exige la NOM-001-SEDE-2012, así como deberán tenerse las consideraciones en los radios de curvatura de los conductores para evitar que el cable sufra daños, tal y como lo indica la NOM-001-SEDE-2012.

Cálculo de alimentador

Para la selección adecuada de los conductores de alimentación a las habitaciones, es necesario analizar el circuito primeramente por la corriente que circula a través del conductor, y en segundo por la caída de tensión que se genera en el circuito.

c.6) Transformadores

Los transformadores que darán servicio serán del tipo pedestal trifásico, de XXXKVA, conexión estrella-estrella, operación anillo, voltaje del primario por definir, voltaje del secundario 480-277V reduciendo el voltaje con transformadores secos para alimentación a áreas de servicio y habitaciones a 240-120V, 60Hz, accesorios tipo frente muerto y aislados montados en la tapa, tanque de acero inoxidable, cambiador de derivaciones de operación exterior, boquillas de alta tensión tipo pozo, boquillas de baja tensión tipo muelle, válvula de drenaje tipo globo para tubo de 25.4mm de diámetro, norma de fabricación ANCE, marca Prolec GE y ABB.

Alimentaciones a tableros de servicios

Materiales y equipos

Todos los materiales con que se ejecuten estas instalaciones deberán ser nuevos y contarán con certificados de calidad. Los materiales a instalar para alimentación a tableros de servicios deberán estar apegados a lo indicado en planos de proyecto.

Canalizaciones

Tubo conduit PVC Tipo pesado: Se deberá instalar para canalizaciones, ahogadas en muro y/o piso, respetando los diámetros indicados en plano (obtenidos del apéndice “C”), debidamente soportada tal y como lo exige la NOM-001-SEDE-2012 en su artículo 352-30. Este tipo de canalización junto con sus accesorios de conexión tales como coples, conectores y curvas será marca DURMAN.

Cajas de paso: Para canalizaciones aparentes, se deberá instalar cajas registro de paso, fabricadas en aluminio libre de cobre, con empaques de silicón o neopreno para evitar la entrada de polvo y agua al interior de la caja, con tapa ciega de lámina de acero troquelado. Las cajas de paso serán marca Cooper Crouse-Hinds, serie 7 Ovalada, en figuras de acuerdo a lo necesario en sitio de obra.

Conductores

Circuitos alimentadores a tableros derivados: Para la alimentación eléctrica a los tableros de alumbrado y contactos, se deberá instalar cable armanel tipo MC con conductores de aleación de aluminio de la serie AA8000 temple suave, aislamiento individual de XLP tipo XHHW-2-LS, 90°C, 600V, agrupados en armadura engargolada de acero galvanizado, en configuración tripolar y/o tetrapolar, con calibres seleccionados y mostrados en planos, de acuerdo a la carga que alimentan y con una regulación máxima del 2%. La ampacidad de los conductores se tomará de la tabla 310-15 (b) (16) de la NOM-001-SEDE-2001, de la columna de 60º para corrientes menores a 100Amp y columna de 75º para corrientes con valores igual o mayor a 100Amp. El cable armado estará debidamente soportado tal y como lo exige la NOM-001-SEDE-2012 en su artículo 330-30, así como deberán tenerse las consideraciones en los radios de curvatura de los conductores para evitar que el cable sufra daños, tal y como lo indica el artículo 330-24. El cableado será marca Condumex, línea Armanel.

Circuitos alimentadores a tableros generales: Se deberá instalar conductores de aluminio mono conductor con aislamiento de polietileno de cadena cruzada tipo XHHW-2-LS resistente a la humedad y al calor (75-90ºC), con calibres seleccionados y mostrados en planos, de acuerdo a la carga que alimentan y con una regulación máxima del 2%. La ampacidad de los conductores se tomará de la tabla 310-15 (b) (16) de la NOM-001-SEDE-2001, de la columna de 60º para corrientes menores a 100Amp y columna de 75º para corrientes con valores igual o mayor a 100Amp. El cableado será marca Condumex, línea.

c.7.) Tableros generales de distribución

Tablero general de emergencia

Gabinete: Tipo metálico, fabricado en lámina de acero rolado en frío, color RAL7035, montaje sobreponer, grado de protección IP43, bus de distribución, 3 fases, 4 hilos, corriente asignada de corta duración 35-65kA, tensión de operación 480-277V, modelo Artu L o K.

Interruptor principal: Interruptor termomagnético en caja moldeada, 3 polos, con capacidad nominal de, corriente de poder asignado de corte de servicio en corto circuito Ics de 70kA y corriente de poder asignado de corte ultimo encorto circuito Icu de 70KA a 240V, serie Tmax, marca ABB.

Interruptores derivados: Interruptor termomagnético en caja moldeada serie Tmax XT, modelo TmaxXT1C para capacidades interruptivas de 25, 32, 63, 80, 100 Amp corriente de poder asignado de corte de servicio en corto circuito Ics de 40kA y corriente de poder asignado de corte ultimo encorto circuito Icu de 40KA a 240V y modelo TmaxXTXN para capacidad interruptiva corriente de poder asignado de corte de servicio en corto circuito Ics de 70kA y corriente de poder asignado de corte ultimo encorto circuito Icu de 70KA a 220V, marca ABB.

Tablero general de distribución

Gabinete: Tipo metálico, fabricado en lámina de acero rolado en frío, color RAL7035, montaje sobreponer, grado de protección IP43, bus de distribución, 3 fases, 4 hilos, corriente asignada de corta duración 35-65kA, tensión de operación 240-120V, modelo Artu L, K, marca ABB.

Interruptor principal: Interruptor termomagnético en caja moldeada, 3 polos, con capacidad nominal de, corriente de poder asignado de corte de servicio en corto circuito Ics de 70kA y corriente de poder asignado de corte ultimo encorto circuito Icu de 70KA a 240V, serie Tmax, marca ABB.

Interruptores derivados: Interruptor termomagnético en caja moldeada serie Tmax, modelo TmaxXT1C para capacidad interruptiva de 100 Amp corriente de poder asignado de corte de servicio en corto circuito Ics de 40kA y corriente de poder asignado de corte ultimo encorto circuito Icu de 40KA a 240V y modelo TmaxTXN para capacidad interruptiva corriente de poder asignado de corte de servicio en corto circuito Ics de 70kA y corriente de poder asignado de corte ultimo encorto circuito Icu de 70KA a 240V, marca ABB.

Tablero automático de transferencia

Gabinete: Tipo metálico, fabricado en lámina de acero rolado en frío, color RAL7035, reforzado con charolas desmontable, montaje sobreponer, grado de protección NEMA 1, bus de 3 fases, 4 hilos, tensión de operación 480-277V, marca Cummins Power Generation, Planelec.

Módulo de transferencia: A base de interruptores termomagnéticos, marca ABB o similar, 480-277 V. 60 Hz.

Este módulo cuenta con bloqueo mecánico y eléctrico que evita la posible conexión simultánea de la energía comercial y la del generador síncrono.

Módulo de Control de Transferencia, control de máquina y señalización: Este módulo cuenta con los siguientes dispositivos.

Dispositivo de tiempo ajustable y programable para retardar la entrada de energía del suministro normal.

Dispositivo de tiempo ajustable para retardar el paro del motor de combustión interna y permitir su enfriamiento durante un tiempo previamente ajustado de 120 segundos después de haberse restablecido el suministro normal de energía eléctrica.

Dispositivo de tiempo ajustable para retardar la transferencia en el arranque previamente ajustado a 5 seg.

Un sensitivo electrónico de tensión trifásico ajustable arranca automáticamente al equipo, en caso de que la tensión disminuya o aumente 10% (ajustable) del valor nominal. También operará en caso de fallar cualquier fase.

Cargador automático tipo estado sólido para acumuladores. Carga media de 6 Amp, con operación semiflotante y para operación continua.

Tablilla terminal de conexiones tipo rápido.

c.8) Plantas generadoras de emergencia

El Hotel contará con Plantas Generadoras eléctricas para servicio de emergencia, con potencia en servicio de emergencia, voltaje de generación 480-277V, 3 fases, 4 hilos, con caseta acústica para uso en interior, sus características principales son las siguientes:

Generador: El generador es trifásico de corriente alterna, fabricado por Stamford, modelo, construido de acuerdo a normas NEMA; con aislamiento clase H para ambientes húmedos, marinizado y para ambientes corrosivos. Apropiado para un mínimo de mantenimiento por no tener anillos colectores, conmutador de delgas, ni escobillas, siendo su regulación totalmente estática sin piezas sujetas a fricción.

Motor: Cummins diésel de cuatro tiempos de simple efecto y combustión interna, diseñado de acuerdo a normas ISO-3046, para consumir combustible diésel de 10,000 Kcal/Kg (Diésel No. 2 correspondiente a ASTM D2. con un peso específico de 0.85 Kg. /litro) de poder calorífico inferior, inyección directa; enfriado por agua y lubricación a presión.

Sistema de combustible: Consiste en los siguientes componentes

1) Bomba de inyección tipo rotatoria.
2) Tipo de gobernador electrónico.
3) Bomba de inyección integral.
4) Inyectores con atomizadores de orificio múltiple.
5) Tuberías y mangueras instaladas en la máquina.
6) Válvula solenoide, para corte de combustible.
7) Filtro(s) de cartucho reemplazable.
8) Dispositivo electrónico de protección por sobrevelocidad y baja frecuencia.
9) Tanque diario de combustible, construido en lámina rolada cal. 14, incluye alimentación y retorno con mangueras de alta presión con conexiones roscables, aislando el sistema de vibración. Las características del tanque de combustible son:

- Secciones separadas entre la succión y el retorno del combustible. Válvula check en la sección de combustible. Brida en la succión para la limpieza de la succión y de la válvula check. Fondo del tanque inclinado hacia el dren de combustible. Tapa atornillada para realizar una limpieza efectiva del tanque. Niples para accesorios extras del tanque. Ejemplo: señales de alto y bajo nivel de combustible.
- Sistema de enfriamiento: Incluirá Radiador industrial para servicio pesado. Bomba centrifuga. Ventilador de expulsión impulsado por poleas y bandas. Termostato, tipo modular con derivación. Prealarma indicadora de alta temperatura de refrigerante. Dispositivo de protección automática para bajo nivel de refrigerante. Cubierta protectora para radiador. Cubierta protectora para ventilador. Precalentador eléctrico separado (solo en equipos automáticos).

- Sistema de lubricación: Incluirá: Bomba de engranes. Enfriador de lubricante tipo tubular, enfriado por agua. Filtro(s) reemplazable(s). Carter con orificio de purga, y válvula. Prealarma indicadora de baja presión de aceite. Conjunto de tuberías y conexiones montadas en el motor. Medidor de bayoneta para nivel de aceite.
- Sistema de Arranque y carga: Incluirá: Motor de arranque de 12 VCD. Acumulador libre de mantenimiento trabajo industrial pesado. Juego de cables para conexión de acumuladores. Alternador con regulador automático integrado para carga de acumuladores. Soporte integral a la base para montaje de los acumuladores.
- Sistema de Escape: Incluirá: Silenciador tipo Hospital y tubos flexibles de acero sin costura.

Transformador de servicios

Los transformadores que darán servicio a las áreas comunes y de servicios del desarrollo, serán del tipo pedestal trifásico, conexión estrella-estrella, operación anillo, voltaje del primario por definir, voltaje del secundario 480-277V, 60Hz, 65°c de elevación de temperatura, enfriamiento en aceite mineral biodegradable de alto punto de inflamación, indicador de nivel de líquido aislante, indicador de temperatura de líquido aislante, accesorios tipo frente muerto, tanque de acero al carbón, cambiador de derivaciones de operación exterior, boquillas de alta tensión tipo pozo de 200A, norma de fabricación internacional o del proveedor de servicio eléctrico, marca Prolec GE y ABB.

c.9) Cálculos

Selección de planta de emergencia

La selección para el equipo de emergencia consiste en determinar el valor de la demanda máxima y que el valor nominal de la planta de emergencia cubra el 100% mínimo de la demanda.

Al sistema de emergencia estarán conectadas las siguientes cargas:

Alumbrado de áreas comunes	100%
Contactos de áreas comunes	100%
Extracción de ductos	100%
Hidráulica	100%
Elevadores	100%
Sistema contra incendio	100%

El análisis de demanda para las cargas de servicios consiste en aplicar factores de acurdo al nivel de utilización que se pueda tener de las instalaciones.

Selección de transformador

La selección para el transformador de servicios del desarrollo, consiste en determinar el valor de la demanda máxima y que el valor nominal transformador cubra el 100% mínimo de la demanda.

El análisis de demanda para las cargas de servicios consiste en aplicar factores de acuerdo al nivel de utilización que se pueda tener de las instalaciones.

Selección de alimentador

Para la selección adecuada de los conductores de alimentación a los tableros de servicios, es necesario analizar el circuito primeramente por la corriente que circula a través del conductor, y en segundo por la caída de tensión que se genera en el circuito.

Cálculo de corto circuito

El siguiente es el resumen del Análisis de Corto Circuito para el Proyecto:

Se iniciará calculando la capacidad de Corto Circuito (CC) en Amperes en cada uno de los transformadores de Distribución (preliminar por confirmar) con base en la metodología de bus infinito. Este dato de corriente de cortocircuito deberá ser solicitado a al proveedor final del servicio eléctrico para llevar a cabo un cálculo de CC más exacto.

Con base en la metodología de bus infinito:

$$Icc = \frac{1}{Z_T}(I\,\mathrm{sec}) =$$

Esta corriente de corto circuito obtenida, es una corriente de cortocircuito simétrica. Esta falla simétrica se le conoce a la falla que se presenta entre las tres fases del sistema, la falla más común de cortocircuito en un sistema trifásico se genera entre una fase y tierra o entre dos fases, por lo que el valor de cortocircuito asimétrico se calcula al 125% la corriente de corto circuito simétrica.

Realizar el cálculo de CC ahora en los demás puntos se utiliza la técnica de Corto Circuito nodo a nodo.

Realizando ahora el cálculo de CC en alguna sección de cable se emplea la siguiente ecuación:

$$Icc = \frac{1}{\frac{1}{Icc\ inicial} + \frac{\%Z * L}{V}}$$

Dónde:

Icc inicial = Corriente de cálculo de corto circuito en el inicio del cable (Amp)

%Z = Impedancia del cable (Ω/m)

L = Longitud del cable (m)

V = Voltaje de operación (V)

Sistema de pararrayos

Descripción

Un sistema de protección contra descargas atmosféricas no consiste únicamente en la instalación de un pararrayos. En efecto, los pararrayos garantizan únicamente la protección de las estructuras y de las personas contra los impactos del rayo ("efectos directos"). Además, una parte no

despreciable de la corriente del golpe de rayo captado por un pararrayos está disipada en la tierra de la instalación. Por fin, la caída del rayo sobre o a cercanías de una instalación causa sobretensiones transitorias ("efectos indirectos") que pueden ser muy críticas para los equipos.

Un sistema de protección contra descargas atmosféricas deberá facilitar la conducción de la descarga eléctrica desde la punta de pararrayos hacia un sistema de puesta a tierra efectivo.

Grado de protección

En el desarrollo se propone la instalación de un sistema de pararrayos de la Marca Franklin France de la línea Active 1D de modelo por definir. De acuerdo a la localización del edificio se debe tomar en cuenta un nivel de protección debido a la incidencia de rayos.

En base a estos datos determinamos los radios de protección de los pararrayos en la azotea del edificio considerando que la altura de la punta es de 4 y 5m sobre el nivel de piso terminado de azotea del edificio. Tomamos la siguiente tabla suministrada por el fabricante para determinar la protección.

Tabla II. 23. Radios de protección de pararrayos.

ACTIVE 1D	AFB10121D	AFB10251D	AFB10451D	AFB10601D
h(m) \ Np	I II III IV	I II III IV	I II III IV	I II III IV
2	11 13 16 19	17 20 23 26	25 28 32 36	31 34 39 43
4	23 27 32 37	34 40 46 52	51 57 65 72	63 69 78 85
5	28 34 41 46	42 49 57 65	63 71 81 89	79 86 97 107
6	29 34 42 48	43 49 58 66	63 71 81 90	79 87 97 107
8	30 36 43 50	43 50 59 67	64 72 82 91	79 87 98 108
10	30 37 45 52	44 51 61 69	64 72 83 92	79 88 99 109
20	32 41 51 60	45 54 65 75	65 74 86 97	80 89 102 113
30	32 42 55 65	45 55 68 80	65 75 89 101	80 90 104 116
60	32 42 57 72	45 55 70 85	65 75 90 105	80 90 105 120

De acuerdo a esta tabla determinamos que el radio de protección del pararrayos montado a una altura de 4m sobre el NPT de azotea es de 46m en el nivel de piso terminado de azotea, mientras que el pararrayos montado a una altura de 5m sobre el NPT de azotea es de 57m en el nivel de piso terminado.

c.10) Sistema de tierras

Para definir el método adecuado para seleccionar el sistema de puesta a tierra se tomará en cuenta el tipo de conexión de los transformadores, en caso de que exista neutro corrido en la acometida en media tensión, la norma no obliga a la instalación de una malla de tierras para generar el neutro del sistema del edificio, de lo contrario, si no existe el neutro corrido en la acometida en media tensión la norma obliga a calcular la malla de tierra del sistema del edificio, lo anterior de acuerdo a lo indicado en la NOM-001-SEDE-2012.

El sistema de electrodos de puesta a tierra del edificio de acuerdo a la NOM-001-SEDE-2012, se considerará un anillo equipotencial en el terreno natural alrededor del edificio con una longitud mínima de 6m de cable de cobre desnudo. Este anillo consiste en la instalación de un cable calibre 2/0 a 4/0 awg enterrado a 80cm de profundidad, interconectando a este, todos los sistemas de tierras existentes, tales como sistema de tierras de telecomunicaciones, sistema de tierras de pararrayos, sistema de tierras de subestaciones, sistemas de tierras de equipos de transformación, medición y tableros generales. De la misma forma al anillo equipotencial se conectará la estructura del edificio, ya sea metálica o armada en sitio, esto con la finalidad de tener un mismo potencial dentro del edificio y evitar descargas eléctricas no intencionales, además de considerar lo indicado en la NOM-001-SEDE-2012.

iv.4.3) Instalación de gas

El objetivo principal de esta instalación es llevar gas lp a las aéreas de cocina, cuarto de lavado y calentador para el correcto funcionamiento de los equipos.

Las instalaciones de aprovechamiento deben diseñarse para satisfacer los requerimientos máximos de flujo de los equipos de consumo existentes, garantizando un flujo y presión de gas adecuados a las necesidades de estos equipos.

Los diámetros de las tuberías para las instalaciones residenciales y comerciales deben determinarse con base en las caídas de presión permisibles en cada tramo.

Indicando las presiones de gas en los puntos de cálculo del sistema de distribución. Para el caso de las instalaciones industriales, debe realizarse una memoria técnico-descriptiva y calcularse el diámetro y espesor de la pared de las tuberías; para tal efecto deben tenerse en cuenta los parámetros siguientes:

a) Presión atmosférica del lugar;

b) Gravedad específica del gas en relación al aire;

c) Temperatura absoluta del gas;

d) Factor de rugosidad de las tuberías conductoras;

e) Rango de presión de operación de la instalación;

f) Consumo de gas por equipo y consumo total;

g) Ubicación de equipos de consumo y su presión de trabajo;

h) Determinación del tipo y longitud de recorrido de las tuberías, y;

i) En las instalaciones residenciales y comerciales sólo se permite, como máximo, 5% de caída de presión con respecto al valor de salida del regulador.

Los cálculos de los diámetros de las tuberías y la memoria técnico-descriptiva para instalaciones industriales deben estar disponibles para su presentación a la autoridad competente en el momento en que ésta los requiera.

Las instalaciones de aprovechamiento deben evaluarse y dictaminarse por una unidad de verificación antes de iniciar la

construcción, conforme a los aspectos de seguridad contenidos en la normativa de la autoridad competente.

Para la conducción de gas en baja presión regulada, pueden utilizarse los materiales siguientes:

- Cobre rígido “L” con conexiones tipo “L”, unidas con soldadura con punto de fusión no menor a 489 k.
- Acero negro o galvanizado cédula 40, con o sin costura, y conexiones en hierro maleable para 101.325 kpa con uniones selladas mediante productos resistentes a la acción del gas; para rizos, cobre flexible tipo “L” con conexiones tipo asiento de compresión (avellanado).

Para instalaciones móviles, las mangueras termoplásticas tramadas deben ser con o sin cubierta, con conexiones pre montadas o con abrazaderas, considerando la presión de trabajo, y para instalaciones subterráneas, las tuberías de polietileno deben ser de media o alta densidad, de cloruro de vinilo polimerizado, con accesorios y conexiones compatibles, unidos mediante termo fusión, electro fusión o cemento según el tipo de tubería y la presión de trabajo.

Para la conducción de gas en alta presión regulada, pueden utilizarse los materiales siguientes:

- Cobre rígido tipo “L” con conexiones tipo “L”, unidas con soldadura de punto de fusión no menor a 513 k.
- Acero negro o galvanizado cédula 40, con o sin costura, y conexiones de hierro maleable para 2,026 kpa.
- Acero negro cédula 40, con o sin costura, y conexiones en acero forjado cédula 40 unidas mediante soldadura de arco eléctrico o bridas con empaques de asbesto comprimido.
- Tubería termoplástica o sintética tramada con cubierta y conexiones tipo asiento de compresión, pre montada o con abrazaderas adecuadas a la presión de trabajo,
- y Tuberías de polietileno de mediana o alta densidad con accesorios y conexiones compatibles, unidos mediante termo fusión o electro fusión, adecuados al tipo de tubería y presión de trabajo.

Cuando se requiera un equipo de consumo especial, como quemadores móviles, mecheros o aparatos sujetos a vibración, puede utilizarse tubería que sea apta para conducir gas lp, siempre que su longitud no exceda de 1.5 metros por cada equipo de consumo; dichas tuberías no deben pasar a través de divisiones, paredes, puertas, ventanas, pisos, o quedar ocultas, ni deben quedar expuestas a deterioro de cualquier naturaleza.

En los sitios donde sean previsibles esfuerzos o vibraciones por asentamientos o movimientos desiguales, se debe dar flexibilidad a la tubería mediante rizos, curvas, omegas, conexiones o tramos de materiales adecuados. Se prohíbe el uso de tubería flexible para este fin.

Las tuberías adosadas a la construcción deben sujetarse con abrazaderas, soportes o grapas que impidan movimientos accidentales. Debe colocarse una pieza aislante entre la construcción y la tubería y/o las abrazaderas, soportes o grapas.

Las tuberías que atraviesen claros o queden separadas de la construcción por condiciones especiales deben sujetarse firmemente con soportes.

Cuando las tuberías crucen azoteas, pasillos o lugares de tránsito de personas, deben protegerse de manera que se impida su uso como apoyo al transitar y queden a salvo de daños.

Se prohíbe la instalación de tuberías que atraviesen sótanos, huecos formados por plafones, cajas de cimentación, cisternas, entresuelos, por abajo de cimientos o cimentaciones y de pisos de madera o losas; en cubos o casetas de elevadores, tiros de chimeneas, conductos de ventilación o detrás de zoclos, lambriones de madera y de recubrimientos decorativos aparentes.

Se permite la instalación de tuberías en sótanos exclusivamente para abastecer los equipos de consumo que en ellos se encuentren. Se debe instalar una válvula de cierre manual en la tubería, en un punto de fácil acceso fuera del sótano y otra antes de cada equipo de consumo. Estas tuberías deben ser visibles. El sótano debe contar con ventilación suficiente.

Cuando las tuberías de gas compartan el mismo ducto que aloje tuberías de otros servicios, el ducto debe quedar ventilado permanentemente al exterior, cuando menos, en ambos extremos.

Las tuberías deben quedar separadas por una distancia mínima de 20 centímetros entre sí, salvo que se les aísle de conductores eléctricos y de tuberías para usos industriales que conduzcan fluidos corrosivos o de alta temperatura. Las tuberías no deben cruzar atmósferas corrosivas.

Deben adoptarse las medidas de seguridad que eviten la posibilidad de un siniestro en las instalaciones que utilicen tuberías para conducir fluidos que combinados con el gas lp pudieran representar un riesgo previsible.

Debe obturarse todo extremo de tubería destinada a conectar equipos de consumo, aunque éstos cuenten con llave de cierre. Las tuberías no deben obturarse con tapones improvisados.

En tubos rígidos no se permiten dobleces que tengan como propósito evitar el uso de las conexiones correspondientes. Únicamente se permiten curvas suaves que no debiliten las paredes del tubo, por lo que éstas deben hacerse con herramienta especial, sin calentamiento previo y con la curva adecuada al diámetro del tubo.

La tubería, exceptuando la de cobre flexible, que conduzca gas lp para servicio industrial, comercial y residencial en edificios de departamentos, debe pintarse de color amarillo. En instalaciones para uso residencial individual, puede omitirse el requisito de pintarla, por ser fácil y claramente identificable de las que conducen otros fluidos.

La unión de tubería de fierro se debe hacer por medio de roscas, bridas, juntas deslizables o soldadura de fusión por arco eléctrico. Si la unión o conexión de tuberías es por medio de rosca, se debe emplear un material sellante que la haga hermética. Las tuberías de cobre rígido se deben unir mediante conexiones saldables.

Las tuberías que se localizan enterradas en patios o jardines, deben estar a una profundidad mínima de 60 cm. las de fierro negro se deben proteger contra la corrosión.

Si la tubería requiere protección especial se debe indicar claramente cómo se sujeta y protege, señalándolo en el croquis de detalle.

Únicamente las tuberías de acero o cobre rígido tipo “L” o superiores, pueden instalarse ocultas. Se prohíbe el uso de tuberías flexibles para este fin.

Se prohíbe el uso de uniones intermedias en tramos rectos ocultos menores de 6 metros que no tengan derivaciones.

No se considera oculto el tramo que se utilice para atravesar muros macizos siempre que su entrada y salida sean visibles.

Se permitirán las tuberías que recorran muros en cualquier dirección y las instaladas en ranuras hechas en tabiques macizos o tendidos en tabique hueco sin ranura, pero ahogadas en concreto. En dichos casos, debe elaborarse un croquis de detalle de dichas instalaciones.

Cuando en un muro la trayectoria de una tubería sea horizontal, la ranura en el muro debe hacerse, como mínimo, a 10 cm sobre el nivel de piso terminado.

Cuando las tuberías se localicen sobre losas, se permite la instalación en firme, o bien, ahogadas en la parte superior de la losa sin estar en contacto directo con el acero de refuerzo, siempre que no sea planta baja de edificios de departamentos.

Sólo se permite la instalación de tuberías de alta presión regulada para usos comerciales o residenciales en el interior de recintos, cuando estén destinadas a abastecer equipos de consumo que operen a dicha presión.

Tratándose de instalaciones destinadas a usos industriales, se autoriza el uso de alta presión regulada en el interior de recintos si el usuario cuenta con personal encargado de la seguridad y mantenimiento permanente de tales instalaciones que garanticen su buen funcionamiento.

Las tuberías de alta presión regulada, en interiores o en exteriores, deben localizarse de tal forma que se reduzcan al mínimo los riesgos, esto es, protegiéndose adecuadamente contra daños. Las tuberías tendidas al exterior deben localizarse en sitios que ofrezcan condiciones óptimas de ventilación.

Las tuberías ocultas, ahogadas o subterráneas, y las visibles que conduzcan el gas a alta presión regulada deben ser de cobre rígido “L”, de fierro negro o fierro galvanizado cédula 40, o de calidad superior. En las subterráneas pueden usarse, además, las de polietileno. Para la protección de las tuberías metálicas, se aplica lo establecido en el apartado 7.25 anterior.

La tubería que conduzca el gas a alta presión regulada, debe estar alejada a una distancia mínima de 20 cm de otros servicios, tales como ductos de cualquier tipo, líneas de energía eléctrica o telefónicas, tuberías que conduzcan fluidos corrosivos o a alta temperatura.

En el caso de instalaciones residenciales, incluyendo edificios, y comerciales, las tuberías pueden ser subterráneas en patios y jardines, pero deben ser visibles al exterior en el recorrido por la construcción.

El diseño de instalaciones de gas, se realiza en base al consumo de cada uno de los aparatos a que la línea dará abasto.

Estos consumos serán dados por la empresa o persona capacitada o responsable de estas aéreas.

El cálculo para la obtención del diámetro de las tuberías está basado en el consumo de cada uno de los muebles multiplicado por las pérdidas por distancia y el factor de capacidad para cada uno de los diámetros de las tuberías.

Si tomamos como referencia un factor de 4 para establecer los límites satisfactorios de cada uno de los tramos obtendremos los diámetros necesarios para la instalación.

Dado las condiciones de diseño del conjunto se plantea la opción de líneas de polietileno de alta densidad, por presentar mayor resistencia a las condiciones ambientales de la zona de proyecto. Además de estar avalados por la norma mexicana aprobada.

El diseño de la línea general de alimentación de gas llegara a cada una de las áreas que se requiera consumo, como lo pueden ser lavanderías, cocinas, cuartos de máquinas para calentamiento de agua, etc.

La línea se diseñará con base a los requisitos de la norma mexicana protegiendo en todo su recorrido la línea. Se consideran protecciones en los cruces de vialidades internas donde se tenga tránsito pesado.

A lo largo de la línea se plantean cajas de válvulas para el control y seccionamiento en caso de mantenimientos. La línea se manejará en regímenes de alta presión para compensar las pérdidas por distancia.

El gas del conjunto servirá para la alimentación de las cocinas, cuartos de lavado y cuartos de equipos. En los cuartos de equipos estarán ubicados los equipos de calentamiento de agua para las habitaciones y servicios, para el caso de las albercas se considera la posibilidad de un equipo de calentamiento de agua.

iv.4.4) Instalación de albercas y riego

a) Instalación para albercas

El objetivo principal de esta instalación es el mantenimiento del agua contenida dentro de cada una de las albercas y espejos de agua. El proceso se llevará a cabo a través de equipos de filtrado y equipos de bombeo para la circulación del agua.

La propuesta de la ubicación de cuartos de máquinas para el filtrado de agua seria cercano a cada uno de los vasos contenedores, esto por la eficiencia y la cercanía requerida para los equipos.

Los equipos de filtrado ubicados en cada uno de los cuartos de máquinas succionaran por medio de una bomba la cual hará pasar el agua a través de un filtro para la limpieza del agua en periodos de 6 a 8 hrs por día. El filtrado de agua de albercas será por medio de arenas sílicas las cuales estarán contenidas dentro de los filtros.

Para el sistema de mantenimiento de agua se utilizarán las siguientes sustancias:

Cloro. Empleado para la eliminación de agentes vivos contenidos en el agua como lo son plantas y organismos.

Estabilizador. A base de Ácido cianurico en proporción de 60 a 80 ppm.

b) Instalación para riego

El sistema de riego automático por aspersión tiene como finalidad el mantenimiento de las zonas de áreas verdes del conjunto. El agua para este fin se tomará conforme a los criterios de tratamiento y utilización de las aguas servidas de la siguiente manera:

- El proyecto deberá contar con una planta de tratamiento, el agua obtenida se utilizaría en las redes de riego por aspersión, aprovechando que el volumen de agua y la capacidad de almacenamiento de la misma planta.
- El sistema de riego automático se diseñará a partir de los criterios de sembrado de plantas para el conjunto, por lo que se requiere de un plano con especificaciones de vegetación o landscape para su consideración.

Las tuberías propuestas para este sistema serian en plástico de pvc hidráulico ced. 40 para líneas generales y plástico RD-26 para ramales de circuitos.

iv.4.5) Instalaciones especiales

a) Sistema de control de accesos peatonal y vehicular

El Proyecto contará con un moderno sistema de control de accesos. Se utilizarán controles electrónicos en base a tarjetas personales leídas por lectoras de proximidad y chapas magnéticas o electromagnéticas. Así mismo y por medio de las mismas tarjetas de proximidad, se tendrá el control del acceso vehicular a los estacionamientos, tanto para huéspedes, como para el personal que labora en las instalaciones del Hotel. El sistema de Control de Accesos podrá llevar a cabo el registro de todos los tipos de usuario y, de acuerdo a la estrategia que se defina, se llevará a cabo el control de áreas de uso para huéspedes, áreas administrativas o de mantenimiento, restringiendo los accesos de operación para el staff exclusivamente. Se puede considerar también el uso del control para áreas de estacionamiento de los huéspedes, valet parking o visitas al área de ventas.

El planteamiento de ubicación de las lectoras de proximidad, botones de egreso, barreras vehiculares etc., Se indicará en los planos que compongan el Proyecto. Las cantidades de equipos y dispositivos a considerar estarán indicadas en los catálogos de conceptos correspondientes. Todos los dispositivos, deberán ir acompañados de sus correspondientes elementos de montaje y fijación según se especifique en el catálogo de conceptos. Las lectoras de proximidad estarán conectadas a un sistema central; en tanto que aquellos usuarios a los que se les asigne una tarjeta, ésta deberá ser portada por el mismo y deberá ser personal e intransferible. En la computadora se asignará la validez de cada una de las tarjetas emitidas y se establecerán los accesos permitidos

El planteamiento de puertas a ser controladas se indicará en planos; tomando en cuenta el consentimiento del Cliente con el fin de obtener un Proyecto más acorde a las necesidades.

La lógica de control de accesos para definir que puertas o accesos se decidieron controlar se establece básicamente de la siguiente manera:

a) Control de Acceso Vehicular (ingresos y egresos a estacionamientos)

b) Separación de las áreas administrativas de áreas públicas

c) Puertas de áreas específicas

b) Estación de monitoreo y estaciones remotas de trabajo

El sistema de control de accesos vehicular será mediante lectoras de proximidad de largo alcance (25 - 30cm mínimo). Un usuario autorizado que llegue en vehículo y que porta una tarjeta de proximidad registrada en el sistema central, podrá operar las barreras de control con solo presentar su tarjeta de proximidad. Así mismo cuando esta persona requiera salir del estacionamiento, bastará con que presente su tarjeta a la lectora que se ubicara en el carril correspondiente. En este punto (como en todos los demás accesos controlados) el sistema registrara la fecha, el nombre de la persona, a que horas ingreso y a que horas egreso del estacionamiento. Esto deberá de ocurrir todas las veces que sea utilizado el estacionamiento por la misma persona y aun en la misma fecha y para todos los usuarios con tarjeta de proximidad.

En el caso de que se requiera un sistema de cobro automatizado, el usuario deberá presionar el botón de la expedidora de boletos para que esta se lo entregue y en ese momento, la barrera vehicular se abrirá y el sistema de tarificación iniciara el conteo del tiempo que esta persona y por ende su vehículo permanece haciendo uso del estacionamiento. Cuando esta persona decida salir del estacionamiento, tendrá una de dos opciones o ambas: entregar el boleto en la caseta de egreso y el operador, introducirá el boleto en el sistema de tarificación automático, el cual le informará al operador exactamente el tiempo transcurrido entre el ingreso y el egreso del vehículo y la cantidad que le deberá de cobrar al usuario, este deberá pasar a cualquiera de las estaciones de prepago a realizar su pago, en donde introducirá su boleto y la estación le indicará el monto correspondiente por su estancia, el usuario depositará el dinero y posteriormente le será devuelto su boleto, teniendo un lapso de 15 minutos (ajustable) para salir del estacionamiento.

El sistema de tarificación llevará un registro preciso de la cantidad de boletos emitidos y recibidos, así como de la cantidad de horas en que fue utilizado el estacionamiento y de la cantidad de dinero cobrado. Las estrategias de cobro del estacionamiento para los tipos de usuario que se definan, pueden ser ajustadas en base a las características propias del sistema de control de accesos; aprovechando la enorme ventaja de asignación de privilegios para cada uno de los usuarios.

c) Estación de monitoreo y estaciones remotas de trabajo

El sistema estará constituido por una sola estación de monitoreo (PC) la cual será ubicada en el SITE correspondiente. Sin embargo, el sistema soportará múltiples estaciones remotas de trabajo, previendo que las expectativas pueden ser las de tener dos o más puntos de registro y control. Estas estaciones podrán comunicarse entre sí y tener amplia capacidad de manejo del sistema por medio de passwords, de tal manera que el administrador del sistema pueda hacer, desde cualquier punto remoto, lo mismo que haría en la terminal principal ubicada en el SITE, pero que los guardias de seguridad encargados de cada estación remota, únicamente puedan hacer lo que se le haya encomendado y de esta manera el sistema no sea vulnerable.

Intercomunicación con otros sistemas

El sistema de control de accesos estará intercomunicado con el sistema de Detección de Incendios, de tal manera que en caso de un conato de Incendio, este le de aviso al sistema de control de accesos y este a su vez, liberará todas las puertas controladas,

abrir y mantener abiertas las barreras vehiculares y mandar TODOS los elevadores al sótano o a planta baja (dependiendo de en donde se encuentre el incendio) de manera automática.

Este sistema estará completamente integrable al sistema de CCTV como se indica mas adelante.

Barreras vehiculares

Las barreras vehiculares serán accionamiento hidráulico, con bomba de capacidad mínimo de 2 litros, con motor de velocidad mínima de 2,800 rpm., con un tiempo de apertura y cierre de 2.8 seg. aprox., con tiempo de trabajo del motor del 100%, motor de 230vac+-10% y 50-60 hz +- 10% con dos sentidos de marcha, con un consumo de 220 watts, el sistema hidráulico deberá de operar con aceite del # 15, así mismo, que cuente con un sistema de seguridad anti aplastamiento por medio de una válvula oleo dinámica de bypass, con un sistema de desaceleración electrónica regulable con levas, el sistema de operación deberá de contar con un dispositivo de paro por sobrecalentamiento a 85°c., el tipo de recubrimiento del gabinete deberá de ser pintura poliéster, con tratamiento del bastidor de tipo cataforesis. El motor contará con switch térmico de sobrecarga de 120°c. La barra de control será de madera estufada o aluminio anodizado para exteriores, con largo mínimo de 3 mts., en terminado blanco y con cintillas rojas reflejantes. Así mismo, que cuente con la capacidad de proveer tiempos de respuesta, (timers), para la apertura y cierre de la misma. También que tenga la opción de conectar otra barrera de manera esclava. Por otro lado, el sistema hidráulico tendrá un dispositivo manual de apertura por medio de llave (desbloqueo de sistema hidráulico) con el fin de poder levantar la barra para que el flujo vehicular siga ingresando en caso de pérdida de energía.

La barrera de control vehicular, contará con un sistema de detección de vehículos tipo electromagnético, con el fin de que el sistema cuente con cierre automático, cuando el vehículo haya pasado, así mismo que cuente con un sistema de detección el cual le indique que se encuentra un vehículo bajo la barrera, con el fin de que esta no baje si no ha pasado el vehículo completamente. Todo el sistema, operará en condiciones de exterior, por lo que se requiere que todo este encapsulado en gabinetes para esta aplicación, así mismo que estos cuenten con llave para poder ser revisados.

Para cada Barrera vehicular, deberán de existir tres botones de accionamiento de uso rudo para la operación de apertura, cierre y paro de emergencia, los cuales se ubicarán en el cuarto de seguridad. La barrera será conectada a un panel de control de accesos y al sistema de cobro, por lo que toda la logística de apertura, la determinarán ambos sistemas en conjunto dependiendo del requerimiento. Los botones para apertura y cierre manual de las barreras (en caso de emergencia), deberán de están conectadas al panel central de control de accesos, con el fin de que este tenga restricciones de accesos en cuestión de apertura por día y hora.

Tubería y canalización

Todos los cableados empleados estarán instalados de acuerdo a las especificaciones entregadas y a las que se dictaminen para esta obra específica, así como apegándose a la Norma Oficial Mexicana y de acuerdo a planos del Proyecto.

d) Sistema de circuito cerrado de televisión.

Se contará con un moderno sistema de circuito cerrado de televisión a color. Este sistema constará de cámaras fijas y cámaras móviles, con equipos centrales para

grabación digital de tecnología Triplex y con opción de acceso por LAN o Ethernet. Las cámaras serán conectadas y grabadas por medio de equipos IP, cuyo almacenamiento será en disco duro dedicado para el sistema. El planteamiento de ubicación de cámaras estará claramente expuesto en los planos que componen el Proyecto. Las cámaras fijas podrán sujetarse con soporte de pared o techo con o sin carcaza, otras podrán ser con domo para montaje en muro o plafón y micro cámaras tipo "domo" para elevadores; las cámaras móviles serán con domo. Cada una de estas cámaras se proyectará de acuerdo al tipo de área, sujeción y aplicación que se le pueda dar. La marca y modelo seleccionados cuentan con toda la capacidad y estructura de protección para interiores, áreas públicas o expuestas a intemperie, cuidando que sus características cumplan con las demandas del Proyecto en características y funcionalidad.

El equipo Central de grabación se configurará para soportar la cantidad de cámaras fijas ó móviles que sean necesarias; el cual estará compuesto por multiplexores-grabadores digitales. Cada equipo debe tener un almacenamiento de al menos 160 Gb y ofrecer hasta 30fps. Estos equipos deben tener interfase ó conexión virtual directa hacia un sistema de direccionamiento de video (virtual video matrix switcher - VVMS) o Sistema Matricial de Video, de tal manera que las funciones de direccionamiento de las imágenes, puedan ser operadas por el propio sistema de administración de las cámaras de vigilancia, cuyas imágenes estarán enrutadas y capturadas por el propio sistema de seguridad, y enviadas vía ethernet a los usuarios que se definan. La función del Virtual Matrix Switcher (VMS) es enviar al canal de video adecuado, la imagen de la cámara asociada con el punto de alarma que se ha disparado, sin interrumpir la grabación en los grabadores digitales, y sin interrumpir la operación propia de los multiplexores. Se está proponiendo un dimensionamiento de este VMS para hasta 64 entradas y 4 salidas como mínimo.

Las videograbadoras digitales serán resguardadas en los SITEs, con el fin de que solo el personal autorizado pueda tener acceso. Los monitores y teclados se podrán ubicar en los cuartos de seguridad o vigilancia.

Los remates aparentes entre la tubería y las cámaras estarán terminados con tubería flexible forrada tipo liquidtite (licuatite), con sus respectivos conectores. Cualquier remate de tubería a caja metálica o registro, deberá ir con su respectiva contra y monitor, para evitar que, en el proceso de cableado, existan peladuras o daños al aislante de los conductores.

Al momento de la puesta en marcha, se deberán dar los ajustes en las distancias focales de cada lente de cada cámara, para que el campo visual de cada una de ellas sea el óptimo a criterio del cliente. El Sistema de Circuito Cerrado deberá reflejar un diseño de arquitectura abierta que sea flexible y pueda ser expandible de manera económica sin cambios de equipos centrales y equipos periféricos. El sistema deberá incorporar la más alta tecnología y estar diseñado para ser confiable y soportar el proceso de imágenes de alta resolución. El equipo central será DIGITAL, y la grabación de imágenes será en disco duro, no permitiéndose la grabación en videocassetes.

El sistema estará diseñado para admitir crecimientos potenciales a futuro e integración con los sistemas que se han proyectado y en específico con el sistema seguridad y control de accesos y seguridad. Los archivos grabados en este equipo deberán de ser fácilmente exportados a archivos compatibles con otros programas de software.

El sistema estará de ser completamente integrable de manera directa con sistemas matriciales de CCTV, equipos administradores de grabación digital (como son Racks de discos duros, etc.) y estos a su vez con las principales firmas en Sistemas de Detección de Incendios, Sistemas de Seguridad, y sobre todo con el sistema de Control de Accesos que se proponga. El fabricante del sistema podrá operar el sistema a través de una computadora o varias computadoras dentro de su misma red, sin que esto represente una inversión adicional. El sistema de CCTV tendrá la capacidad de poderse interconectar con equipos de otros edificios locales y/o foráneos.

e) Sistema de detección de incendios, alarmas y voceos

El Proyecto será provisto de un nivel de seguridad que brinde la protección suficiente a las personas que laboran en él, sus clientes, visitantes y huéspedes; así como a los bienes, productos, equipos e inmuebles del mismo; al grado de poder prevenir situaciones de riesgo y ayudar durante cualquier clase de siniestro. El objetivo del sistema es detectar y localizar automáticamente con la mayor brevedad posible cualquier conato de incendio, con el fin de intervenir oportunamente para combatirlo y dar la alarma para la evacuación parcial o total de áreas, secciones y/o edificios completos.

Se podrá iniciar una alarma manualmente por medio de las estaciones manuales ubicadas en las trayectorias de evacuación del edificio, dejando la operación automática a los detectores de humo y calor.

El sistema permitirá identificar con toda precisión el lugar donde se presente el conato de incendio. Además, la central registrara todos los eventos de problema o de alarma, así como supervisar todos los dispositivos conectados y reportar cualquier falla; el estado de cada detector, estación manual, módulos monitores y de control, estando el panel en un constante estado de alerta para cualquier percance.

El proyecto del sistema comprende la instalación de:

a) Detectores de humo direccionables (inteligentes) del tipo fotoeléctrico para colocarse en plafón o en losa, según detalle que se indique en planos.

b) Detectores combinados fotoeléctricos y de calor direccionables (inteligentes) para colocarse en cuartos de máquinas, en losa o en otros lugares como se indicará en planos.

c) Detectores de calor direccionables (inteligentes), para colocarse en plafón o en losa como se indique en planos.

d) Detectores de calor convencionales, para colocarse como se indique en planos.

e) Detectores de monóxido de carbono y/o gases operables a 24VDC, ubicados como se indique en planos.

f) Estaciones manuales de alarma tipo doble acción direccionables (inteligentes).

g) Bocinas con luz estroboscópica para techo o pared con leyenda FUEGO, ubicados como se indique en planos

h) Bocinas para techo o pared para sistema de voceo, ubicados como se indique en planos.

i) Jacks telefónicos para la comunicación de emergencia con el panel central, ubicados como se indique en planos.

j) Un controlador electrónico análogo, integrado por un tablero central operado a base de microprocesador que reciba todas las señales de los dispositivos de detección. El sistema también deberá incluir los dispositivos necesarios para enviar señales visibles y audibles para casos de siniestro, todo este equipo estará localizado como se indique en planos.

k) Amplificadores de zona para enviar mensajes de voz a los pisos del edificio, se requiere un amplificador de zona por piso con al menos dos canales con salida de 70V.

l) Módulos de control para activar las luces estroboscópicas de los pisos en las habitaciones o en cada área publica particular, considerándolos como zonas particulares. Dichos módulos tendrán que estar ubicados en el lugar de la fuente de poder que los alimente.

m) Módulos o bases de aislamiento de falla colocados al menos uno por piso y en diferentes puntos del lazo inteligente (SLC), es decir, se colocan entre grupos de sensores y módulos (sección) y su función principal es la de aislar secciones que se encuentran en corto y permiten que otras secciones puedan continuar con la operación normal.

n) Módulos de monitoreo para las puertas de salida de emergencia, ubicados como se indica en planos.

o) Módulos de control relevador para obligar a los elevadores a bajar a nivel planta baja en caso de alguna emergencia o siniestro, o a nivel de sótano en caso de que existiera un siniestro en planta baja.

p) Módulos de control para desenergizar a los detectores de CO cuando se presione el botón de restablecimiento en el panel de control central, ubicados como se indica en planos.

e) Tableros de control

El tablero de control estará diseñado modularmente, con operación basada en microprocesadores, aprobado por F. M. y listado por U. L. y deberá cumplir con lo dispuesto en el panfleto 72 de la NFPA. Marcas recomendadas: CERBERUS-PYROTRONICS, EST, NOTIFIER, SIMPLEX.

El tablero de control operará a 120 VAC y contará con un banco de baterías de reserva capaz de proveer de energía a todos los módulos del tablero y circuitos supervisados conectados durante un periodo de 24 horas en operación normal y cinco minutos bajo condición de alarma generalizada.

Deberá tener lógica de funcionamiento programable en campo, detección identificable (inteligente) en todas las áreas del edificio; circuitos indicadores de alarma zonificados asignados por programación.

Tendrá indicación local de condición de zonas y detectores del sistema a través de una pantalla de cristal líquido (LCD) mostrando un texto en inglés o español y con una guía del texto en español a la mano.

El tablero para su operación contará con las siguientes características.

Tablero Principal:

a) Unidad de procesamiento central con capacidad de manejar hasta 750 puntos inteligentes.

b) Pantalla de cristal líquido y con teclado alfanumérico.

c) Interfase de comunicación tipo serial con capacidad de conectar impresora.

d) Interfase de comunicación RS485 para comunicarse en red con el tablero remoto.

e) Tarjeta de interfase de señalización inteligente, con capacidad de acceder a todos los detectores y todos módulos de control/monitoreo según se especifica en el catálogo de conceptos.

f) Fuente de poder con cargador de baterías de hasta 65AH integrado y con capacidad de suministrar 24 VCD y la corriente filtrada, regulada necesaria para circuitos indicadores de alarma (luces estroboscópicas) y alimentar a los detectores de monóxido de carbono.

g) Tendrá la capacidad de conectarse con otros paneles con las mismas características ubicados en otra parte del complejo, para conformar una red de detección de humos.

Detectores

Detector de humo fotoeléctrico tipo inteligente con base, listado por U.L. y aprobado por F.M.

Detector de humo fotoeléctrico tipo inteligente con elemento de calor para 135°F, con base listado por U.L. y aprobado por F.M.

Detector de calor tipo inteligente con base, listado por U.L. y aprobado por F.M.

Detector de calor convencional con base, listado por U.L. y aprobado por F.M. con rango de espaciamiento de 15m.

Detector de monóxido de carbono operable a 24VDC listado por U.L. y aprobado por F.M. con relevador N.O. para alarma y relevador N.C. para problema.

Bocinas y estrobos (luz estroboscópica)

Estarán colocados en plafón o losa y deberán tener una salida audible de 90dBA, operable a 70V para el caso de las bocinas y 15, 75 ó 110 candelas de intensidad luminosa operables a 24VDC para el caso de los estrobos. Aprobados por F.M. y listados por U.L. para uso en sistemas de detección de incendios y alarmas de fuego.

Contactos magnéticos

Estarán instalados en las puertas de salida de emergencia, deberán ser para lazos N.O. y deberán tener cable con protección metálica, aprobados por F.M. y listado por U.L.

Cableado

El diseño de las redes cumplirá con las recomendaciones del reglamento de obras e instalaciones de SECOFI y serán a prueba de chorro de agua.

Toda la tubería que se instale será conduit, galvanizada, semipesada y roscada, cédula 20.

El diámetro de la tubería será tal que los conductores no ocupen más del 60% del área transversal del conduit (como se indica en planos).

La red de ductos deberá sujetarse rígidamente con soportes independientes a los de otras instalaciones del edificio.

Toda la tubería que se sujete a la estructura, deberá ser soportada con abrazaderas tipo uña o tipo pera, separada de 1.5 a 2 metros, asegurándose que quede firme.

El cableado del sistema será realizado y estará de acuerdo con: NFPA 70 National Electrical Code, Article 760, Fire Alarm Systems. Marcas recomendadas: ATLAS, BELDEN, WEST PENN

Todos los equipos que integran el sistema están listados por Underwriters Laboratories (UL) y Factory Mutual (FM) para su uso en sistemas de detección y alarma de incendio.

iv.4.6) Instalaciones de aire acondicionado

a) Descripción de proyecto Ingeniería

El proyecto de aire acondicionado y ventilación del complejo denominado Hotel Terraesmeralda Punta Maroma, consta de múltiples edificios como torres de habitaciones de hasta 4 pisos y edificios de áreas públicas.

El Hotel en todo su conjunto contará con un sistema de agua helada con equipos (chillers) enfriados por agua ubicados en el en el cuarto de máquinas del hotel, estos equipos serán enfriados mediante torres de enfriamiento de circuito abierto situadas al exterior.

Todos los cálculos de Estimación de Cargas Térmicas están basados en los procedimientos establecidos por la ASHRAE.

b) Referencia de cálculo

Con base en las necesidades de consumo para los equipos, luminarias y ocupación se mencionan los parámetros de cálculo generales:

Equipment Load (cargas por equipos cómputo) = según actividad o tabla de requerimientos

Iluminación = 1.00 watts/ft2

Ventilación aire exterior = de acuerdo a ashrae 62.1-2007 y Valores de BS y BH

Habitaciones = 5 cfm/persona y 0.06 cfm/ft2

Restaurantes = 5 cfm/persona y 0.06 cfm/ft2

Ocupación = Según mobiliario o tabla de requerimientos

People sensible load (carga sensible)

Oficinas = 250 Btu/h per person

Habitaciones = 245 Btu/h per person

Restaurantes = 275 Btu/h per person

People latent load (carga latente)

Oficinas = 200 Btu/h per person

Habitaciones = 155 Btu/h per person

Restaurantes = 275 Btu/h per person

Cristales:

Oficinas, salones, restaurantes

Cristal doble

Factor de transmisión U=0.435

Coeficiente de sombreado SC=0.25

Habitaciones

Cristal doble

Factor de transmisión U=0.435

Coeficiente de sombreado SC=0.25

Muros:

Oficinas, salones, restaurantes

Factor de transmisión U=0.4376

Habitaciones

Factor de transmisión U=0.4376

Techo:

Oficinas, salones, restaurantes

Factor de transmisión U=0.2135

Habitaciones

Factor de transmisión U=0.2135

c) Selección de equipos centrales

Chillers:

Se seleccionaron unidades generadoras de agua helada, cinco unidades tipo centrífugo de 900 tr de capacidad cada una, tres unidades tipo tornillo de capacidad variable de 550 tr de capacidad cada una, y cuatro chilleres tipo tornillo de capacidad fija con recuperador de calor cada uno con capacidad de 400 tr.

Los equipos son marca Trane, con refrigerante r410A para operación dentre 45 y 54° F de suministro de agua helada.

Bombeo

El sistema de bombeo de agua helada será de tipo primario variable el sistema estará constituido por 11 bombas centrífugas de flujo variable, operadas por variadores de frecuencia, 10 en operación más una en backup. Operarán unidas a circuito central por un cabezal. El sistema de distribución será del tipo retorno directo con válvulas de 2 vías modulantes.

Se hará un ramaleo de tuberías desde la casa de máquinas hacia todos los módulos de habitaciones, servicios y amenidades. Dicho ramaleo será con circuito redundante. En los módulos de habitaciones se distribuirá por planta baja o se subirá a azotea para luego distribuir por los ductos de instalaciones a cada habitación a fan and coils ubicados en estas.

Manejadoras de aire

Las Manejadoras de Aire son de tipo Unizona, con ventiladores internos suspendidos en base de resorte y aislados en la descarga por un cuello de lona flexible para evitar transmitir vibraciones.

- Las válvulas termostáticas serán de 2 vías de tipo proporcional (modulantes).
- Las Unidades Manejadoras para las zonas que no retornen el aire directamente a la Unidad, deberán tener caja mezcladora.
- Se seleccionarán tamaños de turbina con la opción mayor para tener menor ruido, menor consumo eléctrico y menores revoluciones que prologan la vida útil de las chumaceras.
- Las oficinas privadas y áreas pequeñas estarán controladas por unidades fancoil en plafón con termostato en cada espacio.
- Las unidades fancoil y umas serán registradas a través de registro de mantenimiento en plafón con medida para introducir a una persona al interior del plafón parado sobre una escalera.
    - El serpentín de enfriamiento será conectado al sistema de recirculación de agua helada, colocando una válvula eléctrica de 2 vías modulante operada por un termostato electrónico en el interior del cuarto, para controlar el flujo al serpentín y así controlar la temperatura del aire.

d) Cálculo de Ductos

El cálculo de Ductos se realizará con el método de Equal Friction Method, aprobado por el ASHRAE.

Todos los Ductos serán diseñados con velocidades iniciales menores a 1,800.0 ft/min, excepto en los laboratorios que serán menores a 2,500 ft/min.

El nivel de ruidos de las unidades manejadoras de aire será reducido seleccionando turbinas con baja velocidad angular, que adicionalmente consumen menor energía que las turbinas más pequeñas a mayor velocidad angular.

La velocidad de aire en las corridas finales de ductos y en su salida a través de los registros de inyección será de baja velocidad y nivel de ruido.

e) Drenaje de Condensados

Las Unidades Manejadoras de aire en interior producirán una condensación producto de la deshumidificación del aire cuando pasa por el serpentín de enfriamiento.

Estos equipos cuentan con salidas de drenaje de condensados. A la salida deberá forjarse una trampa, a manera de sifón con diferencia de 5 cms. aprox., para evitar la filtración de malos olores del sistema de drenaje, y permitir un buen drenado del agua de condensación. Estos circuitos de condensación serán recolectados hacia el sistema de makeup.

f) Ductos de Aire Acondicionado

Los ductos para aire acondicionado y extracción rectangulares estarán fabricados en lámina calibre 24 para ductos con lados menores o iguales (cualquiera de los cuatro) a 30" y calibre 22 para mayores. La lámina será galvanizada de primera calidad, marca IMSA o GALVAK, y la construcción de los ductos estará conforme a las normas de ASHRAE y SMACNA para baja presión con juntas engargoladas y uniones con zetas reforzadas y grapas.

Para ductos calibre 24 con semiperímetro menor a 48" y lados menores de 30", los colgantes deberán ser de zeta de lámina galvanizada, anclada a la losa con ancla, tuerca y fulminante (para losa de concreto) y empijado a la parte inferior del ducto con pija del # 10 x 3/4, son separación máxima de 2.5 mt.

Para ductos calibre 24 con semiperímetro mayor de 48", ductos con lados mayores de 30", y ductos calibre 22 se utilizarán colgantes de varilla roscada galvanizada de 3/8", ancladas con taquete de expansión de 3/8", tuercas y rondanas de presión, con ángulo de 1 1/4 x 1 1/4 x 1/8" en la base, sujetadas con tuerca y rondana de presión en ambos lados, con separación máxima de 2.5 mt.

Se instalarán juntas de lona flexible ahulada de calibre 10 entre las Unidades y los ductos de lámina, para evitar la transmisión de vibraciones al interior.

Los ductos estarán sellados en sus uniones con sellador asfáltico CI-mastic de Protexa inclusive aquellos que tengan que ser aislados térmicamente.

Aislamiento de Ductos

El aislamiento de los ductos de inyección de aire acondicionado en interior del edificio será de colchoneta de fibra de vidrio de 1.5" de espesor tipo RF-3100 de Vitrofibras, adherida al ducto con pegamento de contacto, con barrera de foil de aluminio kraftalum adherido con pegamento de contacto, con traslapes del foil sellados con sellador asfáltico CI-mastic.

Los ductos de retorno instalados en el interior del plafón podrán no ser aislados térmicamente. Aquellos instalados en el exterior deberán ser aislados como los ductos de inyección.

Controles termostáticos

En los planos y especificaciones se indicarán sensores de temperatura de cuarto para las umas y los fancoils, también se tendrán humidistatos para el control de la humedad para los humidificadores y deshumidificadores en donde sea necesario el control de la humedad relativa.

Estos termostatos dentro de las áreas acondicionadas deberán colocarse en los muros, a una altura entre 1.50 y 1.70 mts, donde

no sean afectados por radiación solar directa, evitando colocarlos arriba o junto a monitores de computadoras ó donde exista un flujo de aire directo de un difusor o rejilla.

Las válvulas son de 2 vías modulantes para el control de temperatura para 120 Volts.

Como se cuenta con un sistema de automatización, la posición y tipo de controles, cableados, ductos, registros y estrategias de control, deberán ser determinados por el Proyectista de controles BMS.

Estudio de Cargas Térmicas

Todos los cálculos de Estimación de Cargas Térmicas serán basados en los procedimientos establecidos por la ASHRAE Standard 90.1.-2007. Las cargas térmicas consideraran un 10% de seguridad en las Cargas Efectivas Sensible y Latente.

Sistema de Recirculación de Agua

El Sistema de Recirculación de Agua deberá cumplir con las normas y recomendaciones señaladas por:

ASHRAE Handbook of Fundamentals, 2010, Piping Design. Water Piping.

Carrier Air Conditioning Systems Design. Water Piping. General Piping

NAPHCC, National Association of Plumbing-Heating-Cooling Contractors.

ASHRAE Standard 90.1-2007

ASHRAE Standard 62.1-2007

Sistema de Extracción de Baños

Se harán extracciones centrales para módulos de habitaciones con compuertas automodulantes en cada baño de habitaciones. En áreas públicas las extracciones serán centrales con compuertas manuales.

Sistema de Extracción de Cocinas

Se harán extracciones dedicadas a cocinas con sistemas moduladas de capacidad variable según incidencia de calor en campanas de extracción. El sistema estraá acoplado a sistema de reposicion de aire de exterior con balance negativo para el espacio.

Sistema de suministro de aire nuevo a habitaciones

Se suministrará a cada habitación aire exterior preenfriado y presecado (23°C y 50% HR) de manera constante para mantener presión positiva. Los caudales serán siempre superiores al de extracción de baños en cada habitación por un 33% y se mantendrán a través de válvulas de control de volumen automodulantes.

Sistema de Recuperación de calor

Se instalarán 5 unidades generadoras de agua helada con capacidad de recuperación de calor para calentar agua ya sea para calefacción de albercas o de consumo. Cada equipo cuenta con una capacidad de calefacción mínima de 4,800 KBtu/hr. Dichos equipos harán intercambio con los

respectivos circuitos a través de sistemas de placas para evitar contacto directo.

iv.4.7) Instalación de Cocinas

a) Antecedentes

Diseño de las áreas de alimentos y bebidas, para el Hotel Terraesmeralda Punta Maroma.

El Hotel contara con 11 centros de consumo, con capacidad suficiente para la atención de los huéspedes.

Para atender estos requerimientos se diseñará un almacén general con cámaras de refrigeración y congelación para cubrir esa necesidad, con capacidad máxima para dos semanas de abastecimientos.

Se diseñará también una cocina central de producción, que incluya áreas de preparación previa, tales como preparación de carnes, preparación de frutas y verduras, panadería y pastelería, cocina fría y caliente, y todo lo necesario para una operación eficiente.

Todos los centros de consumo tendrán su propia cocina de terminados, con sección fría y caliente, así como los bares o barras de servicio o buffet que se requieran según la especialidad.

b) Objetivos

Las cocinas deberán ser diseñadas para producir alimentos de calidad, en un ambiente higiénico y con seguridad, que estén provista de equipos y maquinarias de alta eficiencia y durabilidad, capaces de manejar altos volúmenes de alimentos, permitiendo hacer más eficiente la mano de obra y el ahorro de tiempo y energéticos, selección de marcas de equipos que tengan reconocimiento nacional e internacional y servicio de garantías, refacciones y soporte técnico cerca de la localidad. Se revisará que los materiales usados en la fabricación sean de alta durabilidad y bajo mantenimiento.

c) Descripción del proyecto

Para la operación de las áreas de alimentos y bebidas se diseñará una cocina central, almacenes y cámaras de refrigeración organizadas de acuerdo a un flujo de trabajo continuo y con áreas perfectamente segmentadas.

a) Recibo de mercancías. Se dispone de un área para pesar, lavar y desinfectar todas las carnes, frutas y verduras, así como identificarlas para llevar el control de primeras entradas, primeras salidas de acuerdo con certificación.

b) Almacén de embotellados; almacén de detergentes y químicos, así como cuarto de basura y sanitarios del personal, separado y organizado de tal manera que no estén dentro de las áreas de preparación de alimentos.

c) Almacén Seco. Abarrotes y latería con capacidad de 15 días de abastecimiento, ubicado de tal manera que este cercano a las áreas de preparación previa y bajo el control del almacenista.

d) Almacén Refrigerado. Se ubican las cámaras de tal manera que los productos a refrigerar entren a través del control de almacén, llegando a las cámaras de refrigeración y congelación

principal. A través de dicha cámara se abastecen las cámaras de preparación de frutas y verduras (cocina fría) y carnicería, teniendo al alcance el producto y posteriormente los procesen y los lleven a las áreas de producción, así como de servicio. De esta manera se procurar la eficiencia en los recorridos y mejora el control del almacenista.

e) Área de Panadería. Área para preparación de pan, repostería y pastelería para aprovechar los recursos y tener control sobre la calidad del producto. Para este fin se tendrá un área de preparación climatizada y su cámara de refrigeración y congelación separada del área de hornos (caliente), teniendo como resultado mejor ambiente al producto.

f) Cocina de producción. Para el manejo de altos volúmenes de comida, las cocinas se equiparán con equipos de alta producción como son marmitas, sartenes, hornos combi, así como estufas y planchas para trabajo pesado.

g) Lavado de ollas: Se ubica un área específica cerca de las zonas de cocción y equipado con triple tarja y con un almacén para ollas y utensilios, considerando trampas para grasa, así como rejillas en los drenajes.

h) Oficina del chef. Se ubica estratégicamente a la entrada de la cocina teniendo vista para mejor supervisión de las islas de producción y cercana a la salida de los alimentos preparados a las áreas de servicio.

d) Normas

En el desarrollo del Proyecto, los equipos de “marca” deberán de cumplir con las siguientes normas:

a) Refrigeradores y Congeladores (Marca de importación)

NSF (National Sanitation Foundation)

UL (Underwriters Laboratories)

DOE (Departamento de Energía de Estados Unidos)

CEC (Comisión de Energía de Estados Unidos)

Energy star

b) Cámaras de Refrigeración pre-fabricadas (Marca de importación)

NSF (National Sanitation Foundation)

UL (Underwriters Laboratories)

c) Estufas, planchas, freidoras, hornos (Marca de importación)

NSF (National Sanitation Foundation)

UL (Underwriters Laboratories)

Energy star

CSA (Clound Security Alliance)

d) Marmitas y sartenes de volteo (Marca nacional)

NOM (Norma Oficial Mexicana) ISO-9001

e) Batidoras, rebanadoras, picadoras y licuadoras (Marca de importación)

NSF (National Sanitation Foundation)

UL (Underwriters Laboratories)

Energy star

f) Equipos de fabricación especial en acero inoxidable (mesas de trabajo, fregaderos, repisas, colgaderos, campanas de extracción). Estos equipos deberán ser fabricados, apegándose a los detalles de construcción de las NSF (National Sanitation Foundation) y cumplir con los requerimientos del distintivito "H " y NOM (Norma oficial Mexicana).

e) Manejo de Residuos y basura

Existirá un andén de basura independiente y accesible desde el área de recepción de mercancía y cercana al área de cocina general.

El área de basuras contará con refrigeración para el tratamiento de olores, para ello las cámaras de desechos refrigerados deberán mantener una temperatura mínima de 10 ° C (50 ° F)

Las paredes serán de un material impermeable duradero como mampostería de concreto o paneles reforzados con fibra de vidrio (FRP) sobre drywall resistente al agua.

Así mismo se proveerá de mangueras para el lavado y mantenimiento del andén de basuras y se proporcionará un área de drenaje con sus debidas pendientes de desagüe.

II.2.5 Estimación del volumen por especie de materias primas forestales derivadas del cambio de uso de suelo

La definición de Recursos Biológicos forestales se encuentra en el artículo 7, fracción XLVI de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable:

> *"Artículo 7. […].*
>
> *XLVI. Recursos biológicos forestales: Comprende las especies y variedades de plantas, hongos y microorganismos de los ecosistemas forestales y su biodiversidad y en especial aquéllas para la investigación.*
>
> *[…]."*

Adicionalmente, en la fracción XLVII de la misma Ley, se encuentra la definición de Recursos Forestales:

> *"XLVII. Recursos forestales: La vegetación de los ecosistemas forestales, sus servicios, productos y residuos, así como los suelos de los terrenos forestales y preferentemente forestales;"*

A partir de estas dos definiciones se realiza el análisis de la valoración económica. En general, los recursos biológicos son comercializados para su uso directo en el consumo intermedio o final, así

que existen mercados donde se fijan sus precios. En otros casos, los recursos se valoran a través del precio de recursos asociados o substitutos que se comercializan.

Para la valoración de los usos indirectos que proporcionan los servicios ambientales, en general no existen mercados, y la valoración tiene que recurrir a mercados simulados y a otros métodos de valoración.

En el caso de mercados reales se utiliza la información de los precios de mercado como un índice del valor monetario del recurso biológico, suponiendo que este precio describa razonablemente el valor.

No obstante que el promovente por la implementación del Proyecto no pretende realizar la comercialización de los productos resultantes por el desplante de la obra, sin embargo, con el fin de cumplir con los lineamientos de este capítulo se ha procedido a realizar una estimación económica de los productos forestales maderables y no maderables encontrados en el predio.

Los recursos biológicos forestales que pueden obtenerse en la superficie sujeta a cambio de uso de suelo son los siguientes:

- Carbón
- Madera para palizada y rollo
- Tierra vegetal
- Captura de carbono
- Plantas de ornato

En el mismo sentido se encuentran las especies que cada día ganan mayor interés por sus cualidades en la rehabilitación de zonas degradadas. El mercado de estas especies aún no se ha establecido y su extracción es por lo general de manera ilegal y de los ambientes naturales.

En términos de superficie del Proyecto, requiere para su ejecución una superficie total de **11.8525 hectáreas** de las cuales en este **DTU** se está manifestando **4.7577 hectáreas para CUSTF**.

Tabla 0.1. Superficie de interés solicitada para ejecutar el CUSTF

Uso de Suelo y Vegetación de Campo	Superficie en hectáreas
Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia	4.7577
Superficie total	**4.7577**

i) Metodología para la caracterización y composición florística

i.1) Muestreo de la vegetación

El período de muestreo para la flora se han realizado varias campañas en temporada de secas y lluvias desde el año 2022, la última campaña para actualizar los datos se realizó del 22 de febrero al 04 de marzo del 2025.

El muestreo es una herramienta esencial en los inventarios forestales ya que, a partir de un fragmento de vegetación representativo, es posible hacer inferencias de una masa forestal, o ecosistema, tanto del estado actual de conservación como volumétrica con alto nivel de confiabilidad.

Se realizó un muestreo aleatorio estratificado que conlleva, en primer lugar, a dividir la población en subpoblaciones que no se solapen, denominadas estratos y que, de forma conjunta, incluyen el conjunto de la población, para luego dentro de cada estrato, realizar un muestreo aleatorio simple. El requisito principal para aplicar este método de muestreo es el conocimiento previo de la información que permita subdividir a la población (Mostacedo y Fredericksen, 2000).

i.2) Definición de la población a muestrear

Se tomó como dato poblacional la superficie de la vegetación forestal existente en el área sujeta a **CUSTF** conforme a información preliminar del predio del propietario y trabajo de campo, por lo que en este apartado se contempla vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia (**VSA/SMQ**).

i.2.1) Tamaño y forma de los sitios de muestreo

Para definir la forma y el tamaño de los sitios se utilizaron como referencia los siguientes documentos, en donde se plantean sitios con formas circulares para el muestreo de bosques, comunidades áridas y semiáridas como es el caso de la zona de estudio.

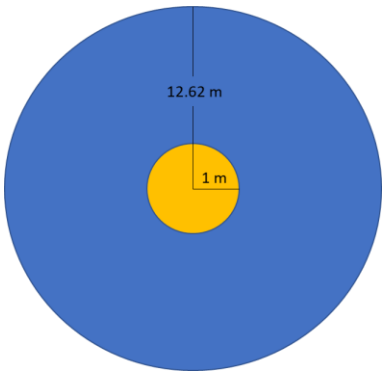
- “Manual y procedimientos para el muestreo de campo” del Inventario Nacional Forestal y de Suelos (CONAFOR, 2011)
- “Procedimientos de muestreo” del Inventario Nacional Forestal y de Suelos (**CONAFOR**, 2017).
- “Manual de métodos básicos de muestreo y análisis en ecología vegetal” (Fredericksen, 2000).

En los primeros 2 documentos, se menciona que la forma de los sitios de muestreo empleados para el muestreo del inventario nacional forestal fue circular para zonas con vegetación de bosques,

comunidades áridas, comunidades semiáridas y palmares; siendo el caso del área de estudio al ubicarse en bosques, así como en comunidades áridas y semiáridas.

Dicha bibliografía señala sitios de 400 m^2 para muestrear árboles con diámetros mayores a 7.5 cm, 12.56 m² para muestrear renuevos y elementos con diámetro menor a 7.5 cm y de 1 m² para muestrear hierbas, helechos, musgos y líquenes; por otro lado Fredericksen (2000), señala que el tamaño del sitio puede ser ajustado, en este caso, dado que se trata de una zona con vegetación muy dispersa es recomendable aumentar el tamaño del sitio para registrar un mayor número de ejemplares y especies, por lo cual se ajustó a 500 m², como se muestra en la siguiente figura.

Figura II. 27. Forma del sitio y subsitios de muestreo (estrato arbóreo, arbustivo y suculentas, sitio de 500m², (radio = 12.62 m; estrato herbáceo, subsitio de 3 m² (radio = 1 m).



Los datos que se registraron durante el muestreo fueron variables clasificatorias:

Tabla II. 24. Ejemplo de Bitácora de campo.

Sitio campo	X	Y	Ubicación	Estrato	Orden	Familia	Especie	Nombre común	NOM-059	Abundancia	Altura (m)	Dcopa (m)	Área B(m^2)	Área C(m^2)	Vol (m^3)

En cada sitio se evaluaron 4 estratos de la vegetación existente en los sitios de muestreo en la CSUTF: Arbóreo, Arbustivo, Suculentas y Herbáceo.

- Arbóreo, Arbustivo y Suculentas: La evaluación de los individuos de estos estratos se registraron en sitios circulares de 500 m^2, con un radio de 12.62 m.
- Herbáceo: para la evaluación de las herbáceas se emplearon sitios cuadrados de 1 m^2, cuyas dimensiones fueron de 1x1 m.

En cada sitio de verificación se registraron los valores cualitativos y cuantitativos de los ejemplares de flora para conocer la estructura de la vegetación presente, tales como abundancia por especie, diámetro, cobertura y altura.

Para la definición de los diferentes estratos, se consideró la clasificación por forma de vida, para lo cual se tomaron en cuenta las siguientes definiciones tomadas del Artículo 7 de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (**LGDFS**). Finalmente, esto sitios fueron ubicados en campo con la ayuda de un GPS y fueron marcados con una cinta fluorescente, en el centro del sitio.

i.2.2) Distribución de los sitios de muestreo

Con la finalidad de obtener una mayor representatividad de la composición florística del tipo de vegetación, los sitios de muestreo fueron ubicados en las áreas con el mismo tipo de vegetación que se verá afectada por parte del Proyecto.

En este sentido se optó de un muestreo dirigido que es ideal para el caso que nos ocupa. El muestreo dirigido, consiste en seleccionar las unidades elementales o muéstrales de la población según el juicio y la opinión de los encuestadores, o el responsable del muestreo.

Este muestreo tiene como ventaja el enfocarse en las unidades muéstrales más importantes con toda seguridad; como desventaja, la muestra no es aleatoria; pero para compensar la falta de aleatoriedad, el responsable técnico forestal ubicó los sitios en gabinete sobre base cartográfica (imagen satelital), para ubicarlos en campo con la ayuda de un GPS, y evaluar las condiciones particulares del sitio (variables de interés).

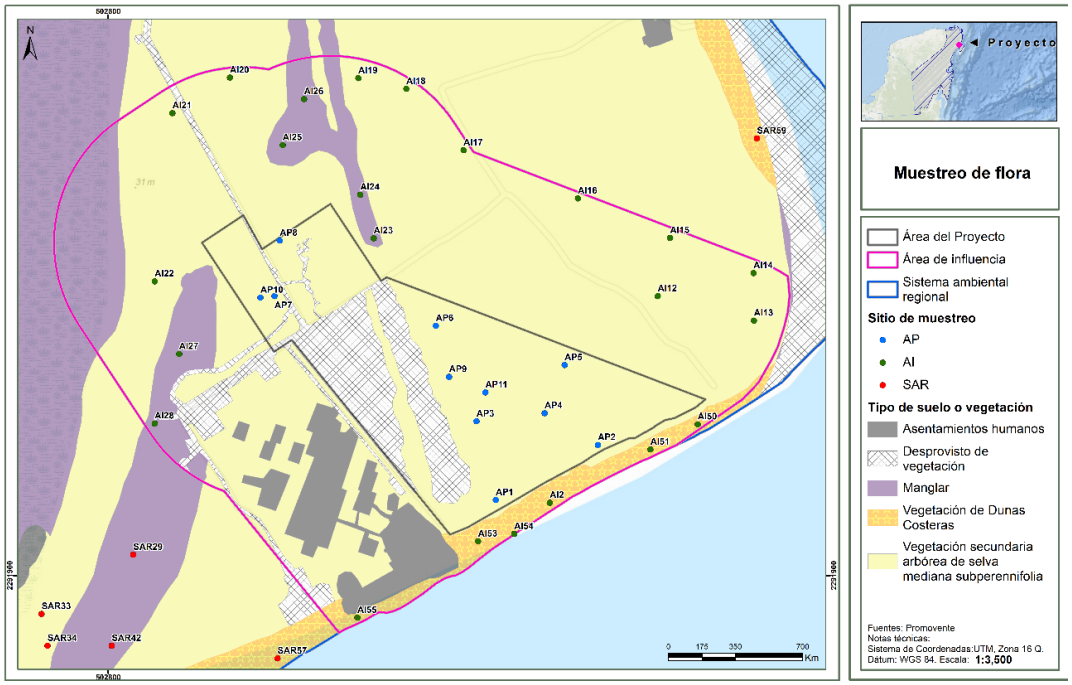
El trabajo de campo implico el levantamiento de información en 11 sitios de muestreo en conjunto para todas las áreas del Proyecto y los tipos de vegetación.

La ubicación de los sitios de muestreo se muestra en la siguiente tabla, en donde se presentan las coordenadas de ubicación de cada uno de los sitios y el tipo de vegetación registrado, cuya proyección es UTM, datum WGS-84, zona 14.

Tabla II. 25. Coordenadas centrales de los sitios de muestreo de flora de VSA/SMQ en el área del Proyecto

Sitio	X	Y	Lugar	Clave	USV
1	503324	2292002	AP	AP1	VSA/SMQ
2	503462	2292076	AP	AP2	VSA/SMQ
3	503298	2292108	AP	AP3	VSA/SMQ
4	503390	2292119	AP	AP4	VSA/SMQ
11	503310	2292147	AP	AP11	VSA/SMQ
9	503261	2292168	AP	AP9	VSA/SMQ
5	503417	2292184	AP	AP5	VSA/SMQ
6	503243	2292237	AP	AP6	VSA/SMQ
10	503006	2292275	AP	AP10	VSA/SMQ
7	503025	2292277	AP	AP7	VSA/SMQ
8	503032	2292352	AP	AP8	VSA/SMQ

Figura II. 28. Distribución de los sitios de muestreo de flora en el Área del Proyecto y AI



i.2.3) Definición de variables

Los datos que se levantaron durante el inventario forestal y florístico fueron los siguientes:

Datos de identificación del sitio (variables clasificatorias):

- Tipo de vegetación
- Número de sitio
- Fecha
- Ubicación geográfica

Información ecológica (variables clasificatorias):

- Nombre común
- Nombre científico
- Forma biológica

Información dasométrica del estrato arbóreo, arbustivo, suculentas (variables cuantitativas):

- Número progresivo del individuo hallado en el sitio
- Diámetro normal (cm) o diámetro basal
- Diámetro de copa (DC)
- Altura total (m).

Información dasométrica del estrato herbáceo (variables cuantitativas):

- Número progresivo del individuo hallado en el sitio de muestreo
- Cantidad de individuos en el sitio de muestreo
- Cobertura del estrato dentro del sitio de muestreo en porcentaje

i.2.4) Intensidad de muestreo

La intensidad del muestreo es el porcentaje del área muestreada, resulta de la combinación del tamaño de las parcelas y la densidad del muestreo. La intensidad de muestreo se estimó mediante la siguiente ecuación:

$$IM\%=(n/N)*100$$

Dónde:

IM%= intensidad de muestreo (%)

n= área total de los sitios de muestreo levantados (ha)

N= total de área de estudio (ha)

Un paso previo al procesado de datos será comprobar el error de muestreo, si el error de muestreo es inferior al máximo permisible el muestreo es validado.

i.2.5) Comprobación estadística del error y confiabilidad

Es posible comprobar que la muestra levantada en determinada población es confiable obteniendo los parámetros estadísticos con un error de muestreo máximo deseado del 10%, para ello implementamos la fórmula de Mostacedo y Fredericksen (2000[7]), este modelo es útil para determinar el número de unidades muestreales:

$$n = \frac{t^2 CV^2}{(E\%)^2 + \frac{t^2 CV^2}{N}}$$

Donde:

E = error con el que se quiere obtener los valores de un determinado parámetro.

t = valor que se obtiene de las tablas de "t" de Student, generalmente se usa t = 0.05. El valor de "t", en este caso, tendrá n-1 grados de libertad y 95% de probabilidad y dos colas ($t_{0.10,n-1}$).

n = número de unidades muestrales.

N = total, de unidades muestrales en toda la población.

[7] Mostacedo y Fredericksen (2000). Manual de Métodos Básicos de Muestreo y Análisis en Ecología Vegetal. Disponible en http://www.bio-nica.info/biblioteca/mostacedo2000ecologiavegetal.pdf. Fecha de consulta: 18 de abril de 2024.

CV = coeficiente de variación.

Para obtener el coeficiente de variación, el primer paso es calcular el promedio o media aritmética, mediante la siguiente formula:

$$CV = \frac{s * 100}{\bar{X}}$$

Donde:

$\bar{X}$ **=** Promedio o media aritmética

s = Desviación estándar, la cual se calcula mediante la siguiente ecuación

$$s = \sqrt{\sum V^2 - \frac{(\sum V)^2}{n} \Big/ n-1}$$

Dónde

V^2 = Sumatoria de cuadrados.

De acuerdo con las ecuaciones anteriores, se obtuvieron los siguientes valores para el SA Y CUSTF. La memoria de cálculo se presenta con esta información en el **Anexo_IV.1. Memoria de cálculo flora.**

Se realizó el levantamiento de **11 sitios de muestreo** dentro del Área del Proyecto (AP), todos correspondientes al tipo de vegetación **secundaria arbórea de selva mediana subcaducifolia (VSA/SMQ)**. La **superficie total muestreada** para este tipo de vegetación fue de **0.6 hectáreas**, lo que representa una **intensidad de muestreo del 11.568 %** respecto al área total ocupada por esta unidad de vegetación. A continuación, se presenta la información detallada en la siguiente tabla.

Tabla II. 26. Tamaño de muestra por estrato y tipo de vegetación del área del Proyecto.

Comunidad	Superficie (ha)	Cantidad de sitios	Tamaño del sitio (ha)	Superficie muestreada (ha)	IM%
AP (VSA/SMQ)	4.7576	11	0.05	0.6	11.568%

A partir de las fórmulas aplicadas se obtuvieron los valores estadísticos correspondientes, observándose que, con un nivel de confianza del **90 %** y un **error máximo permisible del 10 %**, se requerirían al menos **5 sitios de muestreo** para representar adecuadamente la población del tipo de vegetación **VSA/SMQ**. En este sentido, el muestreo realizado resulta **estadísticamente confiable**, ya que el número de sitios levantados por tipo de vegetación se encuentra dentro de los parámetros requeridos. Los resultados detallados se presentan en la siguiente tabla.

Tabla II. 27. Parámetros estadísticos obtenidos para la superficie con vegetación de VSA/SMQ en el AP

Parámetro estadístico	Valor
Error máximo deseado	10
Superficie (ha)	4.7576
Tamaño de la población (N)	**95.15**
Sitios levantados (n)	11
Tamaño del sitio (ha)	0.05
Tamaño de muestra (ha)	0.55
Resultados:	
Intensidad de muestreo %	11.6%
Media ($\dot{X}$)	9.82
Varianza (S^2)	1.36
Desviación estándar (S)	1.17
Coeficiente de variación (CV)	11.89
Error estándar (SE)	0.35
gL	10
t	1.8300
n necesarios con el 10% de error	5
E% obtenido	**6.17**

ii) Metodología para el cálculo de la densidad y volumen maderable a remover

El procesamiento de los datos inicia con la construcción de una base de datos a través de un administrador de hoja de cálculo (Excel), a partir de la captura y homogenización de datos del inventario forestal y posteriormente el cálculo con su aplicación de “tablas dinámicas”; utilizando criterios de clasificación y agrupación tales como, tipos de vegetación y especie; con operaciones elementales que incluyen conteo, producto, suma y promedios de los datos de las variables dasométricas para obtener el parámetro por hectárea y posteriormente la inferencia a totales (superficie por tipo de vegetación).

ii.1) Cálculo de la densidad

La densidad es la cantidad de individuos por unidad de superficie para cada uno de los criterios de clasificación y parámetros utilizados en este cálculo, que en este caso es por hectárea y total de la superficie de **CUSTF**; donde la metodología para su cálculo se presenta a continuación.

1. Densidad promedio por especie por sitio

$$\overline{N_S} = \frac{na_i}{ns}$$

Donde:

$\overline{N_S}$ = Número promedio de individuos por sitio de la $i-ésima$ especie hallada por tipo de vegetación

na_i = Número total de individuos hallados de la $i-ésima$ especie en los sitios muestreo por tipo de vegetación.

ns = Número de sitios de muestreo por tipo de vegetación.

2. Densidad promedio por especie por hectárea

$$\overline{NHa_i} = K\overline{N_S}$$

Donde:

$\overline{NHa_i}$ = Número promedio de individuos por hectárea de la $i-ésima$ especie hallada por tipo de vegetación.

k=10000/500.35, Factor de conversión de sitio a hectárea, caso sitio de 500.35m^2

k=10000/ 3.141, Factor de conversión de sitio a hectárea, caso sitio de 1 m^2

3. Densidad total

$$\overline{NHa} = \sum \overline{NHa_i}$$

Donde:

$\overline{NHa}$ = Número promedio de individuos de todas las especies por hectárea por tipo de vegetación.

iii) Metodología para el cálculo de las existencias volumétricas

iii.1) Cubicación de individuos en el estrato arbóreo y arbustivo

Para la cubicación del arbolado en forma individual, fue necesario un modelo para tal fin, que generalmente ha sido el Sibifor-CONACYT-CONAFOR (2016), quien los ha generado a través de los inventarios forestales de los estados en el periodo de 1961 a 1985.

Se agrega la dirección electrónica de donde se descarga la base de datos general de ecuaciones alométricas señalada.

Tabla II. 28. Fórmula para la determinación del volumen por especie

Estrato	Nombre Científico	Nombre Común	Formula dasometrica
Arbóreo	*Cascabela gaumeri*	Campanilla	EXP(-9.843341+1.92700277*LN(diam)+1.00612327*LN(alt))
Arbóreo	*Conocarpus erectus*	Mangle Botoncillo	EXP(-9.76784179+1.87539164*LN(diam)+1.05141081*LN(alt))
Arbóreo	*Cordia sebestena*	Anacahuite	EXP(-9.41737421+1.76385327*LN(diam)+1.04067089*LN(alt))
Arbóreo	*Drypetes lateriflora*	Huesillo	Exp(-9.52375084+1.81551953*LN(diam)+1.03039019*LN(alt))
Arbóreo	*Elaeodendron xylocarpum*	Zapote de costoche	Exp(-9.52375084+1.81551953*LN(diam)+1.03039019*LN(alt))
Arbóreo	*Ficus cotinifolia*	Amate Negro	Exp(-9.5208709+1.85580925*LN(diam)+0.96207943*LN(alt))
Arbóreo	*Ficus crassinervia*	Higo	Exp(-9.5208709+1.85580925*LN(diam)+0.96207943*LN(alt))
Arbóreo	*Manilkara zapota*	Chicozapote	EXP(-9.84923104+1.91175328*LN(diam)+1.04555238*LN(alt))
Arbóreo	*Metopium brownei*	Chechen Prieto	EXP(-8.81312542+1.56449274*LN(diam)+1.08361129*LN(alt))
Arbóreo	*Myrcianthes fragrans*	Guayabillo	EXP(-9.05936092+1.68198628*LN(diam)+1.0337615*LN(alt))
Arbóreo	*Piscidia piscipula*	Barbasco	EXP(-9.05936092+1.68198628*LN(diam)+1.0337615*LN(alt))
Arbóreo	*Tabebuia rosea*	Apamate Rosa	EXP(-9.87689+1.9349903*LN(diam)+1.03862975*LN(alt))
Arbustivo	*Coccoloba uvifera*	Uvero	Exp(-9.45811109+1.82568462*LN(diam)+1.00281859*LN(alt))
Arbustivo	*Eugenia axillaris*	Escobillo	Exp(-9.52375084+1.81551953*LN(diam)+1.03039019*LN(alt))
Arbustivo	*Pithecellobium keyense*	Guamuchil Yucateco	EXP(-9.5643815+1.82330416*LN(diam)+1.01741981*LN(alt))

Fuente: Sibifor-CONACYT-CONAFOR (2016). **Donde:** diam= Diámetro normal (cm) y alt= Altura total del árbol (m), **LN=** Logaritmo natural. La R^2 es el coeficiente de determinación y mide la correlación lineal entre la variable dependiente y las variables independientes; la Fc (Fc calculada) es la significancia del modelo.

Se hace la aclaración; **que los modelos de cubicación de arbolado individual son estáticos y no dinámicos, es decir se basa en la relación alométrica diámetro normal-altura, como una relación fija y no relacionada en el tiempo**; se buscó que dicha relación alométrica sea semejante a la de las especies del área de **CUSTF** del Proyecto que nos ocupa, es decir de portes similares. Por lo que es válido para otras regiones diferentes del país.

El listado de fórmulas empleadas para la estimación de los parámetros dasométricos, se obtuvo conforme a los lineamientos establecidos por **CONACYT-CONAFOR (2016),** dentro del proyecto "Sistema biométrico para la planeación del manejo forestal en ecosistemas con potencial productivo en México", financiado con recursos del Fondo Sectorial CONACYT-CONAFOR. Dicho proyecto proporciona las bases metodológicas y los modelos biométricos validados para estimar variables estructurales de la vegetación en distintos tipos de ecosistemas forestales del país, garantizando la consistencia técnica y comparabilidad de los resultados. Se puede ver en el **Anexo_II_3_Ecuaciones dasométricas INF.**

Área basal

Para calcular el área basal (g) para cada especie se utilizó la siguiente fórmula:

$$g = \pi/4\ DAP^2$$

Donde

π = 3.1416

DAP = Diámetro a la altura de pecho

Cálculo de existencias volumétricas

iii.2) Existencias volumétricas por hectárea

Una vez calculado el volumen con la fórmula del apartado VI.2.2.1. por especie se procedió a calcular por hectárea de la siguiente forma.

$$\overline{VHa}_i = \overline{Vi} * \overline{NHa}_i$$

Donde:

$\overline{VHa}_i$ = Volumen promedio de individuos por hectárea de $i-ésima$ especie hallada por tipo de vegetación.

$$\overline{VHa} = \sum \overline{VHa_i}$$

Donde:

$\overline{VHa}$ = Volumen promedio de individuos de todas las especies por hectárea por tipo de vegetación.

iii.3) Existencia volumétrica total

La existencia por total en la superficie forestal de todas las especies

$$\overline{VT_i} = \overline{VHa_i} * S_V$$

Donde:

$\overline{VT_i}$ = Volumen total de la $i-ésima$ especie de individuos por tipo de vegetación.

S_V =Superficie forestal (ha) por tipo de vegetación.

$$\overline{VT} = \sum \overline{VHa_i}$$

Donde:

$\overline{VT}$ = Volumen total de todas las especies arbóreas y arbustivas por tipo de vegetación.

iii.4) Número de individuos estimados a remover

La estimación del número de individuos a remover, en el tipo de vegetación y estratos encontrados, serán referidos a los propietarios en los que incide el **CUSTF** para el Proyecto.

En el **Anexo_II_4_Volumen forestal maderable**, en la columna de Ind totales/Especie se presenta la estimación del cálculo de individuos totales, resultantes de la sumatoria de los individuos estimados en cada predio, es decir, de la relación aritmética entre los *individuos/ha * la superficie de los predios de **CUSTF***, datos que se presentan a continuación.

iii.4.1) Estrato arbóreo

Conforme al muestreo y los cálculos dasométricos realizados para el área de **CUSTF**, se estima que en el predio se removerá un total de 11,582 individuos de 12 especies del estrato arbóreo de VSA/SMQ. **Se hace la aclaración que en esta estimación no incluye la regeneración**.

Tabla II. 29. Individuos del estrato arbóreo a remover en el CUSTF

No	Nombre científico	Nombre común	Abundancia absoluta	Densidad (ind/ha)	Individuos totales
1	*Cascabela gaumeri*	Campanilla	10	101	481
2	*Cocos nucifera*	Cocotero	2	20	96
3	*Conocarpus erectus*	Mangle Botoncillo	14	141	673
4	*Cordia sebestena*	Anacahuite	9	91	433
5	*Drypetes lateriflora*	Huesillo	2	20	96
6	*Elaeodendron xylocarpum*	Zapote de costoche	1	10	48
7	*Ficus cotinifolia*	Amate Negro	1	10	48
8	*Ficus crassinervia*	Higo	2	20	96
9	*Manilkara zapota*	Chicozapote	36	364	1,730
10	*Metopium brownei*	Chechen Prieto	161	1,626	7,737
11	*Myrcianthes fragrans*	Guayabillo	2	20	96
12	*Piscidia piscipula*	Barbasco	1	10	48
Total			**241**	**2,434**	**11,582**

Donde: Densidad= Cantidad de individuos por unidad de superficie para cada uno de los criterios de clasificación y parámetros utilizado en este cálculo.

iii.4.2) Estrato arbustivo

Conforme al muestreo y los cálculos dasométricos realizados para el área de **CUSTF**, se estima que en el predio se removerá un total de 433 individuos de 3 especies del estrato arbustivo de **VSA/SMQ**. **Se hace la aclaración que en esta estimación no incluye la regeneración**.

Tabla II. 30. Individuos del estrato arbustivo a remover en el CUSTF.

No	Nombre científico	Nombre común	Abundancia absoluta	Densidad (ind/ha)	Individuos totales
1	*Tabebuia rosea*	Apamate Rosa	2	30	144

2	*Coccoloba uvifera*	Uvero	2	30	144
3	*Eugenia axillaris*	Escobillo	2	30	144
Total			**6**	**91**	**433**

A continuación, se muestran los individuos a remover de los recursos forestales no maderables.

Tabla II. 31. Individuos a remover no maderable del CUSTF de VSA/SMQ

No	Nombre científico	Nombre común	Abundancia absoluta	Densidad (ind/ha)	Individuos totales
1	*Thrinax radiata*	Guano de Costa	359	5,439	1,708
2	*Cocos nucifera*	Cocotero	2	30	10
			361	**5,470**	**1,718**

iii.4.3) Existencias volumétricas maderables a remover

Para la cuantificación volumétrica se consideraron todos los individuos presentes en los sitios de muestreo del inventario forestal, inferidos a la hectárea y posteriormente a totales. Considerando la afectación a terreno forestal de hectáreas con vegetación de **VSA/SMQ** para el estrato **arbóreo**, se tiene que, de acuerdo a las estimaciones realzadas en función de la metodología aplicada, el volumen forestal de madera en pie es de **135.12 m^3**.

En el **Anexo_II_3_ Memoria_volúmen_forestal_maderable**, se presenta la memoria de cálculo.

Tabla II. 32. Volumen Forestal maderable del estrato arbóreo a remover en el CUSTF.

No	Nombre científico	Nombre común	Abundancia absoluta	Promedio Vol forestal maderable en la muestra	Densidad (ind/ha)	Individuos totales	Vol forestal maderable en el CUSTF
1	*Cascabela gaumeri*	Campanilla	10	0.07	101	481	3.21
2	*Cocos nucifera*	Cocotero	2	0.03	20	96	0.31
3	*Conocarpus erectus*	Mangle Botoncillo	14	0.07	141	673	4.66
4	*Cordia sebestena*	Anacahuite	9	0.06	91	433	2.48
5	*Drypetes lateriflora*	Huesillo	2	0.02	20	96	0.23
6	*Elaeodendron xylocarpum*	Zapote de costoche	1	0.21	10	48	1.00
7	*Ficus cotinifolia*	Amate Negro	1	0.74	10	48	3.54
8	*Ficus crassinervia*	Higo	2	0.07	20	96	0.66
9	*Manilkara zapota*	Chicozapote	36	0.14	364	1,730	24.74
10	*Metopium brownei*	Chechen Prieto	161	0.12	1,626	7,737	92.46
11	*Myrcianthes fragrans*	Guayabillo	2	0.16	20	96	1.55
12	*Piscidia piscipula*	Barbasco	1	0.06	10	48	0.29
Total			**241**	**1.75**	**2,434**	**11,582**	**135.12**

Donde: CUSTF= Cambio de Uso del Suelo en Terrenos Forestales, Densidad= Cantidad de individuos por unidad de superficie para cada uno de los criterios de clasificación y parámetros utilizado en este cálculo.

En el estrato **arbustivo** se tiene una estimación del volumen forestal de madera en pie de **3.37 m^3**. Teniendo de manera general, un volumen forestal de **138.49 m^3** para los dos estratos considerados.

Tabla II. 33. Volumen Forestal maderable del estrato arbustivo a remover en el CUSTF.

No	Nombre científico	Nombre común	Abundancia absoluta	Promedio Vol forestal maderable en la muestra	Densidad (ind/ha)	Individuos totales	Vol forestal maderable en el CUSTF
1	*Tabebuia rosea*	Apamate Rosa	2	0.01	30	144	1.06
2	*Coccoloba uvifera*	Uvero	2	0.02	30	144	1.16
3	*Eugenia axillaris*	Escobillo	2	0.02	30	144	1.14
		Total	**6**	**0.05**	**91**	**433**	**3.37**

Donde: CUSTF= Cambio de Uso del Suelo en Terrenos Forestales, Densidad= Cantidad de individuos por unidad de superficie para cada uno de los criterios de clasificación y parámetros utilizado en este cálculo.

iii.5) Recursos No maderables

iii.5.1) Palmas No maderables

A continuación, se muestran los volúmenes de los recursos forestales no maderables.

Tabla II. 34. Volumen forestal no maderable del CUSTF de VSA/SMQ

No	Nombre científico	Nombre común	Abundancia absoluta	Promedio Vol forestal maderable en la muestra	Densidad (ind/ha)	Individuos totales	Vol forestal no maderable en el CUSTF
1	*Thrinax radiata*	Guano de Costa	359	0.090	5,439	1,708	0.43
2	*Cocos nucifera*	Cocotero	2	0.041	30	10	0.20
Total			**361**		**5,470**	**1,718**	**0.62**

iii.5.2) Tierra de monte

El recurso no maderable demandado en la región, es la tierra de monte (arena con suelo orgánico y hojarasca).

a) Metodología de cálculo

Dato: Para su estimación cuantitativa se tomó como dato: La superficie forestal solicitada para el **CUSTF** (**4.7577 hectáreas**).

Variables: El espesor o profundidad del suelo orgánico en cada sitio de muestreo denominado MO. Tomado durante el inventario florístico en campo.

b) Resultados

Considerando la afectación a terreno forestal de **4.7577 hectáreas** para los que se solicita el **CUSTF**, se tiene que el volumen de suelo orgánico o tierra de monte como prima forestal es de **2,378.85** m^3

(obtenido de multiplicar la superficie de **CUSTF** expresado en m^2 por la profundidad del suelo orgánico en metros lineales) para cada uno de los tipos de vegetación, como se ilustra en la siguiente tabla.

Tabla II. 35. Volumen de tierra de monte

Tipo de vegetación	Superficie		Profundidad del suelo orgánico		Volumen (m^3)
	ha	m^2	cm	m	
VSA/SBC	4.7577	47,577.00	5	0.05	2,378.85
Total	**4.7577**	**47577.00**			**2,378.85**

II.2.6. Estimación económica de los recursos biológicos forestales del área sujeta al cambio de uso del suelo

i) Estimación del valor económico de los recursos forestales maderables

De acuerdo con lo que se establece en la fracción XLVI del artículo 7 de la **LGDFS**, los recursos biológicos forestales comprenden las especies y variedades de plantas y microorganismos de los ecosistemas forestales y su biodiversidad y en especial aquéllas de interés científico.

Para estimar económicamente los recursos biológicos forestales del área se deben tener indicadores cuantificados que estén determinados por los procedimientos normales del mercado de la economía. Desde hace décadas se extraen productos maderables y no maderables de la selva con fines de mercadeo, no obstante, siempre ha existido una disyuntiva en el costo del recurso, existiendo siempre una diferencia de acuerdo con la zona. Por lo anterior, son pocos los estudios que han logrado avances en la valoración económica de los usos de los recursos forestales. En este sentido, partiendo de la información existente y disponible sobre el valor económico de los recursos forestales a continuación se presenta una alternativa de valoración económica de los recursos que pudieran tener un valor económico.

ii) Clasificación para la valoración económica

Generalmente se ha aceptado una clasificación para la valoración económica de los recursos biológicos y su diversidad de acuerdo con el beneficio que aportan a la sociedad. Existen algunas variantes de esta clasificación, pero todas introducen el valor de uso de los recursos naturales y la biodiversidad, los valores alternos de este uso, los valores para futuras generaciones y los valores referidos a una convicción ética.

Tabla II. 36. Clasificación de valores económicos de recursos biológicos y su diversidad

Clasificación de valores				
Directo	Valor de uso indirecto	De opción	Valor de no uso	
			De herencia	De existencia
Productos de consumo o servicios directos	Beneficios funcionales	Uso directo o indirecto futuro	Valor de legar a los descendientes	Valores éticos

Clasificación de valores				
Directo	Valor de uso indirecto	De opción	Valor de no uso	
			De herencia	De existencia
Usos extractivos: prima Alimentos	Eco sistémicas: Auto prestación y evolución del sistema	Continuidad del sistema Obtención de nueva materia prima	Protección del hábitat Evitar cambios irreversibles	Conocimiento de la existencia Protección del hábitat
Biomasa Cultivo y pastoreo Colecta de especímenes y material genético	Ciclaje de nutrientes Conocimiento e investigación científica actual	Nuevos conocimientos	N/A	Evitar cambios irreversibles Culturales, estéticos y religiosos
Conversión a otro uso Hábitat humano	Hábitat humano Fijación de nitrógeno	N/A	N/A	N/A
Usos no extractivos: Salud	Ambientales: Protección y regeneración de suelos	N/A	N/A	N/A
Recreación - ecoturismo - deporte Actividades culturales y religiosas	Captación y purificación de agua Protección de cuencas Control de plagas Control de inundaciones	N/A	N/A	N/A
Navegación Producción audiovisual	Protección contra tormentas Regulación climática Retención de carbono Estabilización costera	N/A	N/A	N/A

De acuerdo con la bibliografía consultada[8], la clasificación utilizada, tomada de *Munasinghe M. y E. Lutz* (1993), reconoce los valores de uso y de no uso. Claramente, los valores descritos en ésta varían de acuerdo con el ecosistema, área, hábitat o especie al que se quieran aplicar, no sólo en cuanto al valor mismo, sino en cuanto a la aplicabilidad del concepto.

Los valores de uso a su vez se dividen en valor de uso directo, de uso indirecto y valor de opción. El valor de uso directo es el más accesible en su concepción, debido a que se reconoce de manera inmediata a través del consumo del recurso biológico (alimentos, producción de madera; la explotación pesquera; la obtención de carne, pieles y otros productos animales y vegetales; la recolección de leña, y el pastoreo del ganado, entre otras) o de su recepción por los individuos (ecoturismo, actividades recreativas). Algunas clasificaciones abren el valor directo en valor de uso extractivo y de uso no extractivo.

El valor de uso indirecto se refiere a los beneficios que recibe la sociedad a través de los servicios ambientales de los ecosistemas y de las funciones del hábitat. Algunos ejemplos son los servicios proporcionados por los bosques como la protección contra la erosión, la regeneración de suelos, la

[8] Alba, E. & Reyes, M.E. Valoración Económica de los Recursos Biológicos del País.

recarga de acuíferos, el control de inundaciones, el reciclaje de nutrientes, la protección de costas, la captación y el almacenamiento de carbono, el auto sostenimiento del sistema biológico, entre otros.

A diferencia del valor de uso directo, el indirecto generalmente no requiere del acceso físico del usuario al recurso natural, pero sí de la existencia física del recurso en buenas condiciones.

El valor de opción se refiere al valor de los usos potenciales de los recursos biológicos para su utilización futura directa o indirecta. Por ejemplo, el uso potencial de plantas para fines farmacéuticos, para la obtención de nuevas materias primas o de especímenes para el control biológico de plagas, y para el avance del conocimiento humano sobre la vida en nuestro hábitat planetario. En adición a los valores de uso actuales o potenciales, los valores de no uso incluyen el valor de herencia, que se refiere al valor de legar los beneficios del recurso a las generaciones futuras; este valor implica un sentido de pertenencia o propiedad.

Finalmente, el valor de existencia es el valor de un bien ambiental simplemente porque existe: este valor es de orden ético, con implicaciones estéticas, culturales o religiosas. Por ejemplo, uno puede valorar la existencia de selvas, jaguares o ballenas, sin implicaciones de posesión o de uso directo o indirecto de ellos.

Un recurso biológico frecuentemente tiene varios valores económicos simultáneamente. El caso del sistema de bosque es ilustrativo. Se puede valorar por su producción maderera (valor de uso directo); por su protección de los acuíferos y el suelo, por su contribución a la calidad del aire, por los servicios de auto sostenimiento para la riqueza biótica que contiene (valores de uso indirecto). Las especies que se localizan en el sistema pueden tener usos potenciales futuros en alimentos, productos farmacéuticos o nuevas materias primas (valor de opción), y su conservación puede ser un bien en sí mismo para los individuos (valor de existencia) o por poderlos legar a sus descendientes (valor de herencia).

Es de notarse que los valores de uso directo pueden ser positivos o negativos con relación a la conservación del recurso, mientras que el resto de los valores tiene una connotación positiva casi siempre. Particularmente los usos extractivos concentran el impacto humano sobre los recursos naturales.

No siempre es posible considerar que el valor total asociado a un recurso es la simple suma de los diferentes valores de uso y no uso, pues los distintos usos pueden ser excluyentes, alternos o competitivos.

Los criterios para privilegiar algunos tópicos en los ejercicios de valoración económica han estado estrechamente relacionados con la existencia de una adecuada base para la comprensión de los fenómenos ecológicos. Por ejemplo, si al principio se dio peso a la valoración sólo de algunas especies, actualmente la valoración se hace a nivel de especies y ecosistemas, conjuntando un enfoque eco-sistémico unificador, permitiendo la protección y aprovechamiento del ecosistema completo. Asimismo, se da relevancia a la valoración económica de especies críticas para el sostenimiento de los ecosistemas principales.

Las formas de valoración económica son dependientes de indicadores físicos y biológicos relativos a los recursos, que permiten hacer las correspondientes modelaciones para derivar los valores

asociados. La información física y biológica requerida frecuentemente no existe, es insuficiente o fragmentada, o poco confiable.

En México existen algunos estudios de caso, de los cuales posiblemente los más analizados son los bosques como ecosistemas. Se han hecho algunos estudios sobre manglares y sobre la importancia de los vertebrados, y se han estimado algunos indicadores de valor económico para el ecoturismo y el potencial farmacéutico (UAES, 1997). En otros casos existen indicadores cuantitativos relativos a otros usos, como la producción de leña.

iii) Métodos de medición

En general, los recursos biológicos son comercializados para su uso directo en el consumo intermedio o final, así que existen mercados donde se fijan sus precios. En otros casos, los recursos se valoran a través del precio de recursos asociados o substitutos que se comercializan.

Para la valoración de los servicios ambientales y los usos indirectos que proporcionan, en general no existen mercados, por lo que se tiene que recurrir a mercados simulados y a otros métodos de valoración.

Los métodos de medición del valor económico se pueden agrupar de acuerdo con el tipo de mercado que se utiliza para su cálculo: a partir de un mercado real, un mercado sustituto o un mercado simulado.

En el caso de mercados reales se utiliza la información de los precios de mercado como un índice del valor monetario del recurso biológico, suponiendo que este precio describa razonablemente el valor.

Existen otras técnicas como la del cambio de productividad. Por ejemplo, la pérdida de los bosques puede disminuir la productividad agrícola al degradarse los servicios ambientales prestados por ellos, tales como la conservación del suelo y el agua, el control de inundaciones o la protección contra el viento. El costo de oportunidad o el valor neto de la producción perdida se convierte en una medida de valor del servicio ambiental del bosque para la agricultura. Esta valoración se hace sobre los precios de mercado de la producción perdida por la disminución de productividad. La ganancia que no se obtuvo se puede considerar como la máxima disposición de los agricultores de pagar para evitar el daño. Este método puede ser usado para la valoración del uso indirecto. Por ejemplo, así se calculó el caso de la deforestación en la sierra del Ecuador (Claro E. et al., 1996).

Otra estrategia es utilizar un mercado sustituto, obteniéndose una curva de demanda subrogada. Se utiliza la información de precios en mercados reales para calcular de manera indirecta los beneficios de los bienes o servicios de la biodiversidad para los cuales no existen mercados. Algunas técnicas utilizadas son las de gastos de viaje, métodos hedónicos, gastos defensivos y otros.

En el método de los precios hedónicos, se separa el componente ambiental y se compara el precio de mercado del bien con otro que carezca de los atributos ambientales. Por ejemplo, el valor adicional de un inmueble por encontrarse en un bosque o en un sitio con paisaje natural excepcional.

En el método de gastos de viaje, estos gastos se usan como una aproximación para valorar sitios recreacionales a través del gasto que efectúan los visitantes. El método sirve para valorar algunos usos directos como la recreación o el deporte. Las visitas por individuo se definen como una función

de los gastos de viaje y de las condiciones socioeconómicas del usuario. Se realizan observaciones de las visitas realizadas tomando en cuenta las distancias de viaje. De esas observaciones se deriva una curva de demanda y se obtiene la disposición a pagar del usuario del servicio (el visitante al sitio recreacional) (Perrings C. et al., 1995).

El método de los gastos preventivos y defensivos se usa para medir los gastos de gobiernos, empresas y particulares para reducir los efectos ambientales no deseados. En este método se interpretan los gastos como un indicador de los beneficios ambientales resultantes. El método, sin embargo, debe considerar la existencia de gastos efectuados en virtud de normas obligatorias, que pueden distorsionar el valor del beneficio obtenido.

Tabla II. 37. Algunos métodos de medición (INE, 1997, UAES, 1997 y Claro E.et al.,1996; Lara, D, et al., 1988)

Mercado Real	Mercado sustituto	Mercado simulado
Precio de mercado	Gastos de viaje	Valoración contingente
Cambio en la productividad	Métodos hedónicos	
Método de ingreso neto	Costos preventivos defensivos	

Cuando no existe un mercado, lo que es muy frecuente para valores de no uso y para los servicios ambientales, se utiliza un mercado simulado o construido. Se diseña una encuesta mediante la cual se construye una situación similar a un mercado. Las técnicas utilizadas son la valoración contingente y el grado de contingencia.

Por ejemplo, en la valoración contingente se les pregunta a los encuestados cuánto estarían dispuestos a pagar para conservar una especie o un área natural, o bien, cuánto estarían dispuestos a recibir por la destrucción o desaparición de una especie o un área natural. Este pago puede ser en forma de contribución voluntaria, como cargo fiscal, o como un mayor precio por los productos y los servicios asociados. Al entrevistado se le proporcionan los antecedentes sobre la cantidad, calidad y cambios que pueden ocurrir en el bien, se escoge el instrumento de pago y, finalmente, se le pide hacer una selección de entre varias opciones para dar su respuesta. A partir de las respuestas, se deriva la disponibilidad de los individuos a pagar y, a través de ello, se calcula el valor actual neto del recurso.

El problema de la valoración económica no es sencillo. Además del adecuado conocimiento físico y biológico del recurso o servicio involucrado, es necesario contar con cuadros especializados y con entrenamiento en la materia, lo que ha llevado a plantear como objetivo en los propios países y a través de los organismos internacionales, impulsar el desarrollo y promoción de la aplicación de métodos para la valoración de bienes y servicios ambientales. Se llevan a cabo actividades de capacitación y formación de recursos humanos, de investigación, elaboración de manuales de valoración y realización de estudios de caso y encuestas.

En particular, en la región latinoamericana se han lanzado diversas iniciativas para establecer un programa hemisférico de valoración económica, mejorar y armonizar las estadísticas internacionales en el desempeño del desarrollo e iniciar un programa cooperativo en integración institucional (PNUMA, 1996). Se ha planteado como una solución alterna lo que se conoce como transferencia de beneficios para aprovechar los resultados de estudios realizados con anterioridad y aplicarlos a

situaciones de interés. Es evidente que se requiere garantizar que esta transferencia sea válida.

Es de notarse que, a partir de 1994, el Ministerio del Ambiente del Canadá inició la tarea de establecer un inventario global de referencias para la valoración ambiental, en el cual participan diversas organizaciones y connotados especialistas mundiales. Este inventario se conoce por sus siglas en inglés como EVRI.

Faltan aún muchos estudios para contar con una valoración económica de los bienes y servicios que proporcionan los principales recursos biológicos y la biodiversidad.

iv) Valoración económica de recursos forestales para el sitio

Para realizar la valoración económica de los recursos forestales del sitio, se tomó como base los métodos propuestos en Alba, E. & Reyes, M.E. Valoración Económica De Los Recursos Biológicos Del País; y Lara et al, 1998, identificando los recursos y servicios ambientales que ofrece el ecosistema de matorral Subtropical presente en el predio, así como las especies de flora y fauna que ahí se encuentran.

A continuación, se presenta la clasificación de recursos y servicios identificados, de acuerdo con la clasificación descrita en la tabla siguiente:

Tabla II. 38. Clasificación de valores identificados en el predio y método de medición económica

Clases de valores	Tipo	Bien o servicio	Método
Uso	Directo: Extractivo	Madera para construcción	Mercado de ingreso neto
Uso	Directo: Extractivo	Madera para leña	Mercado real
Uso	Directo: Extractivo	Plantas ornamentales	Mercado real
Uso	Directo: Extractivo	Especies de fauna silvestre	Mercado real
Uso	Directo: No Extractivo	Hábitat crítico de especies protegidas	Mercado simulado: valoración contingente
Uso	Directo: No Extractivo	Belleza paisajística	Mercado sustituto: precios hedónicos
Uso	Indirecto: Beneficio funcional ambiental	Provisión de agua y calidad	Mercado sustituto: costos preventivos y defensivos
No uso	De existencia	Biodiversidad	Mercado simulado: valoración contingente
No uso	Existencia	Estéticos	Mercado sustituto: costos preventivos y defensivos

iv.1) Valores de uso directo

La vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia, tiene como usos directos, el corte de madera para leña, tierra y madera en rollo para aserradero asimismo algunas plantas tienen valor en el mercado por su uso ornamental.

iv.1.1) Método de valuación: Método de ingreso neto

La aplicación de este método requiere de la estimación de los costos anuales (costos fijos, costos variables y costos de oportunidad de capital y mano de obra) y de los ingresos totales recibidos como

producto de la venta de la madera talada, tanto para la adquisición de leña y la utilización en la construcción, así como en la venta de plantas de ornato.

Etapas para la aplicación del método de ingreso neto:

El procedimiento para estimar el valor de los recursos forestales disponibles específicamente en el sitio, en los usos directos antes mencionados se describe a continuación:

- Cuantificación de recursos disponibles por producto
- Descripción de proceso de adquisición y/o transformación por producto.
- Estimación de costos fijos y costos variables
- Estimación de costos totales de producción
- Estimación de ingresos por el volumen y/o cantidad de producto
- Estimación de utilidades (ingresos netos)
- Estimación del valor de los productos en el sitio

A continuación, se presenta la aplicación de este método por producto:

iv.1.1.1) Productos: Madera de aserrío y leña (productos leñosos)

a) Cuantificación de recursos disponibles por producto

a.1) Madera en rollo para aserradero

Si tomáramos en cuenta el volumen de aprovechamiento estimado, podemos establecer que en el predio hay existencias totales de madera en rollo de diferentes especies por el orden de los 138.49 m^3 vta por CUSTF, de acuerdo a las estimaciones realizadas. Sin embargo, no es posible darle un uso de aserrío a todo el volumen y tampoco de palizada, por lo que a continuación se hace un análisis del valor maderable en función del destino para madera de aserrío o uso de palizada.

En este caso se han reportado 7,978 ind/Ha pertenecientes a 10 especies, las cuales presentan un diámetro normal mayor a 20 cm, lo cual las hace aptas para el proceso de aserrío. Por lo que el volumen estimado por remoción de vegetación en la superficie de CUSTF para este proceso es de 90.63 m^3.

Al mismo tiempo, se estima que el valor del m^3 para la madera en rollo es de $1,472.54[9] pesos, teniendo así que el estimado para el volumen del área de CUSTF es de $ 133,461.28 pesos.

Tabla II. 39. Valor de madera en rollo por aprovechamiento de CUSTF del Proyecto

[9] CONAFOR, Sistema de Precios de Productos Forestales Maderables (SIPRE), Primer semestre 2023. Coordinación General de Producción y Productividad Gerencia de Abasto, Transformación y Mercados.

Estrato	Nombre científico	Nombre común	Abundancia absoluta	Promedio Vol forestal maderable en la muestra	Densidad (ind/ha)	Individuos totales	Vol forestal maderable en el CUSTF
Arbóreo	*Cascabela gaumeri*	Campanilla	3	0.14	30	144	6.80
	Cordia sebestena	Anacahuite	3	0.12	30	144	5.83
	Drypetes lateriflora	Huesillo	1	0.07	10	48	3.59
	Ficus cotinifolia	Amate Negro	1	0.21	10	48	9.95
	Ficus crassinervia	Higo	2	0.74	20	96	35.43
	Manilkara zapota	Chicozapote	12	0.11	121	577	5.29
	Metopium brownei	Chechen Prieto	140	0.15	1,414	6,728	7.37
	Myrcianthes fragrans	Guayabillo	2	0.12	20	96	5.74
	Piscidia piscipula	Barbasco	1	0.16	10	48	7.73
	Tabebuia rosea	Apamate Rosa	1	0.06	10	48	2.90
		Total	**166.00**	**1.89**	**1,677**	**7,977**	**90.63**

Precio m^3 Primarios	**$1,472.54**	**$ 133,461.28**

a.2) Madera en Palizada

Se ha considerado como palizada a todos los individuos reportados en el muestreo con DN mayor a 10 cm y menor a 20 cm considerando el total de individuos obtenido por unidad de superficie, a pesar que aproximadamente el 50% de éstos no tienen un valor en el mercado o no se adquieren para las actividades de construcción.

Así las cosas, la cantidad total obtenida para el predio, en el análisis realizado se estimó que los individuos entre 10 y 20 cm de DN aportan un total de 3,797. Al mismo tiempo, se estima un valor de $ 578.23[10] pesos por m^3 por lo que se estima que el costo por la remoción de vegetación por CUSTF para la madera palizada es de $ 9,526.22 pesos.

Tabla II. 40. Valor de madera en palizada por aprovechamiento de CUSTF del Proyecto

Estrato	Nombre científico	Nombre común	Abundancia absoluta	Promedio Vol forestal maderable en la muestra	Densidad (ind/ha)	Individuos totales	Vol forestal maderable en el CUSTF
Arbóreo	*Cascabela gaumeri*	Campanilla	7	0.03	71	336	1.67
	Conocarpus erectus	Mangle Botoncillo	14	0.03	141	673	1.53
	Cordia sebestena	Anacahuite	6	0.04	61	288	2.08
	Drypetes lateriflora	Huesillo	1	0.04	10	48	1.92
	Elaeodendron xylocarpum	Zapote de costoche	1	0.02	10	48	1.17

[10] CONAFOR, Sistema de Precios de Productos Forestales Maderables (SIPRE), Primer semestre 2023. Coordinación General de Producción y Productividad Gerencia de Abasto, Transformación y Mercados.

Estrato	Nombre científico	Nombre común	Abundancia absoluta	Promedio Vol forestal maderable en la muestra	Densidad (ind/ha)	Individuos totales	Vol forestal maderable en el CUSTF
	Manilkara zapota	Chicozapote	24	0.05	242	1,153	2.28
	Metopium brownei	Chechen Prieto	21	0.07	212	1,009	3.59
Arbustivo	*Coccoloba uvifera*	Uvero	2	0.01	20	96	0.71
	Eugenia axillaris	Escobillo	2	0.02	20	96	0.77
	Pithecellobium keyense	Guamuchil Yucateco	1	0.02	10	48	0.76
Total			**79.00**	**0.34**	**798**	**3,797**	**16.47**

Precio m^3	**$ 578.23**	**$ 9,526.22**

v) Estimación del valor económico de los recursos no maderables

Aplicando el método anterior, para poder realizar una estimación económica de los recursos forestales no leñosos existentes, se definieron las especies que tienen algún uso ecológico y demanda en el mercado, que le den un valor económico, por lo que, las especies que pueden llegar a tener una importancia y valor económico se describen en el siguiente cuadro siguiente.

Tabla II. 41. Resumen del valor estimado para el aprovechamiento de productos no maderables

No	Nombre científico	Nombre común	Abundancia absoluta	Promedio Vol forestal maderable en la muestra	Densidad (ind/ha)	Individuos totales	Vol forestal no maderable en el CUSTF	Precio Unitario	Costo total
1	*Thrinax radiata*	Guano de Costa	359	0.090	5,439	1,708	0.43	$300.00	$512,404.29
2	*Cocos nucifera*	Cocotero	2	0.041	30	10	0.20	$180.00	$1,712.77
Total			**361**		**5,470**	**1,718**	**0.62**	**$480.00**	**$514,117.06**

v.1) Tierra vegetal

En la región la disponibilidad de tierra fértil es muy baja por lo que su acopio para su posterior utilización debe considerarse como una medida obligada en las superficies autorizadas para cambio de uso de suelo. De hecho, en la región se practica la extracción furtiva de este recurso para cubrir la demanda local.

La utilización de la tierra vegetal presente en el predio tiene la enorme ventaja de que posee las características edáficas a las cuales están adaptadas las especies nativas, por lo que es útil en los programas de rescate de flora, así como para su posterior utilización en la creación y mantenimiento de jardines, sin embargo la desventaja es que en la mayoría del predio (como es casi en la totalidad de la península) no existe una capa muy profunda del horizonte A, que corresponde a la capa orgánica del suelo.

Para estimar el valor económico del volumen de tierra vegetal que se deriva del cambio de uso de suelo forestal para el desarrollo del Proyecto se utilizaron los datos generados durante el inventario forestal en los tipos de

vegetación de Selva Mediana ya que son los que presentan disponibilidad de tierra vegetal con características deseables para su aprovechamiento.

Los precios vigentes se investigaron en viveros comerciales, así como con los vendedores Ambulantes de este recurso en la Ciudad de Cancún, el cua es de aproximadamente $483.35 pesos por bulto de tierra y se estima que se pueden obtener aproximadamente 50 bultos/Ha de tierra vegetal producto de las afectaciones causadas por las obras, por lo que se podría obtener hasta 2378.85 m3 y un valor estimado de la venta de este producto, con motivo del cambio de uso de suelo forestal por el orden de los $1,149,817.15 en el CUSTF.

Tabla II. 42. Resumen del valor estimado para el aprovechamiento de productos no maderables

Tipo de vegetación	Superficie		Profundidad del suelo orgánico		Volumen (m^3)	Costo de tierra por m3	Total
	ha	m^2	cm	m			
Vsa/SBC	4.7577	47,577.00	5	0.05	2,378.85	$483.35	$1,149,817.15
Total	**4.7577**	**47577.00**			**2,378.85**		**1,149,817.15**

Sin embargo, es necesario aclarar que dicha información solo es de manera estimada y como caso hipotético ya que respecto del Proyecto no se pretende realizar un uso comercial de los productos resultantes de las afectaciones.

En resumen, el valor total estimado para el aprovechamiento de productos maderables y no maderables alcanza los $1,806,921.71

Tabla II. 43. Resumen del valor estimado para el aprovechamiento de productos maderables y no maderables.

Productos maderables y vegetales	Costo por Volumen de CUSTF
Madera en rollo	$ 133,461.28
Madera palizada	$ 9,526.22
Tierra vegetal	$1,149,817.15
Productos no maderables	$514,117.06
Total	**$1,806,921.71**

vi) Estimación del valor económico de los recursos faunísticos

Aplicando el método de valor de mercado, para el caso de los ejemplares de fauna silvestre, tenemos los siguientes valores:

Tabla II. 44. Valor estimado de fauna silvestre en el SAR, AI y AP

Orden	Familia	Género	Nombre Científico	Nombre Español	NOM-059	Zona de registro			Total de individuos	Precio unitario	Costo total
						SAR	AI	AP			
Accipitriformes	Accipitridae	Buteo	Buteo plagiatus	Aguililla Gris	SC		1		1	$ 2,500.00	$ 2,500.00
Accipitriformes	Accipitridae	Buteogallus	Buteogallus anthracinus	Aguililla Negra Menor	Pr		1		1	$ 2,500.00	$ 2,500.00
Accipitriformes	Accipitridae	Rupornis	Rupornis magnirostris	Aguililla Caminera	SC	1			1	$ 300.00	$ 300.00
Anseriformes	Anatidae	Dendrocygna	Dendrocygna autumnalis	Pijije Alas Blancas	SC	1			1	$ 200.00	$ 200.00
Apodiformes	Trochilidae	Amazilia	Amazilia rutila	Colibrí Canelo	SC		2		2	$ 100.00	$ 200.00
Caprimulgiformes	Caprimulgidae	Chordeiles	Chordeiles acutipennis	Chotacabras Menor	SC	1	1	1	3	$ 850.00	$ 2,550.00
Cathartiformes	Cathartidae	Cathartes	Cathartes aura	Zopilote Aura	SC	1			1	$ 2,500.00	$ 2,500.00
Cathartiformes	Cathartidae	Coragyps	Coragyps atratus	Zopilote Común	SC	9		3	12	$ 1,500.00	$ 18,000.00
Charadriiformes	Charadriidae	Charadrius	Charadrius vociferus	Chorlo Tildío	SC	8	2	3	13	$ 300.00	$ 3,900.00
Charadriiformes	Scolopacidae	Calidris	Calidris minutilla	Playero Diminuto	SC		6	10	16	$ 300.00	$ 4,800.00
Charadriiformes	Scolopacidae	Tringa	Tringa semipalmata	Playero Pihuiuí	SC		1	1	2	$ 300.00	$ 600.00
Columbiformes	Columbidae	Columbina	Columbina passerina	Tortolita Pico Rojo	SC	2	1	2	5	$ 200.00	$ 1,000.00
Columbiformes	Columbidae	Columbina	Columbina talpacoti	Tortolita Canela	SC			1	1	$ 200.00	$ 200.00
Columbiformes	Columbidae	Leptotila	Leptotila verreauxi	Paloma Arroyera	SC	3	1	2	6	$ 150.00	$ 900.00
Columbiformes	Columbidae	Patagioenas	Patagioenas flavirostris	Paloma Morada	SC	5	6	6	17	$ 150.00	$ 2,550.00
Columbiformes	Columbidae	Streptopelia	Streptopelia decaocto	Paloma De Collar Turca	SC	5	3	2	10	$ 150.00	$ 1,500.00
Columbiformes	Columbidae	Zenaida	Zenaida asiatica	Paloma Alas Blancas	SC	9	11	11	31	$ 1,100.00	$ 34,100.00
Cuculiformes	Cuculidae	Crotophaga	Crotophaga sulcirostris	Garrapatero Pijuy	SC	1			1	$ 300.00	$ 300.00
Galliformes	Cracidae	Ortalis	Ortalis vetula	Chachalaca Oriental	SC	1	1	1	3	$ 250.00	$ 750.00
Passeriformes	Corvidae	Cyanocorax	Cyanocorax yucatanicus	Chara Yucateca	SC	9	10	4	23	$ 600.00	$ 13,800.00
Passeriformes	Hirundinidae	Hirundo	Hirundo rustica	Golondrina Tijereta	SC	2	6		8	$ 100.00	$ 800.00
Passeriformes	Hirundinidae	Progne	Progne subis	Golondrina Azulnegra	SC			4	4	$ 100.00	$ 400.00

Orden	Familia	Género	Nombre Científico	Nombre Español	NOM-059	Zona de registro			Total de individuos	Precio unitario	Costo total
						SAR	AI	AP			
Passeriformes	Hirundinidae	Riparia	Riparia riparia	Golondrina Ribereña	SC		4	5	9	$ 100.00	$ 900.00
Passeriformes	Hirundinidae	Tachycineta	Tachycineta albilinea	Golondrina Manglera	SC	1	1	1	3	$ 100.00	$ 300.00
Passeriformes	Icteridae	Dives	Dives dives	Tordo Cantor	SC	1			1	$ 200.00	$ 200.00
Passeriformes	Icteridae	Icterus	Icterus cucullatus	Calandria Dorso Negro Menor	SC	1	1	1	3	$ 250.00	$ 750.00
Passeriformes	Icteridae	Icterus	Icterus gularis	Calandria Dorso Negro Mayor	SC			1	1	$ 250.00	$ 250.00
Passeriformes	Icteridae	Molothrus	Molothrus aeneus	Tordo Ojos Rojos	SC	1			1	$ 150.00	$ 150.00
Passeriformes	Icteridae	Quiscalus	Quiscalus mexicanus	Zanate Mayor	SC			1	1	$ 500.00	$ 500.00
Passeriformes	Mimidae	Mimus	Mimus gilvus	Centzontle Tropical	SC	1	2	2	5	$ 50.00	$ 250.00
Passeriformes	Parulidae	Geothlypis	Geothlypis trichas	Mascarita Común	SC		1		1	$ 360.00	$ 360.00
Passeriformes	Parulidae	Setophaga	Setophaga citrina	Chipe Encapuchado	SC	2			2	$ 400.00	$ 800.00
Passeriformes	Parulidae	Setophaga	Setophaga petechia	Chipe Amarillo	SC		1		1	$ 400.00	$ 400.00
Passeriformes	Parulidae	Setophaga	Setophaga ruticilla	Pavito Migratorio	SC		2	1	3	$ 400.00	$ 1,200.00
Passeriformes	Polioptilidae	Polioptila	Polioptila caerulea	Perlita Azulgris	SC	1	1	1	3	$ 250.00	$ 750.00
Passeriformes	Thraupidae	Thraupis	Thraupis episcopus	Tangara Azulgrís	SC	1			1	$ 600.00	$ 600.00
Passeriformes	Turdidae	Turdus	Turdus grayi	Mirlo Café	SC			1	1	$ 600.00	$ 600.00
Passeriformes	Tyrannidae	Megarynchus	Megarynchus pitangua	Luis Pico Grueso	SC		1		1	$ 350.00	$ 350.00
Passeriformes	Tyrannidae	Myiarchus	Myiarchus tyrannulus	Papamoscas Gritón	SC		1		1	$ 350.00	$ 350.00
Passeriformes	Tyrannidae	Myiozetetes	Myiozetetes similis	Luisito Común	SC	2	2	2	6	$ 350.00	$ 2,100.00
Passeriformes	Tyrannidae	Pitangus	Pitangus sulphuratus	Luis Bienteveo	SC	1		2	3	$ 250.00	$ 750.00
Passeriformes	Tyrannidae	Tyrannus	Tyrannus melancholicus	Tirano Pirirí	SC	1	1		2	$ 200.00	$ 400.00
Passeriformes	Vireonidae	Cyclarhis	Cyclarhis gujanensis	Vireón Cejas Canela	SC			1	1	$ 150.00	$ 150.00
Passeriformes	Vireonidae	Vireo	Vireo griseus	Vireo Ojos Blancos	SC	1			1	$ 900.00	$ 900.00
Passeriformes	Vireonidae	Vireo	Vireo pallens	Vireo Manglero	Pr		1		1	$ 1,600.00	$ 1,600.00
Pelecaniformes	Ardeidae	Ardea	Ardea alba	Garza Blanca	SC	1			1	$ 2,000.00	$ 2,000.00

Orden	Familia	Género	Nombre Científico	Nombre Español	NOM-059	Zona de registro			Total de individuos	Precio unitario	Costo total
						SAR	AI	AP			
Pelecaniformes	Ardeidae	Ardea	Ardea ibis	Garza Ganadera	SC	2		1	3	$ 2,000.00	$ 6,000.00
Pelecaniformes	Ardeidae	Egretta	Egretta thula	Garza Dedos Dorados	SC			1	1	$ 1,800.00	$ 1,800.00
Pelecaniformes	Pelecanidae	Pelecanus	Pelecanus occidentalis	Pelícano Café	SC			1	1	$ 2,500.00	$ 2,500.00
Piciformes	Picidae	Melanerpes	Melanerpes aurifrons	Carpintero Cheje	SC	2			2	$ 750.00	$ 1,500.00
Piciformes	Picidae	Melanerpes	Melanerpes pygmaeus	Carpintero Yucateco	SC		1	1	2	$ 630.00	$ 1,260.00
Psittaciformes	Psittacidae	Amazona	Amazona xantholora	Loro Yucateco	A	2	6		8	$ 3,600.00	$ 28,800.00
Psittaciformes	Psittacidae	Eupsittula	Eupsittula nana	Perico Pecho Sucio	Pr		2		2	$ 1,300.00	$ 2,600.00
Suliformes	Anhingidae	Anhinga	Anhinga anhinga	Anhinga Americana	SC	1		1	2	$ 2,000.00	$ 4,000.00
Suliformes	Fregatidae	Fregata	Fregata magnificens	Fragata Tijereta	SC			3	3	$ 3,000.00	$ 9,000.00
Trogoniformes	Trogonidae	Trogon	Trogon melanocephalus	Coa Cabeza Negra	SC		1		1	$ 1,000.00	$ 1,000.00
Artiodactyla	Tayassuidae	Pecari	Pecari tajacu	Pecarí De Collar	SC	1			1	$ 2,000.00	$ 2,000.00
Carnivora	Canidae	Urocyon	Urocyon cinereoargenteus	Zorra Gris	SC	3	1	1	5	$ 700.00	$ 3,500.00
Carnivora	Procyonidae	Nasua	Nasua narica	Coatí	SC	6	4	1	11	$ 600.00	$ 6,600.00
Carnivora	Procyonidae	Procyon	Procyon lotor	Mapache	SC	1			1	$ 3,000.00	$ 3,000.00
Didelphimorphia	Didelphidae	Didelphis	Didelphis marsupialis	Tlacuache	SC	1			1	$ 300.00	$ 300.00
Rodentia	Dasyproctidae	Dasyprocta	Dasyprocta punctata	Guaqueque	SC	1			1	$ 2,000.00	$ 2,000.00
Rodentia	Erethizontidae	Coendou	Coendou mexicanus	Puercoespín	A		1		1	$ 1,000.00	$ 1,000.00
Rodentia	Sciuridae	Sciurus	Sciurus yucatanensis	Ardilla Yucateca	SC	2	1		3	$ 800.00	$ 2,400.00
Squamata	Anolidae	Anolis	Anolis sagrei	Abaniquillo Pardo Del Caribe	SC		1		1	$ 1,500.00	$ 1,500.00
Squamata	Colubridae	Mastigodryas	Mastigodryas melanolomus	Culebra Lagartijera Común	SC		1		1	$ 400.00	$ 400.00
Squamata	Iguanidae	Ctenosaura	Ctenosaura similis	Iguana Negra De Cola Espinosa	A	5		1	6	$ 900.00	$ 5,400.00
Squamata	Iguanidae	Iguana	Iguana iguana	Iguana Verde	Pr	1			1	$ 1,500.00	$ 1,500.00

Orden	Familia	Género	Nombre Científico	Nombre Español	NOM-059	Zona de registro			Total de individuos	Precio unitario	Costo total
						SAR	AI	AP			
Squamata	Phrynosomatidae	Sceloporus	Sceloporus chrysostictus	Lagartija Espinosa De Puntos Amarillos	SC	1	2	1	4	$ 600.00	$ 2,400.00
Total						**102**	**93**	**82**	**277**	**$ 59,290.00**	**$ 201,420.00**

vii) Estimación del valor económico de los servicios ambientales

Los servicios ambientales están definidos por el servicio que prestan al ecosistema para garantizar su funcionalidad dentro de la SAR, para lo cual los elementos a estimar son los siguientes:

- Biodiversidad: Hábitat crítico de especies
- Estéticos (valor de paisaje)
- Protección y recuperación de suelos
- Provisión de agua en calidad y cantidad

Para estimar el valor económico del hábitat crítico de especies protegidas, que corresponde a un Valor de No-Uso, se realiza la estimación orientada a calcular lo que la sociedad estaría dispuesta a pagar para que sea protegido el hábitat crítico de especies de fauna protegidas presentes en el predio, y asegurar su supervivencia.

De acuerdo con la carta temática de "Áreas Prioritarias para el Pago de Servicios Ambientales" obtenida de la Comisión Nacional Forestal, el área sujeta a **CUSTF** no se encuentra dentro de un área prioritaria; pero en el supuesto de que se ubicara en un "Área Prioritaria" se estimó el monto que se pagaría por la modalidad de "Conservación de la Biodiversidad", se tomó el monto descrito en el documento donde se emiten las Reglas de Operación del Programa Nacional Forestal 2016, cuyo monto máximo es de $700.00 por hectárea por año, tomando este valor como referencia se estimó el valor por conservación de la biodiversidad:

Valor por la conservación de la biodiversidad = ASCUS * VMR

Donde:

ASCUS = Área sujeta a Cambio de Uso de Suelo

VMR = Valor monetario de referencia ($/ha/años)

Tabla II. 45. Estimación económica de hábitat crítico de especies protegidas (biodiversidad)

Superficie de CUSTF (m^2)	Superficie CUSTF (Has)	Precio unitario de Has de conservación de la biodiversidad al año	Costo total de la conservación de la biodiversidad al año
47,577	4.7577	$700.00	**$3,330.39**

viii) Estéticos (valor de no uso: existencia)

Considerando el valor de existencia del paisaje de una zona árida con vegetación de Matorral Subtropical, se utiliza el método de mercado sustituto, específicamente el de costos preventivos y defensivos. Para lo cual se tomó como base los costos de referencia para la restauración ambiental de un ecosistema publicados por la Comisión Nacional Forestal.

El día 08 de marzo de 2023 se publicó en el Diario Oficial de la Federación el acuerdo de la Comisión Nacional Forestal (**CONAFOR**) mediante el cual se expiden los costos de referencia para la reforestación o restauración y su mantenimiento para la compensación ambiental por cambio de uso

de suelo en terrenos forestales, así como la metodología para su estimación. En la siguiente tabla se presenta la información de interés para el Proyecto.

Tabla II. 46. Costos de referencia para restauración por tipo de vegetación

Concepto	Costos de referencia, en pesos por hectárea, para diferentes zonas ecológicas			
	Templada	Tropical	Árida y semiárida	Zona inundable o transición tierra mar (humedales)
Actividades y obras de restauración o reforestación y su mantenimiento	$58,647.44	$44,382.98	$32,714.84	**$76,880.00**

Tabla II. 47. Costos por restauración en el área de CUSTF

Superficie de CUSTF (Ha)	Costos de restauración	Total
4.7577	$44,382.98	**$211,160.90**

ix) Protección y recuperación del suelo

La erosión del suelo proporciona efectos tanto in situ como ex situ. La pérdida de productividad del suelo suele ser el principal efecto in situ, mientras que el aumento de la productividad en los suelos al pie de las laderas, la sedimentación y eutrofización de los cursos y reservas de agua son efectos comunes ex situ.

Se torna difícil y complejo de estimar los costos de la erosión del suelo debido a que los efectos in situ son a menudo compensados por el uso de mayores cantidades de fertilizantes reemplazando las pérdidas de productividad, y porque el costo de los bienes y servicios ambientales dependen en gran medida del punto de vista de los diferentes agentes. Por ello, las estimaciones de los costos de la erosión del suelo se vuelven muy variables y controvertidas.

De acuerdo con el artículo de Helena Cotler Ávalos, Carlos Andrés López, Sergio Martínez-Trinidad *"¿Cuánto nos cuesta la erosión de suelos? Aproximación a una valoración económica de la pérdida de suelos agrícolas en México"*[11]. Con el fin de determinar su magnitud se evaluó el costo de la erosión del suelo en términos de pérdida productividad y por pérdida de nutrientes. El análisis de 140 publicaciones mostró que la investigación se ha centrado a nivel de parcela, donde se concentra el 45%de los estudios. En ellas, el costo de la pérdida de suelo ocasionado por la erosión se ubica en el rango de US $16.2 a US $32.4/ha, se tomará un valor promedio tomando como valor $454.90 ha y considerando el tipo de cambio de $18.72.

Tabla II. 48. Costos por erosión o pérdida de suelo en el área de CUSTF

Superficie de CUSTF (Ha)	Costos por erosión (USD)[1]	Costo M.N.	Total M.N., por erosión
4.7577	$24.30	$454.90	**$2,164.26**

[11] *Investigación ambiental Ciencia y política pública.* Publicación semestral. SEMARNAT-INECC. Reserva de Derechos al Uso Exclusivo No. 04-2012-07810255300-203, ISSN: 2007-4492, ambos otorgados por el Instituto Nacional del Derecho de Autor. Esta revista está indizada/resumida en: CAB Abstracts, Latindex-Catálogo, Latindex-Directorio y en Periódica. Índice de revistas latinoamericanas en ciencias.

x) Provisión de agua en calidad y cantidad

Como se mencionó anteriormente el área sujeta a **CUSTF** no se encuentra inmersa en un "Área Prioritaria para el Pago de Servicios Ambientales" pero se estimó el monto que se pagaría por los Servicios Ambientales Hidrológicos en el supuesto de que en el área se desarrollara ese servicio ambiental. El valor de acuerdo con el monto máximo según lo descrito en las Reglas de Operación del Programa Nacional Forestal 2016 es de **$1,100 por hectárea por año**. Para la estimación del valor de los servicios hidrológicos se realizó multiplicando la superficie que abarca el Proyecto por el pago estipulado por los servicios hidrológicos según **CONAFOR**.

Tabla II. 49. Costos por servicios hidrológicos en el área de CUSTF

Superficie de CUSTF (m^2)	Superficie CUSTF (Ha)	Precio unitario de Ha servicios hidrológicos al año	Costo total de la de los servicios hidrológicos al año
4.7577	4.7577	$1,100.00	**$5,233.47**

xi) Análisis y conclusión

La valoración económica se ha visto como un instrumento que permite poner en evidencia los diferentes usos de los recursos biológicos y la biodiversidad. Si se muestra que la conservación de la biodiversidad puede tener un valor económico positivo mayor que el de las actividades que la amenazan, la información que se pueda generar sobre sus beneficios ecológicos, culturales, estéticos y económicos, apoyará las acciones para protegerla y conservarla productivamente, convirtiéndose en una herramienta importante para influir en la toma de decisiones gubernamentales y sociales, colectivas e individuales.

Es de notarse que la valoración económica es sólo un instrumento útil para la gestión de los recursos naturales que permite, si es adecuadamente utilizado, dar criterios cuantitativos para la priorización de las actividades de la sociedad, siendo aplicable esencialmente en todos los sistemas existentes, independientemente de los modelos de desarrollo adoptados por los diversos países. Esta valoración permitiría dar bases para que los gobiernos intervengan corrigiendo las acciones de los particulares o eliminando subsidios que distorsionan las decisiones y promueven comportamientos inapropiados en relación con los recursos naturales.

El contar con valoraciones adecuadas permitiría crear los instrumentos políticos para estimular o desestimular actividades de acuerdo con sus costos ambientales para la sociedad (frecuentemente llamados externalidades ambientales), pudiendo imputar esos costos al que causa el deterioro (internalización) o promoviendo incentivos para la conservación y el uso sostenible de los recursos naturales, haciendo con ello un uso más eficiente y una distribución más equitativa de los costos y los beneficios asociados. Con el tiempo, una correcta valoración permite corregir las fallas institucionales o desarrollar las instituciones que garanticen el avance del desarrollo sustentable.

Una correcta valoración de los recursos naturales y sus usos permitiría también, en la evaluación de proyectos de desarrollo, incorporar opciones significativas, con menor costo ambiental y social, así como corregir los procesos productivos ineficientes o escalas inadecuadas.

En relación con las futuras generaciones, la valoración podría cuantificar la carga que les significará el consumo actual, o los recursos cuyo uso debe limitarse para no cancelar las opciones en el devenir.

Un aspecto fundamental en esta tarea de valoración económica es la capacidad social de medir los beneficios que presta la naturaleza y los costos presentes y futuros de su degradación o agotamiento, así como la adquisición de una conciencia social y una actitud responsable ante la conservación de los recursos naturales. Un valor inadecuadamente bajo, o nulo, promueve el uso abusivo del recurso y produce inequidades sociales, al tiempo que es computado como aportación mínima a la economía. La conservación de los recursos biológicos y su biodiversidad, para generaciones presentes y futuras, está en el centro mismo del objetivo del desarrollo sustentable.

Conservar productivamente los recursos biológicos naturales significa mantener la integridad de los ecosistemas y de todos sus componentes: especies de plantas, animales y microorganismos, y sus interrelaciones. Esta integridad tiene impacto en el bienestar de la sociedad en términos de los bienes y servicios que genera.

El ejercicio de la valoración de los recursos naturales y la biodiversidad no pretende abarcar a todo recurso y a todo posible uso. Sin embargo, debe poder abarcar los ecosistemas más importantes y las especies críticas que éstos poseen, para la conservación del recurso y sus usos sostenibles.

Tabla II. 50. Resumen de la valoración económica de recursos forestales, biológicos y servicios ambientales en el área de CUSTF

Clase de valores	Tipo	Bien o servicio	Método de medición	Valor del área de CUSTF
Uso	Directo: Extractivo	Productos leñosos: leña o madera de aserrío	Mercado de ingreso neto	$ 142,987.50
Uso	Directo: Extractivo	Productos no leñosos: plantas de interés ecológico	Mercado real	$ 514,117.06
Uso	Directo: Extractivo	Tierra vegetal	Mercado real	$1,149,817.15
Uso	Directo: Extractivo	Especies de fauna silvestre	Mercado real	$ 201,420.00
Uso	Directo: No Extractivo	Biodiversidad: hábitat crítico de especies protegidas	Mercado simulado: valoración contingente	$ 3,330.39
Uso	Indirecto: Beneficio funcional ambiental	Protección y recuperación de suelo: erosión	Mercado sustituto: costos preventivos y defensivos	$ 2,164.26
No Uso	De existencia	Provisión de agua y calidad	Mercado simulado: valor contingente	$ 5,233.47
No Uso	Existencia	Estéticos	Mercado sustituto: costos preventivos y defensivos	$ 211,160.90
			Total	**$2,230,230.73**

El predio del Proyecto, aunque presenta cobertura de vegetación forestal [Vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia (**VSA/SMS**)], se encuentra dentro de una zona cuya vocación, de acuerdo con los planes de ordenamiento territorial y el Programa de Desarrollo Urbano del municipio de Solidaridad, está orientada al desarrollo turístico, específicamente al establecimiento de infraestructura hotelera. Esta región forma parte del corredor turístico de la Riviera Maya, caracterizado por la presencia de hoteles de distintas categorías, centros recreativos, servicios

turísticos y desarrollos de uso mixto que han dinamizado la economía local. El crecimiento sostenido del sector hotelero ha generado una importante transformación del entorno, consolidando al Municipio de Solidaridad como uno de los principales destinos turísticos del país.

El predio se ubica en las cercanías de desarrollos como Playacar, Xcaret y Puerto Aventuras, con conectividad directa a la carretera federal 307 y proximidad al litoral del Mar Caribe. Además, debido a la existencia de hoteles y desarrollos turísticos ya establecidos, el predio cuenta con acceso cercano a servicios básicos como red eléctrica, agua potable, drenaje sanitario y telecomunicaciones, los cuales podrán ser ampliados hacia el área de construcción del nuevo hotel.

A continuación, se detallan los principales criterios considerados para la selección del sitio, los cuales incluyen factores ecológicos, de ingeniería, económicos y administrativos.

Para la selección del sitio destinado al desarrollo del Proyecto hotelero, se consideraron diversos criterios de carácter ecológico, técnico, económico y administrativo, con el objetivo de garantizar la viabilidad ambiental y operativa del Proyecto dentro del marco legal vigente y las directrices de desarrollo del Municipio de Solidaridad.

En términos ecológicos, el predio se localiza fuera de cualquier Área Natural Protegida de carácter federal, estatal o municipal, minimizando así el impacto sobre ecosistemas sensibles. Asimismo, se ubica dentro de una zona ya designada para el desarrollo turístico, evitando áreas de alto valor ambiental como humedales sin componentes de suelo firme o zonas de inundación. Se prioriza la conservación de la vegetación forestal presente, limitando las actividades de Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales a las superficies estrictamente necesarias para la operación hotelera, manteniendo el resto del terreno en régimen de conservación.

Desde el punto de vista de ingeniería, se aprovechará la infraestructura ya existente en la región como red eléctrica, agua potable y vialidades, lo cual reduce los impactos asociados a nuevas construcciones. El diseño del Proyecto se optimizará para reducir la longitud de las líneas internas de servicios y circulación, localizando las edificaciones en áreas de baja pendiente que favorezcan la construcción y disminuyan el movimiento de suelos.

En el aspecto económico y administrativo, la promovente es propietaria del predio de **11.8525** hectáreas, de las cuales únicamente **8.8916** hectáreas serán utilizadas para esta primera etapa del desarrollo hotelero, solicitando autorización de **CUSTF** para **4.7577** hectáreas. El resto se conservará con potencial para futuras ampliaciones del complejo. Se ha evitado la afectación de núcleos poblacionales existentes, ubicando el Proyecto en un área de crecimiento turístico planificado dentro del corredor costero de Solidaridad.

II.2.7. Operación y mantenimiento

La operación y mantenimiento se apegará a la normatividad vigente y sus actividades consistirán, por un lado, en mantener y conservar la integridad estructural y funcionalidad de sus áreas para el uso de los huéspedes. Mientras que para la operación contempla el llevar a cabo las actividades turísticas de descanso y recreación para los usuarios del Proyecto.

II.2.8 Desmantelamiento y abandono de las instalaciones

El Proyecto no contempla desmantelamiento y abandono de las instalaciones ya que su vida útil será de 99 años. Transcurrido este tiempo se realizará una evaluación para determinar la integridad estructural y funcionalidad del Proyecto, realizando las reparaciones y mantenimientos correctivos requeridos para garantizar su correcto y continuo funcionamiento.

II.2.9. Residuos

Dentro de esta etapa, las aguas residuales y los residuos sólidos urbanos serán generados huéspedes de las unidades turísticas que forman parte del Proyecto, así como de los empleados que laborarán en dichos hoteles y servicios y que formarán parte del personal del Proyecto para labores de mantenimiento y administrativas.

i) Residuos peligrosos

Los residuos peligrosos durante la etapa de operación serán mínimos, ya que el mantenimiento del Proyecto no requiere un equipamiento especial que genere tales residuos. Estos serán recolectados y manejados por un servicio de terceros especializado autorizados por la **SEMARNAT**.

ii) Residuos de manejo especial

Derivado ya sea de su volumen o su manejo y disposición, el Proyecto generará algunos residuos de manejo especial, como aceites en el área de cocina. Estos serán recolectados y manejados por un servicio de terceros especializado en todos aquellos residuos que no puedan ser catalogados como residuos sólidos urbanos y que no sean competencia de los servicios de recolección de basura municipal.

iii) Residuos sólidos urbanos

Los residuos catalogados como residuos sólidos urbanos, serán gestionados y recolectados por los sistemas de recolección de basura municipal. Este mismo tratamiento tendrán los residuos orgánicos, con la diferencia de que los residuos sólidos urbanos se separarán y almacenarán en recipientes especializados con tapa y los orgánicos en el sistema con refrigeración que se describe en el siguiente punto.

iv) Manejo de residuos orgánicos

Existirá un andén de basura independiente y accesible desde el área de recepción de mercancía y cercana al área de cocina general. El área de basuras contará con refrigeración para el tratamiento de olores, para ello las cámaras de desechos refrigerados deberán mantener una temperatura mínima de 10 ° C (50 ° F). Las paredes serán de un material impermeable duradero como mampostería de concreto o paneles reforzados con fibra de vidrio (FRP) sobre drywall resistente al agua. Así mismo se proveerá de mangueras para el lavado y mantenimiento del andén de basuras y se proporcionará un área de drenaje con sus debidas pendientes de desagüe.

v) Aguas residuales

En la etapa de preparación del sitio y construcción se colocarán sanitarios móviles, cuyas aguas residuales generadas serán manejadas por empresas autorizadas.

Las aguas residuales en la etapa de operación serán tratadas mediante una planta de tratamiento de aguas residuales al interior del complejo. El Proyecto contará con una planta de tratamiento estándar de funcionamiento mixto (Químico biológico). La planta de tratamiento tiene un diseño de 13.40 lps como gasto mínimo; 85.39 lps de gasto máximo y 128.08 lpg de gasto máximo extraordinario. Las aguas tratadas el 75% serán reutilizadas para riego de áreas de conservación y reintegradas así al acuífero y el 25% restante se inyectará junto con la salmuera al pozo de inyección.

Tabla II. 51. Residuos generados en las etapas del Proyecto

Residuos	Preparación del sitio y construcción			Operación y mantenimiento		
	Cantidad (kg/mes)	Fuentes de generación	Tipo de Manejo	Cantidad (kg/mes)	Fuentes de generación	Tipo de Manejo
Residuos sólidos urbanos y de manejo especial						
Basura domestica	300	Operadores de maquinaria y equipo	Relleno sanitario	2,700	Huéspedes del desarrollo turístico	Relleno sanitario
Residuos de la construcción	900	Obra civil	Relleno sanitario	---	-----	----
Residuos de empaques y embalajes de materiales reciclables (cartón, madera, metal)	250	Obra civil	Empresas de reciclaje	----	-----	----
Residuos vegetales	12,500	Desmonte y despalme	Trituración y reciclaje como mejorador de suelos	150	Actividades de jardinería de áreas de conservación	Trituración y reciclaje como mejorador de suelos
Pedacería de aluminio, hierro y soldaduras	1500	Obra civil	Empresas de reciclaje	100	Mantenimiento	----
Pilas alcalinas.	50	Equipos de comunicación	Empresas de reciclaje	100	Mantenimiento	----
Residuos peligrosos						
Aceites usados	0.15	Maquinaria y equipo	Empresa autorizada reciclaje	0.05	Maquinaria y equipo	Empresa autorizada reciclaje
Recipientes y brochas impregnadas con pinturas.	0.01	Obra civil	Empresa autorizada reciclaje	0.005	Mantenimiento	Empresa autorizada reciclaje
Solventes usados y grasas.	0.10	Obra civil	Empresa autorizada reciclaje	0.005	Mantenimiento	Empresa autorizada reciclaje
Baterías de plomo.	0.15	Maquinaria y equipo	Empresa autorizada reciclaje	0.05	Maquinaria y equipo	Empresa autorizada reciclaje
Envases PET contaminados.	0.05	Obra civil	Empresa autorizada reciclaje	---	----	----
Residuos sólidos contaminados con aceites (textiles, gasas, madera, plásticos).	0.15	Obra civil	Empresa autorizada reciclaje	---	----	----

II.2.10. Emisiones

i) Generación de gases de efecto invernadero

Los Gases de Efecto Invernadero (**GEI**) son componentes gaseosos de la atmósfera, naturales y resultantes de la actividad humana, que absorben y emiten radiación infrarroja. Esta propiedad causa el efecto invernadero. La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático reconoce seis:

- Bióxido de carbono (CO_2),
- Metano (CH_4),
- Óxido nitroso (N_2O),
- Hidrofluorocarbonos (HFC),
- Perfluorocarbonos (PFC), y
- Hexafluoruro de azufre (SF_6)

Los principales gases que han contribuido al efecto invernadero son el dióxido de carbono (CO_2), el metano (CH_4) y el óxido nitroso (N_2O), de los cuales el dióxido de carbono es el más importante, aumentando la concentración debido al uso de combustibles fósiles y, en menor medida, a los cambios en los usos de la tierra.

El Potencial de Calentamiento Global, también conocido por **Índice GWP** (acrónimo del inglés **Global Warming Potential**) define el efecto de calentamiento integrado a lo largo del tiempo que produce hoy una liberación instantánea de 1kg de un gas de efecto invernadero, en comparación con el causado por el CO_2. De esta forma, se pueden tener en cuenta los efectos radiactivos de cada gas, así como sus diferentes periodos de permanencia en la atmósfera (**Fuente**: GreenFacts).

Por ejemplo, el **GWP** para 100 años del metano es 25 y para el N_2O es 298. En otras palabras, la emisión de 1 millón de toneladas de metano es equivalente a emitir 25 millones de toneladas de CO_2 (equivalente), de esta manera el CO_2 tiene un valor de GWP de 1, tal como se. muestran en la tabla siguiente.

Tabla II. 52. Potencial de calentamiento global de los gases de efecto invernadero (figuras IPCC TAR 2001)

Gas	GWP
Dióxido de Carbono (CO_2)	1
Metano (CH_4)	21
Óxido Nitroso (N_2O)	296
Fluorocarburos	120 – 12,000
Clorofluorocarbonos	5,700 – 11,900
Hexafluoruro de azufre	22,200

Cálculo de CO_2eq

Los **GEI** distintos al dióxido de carbono (**CO_2**) (metano, óxido nitroso, hidrofluorocarbonos, etc.) son convertidos a su valor equivalente en dióxido de carbono, multiplicando la masa del gas en cuestión por su **GWP**.

CO_2eq = Masa del gas * potencial de calentamiento (GWP)

Se elige el CO_2 como el equivalente al total de los gases de efecto invernadero porque, a pesar de tener un potencial de calentamiento mucho menor que el de otros gases, como el metano o los óxidos nitrosos, es el que más crecimiento ha experimentado en la atmósfera terrestre y el más abundante en porcentaje de todos ellos. Dicha medida de **CO_2eq** es usada para calcular la **huella de carbono** de un individuo, producto, actividad o servicio. De esta manera se puede cuantificar un impacto ambiental atendiendo a la categoría de calentamiento global provocado por la emisión de **GEI**. Para el cálculo de las emisiones de GEI se utilizarán los factores de emisión del inventario de Gases de Efecto Invernadero del Reino Unido, años 2022 (https://www.gov.uk/government/publications/greenhouse-gas-reporting-conversion-factors-2022).

Factores de emisión para GEI para gas natural, gasolina y diésel.

Tabla II. 53. Factores de emisión para gas natural, gasolina y diésel

Combustible	kg CO_2e of CO_2 por unidad	kg CO_2e of CH_4 por unidad	kg CO_2e of N_2O por unidad
Gasolina (m^3)	0.0023397	0.00232567	0.00000732
Diésel (m^3)	0.0026988	0.00266134	0.00000026
Gas natural (m^3)	2.01193	0.00274	0.00107
Gas natural (tonnes)	2534.47	3.44	1.34

ii) Identificar etapas del proyecto las fuentes generadoras de gases de efecto invernadero

De las emisiones de gases de efecto invernadero declaradas en la presente **MIA-R** cuya operación será de 365 días al año, se tiene que convertir a CO_{2equiv} para determinar su significancia en el efecto del calentamiento global a través del **GWP**.

Tabla II. 54. Uso de maquinaria y equipo que generan GEI

Maquinaria	Cantidad	Consumo lt/hora/unid	Hrs/ día uso	Operadores	Etapa	Consumo (m^3/año)
Excavadora sobre orugas:	1	26.5	8	1	Preparación del sitio y construcción	77,380.00
Retroexcavadoras	2	8.9	8	2	Preparación del sitio y construcción	51,976.00
Moto conformadoras	1	22.7	8	1	Preparación del sitio y construcción	66,284.00
Tractor D7 sobre orugas	1	18.9	8	1	Preparación del sitio y construcción	55,188.00
Vibro compactador	1	22.7	4	1	Preparación del sitio y construcción	33,142.00

Maquinaria	Cantidad	Consumo lt/hora/unid	Hrs/ día uso	Operadores	Etapa	Consumo (m^3/año)
Miniexcavadora	1	7.6	8	1	Preparación del sitio y construcción	22,192.00
Camiones de volteo	4	7.6	8	4	Preparación del sitio y construcción	88,768.00
Carro Pipa para acarreo de agua	2	7.6	8	2	Preparación del sitio y construcción	44,384.00
Camión revolvedor de concreto	3	7.6	8	3	Preparación del sitio y construcción	66,576.00
Bomba para colado de concreto	1	7.6	4	1	Preparación del sitio y construcción	11,096.00
Cocinas y calefacción de servicios para los huéspedes del hotel	1	11.41	24	1	Operación y mantenimiento	1,000.00

iii) Determinación de los gases de efecto invernadero que se generarán durante las diferentes etapas del Proyecto, como sea el caso de H_20, $C0_2$, CH_4, N_2O, CFC, O_3, entre otros

En la tabla siguiente, se estiman las emisiones contaminantes generadas por el uso de maquinaria y equipo que utiliza como combustibles fósiles, gas natural, gasolina y diésel. En dichas emisiones se incluyen los gases de efecto invernadero, como lo es el Metano (**NH_4**), Bióxido de carbono (**CO_2**) y óxido nitroso (**N_2O**).

Tabla II. 55. Estimación de las emisiones de GEI del Proyecto.

Maquinaria	Cantidad	Consumo lt/hora/unid	Hrs/ día uso	Consumo (m^3/año)	Tipo de combustible	Etapa	Total kg CO2e por año	kg CO2e of CO2 por año	kg CO2e of CH4 por año	kg CO2e of N2O por año
Excavadora sobre orugas:	1	26.5	8	77.38	Diésel	Preparación del sitio y construcción	0.41	0.21	0.21	0.00002
Retroexcavadoras	2	8.9	8	51.98	Diésel	Preparación del sitio y construcción	0.28	0.14	0.14	0.00001
Moto conformadoras	1	22.7	8	66.28	Diésel	Preparación del sitio y construcción	0.36	0.18	0.18	0.00002
Tractor D7 sobre orugas	1	18.9	8	55.19	Diésel	Preparación del sitio y construcción	0.30	0.15	0.15	0.00001
Vibro compactador	1	22.7	4	33.14	Diésel	Preparación del sitio y construcción	0.18	0.09	0.09	0.00001
Miniexcavadora	1	7.6	8	22.19	Diésel	Preparación del sitio y construcción	0.12	0.06	0.06	0.00001
Camiones de volteo	4	7.6	8	88.77	Diésel	Preparación del sitio y construcción	0.48	0.24	0.24	0.00002
Carro Pipa para acarreo de agua	2	7.6	8	44.38	Gasolina	Preparación del sitio y construcción	0.21	0.10	0.10	0.00032
Camión revolvedor de concreto	3	7.6	8	66.58	Gasolina	Preparación del sitio y construcción	0.31	0.16	0.15	0.00049
Bomba para colado de concreto	1	7.6	4	11.10	Gasolina	Preparación del sitio y construcción	0.05	0.03	0.03	0.00008
Cocinas y calefacción de servicios para huéspedes del hotel	1	150	24	1,314.00	Gas natural	Operación	2654.66	2651.05	3.60	0.01
						Total	**2657.34**	**2652.40**	**4.94**	**0.01**

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO (DTU) MODALIDAD B REGIONAL

CAPITULO III

VINCULACIÓN CON LOS INSTRUMENTOS DE PLANEACIÓN Y ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES

PROYECTO
"HOTEL TERRAESMERALDA PUNTA MAROMA"

TERRAESMERALDA, S.A. DE C.V.

ELABORÓ:

ABF SERVICIOS TÉCNICOS, S.C.

2025

ÍNDICE

III. VINCULACIÓN CON LOS INSTRUMENTOS DE PLANEACIÓN Y ORDENAMIENTO JURÍDICOS APLICABLES. 6

III.1. Ordenamientos Jurídicos Federales 6

III.1.1. Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos 6

III.1.2. Tratados Internacionales 8

i) Convención relativa a los Humedales de Importancia Internacional 8

ii) Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestre 9

iii) Convenio 169 de la Organización Internacional del Trabajo sobre los Pueblos Indígenas y Tribales en Países Independientes 10

III.1.3. Leyes Federales 13

i) Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) 13

ii) Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS) 14

iii) Ley General de Vida Silvestre (LGVS) 15

iv) Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos (LGPGIR) 18

v) Ley de Aguas Nacionales (LAN) 20

vi) Ley General de Cambio Climático (LGCC). 20

vii) Ley Federal sobre Monumentos y Zonas Arqueológicas, Artísticas e Históricas (LFMZAH) 24

III.1.4. Reglamentos de las leyes federales 24

i) Reglamento de la LGEEPA en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (RLGEEPAEIA) 24

ii) Reglamento de la LGDFS (RLGDFS) 26

iii) Reglamento de la LGVS (RLGVS). 27

iv) Reglamento de la LGPGIR (RLGPGIR). 28

v) Reglamento de la LAN (RLAN). 30

vi) Reglamento de la LGCC (RLGCC). 31

III.2. Programas de Ordenamiento Ecológico del Territorio (POET). 32

i) Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT). 32

ii) Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe (POEMyRGMyMC). 37

iii) Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Solidaridad (POELMS). 51

iv) Programa de Ordenamiento Territorial de la Región Sur - Sureste (POTR-SSE). 62

III.3. Decretos y Programas de conservación y manejo de las áreas naturales protegidas. 65

i) Áreas Naturales Protegidas. 65

ii) Instrumentos de planeación para la conservación. 66

ii.1) Regiones Terrestres Prioritarias (RTP). 66
ii.2) Regiones Hidrológica Prioritarias (RHP). 67
ii.3) Áreas de Importancia para la Conservación de Aves (AICA). 70
iii) Sitios prioritarios. 71
iii.1) Sitios Prioritarios Terrestres. 72
iii.2) Sitios Prioritarios Marinos. 73
iii.3) Sitios Prioritarios Acuáticos Epicontinentales (SPAE). 74
iii.4) Sitios Prioritarios de Protección de Primates (SPPP). 75
iii.5) Sitios Prioritarios para la Restauración (SPR). 76
iii.6) Áreas Destinadas Voluntariamente a la Conservación (ADVC). 77
iii.7) Unidad de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre (UMA). 78
III.4. Normas Oficiales Mexicanas (NOM). 79
i) Aire. 79
ii) Residuos. 80
iii) Flora y fauna. 81
iv) Ruido. 87
v) Agua. 88
vi) Seguridad e Higiene en el trabajo. 88
III.5. Planes o Programas de Desarrollo Urbano (PDU). 89
i) Programa de Desarrollo Urbano del Municipio de Solidaridad. 89
III.6. Otros instrumentos. 92
i) ACUERDO por el que se expiden los lineamientos y procedimientos para solicitar en un trámite único ante la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales las autorizaciones en materia de impacto ambiental y en materia forestal que se indican y se asigna las atribuciones correspondientes en los servidores públicos que se señalan. 92
ii) Plan Nacional de Desarrollo 2025 -2030 (PND). 94
iii) Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2025-2030. (PROMARNAT). 96
iv) Plan Estatal de Desarrollo de Quintana Roo 2023-2027. 100
III.7. Conclusiones. 101

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura III. 1. Ubicación del proyecto con relación al sitio Ramsar. 9
Figura III. 2. Incidencia del proyecto en regiones índigenas. 13
Figura III. 3. Distancias del proyecto con relación al manglar terrestre presente en el AI y SAR. .. 17

Figura III. 4. Dirección de flujo hidrológico y niveles estáticos del acuífero subterráneo. 17

Figura III. 5. Vulnerabilidad de los asentamientos humanos a inundaciones. 22

Figura III. 6. Ubicación zonas arqueológicas con respecto del Proyecto. 24

Figura III. 7. UAB en la que incide el Proyecto. 33

Figura III. 8. UGA 139 en la que incide el Proyecto. 38

Figura III. 9. UGA 17 en la que incide el Proyecto. 52

Figura III. 10. Ubicación del proyecto en el POTR-SSE con una política de aprovechamiento sustentable. 64

Figura III. 11. Ubicación del proyecto con respecto a ANP's. 65

Figura III. 12. Ubicación del proyecto con respecto a RTP. 67

Figura III. 13. Ubicación del Proyecto con respecto de RHP´s. 67

Figura III. 14. Ubicación del Proyecto con respecto de las AICA. 71

Figura III. 15. Ubicación del Proyecto con respecto de SPT´s. 72

Figura III. 16. Ubicación del Proyecto respecto de los SPM´s. 73

Figura III. 17. Ubicación del Proyecto con respecto de los SPAE. 75

Figura III. 18. Ubicación del Proyecto con respecto de los SPPP. 76

Figura III. 19. Ubicación del Proyecto con respecto de los SPR. 77

Figura III. 20. Ubicación del Proyecto con respecto de los ADVC. 78

Figura III. 21. Ubicación del Proyecto con respecto de las UMA's. 79

Figura III. 22. Ubicacióndel poryecto en la zonificación secundaria y primaria. 92

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla III. 1. Vinculación con la LGEEPA. 13

Tabla III. 2. Vinculación con la LGDFS. 15

Tabla III. 3. Vinculación con la LGVS. 16

Tabla III. 4. Vinculación con la LGPGIR. 19

Tabla III. 5. Vinculación con la LAN. 20

Tabla III. 6. Vinculación con la LGCC. 21

Tabla III. 7. Vinculación con el RLGEEPAEIA. 24

Tabla III. 8. Vinculación con el RLGDFS. 26

Tabla III. 9. Vinculación con el RLGVS. 27

Tabla III. 10. Vinculación del Proyecto con el RLGPGIR. 28

Tabla III. 11. Vinculación del Proyecto con el RLAN. 31

Tabla III. 12. Vinculación del Proyecto con el RLGCC. 32

Tabla III. 13. Características de la UAB en la que se ubica el Proyecto. 34

Tabla III. 14. Vinculación con estrategias del POEGT. 34

Tabla III. 15. Acciones generales aplicables a la UGA 139 y su vinculación con el proyecto. 38

Tabla III. 16. Acciones específicas aplicables a la UGA 139 y su vinculación con el proyecto. 45

Tabla III. 17. Vinculación del proyecto con las características de la UGA 17. 52

Tabla III. 18. Vinculación del proyecto con los criterios de regulación ecológica. 55

Tabla III. 19. Vinculación del proyecto con la política de aprovechamiento sustentable del POTR-SSE. 63

Tabla III. 20. NOM´s en materia de aire. 79

Tabla III. 21. NOM´s en materia de residuos 80

Tabla III. 22. NOM´s en materia de flora y fauna. 81

Tabla III. 23. NOM´s en materia de ruido. 87

Tabla III. 24. NOM en materia de agua. 88

Tabla III. 25. NOM en materia de Seguridad e Higiene en el Trabajo. 88

Tabla III. 26. Vinculación del Proyecto con el PROMARNAT. 96

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

En este apartado, se presentarán y analizarán en su parte conducente los instrumentos de planeación y ordenamientos jurídicos aplicables al **Proyecto**. De este modo, fueron identificados aquellos instrumentos, y ordenamientos que le resultan aplicables y se realizó la vinculación del **Proyecto** con cada uno de ellos.

Lo anterior, partiendo del análisis del marco jurídico nacional vigente conformado por la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos; los Tratados Internacionales de los cuales México es parte; las Leyes Federales, y sus respectivos Reglamentos. Asimismo, se analizaron los instrumentos de planeación aplicables, haciendo especial énfasis en los Programas de Ordenamiento Ecológico y de Desarrollo Urbano decretados en el estado de Quintana Roo y para la Municipio de Solidaridad, para posteriormente realizar el análisis de aquellos que resulten aplicables al **Proyecto**.

Con base en lo anterior, fue posible determinar que el **Proyecto** es congruente con el marco jurídico aplicable en materia de preservación y restauración del equilibrio ecológico en el territorio nacional, así como con los instrumentos de planeación que regulan la zona donde éste se llevará a cabo.

III.1. Ordenamientos Jurídicos Federales

III.1.1. Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos

La Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos **(CPEUM)**, es la norma suprema de los Estados Unidos Mexicanos sobre la cual no existe ningún otro ordenamiento legal que tenga vigencia. Éste, constituye el pilar jurídico nacional, ya que conforme a ella se dicta el marco normativo vigente en el país; por ello, todas las leyes deben estar sujetas a las disposiciones que la propia Constitución establece. La supremacía constitucional, es la base del estado de Derecho ya que en ella se encuentra el sostén del orden jurídico nacional. El derecho mexicano tiene su origen en la carta magna y por ello todas las leyes, ya sean federales, estatales o municipales deben respetar los preceptos de la Constitución, con lo que se hace patente su vigencia y la del propio sistema jurídico nacional.

El principio de supremacía constitucional, se encuentra previsto en el artículo 41 de la Constitución, al prohibir la celebración de tratados internacionales contrarios a las garantías individuales y del ciudadano. En este sentido, es la misma Constitución la que consagra en su título primero, capítulo I "De las Garantías Individuales", una serie de preceptos que constituyen las garantías o derechos reconocidos por el Estado a todo individuo, las que no pueden restringirse, sino en los casos y con las condiciones que la propia Constitución establece.

En el marco de las garantías constitucionales, se encuentran las que dan fundamento 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.

A continuación, se analizaron los preceptos que inciden con el desarrollo del **Proyecto**, así como su vinculación con el mismo, a fin de destacar que éste no contraviene los preceptos constitucionales.

"Artículo 4°.

[…]

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

El **Proyecto** se vincula con el precepto legal anteriormente transcrito en el sentido que se respeta y se cumple con la normatividad aplicable en materia de protección al ambiente, sometiéndose al procedimiento de evaluación que nos ocupa. Garantizando en tal sentido ese derecho, al plantear en su parte conducente medidas preventivas y de mitigación de los impactos ambientales que pudiera ocasionar, con lo cual se respeta el precepto constitucional referido, al sujetarse a la legislación y regulación que el Estado ha impuesto para la protección del medio ambiente.

***"Artículo 25.** Corresponde al Estado la rectoría del desarrollo nacional para garantizar que éste sea integral y sustentable, que fortalezca la Soberanía de la Nación y su régimen democrático y que, mediante la competitividad, el fomento del crecimiento económico y el empleo y una más justa distribución del ingreso y la riqueza, permita el pleno ejercicio de la libertad y la dignidad de los individuos, grupos y clases sociales, cuya seguridad protege esta Constitución. La competitividad se entenderá como el conjunto de condiciones necesarias para generar un mayor crecimiento económico, promoviendo la inversión y la generación de empleo.*

El Estado 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 esta 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.

[…]

Bajo criterios de equidad social, productividad y sustentabilidad se apoyará e impulsará a las empresas de los sectores social y privado de la economía, sujetándolos a las modalidades que dicte el interés público y al uso, en beneficio general, de los recursos productivos, cuidando su conservación y el medio ambiente".

El artículo 25 establece las bases de participación de los sectores social, público y privado en la economía y desarrollo nacional. Al Estado le corresponde, entre otros aspectos, la planeación, regulación y fomento de las actividades económicas. Por otro lado, el sector privado puede participar en la economía haciendo uso de los recursos productivos, de manera que protejan el medio ambiente.

El artículo anterior reafirma el papel del Estado dentro de la economía para su fomento y regulación, así como el principio de sustentabilidad y cuidado del medio ambiente en su desarrollo. De esta manera, es el Estado quien dirige y sienta las reglas de participación de los entes privados y los sujeta a esos principios. El **Proyecto**, es compatible con el precepto invocado en el sentido de que éste cumple tanto con la regulación ambiental, como con la participación económica impuesta por el Estado, contribuyendo con ello al desarrollo económico del país.

En tal sentido, el tratadista Raúl Brañes, refiere que la idea de conservación de los recursos naturales tal y como está establecida en la **CPEUM,** no se opone a su aprovechamiento; al contrario, está encaminada a dejar en claro que la Nación tendrá en todo tiempo el derecho de regular en beneficio social el aprovechamiento de los recursos naturales susceptibles de apropiación. Lo anterior, entre otros fines para cuidar de su conservación. En este sentido, aprovechamiento y conservación son por tanto ideas vinculadas entre sí, ya que el aprovechamiento de los recursos naturales se encuentra subordinado, entre otras modalidades, a su conservación. (Brañes, 1994).

Con base en las consideraciones anteriores, se desprende que el **Proyecto** es congruente con nuestra carta magna pues en cumplimiento de la regulación ambiental y de participación económica impuesta por el Estado se somete a la presente evaluación y con su realización contribuirá al desarrollo económico del país.

III.1.2. Tratados Internacionales

Los tratados internacionales, se definen como aquellos acuerdos celebrados entre dos o más países como entidades soberanas entre sí. Estos acuerdos, pueden abordar asuntos diplomáticos, económico, culturales, ambientales o en general cualquier disposición que resulte de interés de los Estados contratantes.

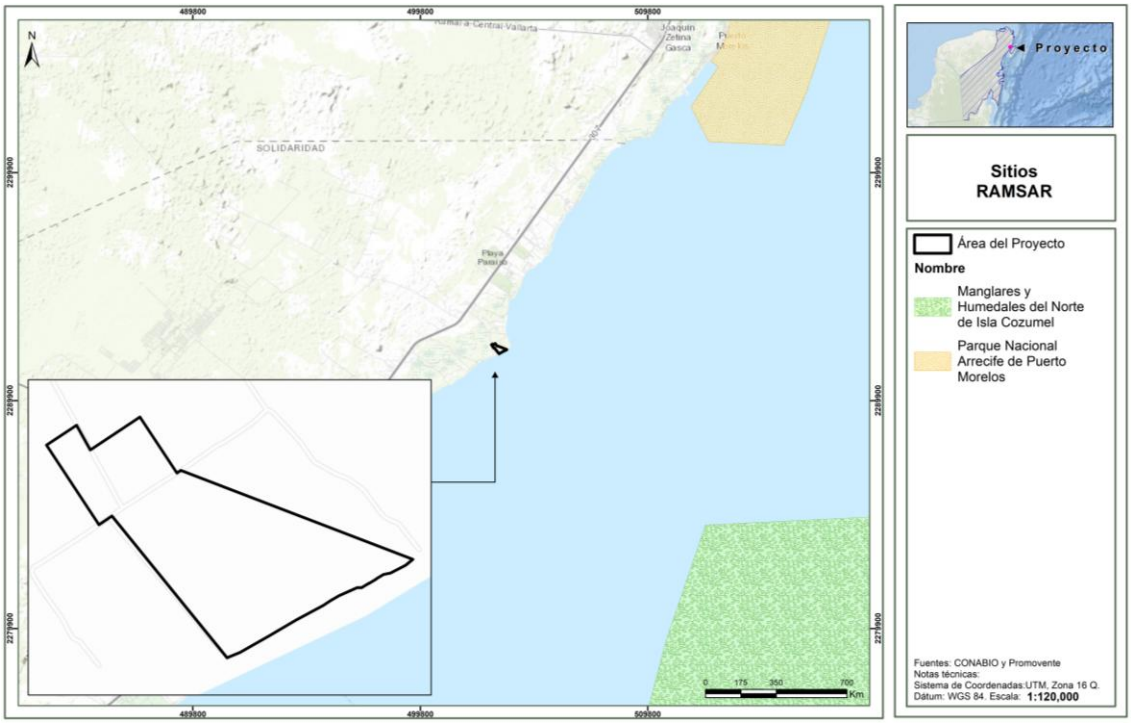
En México, éstos encuentran su fundamento en el artículo 76 fracción I, y el artículo 133 de la **CPEUM** donde se dispone que los tratados internacionales celebrados por el Presidente, que estén de acuerdo con la Constitución y que hayan sido aprobados por el Senado de la República, son Ley Suprema para efectos de aplicación dentro del territorio mexicano. En este sentido, en el presente apartado, se analizaron aquellos que tienen mayor relevancia en materia ambiental.

i) Convención relativa a los Humedales de Importancia Internacional

La Convención sobre los Humedales de Importancia Internacional **(RAMSAR)**, fue ratificada por el Estado Mexicano en el año de 1986, y tiene como uno de sus objetivos principales *el impedir ahora y en el futuro las progresivas intrusiones en la pérdida de humedales*, en virtud del *gran valor económico, cultural, científico y recreativo que representan.*

En nuestro país existen 142 sitios que cumplen los requisitos que señala la Convención, sumando un total de 8,620,240 hectáreas. En este sentido, de la revisión que se realizó respecto de la ubicación del área del **Proyecto**, no fue identificado ninguna incidencia respecto a un sitio que cumpla con estas características. El sitio Ramsar más cercano al área del **Proyecto** se ubica a una distancia de 11.58 kilómetros denominada "Manglares y Humedales del Norte de Isla Cozumel", tal y como se puede apreciar en la siguiente figura.

Figura III. 1. Ubicación del proyecto con relación al sitio Ramsar.



ii) Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestre

La Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestre **(CITES)** busca *la conservación de las especies amenazadas sujetas al comercio internacional, así como al aprovechamiento sustentable y la conservación de la biodiversidad.* México se convirtió parte de este Tratado el 2 de julio de 1991.

En relación con este instrumento, se debe señalar que el **Proyecto** no contempla el aprovechamiento y/o comercio de fauna y flora silvestre. No obstante, para garantizar el cuidado de tales especies, el **Proyecto** contará con medidas preventivas de mitigación y acciones específicas para su protección y conservación. **Aunado a lo mencionado, se identificó que en el área del Proyecto existen dos especies de flora y una especie de fauna listada en la NOM-059-SEMARNAT-2010 conforme a los muestreos realizados. Por lo anterior, la Promovente implementará las acciones de rescate y reubicación de fauna, con especial énfasis en dichas especies con la finalidad de ubicarlas en sitios que favorezcan su desarrollo,** dentro de los siguientes programas específicos:

- Programa de Educación Ambiental (PEA).
- Programa de Reforestación (PR).
- Programa de Rescate y Reubicación de Flora (PRRFo).
- Programa de Rescate y Reubicación de Fauna (PRRFa).

iii) Convenio 169 de la Organización Internacional del Trabajo sobre los Pueblos Indígenas y Tribales en Países Independientes

La Conferencia General de la Organización Internacional del Trabajo el 7 junio 1989, adopta, el Convenio sobre Pueblos Indígenas y Tribales en Países Independientes (Convenio 169). Posteriormente el 24 de enero de 1991, México ratificó y promulgó ese Convenio.

El Convenio 169, es un instrumento jurídico internacional vinculante que trata específicamente los derechos de los pueblos indígenas y tribales. El mismo, no define quiénes son los pueblos indígenas o tribales, sino que adopta un enfoque práctico proporcionando solamente criterios para describir los pueblos que pretende proteger.

Es así que el Convenio 169 establece que el término "pueblos indígenas" utiliza un sentido genérico para referirse a un grupo social y cultural distinto que posee las siguientes características en diversos grados:

- La autodeterminación como miembros de un grupo de cultura indígena y el reconocimiento de su identidad por otros;

- Apego colectivo geográficamente a distintos hábitats o territorios ancestrales en la zona del proyecto y a los recursos naturales de estos hábitats y territorios;

- Instituciones culturales, económicas, sociales o políticas consuetudinarias que son independientes de los de la sociedad en general o la cultura; o

- Una lengua o dialecto distinto, a menudo diferente del idioma o idiomas oficiales del país o región en el que residen.

En ese sentido, existe un elemento poblacional perteneciente a un pueblo indígena, un territorio sobre el que se asienta, un determinado modo de organización o estructuración social en el que se identifican autoridades y un orden normativo de carácter consuetudinario. Asimismo, el Convenio 169 establece como obligación a los Estados firmantes, garantizar la participación de los pueblos indígenas y el respeto a sus derechos, tal y como lo señala el Artículo 2° del Convenio, mismo que se transcribe para mayor referencia:

"Artículo 2

[…]

*1. **Los gobiernos deberán asumir la responsabilidad de desarrollar, con la participación de los pueblos interesados, una acción coordinada y sistemática con miras a proteger los derechos de esos pueblos y a garantizar el respeto de su integridad.***

2. Esta acción deberá incluir medidas:

a) Que aseguren a los miembros de dichos pueblos gozar, en pie de igualdad, de los derechos y oportunidades que la legislación nacional otorga a los demás miembros de la población;

b) Que promuevan la plena efectividad de los derechos sociales, económicos y culturales de esos pueblos, respetando su identidad social y cultural, sus costumbres y tradiciones, y sus instituciones;

c) Que ayuden a los miembros de los pueblos interesados a eliminar las diferencias socioeconómicas que puedan existir entre los miembros indígenas y los demás miembros de la comunidad nacional, de una manera compatible con sus aspiraciones y formas de vida."

Otro referente es la jurisprudencia de la Corte Interamericana de Derechos Humanos (CIDH), que se ha establecido requisitos fundamentales para determinar quién es un sujeto de derecho conforme al Convenio 169 de la Organización Internacional del Trabajo. Dichos requisitos son los siguientes:

1. Que exista un órgano de gobierno tradicional en donde se resuelvan las decisiones de especial trascendencia para el pueblo, organizado de acuerdo a sus prácticas milenarias.

2. La estrecha relación que hay entre grupo o pueblo indígena, de forma tal que esa vinculación ha permitido la generación del bien inmaterial llamado cultura dentro del cual se desarrolla la cosmovisión que tienen dichos grupos y que les define su identidad.

En palabras de la propia **CIDH**:

"212. En relación con lo anterior, la Corte ha reconocido que ***"al desconocerse el derecho ancestral de las comunidades indígenas sobre sus territorios, se podría[n] estar afectando otros derechos básicos, como el derecho a la identidad cultural y la supervivencia misma de las comunidades indígenas y sus miembros".*** *Puesto que el goce y ejercicio efectivos del derecho a la propiedad comunal sobre "la tierra garantiza que los miembros de las comunidades indígenas conserven su patrimonio", los Estados deben respetar esa especial relación para garantizar su supervivencia social, cultural y económica.* ***Asimismo, se ha reconocido la estrecha vinculación del territorio con las tradiciones, costumbres, lenguas, artes, rituales, conocimientos y otros aspectos de la identidad de los pueblos indígenas, señalando que "en función de su entorno, su integración con la naturaleza y su historia, los miembros de las comunidades indígenas transmiten de generación en generación este patrimonio cultural inmaterial,*** *que es recreado constantemente por los miembros de las comunidades y grupos indígenas".*

Dichos elementos refieren al uso y la práctica de métodos propios para la elección de autoridades, la búsqueda de consensos de beneficio común y un sistema propio de impartición de justicia, en resumen, la presencia de un sistema de usos y costumbres.

Por otra parte, en el ámbito nacional, la **CPEUM** define a la nación mexicana como multicultural en función de la existencia de pueblos indígenas, a quienes se les reconoce como sujetos de derechos específicos.

El gobierno mexicano además del reconocimiento de estos derechos específicos ha implementado instrumentos para garantizar la participación y el desarrollo de los pueblos indígenas, entre los cuales destaca la consulta a los pueblos indígenas.

El artículo 2º de la **CPEUM**, señala que:

> *"Un pueblo indígena es aquel que desciende de poblaciones que habitaban en el territorio actual del país al iniciar la colonización y que conservan sus propias instituciones sociales, económicas, culturales y políticas o parte de ellas".*

Asimismo, el mismo artículo constitucional señala que la comunidad indígena se caracteriza de la siguiente forma:

> "*Son comunidades integrantes de un pueblo indígena, aquéllas que formen una unidad social, económica y cultural, asentada en un territorio y que reconocen autoridades propias de acuerdo a sus usos y costumbres".*

Del análisis de dichos preceptos constitucionales, se advierte que los elementos que caracterizan a los pueblos indígenas, son los siguientes:

- Forman una unidad social, económica y cultural,
- Están asentadas en un territorio específico, y
- Reconocen autoridades propias de acuerdo con sus usos y costumbres.

En ese orden de ideas, el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI) y la Comisión Nacional para el Desarrollo de los Pueblos Indígenas (CDI), elaboraron el Catálogo de Localidades Indígenas, mediante el cual se identifica y cuantifica la población indígena en el país considerando como factor determinante la lengua o dialecto.

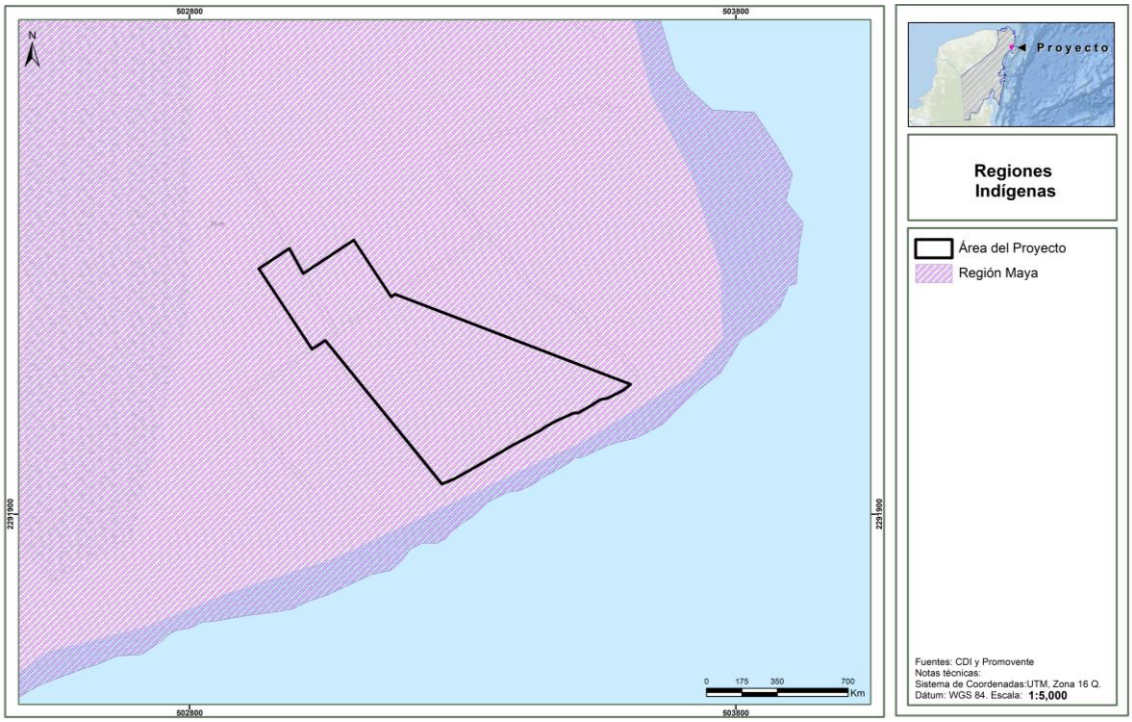
Las localidades indígenas se encuentran clasificadas de acuerdo a criterios de concentración de población indígena en cada una de ellas, agrupándose de la siguiente manera:

- Localidades con población indígena mayor o igual a 40% de su población total,
- Localidades con población indígena menor a 40% y más de 150 indígenas,
- Localidades con menos de 150 indígenas de la población total.

En este sentido, del análisis del mapa de Atlas de los Pueblos Indígenas de la CDI, se aprecia que en la zona donde se desarrolla el **Proyecto,** existen asentamientos humanos que, por sus características lingüísticas o culturales conformen una región indígena como lo es la región Maya, tal y como se muestra en la siguiente figura.

En este sentido, la Promovente en el caso de que exista un grupo indígena o grupo colectivo que pudiera verse afectado por el desarrollo del **Proyecto**, iniciará las gestiones necesarias ante el INPI para que, en su caso, se activen los protocolos de la consulta indígena.

Figura III. 2. Incidencia del proyecto en regiones índigenas.



III.1.3. Leyes Federales

i) Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA)

La **LGEEPA** se publicó en el **DOF** el 28 de enero de 1988 y su última reforma fue el 01 de abril de 2024; 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. Tiene por objeto, entre otros, propiciar el desarrollo sustentable y sentar las bases para garantizar el derecho de toda persona a vivir en un medio ambiente adecuado para su desarrollo, salud y bienestar, así como definir los principios de la política ambiental y los instrumentos para su aplicación.

El **Proyecto** se vincula con los artículos 28 fracciones VII y IX, así como 30, de dicho ordenamiento, ya que éste requiere de cambio de uso de suelo en terrenos forestales (CUSTF) y es un desarrollo inmobiliario que afecta los ecosistemas costeros, por lo que, para el cumplimiento de este precepto, se está presentado el **DTU-BR**, cumpliendo con las formalidades señaladas en la Ley para que sea autorizada por parte de esa Autoridad.

Tabla III. 1. Vinculación con la LGEEPA.

Disposición Legal	Vinculación con el Proyecto
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	El **Proyecto** pretende la preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento, para un desarrollo turístico para el descanso y esparcimiento de los huéspedes. En este sentido, la presentación de este **DTU-BR** representa el cumplimiento del **Proyecto** con lo dispuesto

Disposición Legal	Vinculación con el Proyecto
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.- VII.- Cambios de uso del suelo de áreas forestales, así como en selvas y zonas áridas [...]; … IX. Desarrollos inmobiliarios que afecten los ecosistemas costeros.	por la fracción VII y IX de este artículo, apegado al Acuerdo que unificó en un solo procedimiento administrativo los trámites relativos a las autorizaciones en materia de evaluación del impacto ambiental y cambio de uso de suelo en terrenos forestales. Este Acuerdo prevé que al trámite unificado se anexará el Documento Técnico Unificado, el cual integra la información de la manifestación de impacto ambiental, en sus modalidades particular o regional, según sea el caso y el estudio técnico justificativo, de conformidad con lo previsto por el artículo correspondiente del Reglamento de la LGDFS. Una vez consultadas la LGEEPA y la LGDFS, se concluye que el trámite específico para el **Proyecto** es el DTU Modalidad B-Regional, que integra la información del cambio de uso de suelo en terrenos forestales y el impacto ambiental de cualquier las obras o actividades del **Proyecto**, que requiera esa autorización.
ARTÍCULO 30.- Para obtener la autorización a que se refiere el artículo 28 de esta Ley, los interesados deberán presentar a la Secretaría una manifestación de impacto ambiental, la cual deberá contener, por lo menos, una descripción de los posibles efectos en el o los ecosistemas que pudieran ser afectados por la obra o actividad de que se trate, considerando el conjunto de los elementos que conforman dichos ecosistemas, así como las medidas preventivas, de mitigación y las demás necesarias para evitar y reducir al mínimo los efectos negativos sobre el ambiente.	El **Proyecto** cumple con el requerimiento de presentar la evaluación de los impactos ambientales que se pudieran generar por el desarrollo del **Proyecto**, aunado al análisis técnico y científico que le da soporte, que se presenta por este medio. Así mismo, de conformidad con el *Acuerdo por el que se expiden los lineamientos y procedimientos para solicitar en un trámite único ante la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales las autorizaciones en materia de impacto ambiental y en materia forestal que se indican y se asignan las atribuciones correspondientes en los servidores públicos que se señalan*, presenta en un único trámite tanto la evaluación de los impactos, como la solicitud de cambio de uso de suelo, apegándose a la normatividad ambiental vigente en el país. Para la elaboración de este documento, se siguieron los lineamientos en cuanto a contenido y alcance de establecidos por este precepto, satisfaciendo así los requisitos formales y de fondo contemplados en el mismo. De igual forma, se observó lo establecido en la Guía para la elaboración de la **DT-BR**, publicada por esa H. Secretaría. De este modo, el **DTU-BR** que se exhibe, cuenta con la descripción de los impactos ambientales, así como las medidas de mitigación y compensación a adoptar.

A la luz de lo anteriormente expuesto, se puede afirmar que el **Proyecto** es compatible y congruente con las disposiciones de la **LGEEPA.** Lo anterior es así ya que las diversas medidas de mitigación y compensación propuestas, encuadran con lo previsto en la legislación vigente, en pro del medio ambiente.

ii) Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS)

Esta ley se publicó en el **DOF** el 05 de junio de 2018 y su última reforma fue el 01 de abril de 2024, es reglamentaria del Artículo 27 de la **CPEUM**. Las disposiciones que la componen son de orden e interés público y de observancia general en todo el territorio nacional. Tiene por objeto regular y fomentar la conservación, protección, restauración, producción, ordenación, el cultivo, manejo y aprovechamiento de los ecosistemas forestales del país y sus recursos. Asimismo, prevé el cómo distribuir las competencias que en materia forestal correspondan a la Federación, los estados, la Ciudad de México y los municipios, bajo el principio de concurrencia previsto en el Artículo 73 Fracción XXIX inciso G de la **CPEUM**.

Tabla III. 2. Vinculación con la LGDFS.

Disposición Legal	Vinculación con el Proyecto
ARTÍCULO 68. Corresponderá a la Secretaría emitir los siguientes actos y autorizaciones: I. Autorización de cambio de uso de suelo en terrenos forestales, por excepción; […]	Tal y como fue mencionado en el capítulo anterior, el **Proyecto** presenta vegetación forestal, de manera que requerirá de la obtención de la autorización en materia de cambio de uso de suelo en terrenos forestales. En este sentido, de conformidad con el *Acuerdo por el que se expiden los lineamientos y procedimientos para solicitar en un trámite único ante la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales las autorizaciones en materia de impacto ambiental y en materia forestal que se indican y se asignan las atribuciones correspondientes en los servidores públicos que se señalan*, presenta en un único trámite tanto la evaluación de los impactos, como la solicitud de cambio de uso de suelo, apegándose a la normatividad ambiental vigente en el país. Dentro de las medidas establecidas en el DT-BR, se anexan al presente, el Programa de rescate y Reubicación de Flora (PRRFo) y el Programa de Rescate y Reubicación de Fauna (PRRFa). Asimismo, y como se expuso en el apartado específico, el **Proyecto** incide en regiones indígenas, por lo que acatará lo que determine de manera conjunta la Secretaría con el Instituto Nacional de los Pueblos Indígenas.
ARTÍCULO 93. La Secretaría solo podrá autorizar el cambio de uso de suelo en terrenos forestales por excepción, previa opinión técnica de los miembros del Consejo Estatal Forestal de que se trate y con base en los estudios técnicos justificativos cuyo contenido se establecerá en el Reglamento, los cuales demuestren que la biodiversidad de los ecosistemas que se verán afectados se mantenga, y que la erosión de los suelos, la capacidad de almacenamiento de carbono, el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación se mitiguen en las áreas afectadas por la remoción de la vegetación forestal. En las autorizaciones de cambio de uso de suelo en terrenos forestales, la Secretaría deberá dar respuesta debidamente fundada y motivada a las opiniones técnicas emitidas por los miembros del Consejo Estatal Forestal de que se trate. La Secretaría podrá emitir criterios y lineamientos en materia de cambio de uso de suelo en terrenos forestales, en el ámbito de sus atribuciones y de conformidad con lo establecido en esta Ley y su Reglamento. Las autorizaciones que se emitan deberán integrar un programa de rescate y reubicación de especies de la flora y fauna afectadas y su adaptación al nuevo hábitat conforme se establezca en el Reglamento. Dichas autorizaciones deberán sujetarse a lo que, en su caso, dispongan los programas de ordenamientos ecológicos correspondientes, las Normas Oficiales Mexicanas y demás disposiciones legales y reglamentarias aplicables. Tratándose de terrenos ubicados en territorios indígenas, la autorización de cambio de uso de suelo además deberá acompañarse de medidas de consulta previa, libre, informada, culturalmente adecuada y de buena fe, en los términos de la legislación aplicable. Para ello, la Secretaría se coordinará con el Instituto Nacional de los Pueblos Indígenas.	

Bajo este contexto, se considera que el **Proyecto** es compatible con lo previsto en la **LGDFS,** pues conforme al procedimiento establecido presente la solciitud para su autorización por excepción demostrando que la biodiversidad de los ecosistemas que se verán afectados se mantienen, y que la erosión de los suelos, la capacidad de almacenamiento de carbono, el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación se mitigan en las áreas afectadas por la remoción de la vegetación forestal conforme a las medidas establecidas.

iii) Ley General de Vida Silvestre (LGVS)

Publicada en el **DOF** el 03 de julio del año 2000, su última reforme es el 16 de junio de 2025. Esta ley es de orden público y de interés social, reglamentaria del párrafo tercero de los artículos 27 y de la fracción XXIX, inciso G del artículo 73 constitucionales. Regula lo relativo a la conservación y aprovechamiento sustentable de la vida silvestre y su hábitat en el territorio de la República Mexicana y en las zonas en donde la Nación ejerce su jurisdicción. El **Proyecto** se vincula con este

ordenamiento, en cuanto que, por medio de la implementación de las acciones propuestas se reducirá el impacto de la fauna. Tal y como se pude ver en la siguiente tabla.

Tabla III. 3. Vinculación con la LGVS.

Disposición Legal	Vinculación con el Proyecto
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.	El **Proyecto** no contempla un aprovechamiento extractivo de la vida silvestre; sin embargo, reducirá en lo posible el impacto que pudiese generar a las especies de fauna en el área del **Proyecto**, a través de las distintas medidas y acciones contempladas en el capítulo VII de la presente **DTU-BR**. Si bien conforme a los muestreos realizados se identificó que en el área del **Proyecto** existen dos especies de flora y una especie de fauna listada en la NOM-059-SEMARNAT-2010, conforme a los muestreos realizados, la Promovente implementará las acciones de rescate y reubicación de fauna, con especial énfasis en dichas especies con la finalidad de ubicarlas en sitios que favorezcan su desarrollo, dentro de los siguientes programas específicos. • Programa de Educación Ambiental (PEA). • Programa de Reforestación (PR). • Programa de Rescate y Reubicación de Flora (PRRFo). • Programa de Rescate y Reubicación de Fauna (PRRFa).
Artículo 60 TER.- Queda prohibida la remoción, relleno, transplante, 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. Artículo adicionado DOF 01-02-2007	El **Proyecto** es compatible con esta disposición legal, debido a que no removerá, rellenará, podará manglar ni afectará la integridad del flujo hidrológico del mismo; las áreas de conservación representan un buffer o amortiguamiento entre el desarrollo del **Proyecto** y el manglar existente dentro de su área de influencia y del sistema ambiental regional. La distancia mínima entre las obras del área del **Proyecto** y el manglar terrestre existente es de 28.83 y 50.19 metros respectivamente, tal como se muestra en la figura siguiente. Por otro lado, la integridad del flujo hidrológico subterránea y niveles freáticos actuales no se verá afectado por el desarrollo del **Proyecto**, debido a que el aprovechamiento del agua para la operación del **Proyecto** será a través de pozos salinos que se encuentran más abajo del acuífero de agua dulce, lo cual se demuestra con el estudio Geohidrológico realizado, que se presenta como anexo en el capítulo II del presente **DTU-BR.** La capacidad de carga dentro del área de **Proyecto** se mantendría de manera equilibrada, debido a que la distribución de ocupación de las superficies sería en dos lotes siendo una superficie total de 118,525.02 m^2, que de acuerdo con los criterios establecidos por el Coeficiente de Ocupación Superficial (COS) de 0.5 para el lote 1 número 004-01 con una superficie de 93,533.07 m^2 y Coeficiente de Uso de Suelo (CUS) de 0.3 para el lote 2 número 053-4 con una superficie de 24,991.97 m^2. El área del **Proyecto** ocupa para el desarrollo del mismo de 60,366.32 m^2, dejando un área de conservación de 58,158.73 m^2.

Disposición Legal	Vinculación con el Proyecto
	Adicionalmente el **Proyecto** contempla los siguientes programas específicos para la recuperación in situ de los ecosistemas y especies en riesgo y biodiversidad del tipo de Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia (VSA/SMQ), tales como: • Programa de Vigilancia Ambiental (PVA). • Programa de Educación Ambiental (PEA). • Programa de Conservación de Suelos (PCS). • Programa de Reforestación (PR). • Programa de Rescate y Reubicación de Flora (PRRFo). • Programa de Rescate y Reubicación de Fauna (PRRFa). Con relación a las zonas de anidación, reproducción, refugio, alimentación y alevinaje, no existen dentro del área de **Proyecto**.

Figura III. 3. Distancias del proyecto en relación con el manglar terrestre presente en el AI y SAR.

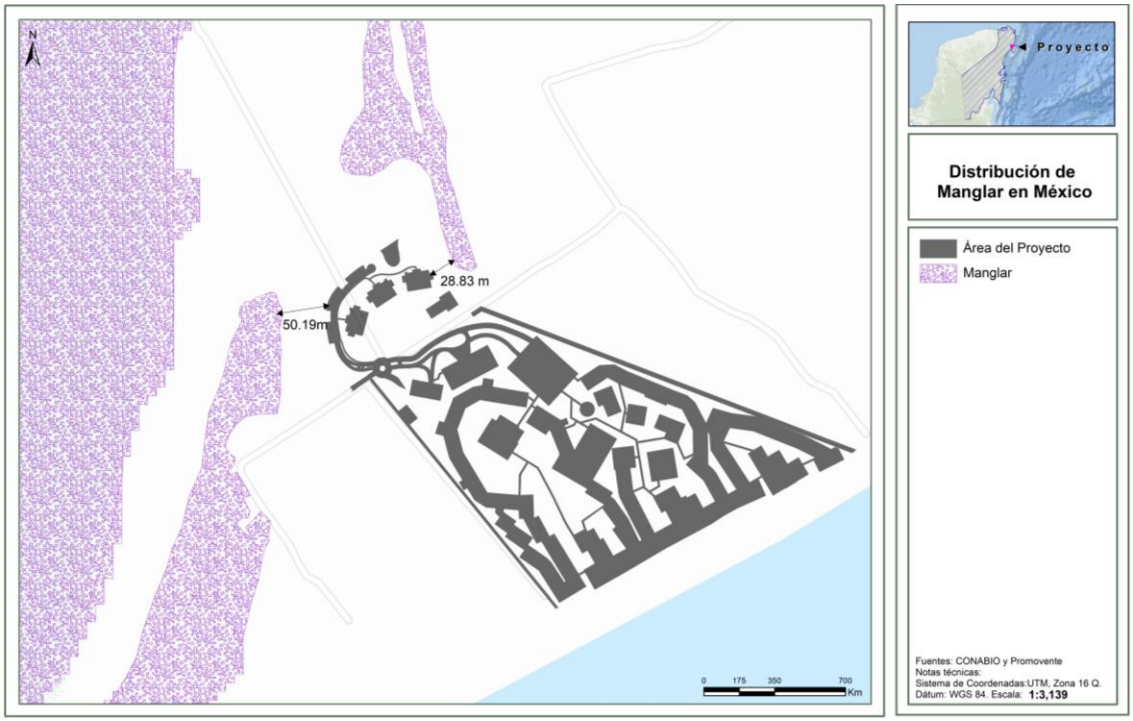
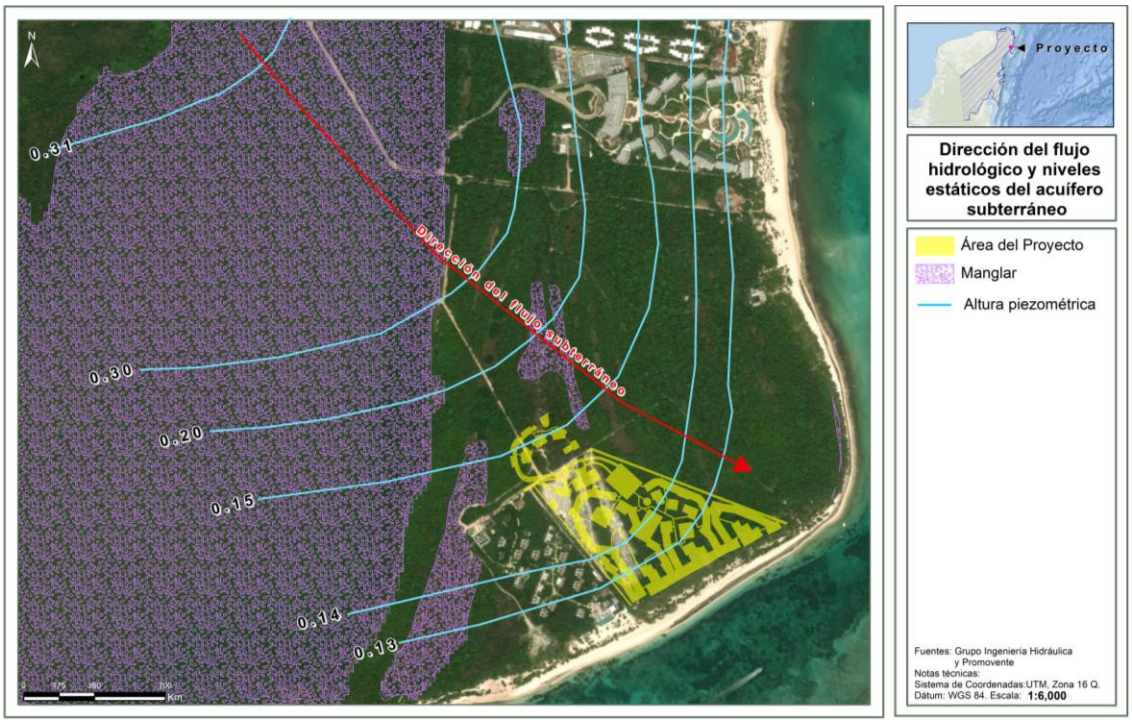


Figura III. 4. Dirección de flujo hidrológico y niveles estáticos del acuífero subterráneo.



Bajo este contexto, se considera que el **Proyecto** es compatible con lo previsto en la **LGVS**. El **Proyecto** implementará diversas medidas de prevención, mitigación y compensación con la intención de no afectar significativamente la vida silvestre en el sitio, lo cual es congruente con el marco regulatorio actual.

iv) Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos (LGPGIR)

Publicada en el **DOF** el 08 de octubre del año 2003 y su última reforme fue el 08 de mayo de 2023. Es reglamentaria de las disposiciones de la **CPEUM** que se refieren a la protección al ambiente en materia de prevención y gestión integral de residuos en el territorio nacional.

Las disposiciones de la LGPGIR son de orden público e interés social y tienen por objeto garantizar el derecho de toda persona al medio ambiente adecuado y propiciar el desarrollo sustentable a través de la prevención de la generación, la valorización y la gestión integral de los residuos peligrosos, de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial; así como establecer las bases para determinar, entre otros aspectos, los criterios que deberán de ser considerados en la generación y gestión integral de los residuos para prevenir y controlar la contaminación del medio ambiente y la protección de la salud humana y establecer los mecanismos de coordinación que, en materia de prevención de la generación, la valorización y la gestión integral de residuos corresponden a la Federación, las entidades federativas y los municipios, bajo el principio de concurrencia previsto en el artículo 73 fracción XXIX-G de la **CPEUM**.

El **Proyecto**, con la finalidad de garantizar un manejo ambiental adecuado y conforme lo señala la propia Ley, instrumentará un programa de manejo integral de residuos para identificar, clasificar, segregar y almacenar temporalmente los residuos generados, para su posterior envío a disposición

final por empresas autorizadas por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales **(SEMARNAT), Estado** y **Municipio** según corresponda, siempre alineadas a sus respectivas competencias. La vinculación con este ordenamiento se presenta a continuación.

Tabla III. 4. Vinculación con la LGPGIR.

Disposición legal	Vinculación
Artículo 16.- La clasificación de un residuo como peligroso, minero o metalúrgico, se debe establecer en las normas oficiales mexicanas que especifiquen la forma de determinar sus características, que incluyan los listados de los mismos y fijen los límites de concentración de las sustancias contenidas en ellos, con base en los conocimientos científicos y las evidencias acerca de su peligrosidad y riesgo.	Los residuos que se lleguen a generar serán manejados conforme al Programa de Manejo Integral de Residuos (PMIR) que al efecto se autorice y que se encuentra contenido en el Capítulo VII del presente **DTU-BR**.
Artículo 18.- Los residuos sólidos urbanos podrán subclasificarse en orgánicos e inorgánicos con objeto de facilitar su separación primaria y secundaria, de conformidad con los Programas Estatales y Municipales para la Prevención y la Gestión Integral de los Residuos, así como con los ordenamientos legales aplicables.	Los residuos sólidos urbanos que se generen, en su caso, recibirán el tratamiento aquí indicado. Para ello se contará con el Programa de Manejo Integral de Residuos, medidas contempladas en el capítulo VII del presente **DTU-BR.**
Artículo19.- Los residuos de manejo especial se clasifican como se indica a continuación […]: […] VII. Residuos de la construcción, mantenimiento y demolición en general.	Los residuos de manejo especial que se generen con motivo del desarrollo del **Proyecto** serán manejados conforme a la normatividad y dispuestos a través de prestadores de servicio que cuenten con las autorizaciones emitidas por el Estado de Quintana Roo conforme a lo establecido en el Programa de Manejo Integral de Residuos.
Artículo 41. Los generadores de residuos peligrosos, mineros y metalúrgicos, así como los gestores de este tipo de residuos, deben manejarlos de manera segura y ambientalmente adecuada conforme a los términos señalados en esta Ley.	El manejo de los residuos peligrosos que se generen se hará de conformidad con la normatividad aplicable y se entregarán a un proveedor autorizado por esa Secretaría para la disposición final conforme a lo establecido en el Programa de Manejo Integral de Residuos.
Artículo 42.- Los generadores y demás poseedores de residuos peligrosos, mineros y metalúrgicos, pueden contratar los servicios de manejo de estos residuos con empresas o gestores autorizados para tales efectos por la Secretaría, o bien transferirlos a industrias para su utilización como insumos dentro de sus procesos, cuando previamente haya sido autorizado por esta dependencia, mediante un plan de manejo para dichos insumos, basado en la minimización de sus riesgos. No obstante, compartirán de manera solidaria la responsabilidad. La responsabilidad del manejo y disposición final de los residuos peligrosos corresponde a quien los genera. En el caso de que se contraten los servicios de manejo y disposición final de residuos peligrosos por empresas autorizadas por la Secretaría y los residuos sean entregados a dichas empresas, la responsabilidad por las operaciones será de éstas, independientemente de la responsabilidad que tiene el generador. Los generadores de residuos peligrosos que transfieran éstos a empresas o gestores que presten los servicios de manejo, deberán cerciorarse ante la Secretaría que cuentan con las autorizaciones respectivas y vigentes, en caso contrario serán responsables de los daños que ocasione su manejo. El manejo y disposición final de los residuos mineros y metalúrgicos es responsabilidad de quien los genera, por lo que debe presentar evidencia verificable de que opera bajo el estricto cumplimiento de la normativa aplicable.	Se contratará los servicios de empresas especializadas y se verificará que las empresas que subcontrate para el manejo y disposición final de los residuos cuenten con las autorizaciones de esa Secretaría.

Disposición legal	Vinculación
Artículo 54. Se deberá evitar la mezcla de residuos peligrosos con otros materiales o residuos para no contaminarlos y no provocar reacciones, que puedan poner en riesgo la salud, el ambiente o los recursos naturales. La Secretaría establecerá los procedimientos a seguir para determinar la incompatibilidad entre un residuo peligroso y otro material o residuo.	Los residuos peligrosos que se generen serán manejados y dispuestos conforme al Programa de Manejo Integral de Residuos, evitando la mezcla de éstos con otros materiales o residuos para no contaminarlos y no provocar reacciones, que puedan poner en riesgo la salud, el ambiente o los recursos naturales.

Con base en lo anteriormente expuesto, se considera ha quedado demostrada la compatibilidad del **Proyecto** con la **LGPGIR,** pues como ya se ha asentado en cumplimiento con lo dispuesto en dicho ordenamiento se dará un manejo integral de los residuos. Lo anterior, con base en las acciones especificas correspondientes.

v) Ley de Aguas Nacionales (LAN)

Publicada el 1° de diciembre de 1992 y su última reforme del 08 de mayo de 2023, la **LAN** 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 sustentable. La vinculación con dicho ordenamiento se presenta a continuación.

Tabla III. 5. Vinculación con la LAN.

Disposición Legal	Vinculación con el Proyecto
Artículo 20.- De conformidad con el carácter público del recurso hídrico, la explotación, uso o aprovechamiento de las aguas nacionales se realizará mediante concesión o asignación otorgada por el Ejecutivo Federal […].	El **Proyecto** requeriría de la extracción de agua salina a través de pozos exploratorios y de extracción, conforme a los resultados del estudio geohidrológico realizado y presentado en anexo en el Capítulo II del presente **DTU-BR,** por lo que solicitará ante la **CONAGUA** el permiso y/o concesión para la realización de los pozos exploratorios y de extracción que correspondan.
ARTÍCULO 88. Las personas físicas o morales requieren permiso de descarga expedido por "la Autoridad del Agua" para verter en forma permanente o intermitente aguas residuales en cuerpos receptores que sean aguas nacionales o demás bienes nacionales, incluyendo aguas marinas, así como cuando se infiltren en terrenos que sean bienes nacionales o en otros terrenos cuando puedan contaminar el subsuelo o los acuíferos. El control de las descargas de aguas residuales a los sistemas de drenaje o alcantarillado de los centros de población, corresponde a los municipios, con el concurso de los estados cuando así fuere necesario y lo determinen las leyes.	El **Proyecto** requiere de dos puntos de descarga de aguas hacia cuerpos receptores que son aguas o bienes nacionales. El primero punto de descarga serán los pozos de inyección de salmuera con un porcentaje remanente del 25% del agua proveniente de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR). El segundo punto de descarga sería el 75% del agua tratada de la PTAR para riego de las áreas de conservación; las descargas de las aguas, a través del pozo de inyección y para riego, cumplirán con lo establecido en la **NOM-001-SEMARNAT-2020**, tal como se estableció en la información técnica descrita en el capítulo II del **DTU-BR**.

A la luz de lo anterior, se considera que el **Proyecto**, se encuentra acorde con lo dispuesto por esta Ley.

vi) Ley General de Cambio Climático (LGCC).

Esta ley fue publicada en el DOF el 6 de junio de 2012 y su última reforma el 01 de abril de 2024. Este ordenamiento es de orden público, interés general y observancia en todo el territorio nacional y en 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 y tiene por objeto garantizar el derecho a un medio ambiente sano y establecer la concurrencia de facultades de la federación, las entidades federativas y los municipios en la elaboración y aplicación de políticas públicas para la adaptación al cambio climático y la mitigación de emisiones de gases y compuestos de efecto invernadero. A continuación, se presenta la vinculación del **Proyecto** con dicha Ley.

Tabla III. 6. Vinculación con la LGCC.

Disposición Legal	Vinculación con el Proyecto
Artículo 33. Los objetivos de las políticas públicas para la mitigación son: […] **III.** Promover de manera gradual la sustitución del uso y consumo de los combustibles fósiles por fuentes renovables de energía, así como la generación de electricidad a través del uso de fuentes renovables de energía; IV. Promover prácticas de eficiencia energética, el desarrollo y uso de fuentes renovables de energía y la transferencia y desarrollo de tecnologías bajas en carbono, particularmente en bienes muebles e inmuebles de dependencias y entidades de la administración pública federal centralizada y paraestatal, de las entidades federativas y de los municipios;	El **Proyecto** al tratarse de un desarrollo de turístico en un ecosistema costero, utilizará combustibles limpios como el gas natural, tomando en consideración la relevancia de estos. En el amortiguamiento de los efectos del cambio climático se proponen áreas de conservación, las cuales mantendrán la cubierta vegetal de selva mediana subperennifolia, de esta manera se podrá reducir los impactos que puedan ocasionarse derivados de los efectos de este fenómeno, por lo que, coadyuvará con la consecución de las políticas públicas de mitigación que se indican en esta disposición. Cabe señalar que, mediante la implementación de fuentes limpias para la generación y transmisión de energía eléctrica, se reduce el uso de combustibles fósiles y, por ende, se disminuye la emisión de gases de efecto invernadero que propician el calentamiento global.
Artículo 87. La Secretaría, deberá integrar y hacer público de forma agregada el Registro de emisiones generadas por las fuentes fijas y móviles de emisiones que se identifiquen como sujetas a reporte. Las disposiciones reglamentarias de la presente Ley identificarán las fuentes que deberán reportar en el Registro por sector, subsector y actividad, asimismo establecerán los siguientes elementos para la integración del Registro: **I.** Los gases o compuestos de efecto invernadero que deberán reportarse para la integración del Registro; **II.** Los umbrales a partir de los cuales los establecimientos sujetos a reporte de competencia federal deberán presentar el reporte de sus emisiones directas e indirectas; **III.** Las metodologías para el cálculo de las emisiones directas e indirectas que deberán ser reportadas; **IV.** El sistema de monitoreo, reporte y verificación para garantizar la integridad, consistencia, transparencia y precisión de los reportes, y **V.** La vinculación, en su caso, con otros registros federales o estatales de emisiones.	El **Promovente** cumplirá con la obligación de reportar sus emisiones de gases de efecto invernadero de conformidad con lo establecido en el reglamento respectivo.
Artículo 102. En materia de mitigación al cambio climático la evaluación se realizará respecto de los objetivos siguientes: […] II. Reducir las emisiones de gases y compuestos de efecto invernadero, y mejorar los sumideros de gases de efecto invernadero mediante el fomento de patrones de producción y consumo sustentables en los sectores público, social y privado fundamentalmente en áreas como: la generación y consumo de energía, el transporte y la gestión integral de los residuos; III. Sustituir de manera gradual el uso y consumo de los combustibles fósiles por fuentes renovables de energía;	En el desarrollo del **Proyecto** se proponen áreas de conservación, las cuales mantendrán la cubierta vegetal de selva mediana subperennifolia que sirven como áreas de captura de carbono, de esta manera se podrá reducir los impactos que puedan ocasionarse derivados de los efectos de este fenómeno. Por otro lado, durante las siguientes fases del **Proyecto** buscará el consumo de energía a través de fuentes alternativas como la eólica y solar que se encuentren desarrollando en la península de Yucatán.

Vinculación del Proyecto al nivel de peligro de vulnerabilidad por inundaciones y deslaves

En el Atlas Nacional de Vulnerabilidad ante el Cambio Climático (ANVCC1), se analizan vulnerabilidades relacionadas con el clima, considerando su vulnerabilidad actual y futura, a partir de las proyecciones de cuatro modelos de circulación general: Centre National de Recherches Météorologiques (CNRMC-M5), Geophysical Fluid Dynamics Laboratory (GFDL-CM3), Met Office Hadley Center (HADGEM2-ES) y Max Plank Institute for Meteorology (MPI-ESM-LR), para el horizonte de tiempo 2015-2039 y para la Trayectoria Representativa de Concentración (RCP por sus siglas en inglés).

El Análisis de la vulnerabilidad, a través de la integración de los componentes de la exposición, sensibilidad y capacidad adaptativa, permite conocer las causas subyacentes de la vulnerabilidad y es un insumo importante para el análisis de las alternativas de adaptación[2].

En este contexto, se realizaron cuatro ejercicios de priorización para los municipios más vulnerables al cambio climático. Cada uno de ellos muestra una representación plausible de cómo podrían ser las condiciones a futuro si se cumplen ciertas consideraciones. Las proyecciones de la precipitación, en el escenario más desfavorable, tiene un ligero incremento en los diferentes períodos; mientras que el escenario pesimista tiene un ligero incremento en el corto plazo, y una disminución gradual de la precipitación en el mediano y largo plazo hasta llegar a un 8% por debajo con respecto a 1981-2010.

Las proyecciones de la temperatura muestran todos los escenarios de cambio climático un incremento gradual de la temperatura que va de 1.1 a 1.5 °C en el escenario más favorable, y de 1.2 A 5.1 °C en el escenario más pesimista.

De acuerdo con los datos de vulnerabilidad[3], riesgos[4] y peligros[5] al cambio climático, el **Proyecto** presenta sin vulnerabilidad para deslaves y **vulnerabilidad medio para inundaciones** de los asentamientos humanos, tal como se muestra en la figura siguiente.

Figura III. 5. Vulnerabilidad de los asentamientos humanos a inundaciones.

[1] Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climatico, Atlas de vulnerabilidad al Cambio Climato, 2019, https://atlasvulnerabilidad.inecc.gob.mx/page/fichas/ANVCC_LibroDigital.pdf

[2] CEPAL-IAI (2013). Respuestas urbanas al cambio climático en América Latina. Sánchez, R. (Editor). Santiago de Chile: Naciones Unidas

[3] En el entendido de que la vulnerabilidad se define como la incapacidad del sistema para afrontar los efectos adversos del cambio climático, la variabilidad del clima y los fenómenos extremos (INECC, 2018) y que esto, en el contexto de un clima cambiante, deriva en fenómenos climáticos extremos, comúnmente identificados como riesgos y peligros para los sistemas humanos (e.g., deslizamientos, inundaciones, incendios, sequías, etc.).

[4] Riesgo.- Probabilidad de que se produzca un daño en las personas, en uno o varios ecosistemas, originado por un fenómeno natural o antropogénico (Ley General de Cambio Climático (2018), Diario Oficial de la Federación. 14 de febrero de 2020.

[5] Peligro.- Se define con relación a la ocurrencia de eventos climáticos, tales como cambios en la temperatura y precipitación, los fenómenos relacionados (e.g., ciclones tropicales o sequías) así como las afectaciones sociales y económicas derivadas de las mismas (e.g., disminución de rendimientos agrícolas o incremento en incidencia de enfermedades (INECC, 2020, Catálogo de términos utilizados en el tema de cambio climático).



En este sentido, para dar seguridad a las bases de diseño del **Proyecto** realizó un "*Estudio de análisis oceanográfico y cota de inundación por tormenta",* que se presenta en como anexo del Capítulo II del presente **DTU-BR.** Con el objetivo de conocer la sobreelevación por tormenta o marea de tormenta, se efectuó una serie de cálculos para conocer las sobreelevaciones por viento y por presión, en los que se hizo uso de los parámetros metoceánicos obtenidos. Una vez obtenidas todas las componentes (marea astronómica, marea de tormenta y ascenso de la ola en la playa), se procedió a determinar la cota de inundación por tormenta.

De estudios elaborados por SECTUR, el IIMT en el destino turístico Riviera Maya, a partir de la máxima amplitud de marea de tormenta registrada de 5.2 m (> 5.0 m), para un huracán categoría 5 y un Tr = 155 años, se clasifica en una categoría extraordinaria. De la misma fuente, integrando una serie de indicadores e índices, se determinó el IVF para Solidaridad, dentro de una categoría muy alta, haciendo referencia a un área de potencial inundación que abarca desde el nivel del mar hasta los 7.00 m.

Comparando los resultados con valores obtenidos en documentos que estudian la vulnerabilidad del destino turístico de interés, los valores del presente documento son más altos, proporcionando así, una mayor seguridad durante el diseño de la infraestructura en zona costera.

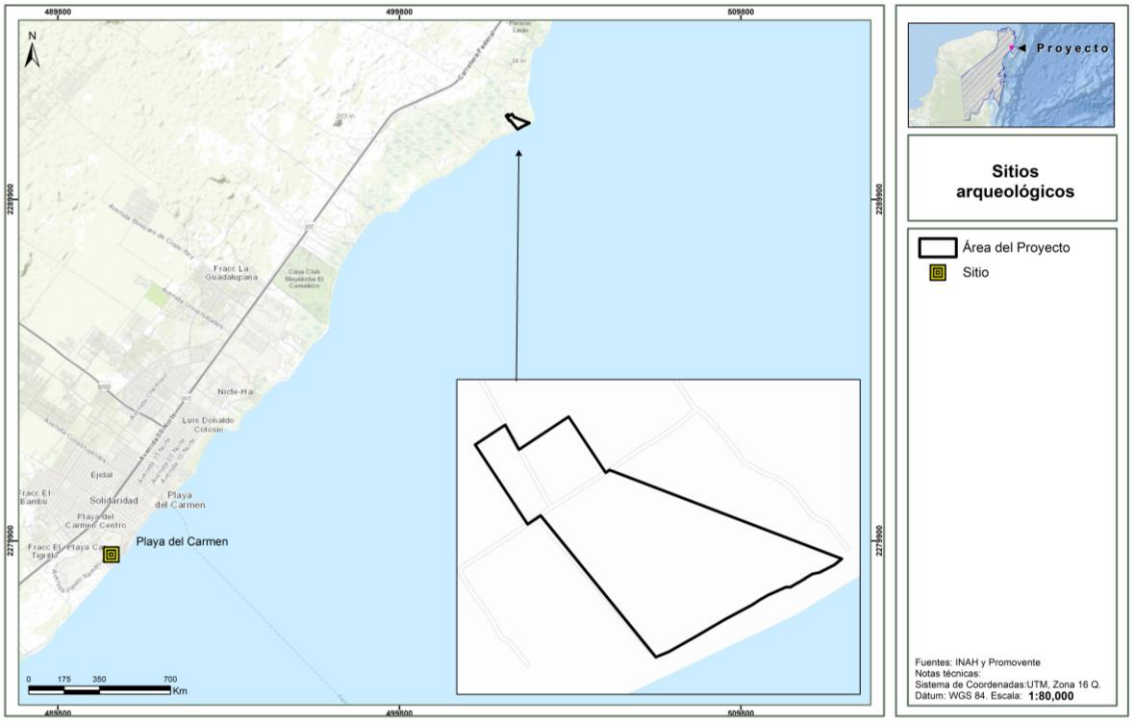
Cabe resaltar que la seguridad es un factor primordial, debido a que el sitio de **Proyecto** se encuentra dentro de la trayectoria de huracanes y su geomorfología es plana y de baja altura con playas expuestas.

Como conclusión, el documento presenta los elementos suficientes para una adecuada toma de decisiones que favorezcan la seguridad del **Proyecto**, disminuyendo el riesgo de inundación.

vii) Ley Federal sobre Monumentos y Zonas Arqueológicas, Artísticas e Históricas (LFMZAH)

Publicada el 6 de mayo de 1972 y su última reforma del 16 de febrero de 2018, esta Ley tiene por objeto regular la investigación, protección, conservación, restauración y recuperación de los monumentos arqueológicos, artísticos e históricos y de las zonas de monumentos. De este modo, entre las acciones formuladas para la atención de estos temas, se formuló en primera instancia una revisión en el Registro Público de Monumentos y Zonas Arqueológicas del Instituto Nacional de Antropología e Historia **(INAH)**, descartándose la existencia de éstas en el área del **Proyecto**. En este sentido, la zona arqueológica más cercana que se identifica es la denominada "Playa del Carmen" que se encuentran a una distancia de 17.25 km del **Proyecto**, tal y como se puede apreciar en la figura siguiente.

Figura III. 6. Ubicación zonas arqueológicas con respecto del Proyecto.



III.1.4. Reglamentos de las leyes federales

i) Reglamento de la LGEEPA en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (RLGEEPAEIA)

Publicado en **DOF** el 30 de mayo del 2000 y su última reforma del 31 de octubre de 2014, tiene por objeto reglamentar la **LGEEPA** en materia de evaluación del impacto ambiental a nivel federal y establece las obras o actividades que requieren autorización en materia de impacto ambiental. En este sentido, el **Proyecto** se vincula con los artículos que se citan a continuación.

Tabla III. 7. Vinculación con el RLGEEPAEIA.

Disposición Legal	Vinculación con el Proyecto
Artículo 5o.- Quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización de la Secretaría en materia de impacto ambiental: […] […] O) CAMBIOS DE USO DEL SUELO DE ÁREAS FORESTALES, ASÍ COMO EN SELVAS Y ZONAS ÁRIDAS: […] II. Cambio de uso del suelo de áreas forestales a cualquier otro uso, con excepción de las actividades agropecuarias de autoconsumo familiar, que se realicen en predios con pendientes inferiores al cinco por ciento, cuando no impliquen la agregación ni el desmonte de más del veinte por ciento de la superficie total y ésta no rebase 2 hectáreas en zonas templadas y 5 en zonas áridas, y […]. […] Q) DESARROLLOS INMOBILIARIOS QUE AFECTEN LOS ECOSISTEMAS COSTEROS.	El **Proyecto** pretende la preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento, para un desarrollo turístico para el descanso y esparcimiento de los huéspedes. En este sentido, la presentación de este **DTU-BR** representa el cumplimiento del **Proyecto** con lo dispuesto en el inciso O), fracción II y el inciso Q) este artículo, apegado al Acuerdo que unificó en un solo procedimiento administrativo los trámites relativos a las autorizaciones en materia de evaluación del impacto ambiental y cambio de uso de suelo en terrenos forestales. Este Acuerdo prevé que al trámite se anexará el Documento Técnico Unificado, el cual integra la información de la manifestación de impacto ambiental, en sus modalidades particular o regional, según sea el caso y el estudio técnico justificativo, de conformidad con lo previsto por el artículo correspondiente del Reglamento de la LGDFS. Una vez consultadas la LGEEPA, el RLGEPAEIA y la LGDFS, se concluye que el trámite específico para el **Proyecto** es el DTU Modalidad B-Regional, que integra la información del cambio de uso de suelo en terrenos forestales y el impacto ambiental de cualquier las obras o actividades del **Proyecto**, que requiera esa autorización.
Artículo 11.- Las manifestaciones de impacto ambiental se presentarán en la modalidad regional cuando se trate de: I. Parques industriales y acuícolas, granjas acuícolas de más de 500 hectáreas, carreteras y vías férreas, proyectos de generación de energía nuclear, presas y, en general, proyectos que alteren las cuencas hidrológicas; II. Un conjunto de obras o actividades que se encuentren incluidas en un plan o programa parcial de desarrollo urbano o de ordenamiento ecológico que sea sometido a consideración de la Secretaría en los términos previstos por el artículo 22 de este reglamento; III. Un conjunto de proyectos de obras y actividades que pretendan realizarse en una región ecológica determinada, y IV. Proyectos que pretendan desarrollarse en sitios en los que por su interacción con los diferentes componentes ambientales regionales, se prevean impactos acumulativos, sinérgicos o residuales que pudieran ocasionar la destrucción, el aislamiento o la fragmentación de los ecosistemas. En los demás casos, la manifestación deberá presentarse en la modalidad particular	El **Proyecto** cumple con la citada Ley debido a que cumple con el requerimiento de presentar la evaluación de los impactos ambientales que se pudieran generar por su desarrollo, aunado al análisis técnico y científico que le da soporte. Así mismo, de conformidad con el *Acuerdo por el que se expiden los lineamientos y procedimientos para solicitar en un trámite único ante la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales las autorizaciones en materia de impacto ambiental y en materia forestal que se indican y se asignan las atribuciones correspondientes en los servidores públicos que se señalan*, presenta en un único trámite tanto la evaluación de los impactos, como la solicitud de cambio de uso de suelo, apegándose a la normatividad ambiental vigente en el país. Para la elaboración de este documento, se siguieron los lineamientos en cuanto a contenido y alcance de establecidos por este precepto, satisfaciendo así los requisitos formales y de fondo contemplados en el mismo. De igual forma, se observó lo establecido en la Guía para la elaboración de la **DT-BR**, publicada por esa H. Secretaría. De este modo, el **DTU-BR** que se exhibe, cuenta con la descripción de los impactos ambientales, así como las medidas de mitigación y compensación a adoptar.
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;	

Disposición Legal	Vinculación con el Proyecto
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.**	

Bajo el contexto anterior, y tomando en cuenta lo previsto por el **RLGEEPAEIA,** se considera que el **Proyecto** no encuentra limitante alguna para su desarrollo. Lo anterior es así, ya que el desarrollo del mismo se ajustará a lo previsto en dicho ordenamiento

ii) Reglamento de la LGDFS (RLGDFS)

El Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (**RLGDFS**) se publicó en el **DOF** el 9 de diciembre de 2020. Dicho ordenamiento tiene por objeto reglamentar la **LGDFS** en el ámbito de competencia federal, en materia de instrumentos de política forestal, manejo y aprovechamiento sustentable de los ecosistemas forestales del país y de sus recursos, así como su conservación, protección y restauración.

El Reglamento establece, entre otros aspectos, el procedimiento para solicitar la autorización para el **CUSTF**, así como el contenido que deberán tener los estudios técnicos justificativos que se elaboren para tal efecto.

Tabla III. 8. Vinculación con el RLGDFS.

Disposición Legal	Vinculación con el Proyecto
Artículo 141. Los estudios técnicos justificativos a que se refiere el artículo 93 de la Ley, deberán contener, por lo menos, lo siguiente: I. Descripción del o los usos que se pretendan dar al terreno; II. Ubicación y superficie total del o los polígonos donde se pretenda realizar el Cambio de uso del suelo en los Terrenos forestales, precisando su localización geográfica en los planos del predio correspondiente, los cuales estarán georeferenciados y expresados en coordenadas UTM; III. Descripción de los elementos físicos y biológicos de la Cuenca hidrográfica, subcuenca y microcuenca, donde se encuentra ubicada la superficie solicitada incluyendo clima, tipos de suelo, topografía, hidrografía, geología y la composición y estructura florística por tipos de vegetación y composición de grupos faunísticos; IV. Descripción de las condiciones del área sujeta a Cambio de uso de suelo en Terrenos forestales, que incluya clima, tipos de suelo, pendiente media, relieve, hidrografía y tipos de vegetación y de fauna; V. Un análisis comparativo de la composición florística y faunística del área sujeta a Cambio de uso de suelo en Terrenos forestales con relación a los tipos de vegetación del ecosistema de la cuenca, subcuenca o microcuenca hidrográfica, que permita determinar el grado de afectación por el Cambio de uso de suelo en Terrenos forestales;	Tal y como fue mencionado en el capítulo anterior, el **Proyecto** presenta vegetación forestal, de manera que requerirá de la obtención de la autorización en materia de cambio de uso de suelo en terrenos forestales. En este sentido, de conformidad con el *Acuerdo por el que se expiden los lineamientos y procedimientos para solicitar en un trámite único ante la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales las autorizaciones en materia de impacto ambiental y en materia forestal que se indican y se asignan las atribuciones correspondientes en los servidores públicos que se señalan*, presenta en un único trámite tanto la evaluación de los impactos, como la solicitud de cambio de uso de suelo, apegándose a la normatividad ambiental vigente en el país. De igual forma, se observó lo establecido en la Guía para la elaboración de la **DT-BR**, publicada por esa H. Secretaría. De este modo, el **DTU-BR** que se exhibe, cuenta con la descripción de los impactos ambientales, así como las medidas de mitigación y compensación a adoptar.

Disposición Legal	Vinculación con el Proyecto
VI. Un análisis comparativo de las tasas de erosión de los suelos, así como la calidad, captación e infiltración del agua, en el área solicitada respecto a las que se tendrían después de la remoción de la Vegetación forestal; VII. Estimación del volumen en metros cúbicos, por especie y por predio, de las Materias primas forestales derivadas del Cambio de uso del suelo; VIII. Plazo propuesto y la programación de las acciones para la ejecución del Cambio de uso de suelo; IX. Propuesta de programa de rescate y reubicación de especies de flora y fauna que pudieran resultar afectadas y su adaptación al nuevo hábitat, en caso de autorizarse el Cambio de uso de suelo; X. Medidas de prevención y mitigación por la afectación sobre los Recursos forestales, el suelo, el agua, la flora y fauna silvestres aplicables durante las distintas etapas de desarrollo del Cambio de uso de suelo; XI. Servicios ambientales que serán afectados por el Cambio de uso de suelo propuesto; XII. Análisis que demuestren que la biodiversidad de los ecosistemas que se verán afectados por el Cambio del uso de suelo se mantenga; XIII. Datos de inscripción en el Registro del Prestador de Servicios forestales que haya elaborado el estudio, y del que estará a cargo de la ejecución del Cambio de uso de suelo; XIV. Aplicación de los criterios establecidos en los programas de ordenamiento ecológico del territorio en sus diferentes categorías, las normas oficiales mexicanas y demás disposiciones jurídicas aplicables, y XV. Los demás requisitos que establezcan otras disposiciones jurídicas.	

iii) Reglamento de la LGVS (RLGVS).

Publicado en el **DOF** el 30 de noviembre de 2006 y su última reforma del 09 de mayo de 2014. Tiene por objeto reglamentar la **LGVS**, de manera que incorpora algunas definiciones adicionales a las ya enunciadas en la Ley. Asimismo, contiene disposiciones comunes para la conservación y el aprovechamiento sustentable de la vida silvestre. Los preceptos del **RLGVS** que se relacionan con el **Proyecto** se analizaron a continuación.

Tabla III. 9. Vinculación con el RLGVS.

Disposición Legal	Vinculación con el Proyecto
Artículo 12. Las personas que pretendan realizar cualquier actividad relacionada con hábitat, especies, partes o derivados de vida silvestre y que conforme a la Ley requieran licencia, permiso o autorización de la Secretaría, presentarán la solicitud correspondiente en los formatos que para tal efecto establezca la Secretaría […].	El **Proyecto** no contempla un aprovechamiento extractivo de la vida silvestre; sin embargo, reducirá en lo posible el impacto que pudiese generar a las especies de fauna en el área del **Proyecto**, a través de las distintas medidas y acciones contempladas en el capítulo VII de la presente **DTU-BR**. Si bien conforme a los muestreos realizados se identificó que en el área del **Proyecto** existen dos especies de flora y una especie de fauna listada en la NOM-059-SEMARNAT-2010 conforme a los muestreos realizados, la Promovente implementará las acciones de rescate y reubicación de fauna, con especial énfasis en dichas especies con la finalidad de ubicarlas en sitios que favorezcan su desarrollo, dentro de los siguientes programas específicos. • Programa de Educación Ambiental (PEA). • Programa de Reforestación (PR). • Programa de Rescate y Reubicación de Flora (PRRFo). • Programa de Rescate y Reubicación de Fauna (PRRFa)..

iv) Reglamento de la LGPGIR (RLGPGIR).

El Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (**RLGEPEGIR**) se publicó en el **DOF** el 30 de noviembre de 2006 y su última reforma del 31 de octubre de 2014. Tiene por objeto reglamentar la **LGPGIR** y rige en todo el territorio nacional y las zonas donde la Nación ejerce soberanía y jurisdicción. A continuación, se realiza la vinculación del **Proyecto** con los preceptos aplicables del **RLGPGIR**.

Tabla III. 10. Vinculación del Proyecto con el RLGPGIR.

Disposición Legal	Vinculación con el Proyecto
Artículo 16.- Los planes de manejo para residuos se podrán establecer en una o más de las siguientes modalidades: I. Atendiendo a los sujetos que intervienen en ellos, podrán ser: a. Privados, los instrumentados por los particulares que conforme a la Ley se encuentran obligados a la elaboración, formulación en implementación de un plan de manejo de residuos; […] II. Considerando la posibilidad de asociación de los sujetos obligados a su formulación y ejecución podrán ser: a. Individuales, aquellos en los cuales sólo un sujeto obligado establece en un único plan, el manejo integral que dará a uno, varios o todos los residuos que genere […]	Se estima que por los volúmenes de generación de los residuos no será obligatorio elaborar el Plan de Manejo de conformidad con lo establecido en el Reglamento para la categoría gran generador de residuos peligrosos. Por lo anterior, se buscará la adición a alguno existente del mismo sector, conforme a lo establecido en la **LGPGIR** y su Reglamento.
Artículo 17.- Los sujetos obligados a formular y ejecutar un plan de manejo podrán realizarlo en los términos previstos en el presente Reglamento o las normas oficiales mexicanas correspondientes, o bien adherirse a los planes de manejo establecidos.	

Disposición Legal	Vinculación con el Proyecto
La adhesión a un plan de manejo establecido se realizará de acuerdo a los mecanismos previstos en el propio plan de manejo, siempre que los interesados asuman expresamente todas las obligaciones previstas en él.	
Artículo 24. Las personas que conforme a lo dispuesto en la Ley deban registrar ante la Secretaría los planes de manejo de residuos peligrosos se sujetarán al siguiente procedimiento. […]	De ser necesario para el **Proyecto**, el **Promovente** solicitará su adhesión el plan de manejo para los residuos que genere conforme a esta disposición.
Artículo 40.- La mezcla de suelos con residuos peligrosos listados será considerada como residuo peligroso y se manejará como tal cuando se transfiera.	El **Proyecto** contempla dentro de su Programa de Manejo Integral de Residuos (PMIR) cumplir con esta disposición, identificando claramente los tres tipos de residuos sin que exista mezcla entre ellos.
Artículo 42.- Atendiendo a las categorías establecidas en la Ley, los generadores de residuos peligrosos son: I. Gran generador: el que realiza una actividad que genere una cantidad igual o superior a diez toneladas en peso bruto total de residuos peligrosos al año o su equivalente en otra unidad de medida; II. Pequeño generador: el que realice una actividad que genere una cantidad mayor a cuatrocientos kilogramos y menor a diez toneladas en peso bruto total de residuos peligrosos al año o su equivalente en otra unidad de medida, y III. Micro generador: el establecimiento industrial, comercial o de servicios que genere una cantidad de hasta cuatrocientos kilogramos de residuos peligrosos al año o su equivalente en otra unidad de medida. Los generadores que cuenten con plantas, instalaciones, establecimientos o filiales dentro del territorio nacional y en las que se realice la actividad generadora de residuos peligrosos, podrán considerar los residuos peligrosos que generen todas ellas para determinar la categoría de generación.	El **Proyecto** caracterizará los residuos peligrosos que puedan generarse durante las etapas de preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento del **Proyecto** de conformidad con la **NOM-052-SEMARNAT-2005**, los cuales serán manejados de conformidad con lo establecido en la LGPGIR, su Reglamento.
Artículo 43.- Las personas que conforme a la Ley estén obligadas a registrarse ante la Secretaría como generadores de residuos peligrosos se sujetarán al siguiente procedimiento: I. Incorporarán al portal electrónico de la Secretaría la siguiente información: a) Nombre, denominación o razón social del solicitante, domicilio, giro o actividad preponderante; b) Nombre del representante legal, en su caso; c) Fecha de inicio de operaciones; d) Clave empresarial de actividad productiva o en su defecto denominación de la actividad principal; e) Ubicación del sitio donde se realiza la actividad; f) Clasificación de los residuos peligrosos que estime generar, y g) Cantidad anual estimada de generación de cada uno de los residuos peligrosos por los cuales solicite el registro; II. A la información proporcionada se anexarán en formato electrónico, tales como archivos de imagen u otros análogos, la identificación oficial, cuando se trate de personas físicas o el acta constitutiva cuando se trate de personas morales. En caso de contar con Registro Único de Personas Acreditadas bastará indicar dicho registro, y III. Una vez incorporados los datos, la Secretaría automáticamente, por el mismo sistema, indicará el número con el cual queda registrado el generador y la categoría de generación asignada.	El **Proyecto** caracterizará los residuos peligrosos que puedan generarse durante las etapas de preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento del **Proyecto** de conformidad con la **NOM-052-SEMARNAT-2005** los cuales serán manejados de conformidad con lo establecido en la LGPGIR y su Reglamento. En caso de encuadrar dentro de la categoría de Gran Generador, se elaborará el Programa de Manejo correspondiente para su posterior autorización por parte de la **SEMARNAT**.

Disposición Legal	Vinculación con el Proyecto
En caso de que para el interesado no fuere posible anexar electrónicamente los documentos señalados en la fracción II del presente artículo, podrá enviarla a la dirección electrónica que para tal efecto se habilite o presentará copia de los mismos en las oficinas de la Secretaría y realizará la incorporación de la información señalada en la fracción I directamente en la Dependencia. En tanto se suscriben los convenios a que se refieren los artículos 12 y 13 de la Ley, los micro generadores de residuos se registrarán ante la Secretaría conforme al procedimiento previsto en el presente artículo.	
Artículo 46.- Los grandes y pequeños generadores de residuos peligrosos deberán: **I.** Identificar y clasificar los residuos peligrosos que generen; **II.** Manejar separadamente los residuos peligrosos y no mezclar aquéllos que sean incompatibles entre sí, en los términos de las normas oficiales mexicanas respectivas, ni con residuos peligrosos reciclables o que tengan un poder de valorización para su utilización como materia prima o como combustible alterno, o bien, con residuos sólidos urbanos o de manejo especial; **III.** Envasar los residuos peligrosos generados de acuerdo con su estado físico en recipientes cuyas dimensiones, formas y materiales reúnan las condiciones de seguridad para su manejo conforme a lo señalado en el presente Reglamento y en las normas oficiales mexicanas correspondientes; **IV.** Marcar o etiquetar los envases que contienen residuos peligrosos con rótulos que señalen nombre del generador, nombre del residuo peligroso, características de peligrosidad y fecha de ingreso al almacén y lo que establezcan las normas oficiales mexicanas aplicables; **V.** Almacenar adecuadamente, conforme a su categoría de generación, los residuos peligrosos en un área que reúna las condiciones señaladas en el artículo 82 del presente Reglamento y en las normas oficiales mexicanas correspondientes, durante los plazos permitidos por la Ley; **VI.** Transportar sus residuos peligrosos a través de personas que la Secretaría autoricé en el ámbito de su competencia y en vehículos que cuenten con carteles correspondientes de acuerdo con la normatividad aplicable; **VII.** Llevar a cabo el manejo integral correspondiente a sus residuos peligrosos de acuerdo con lo dispuesto en la Ley, en este Reglamento y las normas oficiales mexicanas correspondientes; **VIII.** Elaborar y presentar a la Secretaría los avisos de cierre de sus instalaciones cuando éstas dejen de operar o cuando en las mismas ya no se realicen las actividades de generación de los residuos peligrosos	El **Proyecto** contempla dentro de su Programa de Manejo Integral de Residuos (PMIR) cumplir con esta disposición al contar con un almacén temporal, contratar empresas autorizadas por la autoridad competente dependiendo del tipo de residuos generado, así como presentarlas obligaciones administrativas que deriven de la categoría que se determine por el volumen generado.

En función de lo anteriormente expuesto, se desprende que el **Proyecto** dará un correcto tratamiento a los residuos que en su caso se genere con la realización del **Proyecto**. Por lo anterior, se considera que este es congruente con los preceptos previamente citados.

v) Reglamento de la LAN (RLAN).

El Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales (**RLAN**) se publicó en el **DOF** el 12 de enero de 1994 y su última reforma del 25 de agosto de 2014. Tiene por objeto reglamentar la **LAN** y rige en todo el

territorio nacional y las zonas donde la Nación ejerce soberanía y jurisdicción. A continuación, se realiza la vinculación del **Proyecto** con los preceptos aplicables del **RLAN**.

Tabla III. 11. Vinculación del Proyecto con el RLAN.

Disposición Legal	Vinculación con el Proyecto
ARTICULO 30.- Conjuntamente con la solicitud de concesión o asignación para la explotación, uso o aprovechamiento de aguas nacionales se solicitará, en su caso: el permiso de descarga de aguas residuales, el permiso para la realización de las obras que se requieran para el aprovechamiento del agua y la concesión para la explotación, uso o aprovechamiento de cauces, vasos o zonas federales a cargo de "La Comisión". En el uso agrícola a que se refiere el Capítulo II, del Título Sexto, de la "Ley", al presentarse la solicitud de concesión no se necesitará solicitar al mismo tiempo el permiso de descarga de aguas residuales, pero en la solicitud deberán asumir la obligación de sujetarse a las normas oficiales mexicanas y a las condiciones particulares de descarga que en su caso se emitan y, en especial, a lo dispuesto en el artículo 96 de la "Ley" y en el artículo 137 de este "Reglamento". Dentro del plazo establecido en la "Ley" para expedir la concesión o asignación de agua, en el mismo título se otorgarán las concesiones, asignaciones y permisos solicitados. Lo anterior sin perjuicio, de que conforme a la "Ley" y al presente "Reglamento", cuando ya exista concesión o asignación de agua se pueda solicitar por separado el permiso de descarga. Igualmente, por separado se podrán solicitar las concesiones que se requieran para la explotación, uso o aprovechamiento de cauces, vasos y zonas federales o de los materiales de construcción contenidos en los mismos.	El **Proyecto** de manera conjunta presentará la solicitud para la concesión de los pozos salinos exploratorios y de extracción con el permiso de descargas para el pozo de inyección de salmuera y para el riego de las áreas de conservación de las aguas tratadas por la PTAR.

vi) Reglamento de la LGCC (RLGCC).

El Reglamento de la Ley General de Cambio Climático en Materia del Registro Nacional de Emisiones (**RLGCC**) se publicó en el **DOF** el 28 de octubre de 2014. Tiene por objeto reglamentar la ley en lo que se refiere al Registro Nacional de Emisiones y rige en todo el territorio nacional y es de observancia general. A continuación, se realiza la vinculación del **Proyecto** con los preceptos aplicables del **RLGCC**.

Tabla III. 12. Vinculación del Proyecto con el RLGCC.

Disposición legal	Vinculación con el Proyecto
Artículo 3. Para los efectos del artículo 87, segundo párrafo de la Ley, se identifican como sectores y subsectores en los que se agrupan los Establecimientos Sujetos a Reporte, los siguientes: II. Sector Transporte: d. Subsector transporte terrestre; V. Sector Residuos: a. Subsector aguas residuales, y VI. Sector Comercio y Servicios: **e. Subsector turismo**; **Artículo 4.** Las actividades que se considerarán como Establecimientos Sujetos a Reporte agrupadas dentro de los sectores y subsectores señalados en el artículo anterior, son las siguientes: II. Sector Transporte: d. Subsector transporte terrestre: d.2. Autotransporte de carga general; d.3. Autotransporte de carga especializado, y V. Sector Residuos: a. Subsector aguas residuales: a.1. Tratamiento de aguas residuales; VI. Sector Comercio y Servicios: **e. Subsector turismo:** **e.1. Hoteles, moteles y similares**; Las actividades agrupadas a los sectores transporte, agropecuario, residuos y de comercio y servicios a que se refieren las fracciones II, IV, V y VI del presente artículo, calcularán y reportarán sus Emisiones considerando todas las instalaciones, sucursales, locales, lugares donde se almacenen mercancías y en general cualquier local, instalación o sitio que utilicen para el desempeño de sus actividades.	El **Promovente** sumará las emisiones GEI objeto del presente **Proyecto** a las emisiones totales de las cadenas de hoteles de su propiedad en la República Mexicana en cumplimiento a este precepto legal en la presentación de su reporte anual de emisiones.

III.2. Programas de Ordenamiento Ecológico del Territorio (POET).

i) Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT).

Fue expedido mediante Acuerdo Secretarial publicado en el **DOF** el 7 de septiembre de 2012. Tiene por objeto, en términos de lo establecido en el Artículo 20 de **LGEEPA**, determinar la regionalización ecológica del territorio nacional y de las zonas sobre las que la nación ejerce soberanía y jurisdicción, a partir del diagnóstico de las características, disponibilidad y demanda de los recursos naturales, así como de las actividades productivas que en ellas se desarrollen y, de la ubicación y situación de los asentamientos humanos existentes, determinando los lineamientos y estrategias ecológicas para la preservación, protección, restauración y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, así como para la localización de actividades productivas y de los asentamientos humanos.

En este sentido, el **POEGT** promueve un esquema de coordinación y corresponsabilidad entre los sectores de la Administración Pública Federal (**APF**), que es a quienes está dirigido, lo que permite generar sinergias y propiciar un desarrollo sustentable en cada una de las regiones ecológicas

identificadas en el territorio nacional. Por su escala y alcance, el **POEGT** no tiene como objeto autorizar o prohibir el uso del suelo para el desarrollo de las actividades sectoriales.

Por lo que, dicho instrumento, en términos de los artículos segundo y tercero de su Acuerdo de expedición, es de observancia obligatoria en todo el territorio nacional y vincula las acciones y programas de la Administración Pública Federal y las entidades paraestatales en el marco del Sistema Nacional de Planeación Democrática. Con lo que las Dependencias y Entidades de la Administración Pública Federal deberán observar el **POEGT** en sus programas operativos anuales, en sus proyectos de presupuestos de egresos y en sus programas de obra pública.

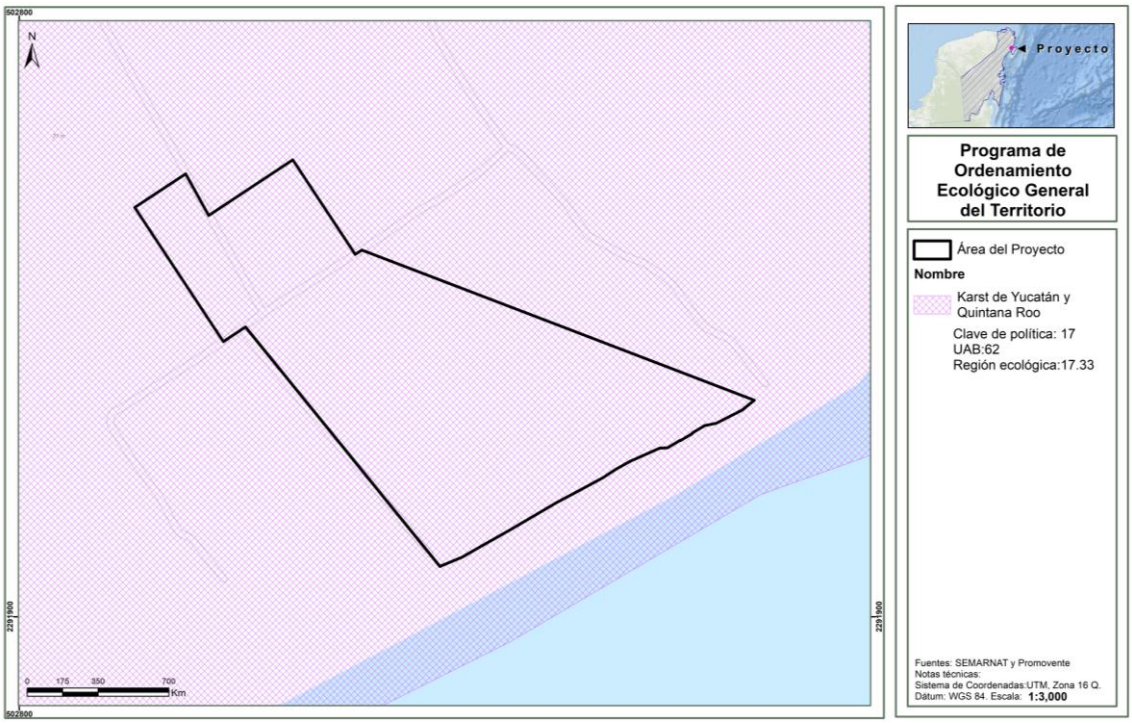
En tal sentido, el **POEGT** está integrado por:

- Regionalización ecológica, que identifica las áreas de atención prioritaria y las áreas de aptitud sectorial,
- Lineamientos ecológicos, y
- Estrategias ecológicas

Estos dos últimos componentes aplicables a la regionalización ecológica, enfocados a la preservación, protección, restauración y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales.

De conformidad con la regionalización ecológica establecidas en el **POEGT**, el **Proyecto** que nos ocupa se ubica en la **Región Ecológica 17.33, UAB** número **62** denominada "Karst de Yucatán y Quintana Roo", tal y como se puede apreciar en la figura siguiente.

Figura III. 7. UAB en la que incide el Proyecto.



Las características de la **UAB** en comento se describen en la tabla que se presenta a continuación:

Tabla III. 13. Características de la UAB en la que se ubica el Proyecto.

Clave región	UAB	Nombre de la UAB	Rectores del desarrollo	Coadyuvantes del desarrollo	Asociados del desarrollo	Otros sectores de interés	Política ambiental	Nivel de atención prioritaria	Estrategias
17.33	62	Karst de Yucatán y Quintana Roo	Preservación de flora y Fauna - Turismo	Desarrollo Social - Forestal	Agricultura - Ganadería	Pueblos Indígenas	Restauración, Protección y Aprovechamiento Sustentable	Alta	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10,11, 12, 13, 14, 21, 22, 23, 31, 32, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44

A partir de lo anterior, se identifica que las políticas ambientales que rigen el área de influencia son Aprovechamiento Sustentable cuyos rectores del desarrollo es turismo, las cuales son compatibles con el desarrollo del **Proyecto**.

Ahora bien, por lo que corresponde a las estrategias aplicables, se presenta el siguiente ejercicio de vinculación, que de naturaleza indicativa, a la luz de las características jurídicas y técnicas del **POEGT**, han señalado antes.

Tabla III. 14. Vinculación con estrategias del POEGT.

Estrategia	Vinculación del Proyecto
Grupo I. Dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del Territorio	
A) Preservación 1. Conservación *in situ* de los ecosistemas y su biodiversidad. 2. Recuperación de especies en riesgo. 3. Conocimiento, análisis y monitoreo de los ecosistemas y su biodiversidad.	El **Proyecto** es compatible con este criterio, dado que la finalidad del DTU presentado, requiere el cambio de uso de suelo en terrenos forestales conformado por dos lote siendo una superfcie total de 118,525.02 m^2, que de acuerdo a los criterios establecidos por el Coeficiente de Ocupación Superficial(COS) de 0.5 para el lote 1 número 004-01 con una superficie de 93,533.07 m^2 y Coeficiente de Uso de Suelo (CUS) de 0.3 para el lote 2 número 053-4 con una superficie de 24,991.97 m^2. El área del Proyecto ocupa para el desarrollo del mismo de 60,366.32 m^2, dejando un área de conservación de 58,158.73 m^2. Adicionalmente el **Proyecto** contempla los siguientes programas específicos para la recuperación in situ de los ecosistemas y especies en riesgo y biodiversidad, tales como: • Programa de Vigilancia Ambiental (PVA). • Programa de Educación Ambiental (PEA). • Programa de Conservación de Suelos (PCS). • Programa de Reforestación (PR). • Programa de Rescate y Reubicación de Flora (PRRFo). • Programa de Rescate y Reubicación de Fauna (PRRFa).
B) Aprovechamiento Sustentable 4. Aprovechamiento sustentable de ecosistemas, especies, genes y recursos naturales. 5. Aprovechamiento sustentable de los suelos agrícolas y pecuarios. 6. Modernizar la infraestructura hidroagrícola y tecnificar las superficies agrícolas. 7. Aprovechamiento sustentable de los recursos forestales.	Tal y como se desprende de las estrategias que se relacionan, éstas se encuentran dirigidas al aprovechamiento sustentable de los componentes y recursos naturales presentes en la región, lo cual se logra a través de la implementación de las estrategias de prevención y mitigación contempladas en el capítulo VII del **DTU-BR,** a través de programas específicos. Dichos programas son los siguientes: • Programa de Vigilancia Ambiental (PVA).

Estrategia	Vinculación del Proyecto
8. Valoración de los servicios ambientales.	• Programa de Manejo Integral de Residuos (PMIR). • Programa de Educación Ambiental (PEA). • Programa de Conservación de Suelos (PCS). • Programa de Reforestación (PR). • Programa de Rescate y Reubicación de Flora (PRRFo). • Programa de Rescate y Reubicación de Fauna (PRRFa). • Acciones especificas en materia de aire, suelo y agua. De esta forma que el Proyecto no representan un impacto negativo a los componentes ambientales. Lo anterior, en el sentido que, a través de las medidas de prevención y mitigación se realizará un aprovechamiento sustentable de los recursos presentes y buscando generar una armonía con los servicios y procesos ambientales de la zona, buscando en todo momento el menor de los impactos posibles.
C) Protección de los recursos naturales 9. Propiciar el equilibrio de las cuencas y acuíferos sobreexplotados. 10. Reglamentar para su protección, el uso del agua en las principales cuencas y acuíferos. 11. Mantener en condiciones adecuadas de funcionamiento las presas administradas por CONAGUA. 12. Protección de los ecosistemas. 13. Racionalizar el uso de agroquímicos y promover el uso de biofertilizantes.	El **Proyecto** es compatible con esta estrategia, dado que para mantener un equilibrio con relación al uso, consumo y descarga del recurso agua presente, dentro del diseño del **Proyecto** se realizó un "*Estudio Geohidrológico*" con la finalidad de obtener aguas salina mediante pozos exploratorios y de extracción para su posterior tratamiento mediante una planta desalinizadora, reinyectando el agua de desecho (salmuera residual) hacia pozos de inyección con el objetivo de evitar efectos negativos o advseros al estrés hídrico que podría presentar la región. Asimismo, dentro del diseño del **Proyecto** se construirá una Planta Tratadora de Aguas Residuales (**PTAR**), cuya descarga del 75% se realizará como riego a las áreas de conservación re-inyetando este recurso al acuífero y el 25% restante será inyectado junto con el agua de desecho de la planta desalinizadora al pozo de inyección.
D) Restauración 14. Restauración de los ecosistemas forestales y suelos agrícolas.	El **Proyecto** es compatible con esta estrategia, debido que a través de las estrategias de mitigación y compensación de los programas específicos se restauran las áreas y el ecosistema a nivel regional, entre los programas especificos, tales como: • Programa de Conservación de Suelos (PCS). • Programa de Reforestación (PR). • Programa de Rescate y Reubicación de Flora (PRRFo). • Programa de Rescate y Reubicación de Fauna (PRRFa). • Acciones especificas en materia de aire, suelo y agua.
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. 22. Orientar la política turística del territorio hacia el desarrollo regional. 23. Sostener y diversificar la demanda turística doméstica e internacional con mejores relaciones consumo (gastos del	El **Proyecto** es compatible con esta estrategia al ser de gran valor a la creciente demanda turística de Quintana Roo y la imagen arquitectónica de la zona. El Hotel Terraesmeralda Punta Maroma busca desarrollar un nuevo destino vacacional que ofrezca al mismo tiempo, la versatilidad de un hotel familiar, así como la tranquilidad y exclusividad de unidades de propiedad. Asimismo, se propone como un hotel que contiene distintas zonas características para ofrecer a los huéspedes distintas

Estrategia	Vinculación del Proyecto
turista) – beneficio (valor de la experiencia, empleos mejor remunerados y desarrollo regional).	experiencias dentro del conjunto, así mismo se contempla la edificación de una zona residencial.
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. 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.	Las estrategias que aquí se vinculan, se impulsan con el desarrollo del **Proyecto** al estar acorde con los criterios de competitividad, sustentabilidad y menos costosas, derivado del desarrollo del turístico basado en los criterios de ordenamiento del territorio y los usos de suelo al cumplir con ellos el presente **Proyecto**.
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. 37. Integrar a mujeres indígenas y grupos vulnerables al sector económico-productivo en núcleos agrarios y localidades rurales vinculadas. 38. Fomentar el desarrollo de capacidades básicas de las personas en condición de pobreza. 39. Incentivar el uso de los servicios de salud, especialmente de las mujeres y los niños de las familias en pobreza. 40. Atender desde el ámbito del desarrollo social, las necesidades de los adultos mayores mediante la integración social y la igualdad de oportunidades. 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.	Estas estrategias están enfocadas al que hacer de la **APF**. Sin embargo, el **Proyecto** contempla criterios de inclusión a través del personal que será contratado para la operación de los servicios turísticos con acceso a salarios que mejoren la calidad de vida de los empleados del **Proyecto**.
Grupo III. Dirigidas al Fortalecimiento de la gestión y la coordinación institucional	
A) Marco Jurídico 42. Asegurara la definición y el respeto a los derechos de propiedad rural.	Estas estrategias están enfocadas al que hacer de la **APF**. Por lo que no le resultan aplicables al **Proyecto**.
B) Planeación del Ordenamiento Territorial 43. Integrar, modernizar y mejorar el acceso al catastro rural y la información agraria para impulsar proyectos productivos. 44. Impulsar el ordenamiento territorial estatal y municipal y el desarrollo regional mediante acciones coordinadas entre los tres órdenes de gobierno y concertadas con la sociedad civil.	Estas estrategias están enfocadas al que hacer de la **APF**. Por lo que no le resultan aplicables al **Proyecto**.

Con base en lo anterior, se prevé para la región **17.33 (UAB 62)** el grupo de estrategias: I. Dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del territorio, en la que se prevé preservación, aprovechamiento sustentable y restauración de los recursos forestales, valorizando los servicios ambientales que brindan, las del Grupo II Dirigidas al mejoramiento social e infraestructura urbana y las del Grupo III. Dirigidas al fortalecimiento de la gestión y la coordinación institucional.

Por lo que, a la luz de las consideraciones realizadas en este apartado, es evidente que existen estrategias que impulsan el desarrollo del **Proyecto** dentro de la zona en la que se pretende realizar,

y por lo tanto se estima que el desarrollo turístico es compatible con las políticas y estrategias del **POEGT**.

Como resultado del análisis realizado al presente instrumento de política ambiental, se identificó que las estrategias ecológicas analizadas no establecen contradicción o limitación legal alguna para el desarrollo del **Proyecto**.

ii) Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe (POEMyRGMyMC).

La parte marina del Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe (**POEMyRGMyMC**), que corresponde a las áreas o superficies ubicadas en zonas marinas mexicanas, incluyendo las zonas federales adyacentes, se expidió mediante Acuerdo publicado en el Diario Oficial de la Federación el 24 de noviembre de 2012.

De manera específica el **POEMyRGMyMC** tiene por objeto 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.

De conformidad con el Modelo de Ordenamiento Ecológico (**MOE)** previsto en el **POEMyRGMyMC**, el **Proyecto** guarda una incidencia mínima dentro de la Unidad de Gestión Ambiental (**UGA) número 139** denominada "Solidaridad", tal y como se puede apreciar en la siguiente figura.

Figura III. 8. UGA 139 en la que incide el Proyecto.



A continuación, se presentan las acciones aplicables a la UGA 139.

Tabla III. 15. Acciones generales aplicables a la UGA 139 y su vinculación con el proyecto.

Clave	Acción	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.	El **Proyecto** es compatible con esta acción, dado que promove el uso, consumo y descarga del recurso agua presente mediante prácticas de manejo eficiente al contemplar dentro del diseño del **Proyecto** un "*Estudio Geohidrológico*" con la finalidad de obtener aguas salina mediante pozos exploratorios y de extracción para su posterior tratamiento mediante una planta desalinizadora, reinyectando el agua de desecho (salmuera residual) hacia pozos de inyección con la finalidad de no tener efectos negativos o adveseros al estrés hídrico que podría presentar la región. Asimismo, dentro del diseño del **Proyecto** se construirá una Planta Tratadora de Aguas Residuales (**PTAR**), cuya descarga del 75% se realizará como riego a las áreas de conservación re-inyectando este recurso al acuífero y el 25% restante será inyectado junto con el agua de desecho de la planta desalinizadora al pozo de inyección.
G002	Promover el establecimiento del pago por servicios ambientales hídricos en coordinación con la CONAGUA y las demás autoridades competentes.	Esta acción no le es aplicable al **Proyecto**, debido a que son actividades específicas de acuerdo a sus competencias de cada orden de gobierno.

Clave	Acción	Vinculación con el proyecto
G003	Impulsar y apoyar la creación de UMA para evitar el comercio de especies de extracción y sustituirla por especies de producción	Esta acción no le es aplicable al **Proyecto**, debido a que son actividades específicas de aprovechamiento de la vida silvestre.
G004	Instrumentar o en su caso reforzar las campañas de vigilancia y control de las actividades extractivas de flora y fauna silvestre, particularmente para las especies registradas en la Norma Oficial Mexicana, Protección ambiental-Especies Nativas de México de Flora y Fauna Silvestre-Categoría de Riesgo y Especificaciones para su Inclusión, Exclusión o Cambio-Lista de Especies en Riesgo (NOM-059-SEMARNAT-2010)	Esta acción no le es aplicable al **Proyecto**, debido a que no realiza actividades extractivas de flora y fauna. Sin embargo, en el **Proyecto** se establecen medidas de protección y conservación de la flora y la fauna de manera específica para las especies listadas en la nom-059-semarnat-2010, tales como: • Programa de Rescate y Reubicación de Flora (PRRFo). • Programa de Rescate y Reubicación de Fauna (PRRFa). • Programa de Reforestación (PR).
G005	Establecer bancos de germoplasma, conforme a la legislación aplicable	Esta acción no le es aplicable al **Proyecto**, debido a que no realiza actividades de germoplasma de flora y fauna. Sin embargo, en el **Proyecto** se establecen medidas de protección y conservación de la flora y la fauna de manera específica para las especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, tales como: • Programa de Rescate y Reubicación de Flora (PRRFo). • Programa de Rescate y Reubicación de Fauna (PRRFa). • Programa de Reforestación (PR).
G006	Reducir la emisión de gases de efecto invernadero.	El **Proyecto** es compatible con esta acción, dado que establece medidas específicas para la reducción de emisiones de gases contaminantes, entre los que se encuentran GEI, en los vehículos y maquinaria que será utilizada en el desarrollo del **Proyecto**. • Verificación vehicular • Mantenimiento preventivo y correctivo de las unidades de vehículos y maquinaría • Retiro de vehículos y maquinaria con emisiones ostentosas
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.	Esta acción no le es aplicable al **Proyecto**, debido a que son actividades de competencia de cada orden de gobierno.
G008	El uso de Organismos Genéticamente Modificados debe realizarse conforme a la legislación vigente.	Esta acción no le es aplicable al **Proyecto**, debido a que no lleva a cabo el uso de Organismos Genéticamente Modificados.
G009	Planificar las acciones de construcción de infraestructura, en particular la de comunicaciones terrestres para evitar la fragmentación del hábitat.	El **Proyecto** es compatible, debido a que el diseño de la infraestructura y de los caminos debe ser de libre tránsito para los huéspedes, sino tambien para aquellos individuos de fauna que pudeieran transitar por las áreas de conservación.
G010	Instrumentar campañas y mecanismos para la reutilización de áreas agropecuarias para evitar su expansión hacia áreas naturales.	Esta acción no le es aplicable al **Proyecto**, debido a que son actividades específicas de acuerdo a las competencias de cada orden de gobierno.
G011	Instrumentar medidas de control para minimizar las afectaciones producidas a los ecosistemas costeros por efecto de las actividades humanas.	El **Proyecto** es compatible con esta acción, debido que a través de las estrategias de mitigación y compensación de los programas específicos se

Clave	Acción	Vinculación con el proyecto
		reducen o eliminan los impactos adversos al ecosistema costero. Dichos programas son los siguientes: • Programa de Conservación de Suelos (PCS). • Programa de Reforestación (PR). • Programa de Rescate y Reubicación de Flora (PRRFo). • Programa de Rescate y Reubicación de Fauna (PRRFa). • Acciones especificas en materia de aire, suelo y agua.
G012	Impulsar la ubicación o reubicación de parques industriales en sitios ya perturbados o de escaso valor ambiental	Esta acción no le es aplicable al **Proyecto**, debido a que son actividades específicas de acuerdo con la competencia de cada orden de gobierno.
G013	Evitar la introducción de especies potencialmente invasoras en o cerca de las coberturas vegetales nativas.	El **Proyecto** es compatible con esta acción, en el Programa de Reforestación solo se incluyen especies nativas de la región.
G014	Promover la reforestación en los márgenes de los ríos.	El **Proyecto** es compatible con esta acción, ya que establece un Programa de Reforestación en las áreas que determine la propia SEMARNAT, debido a la ausencia de ríos dentro del **Proyecto**.
G015	Evitar el asentamiento de zonas industriales o humanas en los márgenes o zonas inmediatas a los cauces naturales de los ríos.	Esta acción no le es aplicable al **Proyecto**, debido a que son actividades específicas de acuerdo con la competencia de cada orden de gobierno.
G016	Reforestar las laderas de las montañas con vegetación nativa de la región.	El **Proyecto** es compatible con esta acción, ya que establece un Programa de Reforestación en las áreas que determine la propia SEMARNAT, debido a la ausencia de predios dentro del **Proyecto** y el SAR.
G017	Desincentivar las actividades agrícolas en las zonas con pendientes mayores a 50%.	Esta acción no le es aplicable al **Proyecto**, debido a que no llevará a cabo actividades agrícolas.
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.	El **Proyecto** es compatible con esta acción, ya que establece un Programa de Reforestación en las áreas que determine la propia SEMARNAT, debido a la ausencia de cauces naturales dentro del **Proyecto**.
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.	Esta acción no le es aplicable al **Proyecto**, debido a que son actividades específicas de acuerdo con la competencia de cada orden de gobierno.
G020	Recuperar y mantener la vegetación natural en las riberas de los ríos y zonas inundables asociadas a ellos.	El **Proyecto** es compatible con esta acción, ya que establece un Programa de Reforestación en las áreas que determine la propia SEMARNAT, debido a la ausencia de ríos y zonas inundables dentro del **Proyecto**.
G021	Promover las tecnologías productivas en sustitución de las extractivas.	Esta acción no le es aplicable al **Proyecto**, debido a que son actividades específicas de acuerdo con la competencia de cada orden de gobierno.
G022	Promover el uso de tecnologías productivas intensivas en sustitución de las extensivas.	Esta acción no le es aplicable al **Proyecto**, debido a que son actividades específicas de acuerdo a sus competencias de cada orden de gobierno.

Clave	Acción	Vinculación con el proyecto
G023	Implementar campañas de control de especies que puedan convertirse en plagas	Esta acción no le es aplicable al **Proyecto**, debido a que son actividades específicas de acuerdo con la competencia de cada orden de gobierno.
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.	El **Proyecto** es compatible con esta acción, debido que a través de las estrategias de mitigación y compensación de los programas específicos se coadyuva a incrementar la superfcie de sumideros de carbono, entre los programas especificos, tales como: • Programa de Conservación de Suelos (PCS). • Programa de Reforestación (PR). • Programa de Rescate y Reubicación de Flora (PRRFo).
G025	Fomentar el uso de especies nativas que posean una alta tolerancia a parámetros ambientales cambiantes para las actividades productivas.	Esta acción no le es aplicable al **Proyecto**, debido a que son actividades específicas de acuerdo con la competencia de cada orden de gobierno.
G026	Identificar las áreas importantes para el mantenimiento de la conectividad ambiental en gradientes altitudinales y promover su conservación (o rehabilitación).	El **Proyecto** es compatible con esta acción, dado que la finalidad del DTU presentado, requiere el cambio de uso de suelo en terrenos forestales conformado por dos lotes conformando una superficie total de 118,525.02 m^2, que de acuerdo a los criterios establecidos por el Coeficiente de Ocupación Superficial (COS) de 0.5 para el lote 1 número 004-01 con una superficie de 93,533.07 m^2 y Coeficiente de Uso de Suelo (CUS) de 0.3 para el lote 2 número 053-4 con una superficie de 24,991.97 m^2. El área del Proyecto ocupa para el desarrollo del mismo de 60,366.32 m^2, dejando un área de conservación de 58,158.73 m^2 que servirá la conectividad ambiental del ecosistema.
G027	Promover el uso de combustibles de no origen fósil	Esta acción no le es aplicable al **Proyecto**, debido a que son actividades específicas de acuerdo con la competencia de cada orden de gobierno.
G028	Promover el uso de energías renovables	El **Proyecto**, una vez en operación podría ir sustituyendo el comsuno de energía proveniente de combustibles fósiles por fuentes de generación renovables.
G029	Promover un aprovechamiento sustentable de la energía	El **Proyecto**, una vez en operación implementaría mecanismos de ahorro de energía y eficiencia energética en sus equipos.
G030	Fomentar la producción y uso de equipos energéticamente más eficientes	El **Proyecto**, una vez en operación implementaría mecanismos de ahorro de energía y efeiciencia energética en sus equipos.
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.	El **Proyecto** es compatible para esta acción al usar gas natural en los equipos de calefacción y cocinas del **Proyecto**.
G032	Promover la generación y uso de energía a partir de hidrógeno	Esta acción no le es aplicable al **Proyecto**, debido a que son actividades específicas de acuerdo a sus competencias de cada orden de gobierno.
G033	Promover la investigación y desarrollo en tecnologías limpias	Esta acción no le es aplicable al **Proyecto**, debido a que son actividades específicas de acuerdo a sus competencias de cada orden de gobierno.
G034	Impulsar la reducción del consumo de energía de viviendas y edificaciones a través de la implementación	El **Proyecto**, una vez en operación implementaría mecanismos de ahorro de energía y eficiencia energética en sus equipos.

Clave	Acción	Vinculación con el proyecto
	de diseños bioclimático, el uso de nuevos materiales y de tecnologías limpias.	
G035	Establecer medidas que incrementen la eficiencia energética de las instalaciones domésticas existentes.	El **Proyecto**, una vez en operación implementaría mecanismos de ahorro de energía y eficiencia energética en sus equipos.
G036	Establecer medidas que incrementen la eficiencia energética de las instalaciones industriales existentes.	El **Proyecto**, una vez en operación implementaría mecanismos de ahorro de energía y eficiencia energética en sus equipos.
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.	Esta acción no le es aplicable al **Proyecto**, debido a que son actividades específicas de acuerdo con la competencia de cada orden de gobierno.
G038	Evaluar la potencialidad del suelo para la captura de carbono	Esta acción no le es aplicable al **Proyecto**, debido a que son actividades específicas de acuerdo con la competencia de cada orden de gobierno.
G039	Promover y fortalecer la formulación e instrumentación de los ordenamientos ecológicos locales en el ASO	Esta acción no le es aplicable al **Proyecto**, debido a que son actividades específicas de acuerdo con la competencia de cada orden de gobierno.
G040	Fomentar la participación de las industrias en el Programa Nacional de Auditoría Ambiental	El **Proyecto**, una vez en operación implementaría mecanismos necesarios para inscribirse al Programa de Auditoría Ambiental
G041	Fomentar la elaboración de Programas de Desarrollo Urbano en los principales centros de población de los municipios	Esta acción no le es aplicable al **Proyecto**, debido a que son actividades específicas de acuerdo con la competencia de cada orden de gobierno.
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.	Esta acción no le es aplicable al **Proyecto**, debido a que son actividades específicas de acuerdo con la competencia de cada orden de gobierno.
G043	LA SEMARNAT, considerará el contenido aplicable de este Programa. En su participación para la actualización de la Carta Nacional Pesquera, Asimismo, lo considerará en las medidas tendientes a la protección de quelonios, mamíferos marinos y especies bajo un estado especial de protección, que dicte de conformidad con la Ley General de Pesca y Acuacultura Sustentable.	Esta acción no le es aplicable al **Proyecto**, debido a que son actividades específicas de acuerdo con las competencias de la SEMARNAT.
G044	Contribuir a la construcción y reforzamiento de las cadenas productivas y de comercialización interna y externa de las especies pesqueras.	Esta acción no le es aplicable al **Proyecto**, debido a que es una actividad de servicios turísticos.
G045	Consolidar el servicio de transporte público en las localidades nodales.	Esta acción no le es aplicable al **Proyecto**, debido a que son actividades específicas de acuerdo con las competencias de cada orden de gobierno.
G046	Fomentar la ampliación o construcción de infraestructuras que liberen tránsito de paso, corredores congestionados y mejore el servicio de transporte.	Esta acción no le es aplicable al **Proyecto**, debido a que son actividades específicas de acuerdo con las competencias de cada orden de gobierno.
G047	Impulsar la diversificación de actividades productivas.	Esta acción no le es aplicable al **Proyecto**, debido a que son actividades específicas de acuerdo con las competencias de cada orden de gobierno.
G048	Instrumentar y apoyar campañas para la prevención ante la eventualidad de desastres naturales.	El **Proyecto**, una vez en operación implementaría mecanismos necesarios para la actuación y respuesta en caso de emergencias por desastres

Clave	Acción	Vinculación con el proyecto
		naturales. Asimismo, realizó un par de estudios para el diseño en caso de inundación, tales como: • Determinación de la cota de inundación por tormenta asociada a diferentes períodos de retorno, en Playa del Carmen, Quintana Roo: Describe la metodología para determinar la cota de inundación por tormenta que se puede presentar en la zona costera en la que se encuentra ubicado el **Proyecto**. • Estudio Hidrológico Terraesmeralda: Este estudio tuvo la finalidad de aplicar los parámetros hidrológicos del área del **Proyecto** para aplicarlos al diseño del drenaje pluvial vonforme a la lluvia máxima en 24 horas con períodos de retorno de 5, 10, 25, 50, 100, 500 y 1000 años.
G049	Fortalecer la creación o consolidación de los comités de protección civil.	El **Proyecto**, una vez en operación implementaría mecanismos necesarios para atender las emergencias de protección civil conforme a os requerimientos estatales y municipales.
G050	Promover que las construcciones de las casashabitación sean resistentes a eventos hidrometeorológicos.	En el diseño del **Proyecto** se consideran como criterios los fenómenos hidrometeorlógicos, principalmente por zona de huracanes. Asimismo, realizó un par de estudios para el diseño en caso de inundación, tales como: • Determinación de la cota de inundación por tormenta asociada a diferentes períodos de retorno, en Playa del Carmen, Quintana Roo: Describe la metodología para determinar la cota de inundación por tormenta que se puede presentar en la zona costera en la que se encuentra ubicado el **Proyecto**. • Estudio Hidrológico Terraesmeralda: Este estudio tuvo la finalidad de aplicar los parámetros hidrológicos del área del Proyecto para aplicarlos al diseño del drenaje pluvial conforme a la lluvia máxima en 24 horas con períodos de retorno de 5, 10, 25, 50, 100, 500 y 1000 años.
G051	Realizar campañas de concientización sobre el manejo adecuado de residuos sólidos urbanos.	El **Proyecto** considera las siguientes medidas de prevención y mitigación en el manejo de residuos, tales como: • Programa de Educación Ambiental (PEA). • Programa de Manejo Integral de Residuos (PMIR).
G052	Implementar campañas de limpieza, particularmente en asentamientos suburbanos y urbanos (descacharrización, limpieza de solares, separación de basura, etc.)	El **Proyecto** considera las siguientes medidas de prevención y mitigación en el manejo de residuos, tales como: • Programa de Educación Ambiental (PEA). • Programa de Manejo Integral de Residuos (PMIR).
G053	Instrumentar programas y mecanismos de reutilización de las aguas residuales tratadas.	El **Proyecto** considera una PTAR como medidas de prevención y mitigación en el manejo de aguas residuales, cuya agua tratada será destinada para el riego de las áreas de conservación.

Clave	Acción	Vinculación con el proyecto
G054	Promover en el sector industrial la instalación y operación adecuada de plantas de tratamiento para sus descargas.	El **Proyecto** considera una PTAR como medidas de prevención y mitigación en el manejo de aguas residuales, cuya agua tratada será destinada para el riego de las áreas de conservación.
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.	De las **6.0366 hectáreas de ocupación del proyecto,** para el cumplimiento de esta acción el Promovente estará presentando ante la SEMARNAT el presente **DTU-BR** para el cambio de uso de suelo en terrenos forestales por una superficie de **4.7577 has** de Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia, la demás superficie es desprovista de vegetación **1.2789 has**.
G056	Promover e impulsar la construcción y adecuada operación de sitios de disposición final de residuos sólidos urbanos, peligrosos o de manejo especial de acuerdo a la normatividad vigente.	Esta acción no le es aplicable al **Proyecto**, debido a que son actividades específicas de acuerdo con las competencias de cada orden de gobierno.
G057	Promover los estudios sobre los problemas de salud relacionados con los efectos del cambio climático.	Esta acción no le es aplicable al **Proyecto**, debido a que son actividades específicas de acuerdo con las competencias de cada orden de gobierno.
G058	La gestión de residuos peligrosos deberá realizarse conforme a lo establecido por la legislación vigentey los lineamientos de la CICOPLAFEST que resulten aplicables.	El **Proyecto** considera las siguientes medidas de prevención y mitigación en el manejo de residuos, tales como: • Programa de Educación Ambiental (PEA). • Programa de Manejo Integral de Residuos (PMIR).
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	Esta acción no le es aplicable al **Proyecto**, debido a que no se ubica dentro de alguna ANP de cáracter federal, estatal y municipal.
G060	Ubicar la construcción de infraestructura costera en sitios donde se minimice el impacto sobre la vegetación acuática sumergida.	El **Proyecto** es compatible con esta acción, ya que no existe infraestructura sobre vegetación acuática sumergida.
G061	La construcción de infraestructura costera se deberá realizar con procesos y materiales que minimicen la contaminación del ambiente marino.	El **Proyecto** es compatible con esta acción, ya que no existe infraestructura sobre el ambiente marino.
G062	Implementar procesos de mejora de la actividad agropecuaria y aplicar mejores prácticas de manejo.	Esta acción no le es aplicable al **Proyecto**, debido a que son actividades específicas de acuerdo con las competencias de cada orden de gobierno.
G063	Promover la elaboración de ordenamientos pesqueros y acuícolas a diferentes escalas y su vinculación con los ordenamientos ecológicos.	Esta acción no le es aplicable al **Proyecto**, debido a que son actividades específicas de acuerdo con las competencias de cada orden de gobierno.
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	El **Proyecto** es compatible con esta acción, debido a que los caminos que construirá no afectarán el comportamiento hidrológico de los flujos subterráneos o supérficiales.
G065	La realización de obras y actividades en Areas 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.	Esta acción no le es aplicable al **Proyecto**, debido a que no se ubica dentro de alguna ANP de cáracter federal, estatal y municipal. Sin embargo, es potestad de la SEMARNAT solicitar opinión técnica del proyecto a la CONANP.

Tabla III. 16. Acciones específicas aplicables a la UGA 139 y su vinculación con el Proyecto.

Clave	Acción	Vinculación con el Proyecto
A001	Fortalecer los mecanismos para el control de la comercialización y uso de agroquímicos y pesticidas.	Esta acción no le es aplicable al **Proyecto**, debido a que no usará ni comercializará agroquímicos ni pesticidas.
A002	Instrumentar mecanismos de capacitación para el manejo adecuado de agroquímicos y pesticidas.	Esta acción no le es aplicable al **Proyecto**, debido a que no usará ni comercializará agroquímicos ni pesticidas.
A003	Fomentar el uso de fertilizantes orgánicos y abonos verdes en los procesos de fertilización del suelo de actividades agropecuarias y forestales.	El **Proyecto** utilizará fertilizantes orgánicos y abonos verdes en el caso de las acciones mantenimiento de las áreas de conservación, solo en el caso de ser necesaria su fertilización.
A005	Fomentar la reducción de pérdida de agua durante los procesos de distribución de la misma.	Una vez iniciada la operación del **Proyecto**, se instrumentarán medidas de uso eficiente del agua en todas las áreas del mismo.
A006	Implementar programas para la captación de agua de lluvia y el uso de aguas grises.	El **Proyecto** en su diseño para el manejo adecuado del drenaje pluvial, realizó un *"Estudio Hidrológico Terraesmeralda"*: Este estudio tuvo la finalidad de aplicar los parámetros hidrológicos del área del **Proyecto** para aplicarlos al diseño del drenaje pluvial vonforme a la lluvia máxima en 24 horas con períodos de retorno de 5, 10, 25, 50, 100, 500 y 1000 años, para desarrollar el sistema más adecuado para el **Proyecto**.
A007	Promover la constitución de áreas destinadas voluntariamente a la conservación o ANP en áreas aptas para la conservación o restauración de ecosistemas naturales.	El **Proyecto** es compatible con esta acción, dado que la finalidad del DTU presentado, requiere el cambio de uso de suelo en terrenos forestales conformado por dos lotes que conforman una superficie total de 118,525.02 m^2, que de acuerdo a los criterios establecidos por el Coeficiente de Ocupación Superficial (COS) de 0.5 para el lote 1 número 004-01 con una superficie de 93,533.07 m^2 y Coeficiente de Uso de Suelo (CUS) de 0.3 para el lote 2 número 053-4 con una superficie de 24,991.97 m^2. El área del **Proyecto** ocupa para el desarrollo del mismo de 60,366.32 m^2, dejando un área de conservación de 58,158.73 m^2 que servirá la conectividad ambiental del ecosistema.
A008	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 contempla actividades sobre el frente de playa; sin embargo, como medida de protección cercana a lás áreas de playa potencialmente áreas de arribo, se estarán implementando acciones mediante un *"Programa de protección de tortugas cercanas al área del **Proyecto"***.
A009	Fortalecer la inspección y vigilancia en las zonas de anidación y reproducción de las tortugas marinas	El **Proyecto** no contempla actividades sobre el frente de playa; sin embargo, como medida de protección cercana a lás áreas de playa potencialmente áreas de arribo, se estarán implementando acciones mediante un *"Programa de protección de tortugas cercanas al área del **Proyecto",*** mediante el cual se fortalecerán los mecanismos de inspección y vigilancia.
A010	Fortalecer el apoyo económico de las actividades de conservación de las tortugas marinas	El **Proyecto** no contempla actividades sobre el frente de playa, sin embargo como medida de protección cercana a lás áreas de playa

Clave	Acción	Vinculación con el Proyecto
		potencialmente áreas de arribo, se estarán implementando acciones mediante un *"Programa de protección de tortugas cercanas al área del **Proyecto",*** mediante el cual se destinarán recursos económicos para su implementación.
A011	Establecer e impulsar programas de restauración y recuperación de la cobertura vegetal original para revertir el avance de la frontera agropecuaria.	El **Proyecto** es compatible con esta acción, debido que a través de las estrategias de mitigación y compensación de los programas específicos se coadyuva a incrementar la superfcie de restauración, entre los programas especificos, tales como: • Programa de Conservación de Suelos (PCS). • Programa de Reforestación (PR). • Programa de Rescate y Reubicación de Flora (PRRFo).
A012	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** es compatible con esta acción, debido a que en la zona de dunas presentes no estaría realizando ningun tipo de infraestructura conservando su vegetación actual.
A013	Establecer las medidas necesarias para evitar la introducción de especies potencialmente invasoras por actividades marítimas en los términos establecidos por los artículos 76 y 77 de la Ley de Navegación y Comercio Marítimo.	Esta acción no le es aplicable al **Proyecto**, debido a que no realizará actividades marítimas.
A014	Instrumentar campañas de restauración, reforestación y recuperación de manglares y otros humedales en las zonas de mayor viabilidad ecológica.	Esta acción no le es aplicable al **Proyecto**, debido a que son actividades específicas de acuerdo con las competencias de cada orden de gobierno.
A015	Promover e impulsar la reubicación de instalaciones que se encuentran sobre las dunas arenosas en la zona costera del ASO.	El **Proyecto** es compatible con esta acción, debido a que en la zona de dunas presentes no estaría realizando ningun tipo de infraestructura conservando su vegetación actual.
A016	Establecer corredores biológicos para conectar las ANP existentes o las áreas en buen estado de conservación dentro del ASO.	El **Proyecto** es compatible con esta acción, dado que la finalidad del DTU presentado, requiere el cambio de uso de suelo en terrenos forestales conformado por dos lotes que conforman una superficie total de 118,525.02 m^2, que de acuerdo a los criterios establecidos por el Coeficiente de Ocupación Superficial (COS) de 0.5 para el lote 1, número 004-01 con una superficie de 93,533.07 m^2 y Coeficiente de Uso de Suelo (CUS) de 0.3 para el lote 2 número 053-4 con una superficie de 24,991.97 m^2. El área del **Proyecto** ocupa para el desarrollo del mismo de 60,366.32 m^2, dejando un área de conservación de 58,158.73 m^2 que servirá la conectividad ambiental del ecosistema.
A017	Establecer e impulsar programas de restauración, reforestación y recuperación de zonas degradadas.	El **Proyecto** es compatible con esta acción debido que a través de las estrategias de mitigación y compensación de los programas específicos, coadyuva a incrementar la superficie de restauración. Los programas específicos que contempla el proyecto para contribuir con estas acciones, son: • Programa de Conservación de Suelos (PCS). • Programa de Reforestación (PR). • Programa de Rescate y Reubicación de Flora (PRRFo).

Clave	Acción	Vinculación con el Proyecto
A018	Promover acciones de protección y recuperación de especies bajo algún régimen de protección considerando en la Norma Oficial Mexicana, Protección ambiental-Especies Nativas de México de Flora y Fauna Silvestre-Categoría de Riesgo y Especificaciones para su Inclusión, Exclusión o Cambio-Lista de Especies en Riesgo (NOM-059 SEMARNAT-2010).	El **Proyecto** es compatible con esta acción debido que, a través de las estrategias de mitigación y compensación de los programas específicos, se reducen o eliminan los impactos adversos y se promueve la protección y recuperación especies de la flora y la fauna. Los programas específicos que contempla el Proyecto para tales acciones, son: • Programa de Conservación de Suelos (PCS). • Programa de Reforestación (PR). • Programa de Rescate y Reubicación de Flora (PRRFo). • Programa de Rescate y Reubicación de Fauna (PRRFa). • Acciones especificas en materia de aire, suelo y agua.
A019	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 le es aplicable esta acción al **Proyecto**, debido a que no cuenta con un sitio contaminado para ser remediado.
A020	Promover el uso de tecnologías de manejo de la caña en verde para evitar las emisiones producidas en los periodos de zafra.	Esta acción no le es aplicable al **Proyecto**, debido a que son actividades específicas de acuerdo con las competencias de cada orden de gobierno.
A021	Fortalecer los mecanismos de control de emisiones y descargas para mejorar la calidad del aire, agua y suelos, particularmente en las zonas industriales y urbanas del ASO.	El **Proyecto** es compatible con esta acción, debido que a través de las estrategias de mitigación y compensación de los programas específicos se establecen los mecanismos de control de emisiones y descargas para mejorar la calidad del aire, agua y suelos. Los programas específicos que contempla el Proyecto para tales actividades, son: • Programa de Conservación de Suelos (PCS). • Programa de Reforestación (PR). • Programa de Rescate y Reubicación de Flora (PRRFo). • Programa de Rescate y Reubicación de Fauna (PRRFa). • Acciones especificas en materia de aire, suelo y agua. • Planta de tratamiento de aguas residuales.
A022	Fomentar programas de remediación y monitoreo de zonas y aguas costeras afectadas por los hidrocarburos.	Esta acción no le es aplicable al **Proyecto**, debido a que son actividades específicas de acuerdo con las competencias de cada orden de gobierno.
A023	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.	Esta acción no le es aplicable al **Proyecto**, debido a que son actividades específicas de acuerdo con las competencias de cada orden de gobierno.
A024	Fomentar el uso de tecnologías para reducir la emisión de gases de efecto invernadero y partículas al aire por parte de la industria y los automotores cuando ello sea técnicamente viable.	Esta acción no le es aplicable al **Proyecto**, debido a que son actividades específicas de acuerdo con las competencias de cada orden de gobierno.
A025	Promover la participación de las industrias en acciones tendientes a una gestión adecuada de residuos	El **Proyecto** considera las siguientes medidas de prevención y mitigación en el manejo de residuos, tales como:

Clave	Acción	Vinculación con el Proyecto
	peligrosos, con el objeto de prevenir la contaminación de suelos y fomentar su preservación.	• Programa de Educación Ambiental (PEA). • Programa de Manejo Integral de Residuos (PMIR).
A026	Promover e impulsar el uso de tecnologías "Limpias" y "Ambientalmente amigables" en las industrias registradas en el ASO y su área de influencia. Fomentar que las industrias que se establezcan cuenten con las tecnologías de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero.	Esta acción no le es aplicable al **Proyecto**, debido a que son actividades específicas de acuerdo con las competencias de cada orden de gobierno.
A027	Mantener al mínimo posible la superficie ocupada por las instalaciones de infraestructura en las playas para evitar su perturbación.	El **Proyecto** es compatible con esta acción, debido a que en la zona de playas presentes no estaría realizando ningun tipo de infraestructura conservando su vegetación actual.
A028	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	El **Proyecto** es compatible con esta acción, debido a que en la zona de dunas no tiene previsto instalar ningún tipo de infraestructura, con lo que se conservará su vegetación actual.
A029	Promover la preservación del perfil de la costa y los patrones naturales de circulación de las corrientes alineadas a la costa, salvo cuando dichas modificaciones correspondan a proyectos de infraestructura que tengan por objeto mitigar o remediar los efectos causados por alguna contingencia meteorológica o desastre natural.	Esta acción no le es aplicable al **Proyecto** debido a que son actividades específicas de acuerdo con las competencias de cada orden de gobierno.
A030	Generar o adaptar tecnologías constructivas y de ingeniería que minimicen la afectación al perfil costero y a los patrones de circulación de aguas costeras.	Esta acción no le es aplicable al **Proyecto** debido a que son actividades específicas de acuerdo con las competencias de cada orden de gobierno.
A031	Promover la preservación de las características naturales de las barras arenosas que limitan los sistemas lagunares costeros.	Esta acción no le es aplicable al **Proyecto** debido a que son actividades específicas de acuerdo con las competencias de cada orden de gobierno.
A032	Promover el mantenimiento de las características naturales, físicas y químicas de playas y dunas costeras	El **Proyecto** es compatible con esta acción debido a que en la zona playa y de dunas presentes no se tiene previsto instalar ningún tipo de infraestructura, conservando su vegetación actual.
A033	Fomentar el aprovechamiento de la energía eólica, excepto cuando su infraestructura pueda afectar corredores de especies migratorias.	Esta acción no le es aplicable al **Proyecto** debido a que son actividades específicas de acuerdo con las competencias de cada orden de gobierno.
A037	Promover la generación energética por medio de energía solar.	Esta acción no le es aplicable al **Proyecto** debido a que son actividades específicas de acuerdo con las competencias de cada orden de gobierno.
A038	Impulsar el uso de los residuos agrícolas para la generación de energía y reducir los riesgos de incendios forestales en las regiones más secas.	Esta acción no le es aplicable al **Proyecto**, debido a que son actividades específicas de acuerdo con las competencias de cada orden de gobierno.
A039	Promover la reducción del uso de agroquímicos sintéticos a favor del uso de mejoradores orgánicos.	Esta acción no le es aplicable al **Proyecto**, debido a que son actividades específicas de acuerdo con las competencias de cada orden de gobierno.
A040	Impulsar la sustitución de las actividades de pesca extractiva por actividades de producción acuícola con especies nativas de la zona en la cual se aplica el programa y con tecnologías que no contaminen el ambiente y cuya infraestructura no afecte los sistemas naturales.	Esta acción no le es aplicable al **Proyecto**, debido a que son actividades específicas de acuerdo con las competencias de cada orden de gobierno.

Clave	Acción	Vinculación con el Proyecto
A044	Diversificar la base de especies en explotación comercial en las pesquerías.	Esta acción no le es aplicable al **Proyecto**, debido a que son actividades específicas de acuerdo con las competencias de cada orden de gobierno.
A046	Incentivar el cumplimiento de los mecanismos existentes para controlar el vertido y disposición de residuos de embarcaciones, en las porciones marinas tanto costeras como oceánicas.	Esta acción no le es aplicable al **Proyecto**, debido a que son actividades específicas de acuerdo con las competencias de cada orden de gobierno.
A050	Promover el desarrollo de Programas de Desarrollo Urbano y Programas de Conurbación con el fin de dotar de infraestructura de servicios a las comunidades rurales.	Esta acción no le es aplicable al **Proyecto**, debido a que son actividades específicas de acuerdo con las competencias de cada orden de gobierno.
A051	Promover la construcción de caminos rurales, de terracería o revestidos entre las localidades estratégicas para mejorar la comunicación.	Esta acción no le es aplicable al **Proyecto**, debido a que son actividades específicas de acuerdo con las competencias de cada orden de gobierno.
A052	Promover el uso sostenible de la tierra/agricultura (cultivos, ganado, pastos y praderas, y bosques) y prácticas de manejo y tecnología que favorezcan la captura de carbono.	Esta acción no le es aplicable al **Proyecto**, debido a que son actividades específicas de acuerdo con las competencias de cada orden de gobierno.
A053	Desincentivar y evitar el desarrollo de actividades productivas extensivas.	Esta acción no le es aplicable al **Proyecto**, debido a que son actividades específicas de acuerdo con las competencias de cada orden de gobierno.
A054	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.	Esta acción no le es aplicable al **Proyecto**, debido a que son actividades específicas de acuerdo con las competencias de cada orden de gobierno.
A055	Coordinar los programas de gobierno que apoyan a la producción agropecuaria para actuar sinérgicamente sobre el territorio y la población que lo ocupa.	Esta acción no le es aplicable al **Proyecto**, debido a que son actividades específicas de acuerdo con las competencias de cada orden de gobierno.
A056	Identificar e implementar aquellos cultivos aptos a las condiciones ambientales cambiantes.	Esta acción no le es aplicable al **Proyecto**, debido a que son actividades específicas de acuerdo con las competencias de cada orden de gobierno.
A057	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.	Esta acción no le es aplicable al **Proyecto**, debido a que son actividades específicas de acuerdo con las competencias de cada orden de gobierno.
A058	Realizar campañas para reubicar a personas fuera de las zonas de riesgo.	Esta acción no le es aplicable al **Proyecto**, debido a que son actividades específicas de acuerdo con las competencias de cada orden de gobierno.
A059	Identificar, reforzar o dotar de equipamiento básico a las localidades estratégicas para la conservación y/o el desarrollo sustentable.	Esta acción no le es aplicable al **Proyecto**, debido a que son actividades específicas de acuerdo con las competencias de cada orden de gobierno.
A060	Establecer y mejorar sistemas de alerta temprana ante eventos hidrometeorológicos extremos.	Esta acción no le es aplicable al **Proyecto**, debido a que son actividades específicas de acuerdo con las competencias de cada orden de gobierno.
A061	Mejorar las condiciones de las viviendas y de infraestructura social y comunitaria en las localidades de mayor marginación.	Esta acción no le es aplicable al **Proyecto**, debido a que son actividades específicas de acuerdo con las competencias de cada orden de gobierno.
A062	Fortalecer y consolidar las capacidades organizativas y de infraestructura para el manejo adecuado y disposición final de residuos peligrosos y de manejo especial. Asegurar el Manejo Integral de los Residuos Peligrosos.	El **Proyecto** considera las siguientes medidas de prevención y mitigación en el manejo de residuos: • Programa de Educación Ambiental (PEA). • Programa de Manejo Integral de Residuos (PMIR).

Clave	Acción	Vinculación con el Proyecto
A063	Instalar nuevas plantas de tratamiento de aguas residuales municipales y optimizar las ya existentes.	Esta acción no le es aplicable al **Proyecto** debido a que son actividades específicas de acuerdo con las competencias de cada orden de gobierno. Asimismo, dentro del diseño del **Proyecto** se construirá una Planta Tratadora de Aguas Residuales (**PTAR**), cuya descarga del 75% se realizará como riego a las áreas de conservación re-inyetando este recurso al acuífero y el 25% restante será inyectado junto con el agua de desecho de la planta desalinizadora al pozo de inyección.
A064	Completar la conexión de las viviendas al sistema de colección de aguas residuales municipales y a las plantas de tratamiento.	Esta acción no le es aplicable al **Proyecto**, debido a que son actividades específicas de acuerdo con las competencias de cada orden de gobierno.
A065	Instrumentar programas de recuperación y mejoramiento de suelos mediante el uso de lodos inactivados de las plantas de tratamiento de aguas servidas municipales.	Esta acción no le es aplicable al **Proyecto**, debido a que son actividades específicas de acuerdo con las competencias de cada orden de gobierno.
A066	Incrementar la capacidad de tratamiento de las plantas para dar tratamiento terciario a los efluentes e inyectar aguas de mayor calidad al manto freático en apoyo, en su caso, a la restauración de humedales.	Dentro del diseño del **Proyecto** se construirá una Planta Tratadora de Aguas Residuales (**PTAR**), cuya descarga del 75% se realizará como riego a las áreas de conservación re-inyetando este recurso al acuífero y el 25% restante será inyectado junto con el agua de desecho de la planta desalinizadora al pozo de inyección.
A067	Incrementar la capacidad de captación de aguas pluviales en las zonas urbanas y turísticas.	Esta acción no le es aplicable al **Proyecto**, debido a que son actividades específicas de acuerdo con las competencias de cada orden de gobierno.
A068	Promover el manejo integral de los residuos sólidos, peligrosos y de manejo especial para evitar su impacto ambiental en el mar y zona costera.	El **Proyecto** considera medidas de prevención y mitigación en el manejo de residuos, tales como: • Programa de Educación Ambiental (PEA). • Programa de Manejo Integral de Residuos (PMIR).
A069	Promover el tratamiento o disposición final de los residuos sólidos urbanos, peligrosos y de manejo especial para evitar su disposición en el mar.	El **Proyecto** considera medidas de prevención y mitigación en el manejo de residuos, tales como: • Programa de Educación Ambiental (PEA). • Programa de Manejo Integral de Residuos (PMIR).
A070	Realizar campañas de colecta y concentración de residuos sólidos urbanos en la zona costera para su disposición final.	El **Proyecto** considera medidas de prevención y mitigación en el manejo de residuos, tales como: • Programa de Educación Ambiental (PEA). • Programa de Manejo Integral de Residuos (PMIR).
A071	Diseñar e instrumentar acciones coordinadas entre sector turismo y sector conservación para reducir al mínimo la afectación de los ecosistemas en zonas turísticas y aprovechar al máximo el potencial turístico de los recursos. Impulsar y fortalecer las redes de turismo de la naturaleza (ecoturismo) en todas sus modalidades como una alternativa al desarrollo local respetando los criterios de sustentabilidad según la norma correspondiente.	Esta acción no le es aplicable al **Proyecto** debido a que son actividades específicas de acuerdo con las competencias de cada orden de gobierno.
A072	Promover que la operación de desarrollos turísticos se haga con criterios de sustentabilidad ambiental y social, a través de certificaciones ambientales nacionales o internacionales, u otros mecanismos.	Una vez iniciada la operación del **Proyecto** se realizarán los trabajos tendientes a obtener la certificación de servicios en materia ambiental y

Clave	Acción	Vinculación con el Proyecto
		social con organismos acreditarores nacionales o internacionales.
A077	La construcción, modernización y ampliación de la infraestructura aeroportuaria deberá minimizar la afectación de la estructura y función de los ecosistemas y sus bienes y servicios ambientales, entre éstos: flujos hidrológicos, conectividad de ecosistemas, especies en riesgo, recarga de acuíferos y hábitats críticos.	Esta acción no le es aplicable al **Proyecto** debido a que son actividades específicas de acuerdo con las competencias de cada orden de gobierno.

En tal sentido, derivado de la vinculación realizada del ordenamiento y la naturaleza del **Proyecto**, se desprende que éste es compatible y congruente con lo establecido en las acciones generales y específicas definidas.

Aunado a lo mencionado, el propio ordenamiento establece criterios que impulsan el desarrollo del **Proyecto** y que son compatibles con la construcción y operación de éste, por lo que se estima que su desarrollo se encuentra acorde con los objetivos y metas que se trazan en el Programa.

Además, entre otros aspectos, para su desarrollo y ejecución se implementarán las medidas de prevención, mitigación y compensación necesarias para garantizar el aprovechamiento sustentable de los recursos en la zona.

iii) Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Solidaridad (POELMS).

El Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Solidaridad (**POELMS**) fue publicado el 25 de mayo 2009 en el Periódico Oficial del Gobierno de Estado de Quinatana Roo.

El **POELMS** subdivide el territorio municipal en 19 unidades de gestión ambiental. En la conformación de tales unidades se partió de la caracterización de los atributos ambientales definidos para las unidades de paisaje identificadas en el territorio municipal (CNEC, 2007), teniendo en cuenta la congruencia jurídica con los instrumentos de planeación vigentes, que emanan de decretos, programas, políticas, planes o autorizaciones jurídicamente válidas, así como la vocación y aptitud natural del territorio, los usos del suelo actuales y las tendencias de desarrollo.

De conformidad con el Modelo de Ordenamiento Ecológico (**MOE)** previsto en el **POELMS**, el **Proyecto** guarda una incidencia mínima dentro de la Unidad de Gestión Ambiental (**UGA) número 17** denominada "Corredor Turístico Punta Brava-Xcalacoco", tal y como se puede apreciar en la siguiente figura.

Figura III. 9. UGA 17 en la que incide el Proyecto.



Tabla III. 17. Vinculación del proyecto con las características de la UGA 17.

Características	Descripción	Vinculación del proyecto
Política ambiental	Conservación	El **Proyecto** es compatible con este criterio, dado que la finalidad del DTU presentado, requiere el cambio de uso de suelo en terrenos forestales conformado por dos lotes con una superficie total de 118,525.02 m^2, que de acuerdo con los criterios establecidos por el Coeficiente de Ocupación Superficial (COS) de 0.5 para el lote 1, número 004-01 con una superficie de 93,533.07 m^2, y Coeficiente de Uso de Suelo (CUS) de 0.35 para el lote 2, número 053-4 con una superficie de 24,991.97 m^2. El área del **Proyecto** ocupa para el desarrollo del mismo de 60,366.32 m^2, dejando un área de conservación de 58,158.73 m^2. Adicionalmente el **Proyecto** contempla los siguientes programas específicos para la recuperación in situ de los ecosistemas y especies en riesgo y biodiversidad, tales como: • Programa de Vigilancia Ambiental (PVA). • Programa de Educación Ambiental (PEA). • Programa de Conservación de Suelos (PCS). • Programa de Reforestación (PR). • Programa de Rescate y Reubicación de Flora (PRRFo). • Programa de Rescate y Reubicación de Fauna (PRRFa).
Vocación de uso del suelo	Turística	El **Proyecto** es compatible al ser un desarrollo turístico como un hotel que contiene distintas zonas

Características	Descripción	Vinculación del proyecto
		características para ofrecer a los huéspedes diferentes experiencias dentro del conjunto. El **Proyecto** busca desarrollar un nuevo destino vacacional que ofrezca al mismo tiempo, la versatilidad de un hotel familiar, así como la tranquilidad y exclusividad de unidades de propiedad.
Usos condicionados	Turístico, ecoturístico, suburbano, UMA's, deportivo, parque recreativo, comercial, equipamiento, reserva natural, marina	El **Proyecto** es compatible al ser un desarrollo turístico consistente en un hotel.
Lineamiento ambiental	La ecoeficiencia es el elemento clave que distingue a los desarrollos de esta zona, se logra una integración de los elementos naturales en el diseño de los proyectos que elimina prácticas de alto impacto ambiental. El manejo de residuos sólidos, manejo y disposición final de aguas residuales operan bajo estándares superiores a los establecidos en la normatividad vigente.	Tal y como se observa en el lineamiento ambiental plasmado, se encuentran dirigido a la ecoeficiencia de los componentes y recursos naturales presentes en la región, lo cual se logra a través de la implementación de las estrategias de prevención y mitigación contempladas en el capítulo VII del **DTU-BR,** a través de los programas específicos siguientes: • Programa de Vigilancia Ambiental (PVA). • Programa de Manejo Integral de Residuos (PMIR). • Programa de Educación Ambiental (PEA). • Programa de Conservación de Suelos (PCS). • Programa de Reforestación (PR). • Programa de Rescate y Reubicación de Flora (PRRFo). • Programa de Rescate y Reubicación de Fauna (PRRFa). • Acciones especificas en materia de aire, suelo y agua. El diseño del **Proyecto** prevé la construcción de una Planta Tratadora de Aguas Residuales (**PTAR**), cuya descarga del 75% se realizará como riego a las áreas de conservación re-inyetando este recurso al acuífero y el 25% restante será inyectado junto con el agua de desecho de la planta desalinizadora al pozo de inyección. De esta forma que el desarrollo del Proyecto no representa un impacto negativo a los componentes ambientales ya que través de las medidas de prevención y mitigación se realizará un aprovechamiento sustentable de los recursos presentes y buscando generar armonía con los servicios y procesos ambientales de la zona, evitando los impactos en la mayor medida posible.
Estrategias ambientales	Se mantiene la cobertura del manglar y las áreas afectadas se restauran.	El **Proyecto** es compatible con esta estrategia, debido que dentro del área éste no hay manglar. No obstante, para las áreas afectadas se cuenta con un Programa de Restauración específico como medida de compensación.
	El 65 % de la vegetación natural remanente se mantiene y enriquece.	El **Proyecto** es compatible con este criterio dado que la finalidad del DTU presentado, requiere el cambio de uso de suelo en terrenos forestales conformado por dos lotes con una superficie total de 118,525.02 m^2, que de acuerdo con los criterios establecidos por el Coeficiente de Ocupación Superficial (COS) de 0.5

Características	Descripción	Vinculación del proyecto
	Solo se realiza el 35 % de cambio de uso del suelo de la superficie desarrollable.	para el lote 1, número 004-01 con una superficie de 93,533.07 m^2 y, Coeficiente de Uso de Suelo (CUS) de 0.3 para el lote 2, número 053-4 con una superficie de 24,991.97 m^2. El área del **Proyecto** ocupa para el desarrollo del mismo de 60,366.32 m^2, dejando un área de conservación de 58,158.73 m^2. De las **6.0366 hectáreas de ocupación del proyecto,** para el cumplimiento de esta acción el Promovente estará presentando ante la SEMARNAT el presente **DTU-BR** para el cambio de uso de suelo en terrenos forestales por una superficie de **4.7577 has** de Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia, la demás superficie es desprovista de vegetación **1.2789 has**.
	Se realiza una disposición adecuada de aguas residuales y sus subproductos.	Dentro del diseño del **Proyecto** se construirá una Planta Tratadora de Aguas Residuales (**PTAR**), cuya descarga del 75% se realizará como riego a las áreas de conservación re-inyetando este recurso al acuífero y el 25% restante será inyectado junto con el agua de desecho de la planta desalinizadora al pozo de inyección.
	Se reduce el consumo eléctrico convencional con el empleo de sistemas alternativos.	El **Proyecto**, una vez en operación, podría ir sustituyendo el comsuno de energía proveniente de combustibles fósiles por fuentes de generación renovables renovables,
	Las playas tortugueras se mantienen funcionales para la anidación	El **Proyecto** no contempla actividades sobre el frente de playa, sin embargo, como medida de protección cercana a lás áreas de playa, potencialmente áreas de arribo, se estarán implementando acciones mediante un *"Programa de protección de tortugas cercanas al área de **Proyecto**"*, mediante el cual se estarían destinando recursos humanos, materiales y económicos para su implementación.
	No se genera contaminación al manto freático ni al suelo.	Tal y como se observa en el lineamiento ambiental plasmado, se encuentran dirigido a la ecoeficiencia de los componentes y recursos naturales presentes en la región, lo cual se logra a través de la implementación de las estrategias de prevención y mitigación contempladas en el capítulo VII del **DTU-BR,** mediante los siguientes programas específicos: • Programa de Vigilancia Ambiental (PVA). • Programa de Manejo Integral de Residuos (PMIR). • Programa de Educación Ambiental (PEA). • Programa de Conservación de Suelos (PCS). • Programa de Reforestación (PR). • Programa de Rescate y Reubicación de Flora (PRRFo). • Programa de Rescate y Reubicación de Fauna (PRRFa). • Acciones especificas en materia de aire, suelo y agua. Dentro del diseño del **Proyecto** se construirá una Planta Tratadora de Aguas Residuales (**PTAR**), cuya descarga del 75% se realizará como riego a las áreas de conservación re-inyetando este recurso al acuífero y el 25% restante será inyectado junto con el agua de

Características	Descripción	Vinculación del proyecto
		desecho de la planta desalinizadora al pozo de inyección. De esta forma, el **Proyecto** no representan un impacto negativo a los componentes ambientales. Lo anterior, en el sentido que, a través de las medidas de prevención y mitigación se realizará un aprovechamiento sustentable de los recursos presentes y buscando generar una armonía con los servicios y procesos ambientales de la zona, buscando en todo momento el menor de los impactos posibles.
	Se promueve la certificación ambiental de los Hoteles.	Una vez que el **Proyecto** se encuentre en etapa de operación, se iniciarán los procedimientos de certificación de servicios en materia ambiental y social con organismos acreditarores nacionales o internacionales.
	Se registra en bitácora ambiental en cumplimiento de la normatividad de cada proyecto y el proceso de cambios de uso del suelo. Los desarrolladores reducen, reutilizan, reciclan y compostean sus residuos.	Tal y como se observa en el lineamiento ambiental plasmado, se encuentran dirigido a la ecoeficiencia de los componentes y recursos naturales presentes en la región, lo cual se logra a través de la implementación de las estrategias de prevención y mitigación contempladas en el capítulo VII del **DTU-BR,** a través de programas específicos siguientes: • Programa de Vigilancia Ambiental (PVA). • Programa de Manejo Integral de Residuos (PMIR). • Programa de Educación Ambiental (PEA). • Programa de Conservación de Suelos (PCS). • Programa de Reforestación (PR). • Programa de Rescate y Reubicación de Flora (PRRFo). • Programa de Rescate y Reubicación de Fauna (PRRFa). • Acciones especificas en materia de aire, suelo y agua. Dentro del diseño del **Proyecto** se construirá una Planta Tratadora de Aguas Residuales (**PTAR**), cuya descarga del 75% se realizará como riego a las áreas de conservación re-inyetando este recurso al acuífero y el 25% restante será inyectado junto con el agua de desecho de la planta desalinizadora al pozo de inyección. De esta forma el **Proyecto** no representan un impacto negativo a los componentes ambientales ya que a través de las medidas de prevención y mitigación, se realizará un aprovechamiento sustentable de los recursos presentes buscando generar una armonía con los servicios y procesos ambientales de la zona.

Tabla III. 18. Vinculación del proyecto con los criterios de regulación ecológica.

Clave	Criterio	Vinculación del proyecto
06	Se deberá reutilizar el agua tratada para el riego de áreas verdes, jardines, campos deportivos o áreas con vegetación natural, así como para su uso en servicios sanitarios y otros compatibles. En todo momento la calidad del agua tratada deberá	Dentro del diseño del **Proyecto** se construirá una Planta Tratadora de Aguas Residuales (**PTAR**), cuya descarga del 75% se realizará como riego a las áreas de conservación re-inyetando este recurso al acuífero y el 25% restante será inyectado junto con

Clave	Criterio	Vinculación del proyecto
	cumplir los estándares indicados en la Norma Oficial Mexicana aplicable.	el agua de desecho de la planta desalinizadora al pozo de inyección. El tratada cumplirá con los Límites máximos Permisibles de acuerdo al cuerpo receptor en su descarga de conformidad a la NOM-001-SEMARNAT-2021.
19	La densidad para desarrollos turísticos hoteleros es de hasta 10 cuartos por hectárea.	El **Proyecto** tiene una condición y restriccciones autorizada diferentes al presente criterio. En relación con el **lote 1, número 004-01** con una superficie de 93,533.07 m^2, el Acuerdo mediante el cual se aprueba el Cambio de Uso de Suelo del predio identificado como punta Maroma del municipio de Solidaridad, Quintana Roo, aprobado en la trigésima primera sesión ordinaria del H. Ayuntamiento de Solidaridad, Quintana Roo período 213-2016, publicado en el Periódico Oficial del Estado de Quintana Roo, el 31 marzo de 2015, el cual establece una densidad de 1,193 cuartos por lote. Así como a la constancia de uso de suelo mediante oficio DGIDUMAYCC/SPU/NDA/2177/2019, de fecha 4 de octubre de 2019, expedida por la Dirección de Desarrollo Urbano del H. Municipio de Solidaridad (la cual se presenta en el **Anexo_III_1_constancia de uso de suelo, acta de sesión de cabildo y publicación el Diario Oficial**). Para el **lote 2**, **número 053-4** con una superficie de 24,991.97 m^2, se cumplirá este criterio en la etapa 5 del año 15 del incio del **Proyecto**, si no ha cambiado dicho criterio.
21	La densidad en fraccionamientos mixtos hotelero-habitacional, se determinará a partir del número de cuartos que resulte de multiplicar la superficie total del predio por la densidad asignada. La conversión de cuartos hoteleros a viviendas se determinará de conformidad con las equivalencias indicadas en el criterio CE-15.	El **Proyecto** tiene una condición y restriccciones autorizada diferentes al presente criterio, de conformidad para el **lote 1 número 004-01** con una superficie de 93,533.07 m^2, de conformidad al Acuerdo mediante el cual se aprueba el Cambio de Uso de Suelo del predio identificado como punta Maroma del municipio de Solidaridad, Quintana Roo, aprobado en la trigésima primera sesión ordinaria del H. Ayuntamiento de Solidaridad, Quintana Roo período 213-2016, publicado en el Periódico Oficial del Estado de Quintana Roo, el 31 marzo de 2015, el cual establece una densidad de 1,193 cuartos por lote. Así como a la constancia de uso de suelo mediante oficio DGIDUMAYCC/SPU/NDA/2177/2019, de fecha 4 de octubre de 2019, expedida por la Dirección de Desarrollo Urbano del H. Municipio de Solidaridad (la cual se presenta en el **Anexo_III_1_Uso de suelo, se presenta constancia de uso de suelo, acta de sesión de cabildo y publicación el Diario Oficial**). Para el **lote 2, número 053-4** con una superficie de 24,991.97 m^2, se cumplirá este criterio en la etapa 5 del año 15 del incio del **Proyecto**, si no ha cambiado dicho criterio.
27	La superficie máxima de aprovechamiento no podrá exceder del 35 % del predio en donde se realizará el desplante de las edificaciones, obra exterior, circulaciones, áreas verdes y cualquier otra obra o servicio relativo al uso permitido. La	El **Proyecto** tiene una condición y restriccciones autorizada diferentes al presente criterio: Para el **lote 1, número 004-01** con una superficie de 93,533.07 m^2, conforme al Acuerdo mediante el cual se aprueba el Cambio de Uso de Suelo del predio identificado como Punta Maroma del municipio de

Clave	Criterio	Vinculación del proyecto
	superficie restante deberá mantenerse en condiciones naturales.	Solidaridad, Quintana Roo, aprobado en la trigésima primera sesión ordinaria del H. Ayuntamiento de Solidaridad, Quintana Roo, período 213-2016, publicado en el Periódico Oficial del Estado de Quintana Roo, el 31 marzo de 2015, el cual establece COS de 0.5. Así como a la constancia de uso de suelo mediante oficio DGIDUMAYCC/SPU/NDA/2177/2019, de fecha 4 de octubre de 2019, expedida por la Dirección de Desarrollo Urbano del H. Municipio de Solidaridad. Para el **lote 2 número 053-4** con una superficie de 24,991.97 m^2, se cumplirá este criterio de COS del 0.35. En conclusión el **Proyecto** es compatible con este criterio, dado que la finalidad del DTU presentado, requiere el cambio de uso de suelo en terrenos forestales conformado por dos lotes con una superficie total de 118,525.02 m^2, que de acuerdo con los criterios establecidos por el Coeficiente de Ocupación Superficial (COS) de 0.5 para el lote 1, número 004-01 con una superficie de 93,533.07 m^2 y Coeficiente de Uso de Suelo (CUS) de 0.35 para el lote 2 número 053-4 con una superficie de 24,991.97 m^2. El área del **Proyecto** ocupa para el desarrollo del mismo de 60,366.32 m^2, dejando un área de conservación de 58,158.73 m^2.
36	Se permite la modificación de hasta el 25 % de la superficie del sustrato rocoso de la franja litoral dentro de los predios, para usos recreativos y amenidades (asoleaderos, palapas, albercas marinas). La superficie que se modifique formará parte del área de aprovechamiento del predio.	El diseño del **Proyecto** no contempla la instalación infraestructura en la franja litoral para usos recreativos y amenidades, por tal motivo cumple con dicho criterio.
54	El manejo y disposición final de los lodos y otros residuos generados en el tratamiento de las aguas residuales es responsabilidad del propietario del sistema de tratamiento que los genere, quien deberá presentar un reporte semestral ante la autoridad correspondiente, turnando una copia a la SEDUMA para la inclusión de los resultados en la Bitácora Ambiental, que indique el volumen de agua tratado, tipo y características de los lodos y otros residuos generados, tratamiento aplicado a los lodos, resultados del análisis CRETIB y sitio o forma de disposición final.	Dentro del diseño del **Proyecto** está previsto la construcción de una Planta Tratadora de Aguas Residuales (**PTAR**), cuya descarga del 75% se realizará como riego a las áreas de conservación re-inyetando este recurso al acuífero y el 25% restante será inyectado junto con el agua de desecho de la planta desalinizadora al pozo de inyección. El **Proyecto** cumplirá con los Límites máximos Permisibles de acuerdo al cuerpo receptor en su descarga de conformidad a la NOM-001-SEMARNAT-2021, así como el reporte semestral ante la autoridad correspondiente, turnando una copia a la SEDUMA para la inclusión de los resultados en la Bitácora Ambiental, que indique el volumen de agua tratado, tipo y características de los lodos y otros residuos generados, tratamiento aplicado a los lodos, resultados del análisis CRETIB y sitio o forma de disposición final.
55	El desarrollo contará permanentemente con un programa de atención a contingencias derivadas de derrames o vertimientos accidentales al medio terrestre o acuático de sustancias contaminantes, residuos líquidos (aguas negras, tratadas o de rechazo) o peligrosos.	El **Proyecto** considera las siguientes medidas de prevención y mitigación en el manejo de residuos, tales como: • Programa de Educación Ambiental (PEA). • Programa de Manejo Integral de Residuos (PMIR). Dentro del PMIR se establece un procedimiento específico para derrames o fugas accidentales de

Clave	Criterio	Vinculación del proyecto
		materiales y residuos peligrosos, así como las medidas de atención y restauración del suelo.
56	En el diseño, construcción y operación del desarrollo se aplicarán medidas que prevengan las descargas de agua y el arrastre de sedimentos diferentes a los naturales, hacia zonas inundables y áreas costeras adyacentes.	Dentro del diseño del **Proyecto** se construirá una Planta Tratadora de Aguas Residuales (**PTAR**), cuya descarga del 75% se realizará como riego a las áreas de conservación re-inyetando este recurso al acuífero y el 25% restante será inyectado junto con el agua de desecho de la planta desalinizadora al pozo de inyección. Asimismo, el **Proyecto** elaboró un *"Estudio Hidrológico Terraesmeralda"*: Este estudio tuvo la finalidad de aplicar los parámetros hidrológicos del área del **Proyecto** para aplicarlos al diseño del drenaje pluvial conforme a la lluvia máxima en 24 horas con períodos de retorno de 5, 10, 25, 50, 100, 500 y 1000 años, aprovechando los cauces y escorrentias presentes para avitar el arrastre de sedimentos y erosión costera.
57	En cenotes y lagunas interiores o continentales, sólo se permite el empleo de embarcaciones sin motor.	Este criterio no le aplica al **Proyecto**, debido a que no realizará actividades de recreación y amenidades en cenotes.
59	Cuando se utilicen los cuerpos de agua continentales, superficiales o subterráneos en actividades recreativas, los promoventes deberán llevar a cabo el monitoreo del agua para determinar la calidad de la misma, conforme a los criterios ecológicos de calidad del agua CE-CCA 001/89 (INE), debiendo presentar reportes semestrales del análisis del agua a la autoridad competente y copia a la SEDUMA para su inclusión en la Bitácora Ambiental. Los análisis de calidad del agua deberán ser elaborados por un laboratorio acreditado ante la Entidad Mexicana de Acreditación. El promovente deberá presentar el programa de monitoreo del agua junto con el estudio de impacto ambiental respectivo.	Este criterio no le aplica al **Proyecto**, debido a que no realizará actividades de recreación y amenidades en los cuerpos de agua continentales, superficiales o subterráneos.
62	Los manglares podrán ser utilizados para el tratamiento terciario de aguas residuales tratadas, en concordancia con la normatividad aplicable. Para tal efecto, deberá realizarse un estudio detallado que demuestre técnicamente que no será rebasada la capacidad de carga del humedal para el metabolismo de nutrientes y que justifique la no afectación de su estructura y funciones ambientales básicas. El estudio que demuestre la viabilidad ambiental del humedal, deberá contener; a) un estudio de línea base, b) el estudio de capacidad de carga, c) el programa de manejo de las áreas de vertido e influencia de las aguas residuales tratadas, d) un programa de monitoreo con indicadores ambientales para el ecosistema y e) la planimetría georreferenciada de las áreas de manglar planteadas para el vertido de las aguas residuales tratadas.	Este criterio no le aplica al **Proyecto**, debido a que se tiene previsto construir una Planta Tratadora de Aguas Residuales (**PTAR**), cuya descarga del 75% se realizará como riego a las áreas de conservación re-inyetando este recurso al acuífero y el 25% restante será inyectado junto con el agua de desecho de la planta desalinizadora al pozo de inyección. Para lo cual obtendrá ante la CONAGUA las concesiones para los pozos de exploración, extracción e inyección, así como del título de descargas del agua tratada correspondientes para riego e inyección.
64	Los materiales producto del dragado de mantenimiento de canales interiores serán dispuestos en sitios acondicionados previamente para contenerlos y filtrar el agua.	Este criterio no le aplica al **Proyecto**, debido a que no realizará actividades de dragado para mantenimiento de canales interiores.
68	En el desarrollo de actividades con vehículos a través o dentro de los ecosistemas presentes en el	El **Proyecto** dentro de las medidas especificas de prevención y mitigación cumplirá con el Límite

Clave	Criterio	Vinculación del proyecto
	municipio, éstos deberán contar con silenciador con la finalidad de evitar molestar o afectar a las especies de fauna, por lo que el nivel máximo permisible de emisión de ruido por las fuentes móviles será de 68 db. La medición de este parámetro debe ser realizada en el sitio donde se desarrolla la actividad por una unidad de verificación registrada ante la Entidad Mexicana de Acreditación, de acuerdo con las técnicas y métodos establecidos en la normatividad aplicable. Los prestadores de servicio deberán presentar reportes anuales de dichas mediciones a la Dirección de Ordenamiento Ambiental y Urbano del municipio, así como a la SEDUMA para su valoración e inclusión en la Bitácora Ambiental.	Máximo Permisibles de la NOM-080-SEMARNAT-1994, con la finalidad de evitar molestar o afectar a las especies de fauna.
69	Para el desarrollo de las actividades permitidas sólo se podrán emplear motocicletas, triciclos y cuatrimotos con motor de cuatro tiempos, con la finalidad de reducir las emisiones de contaminantes.	El **Proyecto** no utilizará motocicletas, triciclos y cuatrimotos con motor de cuatro tiempos.
70	Las plantas de premezclado, dosificadoras o similares deberán contar con un programa de cumplimiento ambiental para la regulación de emisiones a la atmósfera, ruido y generación de residuos peligrosos, que dé cumplimiento a la normatividad vigente. Este programa se deberá presentar junto con la manifestación de impacto ambiental de la planta.	Este criterio no le aplica al **Proyecto**, ya que es un desarrollo turístico y no una planta de premezclado.
71	Se deberá instalar una malla o barrera perimetral para reducir la dispersión de polvos hacia el exterior de las áreas de trabajo.	El **Proyecto** instalará malla perimetral para seguridad del predio y cumplir con dicho criterio, adicionalmente dentro de las medidas especificas de prevención y mitigación realizará riegos periódicos para evitar la dispersión de polvos durante la etapa del cambio de suelo de terrenos forestales de las actividades de remoción de la vegetación, el depalme y desmonte.
72	Los silos de las maquinarias que almacenan los materiales pétreos o agregados, deberán estar equipados con filtros bolsas que retengan las partículas sólidas durante el proceso de carga, permitiendo la salida del aire libre de partículas de mezcla. El dosificador múltiple deberá contar con un colector filtro bolsa, el cual captará las partículas emitidas durante la descarga de los materiales pétreos, el cemento, el agua y los aditivos a los camiones de mezclado (ollas). Las bandas de abastecimiento deberán tener una tolva que minimice la emisión de partículas suspendidas.	Este criterio no le aplica al **Proyecto**, ya que es un desarrollo turístico y no utilizara ningún tipo de almacenamiento de materiales pétreos o agregados.
75	Durante el transporte de materiales pétreos éstos deberán humedecerse y cubrirse con una lona antidispersante, la que debe sujetarse adecuadamente y encontrarse en buen estado con objeto de minimizar la dispersión de partículas de polvo.	Dentro de las medidas especificas de prevención y mitigación previstas en el diseño del **Proyecto**, se establece que los camiones que transporten materiales en la etapa de construcción deberán de usar lonas para cubir los materiales pétreos o agregados para evitar su dispersión.
79	Los proyectos que pretendan realizarse en predios que colinden con playas aptas para la anidación de tortugas marinas deberán incorporar medidas preventivas que minimicen el impacto negativo a estos animales tanto durante la temporada de arribo y anidación de las hembras como durante el	El **Proyecto** no contempla actividades sobre el frente de playa, sin embargo como medida de protección cercana a lás áreas de playa potencialmente áreas de arribo, se estarán implementando acciones mediante un *"Programa de protección de tortugas cercanas al área de **Proyecto",*** mediante el cual se

Clave	Criterio	Vinculación del proyecto
	período de desarrollo de los huevos y eclosión de las crías. Dichas medidas deberán manifestarse en el estudio de impacto ambiental aplicable al proyecto, para su valoración y en su caso, validación y autorización por la Dirección de Vida Silvestre de la SEMARNAT.	estarían destinando recursos humanos, materiales y económicos para su implementación.
80	Previo al aclareo que se permite en la franja perimetral de protección de los cenotes y accesos a cuevas se deberá realizar el rescate de los árboles con diámetros menores o iguales a 10 cm de diámetro a la altura de 1.30 m, mismos que se estabilizarán en un vivero provisional y posteriormente se reintroducirán dentro de la franja de protección.	Este criterio no le aplica al **Proyecto**, ya que dentro del área del éste no se identificaron cenotes.
81	Las cercas, bardas o muros perimetrales que se instalen en los diferentes tipos de vegetación, unidades naturales y ecosistemas deberán permitir el libre paso de la fauna silvestre.	El **Proyecto** instalará malla perimetral para seguridad del predio dejando pasos de fauna, los cuales se describen dentro de las medidas de prevención y mitigación del capítulo VII del DTU.
83	Las vialidades interiores y de acceso al desarrollo deberán contar con elementos y sistemas de protección que faciliten el libre tránsito de la fauna silvestre entre las zonas de conservación y áreas naturales.	El **Proyecto** instalará malla perimetral para seguridad del predio dejando pasos de fauna en los caminos internos, los cuales se describen dentro de las medidas de prevención y mitigación del capítulo VII del DTU.
84	En caso de ser necesario se establecerán sitios de alberge temporal de fauna rescatada durante las etapas de preparación del terreno, construcción y operación, con apego a lo indicado en la Ley General de Vida Silvestre.	Esta acción no le es aplicable al **Proyecto**, debido a que no realiza actividades de germoplasma de flora y fauna; sin embargo, se tiene previstas medidas de protección y conservación de la la fauna de manera específica para las especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, tal como e Programa de Rescate y Reubicación de Flora (PRRFo).
85	En las áreas de aprovechamiento proyectadas se deberá mantener en pie la vegetación arbórea y palmas de la vegetación original que por diseño del proyecto coincidan con las áreas destinadas a camellones, parques, áreas verdes, jardines, áreas de donación o áreas de equipamiento, de tal forma que estos individuos se integren al proyecto.	El **Proyecto** cumplirá con este criterio en las áreas de camellones, parques, áreas verdes, jardines, áreas de donación o áreas de equipamiento dejándolas como parte de la calidad y escenografía del paisaje.
87	Se deberán mantener en pie e integrar al diseño del proyecto los árboles con diámetro normal (1.30 cm del suelo) igual o mayor a 40 cm. Para evitar daño a las raíces deberá establecerse un radio de protección de 5 m alrededor del tronco del árbol.	El **Proyecto** cumplirá con este criterio en las áreas de camellones, parques, áreas verdes, jardines, áreas de donación o áreas de equipamiento dejándolas como parte de la calidad y escenografía del paisaje.
89	El diseño de proyectos adyacentes a predios con edificios e instalaciones en proceso de construcción o de operación, debe considerar las áreas impactadas por estos y las áreas de conservación que mantengan su vegetación primaria. Esto con la finalidad de que las áreas de conservación que defina el proyecto aseguren la contigüidad del ecosistema y el mantenimiento de la diversidad florística y faunística.	El **Proyecto** cumplirá con este criterio en las áreas aledañas con infraetsrutura para mantener entre las áreas de conservación la conectividad ambiental.
91	En las playas, dunas y post dunas sólo se permite el uso de cuadrúpedos para la realización de paseos, actividades turísticas, recreativas o de exhibición, fuera de temporada de anidación de tortuga marina y en predios y en áreas concesionadas a nombre del promovente de la actividad.	El **Proyecto** no contempla actividades sobre el frente de playa, sin embargo. como medida de protección cercana a las áreas de playa, potencialmente áreas de arribo, se estarán implementando acciones mediante un *"Programa de protección de tortugas cercanas al área de **Proyecto**"*, mediante el cual se destinarán recursos humanos, materiales y económicos para su implementación.

Clave	Criterio	Vinculación del proyecto
92	En las playas, dunas y post dunas sólo se permite el uso de vehículos motorizados para situaciones de limpieza, vigilancia y control, así como para las actividades autorizadas que hagan las personas públicas o privadas participantes en los programas de protección a la tortuga marina.	El **Proyecto** no contempla actividades sobre el frente de playa; sin embargo, como medida de protección cercana a lás áreas de playa, potencialmente áreas de arribo, se estarán implementando acciones mediante un *"Programa de protección de tortugas cercanas al área de **Proyecto**"*, mediante el cual se destinarán recursos humanos, materiales y económicos para su implementación.
93	Se deberá mantener libre de obras e instalaciones de cualquier tipo (permanentes o temporales) una franja de por lo menos 10 m dentro del predio, aledaña a los terrenos ganados al mar o la Zona Federal Marítimo Terrestre, en la que se preservará la vegetación costera original, salvo lo previsto en otros criterios específicos en este instrumento. La amplitud y continuidad de la franja se podrá modificar cuando se demuestre en el estudio de impacto ambiental correspondiente que dicha modificación no generará impactos ambientales significativos al ecosistema costero.	El **Proyecto** es compatible con esta acción, debido a que en la zona playa y de dunas presentes no instalará ningún tipo de infraestructura, conservando su vegetación actual.
95	En los predios en los que exista vegetación exótica o invasora deberá llevarse a cabo un programa de erradicación de dichas especies.	Una vez iniciada la operación del Proyecto, dentro del programa de mantenimiento de las áreas de conservación, se eliminará vegetación exótica o invasora la para evitar su dispersión y crecimiento.
96	La restauración o rehabilitación de manglares afectados se deberá realizar de conformidad.	Este criterio no le es aplicable al **Proyecto**, debido a que no realizará actividades de reforestación de manglares.
97	Los embarcaderos y muelles dentro del sistema de canales deberán permitir el libre paso de fauna acuática	Este criterio no le es aplicable al **Proyecto**, debido a que no realizará actividades de recreación o esparcimiento dentro de sistemas de canales.
100	Alrededor de los cenotes y accesos a cuevas se deberá mantener una franja perimetral de protección constituida por vegetación natural, con una anchura equivalente a la anchura máxima del espejo de agua. En esta franja sólo se permitirá el aclareo de hasta el 10 % de su cobertura y la remoción de árboles jóvenes de hasta 10 cm de diámetro, siempre y cuando la autoridad competente por excepción otorgue el cambio de uso de suelo en esta superficie.	Este criterio no le aplica al **Proyecto**, debido a que no realizará actividades de recreación y amenidades en cenotes. Por otro lado, dentro del área del **Proyecto** no se identificaron cenotes.
101	En todas sus fases -construcción, operación y mantenimiento- el desarrollo deberá contar con un programa de difusión ambiental que incluya los aspectos necesarios de información, concientización y capacitación a los diversos actores involucrados, que complemente o refuerce los fines de los demás programas aplicables al proyecto.	El **Proyecto** considera las siguientes medidas de prevención y mitigación en el manejo de información, capacitación y difusión de los aspectos ambientales de cada uno de los programs específicos integrados al Programa de Vigilancia Ambiental, tal como el Programa de Educación Ambiental (PEA).
102	Con la finalidad de evitar el efecto de islas de calor se deberá establecer, en por lo menos el 50 % de las losas planas de las construcciones, un jardín de azotea o roof garden en el que se utilicen preferentemente especies nativas.	Para el cumplimiento de este criterio será integrado en el diseño de azoteas y áreas comunes un roof garden utilizando especies nativas.
103	En el caso de que el ecosistema de duna costera se encuentre afectado o carezca de vegetación, ésta se deberá restaurar o reforestar con la finalidad de promover la protección de las playas, de la zona de anidación de las tortugas marinas y para el mantenimiento de la vegetación costera.	El **Proyecto** es compatible con esta acción, debido a que en la zona de dunas presentes no estaría realizando ningun tipo de infraestructura conservando su vegetación actual.

Clave	Criterio	Vinculación del proyecto
	Para el cumplimiento de este criterio deberá presentarse de manera conjunta con el estudio ambiental correspondiente, el programa de restauración de vegetación costera. La restauración se realizará en el primer año a partir de la fecha de inicio de obras del proyecto autorizado. Las actividades de restauración deberán obtener de manera previa a su inicio la autorización correspondiente.	
104	La estructura de la duna costera o bermas rocosas, así como la vegetación que las ocupa se debe mantener en estado natural en por lo menos el 75 % de su superficie dentro del predio.	El **Proyecto** es compatible con esta acción, debido a que en la zona de dunas presentes no estaría realizando ningun tipo de infraestructura conservando su vegetación actual.
105	Se permiten los andadores de acceso a la playa de conformidad con lo establecido en la normatividad vigente, los cuales siempre tendrán un trazo que atraviese la franja de vegetación costera en forma diagonal con la finalidad de evitar la erosión de la duna o playa. Los andadores o accesos a la playa tendrán una anchura máxima de tres metros y se podrá establecer uno por cada 100 metros de frente de playa de cada predio.	El **Proyecto** es compatible con esta acción, debido a que en la zona de acceso a la playa no instalará ningún tipo de infraestructura, conservando su vegetación actual. Los andadores cumplirán con este criterio, siendo principalmente de terreno natural sin pavimentos ni rellenos.
106	Los andadores de acceso a la playa se establecerán sobre el terreno natural, sin rellenos, ni pavimentos, sólo se permitirá la delimitación del mismo con rocas u otros ornamentos no contaminantes. Se permite el establecimiento de andadores elevados que respeten el relieve natural de la duna.	El **Proyecto** es compatible con esta acción, debido a que en la zona de acceso ala playa no instalará ningún tipo de infraestructura, conservando su vegetación actual. Los andadores deben de cumplir con este criterio, siendo principlamente de de terreno natural sin pavimentos ni rellenos.
107	Se deberá garantizar el funcionamiento hidrodinámico de los canales interiores. Su diseño constructivo y operación se deberá fundamentar en estudios especializados, los que se presentarán de manera conjunta con el estudio de impacto ambiental respectivo.	Este criterio no le es aplicable al **Proyecto**, debido a que no realizará actividades de recreación o esparcimiento dentro de sistemas de canales.

iv) Programa de Ordenamiento Territorial de la Región Sur - Sureste (POTR-SSE).

El Programa de Ordenamiento Territorial de la Región Sur - Sureste (POTR-SSE), fue publicado 4 de junio de 2023 en el Diario Oficial de la Federación, busca orientar el desarrollo y la ocupación sostenible del territorio en los estados de Campeche, Chiapas, Quintana Roo, Tabasco y Yucatán.

El **POTR-SSE**, alineado a la Estrategia Nacional de Ordenamiento Territorial (ENOT), tiene diversos objetivos: orientar en el corto, mediano y largo plazo (2040) las políticas territoriales de desarrollo urbano; armonizar los instrumentos de planeación territorial en sus diferentes escalas; encauzar la ocupación racional, justa, equitativa, inclusiva y sostenible del territorio y del acceso a equipamientos, bienes, servicios e infraestructura regional; promover un enfoque centrado en los derechos humanos, la disminución de la desigualdad, la perspectiva de género, y la participación y reconocimiento de pueblos indígenas, afroamericanos y sujetos agrarios, así como fortalecer las cadenas de valor para proteger el patrimonio cultural y natural de la región, facilitando la recuperación de los ecosistemas.

La aportación principal del **POTR-SSE**, el Modelo de Ordenamiento Territorial (MOT), propone la ocupación racional y sustentable del territorio, para generar impactos positivos en políticas de

crecimiento y aprovechamiento, así como la conservación, protección y restauración de los ecosistemas.

Tabla III. 19. Vinculación del proyecto con la política de aprovechamiento sustentable del POTR-SSE.

Precepto	Vinculación con el proyecto
Política de aprovechamiento sustentable: se involucra la restauración y rehabilitación de sistemas, así como la prevención y el abatimiento de la contaminación mediante la remediación de suelo, agua y aire. Plantea el reforzamiento de todas las pautas de aprovechamiento de tierras bajo criterios de sustentabilidad ambiental. Además, orienta la promoción y el desarrollo de equipamientos e infraestructura regional que faciliten la movilidad y conectividad entre las zonas rurales y los centros urbanos, potenciando el desarrollo de las actividades agrícolas, ganaderas, ecoturísticas, pecuarias y otros sectores productivos de aprovechamientos sustentable, bajo un enfoque de resiliencia y mitigación del cambio climático.	El **Proyecto** es compatible con la política ambiental de aprovechamiento sustentable, la cual se encuentra dirigida a la protección de los componentes y recursos naturales presentes en la región bajo un enfoque de resiliencia y mitigación al cambio climático. Para ello, en el Proyecto se han diseñado estrategias de prevención y mitigación contempladas en el capítulo VII del **DTU-BR,** a través de programas los siguientes específicos: • Programa de Vigilancia Ambiental (PVA). • Programa de Manejo Integral de Residuos (PMIR). • Programa de Educación Ambiental (PEA). • Programa de Conservación de Suelos (PCS). • Programa de Reforestación (PR). • Programa de Rescate y Reubicación de Flora (PRRFo). • Programa de Rescate y Reubicación de Fauna (PRRFa). • Acciones especificas en materia de aire, suelo y agua. El **Proyecto** no representan un impacto negativo a los componentes ambientales. Lo anterior esa así ya que a través de las medidas de prevención y mitigación se realizará un aprovechamiento sustentable de los recursos presentes, buscando generar una armonía con los servicios y procesos ambientales de la zona, evitando en la mayor medida posible los impactos negativos.
Usos de suelo más extentidos: son los usos silvícolas sobre los sistemas de vegetación secundaria arbórea y arbustiva, ambos usos con mayor expansión conforme a los cambios reportados por la serie VI y VII lo que vuelve imperativo una valorización de los recursos silvícolas en estos ecosistemas como método de revalorización y aprovechamiento del territorio	El **Proyecto** no contraviene el uso de suelo señalado, debido a que se ubica en una zona de crecimiento de desarrollo turístico de manera ordenada y planificada territorialmente.
Criterios Generales de Ordenamiento Territorial	
AS01. Prácticas y conocimientos tradicionales para el manejo y la conservación de sistemas productivos. Integración del sistema de creencias, cuerpos de conocimientos, prácticas ancestrales relacionadas con el medio natural para uso alimenticio o medicinal, prácticas de manejo de la tierra (agrobiodiversidad) y aprovechamiento de los recursos naturales. Lo anterior encaminado al manejo sustentable de sistemas productivos con una visión de integralidad y de consideración a las generaciones futuras.	Este criterio no le es palicable al **Proyecto**, debido a que se refiere a usos y costumbres de conocimientos tradicionales para el manejo y la conservación de sistemas productivos.
AS02. Restauración y Rehabilitación Ecológica. A partir de la cobertura actual de uso de suelo y vegetación regional y el análisis de aptitud, el POTR plantea la restauración de ecosistemas degradados y la rehabilitación de sistemas deteriorados, como el caso de los cuerpos lagunares y las zonas de mayor afectación vinculadas con las actividades petroleras en Campeche y Tabasco, como es el caso de ecosistemas de humedales y manglares, así	El **Proyecto** es compatible con esta estrategia, debido que a través de las estrategias de mitigación y compensación de los programas específicos se restauran las áreas y el ecosistema a nivel regional. A ello se refieren los programas siguientes: • Programa de Conservación de Suelos (PCS). • Programa de Reforestación (PR).

Precepto	Vinculación con el proyecto
como las áreas más afectadas por la disposición de residuos sólidos, como en el Anillo de Cenotes en Yucatán.	• Programa de Rescate y Reubicación de Flora (PRRFo). • Programa de Rescate y Reubicación de Fauna (PRRFa). • Acciones especificas en materia de aire, suelo y agua.
AS03. Reconversión y Recuperación Productiva. Se plantea para los sistemas productivos degradados o que han perdido su fertilidad como las áreas agropecuarias de Tabasco y Yucatán; teniendo en cuenta un enfoque de manejo sustentable de tierras. Para estas zonas sería oportuna la implementación de prácticas de manejo de infraestructura verde con un enfoque agroecológico, en vistas de la recuperación de la fertilidad de los suelos y los servicios ambientales, así como la aplicación de medidas de Ab-E enfocadas a los objetivos que se consideren en cada caso.	Este criterio no le es aplicable al **Proyecto**, debido a que se refiere a la recuperación de suelos degradados por las actividades agropecuarias, presentes en la región.
AS04. Remediación Ambiental y Control de Contaminación. Se trata de zonas cuya prioridad se establece en la remediación ecológica, sobre todo las impactadas por actividades industriales, petroleras, petroquímicas; inclusive aquellos cuerpos de agua degradados por descargas residuales de cualquier origen o bien áreas terrestres deterioradas por uso indiscriminado de agroquímicos, agricultura de gran escala o actividad ganadera intensiva.	El **Proyecto** es compatible bajo este criterio para la remediación y ambiental y control de la contaminación, lo cual se logra a través de la implementación de las estrategias de prevención y mitigación contempladas en el capítulo VII del **DTU-BR,** a través de los siguientes programas específicos: • Programa de Vigilancia Ambiental (PVA). • Programa de Manejo Integral de Residuos (PMIR). • Programa de Educación Ambiental (PEA). • Programa de Conservación de Suelos (PCS). • Programa de Reforestación (PR). • Programa de Rescate y Reubicación de Flora (PRRFo). • Programa de Rescate y Reubicación de Fauna (PRRFa). • Acciones especificas en materia de aire, suelo y agua.
AS05. Manejo sustentable de tierras (MST). Se aplica a sistemas agrícolas, pecuarios y silvícolas. Para ello se sugiere el diseño y la implementación de infraestructura verde con un enfoque agroecológico, el fomento de sistemas productivos agro-silvo-pastoriles, así como la aplicación de prácticas de manejo de tierras transformadas para su incorporación a sistemas productivos. Estos, a su vez, provean servicios ambientales de distinta índole. De la mano de la implementación de diversas acciones para la consolidación productiva, así como la aplicación de técnicas enfocadas a la seguridad alimentaria.	Este criterio no le es aplicable al **Proyecto**, debido a que se refiere al manejo sustentable de tierra a sistemas agrícolas, pecuarios y silvícolas.

Figura III. 10. Ubicación del proyecto en el POTR-SSE con una política de aprovechamiento sustentable.



III.3. Decretos y Programas de conservación y manejo de las áreas naturales protegidas.

i) Áreas Naturales Protegidas.

De conformidad con lo dispuesto por la **LGEEPA**, las **ANP**, se definen como aquellas zonas dentro del territorio nacional cuyas condiciones originales no han sido alteradas significativamente. De igual forma el artículo 46 de este mismo ordenamiento, establece que los gobiernos de los Estados y la Ciudad de México, podrán establecer parques, reservas estatales y demás categorías de manejo conforme a la legislación local en la materia. Bajo ese tenor, tales áreas fueron creadas con la intención de monitorear que los recursos naturales presentes tuvieran una protección adicional a la ya otorgada por el marco legal. En este caso, el **Proyecto** no se encuentra dentro de alguna **ANP** de los tres niveles de gobierno, la **ANP** de cáracter federal más cercana se encuentra a 0.194 denominada *"*Península de Yucatán y Caribe Mexicano*"* tal y como se aprecia en la siguiente figura.

Figura III. 11. Ubicación del proyecto con respecto a ANP's.



ii) Instrumentos de planeación para la conservación.

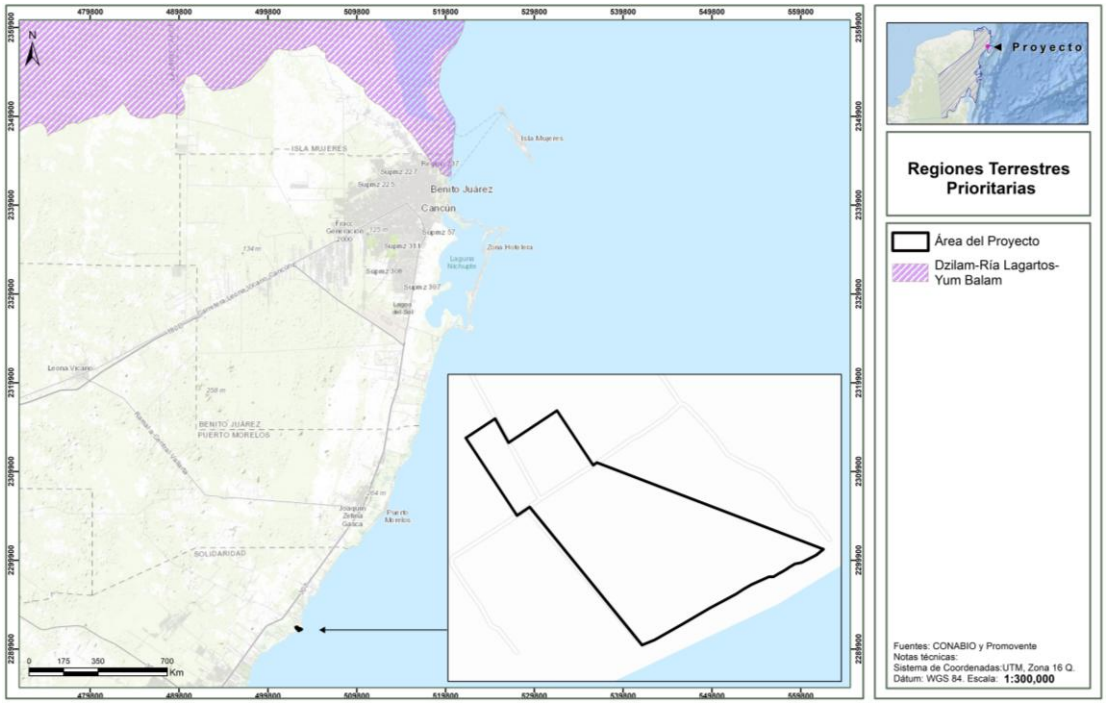
La conservación de la biodiversidad es una prioridad nacional ante la crisis ambiental (cambio de uso del suelo, deforestación, degradación ambiental y cambio climático global, entre otros factores) que enfrenta el país, la cual se ha incrementado durante las últimas décadas. Para lograr este objetivo, se requieren nuevas metodologías que permitan medir los cambios espaciales y temporales en la integridad de los ecosistemas naturales, lo que implica que se disponga de un marco de referencia para realizar los análisis espaciales y temporales de la cobertura, de la diversidad biológica, de la estructura y función de los ecosistemas, así como de su respuesta a distintas intensidades de disturbio o modificación. Por lo anterior, diversas instituciones tanto gubernamentales como no gubernamentales, nacionales e internacionales, como la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad **(CONABIO)**, la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas **(CONANP)**, el Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza **(FMCN)**, Pronatura, A. C., la Sección Mexicana del Consejo Internacional para la Preservación de las Aves **(CIPAMEX)**, la Comisión para la Cooperación Ambiental de América del Norte **(CCA)**, la Fundación David y Lucile Packard, el Fondo Mundial para la Naturaleza **(WWF)**, la Agencia Estadounidense para el Desarrollo Internacional **(USAID)**, The Nature Conservancy **(TNC)** y BirdLife International, identificaron diversas regiones prioritarias en México. En este sentido, en el siguiente apartado se analizaron cada una de ellas a la luz del **Proyecto**, realizándose en aquellas que resulten aplicables, la vinculación respectiva.

ii.1) Regiones Terrestres Prioritarias (RTP).

El **Proyecto** de **RTP** se circunscribe al Programa Regiones Prioritarias para la Conservación de la Biodiversidad de la **CONABIO**, que 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. En el país se identifican 152 **RTP** para la conservación de la biodiversidad en México que cubren una superficie de 515,558 km² y que están delimitadas espacialmente en función de su correspondencia con rasgos topográficos, ecorregiones, cuencas hidrológicas, áreas naturales protegidas, tipos de sustrato y de vegetación y del área de distribución de algunas especies clave. En el caso concreto que nos ocupa, podemos notar que el **Proyecto** no incide en ninguna **RTP**, tal y como se puede aprecia en la siguiente figura.

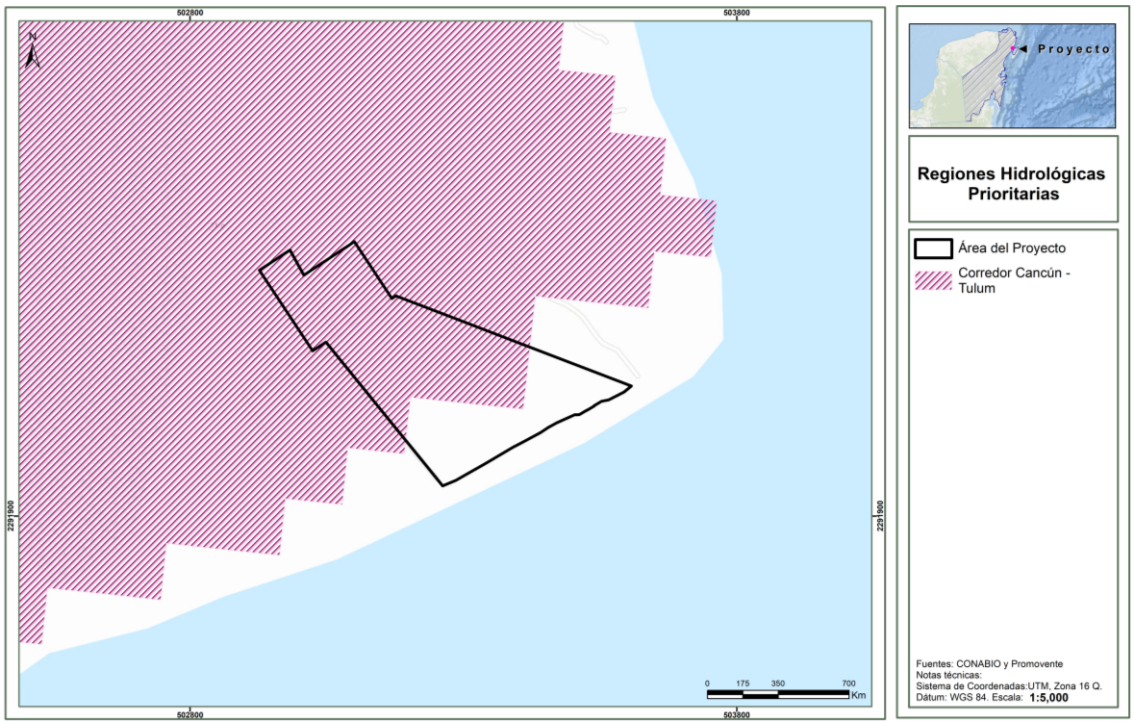
Figura III. 12. Ubicación del proyecto con respecto a RTP.



ii.2) Regiones Hidrológica Prioritarias (RHP).

En el país se identifican 110 **RHP** por su biodiversidad, de las cuales 82 corresponden a áreas de uso y 75 a áreas de alta riqueza biológica con potencial para su conservación. En el caso concreto, tenemos que el **Proyecto** incide con la **RHP** denominada *"Coorredor Cancún – Tulum"*. Esto tal y como se puede observar en la siguiente figura.

Figura III. 13. Ubicación del Proyecto con respecto de RHP.



A continuacións de describen las características principales de la **RHP** denominada *"*Coorredor Cancún – Tulum*":*

Biodiversidad: 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,M*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.*

Aspectos económicos: pesquerías de caracol y langosta. Cultivo de peces en la laguna de Nichupté. Turismo y ecoturismo. Porcicultura en Puerto Morelos.

Conservación: 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.

Problemática:

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*.

Vinculación: El **Proyecto** es compatible conforme al enfoque para la remediación y ambiental y control de la contaminación, lo cual se logra a través de la implementación de las estrategias de prevención y mitigación contempladas en el capítulo VII del **DTU-BR,** a través de los siguientes programas específicos:

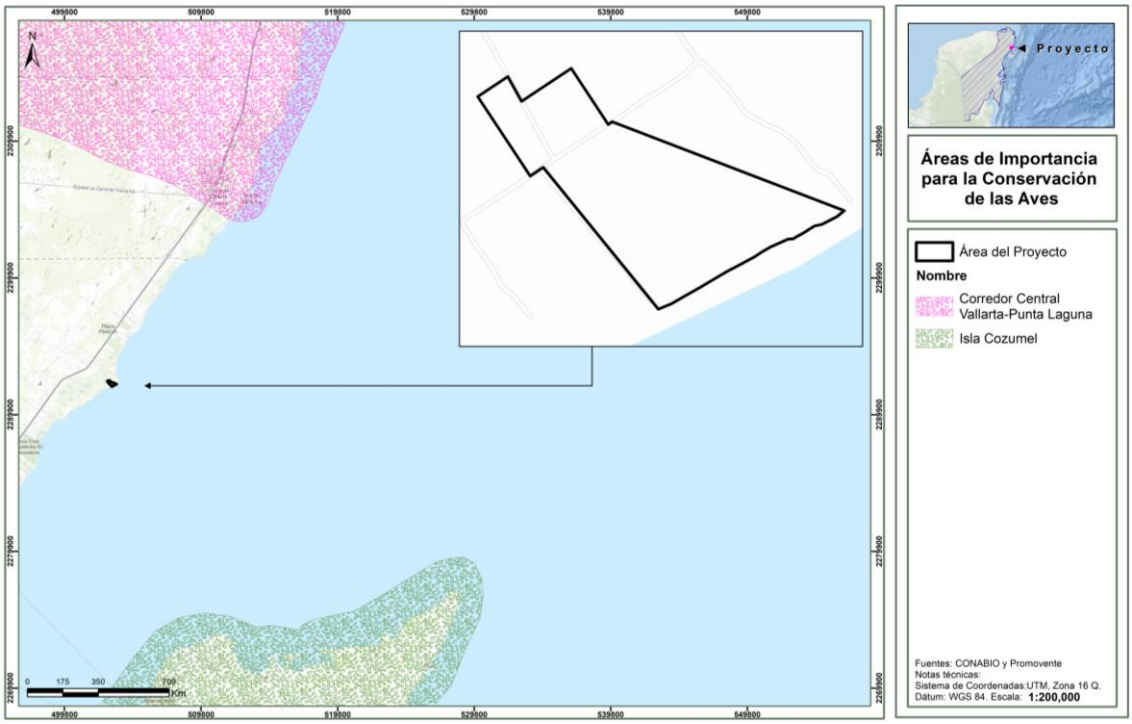
- Programa de Vigilancia Ambiental (PVA).
- Programa de Manejo Integral de Residuos (PMIR).
- Programa de Educación Ambiental (PEA).
- Programa de Conservación de Suelos (PCS).
- Programa de Reforestación (PR).
- Programa de Rescate y Reubicación de Flora (PRRFo).
- Programa de Rescate y Reubicación de Fauna (PRRFa).
- Acciones especificas en materia de aire, suelo y agua.

ii.3) Áreas de Importancia para la Conservación de Aves (AICA).

La **CONABIO** tiene registradas 230 **AICA**, las cuales se clasifican en 20 categorías definidas con base en criterios de la importancia de las áreas en la conservación de las aves. En el caso que nos ocupa, el **Proyecto** no incide dentro de ninguna **AICA**.

El **AICA** más ceracna al área del **Proyecto** se ubica a una distancia apróximada de 14.65 kilómetros denominada *"*Corredor Central Vallarta – Punta laguna*"*, tal y como se observa en la siguiente figura**.**

Figura III. 14. Ubicación del Proyecto con respecto de las AICA.



iii) Sitios prioritarios.

De conformidad con la **CONABIO,** uno de los objetivos de las **ANP** es la protección de la biodiversidad, por lo que es necesario revisar su funcionamiento, conectividad y representatividad, ya que a pesar de que la red de **ANP** ha crecido en los últimos años y ha aumentado la capacidad de gestión de las mismas, la pérdida de diversidad biológica continúa.

En este sentido, con el objetivo de crear y mantener sistemas de **ANP** nacionales y regionales completos, eficazmente gestionados y ecológicamente representativos, México adoptó el Programa de Trabajo sobre Áreas Protegidas, en el marco del **CDB**, en el que se decidió realizar los análisis de vacíos y omisiones en conservación de la biodiversidad para los ambientes terrestres, marinos y acuáticos epicontinentales de todo el país, a diversas escalas, con el objeto de orientar estrategias para la conservación, como el establecimiento de nuevas áreas protegidas y de otros instrumentos de conservación *in situ*. Por lo que, éstas, funcionan más como una herramienta para la planeación ambiental a cargo de la administración pública, que un instrumento jurídico de cumplimiento obligatorio para los particulares. Ideado para identificar vacíos y omisiones en materia de conservación y en esa medida constituir un marco de referencia para orientar el establecimiento, a través de ordenamientos jurídicos específicos, de sitios que dado sus características requieren ser preservados y restaurados, siguiendo para tal efecto procedimientos administrativos que concluyen en Decretos de **ANP**.

No obstante, dado que son instrumentos orientativos, se tomaron como base para la elaboración del presente estudio con el objeto de identificar aquellos sitios prioritarios con los que podría haber cierta interacción y, en su caso, reforzar las medidas de prevención, mitigación y compensación que

aseguren la minimización de los impactos ambientales que se ocasionen por el desarrollo del **Proyecto**. En el caso particular la **CONABIO** ha determinado cuatro tipos de **SP**: 1) Terrestres, 2) Marinos, 3) Acuáticos continentales y 4) Primates. En tal sentido, la incidencia del **Proyecto** con respecto de éstas, se analiza en los siguientes apartados:

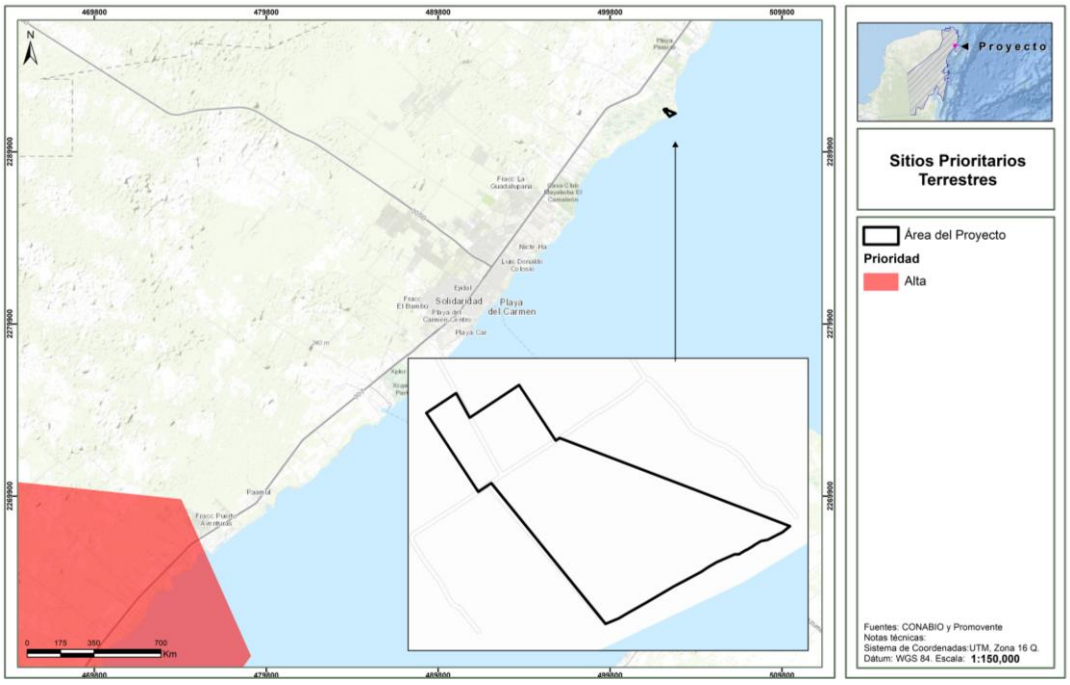
iii.1) Sitios Prioritarios Terrestres.

La planeación sistemática surgió como una de las ramas de la biología de la conservación para brindar una guía clara y completa en el proceso de creación de sistemas representativos de áreas para la conservación. En este esquema, los **SPT** para la conservación detectados en el análisis de optimización cubren 594 894 km^2 (30.36% de la superficie), 12.9% de esta superficie se localiza en algún **ANP** (que equivale a 3.9 % de la superficie continental del país)[6].

Para identificar los **SPT** se dividió la superficie terrestre del país en 8,045 hexágonos de 256 km^2 cada uno y, se evaluaron 1,450 elementos de la biodiversidad de interés para la conservación, así como 19 capas de diversos factores de amenaza. Para reducir el sesgo en la información sobre la distribución de las especies se utilizaron modelos de nicho ecológico editados por especialistas. Los sitios prioritarios son aquellos hexágonos que permiten cumplir con las metas de conservación establecidas para los distintos elementos de la biodiversidad seleccionados en la menor área posible.

En el caso particular al sobreponer y hacer las intersecciones correspondientes de la ubicación del **Proyecto** obtuvimos que no incide con ningún **SPT**, tal y como se aprecia en la siguiente figura**.**

Figura III. 15. Ubicación del Proyecto con respecto de SPT.



[6] http://www.biodiversidad.gob.mx/pais/vaciosyom.html

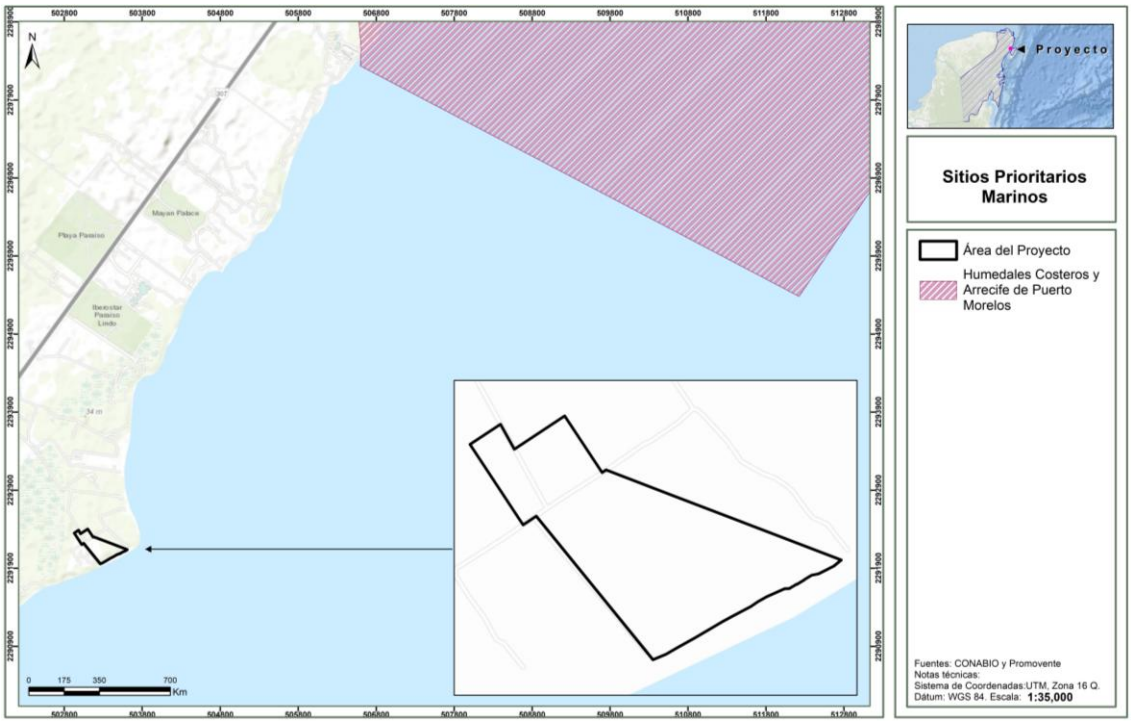
iii.2) Sitios Prioritarios Marinos.

Si bien la principal estrategia para la conservación en México ha sido el establecimiento de áreas protegidas, en el caso de los ecosistemas marinos existe un sesgo, que es más evidente cuando se considera toda la Zona Económica Exclusiva, ya que sólo 1.38% de los ambientes oceánicos está protegida bajo algún decreto de área protegida, por lo que resulta fundamental la expansión de los sistemas de áreas protegidas de una forma estratégica, en aquellos sitios con mayor diversidad que enfrentan las mayores amenazas[7].

Se han identificado 105 **SPM** (costas, océanos y elementos insulares) utilizando cartografía temática digital, bases de datos de ejemplares georreferenciados de especies de flora y fauna y otros elementos de la biodiversidad marina. Alrededor de 18% de la superficie de los sitios prioritarios está decretada como área protegida; 78 se encuentran representados en menos del 20% de su superficie en el sistema de **AP**, destacando el hecho de que por primera vez se identificaron 29 sitios ubicados en aguas profundas[8].

Con esto, el análisis de vacíos y omisiones en conservación de la biodiversidad marina representa una referencia para la toma de decisiones e identificación de prioridades relacionadas con los ecosistemas marinos para el conocimiento, conservación y manejo sustentable de estos recursos. En el caso de este **Proyecto** debido a su localización, no incide en algún **SPM**, tal y como se puede observar en la siguiente figura.

Figura III. 16. Ubicación del Proyecto respecto de los SPM´s.



[7] http://www.conabio.gob.mx/gap/index.php/gap_marino
[8] http://www.biodiversidad.gob.mx/pais/vaciosyom.html

iii.3) Sitios Prioritarios Acuáticos Epicontinentales (SPAE).

Los sistemas acuáticos son de los primeros en recibir los impactos de las actividades antropogénicas, entre los factores que contribuyen a la destrucción y modificación de estos sistemas son el cambio de uso de suelo, la sobreexplotación del recurso hídrico, la contaminación de cuerpos de agua, la alteración de los flujos de agua por presas, bordos y canales y, la introducción accidental o deliberada de especies exóticas.

La pérdida de biodiversidad acuática epicontinental y de los recursos hídricos tiene como consecuencia la pérdida de servicios ambientales necesarios para el bienestar humano[9]. En razón de ello, la identificación de sitios prioritarios para la conservación de los ecosistemas acuáticos epicontinentales es una herramienta valiosa y útil para dirigir los esfuerzos de conservación, rehabilitación y manejo sustentable.

En este contexto la identificación de los sitios se hizo en siete grandes regiones hidrográficas para asignar valores a las diferencias ecológicas existentes entre las regiones semiáridas y húmedas de México, así como para reconocer las particularidades de los impactos humanos que representan las mayores amenazas a la biodiversidad, resultando un conjunto de **SPAE** para la conservación acotados a los ambientes acuáticos epicontinentales que abarcan 598 875 km^2 (28.8% de la superficie del país), de los cuales 15.8% están representados en **ANP** y 21.7% son sitios de extrema prioridad.

Las siete regiones hidrográficas son:

1) Península de Baja California,

2) Noroeste,

3) Altiplano,

4) Centro,

5) Golfo de México,

6) Pacífico Tropical, y

7) Península de Yucatán.

Asimismo, se identificaron los sitios prioritarios con el algoritmo de optimización MARXAN versión 1.8, con el uso de una rejilla de 83,091 hexágonos de 25 km^2 en la que se incorporaron todos los elementos de análisis. El algoritmo permite identificar una combinación de unidades de análisis que cumple con las metas de conservación asignadas en un área mínima y con los valores más bajos de impacto[10].

En el caso del **Proyecto**, tal y como se puede observar en la siguiente figura**, no incide** en ningún **SPAE**, el más cercano se encuentra a una distancia aproximada de 0.79 kilómetros.

[9] http://www.biodiversidad.gob.mx/pais/vaciosyom.html

[10] http://www.biodiversidad.gob.mx/pais/pdf/GAPepicontinental_Imprenta.pdf

Figura III. 17. Ubicación del Proyecto con respecto de los SPAE.



iii.4) Sitios Prioritarios de Protección de Primates (SPPP).

En México habitan tres especies de primates no humanos, el mono aullador negro (*Alouatta pigra*), el mono aullador de manto o mono aullador pardo (*Alouatta palliata mexicana*) y el mono araña (representado por dos *subespecies Ateles geoffroyi vellerosus y A. geoffroyi yucatanensis*)[11].

Dada la ubicación del **Proyecto** y que el área de distribución de estas especies se circunscribe a las selvas tropicales húmedas del sureste del país, resulta que éste claramente no incide en algún **SPP**. Esto como se puede apreciar en la siguiente figura, el sitio más cercano se encuentra aproximadamente a 0.78 kilómetros**.**

[11] http://www.biodiversidad.gob.mx/pais/vaciosyom.html

Figura III. 18. Ubicación del Proyecto con respecto de los SPPP.



iii.5) Sitios Prioritarios para la Restauración (SPR).

La restauración ambiental, es decir, "el proceso de ayudar al restablecimiento de un ecosistema que se ha degradado, dañado o destruido" (SER 2004), es esencial para lograr la conservación de la biodiversidad, mantener bienes y servicios ecosistémicos (también llamados contribuciones de la naturaleza para la gente) y mejorar el bienestar humano. Además, la restauración apoya los procesos que permiten revertir la degradación de los ecosistemas terrestres y acuáticos, y representa una medida clave de adaptación y mitigación ante el cambio climático global.

Para lograr beneficios en múltiples dimensiones, tanto social, económica como ecológica, debe haber un vínculo más estrecho entre los programas y acciones de protección y restauración para salvaguardar las especies y sus hábitats, dado el alto grado de deterioro ambiental de los ecosistemas en México, incluso dentro de algunas áreas protegidas (Sarukhán *et al.* 2017).

Con el fin de guiar acciones de restauración ambiental en el país, la CONABIO coordinó un análisis para identificar los **sitios prioritarios para la restauración (SPR)** en la porción continental de México con base en los principios de **planeación sistemática para la conservación**.

Los **SPR** representan áreas de alto valor biológico que requieren acciones de restauración para asegurar en el largo plazo la persistencia de la biodiversidad que albergan, así como las funciones ecológicas que los mantienen y los bienes y servicios ecosistémicos que proveen, además de contribuir a **incrementar la conectividad ecológica** y la recuperación de hábitats de las especies más vulnerables ante diversos factores del cambio global (Tobón *et al.* 2016, 2017).

Dada la ubicación del **Proyecto,** resulta que éste claramente no incide en algún **SPR**. Esto como se puede apreciar en la siguiente figura, el sitio más cercano se encuentra aproximadamente a 2.71 kilómetros**.**

Figura III. 19. Ubicación del Proyecto con respecto de los SPR.



iii.6) Áreas Destinadas Voluntariamente a la Conservación (ADVC).

Las Áreas Destinadas Voluntariamente a la Conservación (**ADVC**) son sitios que ayudan a preservar la biodiversidad y el equilibrio ecológico en nuestro país, además de favorecer la participación de la sociedad.

Estas Áreas Naturales Protegidas (**ANP**) son destinadas voluntariamente por el propietario del predio, que puede ser una persona física, moral, privada, pueblos y comunidades indígenas o una organización social.

La importancia de las **ADVC** radica en sus beneficios medioambientales, entre los cuales están: mitigación del cambio climático, regulación del clima, mejora en la calidad del aire, mejora en la calidad del agua, protección de la dinámica de los ecosistemas, conservación de especies de flora y fauna.

Dada la ubicación del **Proyecto,** resulta que éste claramente no incide en algún **ADVC**. Esto como se puede apreciar en la siguiente figura, el sitio más cercano se encuentra aproximadamente a 12.41 kilómetros, denominado *"*Biológo Julio Berdegué Aznar*"*.

Figura III. 20. Ubicación del Proyecto con respecto de los ADVC.



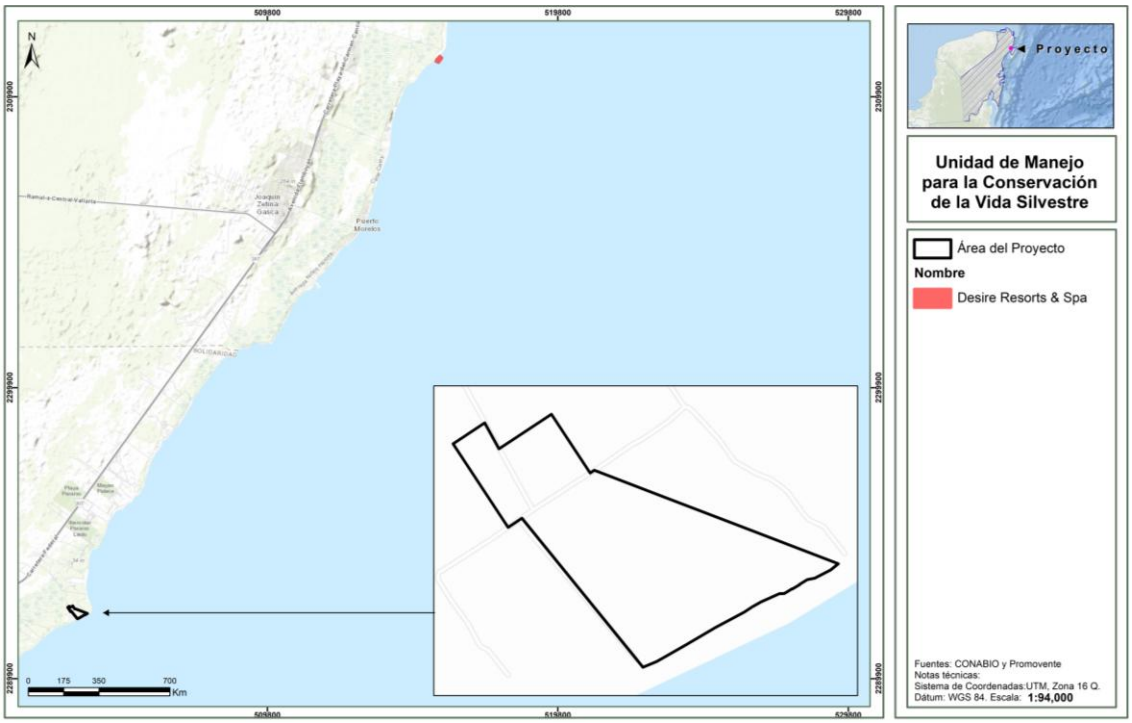
iii.7) Unidad de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre (UMA).

Una Unidad de Manejo para la Conservación de Vida Silvestre (**UMA**) es un predio o instalación registrado que opera bajo un plan de manejo aprobado, con el objetivo de conservar la biodiversidad y promover el aprovechamiento sustentable de la vida silvestre. Estas unidades buscan generar alternativas de desarrollo económico para las comunidades rurales, vinculando la conservación con actividades productivas.

El objetivo principal de las **UMAS** es la conservación de la biodiversidad, incluyendo el hábitat natural y las poblaciones de especies silvestres. Al mismo tiempo, buscan generar beneficios económicos y sociales para las comunidades locales a través de actividades productivas como la cría, aprovechamiento y comercialización de especies, siempre bajo esquemas de sustentabilidad.

El área del **Proyecto** no incide en ninguna **UMA** la más cercana se encuentra a una distancia de 22.32 kilómetros denominada como *"*Desidere Resorts & Spa*"*, tal como se muestra en la figura siguiente.

Figura III. 21. Ubicación del Proyecto con respecto de las UMA's.



III.4. Normas Oficiales Mexicanas (NOM).

Con base en la diversidad de acciones que con lleva la instrumentación de un **Proyecto** de la naturaleza y alcances como el aquí propuesto, se hace necesario su análisis a partir de la normatividad aplicable con respecto de las **NOM**. Este se presenta a continuación.

i) Aire.

En esta materia, se identificaron las siguientes:

Tabla III. 20. NOMs en materia de aire.

NORMA OFICIAL MEXICANA	VINCULACIÓN
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."	Para estar en cumplimiento con esta norma, se implementará un programa de verificación sobre los equipos del **Proyecto** y se pedirá a los transportistas contar con un programa de mantenimiento preventivo y las verificaciones vehiculares correspondienten que amparen que el uso de los vehículos, se encuentran dentro de los límites máximos permitidos. Asimismo, en caso de ser necesario se elaborará y tendrá en regla la bitácora en donde se reporten las actividades de mantenimiento de equipos. El uso de los vehículos que podrían usar los combustibles contemplados en las NOM, serán tanto en la etapa de preparación del sitio y construcción, como en la etapa de operación, de manera que se pedirá a los contratistas y/o transportistas cumplir con los mantenimientos preventivos y las verificaciones vehiculares correspondientes que
NOM-042-SEMARNAT-2003, Que establece los límites máximos permisibles de emisión de hidrocarburos totales o no metano, monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno y partículas provenientes del escape de los vehículos automotores nuevos cuyo peso bruto vehicular no exceda los 3,857 kilogramos, que usan gasolina, gas licuado de petróleo, gas natural y diesel, así como de las emisiones de hidrocarburos evaporativos provenientes del sistema de combustible de dichos vehículos.	
NOM-044-SEMARNAT-2006, Que establece los límites máximos permisibles de emisión de hidrocarburos totales, hidrocarburos no metano, monóxido de carbono, óxidos de	

NORMA OFICIAL MEXICANA	VINCULACIÓN
nitrógeno, partículas y opacidad de humo provenientes del escape de motores nuevos que usan diesel como combustible y que se utilizarán para la propulsión de vehículos automotores nuevos con peso bruto vehicular mayor de 3,857 kilogramos, así como para unidades nuevas con peso bruto vehicular mayor a 3,857 kilogramos equipadas con este tipo de motores.	amparen que el uso de los vehículos, se encuentran dentro de los límites máximos permitidos.
NOM-045-SEMARNAT-2017 "Que establece los niveles máximos permisibles de opacidad del humo proveniente del escape de vehículos automotores en circulación que usan diésel o mezclas que incluyan diésel como combustible."	
NOM-050-SEMARNAT-2017 "Que establece los niveles máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gas licuado de petróleo, gas natural u otros combustibles alternos como combustible."	
NOM-076-SEMARNAT-2012, Que establece los niveles máximos permisibles de emisión de hidrocarburos no quemados, monóxido de carbono y óxidos de nitrógeno provenientes del escape, así como de hidrocarburos evaporativos provenientes del sistema de combustible, que usan gasolina, gas licuado de petróleo, gas natural y otros combustibles alternos y que se utilizarán para la propulsión de vehículos automotores con peso bruto vehicular mayor de 3,857 kilogramos nuevos en planta.	
NOM-077-SEMARNAT-1995, "Que establece el procedimiento de medición para la verificación de los niveles de emisión de la opacidad del humo proveniente del escape de los vehículos automotores en circulación que usan diésel como combustible."	

ii) Residuos.

Para esta materia, se identificaron las siguientes:

Tabla III. 21. NOMs en materia de residuos

NORMA OFICIAL MEXICANA	VINCULACIÓN
NOM-053-SEMARNAT-1993, "Que establece el procedimiento para llevar a cabo la prueba de extracción para determinar los constituyentes que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente."	Durante el desarrollo del **Proyecto** se cumplirá cabalmente la Norma al no mezclar residuos generados de ningún tipo (peligrosos, de manejo especial o sólidos urbanos), tendrá recipientes con etiquetas que identifiquen los tipos de residuos peligrosos por sus características corrosivas, reactivas, explosivas o tóxicas. Este cumplimiento se encuentra debidamente documentado en el Programa de Manejo Integral de Residuos (PMIR).
NOM-054-SEMARNAT-1993, "Que establece el procedimiento para determinar la incompatibilidad entre dos o más residuos considerados como peligrosos por la NOM-052-SEMARNAT-2005."	
NOM-052-SEMARNAT-2005, "Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos**."**	Se cumplirá cabalmente con la norma, al realizar el proceso de identificación, clasificación y el listado de los residuos generados con el desarrollo del **Proyecto**. Este cumplimiento se encuentra debidamente documentado en el Programa de Manejo Integral de Residuos (PMIR).
NOM-161-SEMARNAT-2011, "Que establece los criterios para clasificar a los residuos de manejo especial y	Durante las diversas etapas del **Proyecto**, se cumplirá cabalmente la Norma al identificar los residuos de manejo

NORMA OFICIAL MEXICANA	VINCULACIÓN
determinar cuáles están sujetos al plan de manejo; el listado de los mismos; el procedimiento para la inclusión o exclusión a dicho listado; así como los elementos y procedimientos para la formulación de los planes de manejo."	especial y posteriormente los canalizará con empresas autorizadas por el municipio o gobierno del estado de para garantizar un manejo ambientalmente adecuado y responsable de los mismos. Este cumplimiento se encuentra debidamente documentado en el Programa de Manejo Integral de Residuos (PMIR).

iii) Flora y fauna.

Para esta materia, se identificaron las siguientes:

Tabla III. 22. NOMs en materia de flora y fauna.

NORMA OFICIAL MEXICANA	VINCULACIÓN
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."	Se identificó que en el área del **Proyecto** existen especies listada en la **NOM-059-SEMARNAT-2010** conforme al muestreo de flora y fauna, para ello el **Promovente** establece medidas de protección y conservación de la flora y la fauna de manera específica para las especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, tales como: • Programa de Rescate y Reubicación de Flora (PRRFo). • Programa de Rescate y Reubicación de Fauna (PRRFa). • Programa de Reforestación (PR).
NOM-022-SEMARNAT-2003. "Que establece las especificaciones para la preservación, conservación, aprovechamiento sustentable y restauración de los humedales costeros en zonas de manglar". **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 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;	El **Proyecto** no se ubica en humedales costeros[12], el manglar presente es de tipo terrestre principalmente no inundable de tipo bosque costero, el cual no se encuentra saturado de agua y se respetará integralmente. El **Proyecto** cumplirá con esta disposición legal, debido a que no removerá, rellenará, podará manglar ni afectará la integridad del flujo hidrológico del mismo, las áreas de conservación representan un buffer o amortiguamiento entre el desarrollo del **Proyecto** y el manglar existente dentro de su área de influencia y del sistema ambiental regional, la distancia mínima entre las obras del área del **Proyecto** y el manglar terrestre existente es de 28.83 y 50.19 metros respectivamente, tal como se muestra en la figura siguiente. Por otro lado, la integridad del flujo hidrológico subterránea y niveles freáticos actuales no se verá afectado por el desarrollo del **Proyecto**, debido a que el aprovechamiento del agua para la operación del **Proyecto** será a través de pozos salinos que se encuentran más abajo del acuífero de agua dulce, lo cual se demuestra con el estudio Geohidrológico realizado, que se presenta como anexo en el capítulo II del presente DTU-BR. La capacidad de carga dentro del área de **Proyecto** se mantendría de manera equilibrada, debido a que la distribución de ocupación de las superficies sería en dos lotes con superficie total de 118,525.02 m2, que de acuerdo

[12] **Humedales costeros:** Ecosistemas costeros de transición entre aguas continentales y marinas, cuya vegetación se caracteriza por ser halófita e hidrófita, estacional o permanente, y que dependen de la circulación continua del agua salobre y marina. Asimismo, se incluyen las regiones marinas de no más de 6 m de profundidad en relación al nivel medio de la marea más baja.

NORMA OFICIAL MEXICANA	VINCULACIÓN
• 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 status, entre otros).	con los criterios establecidos por el Coeficiente de Ocupación Superficial (COS) de 0.5 para el lote 1, número 004-01 con una superficie de 93,533.07 m2 y, Coeficiente de Uso de Suelo (CUS) de 0.3 para el lote 2, número 053-4 con una superficie de 24,991.97 m2. El área del **Proyecto** ocupa para el desarrollo del mismo de 60,366.32 m2, dejando un área de conservación de 58,158.73 m2. Adicionalmente el **Proyecto** contempla los siguientes programas específicos para la recuperación in situ de los ecosistemas y especies en riesgo y biodiversidad del tipo de Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia (VSA/SMQ) para mantener la integridad de las interacciones funcionales y características ecológicas presentes: • Programa de Vigilancia Ambiental (PVA). • Programa de Educación Ambiental (PEA). • Programa de Conservación de Suelos (PCS). • Programa de Reforestación (PR). • Programa de Rescate y Reubicación de Flora (PRRFo). • Programa de Rescate y Reubicación de Fauna (PRRFa). Con relación a las zonas de anidación, reproducción, refugio, alimentación y alevinaje no existen dentro del área de **Proyecto** que interactúan con el manglar presente en el **AI**. Con relación a los servicios ambientales que presta el manglar quedan al 100% íntegros, ya que se respetará sin tocarlos, sin embargo, con relación a los servicios ambientales que presta la Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia (VSA/SMQ) que se removerá en una superficie de 4.7577 hectáreas que representaría con el ambiente costero del **SAR** es del 0.07%, asimismo la riqueza de especies de flora y fauna es mayor en el área de **SAR** que en el área de CUSTF y **AI**, tal como se demuestra en el capítulo VI del presente DTU-BR, podemos concluir que la remoción de la vegetación en el área solicitada para el CUSTF no afectará significativamente a la diversidad del ecosistema, ya que la dinámica ecológica de este ecosistema, será subsanado con los programas de mitigación ambiental, los cuales están dirigidos no sólo a la mitigación ambiental, sino al mejoramiento del ecosistema, pues al reforestar con especies propias del tipo de vegetación a intervenir, se estará contribuyendo al mejoramiento del área, ofreciéndole al ecosistema una mayor diversidad florística, mayor eficiencia en la captura de carbono, cantidad y calidad de refugios para la fauna local, al igual que mayor cantidad y calidad de nodrizas para la flora local. Es importante señalar, que la remoción de vegetación se realizará de manera gradual en un período de 18 años para evitar que el impacto a la erosión costera por efectos hídricos y eólicos, así como la pérdida de infiltración sean no significativos y considerando un período de recuperación de las medidas de mitigación para evitar una afectación permanente al recurso suelo por efectos del **CUSTF**.
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	El **Proyecto** no realizará obras de canalización ni interrupción o desvío del agua que ponga en riesgo la dinámica del manglar presente.

NORMA OFICIAL MEXICANA	VINCULACIÓN
diseñadas para restaurar la circulación y así promover la regeneración del humedal costero.	
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.	El **Proyecto** no realiza obras de canalización ni removerá manglar, sin embargo, si cuenta con una estrategia de restauración por la remoción de la Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia (VSA/SMQ), mediante los siguientes programas: • Programa de Vigilancia Ambiental (PVA). • Programa de Educación Ambiental (PEA). • Programa de Conservación de Suelos (PCS). • Programa de Reforestación (PR). • Programa de Rescate y Reubicación de Flora (PRRFo). • Programa de Rescate y Reubicación de Fauna (PRRFa).
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.	El **Proyecto** no realizará obras de canalización ni interrupción o desvío del agua que ponga en riesgo la dinámica del manglar presente.
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** no realizará ningún tipo de infraestructura marina fija, ni obras que afecten directamente al manglar que se encuentra en el área de conservación.
4.5 Cualquier bordo colindante con el manglar deberá evitar bloquear el flujo natural del agua hacia el humedal costero.	El **Proyecto** no realizará ningún tipo de bordo colindante que afecten directamente al manglar que se encuentra en el área de conservación.
4.6 Se debe evitar la degradación de los humedales costeros por contaminación y asolvamiento.	El **Proyecto** no se ubica en humedales costeros, el manglar presente es de tipo terrestre principalmente no inundable de tipo bosque costero, el cual no se encuentra saturado de agua y se respetará integralmente.
4.7 La persona física o moral que utilice o vierta agua proveniente de la cuenca que alimenta a los humedales costeros, deberá restituirla al cuerpo de agua y asegurarse de que el volumen, pH, salinidad, oxígeno disuelto, temperatura y la calidad del agua que llega al humedal costero garanticen la viabilidad del mismo.	El **Proyecto** no utilizará ni verterá agua hacia la cuenca que alimente a los humedales costeros, el agua de aprovechamiento será a través de pozos salinos con tratamiento de una planta desalinizadora y la descarga después de la planta de tratamiento será el 75% para riego de las áreas de conservación y 25% en pozos de inyección salinos junto con el agua de rechazo (salmuera) de la planta desalinizadora.
4.8 Se deberá prevenir que el vertimiento de agua que contenga contaminantes orgánicos y químicos, sedimentos, carbón metales pesados, solventes, grasas, aceites combustibles o modifiquen la temperatura del cuerpo de agua; alteren el equilibrio ecológico, dañen el ecosistema o a sus componentes vivos. Las descargas provenientes de granjas acuícolas, centros pecuarios, industrias, centros urbanos, desarrollos turísticos y otras actividades productivas que se vierten a los humedales costeros deberán ser tratadas y cumplir cabalmente con las normas establecidas según el caso.	El **Proyecto** no verterá aguas a los humedales costeros, el agua tratada como se ha mencionado será el 75% para riego de las áreas de conservación y 25% en pozos de inyección salinos junto con el agua de rechazo (salmuera) de la planta desalinizadora.
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 **Promovente** obtendrá la concesión de aprovechamiento de agua de pozos salinos y el permiso de descarga de las aguas tratadas en las actividades de riego e inyección en

NORMA OFICIAL MEXICANA	VINCULACIÓN
	pozos salinos cumpliendo de manera previa con la NOM-001-SEMARNAT -2020.
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** realizó un estudio geohidrológico que se presenta en el capítulo II del presente **DTU-BR** para establecerse con certeza la profundidad del agua salina sin afectar el agua dulce presente, por otro lado, se garantiza el balance hidrológico del cuerpo de agua salino al estar inyectando el 25% del agua tratada en pozos de inyección salinos junto con el agua de rechazo (salmuera) de la planta desalinizadora.
4.11 Se debe evitar la introducción de ejemplares o poblaciones que se puedan tornar perjudiciales, en aquellos casos en donde existan evidencias de que algunas especies estén provocando un daño inminente a los humedales costeros en zona de manglar, la Secretaría evaluará el daño ambiental y dictará las medidas de control correspondientes.	El **Promovente** se compromete a evitar en todo momento, la introducción de ejemplares o poblaciones que puedan causar daño a la vegetación presente del manglar cercano al área del **Proyecto**.
4.12 Se deberá considerar en los estudios de impacto ambiental, así como en los ordenamientos ecológicos el balance entre el aporte hídrico proveniente de la cuenca continental y el de las mareas, mismas que determinan la mezcla de aguas dulce y salada recreando las condiciones estuarinas, determinantes en los humedales costeros y las comunidades vegetales que soportan.	El **Proyecto** no se ubica en humedales costero, el manglar presente es de tipo terrestre principalmente no inundable de tipo bosque costero, el cual no se encuentra saturado de agua y se respetará integralmente, hecho que se ha declarado reiteradamente en el presente **DTU-BR**.
4.13 En caso de que sea necesario trazar una vía de comunicación en tramos cortos de un humedal o sobre un humedal, se deberá garantizar que la vía de comunicación es trazada sobre pilotes que permitirán el libre flujo hidráulico dentro del ecosistema, así como garantizar el libre paso de la fauna silvestre. Durante el proceso constructivo se utilizarán métodos de construcción en fase (por sobre posición continua de la obra) que no dañen el suelo del humedal, no generen depósito de material de construcción ni genere residuos sólidos en el área.	El **Proyecto** no realizará vías de comunicación en humedales costeros.
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 realizará vías de comunicación en humedales costeros.
4.15 Cualquier servicio que utilice postes, ductos, torres y líneas, deberá ser dispuesto sobre el derecho de vía. En caso de no existir alguna vía de comunicación se deberá buscar en lo posible bordear la comunidad de manglar, o en el caso de cruzar el manglar procurar el menor impacto posible.	El **Proyecto** no realizará ningún tipo de obra que utilice postes, ductos, torres y líneas que afecten directamente al manglar que se encuentra en el área de conservación.
4.16 Las actividades productivas como la agropecuaria, acuícola intensiva o semi-intensiva, infraestructura urbana, o alguna otra que sea aledaña o colindante con la vegetación de un humedal costero, deberá dejar una distancia mínima de 100 m respecto al límite de la vegetación, en la cual no se permitirá actividades productivas o de apoyo.	El **Proyecto** no se ubica en humedales costero, el manglar presente es de tipo terrestre principalmente no inundable de tipo bosque costero, el cual no se encuentra saturado de agua y se respetará integralmente, hecho que se ha declarado reiteradamente en el presente **DTU-BR**.
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	El en el caso, del material de construcción que se utilice se obtendrá en los bancos de préstamo autorizados por la autoridad competente.

NORMA OFICIAL MEXICANA	VINCULACIÓN
tengan 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, para ser transformado en potreros, rellenos sanitarios, asentamientos humanos, bordos, o cualquier otra obra que implique pérdida de vegetación, que no haya sido autorizada por medio de un cambio de utilización de terrenos forestales y especificada en el informe preventivo o, en su caso, el estudio de impacto ambiental.	El **Proyecto** no se ubica en humedales costeros, el manglar presente es de tipo terrestre principalmente no inundable de tipo bosque costero, el cual no se encuentra saturado de agua y se respetará integralmente.
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 realizará actividades de dragado ni disposición de ningún tipo de material que pudiera obstruir el flujo hidrológico.
4.20 Queda prohibida la disposición de residuos sólidos en humedales costeros.	El **Proyecto** para el manejo de los residuos establece medidas, tales como: • Programa de Educación Ambiental (PEA). • Programa de Manejo Integral de Residuos (PMIR). Dentro del PMIR se establece un procedimiento específico para derrames o fugas accidentales de materiales y residuos peligrosos, así como las medidas de atención y restauración del suelo.
4.21 Queda prohibida la instalación de granjas camaronícolas industriales intensivas o semintensivas en zonas de manglar y lagunas costeras, y queda limitado a zonas de marismas y a terrenos más elevados sin vegetación primaria en los que la superficie del proyecto no exceda el equivalente de 10% de la superficie de la laguna costera receptora de sus efluentes en lo que se determina la capacidad de carga de la unidad hidrológica. Esta medida responde a la afectación que tienen las aguas residuales de las granjas camaronícolas en la calidad del agua, así como su tiempo de residencia en el humedal costero y el ecosistema.	El **Proyecto** de refiere a un desarrollo turístico, por lo que no le aplica dicha disposición.
4.22 No se permite la construcción de infraestructura acuícola en áreas cubiertas de vegetación de manglar, a excepción de canales de toma y descarga, los cuales deberán contar previamente con autorización en materia de impacto ambiental y de cambio de utilización de terrenos forestales.	El **Proyecto** de refiere a un desarrollo turístico, por lo que no le aplica dicha disposición.
4.23 En los casos de autorización de canalización, el área de manglar a deforestar deberá ser exclusivamente la aprobada tanto en la resolución de impacto ambiental y la autorización de cambio de utilización de terrenos forestales. No se permite la desviación o rectificación de canales naturales o de cualquier porción de una unidad hidrológica que contenga o no vegetación de manglar.	El **Proyecto** no realizará obras de canalización ni interrupción o desvío del agua que ponga en riesgo la dinámica del manglar presente.
4.24 Se favorecerán los proyectos de unidades de producción acuícola que utilicen tecnología de toma descarga de agua, diferente a la canalización.	El **Proyecto** se refiere a un desarrollo turístico, por lo que no le aplica dicha disposición.
4.25 La actividad acuícola deberá contemplar preferentemente post-larvas de especies nativas producidas en laboratorio.	El **Proyecto** se refiere a un desarrollo turístico, por lo que no le aplica dicha disposición.
4.26 Los canales de llamada que extraigan agua de la unidad hidrológica donde se ubique la zona de manglares	El **Proyecto** de refiere a un desarrollo turístico, por lo que no le aplica dicha disposición.

NORMA OFICIAL MEXICANA	VINCULACIÓN
deberá evitar, la remoción de larvas y juveniles de peces y moluscos.	
4.27 Las obras o actividades extractivas relacionadas con la producción de sal, sólo podrán ubicarse en salitrales naturales; los bordos no deberán exceder el límite natural del salitral, ni obstruir el flujo natural de agua en el ecosistema.	El **Proyecto** se refiere a un desarrollo turístico, por lo que no le aplica dicha disposición.
4.28 La infraestructura turística ubicada dentro de un humedal costero debe ser de bajo impacto, con materiales locales, de preferencia en palafitos que no alteren el flujo superficial del agua, cuya conexión sea a través de veredas flotantes, en áreas lejanas de sitios de anidación y percha de aves acuáticas, y requiere de zonificación, monitoreo y el informe preventivo.	El **Proyecto** no se ubica en humedal costero, el manglar presente es de tipo terrestre principalmente no inundable de tipo bosque costero, el cual no se encuentra saturado de agua y se respetará integralmente.
4.29 Las actividades de turismo náutico en los humedales costeros en zonas de manglar deben llevarse a acabo 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** no llevará a cabo actividades de turismo náutico en humedales costeros.
4.30 En áreas restringidas los motores fuera de borda deberán ser operados con precaución, navegando a velocidades bajas (no mayor de 8 nudos), y evitando zonas donde haya especies en riesgo como el manatí.	El **Proyecto** no llevará a cabo actividades de turismo náutico en humedales costeros.
4.31 El turismo educativo, ecoturismo y observación de aves en el humedal costero deberán llevarse a cabo a través de veredas flotantes, evitando la compactación del sustrato y el potencial de riesgo de disturbio a zonas de anidación de aves, tortugas y otras especies.	El **Proyecto** no llevará a cabo actividades de turismo educativo, ecoturismo y observación de aves en el humedal costero.
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 **Proyecto** no se ubica en humedales costeros, el manglar presente es de tipo terrestre principalmente no inundable de tipo bosque costero, el cual no se encuentra saturado de agua y se respetará integralmente.
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.	El **Proyecto** no realizará obras de canalización ni interrupción o desvío del agua que ponga en riesgo la dinámica del manglar presente.
4.34 Se debe evitar la compactación del sedimento en marismas y humedales costeros como resultado del paso de ganado, personas, vehículos y otros factores antropogénicos.	El **Proyecto** no se ubica en humedales costeros, el manglar presente es de tipo terrestre principalmente no inundable de tipo bosque costero, el cual no se encuentra saturado de agua y se respetará integralmente.
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** no se ubica en humedales costeros, el manglar presente es de tipo terrestre principalmente no inundable de tipo bosque costero, el cual no se encuentra saturado de agua y se respetará integralmente.
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 **Proyecto** no se ubica en humedales costeros, el manglar presente es de tipo terrestre principalmente no inundable de

NORMA OFICIAL MEXICANA	VINCULACIÓN
el libre tránsito de la fauna silvestre, de acuerdo como se determinen en el Informe Preventivo.	tipo bosque costero, el cual no se encuentra saturado de agua y se respetará integralmente.
4.37 Se deberá favorecer y propiciar la regeneración natural de la unidad hidrológica, comunidad vegetales y animales mediante el restablecimiento de la dinámica hidrológica y flujos hídricos continentales (ríos de superficie y subterráneos, arroyos permanentes y temporales, escurrimientos terrestres laminares, aportes del manto freático), la eliminación de vertimientos de aguas residuales y sin tratamiento protegiendo las áreas que presenten potencial para ello.	El **Proyecto** cuenta con una estrategia de restauración por la remoción de la Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia (VSA/SMQ), conforme a los siguientes Programas: • Programa de Vigilancia Ambiental (PVA). • Programa de Educación Ambiental (PEA). • Programa de Conservación de Suelos (PCS). • Programa de Reforestación (PR). • Programa de Rescate y Reubicación de Flora (PRRFo). • Programa de Rescate y Reubicación de Fauna (PRRFa). Asimismo, el **Proyecto** no verterá aguas a los humedales costeros; el agua tratada, como se ha mencionado, será el 75% para riego de las áreas de conservación y 25% en pozos de inyección salinos junto con el agua de rechazo (salmuera) de la planta desalinizadora.
4.38 Los programas proyectos de restauración de manglares deberán estar fundamentados científica y técnicamente y aprobados en la resolución de impacto ambiental, previa consulta a un grupo colegiado. Dicho proyecto deberá contar con un protocolo que sirva de línea de base para determinar las acciones a realizar.	El **Proyecto** no realizará programa de restauración en manglar.
4.39 La restauración de humedales costeros con zonas de manglar deberá utilizar el mayor número de especies nativas dominantes en el área a ser restaurada, tomando en cuenta la estructura y composición de la comunidad vegetal local, los suelos, hidrología y las condiciones del ecosistema donde se encuentre.	El **Proyecto** no realizará programa de restauración en humedales costeros.
4.40 Queda estrictamente prohibido introducir especies exóticas para las actividades de restauración de los humedales costeros.	El **Proyecto** no realizará programa de restauración en humedales costeros.
4.41 La mayoría de los humedales costeros restaurados y creados requerirán de por lo menos de tres a cinco años de monitoreo, con la finalidad de asegurar que el humedal costero alcance la madurez y el desempeño óptimo.	El **Proyecto** no realizará programa de restauración en humedales costeros.
4.42 Los estudios de impacto ambiental y ordenamiento deberán considerar un estudio integral de la unidad hidrológica donde se ubican los humedales costeros.	El **Proyecto** no se ubica en humedales costeros, el manglar presente es de tipo terrestre principalmente no inundable de tipo bosque costero, el cual no se encuentra saturado de agua y se respetará integralmente.

iv) Ruido.

Para esta materia, se identificaron las siguientes:

Tabla III. 23. NOMs en materia de ruido.

NORMA OFICIAL MEXICANA	VINCULACIÓN
NOM-080-SEMARNAT-1994, "Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido proveniente del escape de los vehículos automotores, motocicletas y	Se solicitará a los transportistas la implementación de un programa de mantenimiento preventivo, con la finalidad que

NORMA OFICIAL MEXICANA	VINCULACIÓN
triciclos motorizados en circulación, y su método de medición."	los vehículos utilizados, cumplan los máximos permisibles en materia de ruido.
NOM-081-SEMARNAT-1994, "Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición".	En este tenor, el **Proyecto** durante sus diversas etapas, cumplirá cabalmente con el límite de ruido establecido, asimismo, realizará los monitoreos que se requieran para verificar el cumplimiento de dichos límites.

v) Agua.

Para esta materia, se identificaron las siguientes:

Tabla III. 24. NOM en materia de agua.

NORMA OFICIAL MEXICANA	VINCULACIÓN
NOM-127-SSA1-2021, "Agua para uso y consumo humano, límites permisibles de la calidad del agua".	El **Proyecto** cumplirá con esta **NOM** con los límites máximos permisibles establecidos en el tratamiento del agua salina extraída de los pozos y tratada en la planta desalinizadora, para el uso y consumo humano de los huéspedes y trabajadores del **Proyecto**. Para lo cual obtendrá la concesión de extracción de los pozos salinas ante la CONAGUA.
NOM-001-SEMARNAT-2021, "Que establece los límites permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en cuerpos receptores propiedad de la nación".	El **Proyecto**, cumplirá con esta **NOM** con límites máximos permisibles establecidos para riego en las áreas de conservación y la para la descarga de aguas de desecho en conjunto con la salmuera generada en la planta desalinizadora.

vi) Seguridad e Higiene en el trabajo.

Para esta materia, se identificaron las siguientes:

Tabla III. 25. NOM en materia de Seguridad e Higiene en el Trabajo.

NORMA OFICIAL MEXICANA	VINCULACIÓN
NOM-002-STPS-2010, Condiciones de seguridad-Prevención y protección contra incendios en los centros de trabajo.	La **promovente** y sus trabajadores darán cumplimiento a esta norma por medio de la colocación de equipos y accesorios móviles contra incendio.
NOM-017-STPS-2008, Equipo de protección personal-Selección, uso y manejo en los centros de trabajo	La **promovente** cumplirá con dicha norma al dar una capacitación completa a todos sus trabajadores para los diversos centros de trabajo. Asimismo, todos los trabajadores durante la etapa de preparación del sitio y construcción portarán el equipo de protección personal.
NOM-018-STPS-2015, Sistema para la identificación y comunicación de peligros y riesgos por sustancias químicas peligrosas en los centros de trabajo.	La **promovente** y sus trabajadores darán cumplimiento a esta norma en sus operaciones en sus equipos y procesos, mediante pláticas de inicio de jornada.
NOM-028-STPS-2012, Sistema para la administración del trabajo-Seguridad en los procesos y equipos críticos que manejen sustancias químicas peligrosas.	
NOM-026-STPS-2008, Colores y señales de seguridad e higiene, e identificación de riesgos por fluidos conducidos en tuberías.	

III.5. Planes o Programas de Desarrollo Urbano (PDU).

i) Programa de Desarrollo Urbano del Municipio de Solidaridad.

El Programa de Desarrollo Urbano del Municipio de Solidaridad (**PDUS**), fue publicado en 25 de mayo de 2009 en el Periódico Oficial del Gobierno del Estado de Quintana Roo.

Este Programa Municipal de Desarrollo señala como objetivo principal la siguiente estrategia:

> *"Formular la estrategia de desarrollo urbano del Municipio de Solidaridad, en donde se establezcan las acciones a seguir para impulsar el desarrollo turístico de calidad, socialmente incluyente, ambientalmente sustentable y territorialmente ordenada, así como el proponer la infraestructura, el equipamiento y los servicios de apoyo necesarios para el impulso y consolidación de esta actividad."*

Así mismo, en los ejes rectores de desarrollo indica en su punto número 1 el *"*desarrollo turístico*"*, debido a la importancia local y regional, ya que este sector es del que depende gran parte de la población económicamente activa. Dentro de este eje, se establecen los siguientes objetivos:

Desarrollo Turístico

- Difundir y ampliar instrumentos para el fomento turístico y la conservación ambiental;
- Generar nichos de mayor gasto y menos agresión al ambiente;
- Crear una ciudad educadora;
- Generar eventos turísticos únicos y permanentes;
- Crear un fondo para la promoción cultural;
- Conocer la opinión del turista de manera directa;
- Promocionar el destino;
- Promover y desarrollar la infraestructura turística;
- Fomentar el ecoturismo;
- Crear un fondo municipal para el desarrollo turístico y hotelero (museos, etc.). mediante aportación voluntaria e impuestos;
- Edificar hotelería verde;
- Crear instrumentos de servicios para personas con capacidades diferentes;
- Salud y atender las situaciones de emergencia de salud de los turistas;
- Fomentar educación ambiental y conocimientos del entorno natural local;
- Difundir la cultura ambiental en los medios de comunicación;
- Involucrar a las OSC, empresas, trabajadores, prestadores de servicio y autoridades para promover y dar a conocer los atractivos;
- Fomentar el turismo local y social;
- Obtener los más altos índices de calidad en la prestación de servicios.

De igual manera, se consideran los ejes de *"*Desarrollo económico, medio ambiente y desarrollo urbano e infraestructura*"*. Todos enfocados en el desarrollo social, económico y cultural ordenado.

Ahora bien, dentro de las políticas y estrategias, para el desarrollo turístico se tienen metas claras y concisas enfocadas en establecer un medio que reciba e impulse el turismo, ya que establece los siguientes objetivos:

- Incrementar la capacidad del equipamiento turístico.
- Crear accesos controlados hacia la zona de humedales, cenotes y los arrecifes, dotándolos de infraestructura básica que utilice técnicas alternativas en su instrumentación.
- Crear accesos públicos a playas dotándolos de infraestructura básica.
- Promover la creación y la preservación de atractivos inherentes a la cultura Maya.
- Impulsar las actividades náuticas como cruceros de paseo, pesca deportiva, buceo, vela en todas sus categorías, catamaranes, mini cruceros de cabotaje, etc.
- Dotar de la infraestructura náutica necesaria para posicionar al municipio de Solidaridad en el mercado náutico mundial.
- Impulsar el desarrollo ecoturístico en la zona con potencial.
- Promover la creación de zonas de desarrollo turístico sustentable.

Vinculación: En este sentido, es evidente que el sector turismo forma parte de los objetivos del **PDU** del municipio, y que es necesario tanto crear las condiciones para tener atender la demanda, así como establecer medidas que permitan nuevos desarrollos acorde con las metas establecidas. Tal y como se observa en los objetivos del desarrollo turístico del **PDU** antes plasmado, se encuentran dirigido a la ecoeficiencia de los componentes y recursos naturales presentes en la región, lo cual se logra a través de la implementación de las estrategias de prevención y mitigación contempladas en el capítulo VII del **DTU-BR,** a través de programas específicos. Dichos programas son los siguientes:

- Programa de Vigilancia Ambiental (PVA).
- Programa de Manejo Integral de Residuos (PMIR).
- Programa de Educación Ambiental (PEA).
- Programa de Conservación de Suelos (PCS).
- Programa de Reforestación (PR).
- Programa de Rescate y Reubicación de Flora (PRRFo).
- Programa de Rescate y Reubicación de Fauna (PRRFa).
- Acciones especificas en materia de aire, suelo y agua.

Dentro del diseño del **Proyecto** se aprovechará el agua a través de pozos salinos para no incrementar el defícit de agua que podría representar el aprovechamiento del acuífero, en este sentido se instalará una planta desalinizadora que obtendrá agua para uso y consumo humano conforme a la **NOM-127-SSA1-2021,** y del mismo modo se construirá una Planta Tratadora de Aguas Residuales (**PTAR**), cuya descarga del 75% se realizará como riego a las áreas de conservación re-

inyetando este recurso al acuífero y el 25% restante será inyectado junto con el agua de desecho de la planta desalinizadora al pozo de inyección.

De tal forma que los objetivos impulsan el desarrollo de este dentro de la región, en virtud de que las actividades tal y como se han mencionado, no representan un impacto negativo a los componentes ambientales. Lo anterior, en el sentido que, a través de las medidas de prevención y mitigación se realizará un aprovechamiento sustentable de los recursos presentes y generando armonía con los servicios y procesos ambientales de la zona, buscando en todo momento el menor de los impactos posibles.

En cuanto los usos y destinos del suelo el **PDU** establece dentro del área del **Proyecto** tanto para la zonificación primaria como secundaria, **"Zona Turística"**.

La función de la zonificación primaria es ordenar, regular y planear el desarrollo urbano del municipio acorde a las estrategias planteadas. Para ello, el territorio se ha dividido en las distintas áreas, y tal como se mencionó, el **Proyecto** que nos compete se ubica en la zonificación ***"Zona turística"***.

De acuerdo con el Programa, las **Zonas turísticas** se definen como sigue:

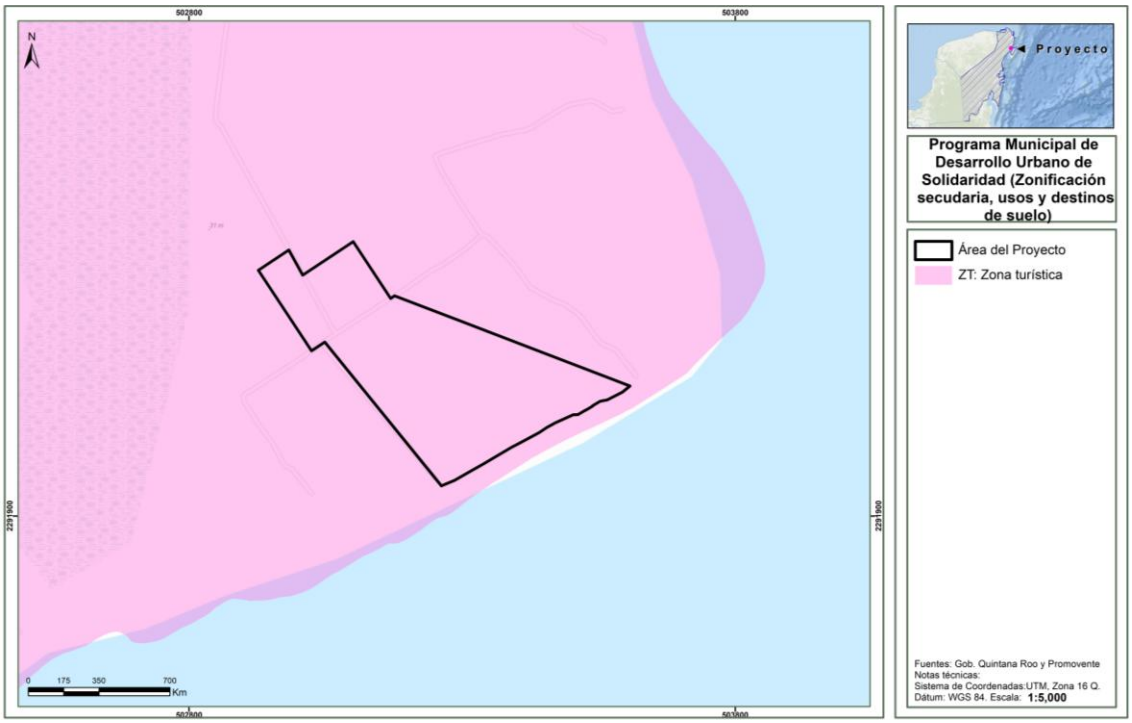
"*Son aquellas áreas que por sus características y atractivo natural propician el desarrollo de edificaciones y actividades de tipo turístico y recreativo. Estas áreas se deben proteger de la excesiva concentración de habitantes, regulando la densidad autorizable población y de edificación en cada zona específica. De igual manera, se deben proteger contra riesgos urbanos y tráfico pesado ocasionados por usos incompatibles. Son áreas en las que se debe prevenir el deterioro de las mismas, ya que por su belleza y valor ambiental son la razón de ser de su atractivo*."

Estas zonas son susceptibles de desarrollarse, ya sea dentro del territorio de influencia de un centro de población existente o en áreas deshabitadas. Son áreas que forman parte de la franja costera del Municipio.

El **Proyecto** tiene autorizado el uso de suelo Turístico para el **lote 1, número 004-01** con una superficie de 93,533.07 m^2, de conformidad al Acuerdo mediante el cual se aprueba el Cambio de Uso de Suelo del predio identificado como punta Maroma del Municipio de Solidaridad, Quintana Roo, aprobado en la trigésima primera sesión ordinaria del H. Ayuntamiento de Solidaridad, Quintana Roo período 213-2016, publicado en el Periódico Oficial del Estado de Quintana Roo, el 31 marzo de 2015, el cual establece una densidad de 1,193 cuartos por lote un COS 0.5, CUS 1.2 y 118 cajones de estacionamiento. Tal como lo establece la constancia de uso de suelo mediante oficio DGIDUMAYCC/SPU/NDA/2177/2019, de fecha 4 de octubre de 2019, expedida por la Dirección de Desarrollo Urbano del H. Municipio de Solidaridad (la cual se presenta en el **Anexo_III_1_ Uso de suelo, se presenta constancia de uso de suelo, acta de sesión de cabildo y publicación el Diario Oficial**). De acuerdo con el Programa, se indica que para la zonificación en donde recae el **Proyecto**, se regirá en su totalidad por los criterios establecidos en el Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Solidaridad. En este sentido, el **Proyecto** se ubica dentro de la UGA 17 "Corredor turístico Punta Brava – Xcalacoco", que conforme a este Capítulo se desarrolló de manera amplia y detatalla la vinculación del **Proyecto** con los criterios de regulación ecológica.

Por otra parte, para el **lote 2, número 053-4** con una superficie de 24,991.97 m^2, se cumplirá este criterio en la etapa 5 del año 15 del incio del **Proyecto**, si no ha cambiado dicho criterio.

Figura III. 22. Ubicacióndel poryecto en la zonificación secundaria y primaria.



III.6. Otros instrumentos.

i) ACUERDO por el que se expiden los lineamientos y procedimientos para solicitar en un trámite único ante la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales las autorizaciones en materia de impacto ambiental y en materia forestal que se indican y se asigna las atribuciones correspondientes en los servidores públicos que se señalan.

Este acuerdo fue publicado el 22 de diciembre de 2010 en el Diario Oficial de la Federación, y tiene su base en el Plan Nacional de Desarrollo 2007-2012, la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y la Ley Federal de Procedimiento Administrativo. Este ACUERDO considera la existencia de obras y actividades que para su ejecución requieren de autorización de cambio de uso de suelo en terrenos forestales y en materia de impacto ambiental.

Los artículos vinculantes son los siguientes:

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

II. Documento técnico unificado, el que integra la manifestación de impacto ambiental, en sus modalidades regional o particular, señaladas en los artículos 12 y 13 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Evaluación del Impacto Ambiental, con el estudio técnico justificativo señalado en el artículo 121 del Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y cuyo contenido se describe en los artículos Sexto y Séptimo del presente Acuerdo.

[…]

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

***SEPTIMO**. El documento técnico unificado correspondiente al trámite unificado de cambio de uso de suelo forestal, modalidad A, contendrá la información que prevén los artículos 12 y 13 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Evaluación del Impacto Ambiental, según corresponda, así como la indicada en el artículo 121, fracciones V, IX, X, XI, XIII y XIV, del Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.*

***NOVENO**. A la solicitud de trámite unificado de cambio de uso de suelo forestal, en sus modalidades A y B, se anexará:*

I. Documento técnico unificado, en original impreso y en formato electrónico;

II. Copia simple de la identificación oficial del solicitante;

III. Resumen del contenido del documento técnico unificado, en formato electrónico;

IV. Copia de la constancia del pago de derechos correspondientes;

V. Cuando se trate de actividades altamente riesgosas, el estudio de riesgo correspondiente;

VI. Original o copia certificada del título de propiedad inscrito en el Registro Público que corresponda o del documento que acredite la posesión o el derecho para realizar las actividades que impliquen el cambio de uso de suelo en terrenos forestales. En ambos casos se anexará copia simple para su cotejo;

VII. Tratándose de ejidos o comunidades agrarias, deberá presentarse original o copia certificada del acta de asamblea en la que conste el acuerdo de cambio del uso del suelo en el terreno respectivo, así como copia simple para su cotejo, y

VIII. Cuando se trate del reconocimiento, exploración superficial y explotación petrolera en terrenos forestales, la documentación que acredite el derecho a realizar las actividades propuestas.

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

Vinculación: La presentación de este estudio tiene su fundamento en este Acuerdo, ya que se presenta en un único trámite la solicitud de evaluación de impacto ambiental, así como el cambio de uso de suelo en terrenos forestales. Esto con fundamento en lo indicado en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Evaluación del Impacto Ambiental y la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable. La modalidad se definió acorde con lo indicado en el punto noveno del Acuerdo, y considerando la información y contenido de las guías oficiales publicadas para tal fin. Con base en lo anterior, el **Proyecto** cumple y se presenta en apego a la normatividad ambiental vigente, previo a cualquier obra u actividad, a fin de contar con las autorizaciones en materia de en un solo procedimiento.

ii) Plan Nacional de Desarrollo 2025 -2030 (PND).

El **PND**, publicado el 15 de abril de 2025 en el **DOF**, establece el programa de gobierno a seguirse en el presente sexenio, conviniendo acciones que buscan fomentar el desarrollo integral y sustentable del país.

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

Para este propósito, la Carta Magna faculta al Ejecutivo Federal para establecer los procedimientos de participación y consulta popular en el sistema nacional de planeación democrática, y los criterios para la formulación, instrumentación, control y evaluación del plan y los programas de desarrollo.

El Plan Nacional de Desarrollo (**PND**) es, en esta perspectiva, un instrumento para enunciar los problemas nacionales y enumerar las soluciones en una proyección sexenal. El **PND** actual (2025-2030) está compuesto 4 ejes principales: "Gobernanza con justicia y participación ciudadana", "Desarrollo con bienestar y humanismo", "Economía moral y trabajo" y "Desarrollo sustentable" y tres ejes transversales: "Igualdad sustantiva y derechos de las mujeres", "Innovación pública para el desarrollo tecnológico nacional" y "Derechos de los pueblos y comunidades indígenas y afromexicanas".

El **Proyecto** se vincula con el "Eje general 4. Desarrollo Sustentable", mismo que se cita en la parte que se relaciona con el Proyecto:

> *"El Proyecto de Nación de la Cuarta Transformación tiene como base el impulso de un desarrollo sustentable, es decir, lograr un equilibrio entre desarrollo económico, social y ambiental que preserve el medio ambiente y evite un daño irreversible, al tiempo que busca evitar que se agoten los recursos naturales y permitir su disfrute a las generaciones futuras. La justicia social debe ir acompañada de una justicia ambiental, de un modelo de sociedad que disminuya su huella ecológica y respete los ciclos naturales de reproducción de la vida.*

El desarrollo sustentable requiere un enfoque integral en la protección y el uso responsable de los recursos naturales. Es prioritario implementar políticas para reducir y revertir el daño ambiental, proteger los ecosistemas estratégicos del país como bosques, selvas y cuerpos de agua y fomentar el aprovechamiento de residuos mediante la economía circular. Esto implica incentivar el reciclaje de materiales, el aprovechamiento energético de residuos orgánicos y la gestión eficiente de desechos para reducir la contaminación y optimizar el uso de recursos."

Vinculación: El **Proyecto** se vincula con el eje de desarrollo sustentable del **PND** ya que éste contribuirá al impulso al turismo sostenible, la generación de empleos formales y de calidad, el uso eficiente y responsable de los recursos naturales, y la contribución a la conservación del medio ambiente. En este eje se busca armonizar el crecimiento económico con la justicia ambiental, incluyendo estrategias para minimizar impactos ambientales, promover energías limpias y gestionar de manera eficiente el agua y otros recursos, alineándose con los objetivos de bienestar, justicia social y sustentabilidad planteados en el **PND**.

Además, la planificación y operación del **Proyecto**, en relación con este eje, ha integrado prácticas que contribuyen a la preservación de ecosistemas, la reducción de emisiones contaminantes, la gestión responsable de residuos y la inclusión social en las comunidades donde se ubique el Proyecto. Así, el **Proyecto** se integra como un agente que promueve un desarrollo económico equilibrado con la protección ambiental y la prosperidad para el Municipio de Solidaridad, conforme al modelo de desarrollo sustentable impulsado en el **PND** 2025-2030.

Tal y como se observa en los objetivos del **PND** antes plasmado, se encuentran dirigido a un desarrollo sustentable en la región, lo cual se logra a través de la implementación de las estrategias de prevención y mitigación contempladas en el capítulo VII del **DTU-BR,** a través de los siguientes programas:

- Programa de Vigilancia Ambiental (PVA).
- Programa de Manejo Integral de Residuos (PMIR).
- Programa de Educación Ambiental (PEA).
- Programa de Conservación de Suelos (PCS).
- Programa de Reforestación (PR).
- Programa de Rescate y Reubicación de Flora (PRRFo).
- Programa de Rescate y Reubicación de Fauna (PRRFa).
- Acciones especificas en materia de aire, suelo y agua.

Dentro del diseño del **Proyecto** se aprovechará el agua a través de pozos salinos para no incrementar el defícit de agua que podría representar el aprovechamiento del acuífero, en este sentido se instalará una planta desalinizadora que obtendra agua para uso y consumo humano conforme a la **NOM-127-SSA1-2021,** y del mismo modo se construirá una Planta Tratadora de Aguas Residuales (**PTAR**), cuya descarga del 75% se realizará como riego a las áreas de conservación re-inyetando este recurso al acuífero y el 25% restante será inyectado junto con el agua de desecho de la planta desalinizadora al pozo de inyección.

De tal forma que los objetivos impulsan el desarrollo de este dentro de la región, en virtud de que las actividades tal y como se han mencionado, no representan un impacto negativo a los componentes ambientales. Lo anterior, en el sentido que, a través de las medidas de prevención y mitigación se realizará un aprovechamiento sustentable de los recursos presentes y buscando generar una armonía con los servicios y procesos ambientales de la zona, buscando en todo momento el menor de los impactos posibles.

iii) Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2025-2030. (PROMARNAT).

El **PROMARNAT** fue publicado el 08 de septiembre de 2025 en el Diario Oficial de la Federación y se encuentra alineado a los ejes que contempla el **PND**, así como de la normativa nacional como internacional encaminada a definir un aprovechamiento sustentable de los recursos presentes en el territorio mexicano.

Dicho Programa define como objetivos, los siguientes:

1: Conservar, proteger y aprovechar sustentablemente los ecosistemas para salvaguardar la biodiversidad y sus servicios ambientales, consolidándolos como un medio para erradicar la pobreza, reducir desigualdades y fortalecer el tejido social, con respeto a los derechos humanos e igualdad, priorizando comunidades indígenas y afromexicanas.

2: Restaurar ecosistemas naturales prioritarios para la biodiversidad y sus servicios ambientales, con enfoque interdisciplinario, intersectorial y con la participación de comunidades locales, indígenas y afromexicanas, basado en principios de igualdad, inclusión y justicia ambiental.

3: Garantizar el derecho humano al agua, asegurando la gestión sustentable de los recursos hídricos y fomentando la protección e integridad de las cuencas y acuíferos, los ecosistemas y su biodiversidad.

4: Fortalecer la acción climática para transitar hacia una economía adaptativa y baja en carbono, integrando la prevención y control de la contaminación para proteger la salud de la población, ecosistemas, sistemas productivos y la infraestructura estratégica ante los impactos climáticos.

5: Impulsar una política ecológica humanista, con participación ciudadana, inclusiva y de acceso a la justicia ambiental, respaldada por una cultura ambiental e información relevante para la toma de decisiones, con enfoque territorial.

De manera que una vez definidos los objetivos y derivado de un análisis del contexto actual en el que se encuentran los componentes ambientales dentro del territorio mexicano, se define una serie de acciones tomado en cuenta para su construcción los principios rectores que el nuevo gobierno ha delineado en el **PND** para establecer el nuevo consenso nacional sobre el que se pretende construir un modelo viable de desarrollo económico, ordenamiento político y convivencia entre sectores sociales.

Así a continuación, se presenta una vinculación con los objetivos y estrategias que define el **PROMARNAT** en relación con la implementación del **Proyecto**.

Tabla III. 26. Vinculación del Proyecto con el PROMARNAT.

Objetivo, Estrategia y Acción	Vinculación
Objetivo 1. Conservar, proteger y aprovechar sustentablemente los ecosistemas para salvaguardar la biodiversidad y sus servicios ambientales, consolidándolos como un medio para erradicar la pobreza, reducir desigualdades y fortalecer el tejido social, con respeto a los derechos humanos e igualdad, priorizando comunidades indígenas y afromexicanas. Estrategia 1.1 Incrementar la superficie y efectividad del manejo de las áreas naturales protegidas y otros esquemas de conservación y protección de ecosistemas naturales, para salvaguardar la biodiversidad, mejorar la calidad de vida de las comunidades y contribuir en el cumplimiento de los compromisos mundiales. Estrategia 1.2 Detener la pérdida y degradación de los ecosistemas naturales, combatiendo sus causas, con la coordinación de la Administración Pública Federal y la participación de otros órdenes de gobierno y la sociedad. Estrategia 1.3 Impulsar los esquemas existentes de manejo sustentable de la biodiversidad para proteger ecosistemas naturales y sus servicios ambientales, fomentando el incremento de la productividad, la ampliación de las cadenas de comercialización y la mejora de los medios de vida de las comunidades Estrategia 1.4 Impulsar actividades productivas sustentables en los ecosistemas forestales que permitan incrementar la productividad y competitividad forestal, proteger la biodiversidad y mejorar los medios de vida de las personas propietarias o poseedoras de los recursos forestales. Estrategia 1.5 Fortalecer el ordenamiento ecológico como instrumento de planeación que regule el uso del suelo según su aptitud natural y promueva mejores relaciones socioambientales entre campo y ciudad, con enfoque de cuenca y la participación interinstitucional, de los órdenes de gobierno y sectores de la sociedad.	Si bien estas acciones se encuentran dirigidas a la administración pública de los tres órdenes de gobierno, el **Proyecto** es congruente con lo establecido en este objetivo ya que a través del desarrollo del mismo se podrá contribuir a la generación de empleos directos e indirectos y con ello también se fortalece el tejido social ya que los empleos formales garantizan el acceso a la salud, entre otros servicios fundamentales, que contribuyen a mejorar la calidad de vida de las comunidades. Asimismo, en relación con las estrategias para este Objetivo 1, el desarrollo del Proyecto consiste en una actividad productiva de servicios turísticos, que se alineará a las políticas, lineamientos y criterios establecidos en el marco jurídico nacional aplicable al Proyecto, incluyendo los programas de ordenamiento ecológico correspondientes. El **Proyecto** es compatible con esta estrategia ya que también se está contemplando la implementación de las medidas de prevención y mitigación descritas en el capítulo VII del **DTU-BR,** a través de los siguientes programas específicos: • Programa de Vigilancia Ambiental (PVA). • Programa de Manejo Integral de Residuos (PMIR). • Programa de Educación Ambiental (PEA). • Programa de Conservación de Suelos (PCS). • Programa de Reforestación (PR). • Programa de Rescate y Reubicación de Flora (PRRFo). • Programa de Rescate y Reubicación de Fauna (PRRFa).

Objetivo, Estrategia y Acción	Vinculación
Objetivo 2. Restaurar ecosistemas naturales prioritarios para la biodiversidad y sus servicios ambientales, con enfoque interdisciplinario, intersectorial y con la participación de comunidades locales, indígenas y afromexicanas, basado en principios de igualdad, inclusión y justicia ambiental. Estrategia 2.1 Restaurar ecosistemas terrestres, acuáticos, costeros, marinos e insulares degradados, priorizando soluciones basadas en la naturaleza e innovación tecnológica, para recuperar la biodiversidad, mejorar medios de vida y promover la adaptación climática en comunidades, en coordinación con otros órdenes de gobierno y la sociedad. Estrategia 2.2 Remediar y restaurar cuencas y sitios prioritarios para la biodiversidad con un enfoque ambiental humanista y de justicia ambiental, para recuperar los servicios ambientales, fortalecer la mitigación del cambio climático y aumentar la resiliencia de las comunidades locales, indígenas y afromexicanas. Estrategia 2.3 Recuperar especies nativas de importancia ecológica y/o económica, a través de programas de reproducción y reintroducción en sus hábitats naturales y de prevención y control de especies exóticas invasoras, con la participación de todos los sectores de la sociedad.	La implementación del **Proyecto** para la prestación de servicios turísticos, se alinea con este objetivo al considerar en su diseño el cambio climático con un factor preponderante para enfrentar la vulnerabilidad ante los cambios que se presenten. En este sentido el **Proyecto** consideró en su diseño la vulnerabilidad que se puede presentar por los efectos del cambio climático, realizó un par de estudios para el diseño en caso de inundación, tales como: • Determinación de la cota de inundación por tormenta asociada a diferentes períodos de retorno, en Playa del Carmen, Quintana Roo: Describe la metodología para determinar la cota de inundación por tormenta que se puede presentar en la zona costera en la que se encuentra ubicado el **Proyecto**. • Estudio Hidrológico Terraesmeralda: Este estudio tuvo la finalidad de aplicar los parámetros hidrológicos del área del Proyecto para aplicarlos al diseño del drenaje pluvial vonforme a la lluvia máxima en 24 horas con períodos de retorno de 5, 10, 25, 50, 100, 500 y 1000 años. Por otra parte, en relación con la estrategia 2.3, en el diseño del Proyecto, se han contemplado diversos programas para prevenir, mitigar y compensar los posibles efectos por el desarrollo de sus actividades; uno de estos es el Programa de reforestación, en el cual se ha establecido realizar la reforestación con especies nativas de la región, con lo cual se coadyuva al logro del Objetivo 2.
Objetivo 3. Garantizar el derecho humano al agua, asegurando la gestión sustentable de los recursos hídricos y fomentando la protección e integridad de las cuencas y acuíferos, los ecosistemas y su biodiversidad. Estrategia 3.1 Garantizar el acceso al agua potable en cantidad y calidad, así como al saneamiento, priorizando a la población en condiciones de rezago histórico y vulnerabilidad, a través de la inversión en infraestructura y promoviendo el reciclaje del líquido. Estrategia 3.2 Fomentar el uso sustentable del agua en los sectores consumidores, a fin de reducir la presión hídrica sobre las fuentes de abastecimiento y garantizar su disponibilidad. Estrategia 3.3 Coadyuvar en el desarrollo, rehabilitación y ampliación de infraestructura de colecta y tratamiento de aguas residuales municipales, así como promover el tratamiento de aguas industriales para reducir las descargas de contaminantes en cuerpos de agua, con la participación de otros órdenes de gobierno. Estrategia 3.4 Fortalecer las labores de verificación de las descargas de aguas residuales y el monitoreo de la calidad de los cuerpos de agua nacionales, a fin de vigilar el cumplimiento normativo de las descargas. Estrategia 3.5 Fomentar la protección, preservación e integridad de cuencas y acuíferos para asegurar la gestión sustentable de los recursos hídricos.	El **Proyecto** es compatible con este Objetivo y sus estrategias, en razón de que para mantener un equilibrio con relación al uso, consumo y descarga del recurso agua presente, dentro del diseño del **Proyecto** se realizó un "*Estudio Geohidrológico*" con la finalidad de obtener aguas salina mediante pozos exploratorios y de extracción para su posterior tratamiento mediante una planta desalinizadora, reinyectando el agua de desecho (salmuera residual) hacia pozos de inyección con el objetivo de evitar efectos negativos o adversos al estrés hídrico que podría presentar la región. Asimismo, dentro del diseño del **Proyecto** se construirá una Planta Tratadora de Aguas Residuales (**PTAR**), cuya descarga del 75% se realizará como riego a las áreas de conservación re-inyetando este recurso al acuífero y el 25% restante será inyectado junto con el agua de desecho de la planta desalinizadora al pozo de inyección.
Objetivo 4. Fortalecer la acción climática para transitar hacia una economía adaptativa y baja en carbono, integrando la prevención y control de la contaminación para proteger la	En relación con este Objetivo 4 y sus estrategias, como se ha señalado en este estudio, el **Proyecto** contempla una serie de medidas encaminadas a prevenir, mitigar y

Objetivo, Estrategia y Acción	Vinculación
salud de la población, ecosistemas, sistemas productivos y la infraestructura estratégica ante los impactos climáticos. Estrategia 4.1. Implementar, con una perspectiva de derechos humanos, igualdad y justicia climática, políticas de mitigación de emisiones, de conservación y protección de los sumideros de carbono, con la participación de la Administración Pública Federal, otros órdenes de gobierno y sectores de la sociedad. Estrategia 4.2 Fortalecer la capacidad adaptativa de poblaciones, ecosistemas, actividades productivas, recursos hídricos e infraestructura estratégica ante el cambio climático, mediante soluciones basadas en la naturaleza, con visión de largo plazo y enfoque de derechos humanos, justicia ambiental e igualdad. Estrategia 4.3 Consolidar y articular la capacidad y coordinación institucional, así como con otros órdenes de gobierno y sectores productivos para la implementación de las políticas de mitigación y adaptación al cambio climático. Estrategia 4.4 Promover políticas que impulsen la economía circular para reducir la presión sobre los recursos naturales, mejorar la gestión de los residuos, evitar la contaminación y crear oportunidades económicas, con la participación de los diferentes sectores sociales, productivos y otros órdenes de gobierno. Estrategia 4.5 Reforzar las acciones de prevención y control de la contaminación del aire y suelo, para contribuir a garantizar un medio ambiente sano y reducir sus impactos sobre los ecosistemas y su biodiversidad, en coordinación con la Administración Pública Federal y otros órdenes de gobierno.	compensar los posibles efectos por el desarrollo de sus actividades mediante los cuales se coadyuva con la consecución del Objetivo 4. Los programas que contempla el Proyecto para tal efecto, son los siguientes: - Programa de Vigilancia Ambiental (PVA). - Programa de Manejo Integral de Residuos (PMIR). - Programa de Educación Ambiental (PEA). - Programa de Conservación de Suelos (PCS). - Programa de Reforestación (PR). - Programa de Rescate y Reubicación de Flora (PRRFo). - Programa de Rescate y Reubicación de Fauna (PRRFa). - Acciones especificas en materia de aire, suelo y agua. Con base en la implementación de dichas medidas, se garantiza que el **Proyecto** realizará un aprovechamiento sustentable de los componentes y por lo tanto se promoverá la continuidad en la calidad y servicios ambientales de la región donde se pretende desarrollar.
Objetivo 5. Impulsar una política ecológica humanista, con participación ciudadana, inclusiva y de acceso a la justicia ambiental, respaldada por una cultura ambiental e información relevante para la toma de decisiones, con enfoque territorial. Estrategia 5.1 Fortalecer el sistema de justicia ambiental restaurativa y participativa, procurando el acceso de todas las personas, a fin de contribuir al derecho a un medio ambiente sano. Estrategia 5.2 Fortalecer la participación ciudadana en la toma de decisiones, con enfoque de derechos humanos, igualdad e interculturalidad, con la finalidad de promover la corresponsabilidad en las decisiones de la política pública ambiental. Estrategia 5.3 Implementar mecanismos de digitalización de trámites y simplificación de servicios para transitar hacia una gestión ambiental moderna y transparente que reduzca los niveles de corrupción en beneficio de la ciudadanía. Estrategia 5.4 Fortalecer y fomentar la investigación científica que realiza el sector y el uso del conocimiento tradicional en materia ambiental, con el fin de generar información que apoye el diseño de la política pública y la toma de decisiones y contribuya al desarrollo sostenible y la protección al ambiente. Estrategia 5.5 Contribuir a garantizar el acceso a información ambiental relevante, veraz, oportuna y útil para la ciudadanía y la toma de decisiones de la política pública.	El **Proyecto** se vincula con este Objetivo 5, ya que en su diseño se ha contemplado la implementación de las medidas de prevención y mitigación a través de diversos programas descritas en el capítulo VII del **DTU-BR**, uno de los cuales es el referente a Educación Ambiental a través del cual se busca crear conciencia ambiental mediante la difusión de información y capacitación al personal involucrado en el desarrollo del **Proyecto**, a través de un programa de capacitación dirigido al personal de obra, subcontratistas y visitantes; con la finalidad de minimizar las posibles afectaciones generadas por su presencia mediante las mejores prácticas, así como cumplir con aspectos ambientales.

Objetivo, Estrategia y Acción	Vinculación
Estrategia 5.6 Promover estrategias de educación, capacitación, cultura y comunicación ambiental que contribuyan en la formación de una sociedad sensible, consciente y responsable del medio ambiente, con la participación de otros órdenes de gobierno y del sector social	

De esta forma es importante mencionar que el desarrollo turístico sustentable contribuye a la conservación, restauración y uso responsable de los ecosistemas, además de generar beneficios sociales y económicos para las comunidades locales. Este enfoque también asegura la gestión eficiente de recursos hídricos, la reducción de impactos ambientales y la adaptación al cambio climático.

El proyecto hotelero se compromete a preservar y aprovechar sustentablemente los ecosistemas en su área de influencia, integrando la conservación de la biodiversidad con el desarrollo de actividades turísticas que promuevan la inclusión social. Asimismo, impulsa la restauración de ecosistemas degradados y la gestión eficiente de recursos hídricos para garantizar su disponibilidad y calidad tanto para el **Proyecto** como para las comunidades vecinas.

Con base en lo expuesto anteriormente, es claro que las directrices establecidas en el **PROMARNAT** 2025-2030, no solo se alinean a la finalidad del **Proyecto**, sino que impulsan su implementación por los beneficios ambientales, sociales y económicos que implica el desarrollo turístico. De manera que el **Proyecto** es congruente con los objetivos del Programa establecido.

iv) Plan Estatal de Desarrollo de Quintana Roo 2023-2027.

El Plan Estatal de Desarrollo 2023-2027 del Estado de Quintana Roo (PED)[13], es un documento integral que describe el marco estratégico de desarrollo del estado basado en cinco ejes generales con sus respectivos objetivos y estrategias. Los ejes generales son los siguientes:

1. Bienestar social y calidad de vida;
2. Seguridad ciudadana;
3. Desarrollo económico inclusivo;
4. Medio ambiente y crecimiento sustentable, y;
5. Gobierno honesto, austero y cercano a la gente.

Vinculación: El impulso al turismo sostenible, la generación de desarrollo económico inclusivo, y la conservación y aprovechamiento sustentable del medio ambiente, que son planteamientos fundamentales del PED.

El PED promueve el crecimiento económico del estado mediante actividades turísticas responsables que beneficien a las comunidades locales y no comprometan los recursos naturales ni el bienestar social. De esta forma, el **Proyecto** puede contribuir a esta línea mediante la creación de empleos, fomento a la economía local y servicios turísticos integrados.

[13] Gobierno del Estado de Quintana Roo (2024). *Plan Estatal de Desarrollo del Estado de Quintana Roo 2023-2027*. Publicado en el Periódico Oficial del Estado de Quintana Roo el 23 de enero de 2023.

En cuanto al crecimiento sustentable con respeto ambiental, el PED contempla claramente el objetivo claro de fortalecer la conservación y manejo responsable del entorno natural, promoviendo un turismo que proteja la biodiversidad y garantice la calidad de vida de las comunidades. En tal virtud, el Proyecto se alinean con este componente ya que en su diseño se han contemplado diversas prácticas a través de los distintos programas tendientes a prevenir, mitigar y compensar los impactos ambientales, a través de lo siguiente:

- Programa de Vigilancia Ambiental (PVA).
- Programa de Educación Ambiental (PEA).
- Programa de Conservación de Suelos (PCS).
- Programa de Reforestación (PR).
- Programa de Rescate y Reubicación de Flora (PRRFo).
- Programa de Rescate y Reubicación de Fauna (PRRFa).

- Bienestar social y calidad de vida: El plan enfatiza la participación ciudadana, reducción de desigualdades y el respeto a los derechos humanos, especialmente de comunidades indígenas y afromexicanas. El **Proyecto** puede favorecer estos objetivos al ser generador de empleos directos e indirectos, fomentando con ello la mejora en el ingreso de las familias de la localidad y contribuyendo a una mejor calidad de vida.
- Marco normativo y promoción turística: La Secretaría de Turismo de Quintana Roo impulsa programas alineados con el Plan Estatal para promover destinos turísticos sostenibles y diversificados, destacando la importancia de una gestión integral y responsable del territorio para atraer turistas y salvaguardar los activos naturales. Al respecto, el **Proyecto** contribuye de manera directa con este objetivo, ya que el fin principal de éste es el ofrecer un servicio hotelero para familias y con ello promover la atracción del turismo a la región.

En suma, el **Proyecto** se vincula estratégicamente con el PED 2023-2027 de Quintana Roo al adoptar un enfoque sostenible, socialmente inclusivo y ambientalmente responsable que promueva el desarrollo económico equilibrado con la conservación del patrimonio natural y mejora del bienestar comunitario.

III.7. Conclusiones.

En este apartado fueron analizados aquellos instrumentos regulatorios y de la política ambiental que aseguran un desarrollo sustentable en el país, la entidad y el municipio. Así, mediante la implementación de lineamientos ambientales, controles y restricciones que estos prevén en la realización de las actividades, se establecen las normas y criterios de observancia general y obligatoria para todos los particulares, así como para las dependencias y entidades de la Administración Pública.

En este sentido, fueron analizados y vinculados, la **CPEUM**, los Tratados Internacionales, Leyes Federales, los Reglamentos de éstas, los Programas de Ordenamiento Ecológico del Territorio, las **NOMs** y finalmente los Planes y Programas de Desarrollo locales. De manera particular, debe de resaltarse que en el área del **Proyecto** no se ubican, **ANP** de ninguno de los tres órdenes de gobierno, al igual que, no incide en ningún sitio de conservación emitido por la **CONABIO**.

El **Proyecto** cuenta con medidas de prevención, mitigación y restauración, al igual que la implementación de los programas específicos, con el objetivo de fomentar el equilibrio ecológico de la región.

Con base en lo anterior, de acuerdo con la naturaleza del **Proyecto**, y la vinculación realizada en este capítulo, se considera que éste, además de incentivar desarrollo turístico sustentable y armónico con el medio ambiente, también contribuye a las políticas fijadas por el país y es congruente con el marco regulatorio vigente.

Por lo tanto, se concluye que, desde el punto de vista del orden jurídico aplicable al **Proyecto**, no existe algún impedimento para el desarrollo del mismo. Por ello, mediante la presentación de este **DTU Modalidad B - Regional**, se solicita la evaluación de impacto ambiental y autorización para el cambio de uso de suelo en terrenos forestales, así como la construcción y operación del **Proyecto** en comento.

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO (DTU) MODALIDAD B REGIONAL

PROYECTO:

"HOTEL TERRAESMERALDA PUNTA MAROMA"

CAPÍTULO IV:

DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL Y SEÑALAMIENTO DE TENDENCIAS DEL DESARROLLO Y DETERIORO DE LA REGIÓN

PROMOVENTE:

TERRAESMERALDA, S.A. DE C.V.

ELABORÓ:

ABF SERVICIOS TÉCNICOS, S.C.

2025

ÍNDICE

IV. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL Y SEÑALAMIENTO DE TENDENCIAS DEL DESARROLLO Y DETERIORO DE LA REGIÓN. 12

IV.1. Delimitación del área de estudio donde pretende establecerse el proyecto. 12

IV.2. Caracterización y análisis del sistema ambiental regional (SAR). 12

IV.2.1. Caracterización y análisis retrospectivo de la calidad ambiental del SAR. 14

IV.2.2.1 Medio abiótico. 15

IV.2.2.1.1. Clima. 15

i) Temperatura. 16

ii) Precipitación y evaporación 17

IV.2.2.1.2. Fenómenos meteorológicos. 18

i) Heladas. 18

ii) Ciclones. 19

iii) Granizo. 20

iv) Sequía. 21

IV.2.2.1.3. Cambio climático. 22

IV.2.2.1.4. Geomorfología. 24

i) Provincias Fisiográficas. 24

ii) Subprovincia. 25

IV.2.2.1.5. Relieve. 25

i) Sistema de Topoformas. 25

ii) Gradiente Altitudinal. 26

iii) Pendiente 27

IV.2.2.1.6. Falla y fracturas. 28

IV.2.2.1.7. Susceptibilidad de la zona a sismicidad, deslizamientos, derrumbes e inundaciones, movimientos de tierra o roca y posible actividad volcánica 29

i) Regionalización sísmica. 29

ii) Intensidad sísmica. 30

iii) Deslizamientos / Desrrumbes. 32

iv) Hundimientos 33

v) Inundaciones 34

IV.2.2.1.8. Suelo. 35
i) Tipos de suelos. 35
ii) Erosión. 38
IV.2.2.1.9. Geología. 39
IV.2.2.1.10. Agua. 41
i) Hidrología superficial. 41
ii) Hidrología Subterránea. 45
iii) Calidad del Agua. 47
IV.2.2.1.11. Aire. 48
IV.2.2.2 Medio biótico. 50
IV.2.2.2.1. Usos de suelo y vegetación. 50
i) Uso de suelo y vegetación Serie VII del INEGI. 50
ii) Uso de suelo y vegetación determinado en Campo 54
IV.2.2.2.2. Superficies de afectación por tipo de vegetación (CUSTF). 56
IV.2.2.2.3. Metodología para la caracterización y composición florística. 59
i) Revisión bibliográfica 59
ii) Muestreo de la vegetación 60
iii) Definición de la población a muestrear 60
iv) Tamaño y forma de los sitios de muestreo 60
v) Distribución de los sitios de muestreo 61
vi) Definición de variables 66
vii) Intensidad de muestreo 66
viii) Comprobación estadística del error y confiabilidad 67
IV.2.2.2.4. Curvas de acumulación. 68
IV.2.2.2.5. Indicadores de diversidad. 83
i) Índice de Riqueza de especies (S) 83
ii) Indicadores de estructura. 83
iii) Indicadores de diversidad. 84
IV.2.2.2.6. Análisis de la diversidad de la vegetación. 85
i) Especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010. 91
ii) Análisis de Diversidad. 91
IV.2.2.2.7. Fauna. 99

IV.2.2.2.8. Metodología para la caracterización de la fauna. 100
i) Trabajo de campo 100
ii) Análisis de datos del trabajo de campo 113
iii) Curvas de acumulación de especies 114
IV.2.2.2.9. Resultados de la caracterización de la fauna. 116
i) Resultados del trabajo de campo para la caracterización de fauna. 116
ii) Análisis de diversidad. 118
iii) Especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010. 123
iv) Abundancia: 123
v) Valores de diversidad y equitatividad 124
vi) Curvas de acumulación 125
vii) Resultados monitoreo de Tortugas 126
IV.2.2.3 Medio socioeconómico. 129
IV.2.2.3.1. Contexto Municipal. 130
i) Población que habla alguna lengua indígena 130
ii) Nivel de escolaridad 131
iii) Población económicamente activa 131
iv) Índice de marginación 132
v) Índice de desarrollo humano 132
IV.2.2.4 Paisaje. 133
IV.2.2.4.1. Identificación y delimitación de unidades paisajísticas. 134
i) Metodología para la determinación de las unidades de paisaje 135
IV.2.2.4.2. Valoración del Paisaje. 138
i) Calidad paisajística 138
IV.2.2.4.3. Fragilidad del paisaje. 140
IV.3. Servicios ambientales que pudieran ponerse en riego por el cambio de uso del suelo propuesto. 142
IV.2.3.1. Balance Hídrico. 143
IV.2.3.2. Erosión Hídrica. 151
IV.2.3.3. Erosión Eólica. 161
IV.2.3.4. Volumen de suelo a mitigar por efectos del CUSTF. 170
IV.2.3.4. Captura de Carbono. 171

IV.2.3.5. Generación de oxígeno. 176
IV.4. Diagnóstico ambiental. 177
IV.2.4.1. Indicadores de calidad ambiental. 177
IV.2.4.2. Síntesis del inventario y calidad ambiental. 179
IV.2.4.3. Descripción de la calidad ambiental. 180

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla IV. 1. Superficies del área de estudio. 14
Tabla IV. 2. Estación climatológica más cercana al SAR. 16
Tabla IV. 3. Temperatura media mensual. 16
Tabla IV. 4. Precipitación y evaporación mensual. 18
Tabla IV. 5. Escala de Mercalli. 30
Tabla IV. 6. Superficie por tipo de suelo y textura en el SAR y AP. 35
Tabla IV. 7. Tipos de erosión presente en el SAR, AI y AP 38
Tabla IV. 8. Geología presente en el SAR, AI Y AP 39
Tabla IV. 9. Comparativo de las microcuencas. 43
Tabla IV. 10. Situación de los acuíferos en los cuales inciden el SAR, AI y AP 46
Tabla IV. 11. Parámetros de calidad del agua subterránea y superficial. 47
Tabla IV. 12. Toneladas de contaminantes criterio emitidos presente en el SAR, AI y AP. 49
Tabla IV. 13. Fuentes principales emitidas, presente en el SAR, AI y AP. 50
Tabla IV. 14. Superficie por uso de suelo y vegetación Serie VII del INEGI. 51
Tabla IV. 15. Superficies por Usos de suelo y vegetación identificados en campo. 55
Tabla IV. 16. Superficies de ocupación del proyecto sujetas a CUSTF. 56
Tabla IV. 17. Superficies de ocupación del proyecto desprovistas de ocupación. 58
Tabla IV. 18. Superficie de conservación del proyecto. 58
Tabla IV. 19.Número de sitios de muestreo por tipo de vegetación. 62
Tabla IV. 20. Coordenadas centrales de los sitios de muestreo de flora de VSA/SMQ en el Área del proyecto. 62
Tabla IV. 21. Coordenadas centrales de los sitios de muestreo de flora de VSA/SMQ, VM y VU en el AI. 63

Tabla IV. 22. Coordenadas centrales de los sitios de muestreo de flora de VSA/SMQ, VM y VU en el SAR 63

Tabla IV. 23. Tamaño de muestra por estrato y tipo de vegetación del área del proyecto. 68

Tabla IV. 24. Parámetros estadísticos obtenidos para la superficie con vegetación de VSA/SMQ en el AP. 68

Tabla IV. 25. Índices de completitud obtenidos de los análisis de acumulación de especies. 71

Tabla IV. 26. Índices de completitud obtenidos de los análisis de acumulación de especies en el SAR. 72

Tabla IV. 27. Índices de completitud obtenidos de los análisis de acumulación de especies en el SAR. 77

Tabla IV. 28. Descriptores fitosociológicos utilizados para caracterización de la estructura de la vegetación. 85

Tabla IV. 29. Listado de especies de flora registradas en el SAR, AI y AP durante el trabajo de campo para VSA/SMQ 87

Tabla IV. 30. Listado de especies de flora registradas en el SAR y AI durante el trabajo de campo para VM. 90

Tabla IV. 31. Listado de especies de flora registradas en el SAR y AI durante el trabajo de campo para Vu 90

Tabla IV. 32. Especies registradas en la NOM-059-SEMARNAT-2010. 91

Tabla IV. 33. Índices de diversidad para los diferentes estratos en la vegetación VSA/SMQ. 93

Tabla IV. 34. Índice de valor de importancia para el estrato arbóreo de VSA/SMQ del SAR, AI y AP. 95

Tabla IV. 35. Índice de valor de importancia para el estrato arbustivo de VSA/SMQ del SAR, AI y AP 96

Tabla IV. 36. Índice de valor de importancia para el estrato herbáceo de VSA/SMQ del SAR, AI y AP 97

Tabla IV. 37. Índice de valor de importancia para VM en el SAR y AI. 98

Tabla IV. 38. Índice de valor de importancia para VU en el SAR y AI. 98

Tabla IV. 39. Principales playas de anidación (Quintana Roo, 2017–2025). 110

Tabla IV. 40. Coordenadas que conforma el transecto para caracterización de fauna. 116

Tabla IV. 41. Número de especies registrado por grupo faunístico y área muestreada. 118

Tabla IV. 42. Listado de especies registradas por grupo faunístico y área muestreada. 119

Tabla IV. 43. Lista de especies registradas en la NOM-059-SEMARNAT-2010. 123

Tabla IV. 44. Abundancia de especies por grupo faunístico. 124

Tabla IV. 45. Índices de diversidad obtenidos con el muestreo en AP, AI y SAR. 124

Tabla IV. 46. Ubicación de los registros observados.....127

Tabla IV. 47. Definición de los criterios para la evaluación del paisaje. 133

Tabla IV. 48. Superficies por tipo de vegetación y usos de suelo presentes en el SAR, AI y AP. .136

Tabla IV. 49. Escala de referencia utilizada para determinar la clase de calidad paisajística. 139

Tabla IV. 50. Evaluación de los componentes paisajísticos, su valoración y la puntación para el sitio del Proyecto.....139

Tabla IV. 51. Factores de paisaje considerados para la evaluación del CAV. 140

Tabla IV. 52. Escala de referencia CAV.....142

Tabla IV. 53 Resultados del balance hídrico.....148

Tabla IV. 54 Resumen de resultados de la estimación del balance hídrico para CUSTF en condiciones actuales. 149

Tabla IV. 55 Volumen de escurrimiento con CUSTF. 149

Tabla IV. 56 Resultados del balance hídrico después de CUSTF.....150

Tabla IV. 57 Volumen a mitigar en el CUSTF. 150

Tabla IV. 58. Ecuación para estimar la erosividad de la lluvia para las diferentes regiones de México. 153

Tabla IV. 59. Factor K de acuerdo con el tipo de suelo de la clasificación desarrollada por la WRB 155

Tabla IV. 60 Factor para vegetación y/o uso de suelo (Montes-León et al., 2011).....158

Tabla IV. 61 Valores de los factores de la EUPS sin CUSTF.....159

Tabla IV. 62 Erosión hídrica en el área sin CUSTF. 159

Tabla IV. 63 Valores de los factores de la EUPS Con CUSTF.....160

Tabla IV. 64 Erosión hídrica con CUSTF. 161

Tabla IV. 65 Tipo de suelos calcáreos 162

Tabla IV. 66 Valores para la capa de textura, suelos no calcáreos 162

Tabla IV. 67. Valores para la capa de textura, suelos calcáreos 163

Tabla IV. 68. Valores de CAUSO según el uso del suelo 163

Tabla IV. 69 Factores para la estimación de la erosión eólica. 168

Tabla IV. 70 Erosión eólica actual en el área de CUSTF. 168

Tabla IV. 71 Factores para la estimación de la erosión eólica. 169

Tabla IV. 72 Erosión eólica al ejercer el CUSTF.....170

Tabla IV. 73 Erosión total (eólica e hídrica) dentro del área de CUSTF.....171

Tabla IV. 74 Memoria de cálculo de captura de carbono para el estrato arbóreo y arbustivo. 173

Tabla IV. 75 Memoria de cálculo de captura de carbono para el estrato palmas, suculentas y herbáceas 173

Tabla IV. 76 Resumen de la Memoria de cálculo de captura de carbono de Biomasa sin CUSTF. 173

Tabla IV. 77 Resumen del Volumen de Carbono almacenado sin CUSTF 175

Tabla IV. 78 Memoria de cálculo de generación de oxígeno para estrato arbóreo y arbustivo 176

Tabla IV. 79 Captura de oxígeno en la biomasa con CUSTF 177

Tabla IV. 80 Síntesis del inventario ambiental y su calidad actual en el SAR, AI y AP. 177

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura IV. 1. Sistema Ambiental Regional delimitado para el Proyecto. 14

Figura IV. 2. Distribución de tipos de clima en el SAR, AI y AP. 16

Figura IV. 3. Comportamiento de la temperatura. 17

Figura IV. 4. Comportamiento de la precipitación. 18

Figura IV. 5. Grado de peligro por heladas en el SAR, AI y AP. 19

Figura IV. 6. Grado de peligro por ciclones en el SAR, AI y AP. 20

Figura IV. 7. Grado de peligro por granizo en el SAR, AI y AP. 21

Figura IV. 8. Grado de peligro por sequía en el SAR, AI y AP. 22

Figura IV. 9. Vulnerabilidad a inundaciones. 23

Figura IV. 10. Vulnerabilidad a deslaves. 23

Figura IV. 11. Ubicación del SAR, AI y AP con respecto a las provincias y subprovincias fisiográficas. 24

Figura IV. 12. Topoformas presentes en el SAR, AI y AP. 26

Figura IV. 13. Gradiente altitudinal del SAR, AI y AP. 27

Figura IV. 14. Grados de pendientes en el SAR, AI y AP. 28

Figura IV. 15. Ubicación de fallas y fracturas en el SAR y AP. 29

Figura IV. 16. Ubicación del SAR y AP con respecto a la Regionalización Sísmica de México. 29

Figura IV. 17. Ubicación del SAR, AI y AP con respecto a la regionalización de intensidad sísmica de México. 32

Figura IV. 18. Grado de peligro por deslizamiento de laderas en el SAR, AI y AP. 33

Figura IV. 19. Nivel de peligro por hundimiento con respecto al SAR, AI y AP. 34

Figura IV. 20. Nivel de peligro por inundaciones con respecto al SAR, AI y AP. 35

Figura IV. 21. Tipos de suelo presentes en el SAR, AI y AP. 36

Figura IV. 22. Clases de erosión presentes en el SAR, AI y AP. 38
Figura IV. 23. Degradación de suelos en el SAR, AI y AP. 39
Figura IV. 24. Unidades litoestratigráficas presentes en el SAR, AI y AP. 41
Figura IV. 25. Ubicación del SAR, AI y AP con respecto a las regiones hidrológicas y cuencas. 42
Figura IV. 26. Ubicación del SAR con respecto a las subcuencas y microcuencas hidrológicas. 43
Figura IV. 27. Hidrología superficial del SAR, AI y AP. 44
Figura IV. 28. Hidrología superficial que incide en el SAR, AI y AP. 45
Figura IV. 29. Ubicación del SAR, AI Y AP con respecto a los acuíferos. 46
Figura IV. 30. Sitios de monitoreo de la calidad del agua superficial en el SAR, AI o AP. 48
Figura IV. 31. Uso de suelo y vegetación Serie VII del INEGI. presente en el SAR 52
Figura IV. 32. Uso de suelo y vegetación Serie VII del INEGI a nivel del AI y AP. 52
Figura IV. 33. Uso de suelo y vegetación clasificación de campo a nivel SAR. 55
Figura IV. 34. Uso de suelo y vegetación clasificación de campo a nivel del AI y AP. 59
Figura IV. 35. Forma del sitio y subsitios de muestreo (estrato arbóreo, arbustivo y suculentas, sitio de 500m², (radio = 12.62 m; estrato herbáceo, subsitio de 3 m² (radio = 1 m). 61
Figura IV. 36. Distribución de los sitios de muestreo de flora en el SAR. 65
Figura IV. 37. Distribución de los sitios de muestreo de flora en el Área del proyecto y AI. 65
Figura IV. 38. Curvas de acumulación para el estrato arbóreo localizado en el área del proyecto. 71
Figura IV. 39. Curvas de acumulación para el estrato arbustivo localizado en el área del proyecto. 71
Figura IV. 40. Curvas de acumulación para el estrato herbáceo localizado en el área del proyecto. 71
Figura IV. 41. Curvas de acumulación para el estrado arbóreo observadas en el SAR. 73
Figura IV. 42. Curvas de acumulación para el estrado arbustivo observadas en el SAR. 73
Figura IV. 43. Curvas de acumulación para el estrado herbáceo observadas en el SAR. 74
Figura IV. 44. Curvas de acumulación para el estrado arbóreo observadas en el SAR. 74
Figura IV. 45. Curvas de acumulación para el estrado arbustivo observadas en el SAR. 75
Figura IV. 46. Curvas de acumulación para el estrado herbáceo observadas en el SAR. 75
Figura IV. 47. Curvas de acumulación para el estrado arbóreo observadas en el SAR 76
Figura IV. 48. Curvas de acumulación para el estrado arbustivo observadas en el SAR. 76
Figura IV. 49. Curvas de acumulación para el estrado arbóreo observadas en el AI. 78
Figura IV. 50. Curvas de acumulación para el estrado arbustivo observadas en el AI. 78
Figura IV. 51. Curvas de acumulación para el estrado arbóreo observadas en el AI 79

Figura IV. 52. Curvas de acumulación para el estrado arbustivo observadas en el AI. 79
Figura IV. 53. Curvas de acumulación para el estrado herbaceo observadas en el AI. 80
Figura IV. 54. Curvas de acumulación para el estrado arbóreo observadas en el AI. 80
Figura IV. 55. Curvas de acumulación para el estrado arbustivo observadas en el AI. 81
Figura IV. 56. Curvas de acumulación para el estrado herbáceo observadas en el AI 81
Figura IV. 57. Riqueza en el área en el SAR, AI y AP en la vegetación VSA/SMQ. 92
Figura IV. 58. Riqueza en el área en el SAR y AI en la vegetación VM. 92
Figura IV. 59. Riqueza en el área en el SAR y AI en la vegetación VU. 93
Figura IV. 60. Índices de diversidad para los diferentes estratos en la vegetación VM. 94
Figura IV. 61. Índices de diversidad para los diferentes estratos en la vegetación VU. 94
Figura IV. 62 Especie *Eretmochelys imbricata* 105
Figura IV. 63 Especie *Chelonia mydas* 107
Figura IV. 64 Especie *Caretta caretta.* 108
Figura IV. 65 Zonas de anidación de tortugas marinas en Quintana Roo. 111
Figura IV. 66 Principales especies de tortugas en México. 111
Figura IV. 67. Delimitación del área de estudio 112
Figura IV. 68. Registros y zonificación de la playa de anidación por tortuga marina. 112
Figura IV. 69. Representación gráfica de la ubicación de los transectos dentro del SAR, AI y AP. 117
Figura IV. 70. Representación gráfica de la ubicación de los transectos AI y AP. 118
Figura IV. 71. Curvas de acumulación para los tres grupos faunísticos dentro del SAR. 125
Figura IV. 72. Curvas de acumulación para los tres grupos faunísticos dentro del AI. 125
Figura IV. 73. Curvas de acumulación para los tres grupos faunísticos dentro del AP. 126
Figura IV. 74. Registros observados de anidación por tortuga marina en el área de estudio 128
Figura IV. 75. Pirámide población total del municipio de Solidaridad 2020. 130
Figura IV. 76. Principales lenguas indígenas habladas por la población de Solidaridad. 130
Figura IV. 77. Índice de marginación para el municipio de Solidaridad. 132
Figura IV. 78. Índice de desarrollo humano para el municipio de Solidaridad. 133
Figura IV. 79. Usos de suelo y Vegetación del SAR, AI y AP. 136
Figura IV. 80. Calidad y fragilidad del paisaje dentro del SAR, AI y AP. 137
Figura IV. 81 Regionalización Nacional del Factor R. 153
Figura IV. 82 Longitud de la pendiente 156

Figura IV. 83 Número de datos para los tipos de uso del suelo y vegetación (UsyV), para las variables a la profundidad de 10-30 cm.....175

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

El capítulo IV de la DTU modalidad B Regional tiene como objetivo describir y analizar de forma integral el área de estudio conformado por el Sistema Ambiental Regional **(**SAR), Área de Influencia (**AI**) y Área del Proyecto (**AP o Proyecto**) desde el punto de vista ecosistémico. Para ello, se delimitará el área de estudio tomando una serie de criterios técnicos y normativos.

Posteriormente, se caracteriza y analiza tanto el **SAR** como el **AI** considerando la biodiversidad, distribución y amplitud de los componentes del paisaje y la composición de los ecosistemas (unidades climáticas, patrones hidrológicos y vegetación, según sea el caso) que por su fragilidad, vulnerabilidad e importancia en su estructura pudieran verse afectados en el momento de ejecutar el Proyecto

IV.1. Delimitación del área de estudio donde pretende establecerse el proyecto.

El concepto de **SAR** es asumido como una unidad geográfica de referencia para la toma de decisiones en la evaluación del impacto ambiental que conlleve a identificar y caracterizar un espacio geográfico en el cual se pretende establecer un proyecto determinado. La singularidad de este proceso hace que el binomio ambiente-proyecto, alcance su concreción objetiva en términos de valoración de sus efectos en el ecosistema, lo cual solo puede ser posible si previamente existe una valoración de las características del espacio geográfico y de su delimitación, utilitaria, pero precisa.

Es necesario mencionar que ni la **LGEEPA** ni su reglamento en materia de impacto ambiental ofrece una definición de lo que se puede entender como sistema ambiental regional; sin embargo, en la guía para elaborar la **DTU-B Regional** se plantean lineamientos para definir el espacio geográfico del **SAR**, con base en la congruencia y detalles con las que se identifiquen y caracterizan cada uno de los ecosistemas que influye en el área de estudio, con un soporte científico, que permita el análisis para la integración ambiental de cada uno de sus factores (abióticos y bióticos).

Derivado de lo anterior, el área se circunscribe como una unidad geográfica, inventariable y cartografiable de un ecosistema, así como un espacio finito, definiéndolo como base en las interacciones entre lo biótico, abiótico y socioeconómico del espacio geográfico en donde se pretende desarrollar el **Proyecto**, habitualmente formado por un conjunto de ecosistema y dentro del cual se empleará un análisis de los problemas, restricciones y potencialidades ambientales de aprovechamiento.

El **SAR** puede definirse como: el espacio geográfico, dentro del cual pretende insertarse el **Proyecto**, cuyos elementos constitutivos son ambientalmente representativos de la región ecológica correspondiente y cuya delimitación deriva de la extensión que alcanza la uniformidad y continuidad de los factores ambientales regionales, la cual puede ser cartografiable e inventariable.

IV.2. Caracterización y análisis del sistema ambiental regional (SAR).

Para la delimitación del **SAR** pueden considerarse cuencas, subcuencas, microcuencas o las nanocuencas en donde se ubicará el Proyecto, deben considerarse además de la superficie en donde se ubicará el Proyecto, también las características de las obras y actividades que se realizarán en todas las etapas, de forma que de ser el caso, se considere el comportamiento de las emisiones a la atmósfera, la descarga de aguas residuales, el manejo de residuos, el aprovechamiento de los recursos naturales entre otros criterios.

En este sentido, la delimitación del **Sistema Ambiental Regional (SAR)** del proyecto se fundamentó en el **Programa de Ordenamiento Ecológico Local (POEL) del Municipio de Solidaridad**, tomando como referencia la **Unidad de Gestión Ambiental (UGA) 17: Corredor Turístico Punta Brava–Xcalacoco**, en virtud de que dicha unidad presenta características ecológicas y funcionales compatibles con los criterios de zonificación ecológica y las actividades previstas en el proyecto. Esta UGA forma parte de una región con alta presión urbana y turística, lo que la convierte en un área estratégica para la prevención, mitigación y compensación de impactos ambientales.

El **SAR** fue delimitado de manera que abarcara la **totalidad de las obras y actividades** proyectadas, así como el entorno inmediato con potencial de afectación, constituyéndose como una **zona de amortiguamiento** que permite analizar las interacciones ecológicas y ambientales más allá del polígono del proyecto. Asimismo, se consideró la delimitación de una **unidad hidrográfica de escala local (microcuenca)** como base territorial para el análisis ambiental, el cual se considera como la unidad básica en la que se tiene el desarrollo integral y la ejecución de los planes, programas y proyectos dirigidos a los diversos requerimientos y usos de suelo, permitiendo un proceso de planeación viable siempre y cuando el medio ambiente no sea alterado y/o fragmentado , por lo que fue considerado dicho **SAR**, en cumplimiento con los lineamientos establecidos en la **Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA)** y su **Reglamento en materia de Ordenamiento Ecológico**, que promueven el enfoque de cuenca para evaluar procesos ecológicos clave y asegurar la sostenibilidad del territorio.

Posteriormente se llevó a cabo la delimitación del área de influencia, el **AI** es el espacio físico asociado al alcance máximo de los impactos directos e indirectos que podría ocasionar el **Proyecto** en el **SAR**, es así como la delimitación del **AI** se generó con la finalidad de que los elementos abióticos y bióticos, que pudieran tener algún tipo de interacción con alguna de las obras y actividades del **Proyecto,** pudieran ser analizados y así evaluar el grado de afectación positiva o negativa de este sobre esta unidad espacial. Por tanto, el **AI** es un área geográfica en relación con la cual se van a estimar los impactos ambientales que pudiera generar el **Proyecto.**

Tomando en cuenta lo anterior, el **AI** se determinó tomando como base las características de las obras y actividades que forman parte del **Proyecto** considerándose sus límites, alcances y su naturaleza. Para determinar el área de influencia, entendida como la zona en la cual las interacciones entre Proyecto-ambiente son más estrechas, tomando en cuenta el alcance máximo de los impactos, por ejemplo, aquellos impactos que tienen mayor alcance son las afectaciones a la calidad del aire por la dispersión de polvos, emisiones de vehículos y maquinaria, generación de ruido, arrastre de residuos por escurrimientos, desplazamiento de fauna o afectaciones a la calidad paisajística, por mencionar los más relevantes; en este sentido se consideró pertinente considerar un radio de 200 m alrededor de la huella del **Proyecto**, debido a que dentro de esta área se dará la afectación directa por los impactos mencionados anteriormente.

De acuerdo con lo descrito anteriormente, el **SAR** envuelve la totalidad de las obras y actividades que integran al **Proyecto** e incluye el **AI**, que es un área considerada para el amortiguamiento de los impactos a los componentes ambientales del sitio; todo ello dentro de un sistema definido como microcuenca, ambas áreas de análisis se muestran en la siguiente figura. Mientras que, en la **Tabla IV.1** se indican las superficies.

Figura IV. 1. Sistema Ambiental Regional delimitado para el Proyecto.

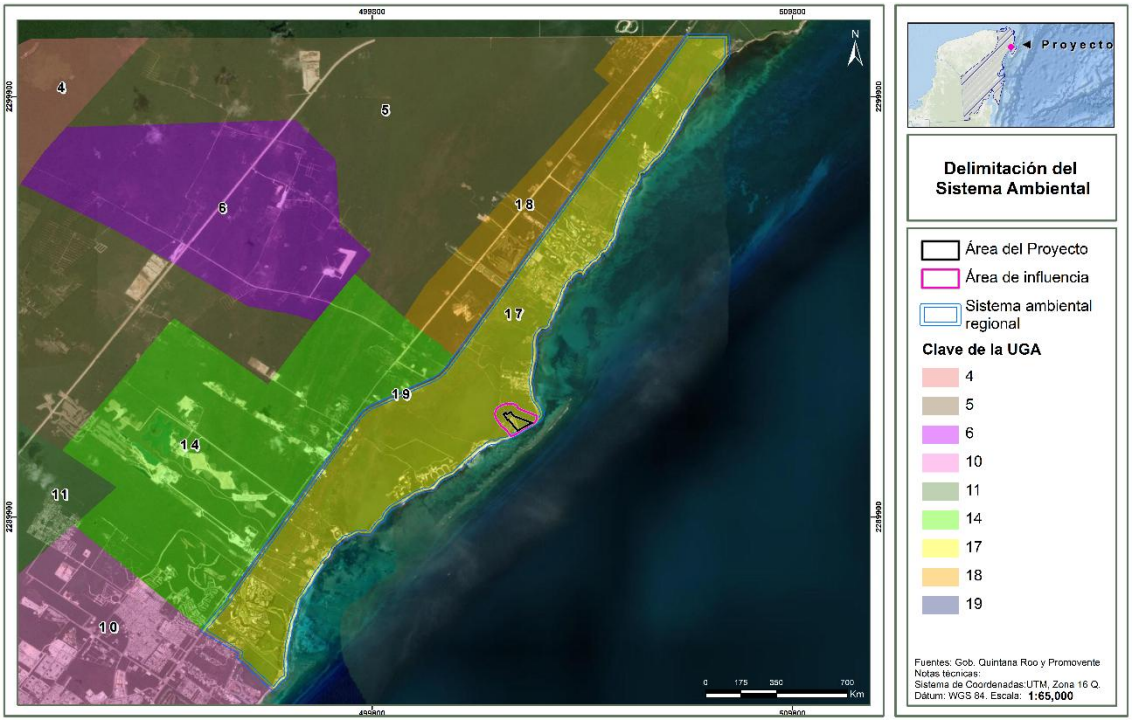


Tabla IV. 1. Superficies del área de estudio.

Área	Sup_Ha	Sup_m2
Área del Proyecto	11.8525	118,525.0752
Área de influencia	46.5664	465663.8690
Sistema Ambiental Regional	2,922.955124	29,229,551.2444

En el **Anexo IV. Apéndice IV.1.** se incluyen los archivos kmz y shapefile del **SAR y AI.**

IV.2.1. Caracterización y análisis retrospectivo de la calidad ambiental del SAR.

Por otro lado, el sistema ambiental regional presenta actualmente un bajo nivel de desarrollo en cuanto a infraestructura se refiere. Solo en algunas zonas, principalmente en la franja costera del sector Este, se observa la presencia de infraestructura hotelera y comercial. No obstante, en el resto del área que comprende esta unidad de análisis, predominan espacios con vegetación forestal, así como vialidades incipientes que evidencian procesos de lotificación. Estas características sugieren un potencial crecimiento urbano futuro, el cual podría extenderse desde el área urbana que actualmente delimita el Sistema Ambiental Regional (**SAR**).

El desarrollo propuesto se ubicará en la zona conocida como Punta Maroma, un área estratégica destinada al crecimiento comercial y turístico de la región. En este contexto, y considerando tanto las condiciones actuales del sistema ambiental regional como las especificidades del proyecto, en este apartado se presentan las descripciones del medio físico, biótico y social. Dichas descripciones serán fundamentales para identificar, en su momento, los posibles impactos que el proyecto podría generar sobre los distintos componentes ambientales.

La caracterización del medio físico se hizo a través de un análisis documental y cartográfico elaborado con base en información del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (**INEGI**[1]), así como de diversas dependencias gubernamentales. Los aspectos del medio biótico se describieron con base en los trabajos de campo realizados en el **SAR** y **AP,** complementándose con información del **INEGI** y la Comisión para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (**CONABIO**), como fuentes principales. Los aspectos del medio socioeconómico se caracterizaron a nivel municipal con la información del último censo del **INEGI** (2020) así como los estudios de marginación elaborados por el Consejo Nacional de Población (**CONAPO**)[2].

IV.2.2.1 Medio abiótico.

IV.2.2.1.1. Clima.

El clima es la interacción de fenómenos meteorológicos que caracterizan el estado medio de la atmósfera en un área de la superficie terrestre o, también, es un conjunto de los valores promedio de las condiciones atmosféricas que caracterizan una determinada región. Entre los componentes del clima destacan la temperatura, la presión atmosférica, la humedad, el viento y la precipitación. Los factores que modifican estos componentes son la latitud, el relieve e, incluso, las corrientes oceánicas.

Las variables ambientales hacen muy complejo establecer una clasificación de los climas del mundo. Con base en la clasificación de Köppen, los climas se dividen en seis grandes grupos basados en los niveles de temperatura y aridez. Para su clasificación se utilizan cuatro grupos o unidades: clima cálido, clima frío, clima seco y clima templado. Estos a su vez, dependiendo de la humedad, son clasificados de forma general como húmedo, subhúmedo, semiseco y seco.

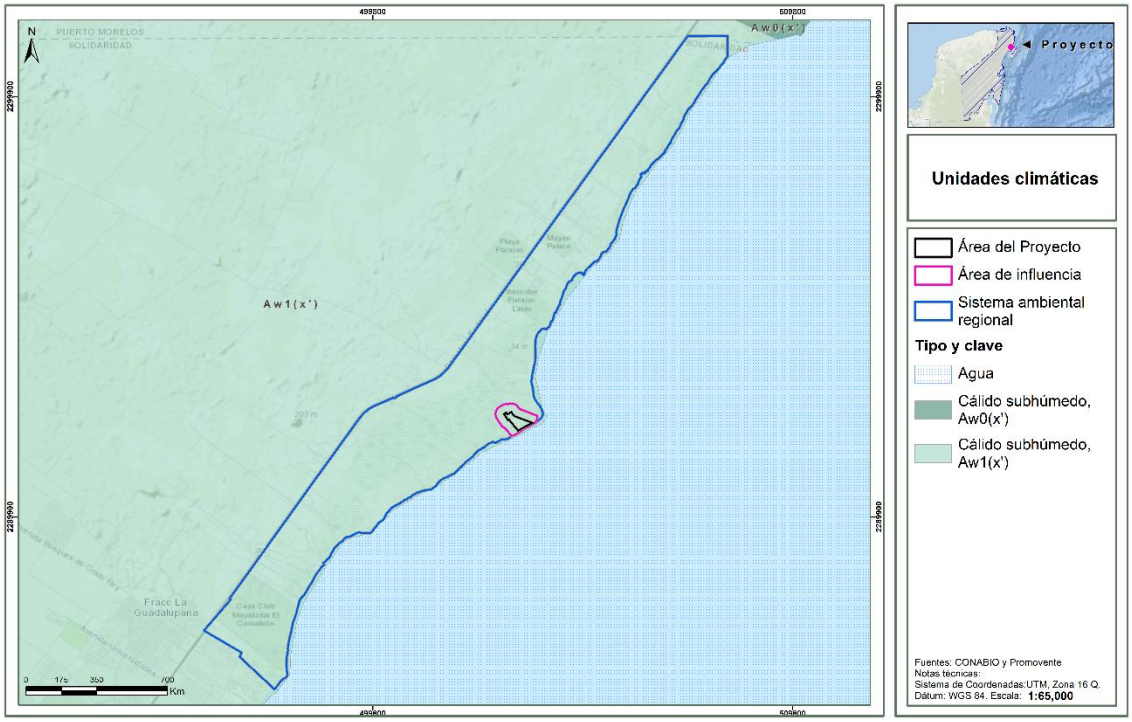
México utiliza un sistema de climas basado en la clasificación de Köppen, con las modificaciones que realizó E. García en 1964 para la Comisión de Estudios del Territorio Nacional[3] y, posteriormente, para el **INEGI** en 1980.

Como se muestra en la siguiente figura, de acuerdo con esta clasificación, en el **SAR, AI y AP** se presentan climas de tipo C y B, que corresponde a climas de tipo cálido sub húmedo Aw0(X´) y Aw1(X´), como se muestra en la siguiente figura.

Clima Cálido Subhúmedo: En términos generales son dos los climas presentes en el Estado de Quintana Roo: cálido subhúmedo en el 98.91% del territorio estatal y cálido húmedo en el restante 1.09%, localizado en la isla Cozumel.

[1] http://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/2020/
[2] http://www.conapo.gob.mx/es/CONAPO/Indices_de_Marginacion_Publicaciones
[3] http://www.igeograf.unam.mx/sigg/utilidades/docs/pdfs/publicaciones/geo_siglo21/serie_lib/modific_al_sis.pdf

Figura IV. 2. Distribución de tipos de clima en el SAR, AI y AP.



Con el propósito de hacer un análisis detallado de las condiciones meteorológicas del área de estudio, se llevó a cabo el análisis de la información la Red de Estaciones Climatológicas de la **CONAGUA**, cuyos datos de identificación y ubicación se muestran en la siguiente tabla.

Tabla IV. 2. Estación climatológica más cercana al SAR.

Nombre	Estación	Estado	Municipio	Latitud	Longitud	Altitud(msnm)
Playa del Carmen	23163	Quintana Roo	Solidaridad	20.63444444°	-87.07777778°	9

i) Temperatura.

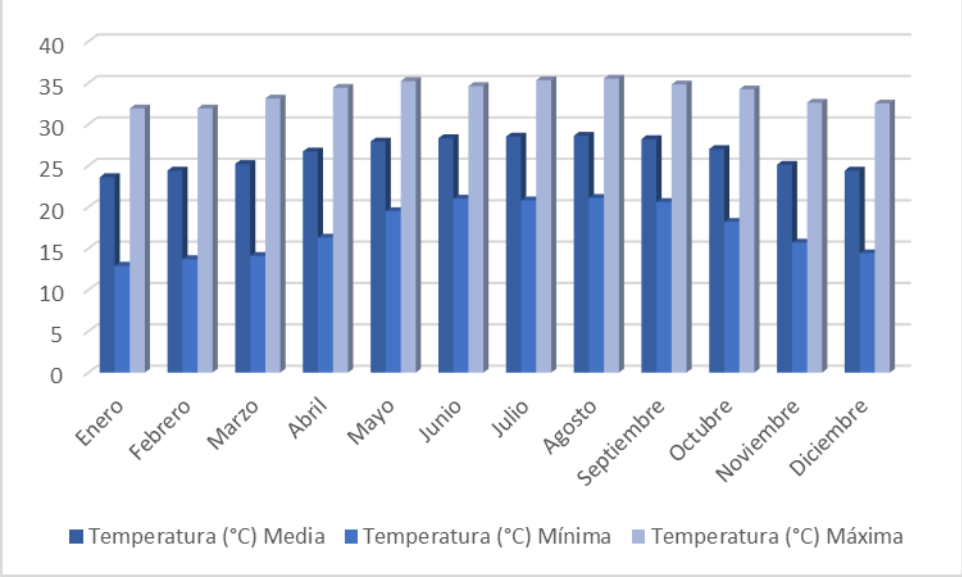
Como se puede observar en la siguiente tabla y figura, la temperatura promedio indicada por la estación climatológica consultada es; La temperatura media anual es de 25.8°C; la temperatura mínima promedio es de 17.4°C durante el mes de enero y la temperatura máxima promedio es de 33.9°C y se presenta en los meses de abril a agosto.

Tabla IV. 3. Temperatura media mensual.

Mes	Temperatura (°C)		
	Media	Mínima	Máxima
Enero	23.40	12.9	31.9
Febrero	24.10	13.7	31.9
Marzo	24.80	14.1	33.1
Abril	25.90	16.3	34.4
Mayo	26.90	19.5	35.2

Mes	Temperatura (°C)		
	Media	Mínima	Máxima
Junio	27.30	21	34.6
Julio	27.80	20.8	35.3
Agosto	27.90	21.1	35.5
Septiembre	27.40	20.6	34.8
Octubre	26.30	18.2	34.2
Noviembre	24.90	15.7	32.6
Diciembre	24.20	14.4	32.5
Temperatura media mensual Promedio	**26.5**	**17.4**	**33.9**

Figura IV. 3. Comportamiento de la temperatura.



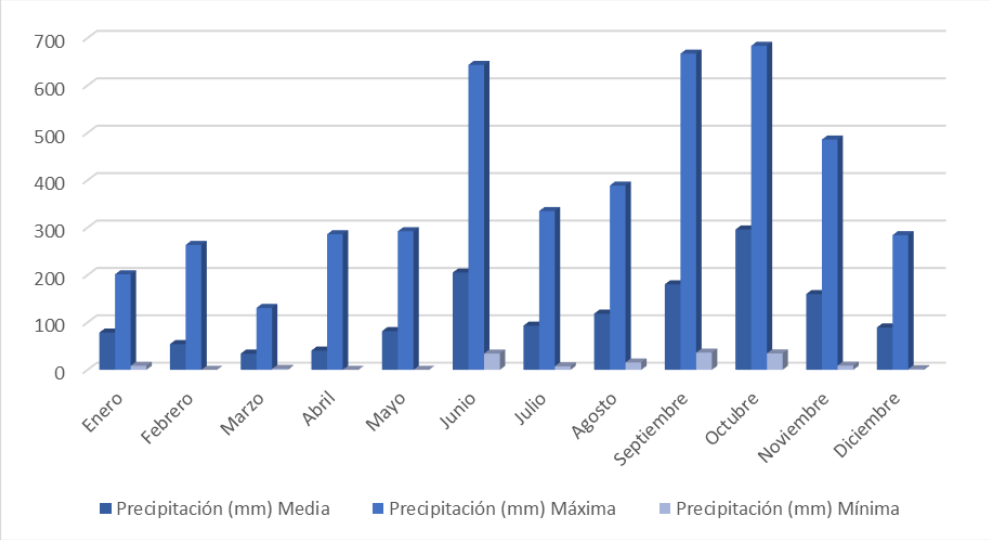
ii) Precipitación y evaporación

La precipitación media está alrededor de los 1331 mm mensual; las lluvias se presentan durante todo el año, siendo más abundantes en los meses de junio a octubre.

Tabla IV. 4. Precipitación y evaporación mensual.

Mes	Precipitación (mm)			Evaporación		
	Media	Máxima	Mínima	Media	Máxima	Mínima
Enero	78.6	201.5	8.5	112.6	128.53	70.18
Febrero	54.3	263.6	0.01	125.6	143.26	105.58
Marzo	34.2	130.5	2	153.6	202.33	31.04
Abril	40.6	286	0.1	181.6	216.03	140.27
Mayo	81.7	292.3	0	182.5	247.02	106.1
Junio	205.2	643.4	34.4	158.5	247.02	120.8
Julio	93.2	335	7.6	160	192.82	94.46
Agosto	118.5	388.8	15.5	150.7	186.04	72.74
Septiembre	180.5	667.1	36.3	134.3	197.1	35.86
Octubre	296	683.5	34.7	109	168.16	54.7
Noviembre	159.8	485.8	9	97.9	151.4	66.88
Diciembre	89.4	284.2	1.5	93.2	125	22.5
Total	**232.50 mm**					

Figura IV. 4. Comportamiento de la precipitación.

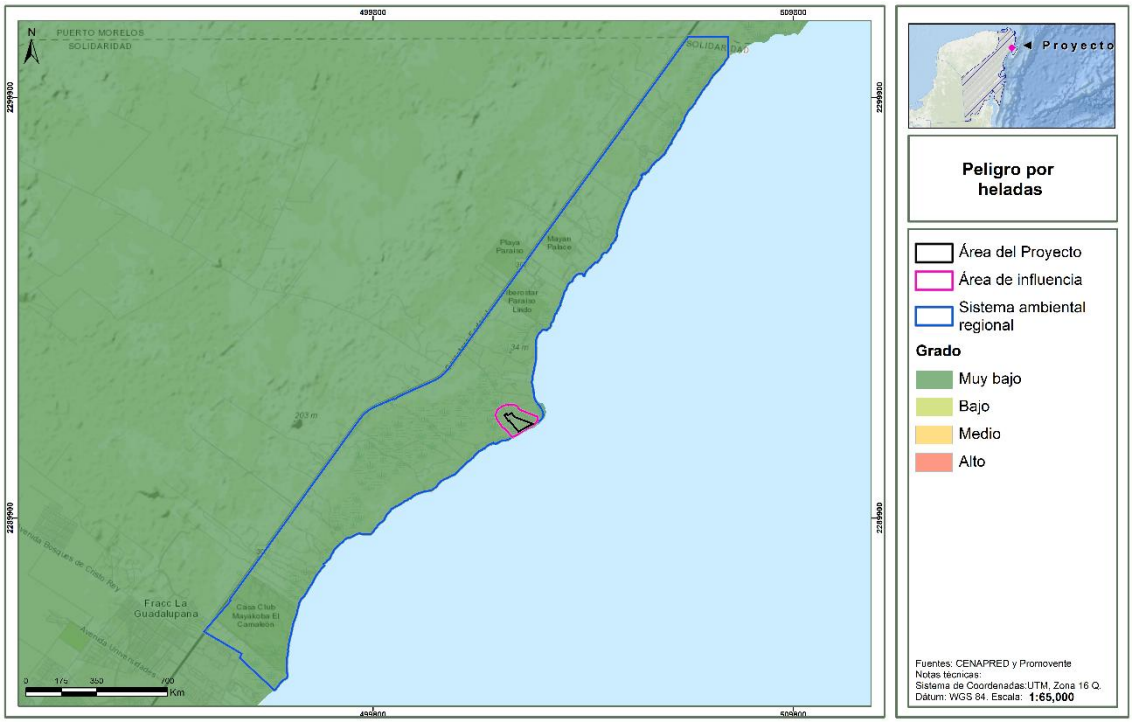


IV.2.2.1.2. Fenómenos meteorológicos.

i) Heladas.

Una helada ocurre cuando la temperatura del aire cercano a la superficie del terreno es < 0 °C durante un tiempo mayor a cuatro horas. Conforme al Atlas Nacional de Riesgos por el Centro Nacional de Prevención de Desastres (**CENAPRED**), como se observa en la siguiente figura, el grado de peligro por heladas en el **SAR, AI** y **AP** es Muy bajo.

Figura IV. 5. Grado de peligro por heladas en el SAR, AI y AP.

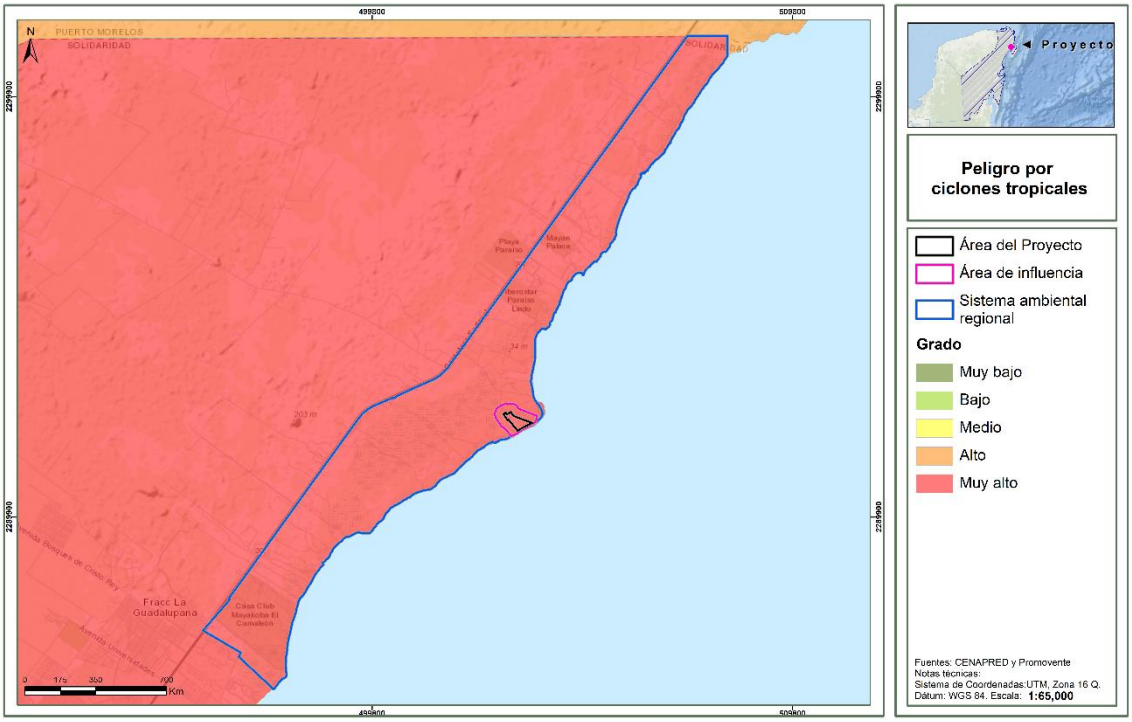


ii) Ciclones.

Un huracán tropical o ciclón consiste en una gran masa de aire con vientos fuertes que giran en forma de remolino hacia un centro de baja presión y que está acompañado de lluvias intensas.

El **CENAPRED** define los ciclones tropicales como masas de aire cálido y húmedo que se forman en el mar a temperaturas mayores a 26°C, con vientos fuertes que giran alrededor de una zona central en sentido contrario a las manecillas de reloj. De acuerdo con el **CENAPRED**, el grado de peligro por ciclones tropicales en el **SAR** , **AI** y **AP** es de muy alto, como se muestra en la siguiente figura.

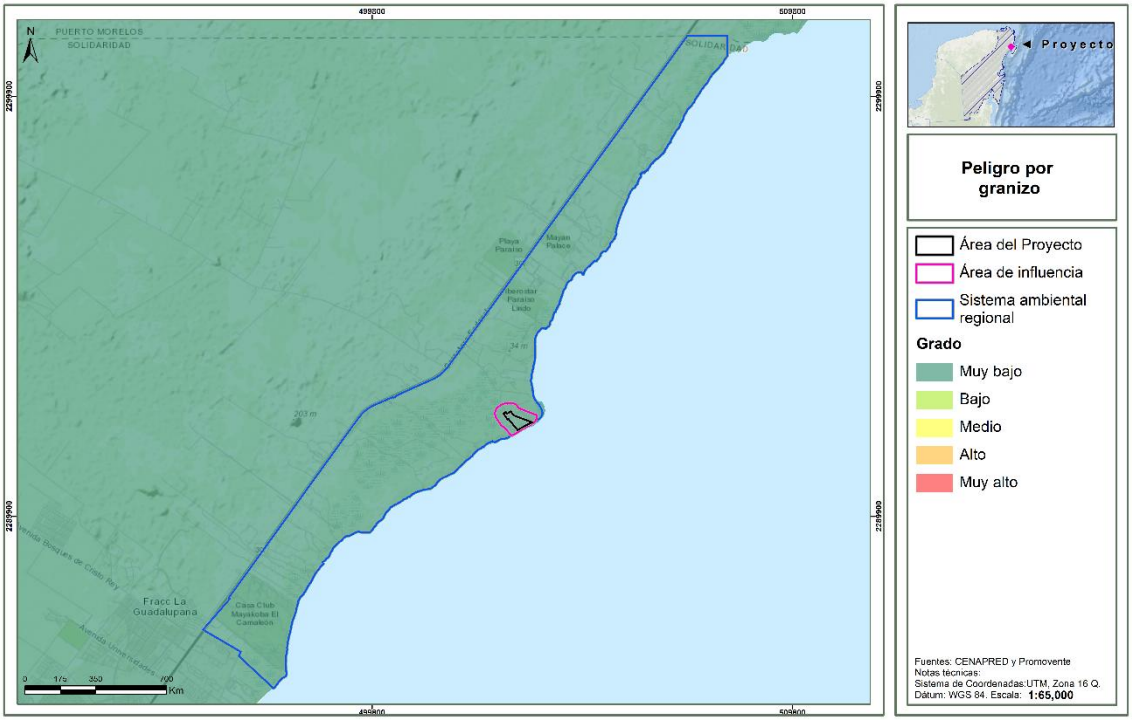
Figura IV. 6. Grado de peligro por ciclones en el SAR, AI y AP.



iii) Granizo.

El granizo es un tipo de precipitación que se forma cuando las gotas de agua al interior de las nubes de tormenta (cumulonimbos) son impulsadas hacia zonas frías, en donde se congelan. Al chocar con otras gotas congeladas se aglutinan y crecen formando piedras de hielo que se precipitan debido a su peso. De acuerdo con los datos del **CENAPRED**, el **SAR, AI y AP** se encuentran en una zona donde el grado de peligro por granizo es Muy bajo, como se muestra en la siguiente figura.

Figura IV. 7. Grado de peligro por granizo en el SAR, AI y AP.



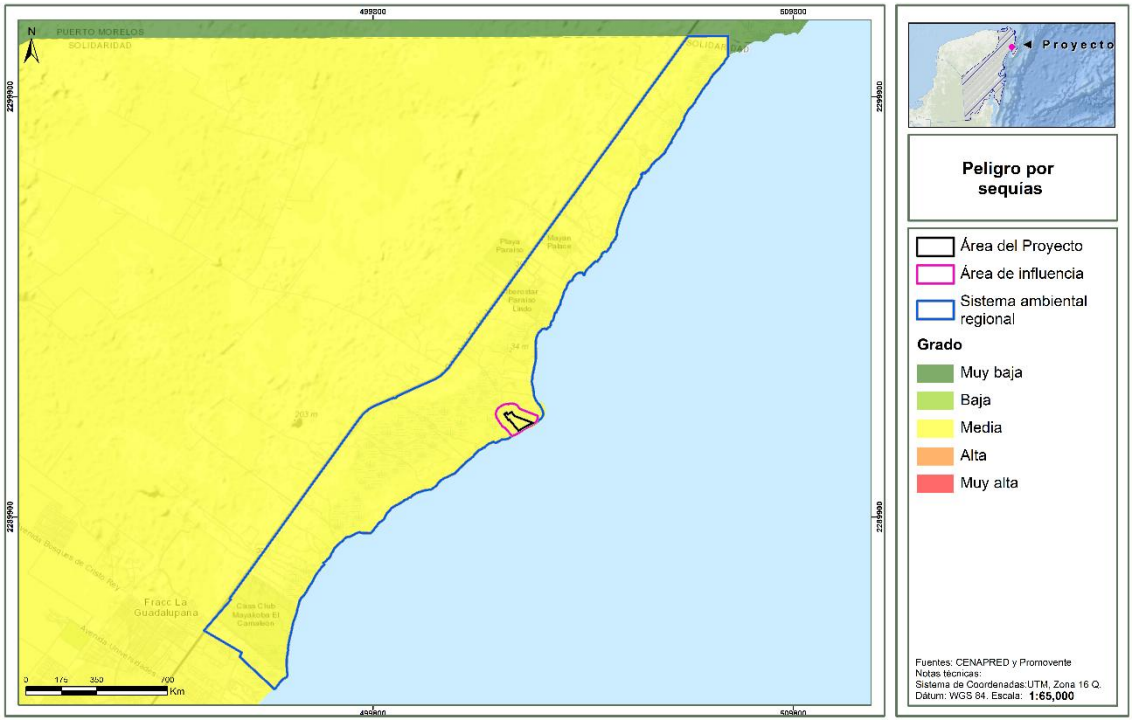
iv) Sequía.

La sequía es una condición normal y recurrente del clima, ocurre o puede ocurrir en todas las zonas climáticas, aunque sus características varían significativamente de una región a otra. Se define como un conjunto de condiciones ambientales atmosféricas de muy poca humedad que se extienden durante un periodo suficientemente prolongado como para que la falta de lluvias cause un grave desequilibrio hidrológico y ecológico.

Otros factores climáticos como las altas temperaturas, los vientos fuertes y una baja humedad relativa están frecuentemente asociados con la sequía. Aun cuando el clima es el principal elemento de la sequía, otros factores como los cambios en el uso del suelo (la deforestación, agricultura, zonas urbanas), la quema de combustibles fósiles, las manchas solares, la ocurrencia de El Niño y otros fenómenos, afectan las características hidrológicas de la región. Debido a que las regiones están interconectadas por sistemas hidrológicos, el impacto por sequía puede extenderse más allá de las fronteras del área con deficiente precipitación.

De acuerdo con los datos del Atlas de Riesgos del **CENAPRED,** el **SAR, AI** y **AP** se encuentran en una zona de peligro por sequía Media, como se muestra en la siguiente figura.

Figura IV. 8. Grado de peligro por sequía en el SAR, AI y AP.



IV.2.2.1.3. Cambio climático.

De acuerdo con el Atlas Nacional de Vulnerabilidad al Cambio Climático (INECC, 2022) y la Ley General de Cambio Climático la vulnerabilidad la vulnerabilidad se define como el grado en que los sistemas pueden verse afectados adversamente por el cambio climático, dependiendo de si éstos son capaces o incapaces de afrontar los impactos negativos del cambio climático, incluyendo la variabilidad climática y los eventos extremos". La vulnerabilidad no sólo depende de las condiciones climáticas adversas, sino también de la capacidad de la sociedad de anticiparse, enfrentar, resistir y recuperarse de un determinado impacto. La vulnerabilidad está en función del carácter, magnitud y velocidad de la variación climática a la que se encuentra expuesto un sistema, su sensibilidad y su capacidad adaptativa. El Atlas referido contiene los siguientes 6 tipos de vulnerabilidad, de las cuales en este estudio se describen las 2 primeras, dado que es la que podría presentar alguna relación con el **Proyecto**, no así las otras que son más útiles en el sector agropecuario, las cuales son:

- Vulnerabilidad de asentamientos humanos a inundaciones.
- Vulnerabilidad de asentamientos humanos a deslaves.

De acuerdo con la información del Atlas, el **SAR, AI** y **AP** se ubica en una zona con vulnerabilidad baja a inundaciones y deslaves, como se observa en las siguientes figuras.

Figura IV. 9. Vulnerabilidad a inundaciones.



Figura IV. 10. Vulnerabilidad a deslaves.



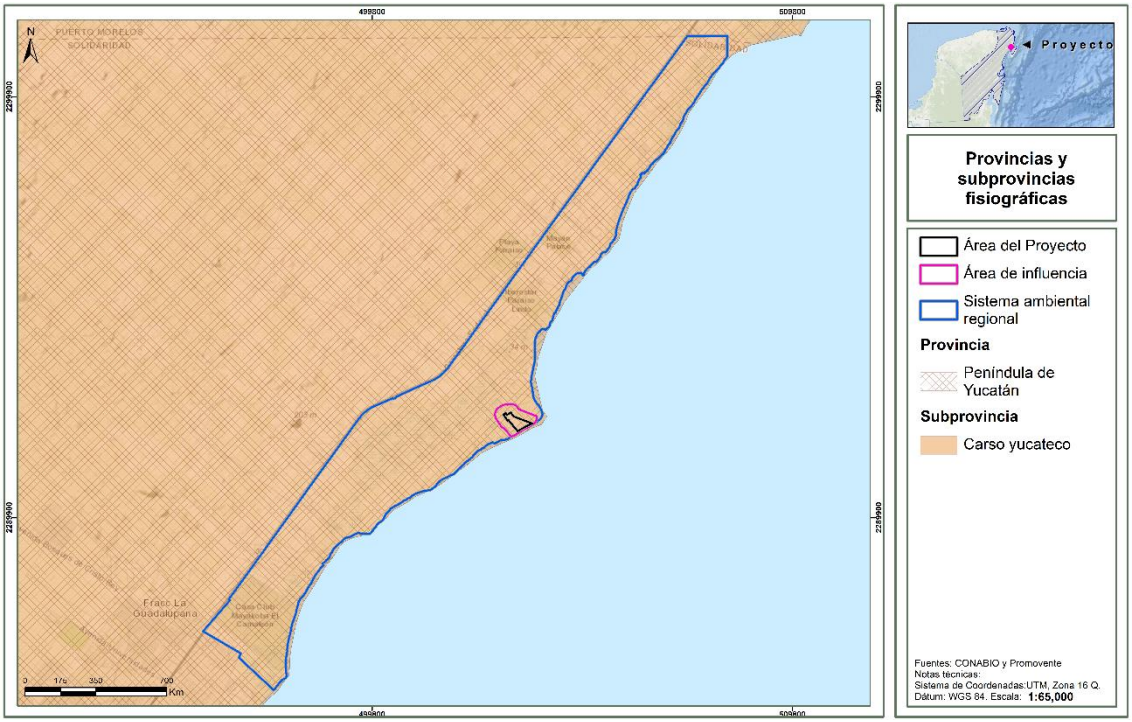
IV.2.2.1.4. Geomorfología.

i) Provincias Fisiográficas.

La provincia fisiográfica es un conjunto estructural de origen geológico unitario, con morfología propia y distintiva. Por otro lado, las subprovincias fisiográficas son subregiones de una provincia fisiográfica con características distintivas.

Como se muestra en la siguiente figura, el **SAR, AI** y **AP** se ubican en la provincia Península de Yucatán, y en la subprovincia Carso yucateco.

Figura IV. 11. Ubicación del SAR, AI y AP con respecto a las provincias y subprovincias fisiográficas.



La **Región fisiográfica Península de Yucatán**, es una provincia que se encuentra ubicada en el sureste de México. **Delimitación:** Se encuentra limitado al norte y al Este por el golfo de México, al sur por Belice y al Oeste por el Golfo de México y la provincia de la Llanura costera del golfo sur. Políticamente abarca la totalidad del estado de Yucatán y Quintana Roo y la mayor parte de Campeche.

Características Fisiográficas: El terreno de la provincia **Península de Yucatán** es predominantemente plano. Su altitud promedio es menor a 50 m sobre el nivel del mar y sólo en el centro-sur pueden encontrarse elevaciones hasta de 350 metros. En términos estrictamente fisiográficos, es una gran plataforma de rocas calcáreas (que contiene cal) que ha venido emergiendo de los fondos marinos desde hace millones de años; la parte norte de la península se considera resultado de un periodo más reciente. Existe una pequeña cadena de lomeríos bajos que se extiende desde Maxcanú hasta Peto (Yucatán), y que se conoce regionalmente como Sierrita de Ticul.

En la **Península** se ha formado una extensa red cavernosa subterránea, por la que escurre el agua hacia el norte; es de destacar también la profusión de cenotes (dolinas) y úvalas que muestran la red de drenaje subterráneo. En la parte sur de Campeche existen algunos ríos como El Palizada, El Candelaria y El Champotón, y en los límites entre Quintana Roo y Belice, el río Hondo.

En el estado de Quintana Roo, existen dos extensas lagunas, la de Bacalar, cerca de los límites con Belice y la de Chichancanab en Yucatán. Un rasgo topográfico característico de la *Península* son las "aguadas", lagunas de aguas someras ordinariamente de pequeño tamaño que se forman a partir de cenotes antiguos que, por erosión, pierden la verticalidad de sus paredes y su fondo se va rellenando por el depósito de arcillas poco permeables, que lo elevan y terminan por colocarlo por encima del nivel de circulación de las aguas subterráneas.

En otros casos, el hundimiento de la bóveda de las cavernas no llega al nivel de circulación de las aguas subterráneas formándose un tipo de dolina (cenote), cuyo fondo se va rellenando de suelo rojizo; estos hundimientos en forma de embudo y sin agua en el fondo reciben el nombre de "joyas" (hoyas).

Para su estudio en la **Península de Yucatán** se han definido 3 subprovincias Fisiográficas denominadas:

1. 62. Carso Yucateco
2. 63. Carso Y Lomeríos de Campeche
3. 64. Costa Baja de Quintana Roo

ii) Subprovincia.

Carso Yucateco: La subprovincia Carso Yucateco ocupa el 86.92% del territorio estatal, abarcando el centro, norte, este y oeste de la entidad. El sistema de topoformas que lo conforman son playas o barras y llanuras.

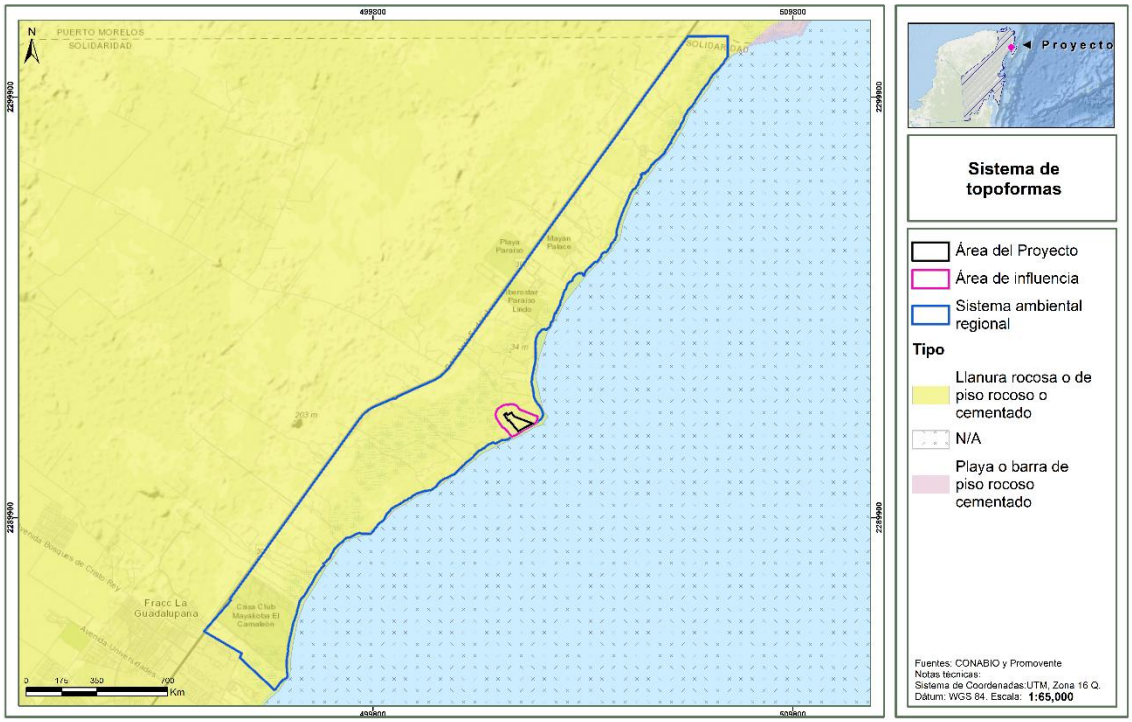
La subprovincia Carso y Lomeríos de Campeche ocupa el 13.08% del territorio estatal, abarcando el sur de la entidad. El sistema de topoformas que lo conforman son sierras, llanuras y lomeríos.

IV.2.2.1.5. Relieve.

i) Sistema de Topoformas.

Las topoformas son un conjunto de formas del terreno asociadas según algún patrón o patrones estructurales y/o degradativos. En este caso, como se observa en la siguiente figura, el **SAR, AI** y **AP** se ubica en un sistema de topoformas de, Llanura rocosa o de piso rocoso o cementado.

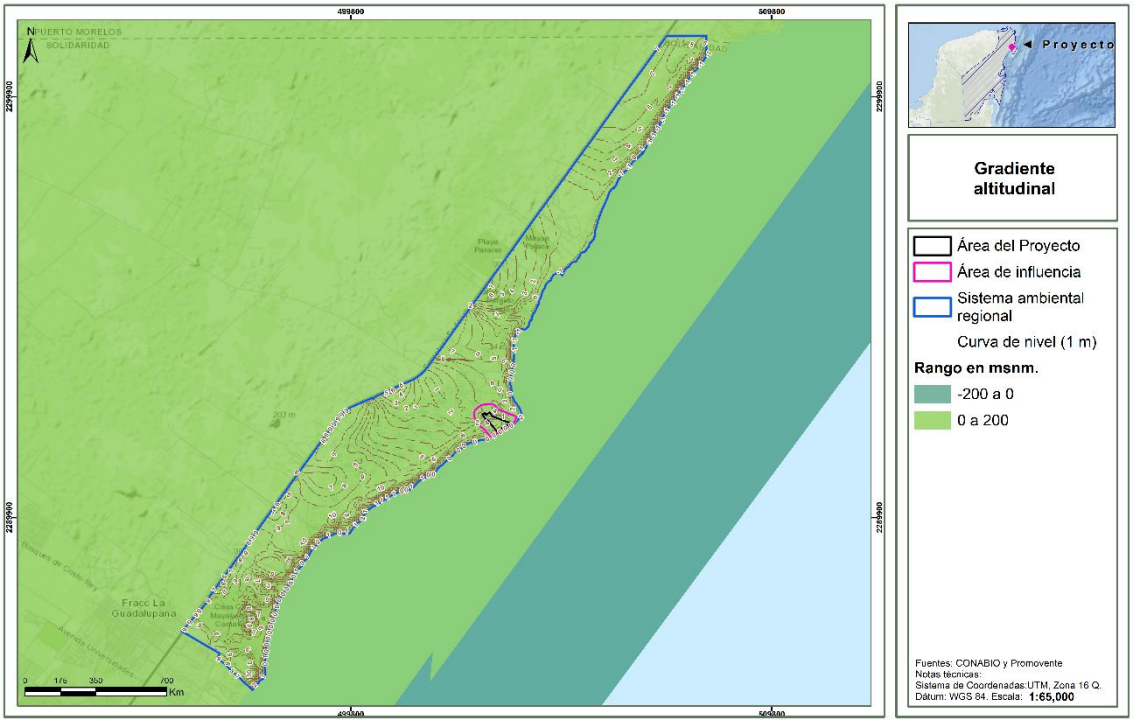
Figura IV. 12. Topoformas presentes en el SAR, AI y AP.



ii) Gradiente Altitudinal.

Como se observa en la siguiente figura, el **SAR** se ubica en un gradiente altitudinal que va de 0 a 200 msnm, donde la zona más baja se ubica en la parte noreste y la más alta al norte; mientras que el **AI** y **AP** se encuentran en un rango de 0 a 4 msnm.

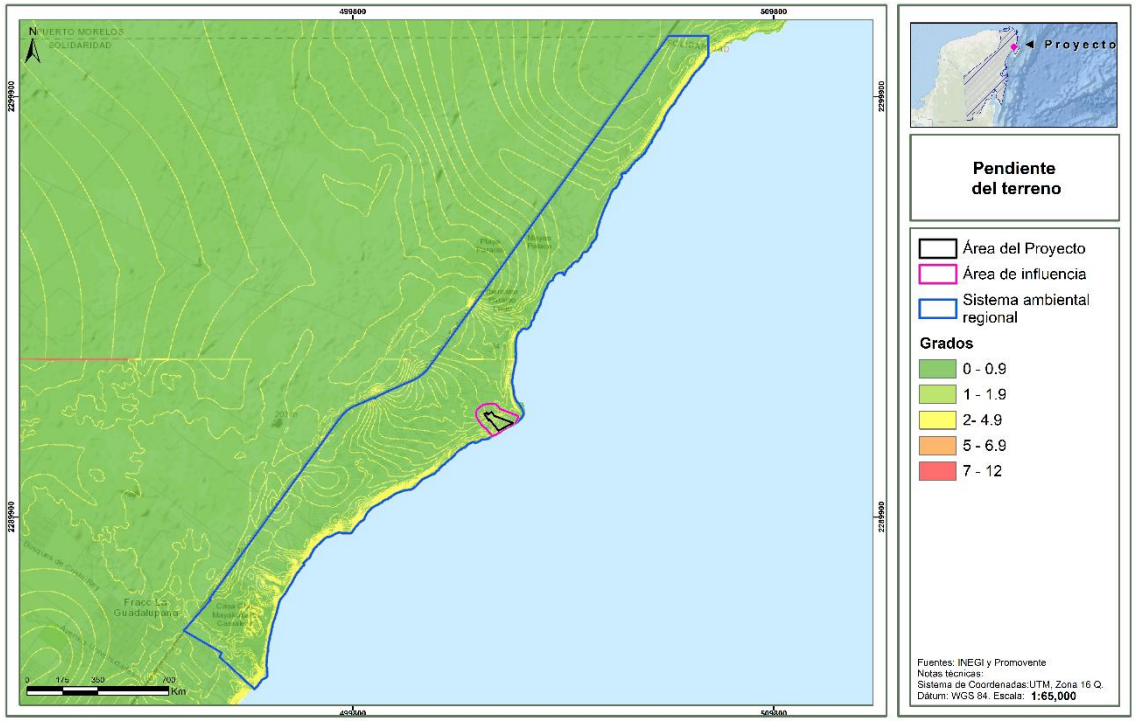
Figura IV. 13. Gradiente altitudinal del SAR, AI y AP.



iii) Pendiente

La pendiente dominante en el **SAR** se encuentra en un rango de pendientes variable dada su naturaleza, mientras que el **AI y AP** se encuentran en una zona con pendiente menor a 0 a 4.9°, dado que la zona es prácticamente llanura, como se observa en la siguiente figura.

Figura IV. 14. Grados de pendientes en el SAR, AI y AP.



IV.2.2.1.6. Falla y fracturas.

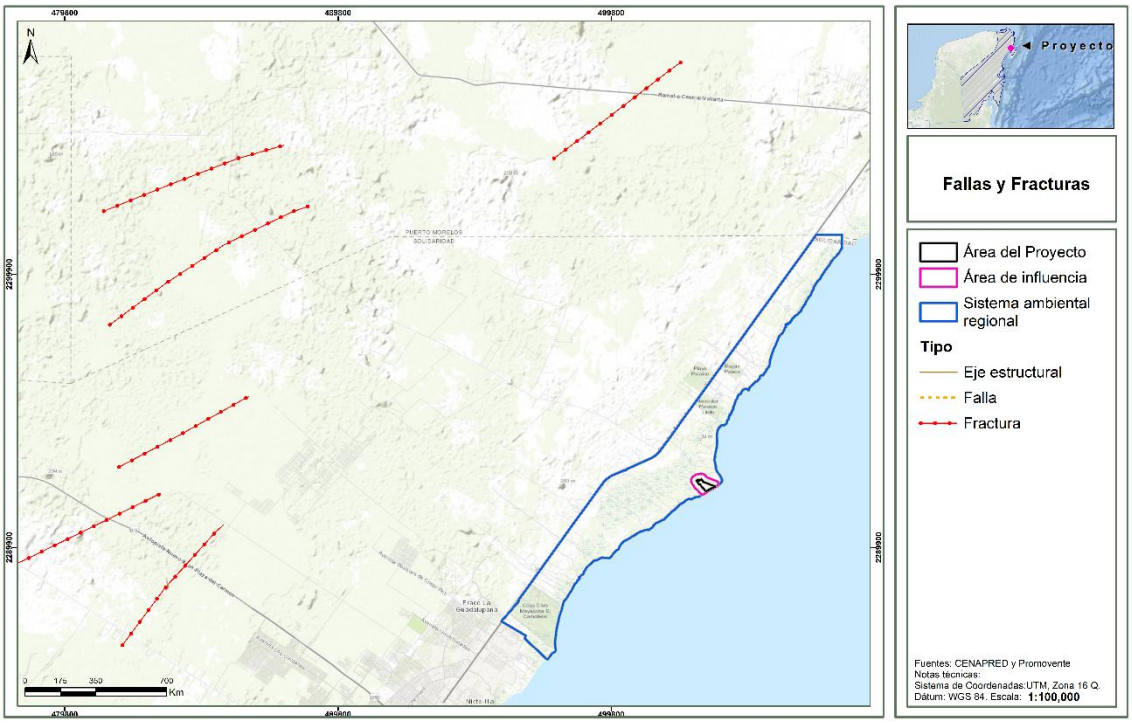
Según el diccionario de datos geológicos del **INEGI**[4], una falla geológica es la ruptura de la roca a lo largo de la cual se produce un desplazamiento relativo entre los bloques que separa y una fractura geológica. Se refiere a las superficies discretas que segmentan o dividen en bloques a rocas y minerales en la naturaleza; estas definen superficies de baja cohesión. Son el resultado del comportamiento quebradizo de los materiales.

Las fracturas pueden ser generadas por la concentración de esfuerzos en zonas de contraste composicionales (contactos de capas, cambios de facies, entre otros), por pérdida de volumen (compactación), por enfriamiento o durante una deformación contraccional o extensional.

De acuerdo con el **INEGI,** dentro del **SAR, AI** y **AP** no se tiene incidencia de fallas o fracturas, como se muestra en la siguiente figura.

[4] https://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/recnat/geologia/doc/dd_geologicos_alf_250k.pdf

Figura IV. 15. Ubicación de fallas y fracturas en el SAR y AP.



IV.2.2.1.7. Susceptibilidad de la zona a sismicidad, deslizamientos, derrumbes e inundaciones, movimientos de tierra o roca y posible actividad volcánica

i) Regionalización sísmica.

La regionalización sísmica de México es la caracterización de las cuatro zonas sísmicas del país, la cual se realizó con base en los registros históricos de grandes sismos, los catálogos de sismicidad y datos de aceleración del terreno como consecuencia de sismos de gran magnitud.

- ***Zona A**, de baja sismicidad.* No presenta registros históricos por lo que no se han reportado sismos de magnitud considerable en los últimos 80 años. Aceleración menor al 10%.
- ***Zona B**, de media intensidad*. Es de moderada intensidad, pero las aceleraciones no alcanzan a rebasar el 70% de la aceleración de la gravedad.
- ***Zona C**, de alta intensidad*. En esta zona hay más actividad que en la zona B, aunque las aceleraciones del suelo tampoco sobrepasan el 70% de la aceleración de gravedad.
- ***Zona D***. Ha registrado con frecuencia grandes temblores y las aceleraciones del terreno que se esperan pueden ser superiores al 70% de gravedad.

De acuerdo con el mapa de regionalización sísmica de México y como se muestra en la siguiente figura, el **SAR** en su mayoría no presenta regionalización sísmica, solo una mínima parte al norte ubicándose en la zona A, de moderada intensidad, pero las aceleraciones no alcanzan a rebasar el 70% de la aceleración de la gravedad.

Figura IV. 16. Ubicación del SAR y AP con respecto a la Regionalización Sísmica de México.



ii) Intensidad sísmica.

La intensidad sísmica se refiere al grado de afectación que la ocurrencia de un sismo puede tener sobre la infraestructura y las actividades humanas. Se mide a través de la escala modificada de Mercalli (Servicio Sismológico Nacional, s.f.) que se explica en la siguiente tabla.

Tabla IV. 5. Escala de Mercalli.

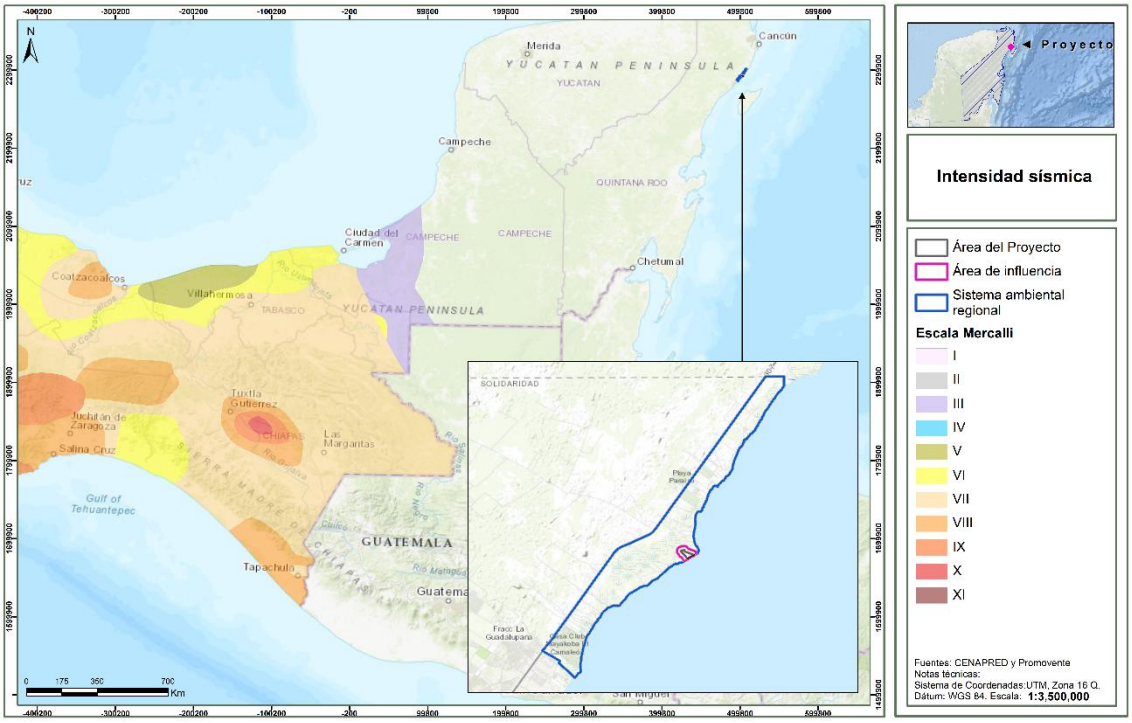
Intensidad	Efectos
I	No es sentido, excepto por algunas personas bajo circunstancias especialmente favorables.
II	Sentido sólo por muy pocas personas en posición de descanso, especialmente en los pisos altos de los edificios. Objetos delicadamente suspendidos pueden oscilar.
III	Sentido muy claramente en interiores, especialmente en pisos altos de los edificios, aunque mucha gente no lo reconoce como un terremoto. Automóviles parados pueden balancearse ligeramente. Vibraciones como el paso de un camión. Duración apreciable.
IV	Durante el día sentido en interiores por muchos, al aire libe por algunos. Por la noche algunos despiertan. Platos, ventanas y puertas agitados; las paredes crujen. Sensación como si un camión pesado chocara contra el edificio. Automóviles parados se balancean apreciablemente.
V	Sentido por casi todos, muchos se despiertan. Algunos platos, ventanas y similares rotos; grietas en el revestimiento en algunos sitios. Objetos inestables volcados. Algunas veces se aprecia balanceo de árboles, postes y otros objetos altos. Los péndulos de los relojes pueden pararse.
VI	Sentido por todos, muchos se asustan y salen al exterior. Algún mueble pesado se mueve; algunos casos de caída de revestimientos y chimeneas dañadas. Daño leve.
VII	Todo el mundo corre al exterior. Daño insignificante en edificios de buen diseño y construcción; leve a moderado en estructuras comunes bien construidas; considerable en estructuras pobremente construidas o mal diseñadas; se rompen algunas chimeneas. Notado por algunas personas que conducen automóviles.

Intensidad	Efectos
VIII	Daño leve en estructuras diseñadas especialmente para resistir sismos; considerable, en edificios comunes bien construidos, llegando hasta el colapso parcial; grande, en estructuras de construcción pobre. Los muros de relleno se separan de la estructura. Caída de chimeneas, objetos apilados, postes, monumentos y paredes. Muebles pesados volcados. Expulsión de arena y barro en pequeñas cantidades. Cambios en pozos de agua. Cierta dificultad para conducir automóviles.
IX	Daño considerable en estructuras de diseño especial; estructuras bien diseñadas pierden la vertical; daño mayor en edificios sólidos, colapso parcial. Edificios desplazados de los cimientos. Grietas visibles en el suelo. Tuberías subterráneas rotas.
X	Algunas estructuras bien construidas en madera se destruyen; la mayoría de las estructuras de mampostería y marcos destruidas incluyendo sus cimientos; suelo muy agrietado
XI	Pocas o ninguna obra de albañilería quedan en pie. Puentes destruidos. Anchas grietas en el suelo. Tuberías subterráneas completamente fuera de servicio. La tierra se hunde y el suelo se desliza en terrenos blandos. Rieles muy retorcidos.
XII	Destrucción total. Se ven ondas sobre la superficie del suelo. Líneas de mira (visuales) y de nivel deformadas. Objetos lanzados al aire.

La intensidad de un sismo en un lugar determinado se evalúa mediante la Escala Modificada de Mercalli y se asigna en función de los efectos causados en el hombre, en sus construcciones y en el terreno.

De acuerdo con el Mapa de Intensidad Sísmica de la República Mexicana (CENAPRED & SSN, 2020), el Sistema Ambiental Regional (**SAR**), el Área de Influencia (**AI**) y el Área del Proyecto (**AP**) se localizan fuera de las zonas con actividad sísmica significativa. Estas áreas se ubican en una región clasificada como de muy baja peligrosidad sísmica, lo que indica una escasa probabilidad de ocurrencia de sismos de alta magnitud. Esta condición está asociada a la ubicación del municipio de Solidaridad dentro de la Plataforma de Yucatán, una zona geológicamente estable sin fallas activas conocidas. Por tanto, no se identifican riesgos sísmicos relevantes para el proyecto, como se muestra en la figura siguiente.

Figura IV. 17. Ubicación del SAR, AI y AP con respecto a la regionalización de intensidad sísmica de México.



iii) Deslizamientos / Desrrumbes.

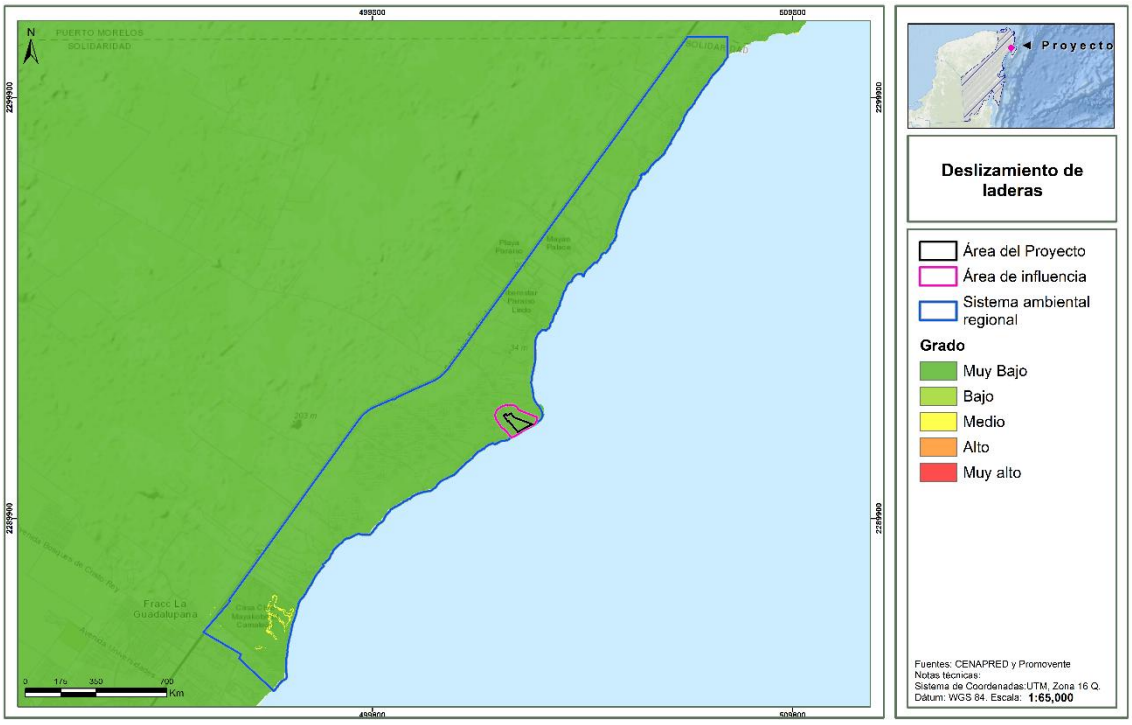
Muchos de los taludes naturales se encuentran en una condición potencialmente inestable, de manera que los movimientos y los colapsos se pueden iniciar con facilidad. Los temblores intensos junto con los procesos de erosión son causas comunes que pueden actuar en diversas formas. Probablemente el factor más importante de todos los que pueden provocar un problema de inestabilidad de laderas naturales, sea el cambio en las condiciones de contenido de agua del subsuelo.

Esto puede ser generado por interferencia con las condiciones naturales de drenaje, evaporación excesiva de suelos que normalmente están húmedos o un incremento en el agua del subsuelo producido por lluvias excesivas.

Este último quizá sea el modo más común de afectar las condiciones del agua subterránea y es especialmente grave, porque las lluvias excesivas también incrementarán los escurrimientos superficiales que pueden provocar una erosión del material al pie de un talud e intensificar de este modo las tendencias al deslizamiento. El suelo que se presenta en la zona es difícil de separase, lo cual no provocará deslizamiento.

Según la información del **CENAPRED** (2012), publicado por la **CONABIO** en el mapa de riesgos por deslizamiento de laderas en México, el **SAR** pertenece a una región cuyo peligro por deslizamiento es variable, pero con dominancia de muy bajo en la parte centro, lo cual se explica debido a que la zona presenta un relieve variable por su naturaleza, mientras que el **AI** y **AP** se encuentra en una zona con grado de peligro muy bajo debido a que se ubica en la zona más baja del **SAR** con relieve de llanuras, como se observa en las siguiente figura.

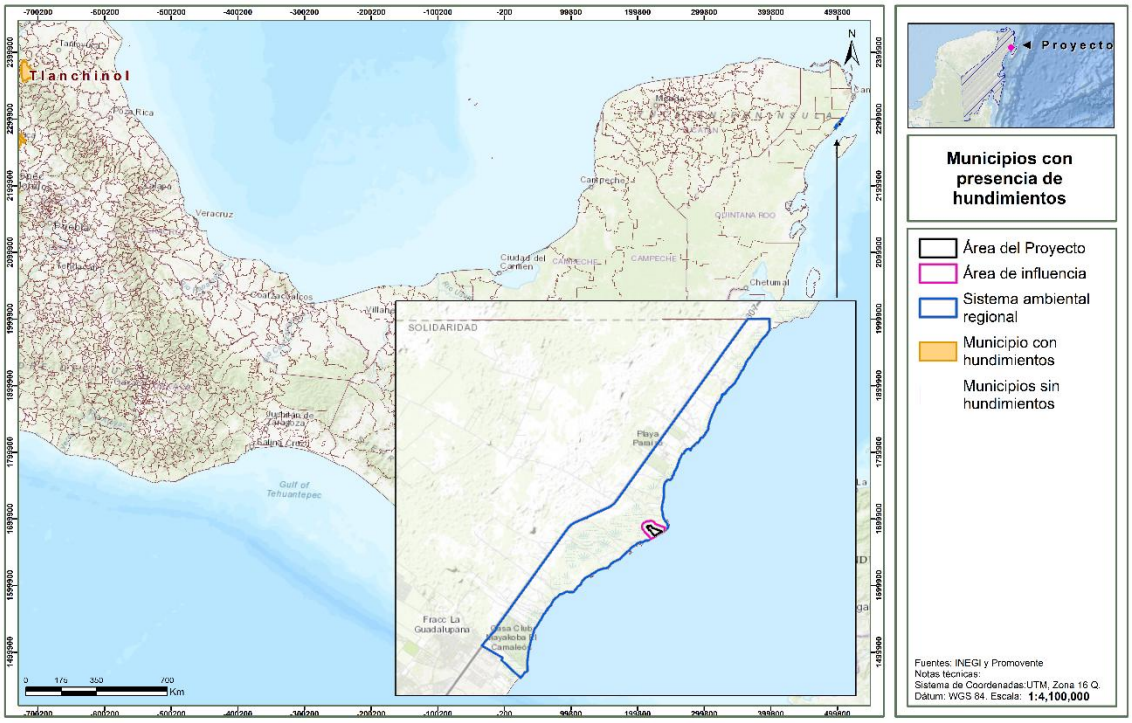
Figura IV. 18. Grado de peligro por deslizamiento de laderas en el SAR, AI y AP.



iv) Hundimientos

Por otro lado, el **CENAPRED** también cuenta con la ubicación de los municipios susceptibles a hundimientos. De acuerdo con estos datos, la totalidad del **SAR, AI** y **AP** están en un área donde no hay potencial de hundimiento.

Figura IV. 19. Nivel de peligro por hundimiento con respecto al SAR, AI y AP.

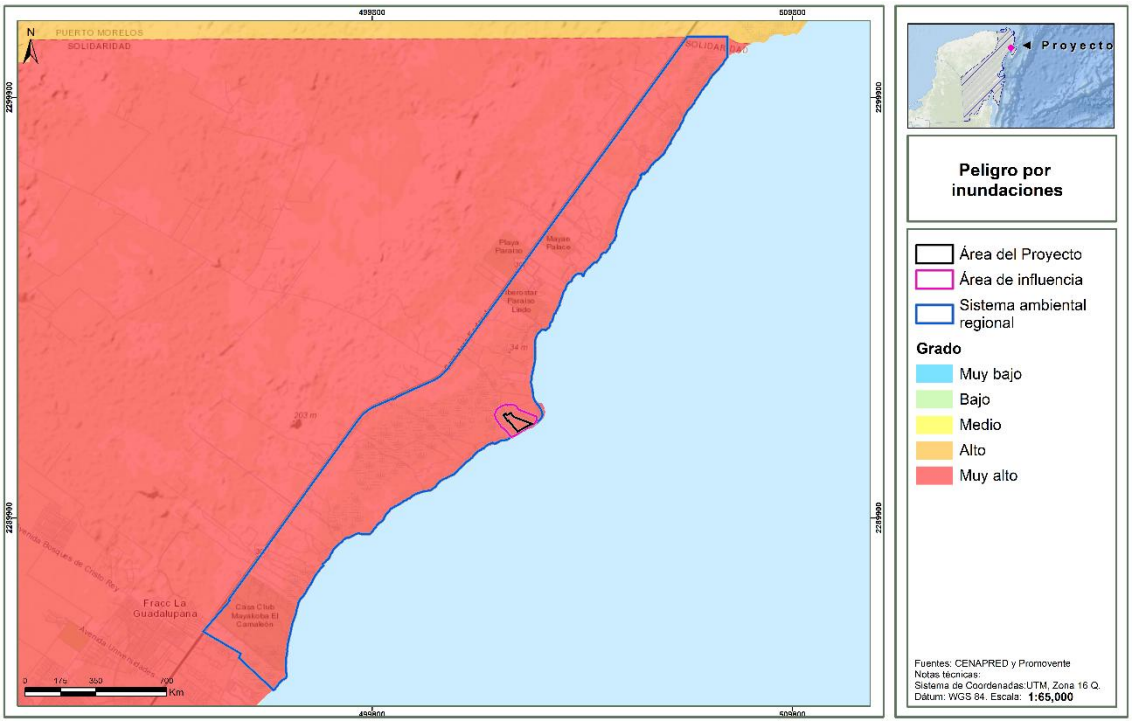


v) Inundaciones

Las inundaciones son fenómenos hidrometeorológicos que, de acuerdo con el **CENAPRED**, consisten en el incremento del nivel de superficie libre de un cuerpo de agua (río, lago, mar, etc.) que ocasiona la invasión del agua en sitios usualmente secos. Las inundaciones se generan debido a la ocurrencia de eventos extraordinarios como tormentas, oleaje por huracanes o incluso por fallas en estructuras hidráulicas como presas.

De acuerdo con los datos del Atlas de Riesgos del **CENAPRED,** el **SAR** se ubica en una zona con peligro Muy bajo es su totalidad, mismo caso es para el **AI** y **AP** que se ubica en peligro Muy bajo como se observa en la siguiente figura.

Figura IV. 20. Nivel de peligro por inundaciones con respecto al SAR, AI y AP.



IV.2.2.1.8. Suelo.

i) Tipos de suelos.

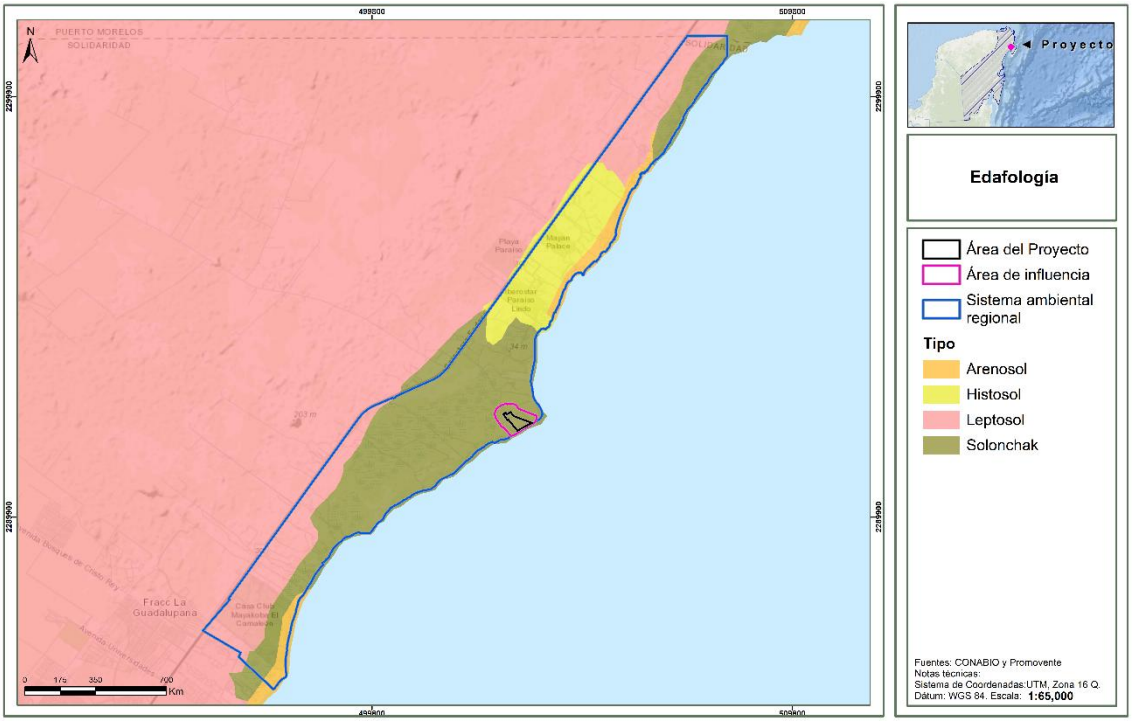
Existen diferentes sistemas de clasificación de suelos; en esta DTU-B Regional se utilizó la cartografía del INEGI, a escala 1:250,000. A partir de esta fuente, se determinó que en el **SAR** los tipos de suelo presentes son: Arenosol con textura gruesa, que ocupa el 5.40%; Histosol con textura media, con un 16.54%; Leptosol con textura media, con un 25.63%; y Solonchak, con textura gruesa (4.84%) y media (47.59%). En el **AI** y el **AP** predominan suelos del tipo Solonchak con textura media, los cuales cubren el 100% de la superficie. La distribución superficial de estos tipos de suelo se muestra en la siguiente tabla.

Tabla IV. 6. Superficie por tipo de suelo y textura en el SAR y AP.

Clave	Tipo	Textura	Sistema Ambiental Regional		Área de influencia		Área del proyecto	
			Sup Ha	%	Sup Ha	%	Sup Ha	%
ARcaso/1	Arenosol	Gruesa	157.8586	5.40	-	-	-	-
HSlepfo+GLhumo/2	Histosol	Media	483.4711	16.54	-	-	-	-
LPhurz+CMhulen/2	Leptosol	Media	749.1352	25.63	-	-	-	-
SCarso+GLszwso+LPhurz/1	Solonchak	Gruesa	141.3965	4.84	-	-	-	-
SCglsoh+GLhumo+LPhuli/2	Solonchak	Media	1,391.09	47.59	46.5664	100	11.8525	100
Total, general			**2922.9552**	**100**	**46.5664**	**100**	**11.8525**	**100**

La distribución de estos tipos de suelo se muestra en la siguiente figura, destaca la dominancia de andosoles y arenosoles.

Figura IV. 21. Tipos de suelo presentes en el SAR, AI y AP.



A continuación, se presenta una breve descripción de las principales características de estos tipos de suelo. Estos datos corresponden a estudios realizados por el **INEGI** y por la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, (FAO, por sus siglas en inglés) (IUSS, 2007).

Arenosol: Los Arenosoles comprenden suelos arenosos, incluyendo tanto suelos desarrollados en arenas residuales después de la meteorización in situ de sedimentos o rocas ricos en cuarzo, y suelos desarrollados en arenas recién depositadas tales como dunas en desiertos y tierras de playas.

Connotación: Suelos arenosos; del latín arena.

Material parental: No consolidado, en algunos lugares materiales translocados, calcáreos, de textura arenosa; ocurren áreas relativamente pequeñas de Arenosoles sobre rocas silíceas extremadamente meteorizadas.

Ambiente: Desde árido hasta húmedo y perhúmedo, y desde extremadamente frío hasta extremadamente cálido; las geoformas varían desde dunas recientes, cordones de playa, y planicies a plateaus muy antiguos arenosos; la vegetación varía desde vegetación de desierto a dispersa (principalmente herbácea) hasta bosque ligero.

Desarrollo del perfil: En la zona seca hay poco o ningún desarrollo de perfil. Los Arenosoles en los trópicos perhúmedos tienden a desarrollar horizontes eluviales álbicos gruesos (con un horizonte spódico por debajo de 200 m de la superficie del suelo) mientras la mayoría de

los Arenosoles de la zona templado húmeda muestran signos de alteración o transporte de humus, Fe o arcilla, pero demasiado débil para ser de diagnóstico.

Histosol: Tipo de suelo formado principalmente por materia orgánica en diferentes grados de descomposición, como turba o mantillo. Se desarrolla en condiciones de saturación prolongada con agua, lo que limita la descomposición completa de los restos vegetales. Son suelos muy ricos en carbono, con gran capacidad de retención de agua, pero pueden presentar limitaciones para ciertos usos agrícolas y constructivos.

Connotación: Suelos orgánicos; del griego *histos* (tejido), en referencia a su origen vegetal.

Material parental: Materiales orgánicos acumulados (turba, restos vegetales, mantillo), con muy poco o ningún contenido mineral.

Ambiente: Ambientes fríos o húmedos con mal drenaje, como pantanos, ciénagas, turberas, zonas de tundra o depresiones mal drenadas; típicos en climas boreales, templados húmedos y tropicales húmedos.

Desarrollo del perfil: El perfil está dominado por horizontes orgánicos (horizontes hísticos), que pueden variar desde turba fibrosa poco descompuesta hasta materiales sapríticos bien descompuestos. La presencia prolongada de agua impide el desarrollo de horizontes minerales profundos.

Leptosol: Suelos muy poco profundos, generalmente con roca dura o material consolidado cerca de la superficie. Presentan una limitada capacidad para retener agua y nutrientes, lo que restringe su uso agrícola sin manejo intensivo.

Connotación: Suelo delgado; del griego *leptos* (delgado).

Material parental: Roca madre consolidada o sedimentos gruesos muy poco alterados.

Ambiente: Común en regiones montañosas, colinas, pendientes escarpadas o mesetas rocosas en cualquier zona climática.

Desarrollo del perfil: Suelos con menos de 25 cm de profundidad efectiva, sin horizontes desarrollados; presencia frecuente de roca expuesta (lítica) o fragmentos gruesos (esquélica).

Solonchak: Tipo de suelo caracterizado por una alta acumulación de sales solubles en la parte superior del perfil, lo que le da un aspecto blanquecino o grisáceo. Se desarrollan en ambientes con drenaje deficiente y alta evaporación, donde las sales se concentran debido al ascenso capilar del agua subterránea. Su fertilidad natural es baja debido a la toxicidad salina, lo que limita su uso agrícola sin intervención.

Connotación: Suelos salinos; del ruso *sol* (sal).

Material parental: Sedimentos aluviales, lacustres o marinos no consolidados, ricos en sales solubles; a menudo con alto contenido de sodio y otros elementos salinos.

Ambiente: Comunes en regiones áridas y semiáridas, cuencas endorreicas, zonas costeras bajas y depresiones donde la evaporación excede a la precipitación y el drenaje es pobre.

Desarrollo del perfil: Presentan un horizonte superficial o subsuperficial enriquecido con sales solubles (horizonte sálico), a menudo acompañado de eflorescencias salinas en la superficie; desarrollo morfológico limitado debido a la alta salinidad.

ii) Erosión.

De acuerdo con la información obtenida de la carta temática de Degradación del suelo en la República Mexicana - Escala 1:250 000 de la Dirección de Geomática, SEMARNAT, (2004) obtenida del Geoportal del Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad (SNIB) de la **CONABIO**, en el **SAR, AI** y **AP** se identifican áreas sin presencia de erosión, no obstante, en el **SAR** se observa presencia de erosión antrópica en una superficie de 15.1452 ha. Es de considerar que en el **AP** los procesos erosivos podrían presentarse durante las etapas de preparación del sitio y construcción y, una vez terminadas dichas etapas, se prevé la aplicación de medidas que minimizarán o evitarán los procesos erosivos.

Tabla IV. 7. Tipos de erosión presente en el SAR, AI y AP

Clave	Erosíon Primaria			Sistema Ambiental Regional		Área de influencia		Área del Proyecto	
	Tipo	Forma	Grado	Sup en Ha	Superficie en m^2	Sup en Ha	Sup en m2	Sup en Ha	Sup en m2
A	Antrópica	N/A*	N/A*	15.1452	151,451.6857	-	-	-	-
AH	N/A*	N/A*	N/A*	541.4328	5,414,327.7511	-	-	-	-
SE	Sin erosión			2,366.3772	23,663,771.8076	46.5664	465,663.8690	11.8525	118,525.0752
Total, general				**2,922.9551**	**29,229,551.2444**	**46.5664**	**465,663.8690**	**11.8525**	**118,525.0752**

*N/A: áreas de asentamientos humanos, en donde la cartografía citada no reconoce la presencia de erosión.

Figura IV. 22. Clases de erosión presentes en el SAR, AI y AP.



Por otro lado, de acuerdo con la cartografía Degradación del suelo en la República Mexicana - Escala 1:250 000 de la SEMARNAT (2004[5]), se observa que, la mayor parte del **SAR** no presenta degradación del suelo y una porción presenta degradación física por pérdida de la función productiva, así como la totalidad del **AI** y **AP** se ubican en áreas sin erosión, con una degradación física por pérdida de la función productiva, esta degradación puede ser gradual, lo que hace que a menudo pase desapercibida hasta que los efectos son severos. Por ejemplo, el cambio en los patrones pluviométricos puede provocar la salinización de los suelos, disminuyendo la presencia de nutrientes y materia orgánica.

Figura IV. 23. Degradación de suelos en el SAR, AI y AP.



IV.2.2.1.9. Geología.

Como se observa en la siguiente tabla, en el **SAR** la cartografía geológica del INEGI, escala 1:250,000 reconoce la presencia de unidades litoestratigráficas Lacustre, Litoral y Caliza, mientras que, en el **AI** y **AP** se trata únicamente de Calizas.

Tabla IV. 8. Geología presente en el SAR, AI Y AP

Clave	Entidad	Clase	Tipo	Era	Sistema Ambiental Regional		Área de influencia		Área del Proyecto	
					Sup en Ha	Sup en m2	Sup en Ha	Sup en m2	Sup en Ha	Sup en m2
Q(la)	Suelo	N/A	Lacustre	Cenozoico	1,369.5794	13,695,794.1231	-	-	-	-
Q(li)	Suelo	N/A	Litoral	Cenozoico	153.9886	1,539,885.9555	-	-	-	-
Tpl(cz)	Unidad cronoestratigráfica	Sedimentaria	Caliza	Cenozoico	1,399.3871	13,993,871.1658	46.5664	465,663.8690	11.8525	118,525.0752

[5] SEMARNAT en CONABIO. http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/?vns=gis_root/edafo/dsuelo/degra250kgw

Clave	Entidad	Clase	Tipo	Era	Sistema Ambiental Regional		Área de influencia		Área del Proyecto	
					Sup en Ha	Sup en m2	Sup en Ha	Sup en m2	Sup en Ha	Sup en m2
Total, general					2,922.9551	29,229,551.2444	46.5664	465,663.8690	11.8525	118,525.0752

*N/A: Cuando un atributo de un objeto espacial pierde su significado debido al valor que toma otro atributo del mismo objeto espacial.

A continuación, se presenta una breve descripción de las principales características de estos tipos geológicos. Estos datos corresponden a estudios realizados por el **INEGI** y por la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, (FAO, por sus siglas en inglés) (IUSS, 2007).

Lacustre (Depósitos Lacustres)

Definición:

Son materiales sedimentarios depositados en el fondo de lagos. Pueden formarse por acumulación de sedimentos traídos por ríos, el viento o el propio arrastre del lago.

Características:

Granulometría fina (limos, arcillas).

Estratificación horizontal muy marcada.

Pueden contener materia orgánica o fósiles de organismos lacustres.

Litoral (Depósitos Litorales)

Definición:

Materiales depositados en zonas costeras por acción del oleaje, las mareas y el viento. Son típicos de playas, estuarios y dunas cercanas al mar.

Características:

Arenosos o gravosos.

Pueden presentar laminación cruzada y restos de organismos marinos.

Alta porosidad.

Caliza (Roca Caliza)

Definición:

Roca sedimentaria compuesta principalmente por carbonato de calcio ($CaCO_3$), formada a partir de restos biológicos marinos (como conchas y corales) o por precipitación química en ambientes marinos cálidos.

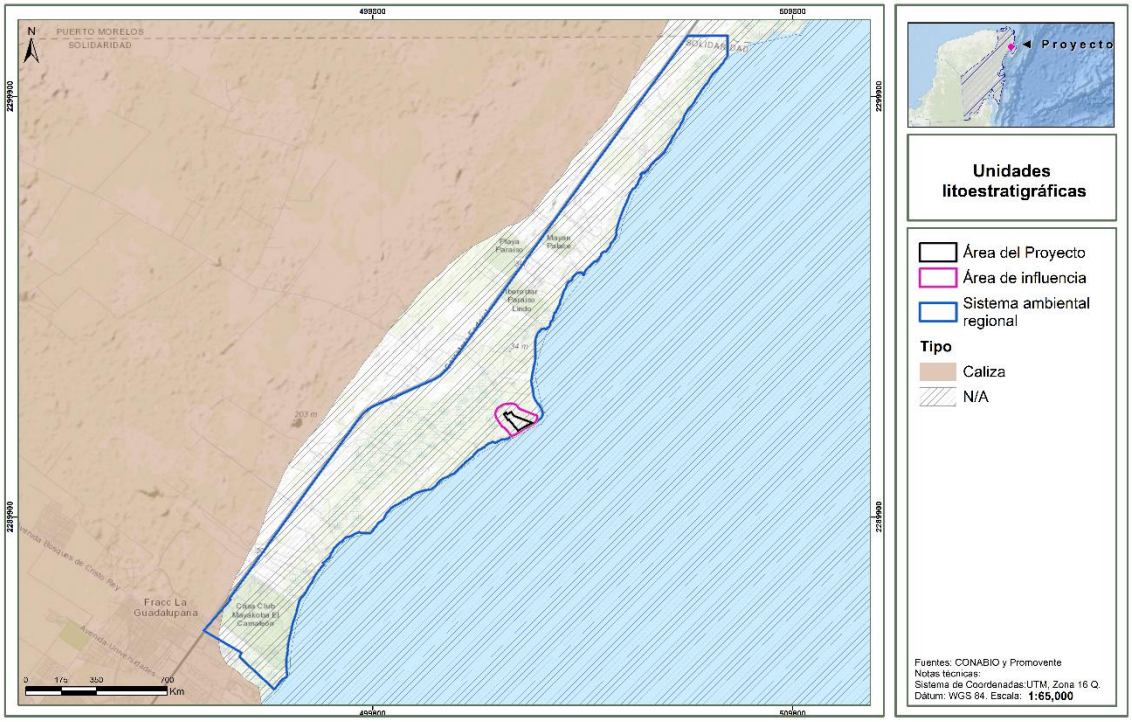
Características:

Puede reaccionar con ácido clorhídrico (efervescencia).

Generalmente color blanco, gris o amarillento.

Puede contener fósiles marinos.

Figura IV. 24. Unidades litoestratigráficas presentes en el SAR, AI y AP.



IV.2.2.1.10. Agua.

i) Hidrología superficial.

Como se observa en las siguientes figuras, el área cubierta por el **SAR**, **AI** y **AP** se ubican en la región hidrológica: Yucatán Norte RH32 y en la cuenca Quintana Roo RH32A.

Región Hidrológica RH32 – Yucatán Norte

Ubicación y extensión:

- Cubre el 94 % del estado de Yucatán, incluyendo también partes de Quintana Roo (Cozumel, Isla Mujeres, Contoy) y una porción menor de Campeche
- Se subdivide en dos cuencas: RH32A (Quintana Roo) y RH32B (Yucatán); la primera ocupa ~2.8 % y la segunda ~91.3 % de Yucatán

Hidrología superficial:

- No existen ríos permanentes ni drenaje superficial significativo. El escurrimiento superficial es extremadamente bajo (0–5 %) debido a la alta permeabilidad del suelo calizo y baja pendiente.
- Los escasos cuerpos superficiales se limitan a cenotes, aguadas y esteros costeros como Celestún, Río Lagartos, Yucalpetén, la Laguna Rosada y Laguna Flamingos.

Cuenca Quintana Roo RH32A

Extensión y ubicación

- ❖ Abarca aproximadamente el 30 % del territorio estatal de Quintana Roo, incluyendo las islas de Cozumel, Mujeres y Contoy
- ❖ Forma parte de la Región Hidrológica RH32, correspondiente a Yucatán Norte, subdividida en las cuencas 32A (Quintana Roo) y 32B (Yucatán)

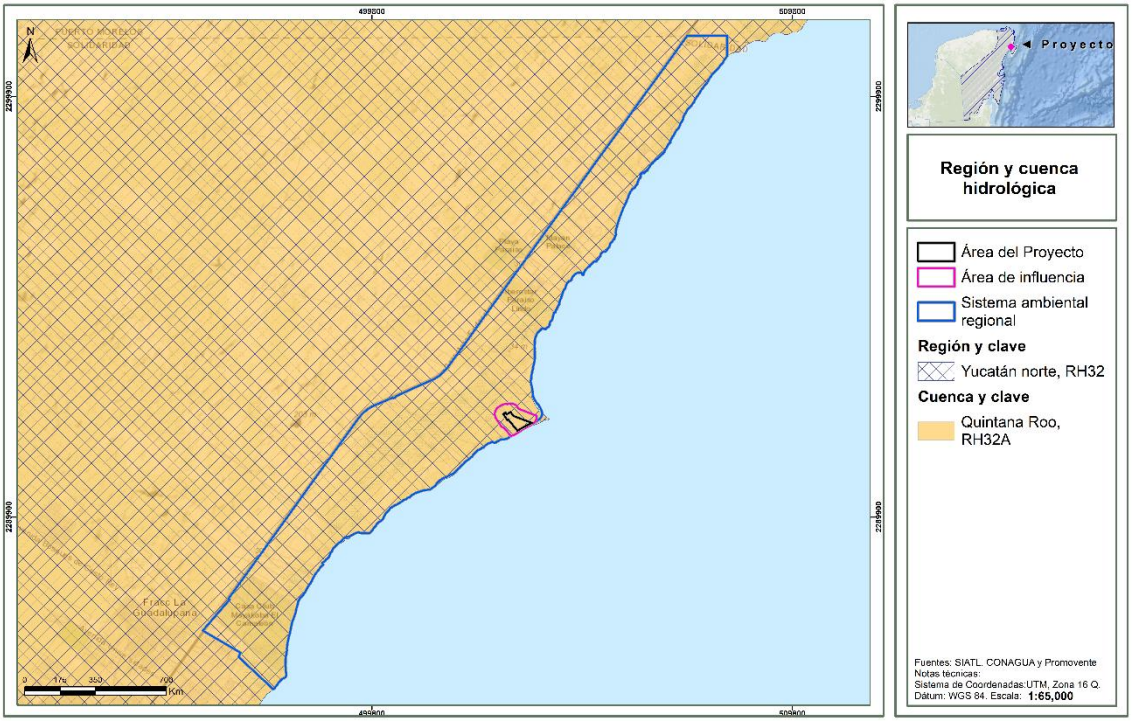
Hidrología superficial

- ❖ Ausencia de corrientes permanentes debido a la alta permeabilidad de los sustratos kársticos y el relieve plano.
- ❖ El escurrimiento superficial es muy bajo (< 5 %) y la mayor parte del agua pluvial se infiltra rápidamente al subsuelo.

Cuerpos de agua

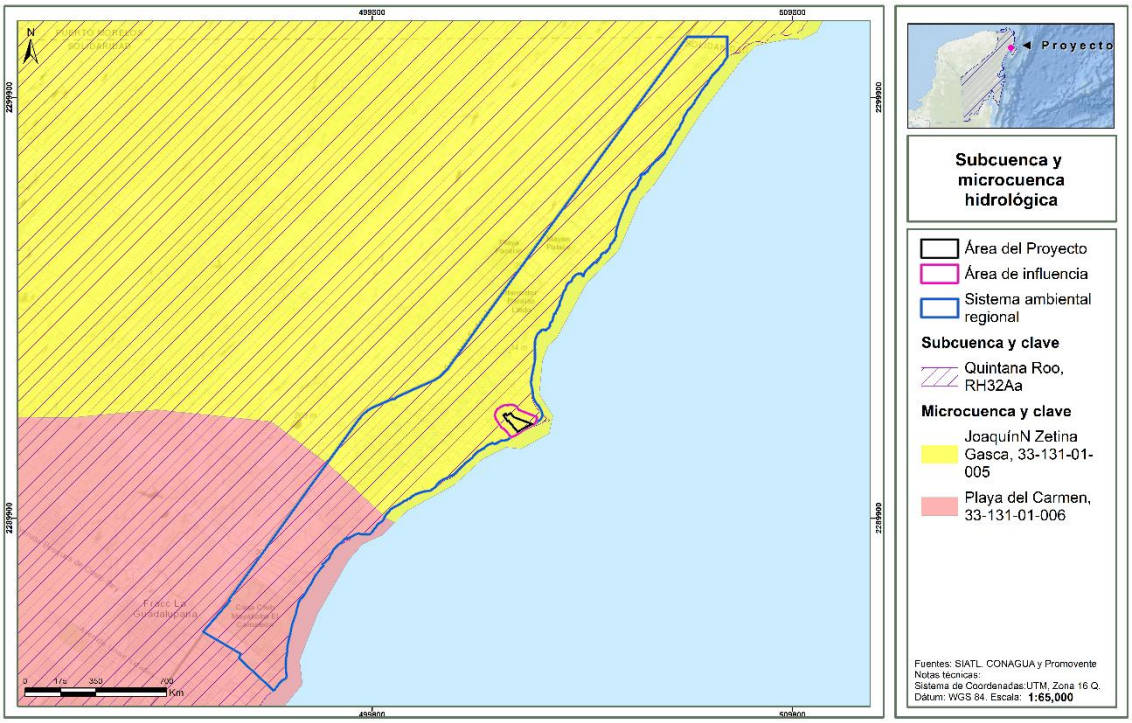
- ❖ Se registran únicamente lagunas, esteros y aguadas temporales; no hay ríos permanentes dentro de RH32A.

Figura IV. 25. Ubicación del SAR, AI y AP con respecto a las regiones hidrológicas y cuencas.



Como se observa en la siguiente figura, el área cubierta por el **SAR AI** y **AP** se ubican en la subcuenca Quintana Roo RH32Aa, mientras que el **SAR** se ubica en las microcuencas; Joaquín Zetina Gasca 33-131-01-005 y Playa del Carmen 33-131-01-006, **AI** y **AP** se ubican en su totalidad en la micro cuenca Joaquín Zetina Gasca 33-131-01-005, tal como se muestra en la siguiente figura.

Figura IV. 26. Ubicación del SAR con respecto a las subcuencas y microcuencas hidrológicas.



Subcuenca Quintana Roo RH32Aa Se localiza en la **porción noreste de la Península de Yucatán**, dentro del estado de Quintana Roo, y forma parte de la Cuenca 32A (Quintana Roo) de la Región Hidrológica RH32 (Yucatán Norte). Cubre parte de la plataforma kárstica con relieve muy bajo, altitudes máximas de ~280 m snm y sin drenaje superficial significativo

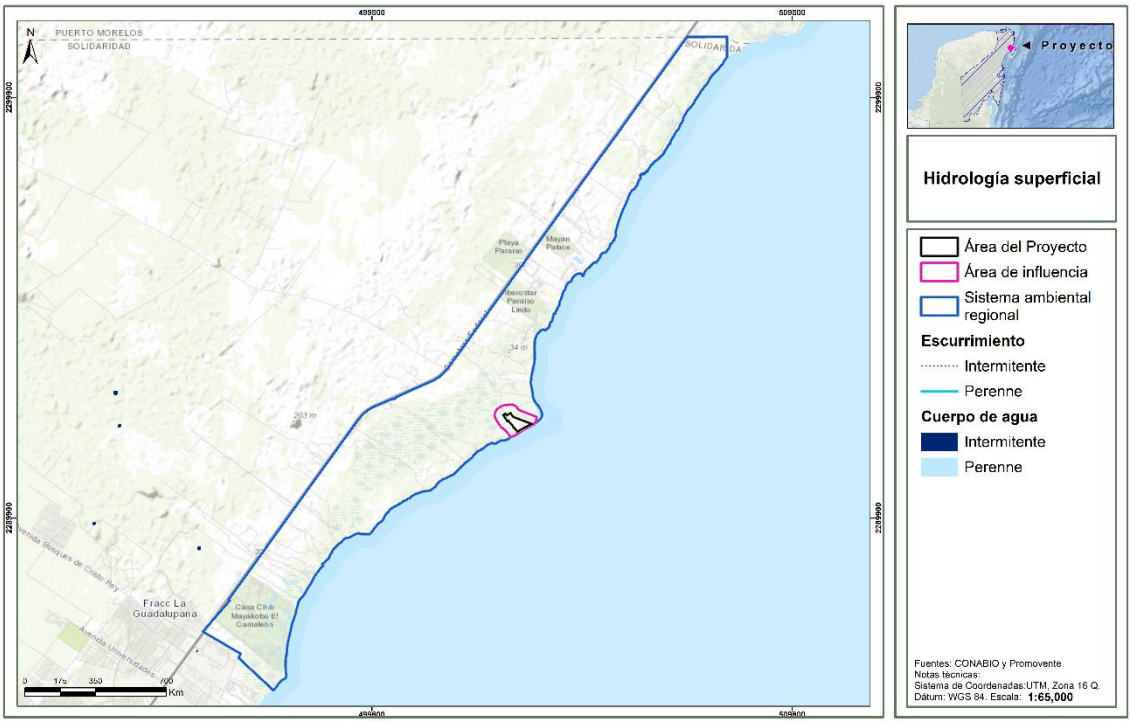
- No presenta ríos permanentes; el escurrimiento superficial es mínimo, entre **0 % y 5 %**, debido a la alta permeabilidad y bajo relieve del terreno kárstico
- Solo se observan cuerpos de agua discontinuos como esteros, aguadas y lagunas temporales.

Tabla IV. 9. Comparativo de las microcuencas.

Aspecto	33-131-01-005 (Zetina Gasca)	33-131-01-006 (Playa del Carmen)
Ubicación	Colonia urbana en Puerto Morelos	Zona urbana de Playa del Carmen (Solidaridad)
Drenaje superficial	Ausente; encharcamientos por mal mantenimiento de pozos de absorción	Ausente; hay lagunas hormonales y cenotes como cuerpos de agua más grandes
Sistemas hidráulicos	Recién implementados: drenaje sanitario, colectores, cárcamo de 350 m³	No hay registros específicos, pero existe riesgo similar por desarrollo urbano
Vulnerabilidad	Contaminación del acuífero por fosas sépticas previas	Vulnerabilidad alta por uso urbano y lixiviación no controlada hacia cenotes
Geología y geomorfología	Plena zona kárstica de la Península de Yucatán	Misma zona kárstica, relieve plano con declive marítimo

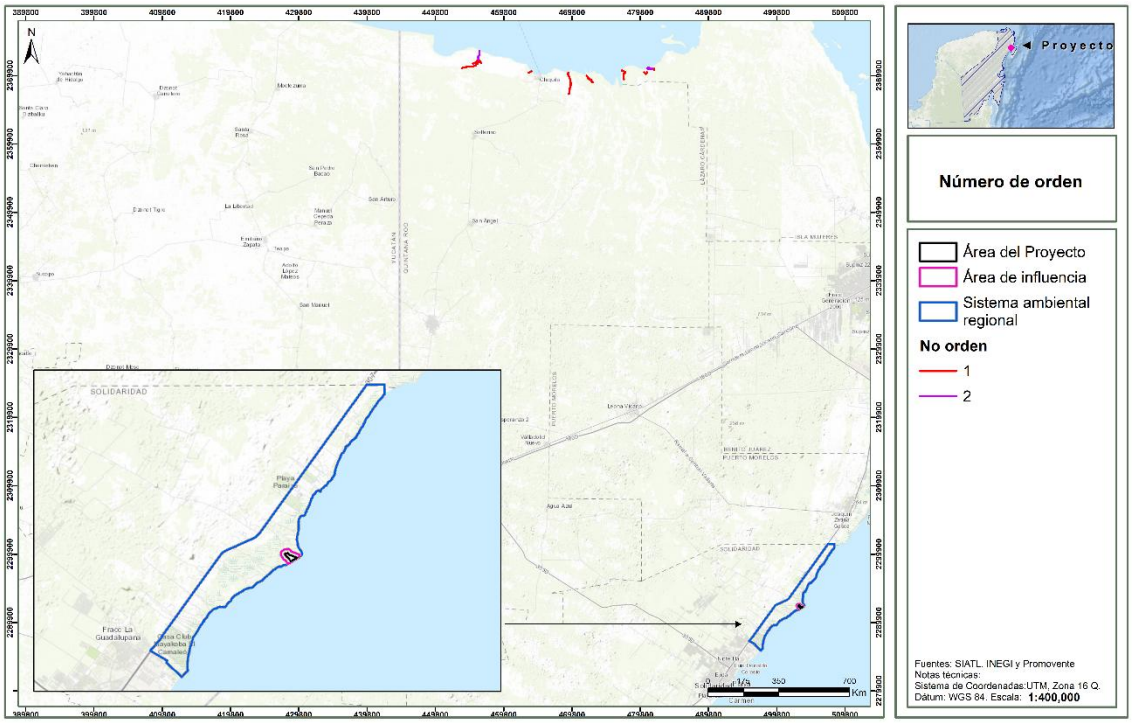
Con el objetivo de saber la interacción del **SAR, AI** y **AP** con la hidrografía del área, se realizó un compendio de datos de escurrimientos y cuerpos de agua de las cartas topográficas 1: 50,000 y la Red Hidrográfica del INEGI (escala 1:50,000), así como el análisis de datos registrados por el Simulador de Flujos de Agua de Cuencas Hidrográficas (SIATL). De acuerdo con esta revisión se observó que, dentro del **SAR** se localizan escurrimientos de tipo perene, como se muestra en la siguiente figura.

Figura IV. 27. Hidrología superficial del SAR, AI y AP.



Derivado de la hidrología subterránea en lo que respecta a los tipos de roca que afloran en el **SAR** las cuales son materiales consolidados con permeabilidad baja, promueven la existencia de escurrimientos superficiales.

Figura IV. 28. Hidrología superficial que incide en el SAR, AI y AP.

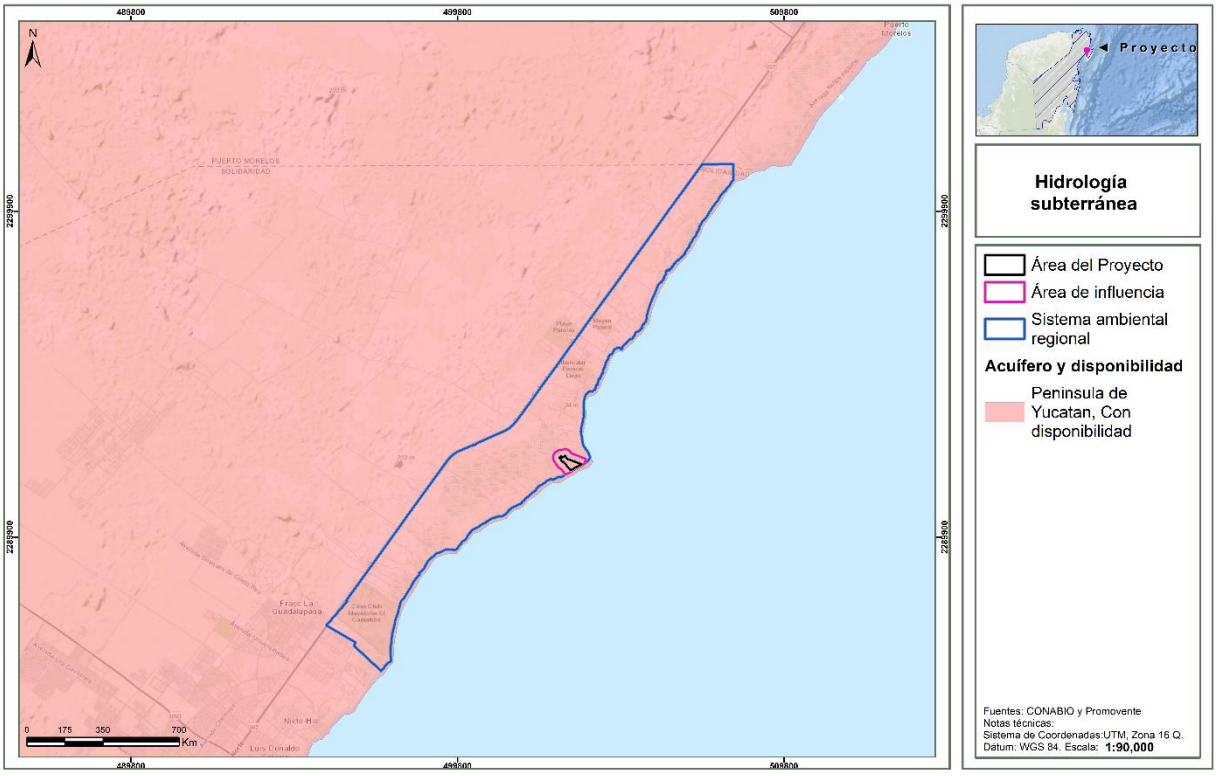


De acuerdo con la figura anterior, en el **SAR, AI y AP** No presentan corrientes de ningún tipo.

ii) Hidrología Subterránea.

De acuerdo con el Sistema de Información Geográfica para el Manejo de Agua Subterránea (**SIGMAS**) de la **CONAGUA**, el **SAR, AI** y **AP** inciden en el acuífero Península de Yucatán, como se muestra en la siguiente figura.

Figura IV. 29. Ubicación del SAR, AI Y AP con respecto a los acuíferos.



El Acuífero Península de Yucatán abarca los estados de Yucatán, Quintana Roo y Campeche. Es uno de los acuíferos más grandes y vulnerables de México, caracterizado por su formación kárstica de roca caliza altamente permeable, lo que permite una rápida infiltración del agua y una conexión directa entre la superficie y el subsuelo a través de grietas, sumideros y cenotes. Se trata de un acuífero costero donde una lente de agua dulce flota sobre agua salina. La recarga media anual es de aproximadamente 21,800 hm³, principalmente por lluvia, mientras que la extracción es de unos 5,100 hm³ al año. Su disponibilidad media anual ronda los 2,000 hm³, y es utilizado principalmente para el abastecimiento humano, actividades turísticas y agrícolas.

Entre los principales problemas ambientales se encuentran la contaminación por aguas residuales no tratadas, lixiviados agrícolas, productos químicos (como bloqueadores solares) y la intrusión salina en zonas costeras debido a la sobreexplotación. La creciente urbanización y el turismo intensivo aumentan la presión sobre este recurso vital. Se recomienda proteger las zonas de recarga, mejorar el tratamiento de aguas residuales, establecer monitoreos continuos de calidad del agua y aplicar regulaciones estrictas para evitar el deterioro del acuífero.

Tabla IV. 10. Situación de los acuíferos en los cuales inciden el **SAR, AI** y **AP**

Clave	Acuífero	R (hm³/año)	DNC (hm³/año)	VEAS (hm³/año)	DMA (hm³/año)	Déficit (hm³/año)
3105	**Península de Yucatán**	14 931.8	7 686.8	5 185.37	2 059.63	**No** (positivo)

Donde: R: Recarga media anual, DNC: Descarga natural comprometida, VEAS: Volumen de extracción de aguas subterráneas, DMA: Disponibilidad media anual.

Como se puede observar en la tabla anterior, se concluye que el acuífero Península de Yucatán (Clave 3105) sobre el cual se ubican el **SAR**, **AI**, **AP** y la mayor parte del **SAR**, presentan déficit de aguas subterráneas.

De acuerdo con los datos más recientes disponibles por **CONAGUA**, el acuífero Península de Yucatán no presenta actualmente déficit hídrico. La disponibilidad media anual permanece positiva, con un balance que permite la extracción sin comprometer el equilibrio del sistema. No obstante, se identifican riesgos crecientes de deterioro de la calidad del agua debido a procesos de contaminación difusa (por aguas residuales, plaguicidas y uso urbano no regulado), así como a la intrusión salina en zonas costeras, principalmente en áreas de rápido crecimiento urbano como Cancún, Playa del Carmen y Tulum.

Recomendación: Aunque el acuífero mantiene una disponibilidad positiva, su condición hidrogeológica lo hace altamente vulnerable. Por tanto, se considera estratégico implementar medidas de manejo, monitoreo y conservación, incluyendo:

- Protección de zonas de recarga,
- Regulación de extracciones en zonas costeras,
- Tratamiento adecuado de aguas residuales antes de su infiltración,
- Programas de vigilancia hidroquímica periódica.

Estas acciones permitirán conservar la funcionalidad del sistema en el mediano y largo plazo, especialmente ante el crecimiento acelerado de la demanda hídrica en la región.

iii) Calidad del Agua.

Respecto a la calidad del agua superficial y subterránea, se consultaron los indicadores de calidad del agua de la **CONAGUA**[6], estos indicadores presentan clases de semáforo verde, amarillo y rojo, los cuales dan información acerca del cumplimiento de los parámetros analizados, tal como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla IV. 11. Parámetros de calidad del agua subterránea y superficial.

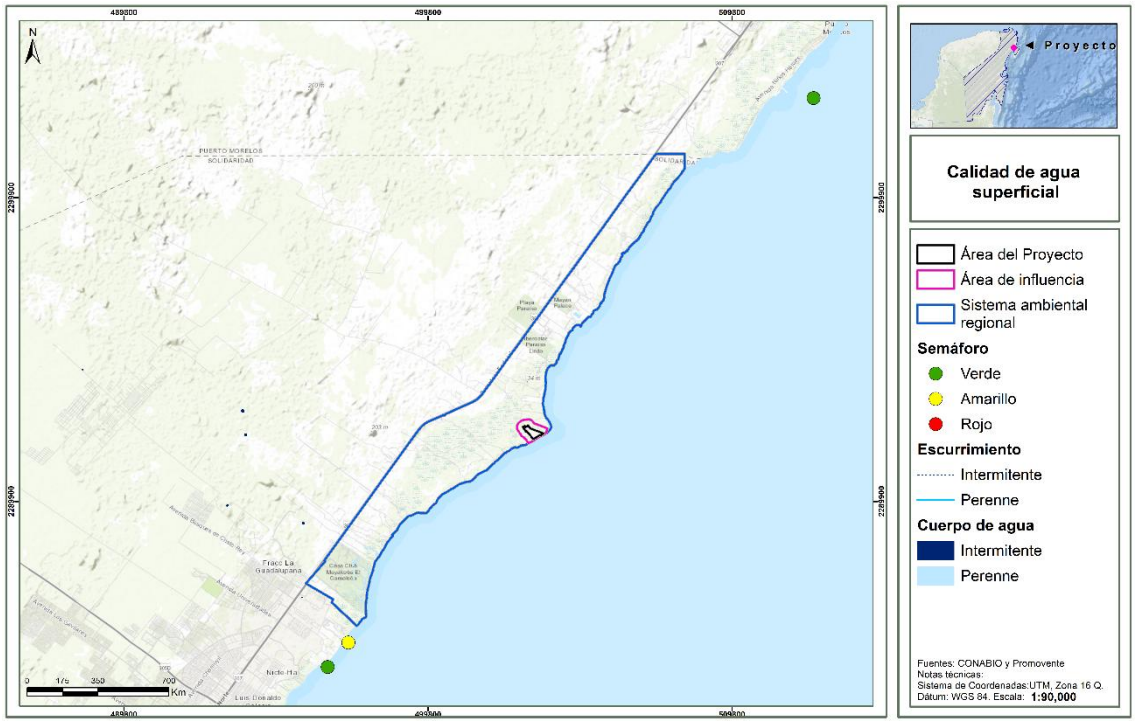
Parámetros analizados	Semáforo de calidad
Agua subterránea	
Catorce indicadores Fluoruros, Coliformes Fecales, Nitrógeno de Nitratos, Arsénico Total, Cadmio Total, Cromo Total, Mercurio Total, Plomo Total, Alcalinidad, Conductividad, Dureza, Sólidos Disueltos Totales, Manganeso Total y Hierro Total	**Verde**
	Cumple con los límites aceptables de calidad del agua para los 14 parámetros analizados.
	Amarillo
	Incumple con uno o varios de los siguientes parámetros: Alcalinidad, Conductividad, Dureza, Sólidos Disueltos Totales, Manganeso Total y Hierro Total
	Rojo
	Incumple con uno o varios de los siguientes parámetros: Fluoruros, Coliformes Fecales, Nitrógeno de Nitratos, Arsénico Total, Cadmio Total, Cromo Total, Mercurio Total y Plomo Total
Agua superficial	
Ocho indicadores: Demanda Bioquímica de Oxígeno a cinco días (DBO5),	**Verde**
	Los sitios cumplen con los límites aceptables de calidad del agua

[6] CONAGUA. https://www.gob.mx/conagua/articulos/calidad-del-agua

Parámetros analizados	Semáforo de calidad
Demanda Química de Oxígeno (DQO), Sólidos Suspendidos Totales (SST), Coliformes Fecales (CF), *Escherichia coli,* (E_COLI), Enterococos (ENTEROC), Porcentaje de Saturación de Oxigeno (OD%) y Toxicidad (TOX).	para los 8 parámetros analizados.
	Amarillo
	Los sitios presentan incumplimiento en uno o varios de los siguientes parámetros: E_COLI, CF, SST y OD%.
	Rojo
	Los sitios presentan incumplimiento en uno o varios de los siguientes parámetros: DBO5, DQO, TOX y ENTEROC.

De acuerdo con lo anterior, respecto a la calidad de aguas superficiales, No se localizaron sitios de monitoreo dentro del **SAR**, **AI** o **AP**, como se muestra en la siguiente figura sin embargo, respecto a la calidad de aguas subterráneas, como se observa en la siguiente figura, aunque no se localizaron sitios dentro del **SAR**, **AI** y **AP**, los más cercanos corresponden a muestras del mismo acuífero (Península de Yucatán), dichos sitios presentan un semáforo de calidad verde, es decir, muestran que el acuífero en esta zona presenta una calidad media ya que cumple con los límites aceptables de calidad del agua para los 14 parámetros analizados. Miestras que, para el sitio amarillo, Incumple con uno o varios de los siguientes parámetros: Alcalinidad, Conductividad, Dureza, Sólidos Disueltos Totales, Manganeso Total y Hierro Total.

Figura IV. 30. Sitios de monitoreo de la calidad del agua superficial en el SAR, AI o AP.



IV.2.2.1.11. Aire.

Para describir la calidad del aire, se consultó el Inventario Nacional de Emisiones de Contaminantes Criterio (INEM), el INEM integrado por la SEMARNAT comprende información de las emisiones liberadas a la atmósfera de los contaminantes clasificados como criterio: monóxido de carbono (CO), óxidos de nitrógeno (NOx), óxidos de azufre (SOx) y partículas con diámetro aerodinámico menor a

10 y 2.5 micrómetros (PM10 y PM2.5), compuestos orgánicos volátiles (COV) y amonio (NH3), emitidos por las distintas fuentes. En el caso del contaminante criterio ozono (O3), el INEM comprende la estimación de sus dos principales precursores: óxidos de nitrógeno y compuestos orgánicos volátiles. En el INEM se clasifican cuatro tipos de fuentes emisoras:

Fuentes fijas o puntuales: son las instalaciones de ubicación fija, que tienen como finalidad desarrollar operaciones o procesos industriales de manufactura las cuales pueden generar emisiones contaminantes a la atmósfera.

Fuentes de área: las fuentes de área representan aquellas fuentes pequeñas, numerosas y dispersas, y no pueden ser incluidas de manera eficiente en un inventario de fuentes fijas, sin embargo, colectivamente las fuentes de área representan un porcentaje significativo de las emisiones de contaminantes. En las fuentes de área se incluyen los comercios, servicios, casas habitación, entre otros.

Fuentes móviles (carreteras y no carreteras): se trata de los vehículos con motores de combustión y similares, que debido a su funcionamiento generan o pueden a generar emisiones contaminantes a la atmósfera. Las fuentes móviles carreteras incluyen: tractocamiones, autobuses, camiones, automóviles, motocicletas; mientras que las fuentes móviles no carreteras comprenden: aviones, helicópteros, ferrocarriles, tranvías, embarcaciones, equipo y maquinarias.

Fuentes naturales: se trata de cualquier fuente o proceso natural en la vegetación y los suelos que generen emisiones, suelen incluirse las emisiones biogénicas, las emisiones del suelo y la erosión eólica.

De acuerdo con los datos del INEM, el municipio en él se ubica el **SAR**, **AI** y **AP** presentan las siguientes emisiones, PM_{10}, $PM_{2.5}$, SO_2, CO, NO_x (NO_2), COV y NH_3 se observa que para el Municipio de Solidaridad las principales fuentes son:

1. **Flota vehicular**: En 2020, Solidaridad reportó más de 138,500 vehículos en circulación (74 229 autos, 48 965 motos, 14 984 camiones/camionetas, 339 camiones de pasajeros).
2. **Residuos**: La quema de basura doméstica y agrícola, así como el uso de leña, contribuye a partículas PM.
3. **Transporte marítimo y turismo**: El movimiento constante de cruceros, lanchas, taxis acuáticos y flotas turísticas genera emisiones de SO_2, COV y NO_x.

Tabla IV. 12. Toneladas de contaminantes criterio emitidos presente en el SAR, AI y AP.

Municipio	Contaminante (criterio)	Ubicación de estación de monitoreo
Solidaridad	**PM_{10}**	Estación en Zona Urbana; promedio diario ~5.68 µg/m³ (calidad Buena)
	$PM_{2.5}$	Misma estación; promedio diario ~5 µg/m³ (calidad **Buena**)
	SO_2	Misma estación; nivel ~1 µg/m³ (calidad **Buena**)
	CO	Misma estación; nivel ~150 µg/m³ (≈0.134 ppm), calidad **Buena**
	NO_x (NO_2)	Misma estación; nivel ~1.02 µg/m³ (≈0.00052 ppm), calidad **Buena**
	COV	No medido por estación oficial; estimado significativo por fuentes móviles y actividades turísticas
	NH_3	No medido por estación oficial; puede derivarse de actividades agrícolas o residuos sólidos, pero sin datos confirmados

Como se observa en la siguiente tabla, las principales fuentes emisoras son de área y también fijas, en las primeras se encuentra las actividades de construcción, quema de combustibles en fuentes estacionarias, transporte marítimo y terrestre.

Tabla IV. 13. Fuentes principales emitidas, presente en el SAR, AI y AP.

Contaminante	Fuente principal en Solidaridad	% estimado de contribución	Comentarios
CO (Monóxido de carbono)	Vehículos particulares y transporte público	~79 %, similar al promedio estatal	Alta flota vehicular: >138,500 unidades en 2020 (es.scribd.com, weather.com, vocesdelsureste.com.mx, lucesdelsiglo.com)
NO_x (Óxidos de nitrógeno)	Motores de gasolina y diésel	>75 %, similar a estaciones estatal	Tráfico intenso en avenidas principales y zonas turísticas
$PM_{2.5}$ / PM_{10} (Partículas aerotransportadas)	Quema de residuos, leña, polvo urbano	Variable, pero notable en zonas sin recolección	Aportes por quemas agrícolas y residuos sólidos detectados localmente
SO_2 (Dióxido de azufre)	Transporte marítimo, generadoras cercanas	~70 % de fuentes móviles/fijas	Mínimo, pero relevante si crece tráfico marítimo y uso de combustóleo
COV (Compuestos orgánicos volátiles)	Emulsiones, solventes, evaporación en áreas turísticas	No cuantificado, pero alto potencial	Asociado a comercios, hoteles y flotas vehiculares
CH_4 (Metano)	Rellenos sanitarios y fosas sépticas	Alto en zonas urbanas	Gestión deficiente de residuos aumenta su emisión

IV.2.2.2 Medio biótico.

El medio biótico, lo componen los factores vivos del ecosistema, que en términos generales y en el alcance de un **DTU modalidad B Regional**, se refiere a la biodiversidad de flora y fauna que caracterizan al área de establecimiento del proyecto y al **SAR**.

IV.2.2.2.1. Usos de suelo y vegetación.

La vegetación es generalmente la principal porción biótica visible dentro del paisaje, concibiendo al paisaje como la interacción de factores bióticos y abióticos. Estas comunidades se definen a través de su composición florística y su fisionomía, que procede de la forma de vida (biotopo) de sus especies dominantes, sumado a los factores climáticos, edáficos y bióticos del medio. Así sus componentes proporcionan particularidad al medio, dándole un comportamiento fenológico sucesional a lo largo del año (Miranda y Hernández, 2014).

i) Uso de suelo y vegetación Serie VII del INEGI.

De acuerdo con el conjunto de datos vectoriales de uso de suelo y vegetación serie VII del **INEGI**, escala 1:250,000, el **SAR** Desprovisto de vegetación (1.75%), Asentamientos humanos (26.01%), Cuerpo de agua (0.005%), Pastizal cultivado (0.10%), Manglar (11.28%), Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia (16.05%), Vegetación secundaria arbustiva de selva mediana subperennifolia (9.23%), Vegetación secundaria arbórea de manglar (30.97%), Vegetación secundaria arbustiva de manglar (4.35%) y Tular (0.26%); el **AI** con Desprovisto de vegetación (123.66%), Manglar (70.64%) y Vegetación secundaria arbórea de manglar (5.70%), el **AP** presenta únicamente áreas desprovistas de vegetación (8.48%) y Manglar (91.52%) de acuerdo a la cartografía de **INEGI** ; la ocupación en superficies por uso de suelo y vegetación (**USV**) en cada área se muestra en la siguiente tabla y figura.

Tabla IV. 14. Superficie por uso de suelo y vegetación **Serie VII del INEGI**.

Clave	Tipo de uso de suelo y/o vegetación	Sistema Ambiental Regional		Área de influencia		Área del Proyecto	
		Superficie en Ha	%	Superficie en Ha	%	Superficie en Ha	%
ADV	Desprovisto de vegetación	51.2905	1.75	11.0159	23.66	1.0048	8.48
AH	Asentamientos humanos	760.1557	26.01	-	-	-	-
H2O	Cuerpo de agua	0.1445	0.005	-	-	-	-
PC	Pastizal cultivado	2.8197	0.10	-	-	-	-
VM	Manglar	329.6117	11.28	32.8946	70.64	10.8477	91.52
VSA/SMQ	Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia	469.0689	16.05	-	-	-	-
VSa/SMQ	Vegetación secundaria arbustiva de selva mediana subperennifolia	269.7668	9.23	-	-	-	-
VSA/VM	Vegetación secundaria arbórea de manglar	905.2770	30.97	2.6559	5.70	-	-
VSa/VM	Vegetación secundaria arbustiva de manglar	127.1335	4.35	-	-	-	-
VT	Tular	7.6866	0.26	-	-	-	-
	Total, general	**2,922.9551**	**100.00**	**46.5664**	**100.00**	**11.8525**	**100.00**

Figura IV. 31. Uso de suelo y vegetación **Serie VII del INEGI**. presente en el SAR

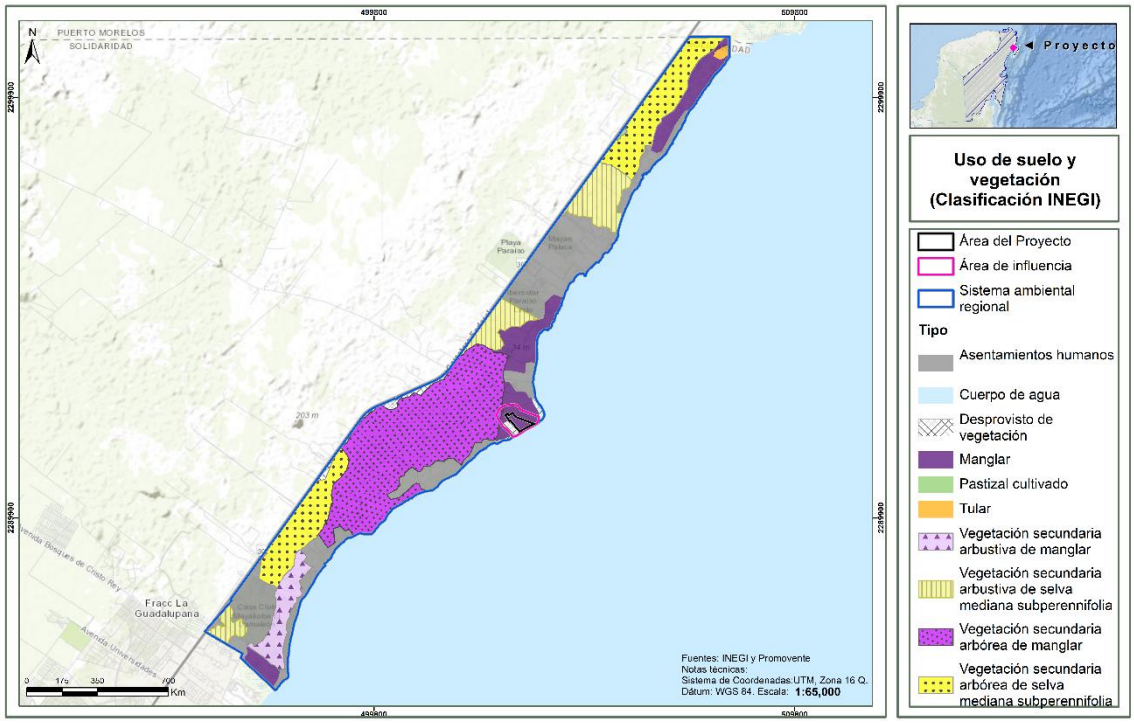
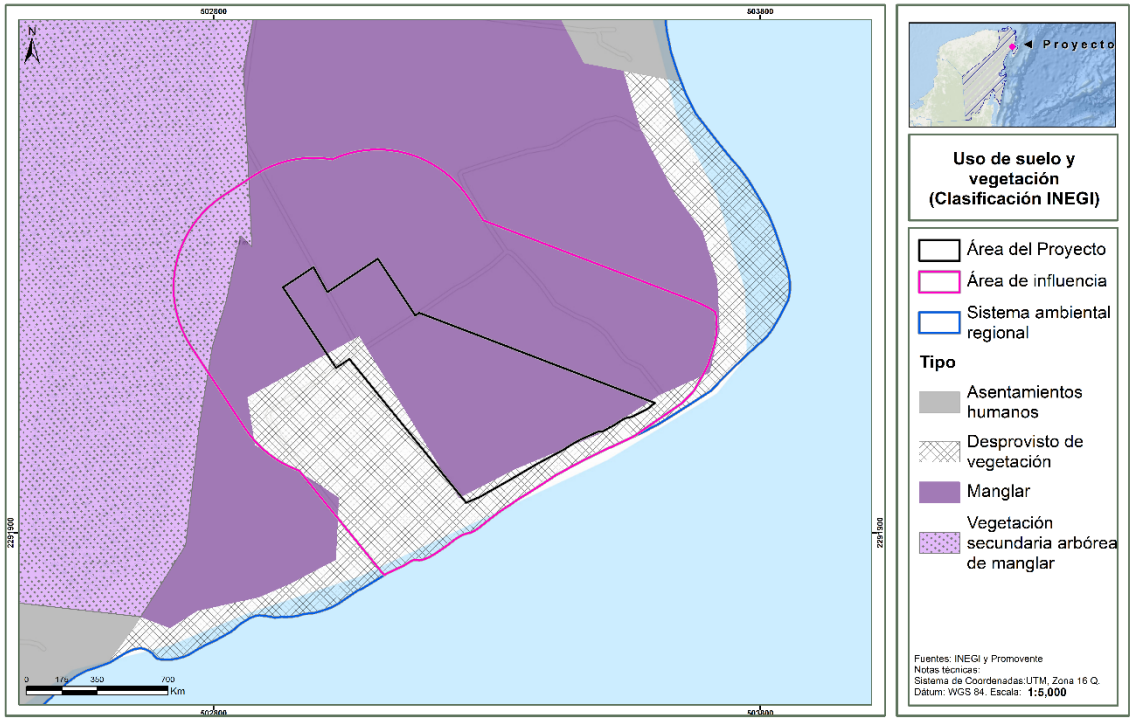


Figura IV. 32. Uso de suelo y vegetación Serie VII del INEGI a nivel del AI y AP.



En seguida se presenta la descripción de los diferentes usos de suelo y vegetación presentes en el **SAR**, **AI** y **AP**.

Desprovisto de vegetación:

Se incluyen bajo este concepto los eriales, depósitos de litoral, jales, dunas, y bancos de ríos y bancos de materiales que se encuentren desprovistos de vegetación o en que ésta no sea aparente y, por ende, no se le pueda considera bajo alguno de los conceptos de vegetación antes señalados.

Asentamientos humanos:

Conglomerado demográfico, con el conjunto de sus sistemas de convivencia, en un área físicamente localizada, considerando dentro de la misma los elementos naturales y las obras materiales que lo integran.

En el caso del **SAR**, este uso de suelo corresponde a la mancha urbana.

Pastizal cultivado:

Es el que se ha introducido intencionalmente en una región y para su establecimiento y conservación se realizan algunas labores de cultivo y manejo. Son pastos nativos de diferente parte del mundo como: Digitaria decumbens (Zacate Pangola), Pennisetum ciliaris (Zacate Buffel), Panicum maximum (Zacate Guineo o Privilegio), Panicum purpurascens (Zacate Pará), etc. Estos pastizales son los que generalmente forman los llamados potreros en zonas tropicales, por lo general con buenos coeficientes de agostadero.

Manglar y diferentes fases:

Tipo de vegetación que se desarrolla en las zonas bajas y fangosas de la costas, en esteros, lagunas costeras y estuarios de ríos, siempre bajo la influencia de agua salobre. Se caracteriza porque algunos de sus componentes presentan raíces aéreas en forma de zancos. Pueden desarrollarse como una comunidad densa y alta (más de 20 m) o bien en forma de un matorral bajo, aún tratándose de la misma especie. Las principales son: Rhizophora mangle (Mangle Rojo), Avicennia germinans (Mangle Negro), Laguncularia racemosa (Mangle Blanco) y Conocarpus erecta (Botoncillo). Estas especies son explotadas por su madera y algunas partes han sido transformadas en áreas agrícolas, pero su principal actividad es la pesca.

Selva mediana subperennifolia y diferentes fases:

Esta selva frecuentemente está asociada a las anteriores, ocupando partes de mayor pendiente con drenaje superficial más rápido o bien en regiones planas, pero ligeramente más secas y con drenaje rápido, como en la península de Yucatán. Es una comunidad que en la época más seca del año tira entre el 25 y el 50% de sus hojas, y los elementos arbóreos tienen entre 15 y 30 m de alto. Está constituida por varios estratos de entre 7 y 25 m de altura, además de los estratos arbustivo y herbáceo. Los componentes son en general los mismos de la Selva Alta y de otras Selvas Medianas, aunque a veces son más notorios algunos árboles como Manilkara zapota (Chicozapote), Brosimum alicastrum (Ramón), Lysiloma spp. (Guaje, Tepeguaje, Tzalam), Bursera simaruba (Palo Mulato, Copal, Chacá), y Vitex gaumeri (Ya'axnik), entre otros.

Tular:

Comunidad de plantas herbáceas enraizadas en el fondo de terrenos pantanosos o en las orillas de lagos y lagunas, tanto de zonas cálidas como de regiones templadas. Se caracteriza porque sus componentes tienen hojas largas y angostas o carecen de ellas. Se les conoce como Tules y pertenecen principalmente a los géneros Typha, Scirpus y Cyperus. Incluye los llamados "Saibadales" de Cladium jamaicense y los "Carrizales" de Phragmites communis y Arundo donax. Estas comunidades ocupan superficies pequeñas en relación a otros tipos de vegetación, son explotadas con fines artesanales.

ii) Uso de suelo y vegetación determinado en Campo

Ahora bien, de acuerdo con la información mencionada por el INEGI, se corroboró mediante el trabajo de caracterización y reconocimiento de vegetación en campo a través de recorridos de prospección y ejecución de 57 sitios de muestreo.

Como resultado del trabajo de campo realizado, se identificaron un total de 11 tipos de uso de suelo y vegetación dentro del Sitio del Sistema ambiental Regional (**SAR**), 5 tipos de cobertura en el Área de Influencia (**AI**) y 2 tipos de cobertura en el Área del Proyecto (**AP**).

En el **SAR**, el uso del suelo predominante corresponde a Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia, con una cobertura del 22.68 % de la superficie total. Le siguen los Asentamientos humanos con 20.45 %, la Vegetación secundaria arbórea de manglar con 19.13 %, el Manglar con 16.47 %, y la Vegetación secundaria arbustiva de selva mediana subperennifolia, que ocupa el 12.87 %. El resto de los usos y tipos de vegetación representan en conjunto un 8.40 % del área evaluada.

Para el Área de Influencia (**AI**), la cobertura dominante es la Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia, que abarca el 71.56 % de la superficie. Esta es seguida por el Manglar con 10.31 %, áreas Desprovistas de vegetación con 8.96 %, Asentamientos humanos con 5.85 %, y finalmente Vegetación de dunas costeras, con un 3.32 %.

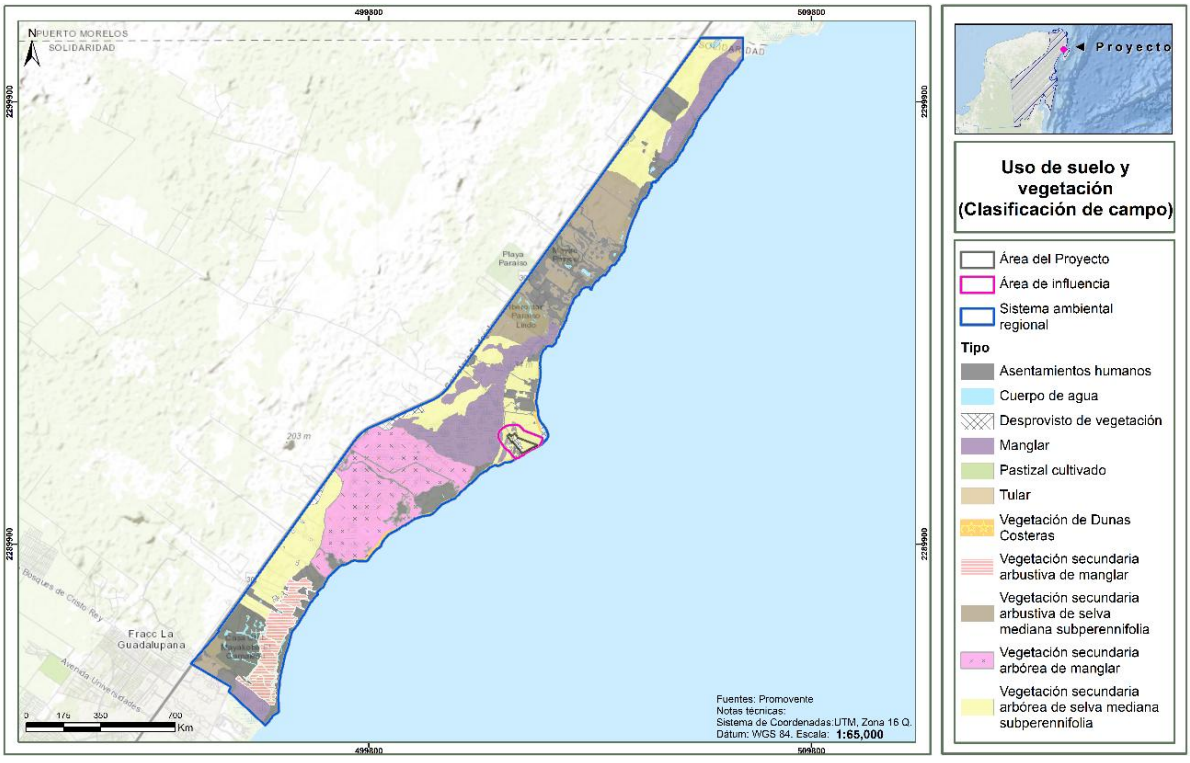
En el caso del Área del Proyecto (**AP**), se identificaron únicamente dos tipos de cobertura vegetal. La principal, de tipo forestal, es la Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia, con una cobertura del 75.02 %. El segundo tipo corresponde a cobertura no forestal, clasificada como Desprovisto de vegetación, con el restante 24.98 %.

Las superficies para cada uso de suelo y tipo de vegetación en las áreas de interés expresadas en hectáreas y sus respectivos porcentajes de ocupación, se presentan en la siguiente tabla:

Tabla IV. 15. Superficies por Usos de suelo y vegetación identificados en campo.

Clave	Tipo de vegetación y/o uso de suelo	Sistema Ambiental Regional		Área de influencia		Área del Proyecto	
		Superficie en Ha	%	Superficie en Ha	%	Superficie en Ha	%
ADV	Desprovisto de vegetación	46.1504	1.58	4.1703	8.96	2.9609	24.98
AH	Asentamientos humanos	597.7266	20.45	2.7252	5.85	-	-
H2O	Cuerpo de agua	29.8066	1.02	-	-	-	-
PC	Pastizal cultivado	2.8197	0.10	-	-	-	-
VM	Manglar	481.3124	16.47	4.8030	10.31	-	-
VSa/SMQ	Vegetación secundaria arbustiva de selva mediana subperennifolia	376.2340	12.87	-	-	-	-
VSA/SMQ	Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia	662.9557	22.68	33.3206	71.56	8.8916	75.02
VSa/VM	Vegetación secundaria arbustiva de manglar	133.2179	4.56	-	-	-	-
VSA/VM	Vegetación secundaria arbórea de manglar	559.1574	19.13	-	-	-	-
VT	Tular	6.2045	0.21	-	-	-	-
VU	Vegetación de Dunas Costeras	27.3699	0.94	1.5472	3.32	-	-
Total, general		**2,922.9551**	**100.00**	**46.5664**	**100.00**	**11.8525**	**100.00**

Figura IV. 33. Uso de suelo y vegetación **clasificación de campo** a nivel SAR.



IV.2.2.2.2. Superficies de ocupación y afectación por tipo de vegetación (CUSTF).

Una vez identificados en campo los usos de suelo y los tipos de vegetación presentes en el sitio del proyecto, se realizó una sobreposición espacial de los componentes del desarrollo con dichas coberturas. Como resultado, se determinó que el proyecto abarca una superficie de ocupación de **6.0366 hectáreas**, de las cuales **1.2789 has** son desprovistas de vegetación y para **4.7577 hectáreas** con vegetación forestal (VSA/SMQ), para dicha superficie se propone el Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales (**CUSTF**)**,** que será ocupada específicamente por los siguientes componentes del proyecto: acceso de servicio (restricción), albercas, andadores, banquetas peatonales, beach club, edificios, guarniciones, kids club, lobby, snack bar, vialidades, patios, restaurantes, salón de eventos, spa, bistró, ocean front, casa club, casetas y estacionamientos. Las **5.8158 hectáreas** restantes serán áreas de conservación, lo que contribuirá a mitigar los impactos ambientales y la pérdida de biodiversidad, además de asegurar el cumplimiento de los ordenamientos ecológicos aplicables.

Esta delimitación precisa de la superficie a afectar y su correspondencia con los componentes constructivos del proyecto permite demostrar con claridad el alcance del impacto sobre la vegetación original, facilitando la evaluación técnica del **CUSTF**. Además, evidencia el esfuerzo por acotar el desarrollo únicamente a las áreas indispensables, lo cual contribuye a sustentar la viabilidad del proyecto ante la autoridad ambiental, atendiendo a criterios de legalidad, sustentabilidad y minimización de impactos.

Tabla IV. 16. Superficies de ocupación del proyecto sujetas a CUSTF**.**

Componente	Tipo de vegetación	CUSTF (has)
Acceso servicio (Restricción)	Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia	0.0222
Alberca	Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia	0.0250
Alberca de adultos	Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia	0.1734
Alberca familiar	Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia	0.2084
Alberca-1	Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia	0.0602
Alberca-2	Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia	0.1817
Alberca-A	Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia	0.0629
Alberca-B	Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia	0.0629
Alberca-C	Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia	0.0229
Andador interno	Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia	0.1213
Banqueta peatonal	Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia	0.0415
Barda perimetral	Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia	0.0658
Beach Club	Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia	0.0292
Bistro	Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia	0.1041
Casa Club	Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia	0.0271
Caseta de acceso 2	Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia	0.0009
Edificio 1	Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia	0.0471

Componente	Tipo de vegetación	CUSTF (has)
Edificio 2	Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia	0.0521
Edificio 3	Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia	0.0658
Edificio-C	Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia	0.2764
Edificio-D	Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia	0.1429
Edificio-H	Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia	0.0978
Edificio-I	Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia	0.0449
Edificios -A	Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia	0.0315
Edificios B	Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia	0.2865
Edificios-E	Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia	0.0763
Edificios-F	Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia	0.0457
Edificios-G	Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia	0.2699
Edificios-J	Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia	0.1398
Edificios-L	Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia	0.0535
Edificos-K	Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia	0.1922
Estacionamiento 1	Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia	0.0131
Estacionamiento 2	Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia	0.0150
Estacionamiento 3	Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia	0.0136
Guarnición	Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia	0.0326
Kids Club	Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia	0.0280
Lobby	Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia	0.1738
Motor Lobby	Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia	0.1491
Ocean Front	Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia	0.0529
Patio	Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia	0.1265
Restaurante de especialidades	Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia	0.0600
Restaurante italiano	Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia	0.0473
Restaurante mexicano	Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia	0.0628
Restaurante thai	Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia	0.0484
Restricción	Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia	02293
Salón de eventos	Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia	0.0324
Snack bar 1	Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia	0.0123
Snack bar 2	Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia	0.0130
Spa	Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia	0.1760
Vialidad externa	Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia	0.2837
Vialidad interna	Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia	0.1561

Componente	Tipo de vegetación	CUSTF (has)
Total general	**Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia**	**4.7577**

Tabla IV. 17. Superficies de ocupación del proyecto desprovistas de ocupación.

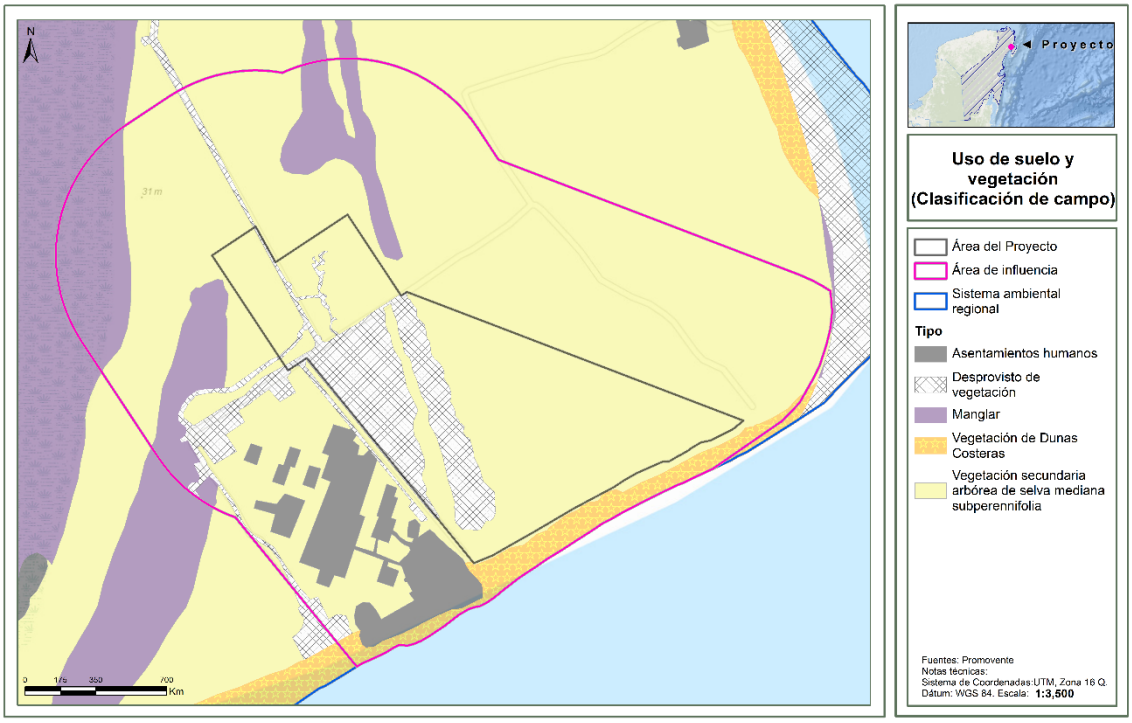
Componente	Uso de suelo	Superficie (has)
Acceso servicio (Restricción)	Desprovisto de vegetación	0.0795
Alberca de adultos	Desprovisto de vegetación	0.0066
Alberca-1	Desprovisto de vegetación	0.0800
Andador interno	Desprovisto de vegetación	0.0375
Banqueta peatonal	Desprovisto de vegetación	0.0203
Barda perimetral	Desprovisto de vegetación	0.0029
Caseta de acceso 1	Desprovisto de vegetación	0.0013
Edificio 1	Desprovisto de vegetación	0.0188
Edificio 2	Desprovisto de vegetación	0.0137
Edificios -A	Desprovisto de vegetación	0.3059
Edificios B	Desprovisto de vegetación	0.2047
Estacionamiento 2	Desprovisto de vegetación	0.0003
Estacionamiento del Salón de Eventos	Desprovisto de vegetación	0.0648
Guarnición	Desprovisto de vegetación	0.0372
Motor Lobby	Desprovisto de vegetación	0.0000
Patio	Desprovisto de vegetación	0.0358
Planta de tratamiento	Desprovisto de vegetación	0.0240
Restaurante de especialidades	Desprovisto de vegetación	0.0024
Restricción	Desprovisto de vegetación	0.0060
Salón de eventos	Desprovisto de vegetación	0.1305
Snack bar 3	Desprovisto de vegetación	0.0131
Vialidad externa	Desprovisto de vegetación	0.0274
Vialidad interna	Desprovisto de vegetación	0.1664
Total general	**Desprovisto de vegetación**	**1.2789**

Tabla IV. 18. Superficie de conservación del proyecto.

Componente	Uso de suelo y vegetación	Superficie (has)
Área de conservación	Desprovisto de vegetación	1.6820
	Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia	4.1339
	Total general	**5.8159**

También se utilizó como insumo el trazo del Proyecto proporcionado por el grupo de ingeniería del Regulado; **toda la información generada en gabinete fue cotejada en campo**. El mapa resultante de dicho procesamiento se presenta en la siguiente figura, con ello se ilustra la geometría y distribución geográfica de todos los polígonos que componen este resultado.

Figura IV. 34. Uso de suelo y vegetación **clasificación de campo** a nivel del AI y AP.



IV.2.2.2.3. Metodología para la caracterización y composición florística.

i) Revisión bibliográfica

Con el objetivo de complementar la información obtenida de la cartografía consultada, y ampliar la información disponible acerca de la diversidad presente en la región, se realizó una revisión bibliográfica de flora con distribución potencial en la zona en la que se ubican el **SAR, AI** y **AP** (Municipio de Solidaridad, Quintana Roo), para lo cual se consultaron registros de la base de datos de la plataforma del Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad de México (SNIB) de **CONABIO**; estas bases de datos incluyen información a nivel nacional e internacional, concentra todos los registros provenientes de colecciones científicas y cuenta con registros georreferenciados y actualizados hasta diciembre de 2024.

En este sentido, el primer paso consistió en aplicar un filtro para excluir los registros anteriores al año 2020, con el propósito de reportar únicamente datos recientes. Asimismo, se eliminaron aquellos registros no validados, correspondientes a taxones extintos, sin coordenadas geográficas o sin identificación taxonómica. Los registros considerados abarcan el periodo comprendido entre 2020 y 2024, por ser los más actualizados. **Anexo IV: Apéndice IV.2. Listado Potencial de Flora.**

Este listado permitió identificar las especies con potencial presencia en el área de estudio durante el trabajo de campo. No obstante, cabe señalar que dicho listado no garantiza la presencia de todas

las especies referidas, sino que representa un panorama de posibilidad biológica basada en registros previos.

ii) Muestreo de la vegetación

El período de muestreo para la flora la primera campaña se realizó en el año 2022 del 9 al 19 de marzo y la segunda campaña fue del 22 de febrero al 04 de Mazo del 2025 para actualizar los datos de muestreo.

El muestreo es una herramienta esencial en los inventarios forestales, ya que, a partir de un fragmento de vegetación representativo, es posible hacer inferencias de una masa forestal, o ecosistema, tanto del estado actual de conservación como volumétrica con alto nivel de confiabilidad.

Se realizó un muestreo aleatorio estratificado, que conlleva en primer lugar, a dividir la población en subpoblaciones que no se solapen, denominadas estratos y que, de forma conjunta, incluyen el conjunto de la población, para luego dentro de cada estrato, realizar un muestreo aleatorio simple. El requisito principal para aplicar este método de muestreo es el conocimiento previo de la información que permita subdividir a la población (Mostacedo y Fredericksen, 2000).

iii) Definición de la población a muestrear

Se tomó como dato poblacional la superficie de la vegetación forestal existente en el área sujeta a **CUSTF** conforme a información preliminar del predio del propietario y trabajo de campo, por lo que en este apartado se contempla Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia (**VSA/SMQ**)

iv) Tamaño y forma de los sitios de muestreo

Para definir la forma y el tamaño de los sitios se utilizaron como referencia los siguientes documentos, en donde se plantean sitios con formas circulares para el muestreo de bosques, comunidades áridas y semiáridas como es el caso de la zona de estudio.

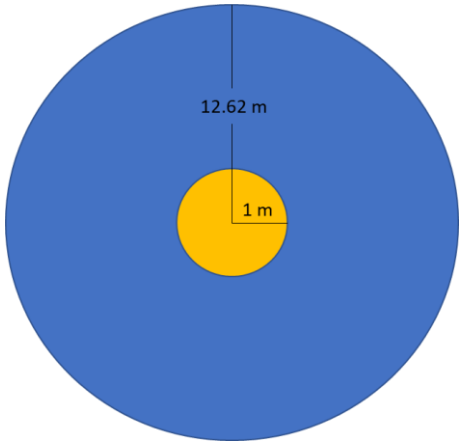
- “Manual y procedimientos para el muestreo de campo” del Inventario Nacional Forestal y de Suelos (CONAFOR, 2011)
- “Procedimientos de muestreo” del Inventario Nacional Forestal y de Suelos (**CONAFOR**, 2017).
- “Manual de métodos básicos de muestreo y análisis en ecología vegetal” (Fredericksen, 2000).

En los primeros 2 documentos, se menciona que la forma de los sitios de muestreo empleados para el muestreo del inventario nacional forestal fue circular para zonas con vegetación de bosques, comunidades áridas, comunidades semiáridas y palmares; siendo el caso del área de estudio al ubicarse en bosques, así como en comunidades áridas y semiáridas.

Dicha bibliografía señala sitios de 400 m^2 para muestrear árboles con diámetros mayores a 7.5 cm, 12.56 m^2 para muestrear renuevos y elementos con diámetro menor a 7.5 cm y de 1 m^2 para muestrear hierbas, helechos, musgos y líquenes; por otro lado Fredericksen (2000), señala que el tamaño del sitio puede ser ajustado, en este caso, dado que se trata de una zona con vegetación

muy dispersa es recomendable aumentar el tamaño del sitio para registrar un mayor número de ejemplares y especies, por lo cual se ajustó a 500 m², como se muestra en la siguiente figura.

Figura IV. 35. Forma del sitio y subsitios de muestreo (estrato arbóreo, arbustivo y suculentas, sitio de 500m², (radio = 12.62 m; estrato herbáceo, subsitio de 3 m² (radio = 1 m).



En cada sitio se evaluaron 4 estratos de la vegetación existente en los sitios de muestreo en la CH: Arbóreo, Arbustivo, Suculentas y Herbáceo.

- Arbóreo, Arbustivo y Suculentas: La evaluación de los individuos de estos estratos se registraron en sitios circulares de 500 m², con un radio de 12.62 m.
- Herbáceo: para la evaluación de las herbáceas se emplearon sitios cuadrados de 1 m², cuyas dimensiones fueron de 1x1 m.

En cada sitio de verificación se registraron los valores cualitativos y cuantitativos de los ejemplares de flora para conocer la estructura de la vegetación presente, tales como abundancia por especie, diámetro, cobertura y altura.

Para la definición de los diferentes estratos, se consideró la clasificación por forma de vida, para lo cual se tomaron en cuenta las siguientes definiciones tomadas del Artículo 7 de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (**LGDFS**). Finalmente, esto sitios fueron ubicados en campo con la ayuda de un GPS y fueron marcados con una cinta fluorescente, en el centro del sitio.

v) Distribución de los sitios de muestreo

Con la finalidad de obtener una mayor representatividad de la composición florística del tipo de vegetación, los sitios de muestreo fueron ubicados en las áreas con el mismo tipo de vegetación que se verá afectada por parte del **Proyecto**. En este sentido se optó de un muestreo dirigido que para el fin que nos ocupa es ideal. El muestreo dirigido, consiste en seleccionar las unidades elementales o muéstrales de la población según el juicio y la opinión de los encuestadores, o el responsable del muestreo. Tiene a favor de enfocarse en las unidades muéstrales más importantes con toda seguridad; como desventaja, la muestra no es aleatoria; pero para compensar la falta de aleatoriedad, el responsable técnico forestal ubicó los sitios en gabinete sobre base cartográfica (imagen satelital), para ubicarlos en campo con la ayuda de un GPS, y evaluar las condiciones particulares del sitio (variables de interés).

Es importante mencionar que los sitios de muestreo se realizaron únicamente en las zonas donde era posible el acceso para salvaguardar la integridad de cada uno de los técnicos que participaron en el trabajo de campo, de manera que los sitios se encuentran dentro del predio del propietario del área de CUSTF.

Así mismo, se señala que como primer paso se digitalizaron los usos de suelo y vegetación presentes en el área del proyecto sujeta a **CUSTF**, como se describió al inicio del apartado de Vegetación, del presente Capítulo para posteriormente ubicar los sitios en cada uno de los tipos de vegetación identificados.

De esta manera se levantaron un total de 33 sitios de muestreo, en una distribución estratificada conforme al tipo de vegetación que resultará afectada, en este caso Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia (**VSA/SMQ**), el número de sitios por tipo de vegetación se muestra en la siguiente tabla, cabe señalar que se estableció el mismo número de sitios en la **SAR** y **AI** que la cantidad levantada en el **área del proyecto.**

La diferencia en los tipos de vegetación identificados entre el Sitio del **SAR** y el **AI** se debe principalmente a las variaciones en las condiciones ambientales, el uso del suelo y el grado de intervención antrópica presentes en cada zona. Mientras que el SAR se localiza en un entorno con mayor presencia de actividades humanas y cambios en la cobertura vegetal, lo que genera una mayor heterogeneidad en los usos de suelo y tipos de vegetación, el AI abarca áreas con menor intervención y mayor conservación de coberturas vegetales predominantes, lo que explica la presencia de un número reducido pero representativo de unidades de vegetación. Estas diferencias son consistentes con la dinámica ecológica local y permiten caracterizar adecuadamente el contexto regional en el que se desarrollará el proyecto. **Por ello, se decidió muestrear específicamente dos tipos de vegetación: manglar y dunas costeras, debido a su proximidad e influencia directa sobre el Área del Proyecto.**

Tabla IV. 19.Número de sitios de muestreo por tipo de vegetación.

Tipo de vegetación	AP	AI	SAR
Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia (**VSA/SMQ**)	11	11	11
Manglar (VM)	-	6	6
Vegetación de dunas costeras (vu)	-	6	6
Total	**11**	**23**	**23**

La ubicación de los sitios de muestreo se muestra en la siguiente tabla, en donde se presentan las coordenadas de ubicación de cada uno de los sitios y el tipo de vegetación registrado, cuya proyección es UTM, datum WGS-84, zona 14.

Tabla IV. 20. Coordenadas centrales de los sitios de muestreo de flora de VSA/SMQ en el Área del proyecto.

Sitio	X	Y	Lugar	Clave	USV
1	503324	2292002	AP	AP1	VSA/SMQ
2	503462	2292076	AP	AP2	VSA/SMQ
3	503298	2292108	AP	AP3	VSA/SMQ
4	503390	2292119	AP	AP4	VSA/SMQ

Sitio	X	Y	Lugar	Clave	USV
11	503310	2292147	AP	AP11	VSA/SMQ
9	503261	2292168	AP	AP9	VSA/SMQ
5	503417	2292184	AP	AP5	VSA/SMQ
6	503243	2292237	AP	AP6	VSA/SMQ
10	503006	2292275	AP	AP10	VSA/SMQ
7	503025	2292277	AP	AP7	VSA/SMQ
8	503032	2292352	AP	AP8	VSA/SMQ

Tabla IV. 21. Coordenadas centrales de los sitios de muestreo de flora de VSA/SMQ, VM y VU en el AI.

Sitio	X	Y	Lugar	Clave	USV
28	502863	2292105	AI	AI28	VM
27	502896	2292199	AI	AI27	VM
23	503159	2292355	AI	AI23	VM
24	503141	2292414	AI	AI24	VM
25	503036	2292481	AI	AI25	VM
26	503065	2292543	AI	AI26	VM
13	503673	2292244	AI	AI13	VSA/SMQ
12	503543	2292277	AI	AI12	VSA/SMQ
22	502863	2292297	AI	AI22	VSA/SMQ
16	503435	2292409	AI	AI16	VSA/SMQ
14	503672	2292308	AI	AI14	VSA/SMQ
17	503280	2292474	AI	AI17	VSA/SMQ
15	503560	2292356	AI	AI15	VSA/SMQ
21	502887	2292524	AI	AI21	VSA/SMQ
18	503203	2292557	AI	AI18	VSA/SMQ
19	503138	2292571	AI	AI19	VSA/SMQ
20	502965	2292572	AI	AI20	VSA/SMQ
55	503137	2291843	AI	AI55	VU
53	503300	2291946	AI	AI53	VU
54	503349	2291956	AI	AI54	VU
52	503397	2291998	AI	AI2	VU
51	503533	2292070	AI	AI51	VU
50	503597	2292104	AI	AI50	VU

Tabla IV. 22. Coordenadas centrales de los sitios de muestreo de flora de VSA/SMQ, VM y VU en el SAR

Sitio	X	Y	Lugar	Clave	USV
42	502805	2291805	SAR	SAR42	VM
44	502602	2291867	SAR	SAR44	VM
29	502834	2291928	SAR	SAR29	VM

48	502805	2292758	SAR	SAR48	VM
49	502805	2292973	SAR	SAR49	VM
47	502544	2293742	SAR	SAR47	VM
35	502660	2291744	SAR	SAR35	VSA/SMQ
34	502718	2291805	SAR	SAR34	VSA/SMQ
33	502710	2291848	SAR	SAR33	VSA/SMQ
31	503176	2292830	SAR	SAR31	VSA/SMQ
32	503325	2292881	SAR	SAR32	VSA/SMQ
37	503325	2293803	SAR	SAR37	VSA/SMQ
38	503412	2293803	SAR	SAR38	VSA/SMQ
41	503556	2293834	SAR	SAR41	VSA/SMQ
39	503296	2293957	SAR	SAR39	VSA/SMQ
40	503527	2293957	SAR	SAR40	VSA/SMQ
36	502502	2294014	SAR	SAR36	VSA/SMQ
62	502568	2291660	SAR	SAR62	VU
60	502799	2291714	SAR	SAR60	VU
57	503029	2291788	SAR	SAR57	VU
59	503677	2292490	SAR	SAR59	VU
63	503647	2293824	SAR	SAR63	VU
64	503644	2293979	SAR	SAR64	VU

Asimismo, en las siguientes figuras se muestra la distribución de los sitios de muestreo en el CUSTF.

Figura IV. 36. Distribución de los sitios de muestreo de flora en el SAR.

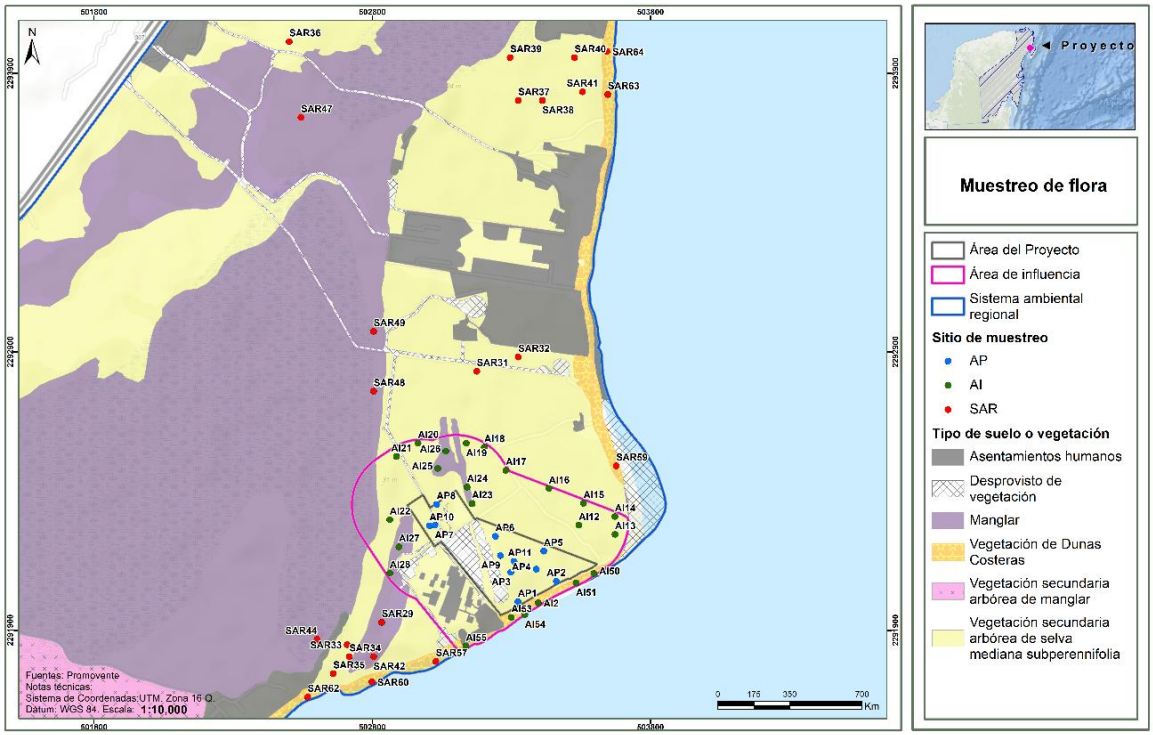
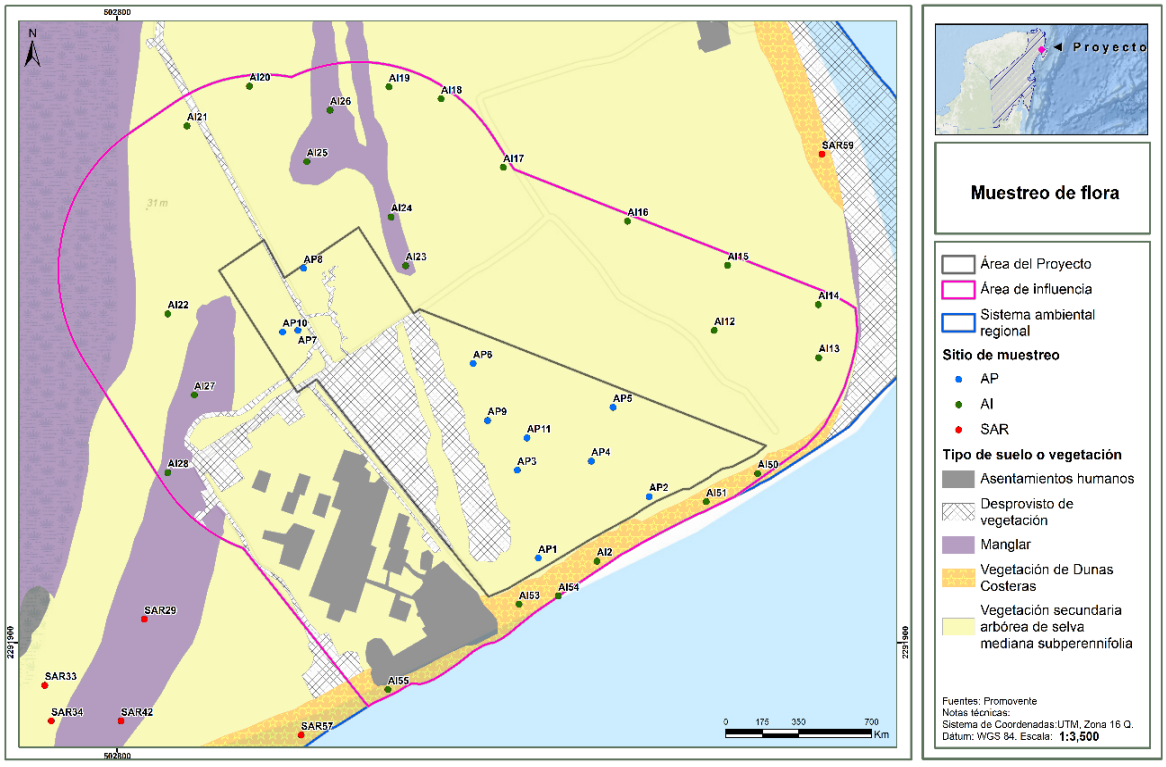


Figura IV. 37. Distribución de los sitios de muestreo de flora en el Área del proyecto y AI.



vi) Definición de variables

Los datos que se levantaron durante el inventario forestal y florístico fueron los siguientes:

Datos de identificación del sitio (variables clasificatorias):

- Tipo de vegetación
- Número de sitio
- Fecha
- Ubicación geográfica

Información ecológica (variables clasificatorias):

- Nombre común
- Nombre científico
- Forma biológica

Información dasométrica del estrato arbóreo, arbustivo, suculentas (variables cuantitativas):

- Número progresivo del individuo hallado en el sitio
- Diámetro normal (cm) o diámetro basal
- Diámetro de copa (DC)
- Altura total (m).

Información dasométrica del estrato herbáceo (variables cuantitativas):

- Número progresivo del individuo hallado en el sitio de muestreo
- Cantidad de individuos en el sitio de muestreo
- Cobertura del estrato dentro del sitio de muestreo en porcentaje

vii) Intensidad de muestreo

La intensidad del muestreo es el porcentaje del área muestreada, resulta de la combinación del tamaño de las parcelas y la densidad del muestreo. La intensidad de muestreo se estimó mediante la siguiente ecuación:

$$IM\%=(n/N)*100$$

Dónde:

IM%= intensidad de muestreo (%)

n= área total de los sitios de muestreo levantados (ha)

N= total de área de estudio (ha)

Un paso previo al procesado de datos será comprobar el error de muestreo, si el error de muestreo es inferior al máximo permisible el muestreo es validado.

viii) Comprobación estadística del error y confiabilidad

Es posible comprobar que la muestra levantada en determinada población es confiable obteniendo los parámetros estadísticos con un error de muestreo máximo deseado del 10%, para ello implementamos la fórmula de Mostacedo y Fredericksen (2000[7]), este modelo es útil para determinar el número de unidades muestreales:

$$n = \frac{t^2 CV^2}{(E\%)^2 + \frac{t^2 CV^2}{N}}$$

Donde:

E = error con el que se quiere obtener los valores de un determinado parámetro.

t = valor que se obtiene de las tablas de "t" de Student, generalmente se usa t = 0.05. El valor de "t", en este caso, tendrá n-1 grados de libertad y 95% de probabilidad y dos colas ($t_{0.10,n-1}$).

n = número de unidades muestrales.

N = total, de unidades muestrales en toda la población.

CV = coeficiente de variación.

Para obtener el coeficiente de variación, el primer paso es calcular el promedio o media aritmética, mediante la siguiente formula:

$$CV = \frac{s * 100}{\bar{X}}$$

Donde:

$\bar{X}$ **=** Promedio o media aritmética

s = Desviación estándar, la cual se calcula mediante la siguiente ecuación

$$s = \sqrt{\sum V^2 - \frac{(\sum V)^2}{n} \Big/ n-1}$$

Dónde

V^2 = Sumatoria de cuadrados.

De acuerdo con las ecuaciones anteriores, se obtuvieron los siguientes valores para el **área del proyecto**. La memoria de cálculo se presenta con esta información en el **Anexo IV; Apéndice IV.3. Memoria de cálculo flora** pestaña "Error de muestreo"

[7] Mostacedo y Fredericksen (2000). Manual de Métodos Básicos de Muestreo y Análisis en Ecología Vegetal. Disponible en http://www.bio-nica.info/biblioteca/mostacedo2000ecologiavegetal.pdf. Fecha de consulta: 18 de abril de 2024.

Se realizó el levantamiento de **11 sitios de muestreo** dentro del Área del Proyecto (AP), todos correspondientes al tipo de vegetación **secundaria arbórea de selva mediana subcaducifolia (VSA/SMQ)**. La **superficie total muestreada** para este tipo de vegetación fue de **0.6 hectáreas**, lo que representa una **intensidad de muestreo del 11.568%** respecto al área total ocupada por esta unidad de vegetación. A continuación, se presenta la información detallada en la siguiente tabla.

Tabla IV. 23. Tamaño de muestra por estrato y tipo de vegetación del área del proyecto.

Comunidad	Superficie (ha)	Cantidad de sitios	Tamaño del sitio (ha)	Superficie muestreada (ha)	IM%
AP	**4.7576**	**11**	**0.05**	**0.6**	**11.568%**

A partir de las fórmulas aplicadas se obtuvieron los valores estadísticos correspondientes, observándose que, con un nivel de confianza del **90 %** y un **error máximo permisible del 10 %**, se requerirían al menos **5 sitios de muestreo** para representar adecuadamente la población del tipo de vegetación **VSA/SMQ**. En este sentido, el muestreo realizado resulta **estadísticamente confiable**, ya que el número de sitios levantados por tipo de vegetación se encuentra dentro de los parámetros requeridos. Los resultados detallados se presentan en la siguiente tabla.

Tabla IV. 24. Parámetros estadísticos obtenidos para la superficie con vegetación de VSA/SMQ en el AP.

Parámetro estadístico	Valor
Error máximo deseado	10
Superficie (ha)	4.7576
Tamaño de la población (N)	95.15
Sitios levantados (n)	11
Tamaño del sitio (ha)	0.05
Tamaño de muestra (ha)	0.55
Resultados:	
Intensidad de muestreo %	11.6%
Media ($\dot{X}$)	9.82
Varianza (S^2)	1.36
Desviación estándar (S)	1.17
Coeficiente de variación (CV)	11.89
Error estándar (SE)	0.35
gL	10
t	1.8300
n necesarios con el 10% de error	5
E% obtenido	6.17

IV.2.2.2.4. Curvas de acumulación.

Para evaluar la eficiencia del muestreo, así como estimar la riqueza de especies presentes en el área sujeta a **CUSTF** fue efectuada una función exponencial de acumulación de especies con el programa EstimateS ver. 9.1.0 (Colwell, 2016). Esta función utiliza varios estimadores no paramétricos; dos se basaron en la Abundancia (ACE y Chao 1) y cinco se basan en Ausencia-

Presencia (ICE, Jack 1, Jack 2, Bootstrap y Chao 2). Para el caso del presente estudio, únicamente se utilizaron los estimadores Chao 1 y Bootstrap, los cuales se describen a continuación.

Chao 1

Se ha llamado Chao1 al estimador de Chao basado en la abundancia. Esto quiere decir que los datos que requiere se refieren a la abundancia de individuos que pertenecen a una determinada clase en una muestra. Una muestra es cualquier lista de especies en un sitio, localidad, cuadrante, país, unidad de tiempo, trampa, etcétera.

Como sabemos, hay muchas especies que solo están representadas por pocos individuos en una muestra (especies raras), comparadas con las especies comunes, que pueden estar representadas por numerosos individuos. El estimador de Chao1 se basa en la presencia de las primeras. Es decir, requerimos saber cuántas especies están representadas por sólo un individuo en la muestra (*singletons*), y cuántas especies están representadas por exactamente dos individuos (*doubletons*):

$$Sest = S_{obs} + \frac{F2}{2G}$$

Donde:

S es el número de clases (en este caso, número de especies) que deseamos conocer, S obs es el número de especies observado en una muestra, F es el número de *singletons* y G es el número de *doubletons*.

En EstimateS se ha integrado además una fórmula corregida para este modelo, la cual se aplica cuando el número de *doubletons* es cero:

$$S_{est} = S_{obs} + \left[\left(\frac{F2}{2G+1}\right) - \left(\frac{FG}{2(G+1)}\right)^2\right]$$

Bootstrap

La principal utilidad del empleo del Bootstrap es reducir el sesgo dentro de análisis o, en otras palabras, aproximar la varianza gracias a la realización de remuestreos aleatorios de la muestra inicial y no de la población. De este modo, se hace más sencillo la construcción de modelos estadísticos mediante la creación de intervalos de confianza y contrastes de hipótesis.

Aunque pueda parecer una práctica muy compleja a priori, el procedimiento en que se basa el bootstrapping es simplemente la creación de un gran número de muestras reposicionando los datos tomando como referencia una muestra poblacional inicial.

Un aspecto considerado positivo del remuestreo mediante Bootstrap es que ha simplificado los métodos estadísticos, en el sentido de que ha sustituido la construcción de modelos matemáticos clásicos y de gran complejidad por el cálculo mediante software específicos, lo que ha mejorado su aplicabilidad o acceso a otros campos o estudios.

Siguiendo esa línea, se considera habitualmente que este mecanismo es mucho más abierto o accesible en comparación con los modelos y supuestos clásicos, lo que le convierte en una herramienta útil para gran número de problemas matemáticos.

Esquema de Bootstrap:

- Supongamos que se observa una muestra aleatoria simple x1,x2,…,xn que se denota como el vector x en el que se calcula un estadístico dado s(x)
- Por ejemplo, x es un grupo de datos observados y s(x) es la mediana muestral.
- Para hacer Bootstrap, se define una muestra Bootstrap x∗=(x∗1,x∗2,…,x∗n) que se obtiene muestreando n veces con reemplazamiento entre los datos originales x1,x2,…,xn
- Por ejemplo si n=7 una posible muestra Bootstrap podría ser x∗=(x5,x4,x7,x2,x4,x1,x5)

Algoritmo del Bootstrap:

- El algoritmo empieza generando un número elevado de muestras Bootstrap x∗1,x∗2,…,x∗B cada una de tamaño n
- Los valores típicos de B para calcular los errores estándar suelen estar en un rango entre 500 y 1000.
- Para cada muestra Bootstrap b=1, 2,…,B se calcula el estadístico s(x∗b)
- Por ejemplo, si el estadístico s es la mediana, se calcula la mediana para cada muestra Bootstrap.

El estimador Bootstrap del error estándar es la desviación estándar de las B muestras Bootstrap.

$$\widehat{se}_{Boot} = \sqrt{\frac{1}{B-1}\sum_{b=1}^{B}(s(\mathbf{x}^{*b}) - s(\cdot))^2}$$

$$s(\cdot) = \frac{1}{B}\sum_{b=1}^{B} s(\mathbf{x}^{*b})$$

ÁREA DEL PROYECTO (AP).

Los resultados obtenidos de las curvas de acumulación de especies reflejan que los sitios de verificación son suficientes y representativos para describir la diversidad de flora en el área sujeta a CUSTF, ya que como se observa en la siguiente tabla, se obtuvieron índices de completitud (IC) en general mayores al 75%, según los modelos no paramétricos de Chao 1 y Bootstrap. Las matrices, así como las curvas de acumulación se presentan en el **Anexo IV; Apéndice IV.3. Memoria de cálculo de flora pestañas** “Curvas AP”, “Curvas SAR” y “Curvas AI”

Tabla IV. 25. Índices de completitud obtenidos de los análisis de acumulación de especies.

Estimador	Estrato		
	Arbóreo	Arbustivo	Herbáceo
VSA/SMQ			
Especies observadas S(est)	16	12	7
Especies estimadas Chao 1	16	12	7
Índice de completitud Chao 1 (%)	**100%**	**100%**	**100%**
Especies estimadas Bootstrap	16.73	12.7	7.69
Índice de completitud Bootstrap	**96%**	**94%**	**91%**

Figura IV. 38. Curvas de acumulación para el estrato arbóreo localizado en el área del proyecto.

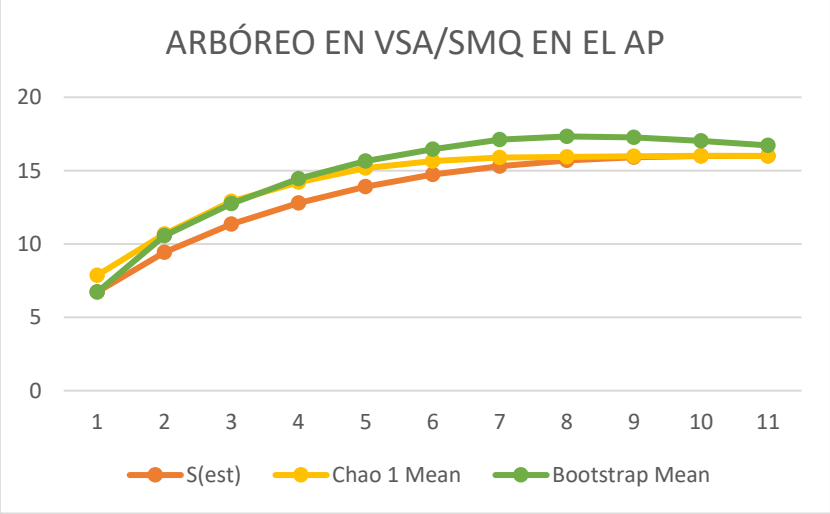


Figura IV. 39. Curvas de acumulación para el estrato arbustivo localizado en el área del proyecto.

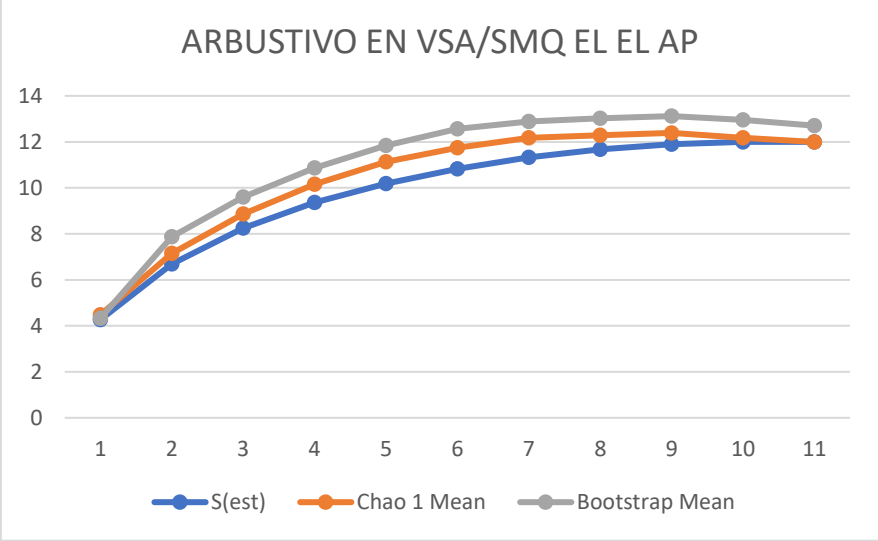
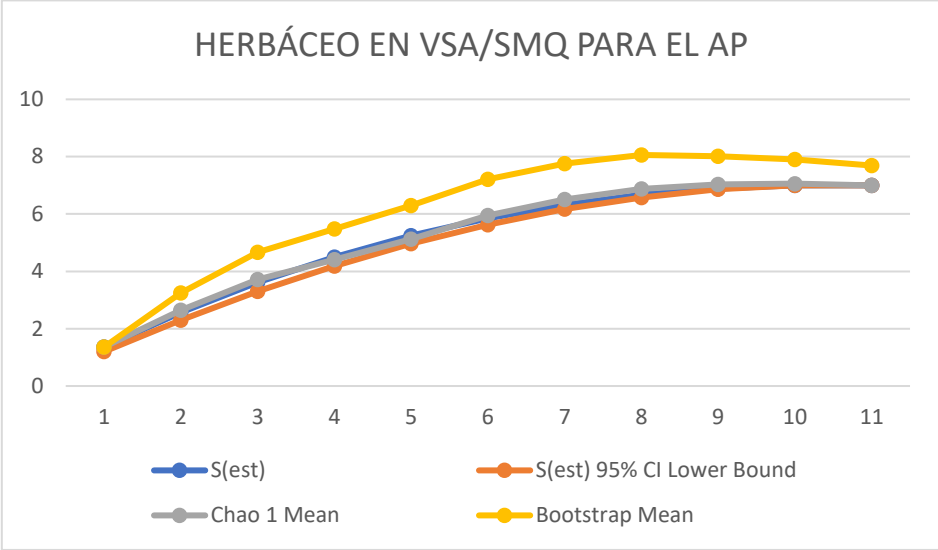


Figura IV. 40. Curvas de acumulación para el estrato herbáceo localizado en el área del proyecto.



En conclusión, considerando los dos estimadores no paramétricos empleados para la determinación de los índices de completitud, el muestreo realizado dentro de la vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia (VSA/SMQ), que se distribuye en el **área del proyecto** es representativo de sus condiciones actuales, pues los porcentajes de completitud obtenidos para todos los estratos de flora son mayores al 80%, respecto a las especies estimadas por los modelos. Además, las curvas de acumulación de especies reflejan un comportamiento asintótico conforme el número de sitios de muestreo aumenta. Por lo tanto, el esfuerzo de muestreo realizado cumplió con el objetivo de caracterizar a la **VSA/SMQ** localizada al interior del área del proyecto y, en consecuencia, los resultados obtenidos para la flora, como los índices de diversidad e importancia biológica de las especies, reflejan la composición, estructura y condición actual de dicho grupo biótico.

SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL (SAR).

Dentro del **SAR** se levantaron un total de 23 sitios de muestreo, distribuidos de la siguiente manera: 11 sitios en vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia, 6 sitios en vegetación de dunas costeras y 6 sitios en vegetación de manglar. Este esfuerzo permitió obtener información sobre la riqueza y abundancia de los cuatro estratos florísticos presentes en cada tipo de vegetación: arbóreo, arbustivo, herbáceo y palmas. Con el propósito de evaluar la suficiencia del muestreo, a continuación, se presentan las curvas de acumulación de especies por tipo de vegetación forestal y por grupo de especies.

Tabla IV. 26. Índices de completitud obtenidos de los análisis de acumulación de especies en el SAR.

Estimador	Estrato		
	Arbóreo	Arbustivo	Herbáceo
VSA/SMQ			
Especies observadas S(est)	26	14	5
Especies estimadas Chao 1	26	14	5
Índice de completitud Chao 1 (%)	**100%**	**100%**	**100%**

Estimador	Estrato		
	Arbóreo	Arbustivo	Herbáceo
Especies estimadas Bootstrap	27.54	14.92	5.55
Índice de completitud Bootstrap	**94%**	**94%**	**90%**
VM			
Especies observadas S(est)	6	2	-
Especies estimadas Chao 1	6	2	-
Índice de completitud Chao 1 (%)	**100%**	**100%**	**-**
Especies estimadas Bootstrap	6.37	2.18	-
Índice de completitud Bootstrap	**94%**	**92%**	**-**
VU			
Especies observadas S(est)	4	7	7
Especies estimadas Chao 1	4	7	7
Índice de completitud Chao 1 (%)	**100%**	**100%**	**100%**
Especies estimadas Bootstrap	4.1	7.12	7.12
Índice de completitud Bootstrap	**98%**	**98%**	**98%**

Figura IV. 41. Curvas de acumulación para el estrado arbóreo observadas en el SAR.

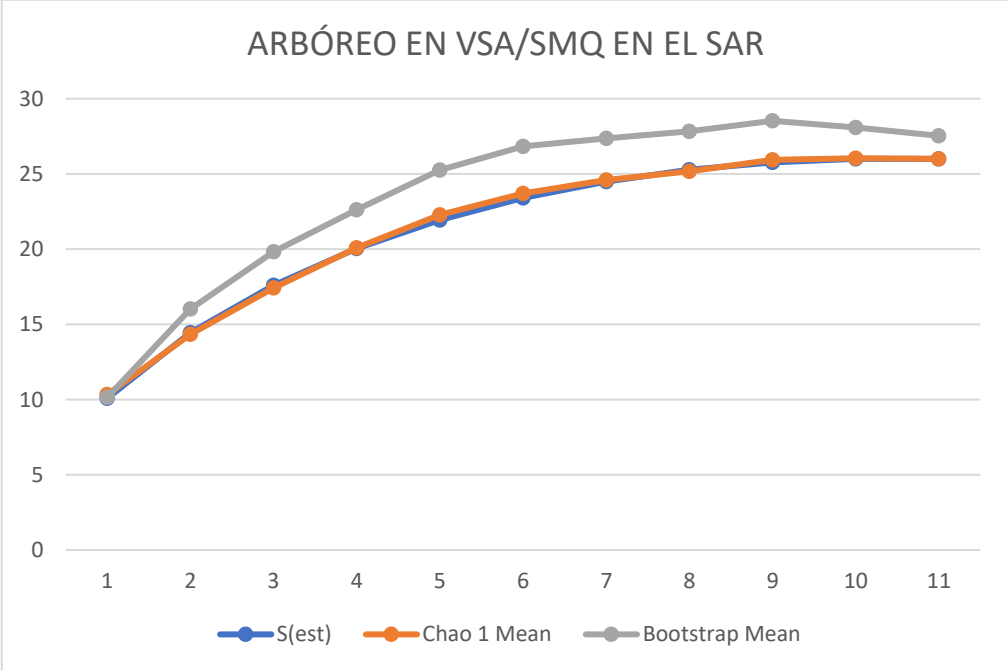


Figura IV. 42. Curvas de acumulación para el estrado arbustivo observadas en el SAR.

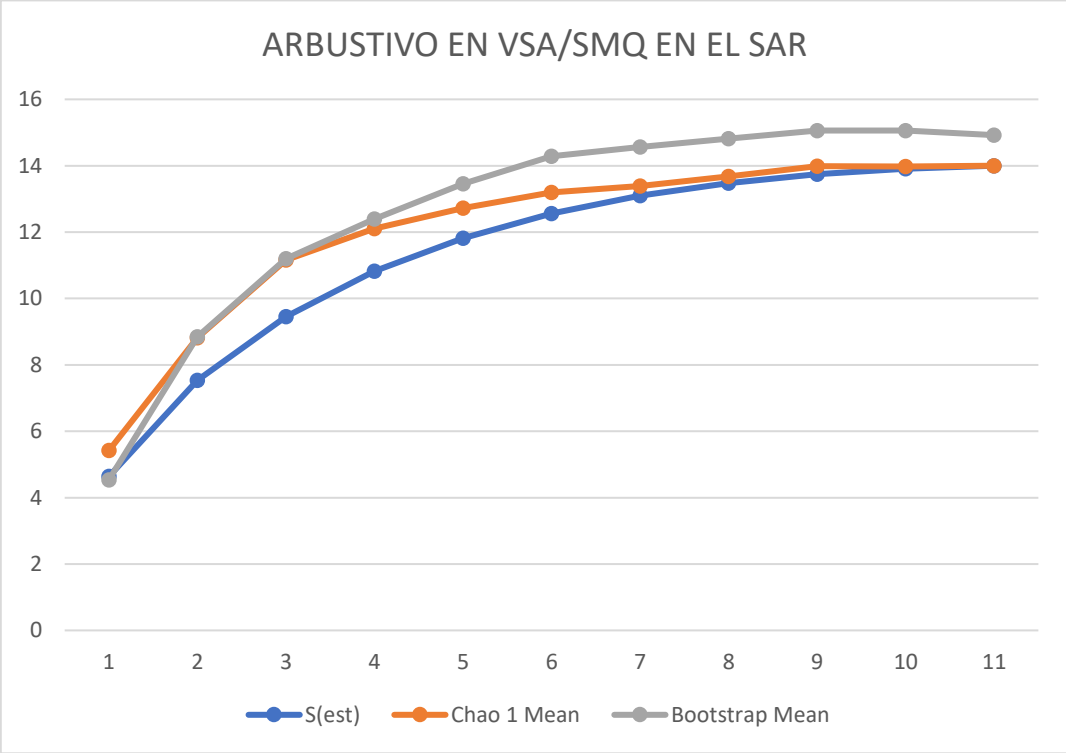


Figura IV. 43. Curvas de acumulación para el estrado herbáceo observadas en el SAR.

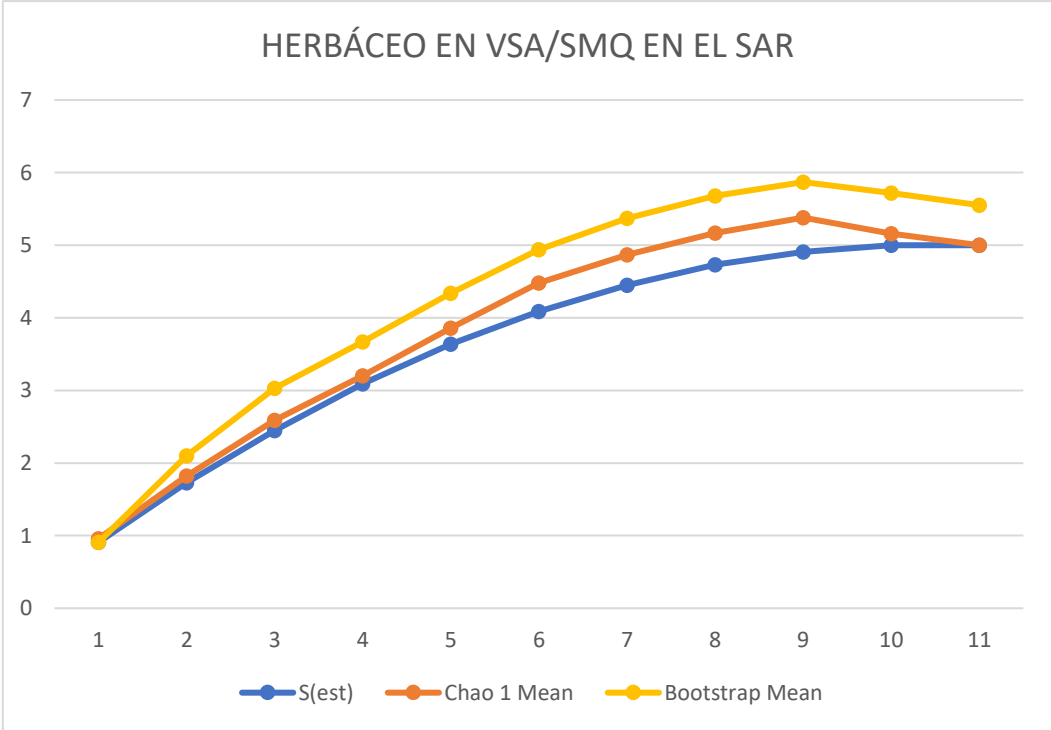


Figura IV. 44. Curvas de acumulación para el estrado arbóreo observadas en el SAR.

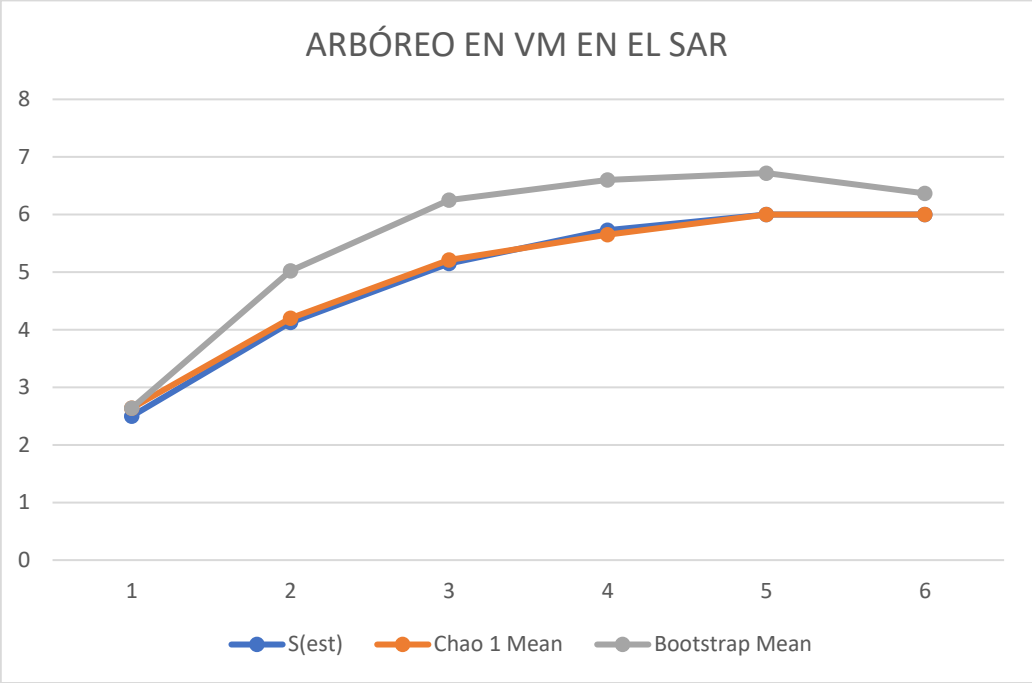


Figura IV. 45. Curvas de acumulación para el estrado arbustivo observadas en el SAR.

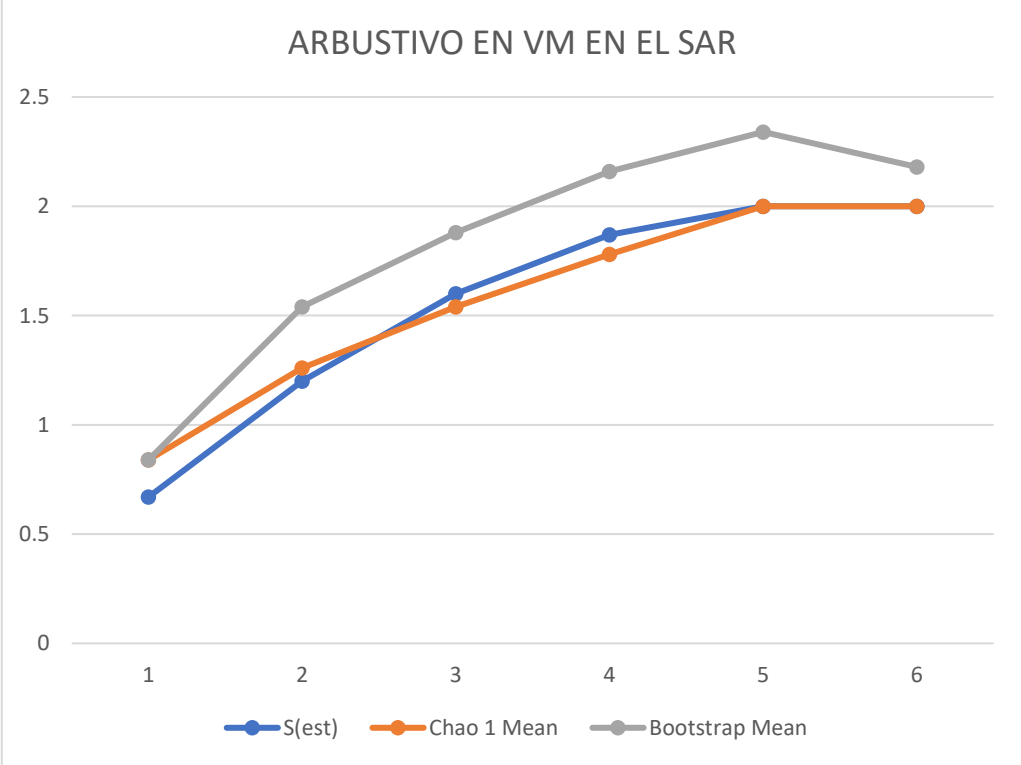


Figura IV. 46. Curvas de acumulación para el estrado herbáceo observadas en el SAR.

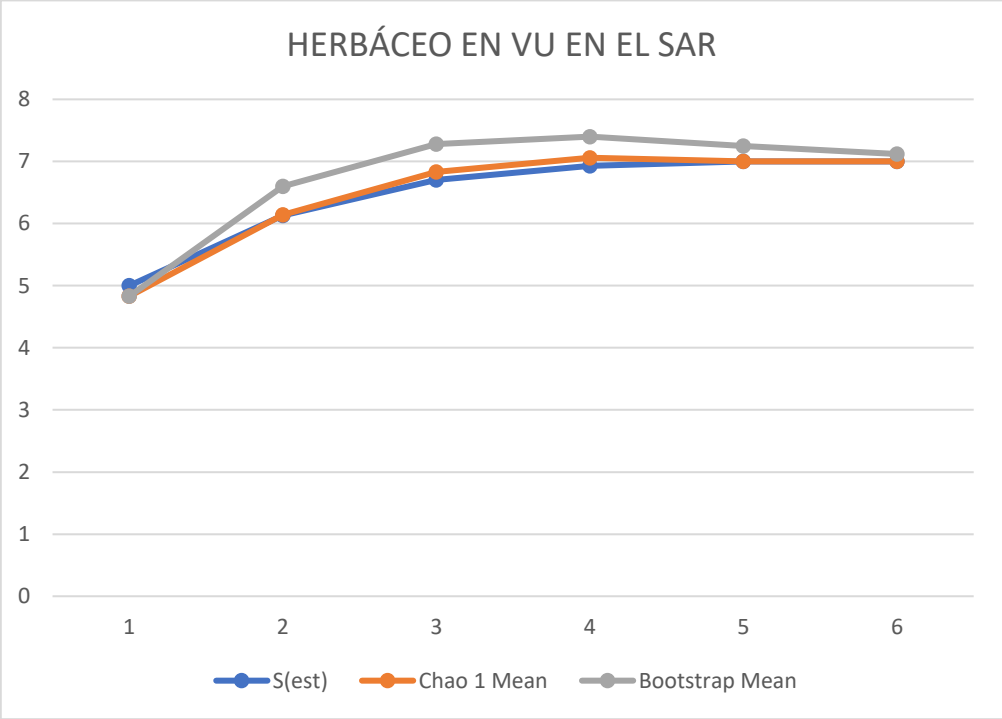


Figura IV. 47. Curvas de acumulación para el estrado arbóreo observadas en el SAR

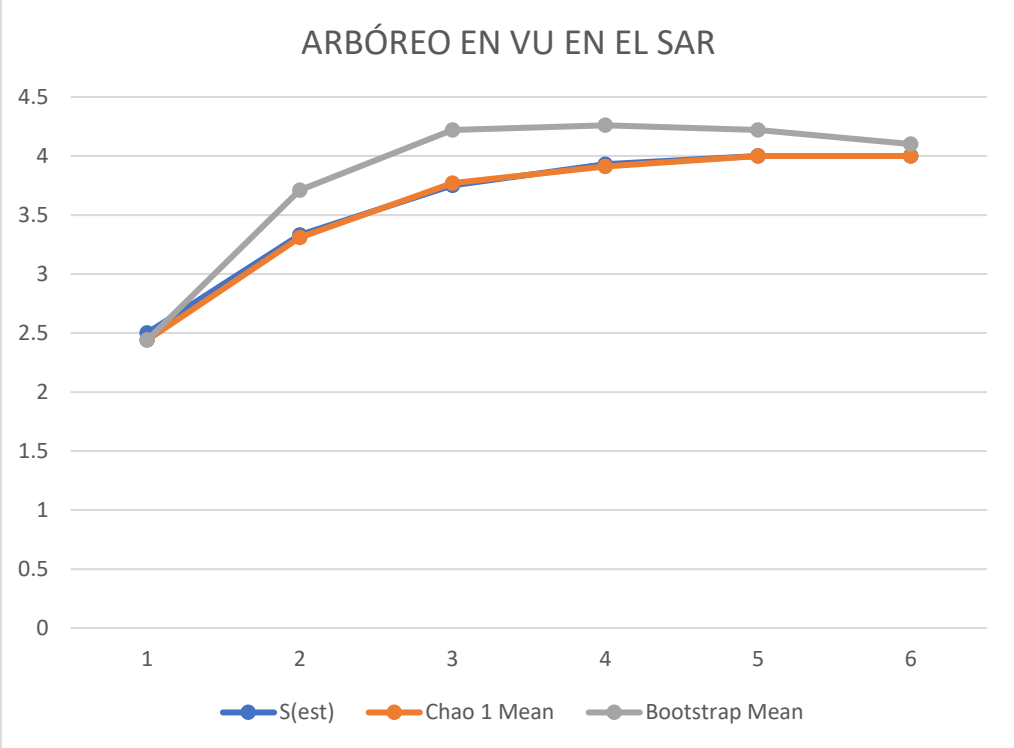
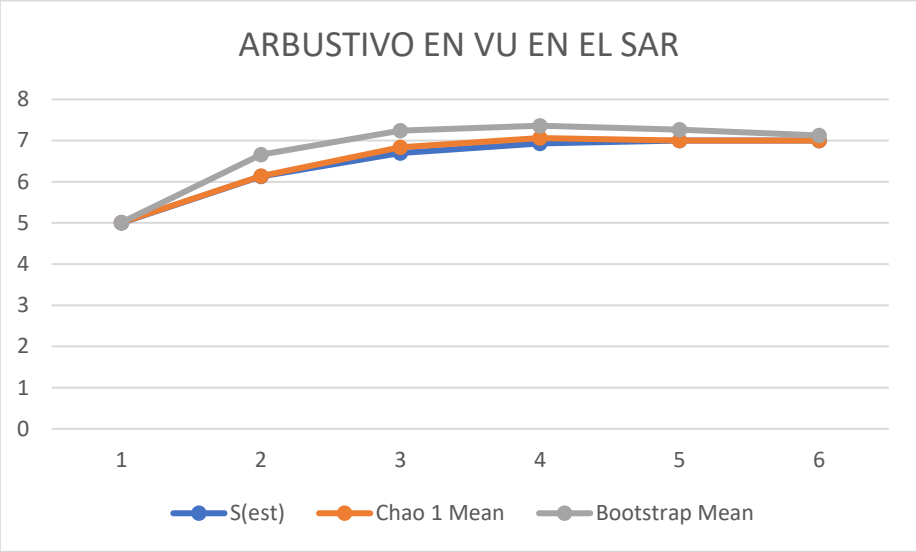


Figura IV. 48. Curvas de acumulación para el estrado arbustivo observadas en el SAR.



Selva mediana subperennifolia: La curva de acumulación de especies correspondiente a este tipo de vegetación mostró una clara tendencia a la estabilización a partir del sitio 8, lo cual indica que la mayoría de las especies presentes en la comunidad fueron registradas en el muestreo. Esto refleja una alta riqueza florística y una estructura compleja en los estratos arbóreo y arbustivo, lo que es consistente con ecosistemas forestales en etapas sucesionales intermedias o avanzadas.

Vegetación de dunas costeras: En este caso, la curva tiende a estabilizarse rápidamente, alrededor del cuarto sitio de muestreo, lo que sugiere una composición florística menos diversa, como es característico de ambientes costeros expuestos a factores abióticos limitantes (salinidad, viento, suelos arenosos). No obstante, las especies registradas son altamente adaptadas a estas condiciones y cumplen un papel clave en la estabilización de dunas y protección costera.

Vegetación de manglar: La curva de acumulación de especies del manglar también muestra una rápida estabilización, lo cual es esperable dada su baja diversidad específica pero alta especialización ecológica. Las especies registradas forman parte del núcleo florístico característico de humedales costeros, destacando por su importancia funcional en la regulación hidrológica, filtración de nutrientes y protección contra intrusión salina.

ÁREA DE INFLUENCIA (AI.

Dentro del Área de Influencia (**AI**) se levantaron un total de 23 sitios de muestreo, distribuidos en los principales tipos de vegetación presentes: 11 sitios en vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia, 6 sitios en vegetación de manglar y 6 sitios en vegetación de dunas costeras. Este esfuerzo permitió recolectar información detallada sobre la riqueza y abundancia de especies en los cuatro estratos florísticos: arbóreo, arbustivo, herbáceo y palmas. Con el objetivo de evaluar la suficiencia del muestreo y la representatividad de la diversidad vegetal en el **AI**, a continuación, se presentan las curvas de acumulación de especies, diferenciadas por tipo de vegetación y grupo florístico.

Tabla IV. 27. Índices de completitud obtenidos de los análisis de acumulación de especies en el SAR.

Estimador	Estrato

	Arbóreo	Arbustivo	Herbáceo
VSA/SMQ			
Especies observadas S(est)	18	10	-
Especies estimadas Chao 1	18	10	-
Índice de completitud Chao 1 (%)	**100%**	**100%**	**-**
Especies estimadas Bootstrap	18.39	10.3	-
Índice de completitud Bootstrap	**98%**	**97%**	**-**
VM			
Especies observadas S(est)	3	3	2
Especies estimadas Chao 1	5	3	2
Índice de completitud Chao 1 (%)	**100%**	**100%**	**100%**
Especies estimadas Bootstrap	5.44	3.76	2.18
Índice de completitud Bootstrap	**92%**	**80%**	**92%**
VU			
Especies observadas S(est)	3	6	6
Especies estimadas Chao 1	3	6	6
Índice de completitud Chao 1 (%)	**100%**	**100%**	**100%**
Especies estimadas Bootstrap	3.1	6.27	6.06
Índice de completitud Bootstrap	**97%**	**96%**	**99%**

Figura IV. 49. Curvas de acumulación para el estrado arbóreo observadas en el AI.

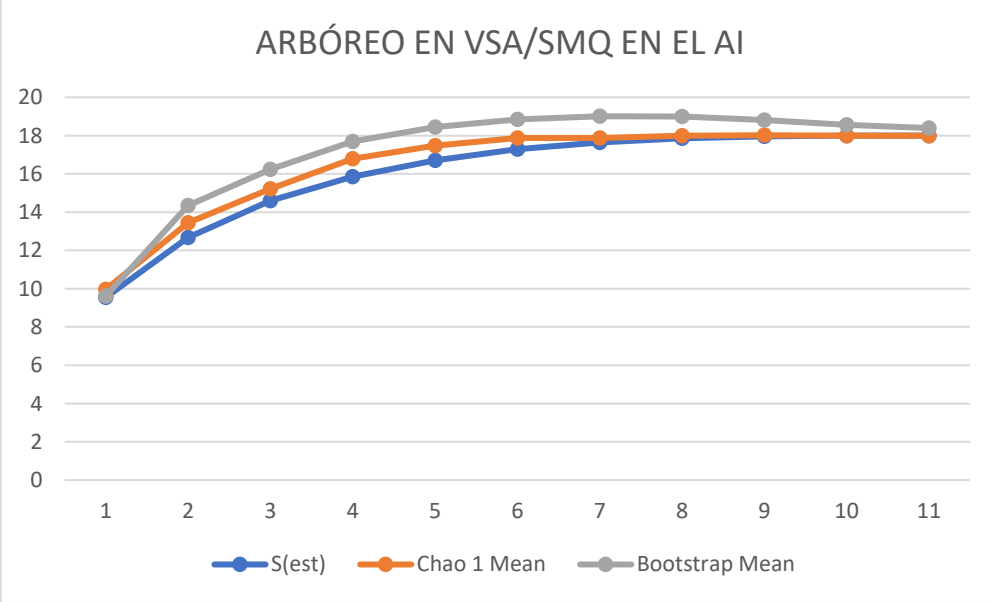


Figura IV. 50. Curvas de acumulación para el estrado arbustivo observadas en el AI.

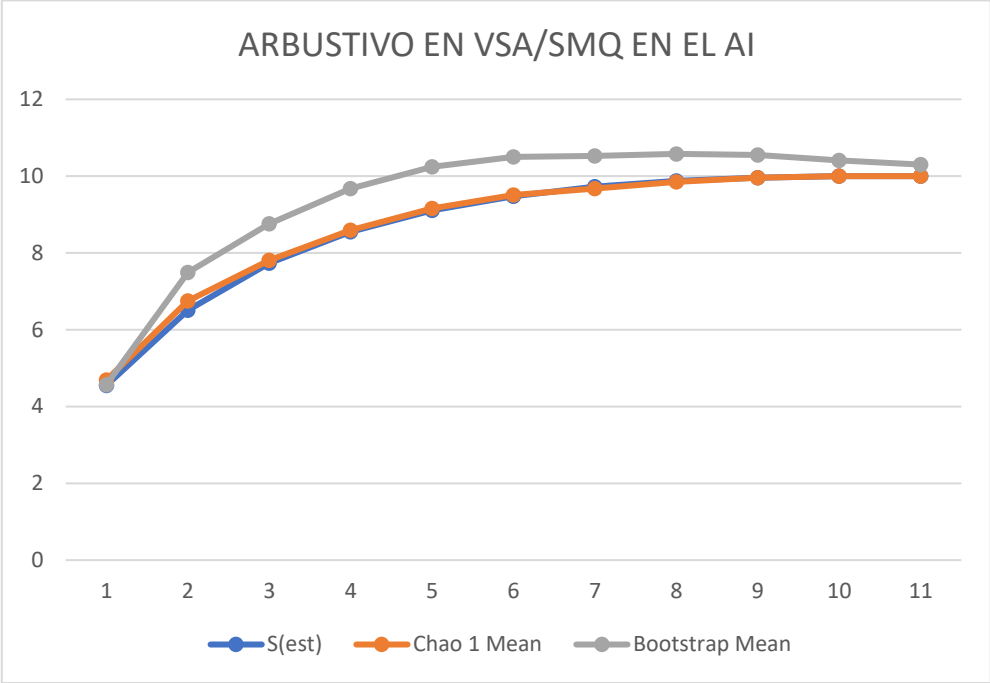


Figura IV. 51. Curvas de acumulación para el estrado arbóreo observadas en el AI

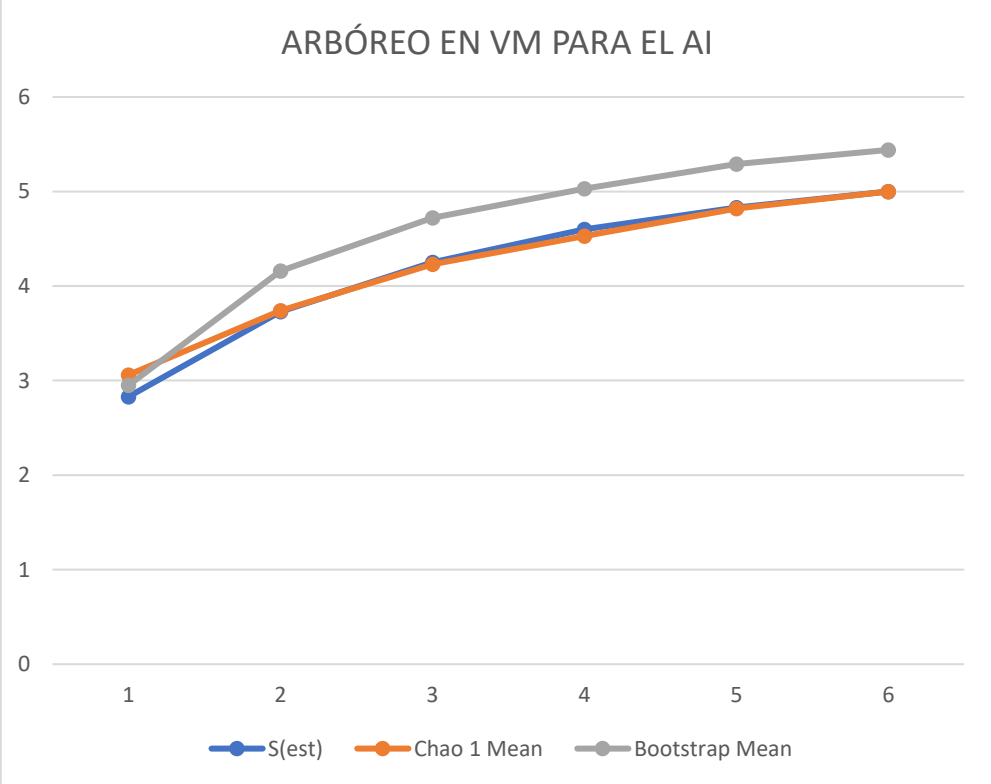


Figura IV. 52. Curvas de acumulación para el estrado arbustivo observadas en el AI.

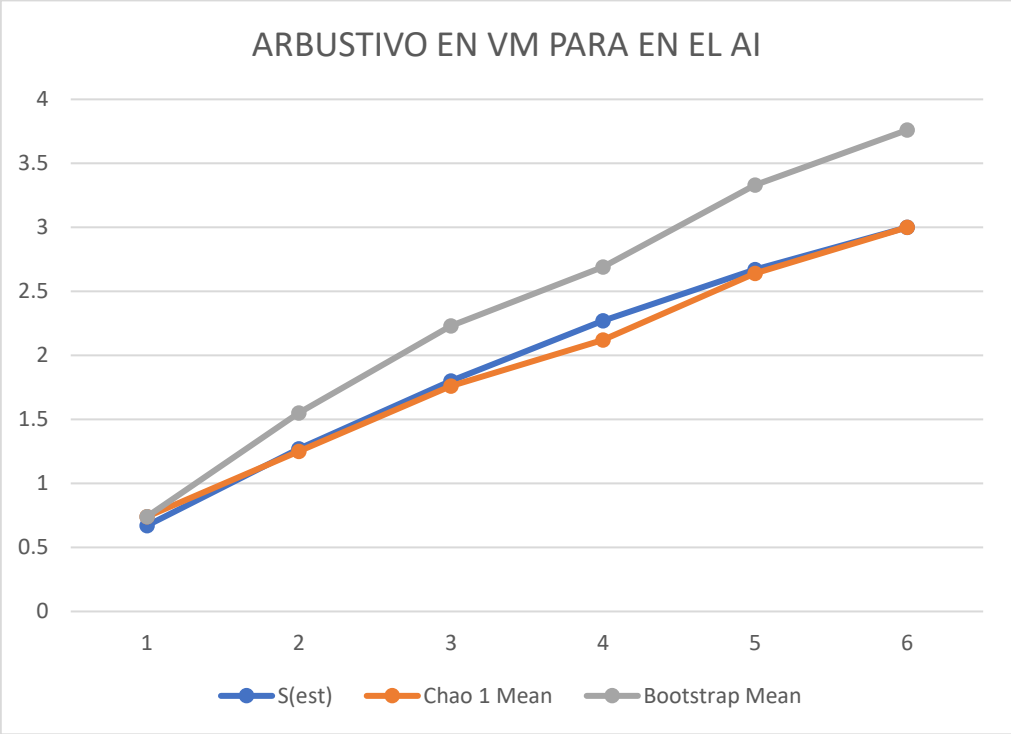


Figura IV. 53. Curvas de acumulación para el estrado herbaceo observadas en el AI.

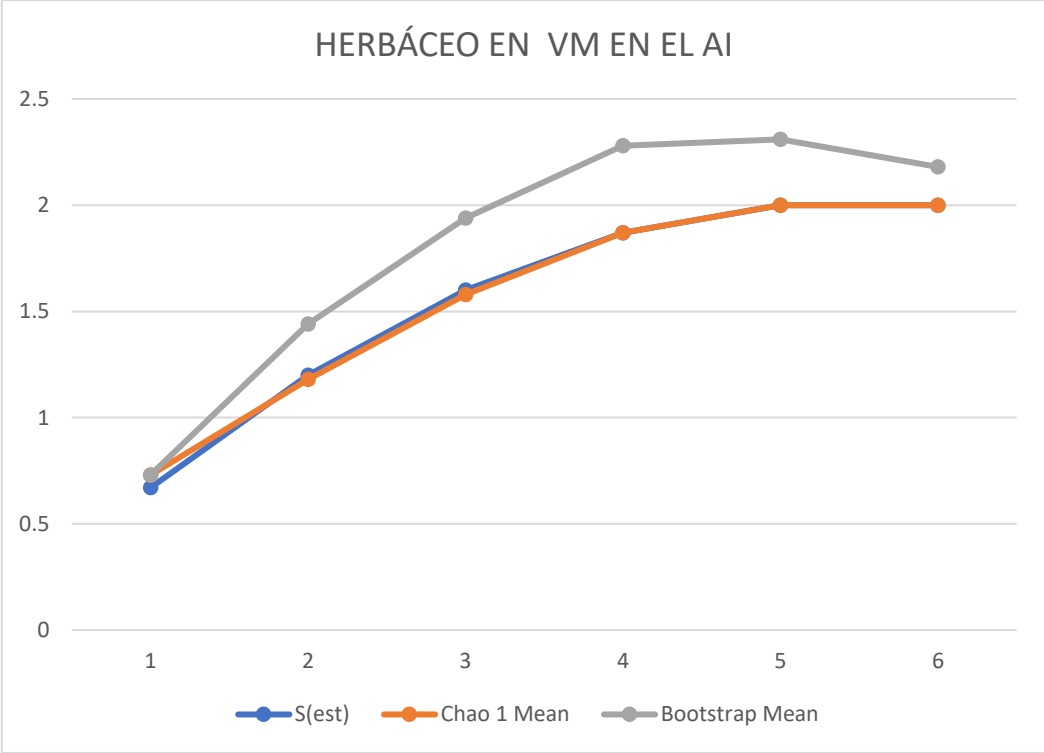


Figura IV. 54. Curvas de acumulación para el estrado arbóreo observadas en el AI.

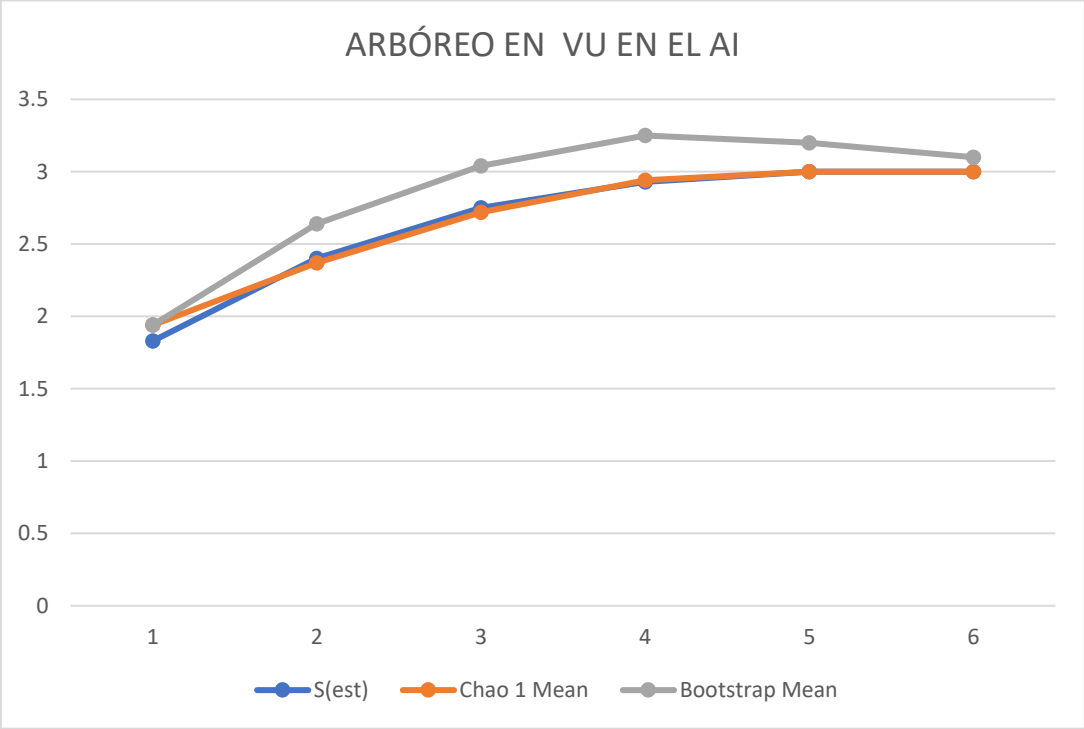


Figura IV. 55. Curvas de acumulación para el estrado arbustivo observadas en el AI.

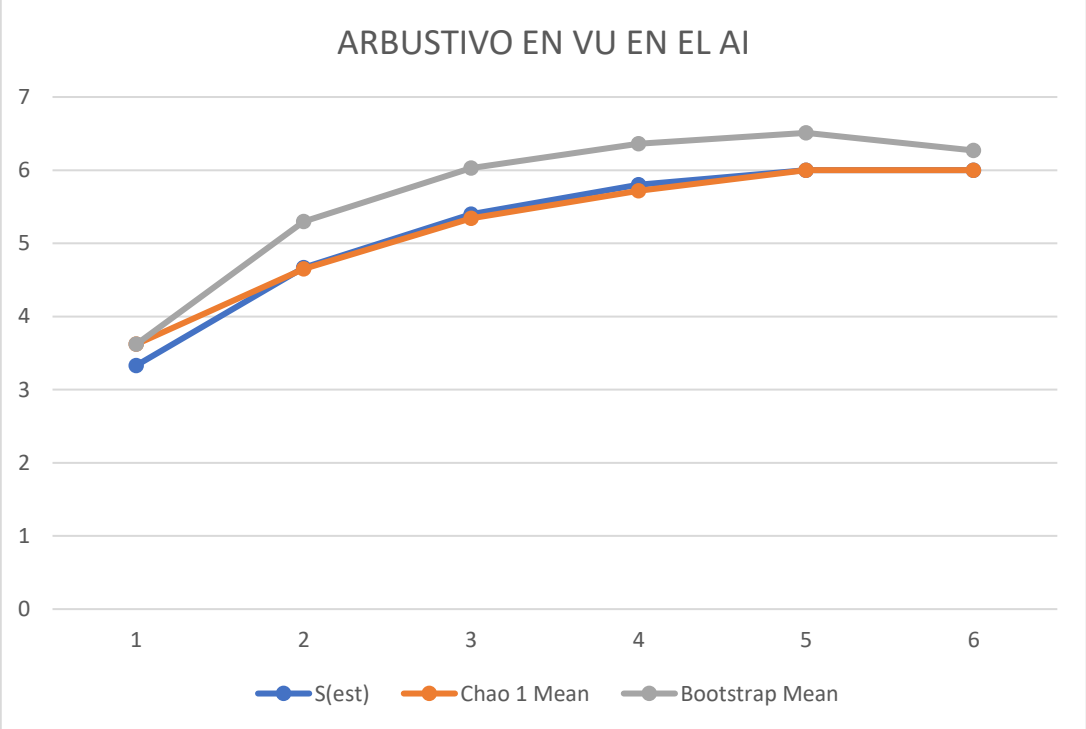
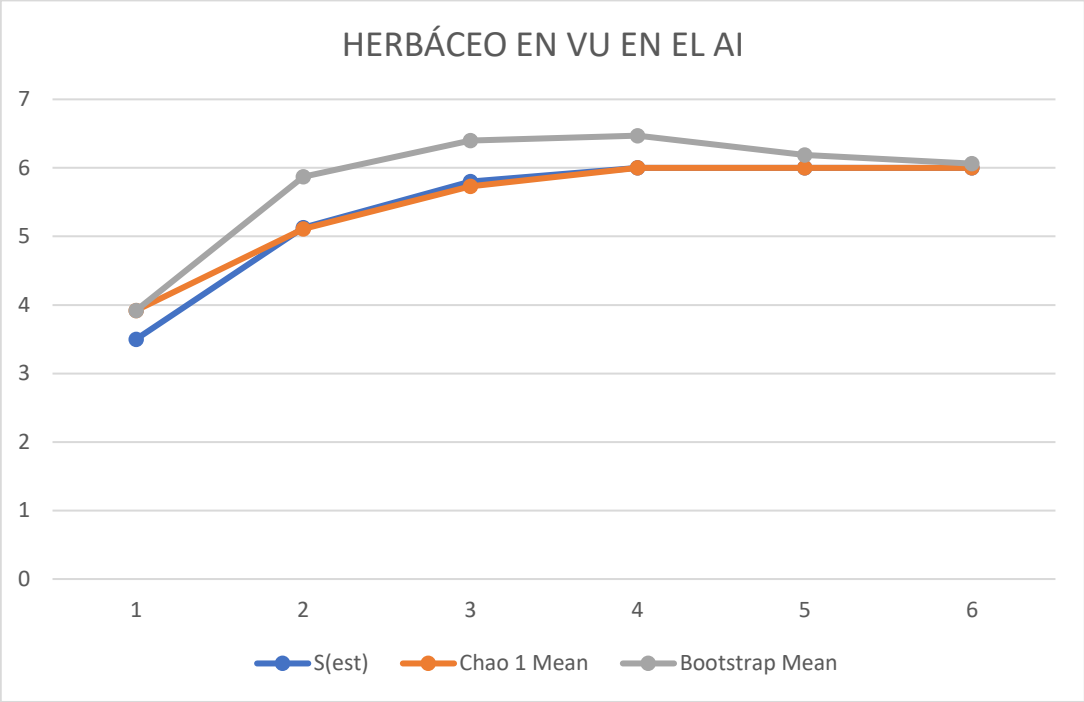


Figura IV. 56. Curvas de acumulación para el estrado herbáceo observadas en el AI



En conclusión, con base en los resultados obtenidos mediante la aplicación de los tres estimadores no paramétricos utilizados para calcular los índices de completitud del muestreo, se determinó que la campaña de campo realizada en el **Área de Influencia (AI)** cumplió satisfactoriamente con el objetivo de caracterizar la diversidad vegetal de los principales tipos de cobertura presentes: Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia, vegetación de dunas costeras y manglar. Los porcentajes de completitud estimados para los distintos estratos florísticos y grupos funcionales de flora oscilan entre el 80 % y el 100 %, lo que refleja un alto grado de representatividad del esfuerzo de muestreo realizado. Asimismo, las curvas de acumulación de especies presentaron un comportamiento asintótico a medida que aumentó el número de sitios de muestreo, lo que confirma la suficiencia estadística del número de unidades levantadas por tipo de vegetación.

Ahora bien, el análisis de los principales parámetros florísticos y dendrométricos se llevaron a cabo tomando en cuenta los resultados de los sitios de muestreo realizados en el predio. A partir de dicha información se han estimado diversos parámetros y estimadores que describen la condición de la vegetación en su composición y estructura considerando los estratos principales en el sitio y que corresponde al arbóreo, arbustivo, herbáceo y suculentas.

Las determinaciones de las características ecológicas de estas asociaciones vegetales se cuantificaron considerando su diversidad e importancia ecológica mediante los siguientes parámetros tanto para la riqueza específica como para la estructura de cada una de dichas asociaciones vegetales.

IV.2.2.2.5. Indicadores de diversidad.

i) Índice de Riqueza de especies (S)

La riqueza específica (S) es la forma más sencilla de medir la biodiversidad, ya que se basa únicamente en el número de especies presentes, sin tomar en cuenta el valor de importancia de las mismas.

(S) es el número total de especies obtenido por un censo o muestreo de la comunidad.

ii) Indicadores de estructura.

Estructura de la vegetación

Para el análisis de la estructura de la vegetación de los puntos de muestreo se calcularon los tres atributos más importantes de cualquier comunidad vegetal: dominancia, abundancia y frecuencia, tanto absolutas como relativas. Con dichos resultados se obtuvo el valor de importancia para cada especie (IVI). Estos valores se obtuvieron mediante el método sugerido por Matteucci y Colma (1982) y Mueller-Dombois y Ellenberg, (1974), es un indicador de la importancia fitosociológica y estructural de una especie, dentro de una comunidad. Puede ser aplicado para clasificar u ordenar comunidades vegetales. Su principal ventaja es que es cuantitativo y preciso.

Este índice fue desarrollado principalmente para jerarquizar la dominancia de cada especie en rodales mezclados y se calcula de la siguiente manera:

$$IVI = Dominancia\ relativa + Abundancia\ relativa + Frecuencia\ relativa$$

Donde:

Dominancia: es la proporción de terreno ocupado por una proyección vertical del contorno de las partes aéreas del vegetal hacia el suelo.

$$Dominancia = \frac{AB\ de\ la\ especie\ n}{Sumatoria\ del\ AB\ de\ todas\ las\ especies}$$

Se calcula por medio del área basal (AB), que es el diámetro del tronco a 1.30 m de altura. Se mide el tronco principal del árbol y cada rama igual o mayor a 5 centímetros de diámetro y se suman todas ellas para calcular el valor del individuo en la unidad de muestreo.

$$Área\ basal\ (AB) = \frac{\pi}{4} DN^2$$

Abundancia: es el número de individuos expresado por unidad de área o volumen. La abundancia relativa se refiere al número de individuos de una especie expresado como una proporción de la abundancia total de todas las especies.

$$Abundancia = \frac{Número\ de\ individuos\ de\ la\ especie\ n}{Área\ muestreada}$$

Frecuencia: es el número de veces que una especie ocurre en las distintas muestras. La frecuencia relativa se refiere a la aparición de una especie, expresada como una proporción de la frecuencia total de todas las especies.

$$Frecuencia = \frac{Número\ de\ ocurrencia\ de\ la\ especie\ n}{Número\ total\ de\ sitios\ muestreados}$$

Los resultados de cada atributo se multiplican por 100 para relativizarlos y después se suman. La suma de los 3 atributos siempre será 300.

$$Frecuencia\ relativa = Frecuencia\ absoluta\ x\ 100$$

$$Dominancia\ relativa = Dominancia\ absoluta\ x\ 100$$

$$Abundancia\ relativa = Abundancia\ absoluta\ x\ 100$$

$$IVI = Dominancia\ relativa + Abundancia\ relativa + Frecuencia\ relativa$$

iii) Indicadores de diversidad.

Es la relación que existe entre el número de especies y de individuos de una comunidad. Los índices de diversidad incorporan, en un solo valor, a la riqueza específica y a la equitatividad. En algunos casos un valor dado de un índice de diversidad puede provenir de distintas combinaciones de riqueza específica y equitatividad, es decir, que el mismo índice de diversidad puede obtenerse de una comunidad con baja riqueza y alta equitatividad como de una comunidad con alta riqueza y baja equitatividad. Esto significa que el valor del índice aislado no permite conocer la importancia relativa de sus componentes (riqueza y equitatividad).

Índice de Shannon-Wiener (H')

Este índice se representa como H' y se expresa con un número positivo, que en la mayoría de los ecosistemas naturales varía entre 0 y 5; valores inferiores a 2 se consideran bajos y superiores a 3 son altos, aunque algunos ecosistemas considerados muy ricos pueden alcanzar valores de 5 o más.

$$H' = -\sum_{i=1}^{S}(Pi)(LnPi)$$

Donde:

S = número de especies (la riqueza de especies).

Pi = proporción de individuos de la especie i respecto al total de individuos (es decir la abundancia relativa de la especie i): ni/N.

Indice de Equidad de Pielou

El índice de equidad de Pielou mide la proporción de la diversidad observada con relación a la máxima diversidad esperada. Pielou adopta valores entre 0 y 1, el número 1 indica que todas las especies son igualmente abundantes y el 0 señala la ausencia de uniformidad (Martella *et al.,* 2012). Se calcula con la siguiente fórmula:

$$J' = \frac{H'}{Ln\ (S)}$$

Donde:

J= Equidad de Pielou.

H = Índice de diversidad de Shannon.

Ln (S)= Logaritmo natural del número de especies (o riqueza).

En resumen, el Índice de equidad de Pielou es el resultante de la división entre el índice de Shannon-Wiener sobre el logaritmo natural (Ln) de la riqueza (S).

En el estrato herbáceo los datos que se tomaron en campo fueron cobertura (%), altura media (m) y el número de individuos, todos estos datos por especie por sitio, por tanto, para la dominancia absoluta y dominancia relativa al no contar con el diámetro y área basal como en los otros estratos, en este caso se tomó la cobertura para caracterizar la estructura horizontal del estrato herbáceo (cobertura absoluta y cobertura relativa).

Daubenmire sugiere los principales parámetros utilizados como descriptores fitosociológicos de la vegetación, los mismos que podrían ser utilizados para caracterizar la estructura horizontal de la vegetación, estos datos se indican en la siguiente tabla y son arreglados en valores crudos o absolutos y valores relativos, en relación a si representan los datos de una especie respecto de un área, o la relación entre esa especie respecto del total de especies, respectivamente.

Tabla IV. 28. Descriptores fitosociológicos utilizados para caracterización de la estructura de la vegetación.

Parámetro	Valores crudos	Valores relativos	Fundamento
Densidad	No. de especies	Densidad relativa (DR)	Relación entre el número de especies
Cobertura	Cobertura absoluta	Cobertura relativa (CR)	Porcentaje de espacio que ocupa la especie en un área determinada
Frecuencia	Frecuencia absoluta (frecuencia de constancia)	Frecuencia relativa (FR)	Número de veces que se repite una especie en un área determinada
Dominancia	Área basal	Dominancia relativa (DoR)	Relación del área basal
Valor de importancia relativa			Relación entre DR+FR+DoR o CR

Fuente: Adaptado de Daubenmire (1968) y Mueller–Dombois & Ellemberg (1974); y Schneider & Irgang (2005).

Para este caso, se realizó utilizando la técnica de Descriptores Fitosociológicos, los cuales permitieron la obtención de datos relacionados a estructura y composición florística de la vegetación, adaptado de Daubenmire (1968) y Mueller–Dombois & Ellemberg (1974); y Schneider & Irgang (2005).

Para el estrato herbáceo se tomó como indicador o Descriptor Fitosociológico la cobertura (%):

Cobertura Absoluta y Cobertura Relativa en el estrato herbáceo

La Cobertura Absoluta (%) representa el porcentaje que cada especie del estrato herbáceo ocupó dentro de la muestra. La Cobertura Relativa: CR (%) fue calculada relacionando la Cobertura Absoluta de cada especie del estrato herbáceo, entre la sumatoria de coberturas absolutas de todas las especies del estrato herbáceo encontradas por 100, mediante la siguiente fórmula:

$$CR = (CA/ \sum CA \text{ de todas las especies}) * 100$$

Donde: CA: Cobertura Absoluta (%)

IV.2.2.2.6. Análisis de la diversidad de la vegetación.

Derivado del trabajo de campo, y el análisis de datos, se obtuvo que la composición florística de la Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia (**VSA/SMQ**), presente en el **SAR**,

AI y AP, está compuesta por 65 especies, pertenecientes a 44 familias y 33 órdenes. De las 65 especies registradas, 29 se reportaron en el **AI**, 35 en el **AP** y 45 en el **SAR**. De las especies registradas *Megathyrsus maximus es* exótica – Invasora y *Cocos nucifera* como Exótica. Tal y como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla IV. 29. Listado de especies de flora registradas en el SAR, AI y AP durante el trabajo de campo para VSA/SMQ

USV	Estrato	Orden	Familia	Especie	Común	NOM-059	IUCN	CITES	Distribución	AI	AP	SAR
Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia	Arbóreo	*Arecales*	*Arecaceae*	*Cocos nucifera*	Cocotero	SC	-	-	Exótica	x	x	x
				Sabal yapa	Palma de Guano	SC	LC	-	Nativa			x
				Thrinax radiata	Guano de Costa	A	LC	-	Nativa	x	x	x
		Boraginales	*Boraginaceae*	*Cordia sebestena*	Anacahuite	SC	LC	-	Nativa		x	x
		Celastrales	*Celastraceae*	*Elaeodendron xylocarpum*	Zapote de costoche	SC	LC	-	Nativa	x	x	x
		Ericales	*Ebenaceae*	*Diospyros salicifolia*	Chocoyito	SC	LC	-	Nativa			x
			Sapotaceae	*Manilkara zapota*	Chicozapote	SC	LC	-	Nativa	x	x	x
				Pouteria campechiana	Canistel	SC	LC	-	Nativa	x		x
				Sideroxylon americanum	Caimitillo	SC	LC	-	Nativa	x		x
				Sideroxylon obtusifolium	Guaraniná	SC	LC	-	Nativa			x
		Fabales	*Fabaceae*	*Chloroleucon mangense*	Palo Fierro	SC	LC	-	Nativa			x
				Lonchocarpus rugosus	Mata Buey	SC	LC	-	Nativa			x
				Lysiloma latisiliquum	Tsalam	SC	LC	-	Nativa			x
				Piscidia piscipula	Barbasco	SC	LC	-	Nativa		x	
		Gentianales	*Apocynaceae*	*Cascabela gaumeri*	Campanilla	SC	LC	-	Nativa	x	x	x
			Rubiaceae	*Guettarda combsii*	Manzanillo	SC	LC	-	Nativa	x		
		Lamiales	*Bignoniaceae*	*Tabebuia rosea*	Apamate Rosa	SC	LC	-	Nativa		x	
			Lamiaceae	*Vitex gaumeri*	Carrete	SC	LC	-	Nativa	x		x
		Malpighiales	*Erythroxylaceae*	*Erythroxylum confusum*	Cascarillo	SC	LC	-	Nativa			x
			Euphorbiaceae	*Gymnanthes lucida*	Yaité	SC	LC	-	Nativa	x	x	x
			Putranjivaceae	*Drypetes lateriflora*	Huesillo	SC	LC	-	Nativa	x	x	x
			Salicaceae	*Casearia corymbosa*	Botoncillo	SC	LC	-	Nativa	x		x
		Malvales	*Muntingiaceae*	*Muntingia calabura*	Capulín	SC	LC	-	Nativa			x
		Myrtales	*Combretaceae*	*Conocarpus erectus*	Mangle Botoncillo	A	LC	-	Nativa		x	

USV	Estrato	Orden	Familia	Especie	Común	NOM-059	IUCN	CITES	Distribución	AI	AP	SAR
			Myrtaceae	*Myrcianthes fragrans*	Guayabillo	SC	LC	-	Nativa	x	x	x
				Psidium sartorianum	Arrayán	SC	-	-	Nativa	x		
		Ranunculales	*Menispermaceae*	*Hyperbaena winzerlingii*	Naranjillo	SC	LC	-	Nativa		x	
		Rosales	*Moraceae*	*Brosimum alicastrum*	Mojote	SC	LC	-	Nativa			x
				Ficus cotinifolia	Amate Negro	SC	LC	-	Nativa	x	x	x
				Ficus crassinervia	Higo	SC	LC	-	Nativa	x	x	x
		Sapindales	*Anacardiaceae*	*Metopium brownei*	Chechen Prieto	SC	LC	-	Nativa	x	x	x
			Burseraceae	*Bursera simaruba*	Palo Mulato	SC	LC	-	Nativa	x		x
	Arbustivo	*Alismatales*	*Araceae*	*Anthurium schlechtendalii*	Cola de Faisán	SC	-	-	Nativa			x
		Asterales	*Asteraceae*	*Pluchea carolinensis*	Canela	SC	LC	-	Nativa			x
		Caryophyllales	*Polygonaceae*	*Coccoloba uvifera*	Uvero	SC	LC	-	Nativa	x	x	x
		Ericales	*Primulaceae*	*Bonellia macrocarpa*	Amole	SC	LC	-	Nativa	x	x	x
		Fabales	*Fabaceae*	*Guilandina bonduc*	Garrapata de Playa	SC	LC	-	Nativa			x
				Pithecellobium keyense	Guamuchil Yucateco	SC	LC	-	Nativa	x	x	x
				Sophora tomentosa	Vaina de collar	SC	LC	-	Nativa		x	
		Gentianales	*Apocynaceae*	*Cascabela thevetia*	Venenillo	SC	LC	-	Nativa		x	
				Rauvolfia tetraphylla	Chililllo	SC	LC	-	Nativa			x
			Rubiaceae	*Erithalis fruticosa*	Manglillo	SC	LC	-	Nativa	x		
				Hamelia patens	Coralillo	SC	LC	-	Nativa		x	
				Psychotria nervosa	Café silvestre	SC	LC	-	Nativa	x	x	x
				Randia aculeata	Crucecita	SC	LC	-	Nativa	x	x	x
		Lamiales	*Acanthaceae*	*Bravaisia berlandieriana*	Julub	SC	LC	-	Nativa	x	x	x
			Verbenaceae	*Lantana camara*	Cinco Negritos	SC	-	-	Nativa	x		x
				Lantana involucrata	Manzanita	SC	LC	-	Nativa		x	

USV	Estrato	Orden	Familia	Especie	Común	NOM-059	IUCN	CITES	Distribución	AI	AP	SAR
		Magnoliales	*Annonaceae*	*Annona glabra*	Anona	SC	LC	-	Nativa	x		
		Malpighiales	*Malpighiaceae*	*Malpighia glabra*	Capulín	SC	LC	-	Nativa			x
		Malvales	*Malvaceae*	*Hampea trilobata*	Majagua	SC	LC	-	Nativa			x
		Myrtales	*Myrtaceae*	*Eugenia axillaris*	Escobillo	SC	LC	-	Nativa		x	x
		Rosales	*Cannabaceae*	*Celtis iguanaea*	Garabato	SC	LC	-	Nativa		x	
		Santalales	*Olacaceae*	*Ximenia americana*	Ciruelillo	SC	LC	-	Nativa	x		
	Herbáceo	*Asparagales*	*Amaryllidaceae*	*Hymenocallis littoralis*	Azucena de Agua	SC	-	-	Nativa		x	
		Asterales	*Asteraceae*	*Ambrosia hispida*	Altanisa de mar	SC	-	-	Nativa		x	
		Fabales	*Fabaceae*	*Centrosema virginianum*	Gallito	SC	-	-	Nativa			x
		Gentianales	*Rubiaceae*	*Ernodea littoralis*	Enredadera de haya	SC	LC	-	Nativa		x	
		Liliales	*Smilacaceae*	*Smilax spinosa*	Cocolineca	SC	-	-	Nativa	x	x	x
		Poales	*Cyperaceae*	*Cyperus ligularis*	Navajuela	SC	-	-	Nativa		x	
				Rhynchospora colorata	Estrella blanca	SC	LC	-	Nativa		x	
			Poaceae	*Distichlis spicata*	Huizapol	SC	-	-	Nativa			x
				Lasiacis divaricata	Bambú Silvestre	SC	LC	-	Nativa			x
				Megathyrsus maximus	Camalote	SC	-	-	Exótica-Invasora			x
		Rosales	*Rhamnaceae*	*Colubrina asiatica*	Colubrina asiatica	SC	-	-	-		x	
Total		***33***	***44***	***65***						**29**	**35**	**45**

En el caso de la **vegetación de manglar**, se identificó una composición florística compuesta por **14 especies**, pertenecientes a **14 familias** y distribuidas en **13 órdenes taxonómicos**. Esta diversidad se encuentra presente tanto en el **Sistema ambiental Regional (SAR)** como en el **Área de Influencia (AI)**. Del total de especies registradas, **10** fueron observadas en el **AI** y **9** en el **SAR**, lo que evidencia una alta representatividad y similitud florística entre ambas zonas. La información detallada de la composición específica por zona se presenta en la siguiente tabla.

Tabla IV. 30. Listado de especies de flora registradas en el SAR y AI durante el trabajo de campo para VM.

USV	Estrato	Orden	Familia	Especie	Comun	NOM-059	IUCN	CITES	Distribución	AI	SAR
Mangla	Arbóreo	Arecales	Arecaceae	Thrinax radiata	Guano de Costa	A	LC	-	Nativa	x	x
		Ericales	Sapotaceae	Sideroxylon americanum	Caimitillo	SC	LC	-	Nativa	x	
		Lamiales	Acanthaceae	Avicennia germinans	Mangle Prieto	A	LC	-	Nativa		x
		Malpighiales	Rhizophoraceae	Rhizophora mangle	Mangle Colorado	A	NT	-	Nativa		x
		Myrtales	Combretaceae	Conocarpus erectus	Mangle Botoncillo	A	LC	-	Nativa	x	x
			Myrtaceae	Myrcianthes fragrans	Guayabillo	SC	LC	-	Nativa	x	
		Rosales	Moraceae	Ficus cotinifolia	Amate Negro	SC	LC	-	Nativa		x
		Sapindales	Anacardiaceae	Metopium brownei	Chechen Prieto	SC	LC	-	Nativa	x	x
	Arbustivo	Caryophyllales	Cactaceae	Deamia testudo	Pitayita Nocturna	SC	LC	Apéndice II	Nativa		x
		Ericales	Primulaceae	Bonellia macrocarpa	Amole	SC	LC	-	Nativa	x	x
		Fabales	Fabaceae	Pithecellobium keyense	Guamuchil Yucateco	SC	LC	-	Nativa	x	
		Gentianales	Rubiaceae	Psychotria nervosa	Café silvestre	SC	LC	-	Nativa	x	
	Herbáceo	Asparagales	Amaryllidaceae	Hymenocallis littoralis	Azucena de Agua	SC	-	-	Nativa	x	
		Poales	Cyperaceae	Rhynchospora colorata	Estrella blanca	SC	LC	-	Nativa	x	x
Total		**13**	**14**	**14**						**10**	**9**

En la unidad de **vegetación de dunas costeras**, se registró una **composición florística** integrada por **17 especies**, pertenecientes a **15 familias** y distribuidas en **14 órdenes taxonómicos**. Esta diversidad se encuentra representada tanto en el **Sistema Ambiental Regional (SAR)** como en el **Área de Influencia (AI)**. Del total de especies documentadas, **15** se identificaron en el **AI** y **16** en el **SAR**, lo que indica una alta similitud florística y una adecuada representatividad entre ambas zonas. A continuación, se presenta la distribución específica de las especies por zona en la tabla correspondiente.

Tabla IV. 31. Listado de especies de flora registradas en el SAR y AI durante el trabajo de campo para Vu

USV	Estrato	Orden	Familia	Especie	Común	NOM-059	IUCN	CITES	Distribución	AI	SAR
Vegetación de Dunas Costeras	Arbóreo	*Arecales*	*Arecaceae*	*Cocos nucifera*	Cocotero	SC	-	-	Exótica	x	x
				Thrinax radiata	Guano de Costa	A	LC	-	Nativa		x
		Fagales	*Casuarinaceae*	*Casuarina equisetifolia*	Casuarina	SC	-	-	Exótica-Invasora	x	x
		Sapindales	*Anacardiaceae*	*Metopium brownei*	Chechen Prieto	SC	LC	-	Nativa	x	x

USV	Estrato	Orden	Familia	Especie	Común	NOM-059	IUCN	CITES	Distribución	AI	SAR
	Arbustivo	*Asterales*	*Goodeniaceae*	*Scaevola taccada*	Mokal de la India	SC	-	-	Exótica	x	x
		Boraginales	*Boraginaceae*	*Tournefortia gnaphalodes*	Tabaquillo	SC	LC	-	Nativa	x	x
		Caryophyllales	*Polygonaceae*	*Coccoloba uvifera*	Uvero	SC	LC	-	Nativa	x	x
		Fabales	*Fabaceae*	*Pithecellobium keyense*	Guamuchil Yucateco	SC	LC	-	Nativa	x	x
			Surianaceae	*Suriana maritima*	Tabaquillo	SC	LC	-	Nativa	x	x
		Lamiales	*Verbenaceae*	*Lantana involucrata*	Manzanita	SC	LC	-	Nativa	x	x
		Solanales	*Convolvulaceae*	*Ipomoea pes-caprae*	Bejuco de Mar	SC	LC	-	Nativa		x
	Herbáceo	*Asparagales*	*Amaryllidaceae*	*Hymenocallis littoralis*	Azucena de Agua	SC	-	-	Nativa	x	x
		Asterales	*Asteraceae*	*Ambrosia hispida*	Altanisa de mar	SC	-	-	Nativa	x	x
		Caryophyllales	*Aizoaceae*	*Sesuvium portulacastrum*	Verdolaga de Playa	SC	LC	-	Nativa	x	x
		Lamiales	*Verbenaceae*	*Phyla nodiflora*	Bella Alfombra	SC	LC	-	Nativa	x	
		Poales	*Poaceae*	*Cenchrus spinifex*	Zacate Abrojo	SC	-	-	Nativa	x	x
				Eustachys petraea	Barbas de Indio	SC	-	-	Exótica	x	x
Total		**14**	**15**	**17**	**17**					**15**	**16**

i) Especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Como se observa en las tablas anteriores, se observaron cuatro ejemplares bajo algún estatus de protección en la **NOM-059-SEMARNAT-2010**. **2010** y la Modificación al Anexo Normativo III actualizado al 17-12-2019 de esta misma norma. **Es importante recalcar, que se revisó la información actualizada para determinar si las especies reportadas durante el trabajo de campo derivan en alguna sub especie que se encuentre en la NOM-059-SEMARNAT-2010.**

Tabla IV. 32. Especies registradas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Especie	Comun	NOM-059	IUCN	CITES	Distribución	AI	SAR	AP
Thrinax radiata	Guano de Costa	A	LC	-	Nativa	x	x	x
Avicennia germinans	Mangle Prieto	A	LC	-	Nativa		x	
Rhizophora mangle	Mangle Colorado	A	NT	-	Nativa		x	
Conocarpus erectus	Mangle Botoncillo	A	LC	-	Nativa	x	x	x

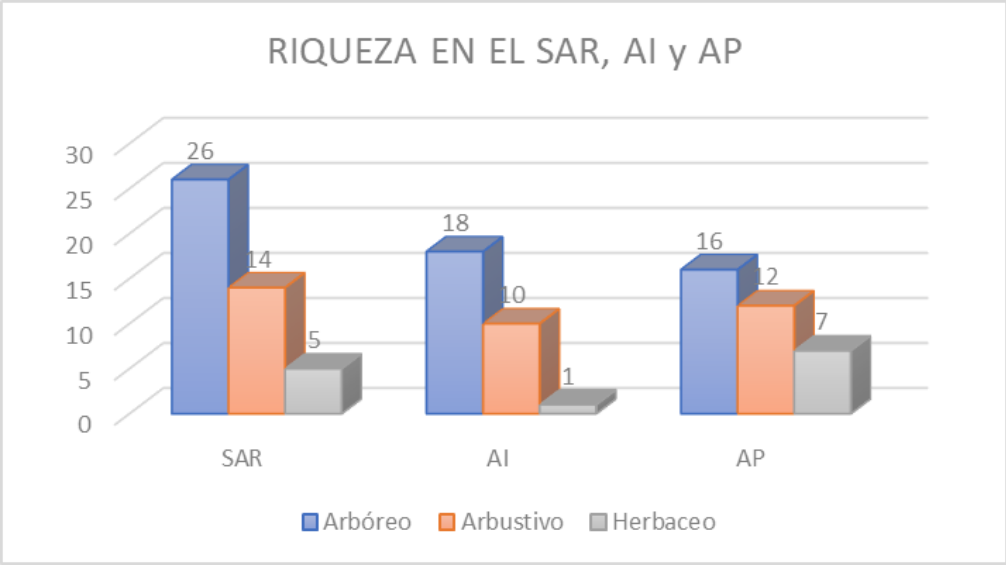
ii) Análisis de Diversidad.

A) Composición florística y estructura de la vegetación en el SAR, AI y AP

Vegetación Secundaria Arbórea de Selva Mediana Subperennifolia (VSA/SMQ):

La vegetación de **VSA/SMQ** está conformada por un total de 65 especies distribuidas en tres estratos: arbóreo, arbustivo y herbáceo. Para el sitio **SAR**, se registraron 26 especies en el estrato arbóreo, 14 en el arbustivo y 5 en el herbáceo. En el sitio **AI**, el estrato arbóreo presentó 18 especies, el arbustivo 10 y el herbáceo 1. Finalmente, en el sitio **AP** se identificaron 16 especies en el estrato arbóreo, 12 en el arbustivo y 7 en el herbáceo. Esta distribución se muestra en la siguiente figura.

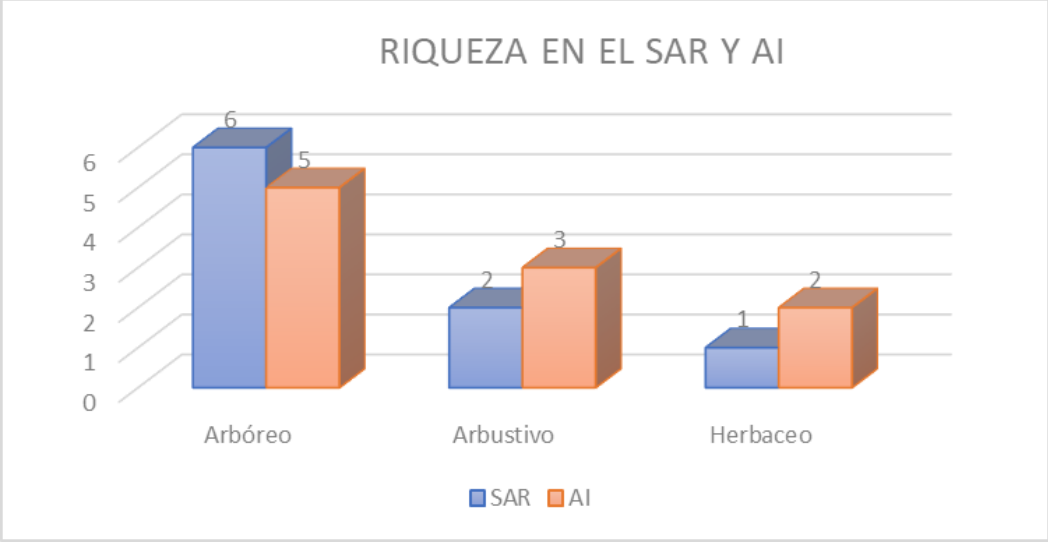
Figura IV. 57. Riqueza en el área en el SAR, AI y AP en la vegetación VSA/SMQ.



Vegetación de Manglar (VM):

La vegetación de **VM** se registró únicamente en los sitios **SAR** y **AI**. En el sitio **SAR**, la riqueza florística estuvo compuesta por 5 especies en el estrato arbóreo, 2 en el arbustivo y 1 en el herbáceo. En el sitio **AI**, se identificaron 5 especies en el estrato arbóreo, 3 en el arbustivo y 2 en el herbáceo. Esta distribución se presenta en la figura siguiente.

Figura IV. 58. Riqueza en el área en el SAR y AI en la vegetación VM.

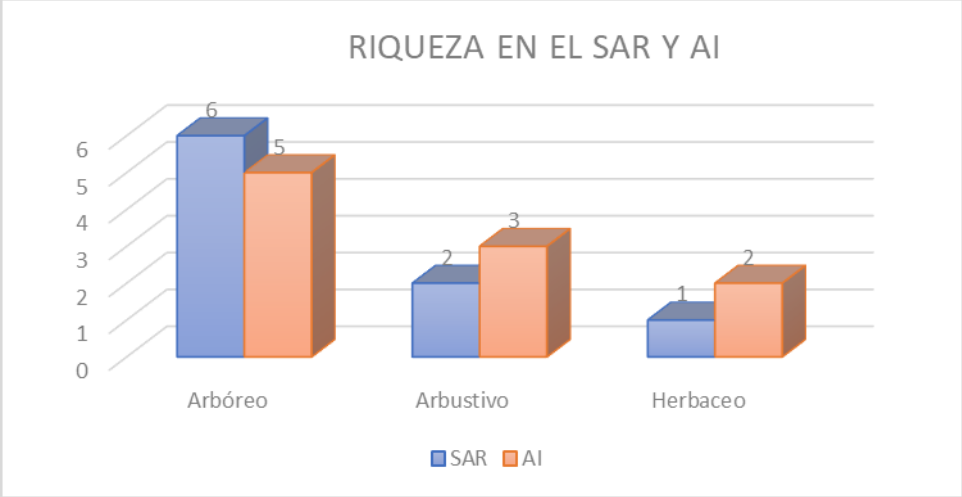


Vegetación de Dunas Costeras (VU):

La vegetación de **VU** se registró únicamente en los sitios **SAR** y **AI**. En el sitio **SAR**, la riqueza florística estuvo compuesta por 4 especies en el estrato arbóreo, 7 en el arbustivo y 5 en el herbáceo.

En el sitio **AI**, se identificaron 3 especies en el estrato arbóreo, 6 en el arbustivo y herbáceo. Esta distribución se presenta en la figura siguiente.

Figura IV. 59. Riqueza en el área en el SAR y AI en la vegetación VU.



B) Índices de Diversidad en el SAR, AI y AP en la

Vegetación Secundaria Arbórea de Selva Mediana Subperennifolia (VSA/SMQ):

El estrato arbóreo presenta, índice de Shannon de: **SAR** = 1.3775, **AI** = 1.6378 y **AP** = 1.1398, estos considerándose como de baja diversidad al ser menor a 2, así como un índice de equidad J' **SAR** = 0.4228, **AI** = 0.5666 y **AP** = 0.4111, Los índices de diversidad para las diferentes áreas (SAR, AI y AP), Indica que hay especies con abundancias dispersas, muy altas o muy bajas. El estrato arbustivo presenta un índice de Shannon para el: **SAR** = 1.9551, **AI** = 1.7479 y **AP** = 1.8658 estos considerados como de diversidad baja al encontrarse igual o menor a 2, así como el índice de equidad J' para el **SAR** = 0.7408, **AI** = 0.7579 y **AP** = 0.7508, indica que existe dominancia de una o más especies. En cuanto a la diversidad del estrato herbáceo, se tiene una diversidad Baja, toda vez que el índice de Shannon está en el: **SAR** = 1.3114 **AI** y **AP** = 1.43 y la equitatividad en: **SAR** = 0.8148 y **AP** = 0.7371, lo que indica que existe dominancia de especies en la muestra y el estrato, tal y como se muestra en la tabla siguiente.

Tabla IV. 33. Índices de diversidad para los diferentes estratos en la vegetación VSA/SMQ.

VSA/SMQ	Proyecto		AI		SAR	
	Diversidad (H')	Equitatividad (J')	Diversidad (H')	Equitatividad (J')	Diversidad (H')	Equitatividad (J')
Arbóreo	1.1398	0.4111	1.6378	0.5666	1.3775	0.4228
Arbustivo	1.8658	0.7508	1.7452	0.7579	1.9551	0.7408
Herbáceo	1.4343	0.7371	-	-	1.3114	0.8148

Vegetación de Manglar (VM):

El estrato arbóreo presentó un índice de Shannon de 1.2203 en **SAR** y 0.4048 en **AI**, valores considerados indicativos de baja diversidad al ser inferiores a 2. En cuanto al índice de equidad de Pielou (J'), se registraron valores de 0.6810 para **SAR** y 0.2515 para **AI**,

lo que sugiere una distribución desigual de las abundancias, con presencia de especies marcadamente dominantes.

En el estrato arbustivo, el índice de Shannon fue de 0.4101 en **SAR** y 0.9003 en **AI**, lo que también indica baja diversidad. Los valores del índice de equidad J' fueron de 0.5917 en **SAR** y 0.8194 en **AI**, evidenciando cierto grado de dominancia de una o pocas especies en ambos sitios.

Respecto al estrato herbáceo, se observó igualmente una baja diversidad, con un índice de Shannon de 0.5623 y una equidad de 0.8113 en **AI**, lo que indica dominancia de algunas especies en la comunidad. En el sitio **SAR**, no se calcularon índices de diversidad ni equidad para este estrato debido a que solo se registró una especie, lo cual impidió realizar el análisis. Esta información se resume en la tabla siguiente.

Figura IV. 60. Índices de diversidad para los diferentes estratos en la vegetación VM.

VM	AI		SAR	
	Diversidad (H')	Equitatividad (J')	Diversidad (H')	Equitatividad (J')
Arbóreo	0.4048	0.2515	1.2203	0.6810
Arbustivo	0.9003	0.8194	0.4101	0.5917
Herbáceo	0.5623	0.8113	-	-

Vegetación de Dunas Costeras (VU):

El estrato arbóreo presentó un índice de Shannon de 0.6814 en **SAR** y 0.2707 en **AI**, valores que se consideran indicativos de baja diversidad, al ser inferiores a 2. En cuanto al índice de equidad de Pielou (J'), se obtuvieron valores de 0.4915 para **SAR** y 0.2464 para **AI**, lo cual sugiere una distribución desigual de las abundancias, con algunas especies notablemente más dominantes que otras.

Para el estrato arbustivo, el índice de Shannon fue de 1.5291 en **SAR** y 1.3554 en **AI**, lo que también refleja una diversidad baja. Los valores del índice de equidad J' fueron de 0.7858 en **SAR** y 0.7564 en **AI**, lo cual indica cierta dominancia de una o pocas especies en estos sitios.

En el estrato herbáceo, se observó igualmente una baja diversidad, con índices de Shannon de 0.7340 en **SAR** y 1.3334 en **AI**. La equitatividad fue de 0.4560 en **SAR** y 0.7442 en **AI**, lo que evidencia una estructura comunitaria con marcada dominancia de algunas especies dentro del estrato, como se muestra en la siguiente tabla.

Figura IV. 61. Índices de diversidad para los diferentes estratos en la vegetación VU.

VU	AI		SAR	
	Diversidad (H')	Equitatividad (J')	Diversidad (H')	Equitatividad (J')
Arbóreo	0.2707	0.2464	0.6814	0.4915
Arbustivo	1.3554	0.7564	1.5291	0.7858
Herbáceo	1.3334	0.7442	0.7340	0.4560

C) Índices de Valor de Importancia (IVI)

Vegetación Secundaria Arbórea de Selva Mediana Subperennifolia (VSA/SMQ):

El Índice de Valor de Importancia (IVI) obtenido para el estrato arbóreo de **VSA/SMQ** indica que la especie dominante es *Thrinax radiata*, con valores de IVI de 131.53 en **SAR**, 102.68 en **AI** y 133.40 en **AP**. Esta dominancia se atribuye principalmente a su alta adaptabilidad, especialmente en ambientes húmedos. *Thrinax radiata* es una especie secundaria que puede alcanzar una alta representatividad en etapas sucesionales avanzadas de la selva, llegando incluso a aparentar ser un elemento de vegetación primaria. Es abundante y característica de sitios perturbados, lo que refuerza su presencia destacada en estas áreas.

Tabla IV. 34. Índice de valor de importancia para el estrato arbóreo de VSA/SMQ del SAR, AI y AP.

Nombre científico	Nombre común	IVI		
		AI	AP	SAR
Brosimum alicastrum	Mojote	-	-	1.30
Bursera simaruba	Palo Mulato	3.50	-	2.79
Cascabela gaumeri	Campanilla	11.46	14.45	6.75
Casearia corymbosa	Botoncillo	6.01	-	5.73
Chloroleucon mangense	Palo Fierro	-	-	2.13
Cocos nucifera	Cocotero	9.28	1.90	4.55
Conocarpus erectus	Mangle Botoncillo	-	9.51	-
Cordia sebestena	Anacahuite	-	5.29	1.70
Diospyros salicifolia	Chocoyito	-	-	1.21
Drypetes lateriflora	Huesillo	19.83	24.31	12.93
Elaeodendron xylocarpum	Zapote de costoche	2.46	4.05	1.61
Erythroxylum confusum	Cascarillo	-	-	2.59
Ficus cotinifolia	Amate Negro	1.32	1.81	2.83
Ficus crassinervia	Higo	3.79	3.69	1.22
Guettarda combsii	Manzanillo	2.34	-	-
Gymnanthes lucida	Yaité	39.65	1.85	15.98
Hyperbaena winzerlingii	Naranjillo	-	1.99	-
Lonchocarpus rugosus	Mata Buey	-	-	2.82
Lysiloma latisiliquum	Tsalam	-	-	1.50
Manilkara zapota	Chicozapote	29.50	26.99	32.10
Metopium brownei	Chechen Prieto	37.15	61.76	40.29
Muntingia calabura	Capulín	-	-	1.19
Myrcianthes fragrans	Guayabillo	12.57	3.67	5.23
Piscidia piscipula	Barbasco	-	1.82	-
Pouteria campechiana	Canistel	9.78	-	12.73
Psidium sartorianum	Arrayán	3.02	-	-
Sabal yapa	Palma de Guano	-	-	3.29
Sideroxylon americanum	Caimitillo	4.45	-	2.42

Nombre científico	Nombre común	IVI		
		AI	AP	SAR
Sideroxylon obtusifolium	Guaraniná	-	-	2.08
Tabebuia rosea	Apamate Rosa	-	3.53	-
Thrinax radiata	**Guano de Costa**	**102.68**	**133.40**	**131.53**
Vitex gaumeri	Carrete	1.18	-	1.50
Suma		**300**	**300**	**300**

Para el estrato herbáceo, la especie con mayor valor de importancia fue *Eugenia axillaris* con un IVI de 69.26 para el **SAR**, *Randia aculeata* con un IVI del 93.57 para el **AI** y Pithecellobium keyense con 88.29 para el **AP** lo que infiere que se trata de especies con fácil distribución y adaptabilidad.

Tabla IV. 35. Índice de valor de importancia para el estrato arbustivo de VSA/SMQ del SAR, AI y AP

Nombre científico	Nombre común	IVI		
		AI	AP	SAR
Annona glabra	Anona	12.41	-	-
Anthurium schlechtendalii	Cola de Faisán	-	-	3.88
Bonellia macrocarpa	Amole	66.45	32.47	66.61
Bravaisia berlandieriana	Julub	37.04	3.57	5.76
Cascabela thevetia	Venenillo	-	3.41	-
Celtis iguanaea	Garabato	-	4.65	-
Coccoloba uvifera	Uvero	17.07	37.81	27.21
Erithalis fruticosa	Manglillo	3.98	-	-
Eugenia axillaris	**Escobillo**	-	7.29	**69.26**
Guilandina bonduc	Garrapata de Playa	-	-	3.87
Hamelia patens	Coralillo	-	3.65	-
Hampea trilobata	Majagua	-	-	4.42
Lantana camara	Cinco Negritos	2.98	-	6.78
Lantana involucrata	Manzanita	-	49.29	-
Malpighia glabra	Capulín	-	-	7.11
Pithecellobium keyense	**Guamuchil Yucateco**	13.48	**88.29**	7.71
Pluchea carolinensis	Canela	-	-	7.61
Psychotria nervosa	Café silvestre	41.48	27.22	11.57
Randia aculeata	**Crucecita**	**93.57**	38.77	66.40
Rauvolfia tetraphylla	Chililllo	-	-	11.81
Sophora tomentosa	Vaina de collar	-	3.57	-
Ximenia americana	Ciruelillo	11.54	-	-
Suma		**300.00**	**300.00**	**300.00**

Para el estrato herbáceo, la especie con el mayor Índice de Valor de Importancia (IVI) en el sitio SAR fue *Lasiacis divaricata*, con un valor de 114.92, mientras que en el sitio AP destacó *Colubrina asiatica*, con un IVI de 128.71. Estos valores relativamente altos en

comparación con otras especies se deben a su amplia distribución y a su capacidad de colonizar eficazmente los sitios muestreados.

Tabla IV. 36. Índice de valor de importancia para el estrato herbáceo de VSA/SMQ del SAR, AI y AP

Nombre científico	Nombre común	IVI		
		AI	AP	SAR
Ambrosia hispida	Altanisa de mar	-	32.79	-
Centrosema virginianum	Gallito	-	-	29.50
Colubrina asiatica	**Colubrina asiatica**	-	**128.71**	-
Cyperus ligularis	Navajuela	-	62.85	-
Distichlis spicata	Huizapol	-	-	31.22
Ernodea littoralis	Enredadera de haya	-	23.92	-
Hymenocallis littoralis	Azucena de Agua	-	21.33	-
Lasiacis divaricata	**Bambú Silvestre**	-	-	**114.92**
Megathyrsus maximus	Camalote	-	-	91.72
Rhynchospora colorata	Estrella blanca	-	15.21	-
Smilax spinosa	Cocolineca	-	15.18	32.64
Suma		**-**	**300.00**	**300.00**

Vegetación de Manglar (VM):

En el estrato arbóreo, la especie con el mayor Índice de Valor de Importancia (IVI) fue *Conocarpus erectus*, con un valor de 109.23 en **SAR** y 222.60 en **AI**. Estos valores elevados en comparación con otras especies se atribuyen a su amplia distribución y alta capacidad de adaptación.

En el estrato arbustivo, *Conocarpus erectus* también presentó el mayor IVI en **SAR**, con un valor de 226.41, mientras que en **AI**, la especie dominante fue *Pithecellobium keyense*, con un IVI de 162.15.

Finalmente, en el estrato herbáceo, la especie con mayor valor de importancia fue *Rhynchospora colorata*, con un IVI de 212.33 en **AI**, lo que sugiere que se trata de una especie con alta capacidad de dispersión y adaptabilidad a las condiciones locales.

Tabla IV. 37. Índice de valor de importancia para VM en el SAR y AI.

Estrato	Nombre científico	Nombre común	IVI	
			AI	SAR
Arbóreo	*Avicennia germinans*	Mangle Prieto	-	33.41
	Conocarpus erectus	**Mangle Botoncillo**	**222.60**	**109.23**
	Ficus cotinifolia	Amate Negro	-	19.54
	Metopium brownei	Chechen Prieto	38.69	9.74
	Myrcianthes fragrans	Guayabillo	6.57	-
	Rhizophora mangle	Mangle Colorado	-	111.32
	Sideroxylon americanum	Caimitillo	6.77	-
	Thrinax radiata	Guano de Costa	25.37	16.77
Suma			**300.00**	**300.00**
Arbustivo	***Bonellia macrocarpa***	**Amole**	56.36	**226.41**
	Deamia testudo	Pitayita Nocturna	-	73.59
	Pithecellobium keyense	**Guamuchil Yucateco**	**162.15**	-
	Psychotria nervosa	Café silvestre	81.49	-
Suma			**300.00**	**300.00**
Herbáceo	*Hymenocallis littoralis*	Azucena de Agua	87.67	-
	Rhynchospora colorata	**Estrella blanca**	**212.33**	-
Suma			**300**	**-**

Vegetación de Dunas Costeras (VU):

En el estrato arbóreo, la especie con el mayor Índice de Valor de Importancia (IVI) fue *Cocos nucifera*, con valores de 207.61 en **SAR** y 256.68 en **AI**. Estos altos valores se deben a que se trata de una especie exótica en el país, con amplia presencia en zonas costeras y alteradas.

En el estrato arbustivo, *Scaevola taccada* registró el IVI más elevado, con 109.17 en **SAR** y 127.78 en **AI**, destacando igualmente por ser una especie exótica, lo que explica su dominancia en los sitios muestreados.

Por último, en el estrato herbáceo, la especie con mayor IVI en **SAR** fue *Hymenocallis littoralis*, con un valor de 87.19, mientras que en **AI** predominó *Cenchrus spinifex*, con un IVI de 77.79. Ambas especies reflejan una alta capacidad de adaptación a ambientes costeros, lo que favorece su representatividad en la comunidad vegetal evaluada.

Tabla IV. 38. Índice de valor de importancia para VU en el SAR y AI.

Estrato	Nombre científico	Nombre común	IVI	
			AI	SAR
Arbóreo	*Casuarina equisetifolia*	Casuarina	12.66	18.30
	Cocos nucifera	**Cocotero**	**256.68**	**207.61**
	Metopium brownei	Chechen Prieto	30.66	20.87
	Thrinax radiata	Guano de Costa	-	53.23

Estrato	Nombre científico	Nombre común	IVI	
			AI	SAR
suma			**300.00**	**300.00**
Arbustivo	*Coccoloba uvifera*	Uvero	18.85	44.67
	Ipomoea pes-caprae	Bejuco de Mar	-	8.57
	Lantana involucrata	Manzanita	38.43	32.63
	Pithecellobium keyense	Guamuchil Yucateco	9.14	8.84
	Scaevola taccada	**Mokal de la India**	**127.78**	**109.17**
	Suriana maritima	Tabaquillo	80.55	66.55
	Tournefortia gnaphalodes	Tabaquillo	25.25	29.57
suma			**300.00**	**300.00**
Herbáceo	*Ambrosia hispida*	Altanisa de mar	36.88	61.20
	Cenchrus spinifex	**Zacate Abrojo**	**77.79**	50.31
	Eustachys petraea	Barbas de Indio	23.75	13.25
	Hymenocallis littoralis	**Azucena de Agua**	53.64	**87.19**
	Phyla nodiflora	Bella Alfombra	59.83	-
	Sesuvium portulacastrum	Verdolaga de Playa	48.11	88.05
suma			**300.00**	**300.00**

IV.2.2.2.7. Fauna.

Existen varios métodos para estudiar la fauna silvestre, los cuales se basan en dos tipos de datos que se obtienen en el campo: datos directos y los datos indirectos.

Los datos directos, se refieren a un contacto activo con el animal (visual o auditivo), mostrando una evidencia de la presencia del individuo en ese lugar y en ese momento (Painter et al., 1999, citado por Hernández et al., 2008).

Los datos indirectos se basan en la conjetura de que todos los animales en especial los grandes vertebrados, dejan evidencias en el medio natural de su presencia y sus actividades tales como: excrementos, huellas, restos de pelo o mudas, nidos o madrigueras, de su actividad alimentaria, alteraciones de la vegetación, senderos, cruces y otros (Aranda, 2000; Painter et al., 1999 en Hernández et al., 2008). Estas señales indican que una determinada especie ha estado en ese lugar, aunque físicamente no esté presente.

Diferentes autores proponen usar ambas metodologías (los datos directos e indirectos), ya que estos cuando se complementan son más eficaces en determinar la presencia de animales en un área a estudiar. Para el estudio de la fauna presente en el predio, se realizó la metodología de evaluación ecológica rápida, adaptada a grupos focales. Es decir, una metodología diferente para cada grupo faunístico tomando en cuenta los diferentes tipos de hábitats, las conductas y formas de vida.

Dada la relevancia que tienen las tortugas en la región, se llevó a cabo una revisión bibliográfica con el fin de recopilar información relevante sobre su situación y conservación.

IV.2.2.2.8. Metodología para la caracterización de la fauna.

i) Trabajo de campo

El trabajo de campo se llevó a cabo mediante el establecimiento de transectos en los que se realizó observación directa e indirecta. El período de muestreo para la fauna se realizó la primera campaña en el año 2022 del 9 al 19 de marzo y la segunda campaña fue del 22 de febrero al 04 de Mazo del 2025. Para las tortugas el período de muestreo y monitoreo se realizó del 25 al 29 de agosto de 2025 durante el período de arribo y anidación a las playas de Quintana Roo (mayo a septiembre), los muestreos de la segunda campaña se realizaron para actualizar los datos de muestreo levantados en el año 2022. De los recorridos realizados, se obtuvieron datos como:

- Coordenadas XY del sitio donde se observó el individuo,
- Información taxonómica como: Clase, Orden, Familia, Género, Especie, Nombre común, estatus de protección según la **NOM-059-SEMARNAT-2010** y la **UICN**,
- Número de individuos registrados
- Forma en que estos fueron registrados, de manera directa o indirecta.

Con la información anterior se conformó la base de datos que se encuentra en el **Anexo IV; Apéndice_IV.5. Memoria de cálculo fauna CUSTF.**

En cada uno de los sitios se aplicó la metodología para buscar, registrar e identificar anfibios, reptiles, aves y mamíferos. Así mismo, en cada punto de conteo y transecto, se ratificó el tipo de vegetación y su ubicación, para lo cual se utilizó un **GPS** (Garmin, 60CSx) que permitió capturar las coordenadas en **UTM**. Se consideraron las características del predio y área sujeta a **CUSTF**, los tipos de vegetación y usos de suelo, buscando en todo momento la representatividad de los ecosistemas existentes y que los resultados obtenidos fuesen representativos.

Ahora bien, para cada uno de los grupos taxonómicos se utilizó un método específico, considerando la biología y etología de cada grupo, a continuación, se describe cada una de ellas.

Anfibios y reptiles

El muestreo se realizó en todos los transectos propuestos dentro del polígono establecido. Se realizó la captura directa de ejemplares, recorriendo los transectos. Para el caso de especies con actividad diurna, la búsqueda se llevó a cabo de 09:00 a 13:00 hrs y de 14:00 a 18:00 hrs, removiendo piedras, troncos de árboles caídos, revisando todos aquellos sitios que pudieran fungir como refugios de ejemplares; para especies con actividad nocturna (anfibios), la colecta se realizó de las 19:00 a las 23:00 hrs (Vite-Silva, et al., 2010).

El manejo de los organismos hallados en campo fue de forma manual para anfibios, lagartijas y serpientes no venenosas, ya que se sostienen de la cabeza y miembros anteriores para no dañar al organismo y poder realizar la identificación; para serpientes venenosas se utilizó un gancho herpetológico inmovilizando la cabeza para su manipulación segura (Casas-Andreu, et al., 1991).

Los ejemplares capturados fueron identificados in situ y se registraron sus datos morfométricos en un formato de campo, junto con los datos de fecha, hora, número de captura, nombre de la especie, tipo de vegetación y de microhábitat donde fue encontrado el individuo, así como la actividad que realizaba en el momento de ser capturados. Antes de ser liberados los individuos y después de su

identificación, se registraron las coordenadas de ubicación con un GPS y el individuo fue fotografiado con una cámara réflex, con la finalidad de poder elaborar un archivo fotográfico de las especies.

Para la identificación de las especies se utilizó la “Recopilación de claves para la determinación de anfibios y reptiles de México” (Flores, et al., 1995), los organismos se identificaron a nivel de especie, para posteriormente ser liberados en el mismo sitio donde se les capturó.

Aves

El muestreo se realizó, en los transectos propuestos. Se realizó un levantamiento fotográfico de las especies de aves diurnas avistadas. Para obtener la información de la valoración de riqueza, abundancia y diversidad se empleó el método de censo en puntos de radio fijo de 25 metros (Hutto, et al., 1986). Este método fue escogido ya que presenta resolución fina para cuantificar la abundancia y diversidad de aves tanto residentes como migratorias. También permite realizar comparaciones entre diferentes hábitats y correlacionar los resultados de la diversidad (Moore, et al., 2005). Además, este método tiene el mayor espectro de observación de aves, tanto en el plano vertical como horizontal (Ugalde-Lezama, et al., 2009).

El método consistió en visitar los transectos en las horas de mayor actividad de las aves (entre las 8:30 a 16:30 h) y realizar observaciones en dirección a cada punto cardinal por cinco minutos, el tiempo de observación total por punto fue de 20 minutos. El registro de los individuos durante el conteo se realizó con una cámara Canon Rebel T3 y un teleobjetivo de 75-300 mm de alta definición.

De forma adicional, durante los traslados entre cada punto, se buscaron rastros, como plumas, con la finalidad de complementar la búsqueda y registro de especies. Las especies observadas y los rastros encontrados fueron identificados con ayuda de las guías de campo de Ber Van Perlo (2006), Howell & Webb (2005) y Scott and McFarland (2010).

Para la elaboración de las listas de especies se siguió el arreglo taxonómico de la American Ornithologists’ Union (AOS, 2023), en cuanto a orden, familia, género y especie, actualizado a la fecha con los suplementos. A cada especie se le asignó el nombre común en español de acuerdo con el Catálogo de autoridad taxonómica de la avifauna de México (Navarro & Gordillo, 2006).

Mamíferos terrestres

Como en el caso de los otros grupos, el muestreo de mamíferos se llevó a cabo en los transectos establecidos. Se aplicaron metodologías para mamíferos terrestres.

Se utilizaron métodos directos e indirectos, tal como se detalla a continuación:

Trampas Sherman de captura viva (para mamíferos pequeños): Se colocó una línea de 10 trampas Sherman por punto de muestreo, separadas 10 metros entre trampa y trampa. Las trampas fueron cebadas con avena en hojuela humedecida con vainilla, ya que este aroma funciona como atrayente y la avena proporciona alimento a los individuos capturados hasta el momento que son liberados para evitar su muerte.

Las trampas Sherman, fueron colocadas al atardecer (entre 5:30 y 7:00 PM) y recogidas en la mañana (de 7:00 a 9:00 AM), a razón de que los mamíferos terrestres tienen rangos de actividad cortos de día, y la mayoría son de hábitos nocturnos y crepusculares.

El método de captura viva con trampas Sherman es no invasivo y permite obtener vivo al organismo para su correcta identificación. Su eficiencia de captura es alta para medir riquezas y abundancia de especies (dos Santos-Filho, et al., 2006).

Los mamíferos capturados fueron extraídos en bolsas de manta para su manipulación e identificación. La identificación taxonómica de los ejemplares colectados se realizó in situ tomando sus medidas somáticas y con ayuda de la clave para la identificación de “Los Mamíferos de México” (Villa & Cervantes, 2003), después de ser identificadas las especies, los ejemplares fueron fotografiados y liberados.

Cámaras-trampa (Fototrampeo): se colocaron dos cámaras-trampa al atardecer en el AP. Se colocaron a una altura de 60 cm del nivel del suelo en árboles, para lo cual, el área de proyección fue limpiada, con el fin de evitar que el movimiento de las herbáceas, ramas u hojas pudieran activar los sensores de movimiento. Además, el objetivo fue orientado en dirección sur, para poder evitar que la salida o puesta del sol llegue a activar el sensor foto-sensible. Frente a cada cámara se colocó a una distancia de 10 m del lente, un cebo de doble propósito, el cual consistió en avena de hojuela remojada en vainilla para atraer mamíferos omnívoros o herbívoros y sardina para los mamíferos carnívoros u omnívoros.

Cada cámara-trampa, antes de ser colocada, fue configurada para que por cada evento de movimiento o calor detectado tomará una fotografía a intervalos de 10 segundos, al igual que registrara en cada toma la fecha, hora y temperatura. Las trampas se recogieron en la mañana para extraer la información.

El uso de cámaras-trampa para el estudio de mamíferos grandes y medianos es una herramienta confiable y no invasiva (Monroy-Vilchis, et al., 2011), ya que proveen ciertas ventajas en comparación con otros métodos, como el trampeo directo, debido a que se pueden estudiar especies con bajas densidades y difíciles de capturar (Heilbrun, et al., 2006). Además de la abundancia, este método también da estimados más precisos de la riqueza, diversidad, variación espacio temporal y patrones de actividad de las especies. Otra ventaja está dada por la identificación exacta de la mayoría de los organismos (Karanth, et al., 2004), aunado a que es posible obtener registros de especies con la mínima perturbación al no capturar a los organismos y los muestreos pueden cubrir extensas áreas con un minino esfuerzo personal (Botello, et al., 2007). Las imágenes que se obtuvieron fueron identificadas mediante la comparación con fotos de la Colección de Foto Colectas Biológicas del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México.

Identificación de rastros y huellas: Se recorrieron los transectos con la finalidad de detectar huellas, excretas y otros rastros (esqueletos, desecho de la alimentación de mamíferos) para la identificación indirecta de individuos durante un lapso de 6 horas por día por transecto. Esta técnica permite detectar y determinar la presencia de algunas especies, así como inferir el uso del hábitat y alimentación (Aranda, 2012; Painter, et al., 1999). Las huellas y excretas registradas se identificaron con la ayuda de las guías: “Manual para el rastreo de mamíferos silvestres de México” (Aranda, 2012) y “Mammals Tracks and Sign” (Elbroch, 2003). Los indicios localizados fueron georrefenciados y fotografiados.

Una vez que se registraron e identificaron las especies de mamíferos, se elaboraron los listados de especies de acuerdo con la nomenclatura taxonómica, siguiendo el arreglo de “Mammals species of

the world" (Wilson & Reeder, 2005), en cuanto a orden, familia, género y especie; así mismo, se asignó el nombre común de acuerdo con **CONABIO**.

Tortugas marinas

Revisión bibliográfica

Con el objetivo de presentar información disponible acerca de la diversidad presente, donde se considere a las especies presentes en las diferentes temporadas del año, se realizó una revisión bibliográfica de fauna con distribución potencial en la zona en la que se ubican el **SAR, AI** y **AP (Municipio de Solidaridad)**, para lo cual se consultaron registros de la base de datos de la plataforma del Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad de México (SNIB)[8] de **CONABIO**; estas bases de datos incluyen información a nivel nacional e internacional, concentra todos los registros provenientes de colecciones científicas y cuenta con registros georreferenciados. Se han integrado al SNIB, hasta diciembre del 2024, los resultados dieron origen a 281especies de las clases, aves, *malacostraca*, *mammalia* y *reptilia*.

En este contexto, se realizó un proceso de depuración de los registros biológicos, excluyendo aquellos anteriores al año 2020 con el fin de garantizar la actualidad y relevancia de los datos reportados. De igual forma, fueron descartados los registros no validados, correspondientes a taxones extintos, sin coordenadas geográficas o sin identificación taxonómica. Los registros seleccionados comprenden el periodo 2020–2024 y se circunscriben al municipio de Solidaridad, abarcando en su totalidad las áreas correspondientes al **SAR, AI y AP**, en reconocimiento de la movilidad inherente de la fauna silvestre y la necesidad de reflejar su distribución actual con base en información reciente. **Anexo IV; Apéndice IV.4. Listado Potencial de Fauna.** Dicho listado fue empleado como referencia para anticipar la posible presencia de especies durante el trabajo de campo y corroborar su detección en sitio.

Consulta Bibliográfica de las tortugas y su anidación en Quintana Roo.

Temporada de anidación

La temporada oficial de anidación en el estado inicia generalmente a finales de abril o principios de mayo y se extiende hasta octubre o noviembre. Durante este periodo, las hembras adultas regresan a sus playas de origen para realizar la puesta de huevos, manifestando un comportamiento de filopatría. Cada hembra puede realizar entre 2 y 6 nidadas por temporada, con intervalos de 12 a 14 días entre cada evento. Cada nido contiene entre 70 y 150 huevos, dependiendo de la especie y del estado fisiológico de la hembra.

Datos de monitoreo

Durante la temporada 2023, se reportaron más de **62,000 nidos** en diversas playas del estado, con una predominancia de la tortuga verde (*Chelonia mydas*), seguida por la tortuga caguama y la carey. En 2024, las cifras preliminares indican la existencia de más de **37,500 nidos**, destacando nuevamente la presencia mayoritaria de la tortuga verde y el registro de cinco nidos de tortuga laúd.

[8] https://www.snib.mx/

El monitoreo se realiza mediante campamentos tortugueros establecidos por instituciones como **SEMA, CONANP, PROFEPA**, y organizaciones civiles. Estos campamentos implementan patrullajes nocturnos, instalación de corrales de protección, reubicación de nidos en riesgo, marcaje de hembras, liberación controlada de neonatos y educación ambiental a residentes y turistas.

Amenazas y consideraciones ambientales

Quintana Roo forma parte del **Sistema Arrecifal Mesoamericano**, un corredor coralino vital. Las tortugas marinas desempeñan funciones claves: control de medusas, mantenimiento de praderas marinas y modelos clave en conectividad entre áreas protegidas

A pesar de los avances en materia de protección, las tortugas marinas enfrentan amenazas significativas:

- Contaminación lumínica costera, que afecta la orientación de crías al emerger del nido.
- Erosión de playas, producto del cambio climático y la urbanización sin planificación ecológica.
- Tránsito peatonal y vehicular nocturno, que interfiere con los procesos de anidación.
- Presencia de fauna feral y mascotas, responsables de la depredación de nidos y crías.
- Basura plástica y residuos sólidos, que degradan el hábitat costero y afectan a los neonatos.

Estas amenazas requieren atención inmediata mediante políticas públicas, ordenamiento ecológico territorial, regulación del alumbrado público y sensibilización comunitaria.

Importancia ecológica.

Las tortugas marinas desempeñan funciones ecológicas clave en el equilibrio de los ecosistemas marinos. La tortuga verde, por ejemplo, mantiene en balance las praderas marinas; mientras que la tortuga carey participa en la regulación de las poblaciones de esponjas en arrecifes coralinos. Por su parte, la caguama contribuye a la estructura trófica mediante el control de invertebrados bentónicos.

El litoral de Quintana Roo forma parte del **Sistema Arrecifal Mesoamericano**, considerado el segundo más grande del mundo. Su conservación representa no sólo un imperativo ecológico, sino también un compromiso institucional y comunitario.

Especies de tortugas marinas registradas en playas de anidación en Quintana Roo.

Especie: Eretmochelys imbricata

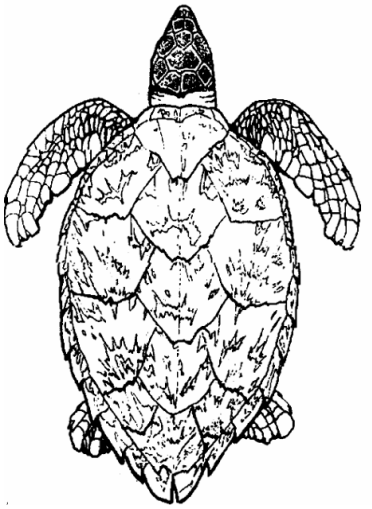
Nombre común: tortuga carey

Taxonomía: La carey fue inicialmente descrita como Testudo imbricata por Linnaeus (1766) y finalmente reubicada en el género Eretmochelys por Fitzinger (1843). Hasta recientemente se reconocían dos subespecies de imbricata; imbricata imbricata abarcando las poblaciones en el Océano Atlántico y la otra, i. bissa para las de los Océanos Indico y Pacífico. En el presente no se consideran válidas estas categorías subespecíficas (Márquez, 1990; ver tabla II). Descripción El carapacho contiene 4 pares de escudos laterales caracteristicamente imbricados, de color café obscuro y manchas amarillas y rojizas en forma irradiada. Las escamas que cubren estos escudos son de material córneo, muy apreciado y con un alto valor en el mercado. En la parte ventral, el plastrón contiene 4 pares de escudos inframarginales, de color amarillo pálido con manchas cafés.

La mandíbula superior termina en un pronunciado pico que es característico de especie.

En promedio, los adultos tienen una longitud curva del carapacho de unos 87 cm y pesan aproximadamente 80 kg

Figura IV. 62 Especie *Eretmochelys imbricata*



Características biológicas:

La tortuga carey (*Eretmochelys imbricata*) presenta un ciclo de vida complejo que abarca diversos hábitats marinos según su etapa de desarrollo. Las crías, al emerger del nido, migran hacia zonas pelágicas donde se refugian en agregaciones de detritus marinos flotantes ubicadas en áreas de convergencia oceánica. Durante esta etapa, se alimentan principalmente de organismos planctónicos y pequeños invertebrados. Una vez que alcanzan entre 20 y 25 cm de longitud de carapacho, los juveniles regresan al ambiente costero, donde adoptan una dieta especializada compuesta mayormente por esponjas marinas (Porifera), aunque también pueden consumir anémonas, tunicados y otros invertebrados bentónicos. Esta dieta los hace especialmente dependientes de hábitats coralinos y arrecifales.

Los individuos inmaduros y subadultos tienden a establecerse en zonas de alimentación específicas, aunque pueden realizar desplazamientos ontogénicos conforme crecen, pasando por distintos tipos de hábitats como pastos marinos, arrecifes y costas rocosas.

Las hembras adultas realizan migraciones reproductivas entre sus áreas de alimentación y playas de anidación.

Estas migraciones pueden abarcar cientos o incluso miles de kilómetros. El apareamiento ocurre generalmente en zonas costeras próximas a las playas de anidación, o a lo largo de la ruta migratoria, previo al inicio de la temporada reproductiva.

La anidación es predominantemente nocturna, aunque en raras ocasiones se han documentado eventos diurnos. Las hembras suelen anidar en playas de baja y alta energía, a menudo compartidas con otras especies, como la tortuga blanca (*Chelonia mydas*). Gracias a su tamaño corporal relativamente pequeño y a su agilidad, la tortuga carey es capaz de acceder a sectores de playa

difíciles para otras especies, prefiriendo depositar sus nidos bajo vegetación costera, lo que proporciona sombra y regulación térmica al nido.

Durante una temporada de anidación, una hembra puede anidar en promedio 4 a 5 veces, con intervalos de aproximadamente 14 días entre eventos (Van Dam & Sarti, 1990). La filopatría a las playas de nacimiento es una característica marcada en esta especie, con ciclos de remigración reproductiva cada 2 a 3 años.

Cada nido contiene entre 100 y 220 huevos, los cuales son de color blanco con un ligero tono rosado, y tienen un diámetro promedio de 3.5 a 4 cm, siendo ligeramente más pequeños que los de otras especies de tortugas marinas.

Status de conservación:

La tortuga carey se encuentra clasificada **En Peligro Crítico (CR)** en la Lista Roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza **(UICN)**. Además, está incluida en el **Apéndice I de la CITES**, que prohíbe su comercio internacional, y figura como especie en **Peligro de Extinción** tanto en la Ley de Especies en Peligro de los Estados Unidos **(ESA)** como en la Norma Oficial Mexican**a NOM-059-SEMARNAT-2010**.

Distribución de sus áreas y temporada de anidación en México:

En el Golfo de México y el Mar Caribe, los adultos y juveniles de tortuga carey se distribuyen principalmente en zonas arrecifales, islas, cayos y costas rocosas, desde Veracruz hasta Quintana Roo. Las principales playas de anidación se encuentran en Campeche, Yucatán y Quintana Roo, donde se ubican algunas de las colonias reproductoras más importantes a nivel global, particularmente en áreas como Bahía de la Ascensión, Punta Xen, Isla Contoy y Xcalak. La temporada de anidación en el Caribe mexicano ocurre entre los meses de abril y septiembre, con mayor intensidad entre junio y agosto.

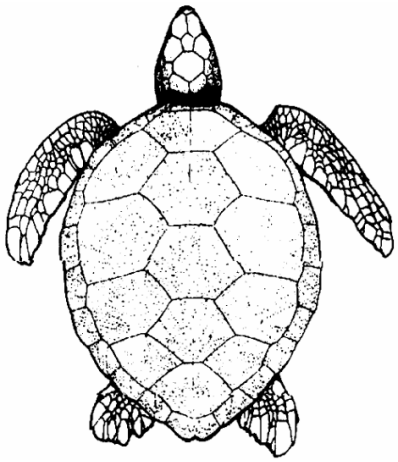
En el Pacífico mexicano, la especie también se distribuye a lo largo del litoral desde Baja California Sur hasta Oaxaca, con registros de anidación en islas oceánicas como Socorro, Clarión y las Islas Marías, así como en algunas playas aisladas de Nayarit, Jalisco y Michoacán. En esta región, la temporada de anidación se presenta entre los meses de julio y octubre.

Especie: *Chelonia mydas*

Nombre común: tortuga blanca

Taxonomía: Fue descrita por Linnaeus en 1758 como Testudo mydas, Schwigger fue el primero que aplico el nombre binomial que se utiliza actualmente (ver tabla II) Descripción La tortuga blanca es las mas grande de las tortugas marinas de la familia Chelonidae. El largo de su carapacho alcanza 100-125 cm de longitud y un peso de hasta 150-230 kg. Posee cuatro pares de escudos laterales. Las crías pesan aproximadamente 25 g y el carapacho mide alrededor de 50 mm de longitud, la superficie dorsal es negra y la ventral blanca. El plastrón de esta tortuga permanece de color amarillento durante toda su vida, pero el carapacho cambia del color negro a una variedad de grises, verdes, cafés y negros distribuidos en patrones irregulares o en forma irradiada.

Figura IV. 63 Especie *Chelonia mydas*



Características biológicas:

La tortuga blanca, también conocida como tortuga verde (*Chelonia mydas*), presenta un ciclo de vida complejo que involucra fases pelágicas y bentónicas. Durante los primeros años de vida, en su fase pelágica, se presume que las crías tienen una dieta omnívora, alimentándose de pequeños invertebrados y restos vegetales suspendidos en el agua. Sin embargo, al alcanzar la fase bentónica, los juveniles y adultos muestran una dieta principalmente herbívora, compuesta por pastos marinos y algas, lo cual es poco común entre las tortugas marinas.

Aunque no se dispone de datos precisos sobre las tasas de crecimiento en la etapa pelágica en ambientes naturales, estudios en zonas de alimentación bentónica han permitido estimar que la madurez sexual se alcanza entre los 20 y 50 años de edad, dependiendo de factores como la disponibilidad de alimento, temperatura del agua y región geográfica.

Las hembras adultas depositan entre 1 y 6 nidadas por temporada, con un promedio de 2 a 3 nidadas, separadas por intervalos de 12 a 14 días. Cada nido contiene, en promedio, entre 110 y 115 huevos, aunque esta cifra puede variar según la población. El ciclo reproductivo presenta remigraciones a sus playas de origen cada 2 a 4 años, aunque algunos individuos pueden tardar más.

El apareamiento ocurre comúnmente en aguas cercanas a las playas de anidación. Existen registros que indican que los machos pueden migrar anualmente a las zonas de reproducción, mientras que las hembras lo hacen de forma más espaciada debido a los altos requerimientos energéticos del proceso reproductivo.

Estatus de conservación:

La tortuga blanca está clasificada como **En Peligro de Extinción** por varios instrumentos legales y organismos internacionales, entre ellos: Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza **(UICN)**: *En Peligro* (EN), **Apéndice I del** Convenio sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas **(CITES)**: prohibido el comercio internacional de ejemplares vivos o partes y en la Norma Oficial Mexicana **NOM-059-SEMARNAT-2010**: *En Peligro de Extinción (P)*

Distribución y temporada de anidación en México:

La anidación de la tortuga blanca en México ocurre exclusivamente en el litoral del Golfo de México y el Mar Caribe, con registros desde las costas de Tamaulipas hasta Quintana Roo. Las playas más relevantes para la reproducción se localizan en los estados de Veracruz, Campeche, Yucatán y Quintana Roo, destacando sitios como Xcacel-Xcacelito, Playa del Carmen, Akumal y Tulum.

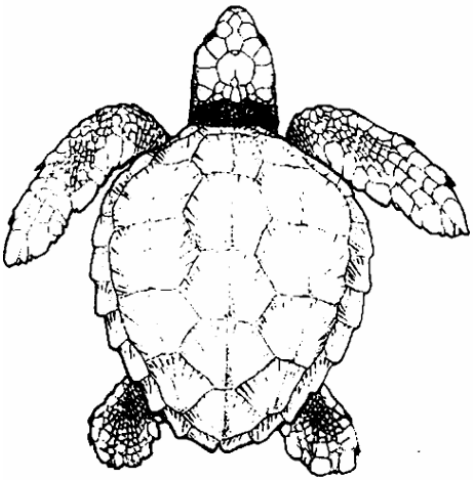
La temporada de anidación se extiende de mayo a octubre, con mayor actividad entre junio y agosto, dependiendo de las condiciones climáticas y del comportamiento migratorio de las hembras.

Especie: *Caretta caretta*

Nombre común: caguama o caballera

Taxonomía: La caguama fue descrita originalmente por Linnaeus (1758) como Testudo caretta. Hoy en día existe consenso de que Caretta caretta es el nombre válido. La designación a nivel subespecífico, gigas, de las poblaciones este género del Atlántico por Deraniyagala (1939) ha sido invalidada (Márquez, 1990; ver tabla II). Descripción El carapacho de adultos y subadultos es de color café-rojizo con manchas claras. Las escamas que cubren el carapacho son gruesas, córneas pero no imbricadas. Tiene 5 pares de escudos laterales. El largo recto el carapacho de hembras maduras de esta especie es de 81 105 cm, con peso corporal de unos 113 kg.

Figura IV. 64 Especie *Caretta caretta.*



Características biológicas:

La tortuga caguama, también conocida como *Caretta caretta*, es una especie marina con un ciclo de vida complejo que involucra distintas fases ecológicas, desde ambientes pelágicos hasta costeros y estuarinos.

Al eclosionar, las crías migran rápidamente hacia zonas oceánicas abiertas, donde permanecen durante sus primeros años de vida. Durante esta fase pelágica, se desarrollan en hábitats flotantes asociados con algas del género *Sargassum* y líneas de detrito formadas por corrientes oceánicas convergentes. En estos hábitats, los neonatos se alimentan de macroplancton, celenterados, moluscos y pequeños cefalópodos.

Una vez que alcanzan tallas de aproximadamente 40 a 50 cm de longitud recta de caparazón, los juveniles abandonan el ambiente pelágico y migran hacia aguas costeras y estuarinas, dando inicio a su fase subadulta. En esta etapa, se alimentan principalmente de invertebrados bentónicos como moluscos (gasterópodos y bivalvos), crustáceos decápodos y otros organismos marinos de fondo.

En algunos sitios de alimentación, los subadultos y adultos comparten zonas de forrajeo, aunque también existen áreas donde estas etapas de vida están espacialmente separadas. A pesar de su amplia distribución, se sabe poco sobre las migraciones específicas entre hábitats o sobre la duración de estancia en cada uno.

El crecimiento de esta especie en estado silvestre ha sido difícil de documentar. Sin embargo, con base en modelos de crecimiento y escasos datos de campo, se ha estimado que la edad de madurez sexual oscila entre los 12 y 35 años (Frazer & Ehrhart, 1985), dependiendo de factores ambientales y geográficos.

El apareamiento de la especie ocurre entre los meses de marzo y junio, en aguas próximas a las playas de anidación. Se presume que los machos acompañan a las hembras desde las zonas de alimentación hasta las áreas de reproducción, y posteriormente regresan a sus hábitats originales. Las hembras permanecen solas durante la temporada de anidación, la cual puede extenderse durante todo el verano.

Se ha documentado que una hembra puede realizar varias nidadas en una sola temporada, con intervalos de aproximadamente 14 días. En cada anidación, deposita entre 100 y 126 huevos, con un diámetro promedio de 4.0 a 4.5 cm. Las hembras generalmente copulan una sola vez antes de la temporada y almacenan el esperma para fecundar múltiples nidadas.

Estatus de conservación:

La tortuga caguama está clasificada bajo diferentes categorías de riesgo a nivel nacional e internacional: Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza **(UICN)**: *Vulnerable (VU)* (aunque algunas poblaciones pueden estar en categorías más críticas). **Apéndice I del CITES**: comercio internacional estrictamente prohibido. Norma Oficial Mexicana **NOM-059-SEMARNAT-2010**: *En Peligro de Extinción (P)*.

Distribución y temporada de anidación en México:

En México, la tortuga caguama anida exclusivamente en el litoral del Golfo de México y del Caribe, con registros que abarcan desde Rancho Nuevo, Tamaulipas, hasta las costas de Quintana Roo. Aunque no se considera tan abundante como otras especies en estas regiones, existen poblaciones reproductivas importantes en algunas playas del Caribe mexicano.

La temporada de anidación se extiende generalmente de mayo a septiembre, alcanzando su punto máximo entre junio y julio, dependiendo de las condiciones locales.

Principales playas de anidación de tortugas en Quintana Roo.

Este estudio tiene un enfoque documental retrospectivo, abarcando el periodo 2017–2025. Se basa en fuentes secundarias (institucionales, académicas y mediáticas) para caracterizar la actividad de anidación de tortugas marinas en Quintana Roo. La tabla asociada ofrece una visión clara del esfuerzo de monitoreo y conservación en las principales playas de anidación en Quintana Roo

durante los últimos ocho años. Si requieres gráficos, mapas interactivos o un formato Word para integrarlos en tu reporte técnico, dime y con gusto los preparo.

Tabla IV. 39. Principales playas de anidación (Quintana Roo, 2017–2025).

Playa / Localidad	Municipio / Isla	Años destacados	Especies principales
Punta Brava – Puerto Morelos	Puerto Morelos	2017	Blanca, caguama, carey
Riviera Maya (Tulum, Solidaridad)	Solidaridad, Tulum	2023–2024	Blanca, caguama, carey, laúd
Akumal – Riviera Maya	Solidaridad	Hasta 2018	Caguama
Cancún (corrales hoteleros)	Benito Juárez (Cancún)	2025	Blanca, caguama
Cozumel – Punta Sur (FPMC)	Isla de Cozumel	2025	Blanca, caguama
Isla Mujeres y Isla Contoy	Isla Mujeres – ANP	2025	Carey, blanca, caguama
Riviera Maya (Riviera consultants)	Riviera Maya (varios)	2023	Blanca, caguama
Quintana Roo general (varias)	Estado completo	Medios 2025	Verde-blanca

Se presenta un mapa ilustrativo de zonas de anidación de tortugas marinas en Quintana Roo, y visualizaciones útiles sobre su conectividad ecológica.

Figura IV. 65 Zonas de anidación de tortugas marinas en Quintana Roo.

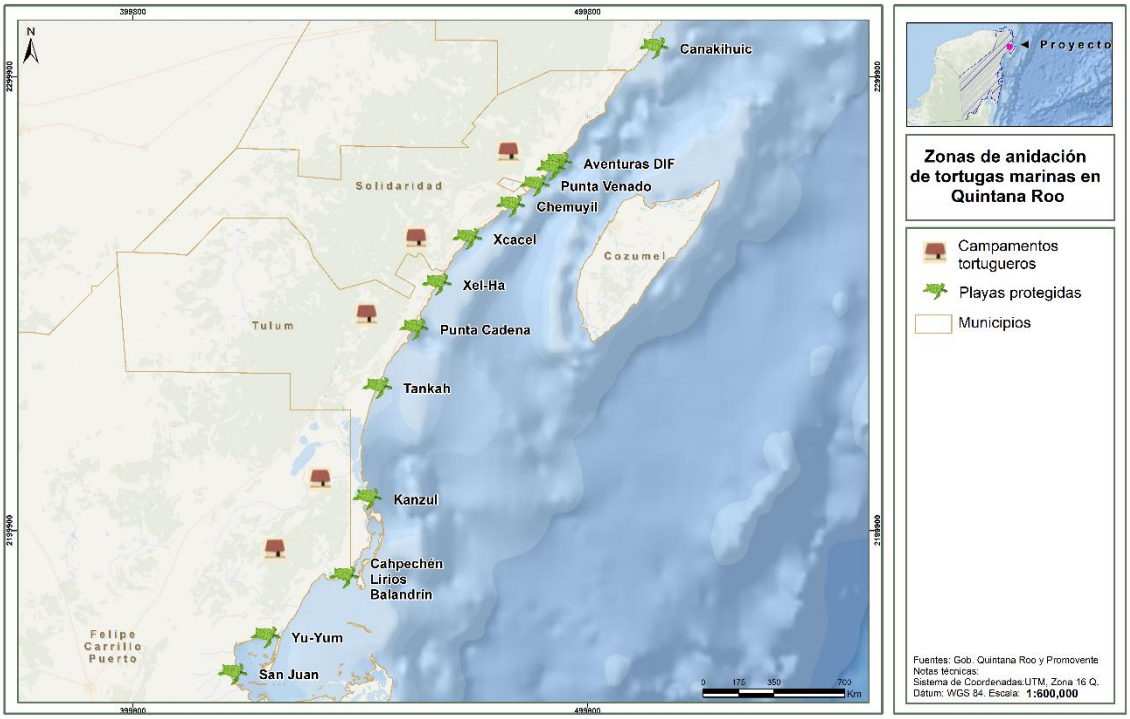
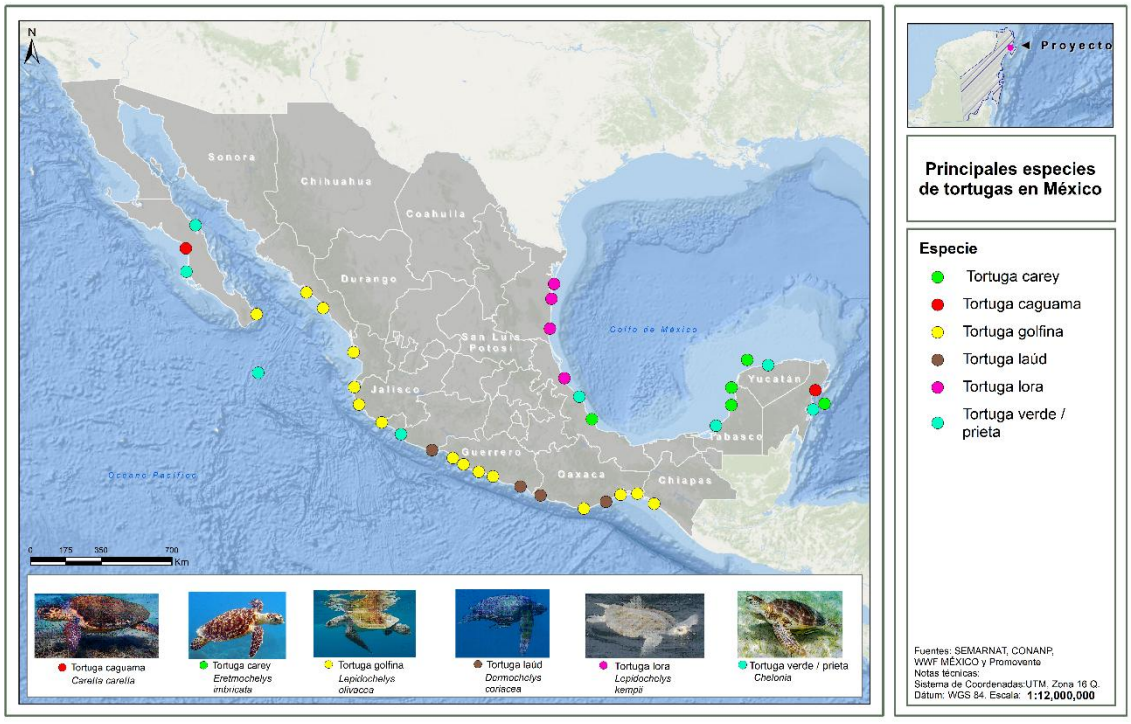


Figura IV. 66 Principales especies de tortugas en México.



Metodología de monitoreo y muestreo de sitios de anidación de torrtugas marinas.

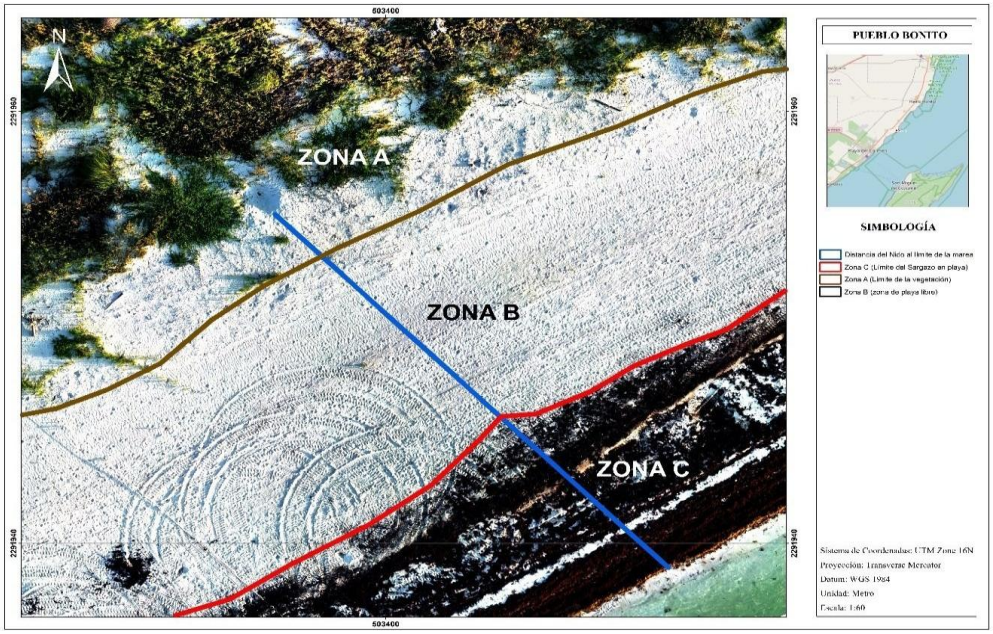
Las actividades de monitoreo y muestreo estan enfocadas a la fase terrestre del ciclo de vida de las tortugas, por lo cual este se desarrolló durante la época de anidación. El área de estudio se delimitó tomando en cuenta las playas aledañas a la ubicación donde se pretende implementar el proyecto, abarcando un total de 2 kilómetros de playa (Figura 67).

Figura IV. 67. Delimitación del área de estudio



Se zonifico la totalidad de la playa para obtener la superficie de anidación, además se midió la distancia entre el inicio de vegetación a la línea de marea alta (Zona A), en los casos donde se presentaron cortes de playa por erosión en donde las tortugas no puedan subir, esta distancia se mide del borde del corte hasta la línea de marea alta; la distancia entre el límite de la vegetación y el límite del sargazo se consideró como playa libre (Zona B), por último se midió la distancia de la acumulación de sargazo en la playa (zona C) (Figura 68).

Figura IV. 68. Registros y zonificación de la playa de anidación por tortuga marina.



Una vez delimitada el área de estudio se procedió a la vigilancia de las playas, con el objetivo de registrar anidamientos. Entre las 20:00 h y las 04:00 h de cada día se realizarán patrullajes nocturnos en donde se contaron cada uno de los nidos presentes en la playa. En la hoja campo se anota el sector de la playa en donde se observó y la especie correspondiente, los nidos registrados y contabilizados se marcaron sobre la arena, con el fin de evitar un conteo doble. En los días en que no se pudo realizar el patrullaje nocturno, por cuestiones climatológicas, se realizó un censo matinal, entre las 5:00 h y 9:00 h del día siguiente, en donde se llevó a cabo de igual manera un monitoreo de verificación de la cantidad de nidos que pudieran haberse presentado la noche anterior.

ii) Análisis de datos del trabajo de campo

Con los datos obtenidos en campo de los recorridos de transectos en puntos se calcularon los parámetros de la comunidad faunística que a continuación se describen, utilizando las siguientes fórmulas:

Riqueza de especies. Medida únicamente como el número de especies en el sitio y se define con la letra S.

Índice de Shannon. Mide el grado promedio de entropía o incertidumbre en predecir a que especie pertenecerá un individuo escogido al azar de una muestra, de manera que para la interpretación biológica del índice se dice que, a mayor incertidumbre, mayor diversidad biológica y a valores menores de incertidumbre, la diversidad es menor, aunque es uno de los índices más usados es muy sensible al tamaño de muestra (Marrugan, 2004; Moreno, Barragán, Pineda, & Pavón, 2011).

$$H' = -\sum pi * \ln(pi)$$

Dónde:

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

Ln = Logaritmo natural de la abundancia proporcional p_i

Índice de Simpson. Este índice mide la probabilidad de seleccionar aleatoriamente dos organismos que pertenezcan a la misma especie (Magurran, 2004).

$$\lambda = \sum pi^2$$

Dónde:

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

Exponencial de Shannon. Para una conversión sencilla de este índice en números efectivos, se convierte fácilmente al expresar el valor obtenido por el índice tradicional de Shannon utilizando logaritmo natural en el exponencial (exp) (Jost, 2006; Moreno *et al*., 2011) y todas las especies son incluidas considerando su abundancia proporcional (^1D)

$^1D=exp\ (H')$

El inverso de Simpson. Para una conversión sencilla de este índice en números efectivos, se convierte al expresar el valor obtenido en el índice de Simpson, en su inverso. Es un índice que considera o es más sensible a las especies comunes (^2D):

^2D =1-Lambda o $^2D=1-\lambda$

Para utilizar el número efectivo de especies, se añade la magnitud de cambio en la diversidad al momento de comparar las secciones de estudio, esta magnitud de cambio se realiza siguiendo la propuesta de Moreno *et al*., (2011) donde, además de comparar estadísticamente la diversidad por medio de intervalos de confianza se compara directamente qué tan diferente es la diversidad entre comunidades de la siguiente manera: si una comunidad A tiene una diversidad D_A mayor que la diversidad D_B de la comunidad B, entonces la comunidad A tendrá D_A/D_B veces más diversidad que la comunidad B. Otra manera de expresar la diferencia en la magnitud de la diversidad es a través de una proporción, si la comunidad A tiene una diversidad D_A mayor que la diversidad D_B de la comunidad B, entonces la comunidad B tendrá solamente un porcentaje (DB × 100) /DA de la diversidad que tiene la comunidad A.

iii) Curvas de acumulación de especies

Para evaluar la eficiencia del muestreo, así como estimar la riqueza de especies presentes en el AP, el AI y el SAR, fue efectuada una función exponencial de acumulación de especies con el programa EstimateS ver. 9.1.0 (Colwell, 2016). Esta función utiliza varios estimadores no paramétricos; dos se basaron en la Abundancia (ACE y Chao 1) y cinco se basan en Ausencia-Presencia (ICE, Jack 1, Jack 2, Bootstrap y Chao 2). Para el caso del presente estudio, únicamente se utilizaron los estimadores Chao 1 y Bootstrap, los cuales se describen a continuación.

Chao 1

Se ha llamado Chao1 al estimador de Chao basado en la abundancia. Esto quiere decir que los datos que requiere se refieren a la abundancia de individuos que pertenecen a una determinada

clase en una muestra. Una muestra es cualquier lista de especies en un sitio, localidad, cuadrante, país, unidad de tiempo, trampa, etcétera.

Como sabemos, hay muchas especies que solo están representadas por pocos individuos en una muestra (especies raras), comparadas con las especies comunes, que pueden estar representadas por numerosos individuos. El estimador de Chao1 se basa en la presencia de las primeras. Es decir, requerimos saber cuántas especies están representadas por sólo un individuo en la muestra (*singletons*), y cuántas especies están representadas por exactamente dos individuos (*doubletons*):

$$Sest = S_{obs} + \frac{F2}{2G}$$

Donde:

S es el número de clases (en este caso, número de especies) que deseamos conocer, S obs es el número de especies observado en una muestra, F es el número de *singletons* y G es el número de *doubletons*.

En EstimateS se ha integrado además una fórmula corregida para este modelo, la cual se aplica cuando el número de *doubletons* es cero:

$$S_{est} = S_{obs} + \left[\left(\frac{F2}{2G+1}\right) - \left(\frac{FG}{2(G+1)}\right)^2\right]$$

Bootstrap

La principal utilidad del empleo del Bootstrap es reducir el sesgo dentro de análisis o, en otras palabras, aproximar la varianza gracias a la realización de remuestreos aleatorios de la muestra inicial y no de la población. De este modo, se hace más sencillo la construcción de modelos estadísticos mediante la creación de intervalos de confianza y contrastes de hipótesis.

Aunque pueda parecer una práctica muy compleja a priori, el procedimiento en que se basa el bootstrapping es simplemente la creación de un gran número de muestras reposicionando los datos tomando como referencia una muestra poblacional inicial.

Un aspecto considerado positivo del remuestreo mediante Bootstrap es que ha simplificado los métodos estadísticos, en el sentido de que ha sustituido la construcción de modelos matemáticos clásicos y de gran complejidad por el cálculo mediante software específicos, lo que ha mejorado su aplicabilidad o acceso a otros campos o estudios.

Siguiendo esa línea, se considera habitualmente que este mecanismo es mucho más abierto o accesible en comparación con los modelos y supuestos clásicos, lo que le convierte en una herramienta útil para gran número de problemas matemáticos.

Esquema de Bootstrap:

- Supongamos que se observa una muestra aleatoria simple x1,x2,…,xn que se denota como el vector x en el que se calcula un estadístico dado s(x)
- Por ejemplo, x es un grupo de datos observados y s(x) es la mediana muestral.
- Para hacer Bootstrap, se define una muestra Bootstrap x∗= (x∗1, x∗2, …, x∗n) que se obtiene muestreando n veces con reemplazamiento entre los datos originales x1, x2, …,xn
- Por ejemplo si n=7 una posible muestra Bootstrap podría ser x∗= (x5, x4, x7, x2, x4,x1,x5)

Algoritmo del Bootstrap:

- El algoritmo empieza generando un número elevado de muestras Bootstrap x∗1,x∗2,…,x∗B cada una de tamaño n
- Los valores típicos de B para calcular los errores estándar suelen estar en un rango entre 500 y 1000.
- Para cada muestra Bootstrap b=1, 2, B se calcula el estadístico s(x∗b)
- Por ejemplo, si el estadístico s es la mediana, se calcula la mediana para cada muestra Bootstrap.

El estimador Bootstrap del error estándar es la desviación estándar de las B muestras Bootstrap

$$\widehat{se}_{Boot} = \sqrt{\frac{1}{B-1}\sum_{b=1}^{B}(s(\mathbf{x}^{*b}) - s(\cdot))^2}$$

$$s(\cdot) = \frac{1}{B}\sum_{b=1}^{B} s(\mathbf{x}^{*b})$$

IV.2.2.2.9. Resultados de la caracterización de la fauna.

i) Resultados del trabajo de campo para la caracterización de fauna.

Como resultado del método de muestreo, se hicieron 15 transectos en línea recta, de aproximadamente 250 m lineales, en estos se realizó búsqueda directa e indirecta de individuos. Las coordenadas de los transectos se presentan en la siguiente tabla.

Tabla IV. 40. Coordenadas que conforma el transecto para caracterización de fauna.

Zona	Nombre	Vértice	X	Y
AP	Transecto01	Inicio	503142	2292162
AP	Transecto01	Fin	503266	2291980
AP	Transecto02	Inicio	503242	2292230
AP	Transecto02	Fin	503347	2292037
AP	Transecto03	Inicio	503305	2292230
AP	Transecto03	Fin	503514	2292159
AP	Transecto04	Inicio	503396	2291996
AP	Transecto04	Fin	503587	2292104
AP	Transecto05	Inicio	502951	2292344
AP	Transecto05	Fin	503153	2292256
AI	Transecto06	Inicio	503607	2292550
AI	Transecto06	Fin	503638	2292331
AI	Transecto07	Inicio	503285	2292503
AI	Transecto07	Fin	503175	2292693
AI	Transecto08	Inicio	502903	2292859
AI	Transecto08	Fin	502876	2292642

Zona	Nombre	Vértice	X	Y
AI	Transecto09	Inicio	502869	2292128
AI	Transecto09	Fin	502808	2291917
AI	Transecto10	Inicio	503143	2292416
AI	Transecto10	Fin	503097	2292631
SAR	Transecto11	Inicio	502777	2291680
SAR	Transecto11	Fin	502633	2291846
SAR	Transecto12	Inicio	502843	2292922
SAR	Transecto12	Fin	502842	2293142
SAR	Transecto13	Inicio	502386	2293836
SAR	Transecto13	Fin	502233	2293994
SAR	Transecto14	Inicio	502526	2293993
SAR	Transecto14	Fin	502644	2294178
SAR	Transecto15	Inicio	503594	2293789
SAR	Transecto15	Fin	503441	2293947

Ahora bien, como representación gráfica de la metodología empleada, en el siguiente mapa se presenta la ubicación geográfica de los Transectos recorridos.

Figura IV. 69. Representación gráfica de la ubicación de los transectos dentro del SAR, AI y AP.

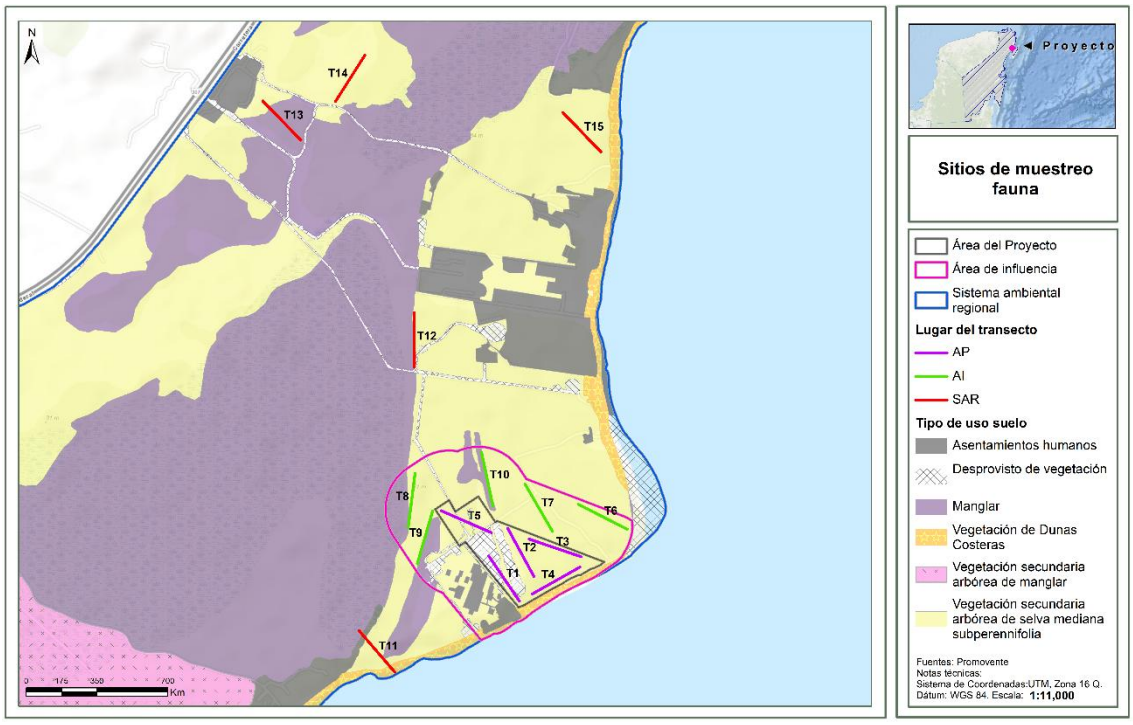
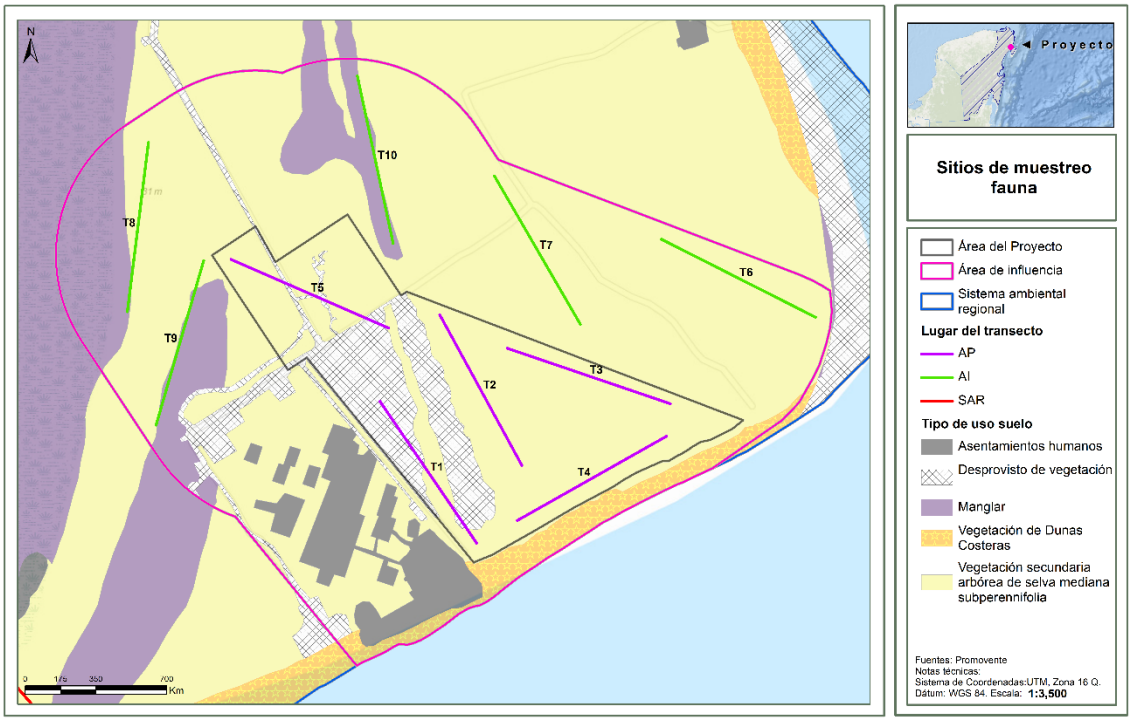


Figura IV. 70. Representación gráfica de la ubicación de los transectos AI y AP.



En el **Anexo IV, Apéndice IV.6. Memoria fotográfica flora y fauna,** se presentan imágenes de los individuos de fauna registrados durante el muestreo.

ii) Análisis de diversidad.

A) Riqueza

Del total de especies registradas, dentro del **SAR** se registraron 42 especies, el **AI** 40 especies y en el **AP** 36 especies. A continuación, se presenta el listado de especies reportadas para el **SAR**, **AI** y **AP**.

Tabla IV. 41. Número de especies registrado por grupo faunístico y área muestreada.

	Proyecto	AI	SAR
Total	**36**	**40**	**43**
Herpetofauna	2	3	3
Mamíferos	2	4	7
Aves	32	32	32
Tortugas marinas	0	1	1

El trabajo de campo arrojó como resultado un total de 70 especies de fauna, distribuidas en 3 grupos faunísticos, 21 órdenes, 39 familias y 63 géneros, teniendo que el grupo de las aves presento el mayor número de especies con 56 registros y finalmente el grupo de los mamíferos con 8 especies.

Tabla IV. 42. Listado de especies registradas por grupo faunístico y área muestreada.

Clase	Orden	Familia	Género	Nombre Científico	Nombre Español	NOM-059	CITES	UICN	Distribución	AI	AP	SAR
Aves	*Accipitriformes*	*Accipitridae*	*Buteo*	*Buteo plagiatus*	Aguililla Gris	SC	Apéndice II	LC	Nativa	X		
Aves	*Accipitriformes*	*Accipitridae*	*Buteogallus*	*Buteogallus anthracinus*	Aguililla Negra Menor	Pr	Apéndice II	LC	Nativa	X		
Aves	*Accipitriformes*	*Accipitridae*	*Rupornis*	*Rupornis magnirostris*	Aguililla Caminera	SC	Apéndice II	LC	Nativa			X
Aves	*Anseriformes*	*Anatidae*	*Dendrocygna*	*Dendrocygna autumnalis*	Pijije Alas Blancas	SC	Apéndice II	LC	Nativa			X
Aves	*Apodiformes*	*Trochilidae*	*Amazilia*	*Amazilia rutila*	Colibrí Canelo	SC	Apéndice II	LC	Nativa	X		
Aves	*Caprimulgiformes*	*Caprimulgidae*	*Chordeiles*	*Chordeiles acutipennis*	Chotacabras Menor	SC	-	LC	Nativa	X	X	X
Aves	*Cathartiformes*	*Cathartidae*	*Cathartes*	*Cathartes aura*	Zopilote Aura	SC	-	LC	Nativa			X
Aves	*Cathartiformes*	*Cathartidae*	*Coragyps*	*Coragyps atratus*	Zopilote Común	SC	-	-	Nativa		X	X
Aves	*Charadriiformes*	*Charadriidae*	*Charadrius*	*Charadrius vociferus*	Chorlo Tildío	SC	-	NT	Nativa	X	X	X
Aves	*Charadriiformes*	*Scolopacidae*	*Calidris*	*Calidris minutilla*	Playero Diminuto	SC	-	NT	Nativa	X	X	
Aves	*Charadriiformes*	*Scolopacidae*	*Tringa*	*Tringa semipalmata*	Playero Pihuiuí	SC	-	LC	Nativa	X	X	
Aves	*Columbiformes*	*Columbidae*	*Columbina*	*Columbina passerina*	Tortolita Pico Rojo	SC	-	LC	Nativa	X	X	X
Aves	*Columbiformes*	*Columbidae*	*Columbina*	*Columbina talpacoti*	Tortolita Canela	SC	-	LC	Nativa		X	
Aves	*Columbiformes*	*Columbidae*	*Leptotila*	*Leptotila verreauxi*	Paloma Arroyera	SC	-	LC	Nativa	X	X	X
Aves	*Columbiformes*	*Columbidae*	*Patagioenas*	*Patagioenas flavirostris*	Paloma Morada	SC	-	LC	Nativa	X	X	X
Aves	*Columbiformes*	*Columbidae*	*Streptopelia*	*Streptopelia decaocto*	Paloma De Collar Turca	SC	-	LC	Exótica-Invasora	X	X	X
Aves	*Columbiformes*	*Columbidae*	*Zenaida*	*Zenaida asiatica*	Paloma Alas Blancas	SC	-	LC	Nativa	X	X	X
Aves	*Cuculiformes*	*Cuculidae*	*Crotophaga*	*Crotophaga sulcirostris*	Garrapatero Pijuy	SC	-	LC	Nativa			X
Aves	*Galliformes*	*Cracidae*	*Ortalis*	*Ortalis vetula*	Chachalaca Oriental	SC	Apéndice III	LC	Nativa	X	X	X

Clase	Orden	Familia	Género	Nombre Científico	Nombre Español	NOM-059	CITES	UICN	Distribución	AI	AP	SAR
Aves	*Passeriformes*	*Corvidae*	*Cyanocorax*	*Cyanocorax yucatanicus*	Chara Yucateca	SC	-	LC	Nativa	X	X	X
Aves	*Passeriformes*	*Hirundinidae*	*Hirundo*	*Hirundo rustica*	Golondrina Tijereta	SC	-	LC	Nativa	X		X
Aves	*Passeriformes*	*Hirundinidae*	*Progne*	*Progne subis*	Golondrina Azulnegra	SC	-	LC	Nativa		X	
Aves	*Passeriformes*	*Hirundinidae*	*Riparia*	*Riparia riparia*	Golondrina Ribereña	SC	-	LC	Nativa	X	X	
Aves	*Passeriformes*	*Hirundinidae*	*Tachycineta*	*Tachycineta albilinea*	Golondrina Manglera	SC	-	LC	Nativa	X	X	X
Aves	*Passeriformes*	*Icteridae*	*Dives*	*Dives dives*	Tordo Cantor	SC	-	LC	Nativa			X
Aves	*Passeriformes*	*Icteridae*	*Icterus*	*Icterus cucullatus*	Calandria Dorso Negro Menor	SC	-	LC	Nativa	X	X	X
Aves	*Passeriformes*	*Icteridae*	*Icterus*	*Icterus gularis*	Calandria Dorso Negro Mayor	SC	-	LC	Nativa		X	
Aves	*Passeriformes*	*Icteridae*	*Molothrus*	*Molothrus aeneus*	Tordo Ojos Rojos	SC	-	LC	Nativa			X
Aves	*Passeriformes*	*Icteridae*	*Quiscalus*	*Quiscalus mexicanus*	Zanate Mayor	SC	-	LC	Nativa		X	
Aves	*Passeriformes*	*Mimidae*	*Mimus*	*Mimus gilvus*	Centzontle Tropical	SC	-	LC	Nativa	X	X	X
Aves	*Passeriformes*	*Parulidae*	*Geothlypis*	*Geothlypis trichas*	Mascarita Común	SC	-	LC	Nativa	X		
Aves	*Passeriformes*	*Parulidae*	*Setophaga*	*Setophaga citrina*	Chipe Encapuchado	SC	-	LC	Nativa			X
Aves	*Passeriformes*	*Parulidae*	*Setophaga*	*Setophaga petechia*	Chipe Amarillo	SC	-	LC	Nativa	X		
Aves	*Passeriformes*	*Parulidae*	*Setophaga*	*Setophaga ruticilla*	Pavito Migratorio	SC	-	LC	Nativa	X	X	
Aves	*Passeriformes*	*Polioptilidae*	*Polioptila*	*Polioptila caerulea*	Perlita Azulgris	SC	-	LC	Nativa	X	X	X
Aves	*Passeriformes*	*Thraupidae*	*Thraupis*	*Thraupis episcopus*	Tangara Azulgrís	SC	-	-	Nativa			X
Aves	*Passeriformes*	*Turdidae*	*Turdus*	*Turdus grayi*	Mirlo Café	SC	-	LC	Nativa		X	
Aves	*Passeriformes*	*Tyrannidae*	*Megarynchus*	*Megarynchus pitangua*	Luis Pico Grueso	SC	-	LC	Nativa	X		
Aves	*Passeriformes*	*Tyrannidae*	*Myiarchus*	*Myiarchus tyrannulus*	Papamoscas Gritón	SC	-	LC	Nativa	X		
Aves	*Passeriformes*	*Tyrannidae*	*Myiozetetes*	*Myiozetetes similis*	Luisito Común	SC	-	LC	Nativa	X	X	X
Aves	*Passeriformes*	*Tyrannidae*	*Pitangus*	*Pitangus sulphuratus*	Luis Bienteveo	SC	-	LC	Nativa		X	X

Clase	Orden	Familia	Género	Nombre Científico	Nombre Español	NOM-059	CITES	UICN	Distribución	AI	AP	SAR
Aves	*Passeriformes*	*Tyrannidae*	*Tyrannus*	*Tyrannus melancholicus*	Tirano Pirirí	SC	-	LC	Nativa	X		X
Aves	*Passeriformes*	*Vireonidae*	*Cyclarhis*	*Cyclarhis gujanensis*	Vireón Cejas Canela	SC	-	LC	Nativa		X	
Aves	*Passeriformes*	*Vireonidae*	*Vireo*	*Vireo griseus*	Vireo Ojos Blancos	SC	-	LC	Nativa			X
Aves	*Passeriformes*	*Vireonidae*	*Vireo*	*Vireo pallens*	Vireo Manglero	Pr	-	LC	Nativa	X		
Aves	*Pelecaniformes*	*Ardeidae*	*Ardea*	*Ardea alba*	Garza Blanca	SC	-	LC	Nativa			X
Aves	*Pelecaniformes*	*Ardeidae*	*Ardea*	*Ardea ibis*	Garza Ganadera	SC	-	LC	Exótica-Invasora		X	X
Aves	*Pelecaniformes*	*Ardeidae*	*Egretta*	*Egretta thula*	Garza Dedos Dorados	SC	-	LC	Nativa		X	
Aves	*Pelecaniformes*	*Pelecanidae*	*Pelecanus*	*Pelecanus occidentalis*	Pelícano Café	SC	-	LC	Nativa		X	
Aves	*Piciformes*	*Picidae*	*Melanerpes*	*Melanerpes aurifrons*	Carpintero Cheje	SC	-	LC	Nativa			X
Aves	*Piciformes*	*Picidae*	*Melanerpes*	*Melanerpes pygmaeus*	Carpintero Yucateco	SC	-	LC	Nativa	X	X	
Aves	*Psittaciformes*	*Psittacidae*	*Amazona*	*Amazona xantholora*	Loro Yucateco	A	Apéndice II	LC	Nativa	X		X
Aves	*Psittaciformes*	*Psittacidae*	*Eupsittula*	*Eupsittula nana*	Perico Pecho Sucio	Pr	Apéndice II	LC	Nativa	X		
Aves	*Suliformes*	*Anhingidae*	*Anhinga*	*Anhinga anhinga*	Anhinga Americana	SC	-	LC	Nativa		X	X
Aves	*Suliformes*	*Fregatidae*	*Fregata*	*Fregata magnificens*	Fragata Tijereta	SC	-	LC	Nativa		X	
Aves	*Trogoniformes*	*Trogonidae*	*Trogon*	*Trogon melanocephalus*	Coa Cabeza Negra	SC	-	LC	Nativa	X		
Mammalia	*Artiodactyla*	*Tayassuidae*	*Pecari*	*Pecari tajacu*	Pecarí De Collar	SC	-	-	-			X
Mammalia	*Carnivora*	*Canidae*	*Urocyon*	*Urocyon cinereoargenteus*	Zorra Gris	SC	-	LC	Nativa	X	X	X
Mammalia	*Carnivora*	*Procyonidae*	*Nasua*	*Nasua narica*	Coatí	SC	Apéndice III	LC	Nativa	X	X	X
Mammalia	*Carnivora*	*Procyonidae*	*Procyon*	*Procyon lotor*	Mapache	SC	-	LC	Nativa			X
Mammalia	*Didelphimorphia*	*Didelphidae*	*Didelphis*	*Didelphis marsupialis*	Tlacuache	SC	-	LC	Nativa			X

Clase	Orden	Familia	Género	Nombre Científico	Nombre Español	NOM-059	CITES	UICN	Distribución	AI	AP	SAR
Mammalia	*Rodentia*	*Dasyproctidae*	*Dasyprocta*	*Dasyprocta punctata*	Guaqueque	SC	Apéndice III	LC	Nativa			X
Mammalia	*Rodentia*	*Erethizontidae*	*Coendou*	*Coendou mexicanus*	Puercoespín	A	Apéndice III	LC	Nativa	X		
Mammalia	*Rodentia*	*Sciuridae*	*Sciurus*	*Sciurus yucatanensis*	Ardilla Yucateca	SC	-	LC	Nativa	X		X
Reptilia	*Squamata*	*Anolidae*	*Anolis*	*Anolis sagrei*	Abaniquillo Pardo Del Caribe	SC	-	LC	Exótica-Invasora	X		
Reptilia	*Squamata*	*Colubridae*	*Mastigodryas*	*Mastigodryas melanolomus*	Culebra Lagartijera Común	SC	-	LC	Nativa	X		
Reptilia	*Squamata*	*Iguanidae*	*Ctenosaura*	*Ctenosaura similis*	Iguana Negra De Cola Espinosa	A	Apéndice II	LC	Nativa		X	X
Reptilia	*Squamata*	*Iguanidae*	*Iguana*	*Iguana iguana*	Iguana Verde	Pr	Apéndice II	LC	Endémica			X
Reptilia	*Squamata*	*Phrynosomatidae*	*Sceloporus*	*Sceloporus chrysostictus*	Lagartija Espinosa De Puntos Amarillos	SC	-	LC	Nativa	X	X	X
Sauropsida	*Testudines*	*Cheloniidae*	*Chelonia*	*Chelonia mydas*	Tortuga Verde	P	Apéndice I	VU	Nativa	x	-	x

iii) Especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

De las 70 especies de fauna reportadas para las tres áreas del proyecto, **SAR**, **AI** y **AP**, únicamente siete se encuentran bajo alguna categoría de protección, de acuerdo con la **NOM-059-SEMARNAT 2010** y la Modificación al Anexo Normativo III actualizado al 17-12-2019 de esta misma norma.

Tabla IV. 43. Lista de especies registradas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Orden	Familia	Nombre Científico	Nombre Español	NOM-059	AI	AP	SAR
Accipitriformes	*Accipitridae*	*Buteogallus anthracinus*	Aguililla Negra Menor	Pr	X		
Passeriformes	*Vireonidae*	*Vireo pallens*	Vireo Manglero	Pr	X		
Psittaciformes	*Psittacidae*	*Amazona xantholora*	Loro Yucateco	A	X		X
Psittaciformes	*Psittacidae*	*Eupsittula nana*	Perico Pecho Sucio	Pr	X		
Rodentia	*Erethizontidae*	*Coendou mexicanus*	Puercoespín	A	X		
Squamata	*Iguanidae*	*Ctenosaura similis*	Iguana Negra De Cola Espinosa	A		X	X
Squamata	*Iguanidae*	*Iguana iguana*	Iguana Verde	Pr			X
Testudines	*Cheloniidae*	*Chelonia mydas*	Tortuga Verde	P	x		x

De acuerdo con la **NOM-059-SEMARNAT-2010**, se registraron varias especies de fauna silvestre en alguna categoría de protección. En el grupo de las aves, *Buteogallus anthracinus*, *Vireo pallens* y *Eupsittula nana* están listadas bajo la categoría de **Protección Especial (Pr)**, mientras que *Amazona xantholora* se encuentra catalogada como **Amenazada (A)**.

En el grupo de los reptiles, *Iguana iguana* se encuentra bajo **Protección Especial (Pr)**, y *Ctenosaura similis* en la categoría de **Amenazada (A)**.

Para Tortugas se registró *Chelonia mydas* se encuentra bajo **peligro de extinción (P)**, Finalmente, para el grupo de los mamíferos, se registró la presencia de *Coendou mexicanus*, también clasificada en la categoría de **Protección Especial (Pr)**.

De la especie registrada en la **NOM-059-SEMARNAT-2010**, se encontró dentro del **AP**, no obstante, es importante mencionar que, en el caso de las especies de Aves, estas se observaron de manera indirecta en los transectos,

Ahora bien, en cuanto al grupo de las aves, se infiere que estas presentan un rápido desplazamiento, por lo que se verían menos afectadas por el desarrollo del **Proyecto**, dado que serán ahuyentadas por la presencia humana y el uso de maquinaría al iniciar las actividades de preparación del sitio y la construcción. Mientras que, las especies más sensibles serían reptiles, debido a su reducida capacidad de movilidad y desplazamiento, sin embargo, se ha previsto aplicar actividades cuidadosas de rescate y reubicación mediante la ejecución de técnicas especiales para la captura, rescate y reubicación de estos organismos, o bien, de alguna otra especie que en su momento este presente en el sitio al momento de iniciar con las actividades.

iv) Abundancia:

Por otra parte, la clase faunística con el mayor número de individuos registrados en el sitio **SAR** fue la de las aves, con un total de 80 individuos, seguida por los mamíferos con 15 registros y los reptiles

con 7. En el sitio **AI** se registraron 82 individuos de aves, 7 de mamíferos y 4 de reptiles. Finalmente, en el sitio **AP** se contabilizaron 78 individuos de aves, 2 de mamíferos y 2 de reptiles. El registro de tortugas solo se documentó en el SAR y AI el cual, es solo **registro de avistamientos correspondientes a los 12 sitios donde se documentó actividad de anidación de tortugas**, Esta información se presenta de manera detallada en la siguiente tabla.

Tabla IV. 44. Abundancia de especies por grupo faunístico.

Abundancia				
	Proyecto	AI	SAR	TOTAL
Total	**82**	**93**	**102**	277
Herpetofauna	2	4	7	13
Mamíferos	2	7	15	24
Aves	78	82	80	240
Tortugas Marinas	-	6*	6*	12*

***La abundancia reportada se refiere exclusivamente al **registro de avistamientos correspondientes a los 12 sitios donde se documentó actividad de anidación de tortugas**, sin implicar una cuantificación directa del **número de individuos** presentes. En este sentido, los valores obtenidos reflejan la **frecuencia espacial de los eventos de anidación**, más que una estimación poblacional de la especie en el área de estudio.

v) Valores de diversidad y equitatividad

Al realizar el análisis general de diversidad, se determinó que existe una **diversidad media**, ya que, para las tres zonas y las tres clases faunísticas, los valores del índice de Shannon se aproximan a 3.5.

Sin embargo, al analizar la diversidad por área del proyecto y por grupo faunístico, se observó que las **aves en el sitio SAR** presentan una diversidad media, con un índice de Shannon superior a 2. De manera complementaria, el **índice de equidad de Pielou** indica que la mayor equitatividad se encuentra en el grupo de **mamíferos del SAR**, con un valor igual a 1, lo que sugiere una distribución uniforme de las especies registradas.

En contraste, el sitio AP muestra tanto **diversidad como equitatividades bajas**, lo cual puede atribuirse al impacto de las **actividades antropogénicas** desarrolladas en la zona, incluyendo el constante tránsito vehicular, que genera disturbios y ahuyenta a la fauna. Además, las condiciones actuales del sitio no favorecen el establecimiento de un hábitat adecuado para las especies silvestres.

Tabla IV. 45. Índices de diversidad obtenidos con el muestreo en AP, AI y SAR.

	Proyecto		AI		SAR	
	Diversidad (H')	Equitatividad (J')	Diversidad (H')	Equitatividad (J')	Diversidad (H')	Equitatividad (J')
General	3.21 (3.10-3.33)	0.89 (0.86-0.92)	3.28 (3.16-3.39)	0.89 (0.86-0.92)	3.36 (3.24-3.48)	0.90 (0.87-0.92)
Aves	3.10 (2.98-3.22)	0.89 (0.86-0.92)	3.07 (2.95-3.18)	0.88 (0.85-0.91)	3.06 (2.93-3.2)	0.88 (0.85-0.92)
Mamíferos	0.69 (0.34-1.04)	1 (0.5-1)	1.15 (0.87-1.43)	0.83 (0.70-0.96)	1.67 (1.39-1.96)	0.86 (0.74-0.98)
Herpetofauna	0.69 (0.34-1.04)	1 (0.5-1)	1.04 (0.80-1.27)	0.94 (0.85-1.04)	0.79 (0.46-1.13)	0.72 (0.52-0.92)

vi) Curvas de acumulación

A continuación, se presentan las curvas de acumulación de las especies de fauna presente en el **SAR**, **AI** y **AP**. Se menciona que, de acuerdo a la modificación de la metodología en campo, se decidió hacer uno de los estimadores no paramétricos de Chao 1 y Chao 2, los cuales se basan en Ausencia-Presencia; Esto quiere decir que necesita datos de presencia-ausencia de una especie en una muestra dada, es decir, sólo si está la especie y cuántas veces está esa especie en el conjunto de muestras:

En las siguientes figuras se muestra la representación gráfica de las curvas de acumulación obtenidas tanto de forma general para el **SAR**, **AI** y **AP**, en donde se expresan gráficamente los valores obtenidos durante el muestreo.

Figura IV. 71. Curvas de acumulación para los tres grupos faunísticos dentro del SAR.

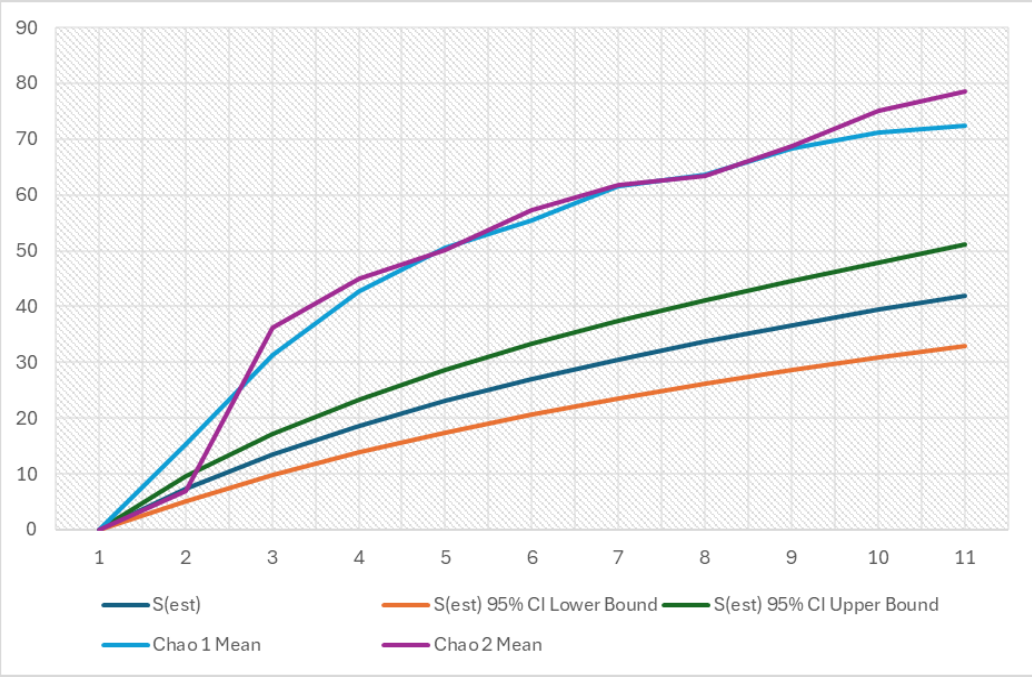


Figura IV. 72. Curvas de acumulación para los tres grupos faunísticos dentro del AI.

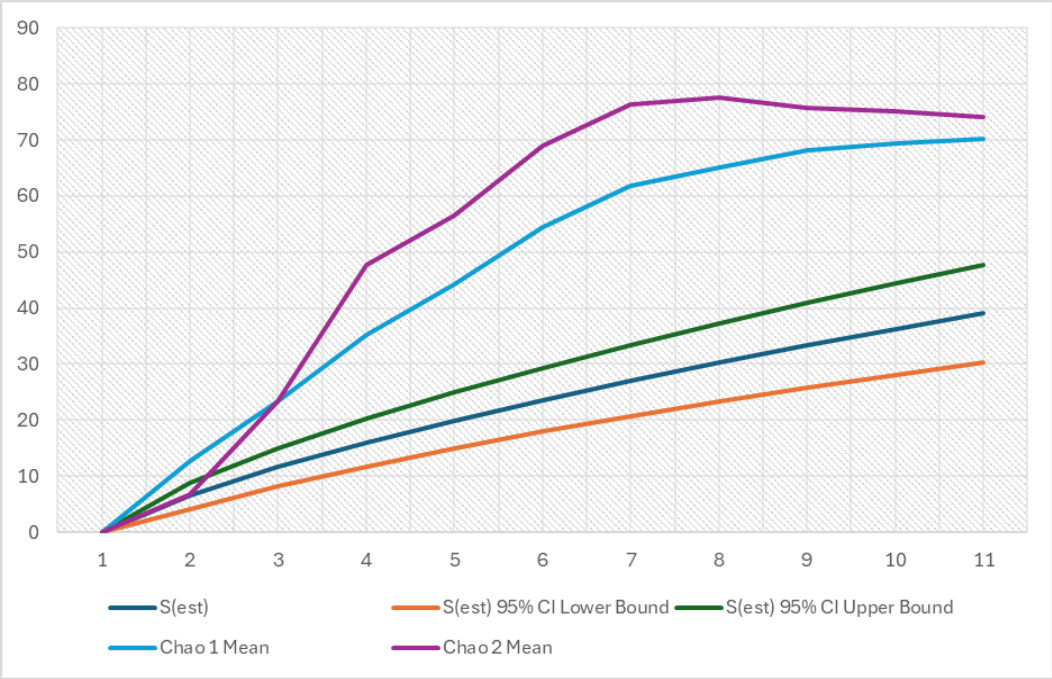
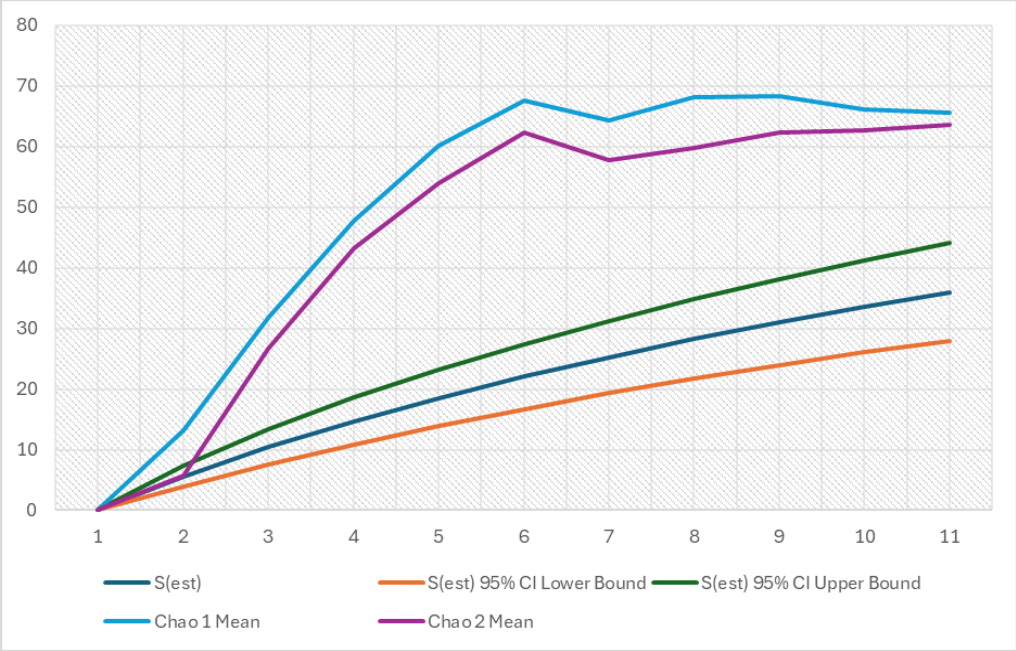


Figura IV. 73. Curvas de acumulación para los tres grupos faunísticos dentro del AP.



vii) Resultados monitoreo de Tortugas

Con los datos registrados podemos obtener una idea de la situación actual de las tortugas marinas alrededor de punta maroma. Se utilizaron las observaciones de campo y la literatura para interpretar los resultados monitoreo.

Se recogieron un total de doce registros (nidos o huellas) (Ver Tabla 44 y Figura 74). Todos los registros correspondieron a la especie de **Tortuga Verde (*Chelonia mydas*).** No se identificó ninguna otra especie de tortuga, rastros o nidos durante el monitoreo de la playa durante la temporada de puesta, sin embargo, se tienen registros de la presencia de otras especies como la Tortuga Carey (*Eretmochelys imbricata)* y la Tortuga Caguama (*Caretta caretta*) de acuerdo a la revisión bibliografica.

Tabla IV. 46. Ubicación de los registros observados

ID	Coordenadas		Ubicación	Distancia al límite de la marea	Playa enfrente del proyecto
	X	Y			
1	503397.09	2291954.28	Zona A	22.64	Si
2	503448.27	2291991.93	Zona A	23.2	Si
3	503465.62	2292001.12	Zona A	19.68	Si
4	503588.81	2292083.11	Zona A	20.75	Si
5	503616.28	2292100.43	Zona A	15.02	Si
6	503625.57	2292105.41	Zona A	15.94	Si
7	503663.05	2292145.39	Zona A	13.28	No
8	503718.32	2292236.37	Zona B	8.75	No
9	503626.56	2292630.95	Zona A	13.41	No
10	503621.08	2292663.63	Zona B	7.28	No
11	503106.09	2291821.8	Zona A	19.06	No
12	503053.92	2291795.52	Zona A	23.4	No
13	503605.18	2292719.38	Zona A	25.13	No

Figura IV. 74. Registros observados de anidación por tortuga marina en el área de estudio



La superficie disponible de anidamiento en el área de estudio fue de 75,182.74. El 83.33% de las anidaciones se observaron en la zona A, lo que representa una predilección por zonas de anidación donde existe vegetación, mientras que el 16.67% de las anidaciones observadas se registraron en la zona de posplaya (Zona B). Respecto a la distancia que recorren las tortugas hembra para el desove, se encontró que la distancia media fue de 16.8 metros, registrando distancias máximas de 23.4 metros, y mínimas de 7.3 metros.

Conclusiones:

Se registraron un total de 12 nidos in situ para la zona de estudio abarcando dos kilómetros de playa, la mitad de estos registros fueron observados en el área de influencia, mientras que el resto se registraron en áreas aledañas (SAR). El total de los nidos registrados pertenecen a la especie Tortuga Verde (*Chelonia mydas).* Es probable que la mayoría de los nidos observados se ubicaran en la zona central del área de estudio ya que la playa oeste presenta infraestructura Hotelera, lo que genera alta actividad antrópica generando un ambiente no apto para la nidificación, aunado a las labores de limpieza de playa que se realizan cotidianamente con maquinaria.

Así mismo la zona este y centro del área de estudio presenta buena amplitud de playa, además de dunas costeras de protección por lo que se vuelve una zona adecuada para la nidificación.

La presencia de vegetación propia de la costa arenosa parece correlacionarse positivamente en la ubicación y predilección de anidadas, siendo que el 83.33% de los nidos registrados se encontraban al límite de la cobertura vegetal, esta predilección de las tortugas hembras por anidar en zonas con vegetación o rodeadas de esta, puede ser el riesgo de derrumbe que pudiera sufrir la cámara de incubación en zonas donde la playa es abierta, presentando generalmente

condiciones de arena muy seca, además de que las raíces de plantas proporcionan un sustrato adecuado para la construcción de nidos, ya que reducen la compactación de arena, sin embargo cabe mencionar que el aumento de cobertura también pudiera presentar una limitante para el proceso de anidación, ya que la presencia de vegetación densa pudiera obstaculizar el proceso de anidación.

Durante los recorridos se observaron nidos siendo depredados por la fauna silvestre principalmente por las especies de Mapache (*Procyon lotor)* y Coatí (*Nasua narica)* los cuales aprovechan la temporada de anidación (huevos y crías), como una fuente disponible de alimento en su dieta.

El área de estudio presentó en algunos casos hasta 10 metros de acumulación de sargazo desde el límite de la marea hacia el interior de la playa; cabe mencionar que la transformación en las playas generadas por el arribo de sargazo pueden afectar al éxito y conducta de anidación de las hembras, en primer lugar las crías de tortugas deben vencer esta barrera formada en la playa para llegar al mar, lo que puede provocar un aumento en la mortalidad por agotamiento y ahogamiento, así como vulnerabilidad a la depredación, en segundo lugar estas barreras para las hembras adultas pueden dificultar el emerger a la playa, lo cual pudiera alentar a estos ejemplares a desovar en lugares menos adecuados.

- **Compatibilidad del Proyecto con la Conservación de Sitios de Anidación de Tortugas Marinas.**

El polígono del proyecto se encuentra ubicado dentro del corredor ecológico costero definido como Unidad de Gestión Ambiental **(UGA) 17**, conocido como Punta Brava–Xcalacoco, una zona que alberga playas que son sitios recurrentes de anidación para especies de tortugas marinas protegidas. Por ello, resulta imprescindible que el desarrollo del proyecto contemple medidas preventivas, correctivas y compensatorias que minimicen los impactos directos e indirectos sobre los ciclos reproductivos de estas especies.

Cabe destacar que la construcción del hotel "HOTEL TERRAESMERALDA PUNTA MAROMA" se llevará a cabo fuera de la franja inmediata de playa y de las posibles zonas de anidación, evitando así que las actividades de obra o funcionamiento interfieran directamente con los espacios utilizados por las tortugas para depositar sus nidos. De esta manera, se garantiza que no se realicen actividades dentro del área de playa que puedan afectar la anidación, manteniendo intactos los hábitats reproductivos, en este sentido en el capítulo VII del presente DTU como medida de mitigación se establece un programa de manejo y protección de tortugas..

IV.2.2.3 Medio socioeconómico.

En este apartado se presenta la descripción y análisis del medio socioeconómico de la zona en donde se ubican el **SAR**, **AI** y **AP**. Para ello, se consideraron las principales actividades económicas que se desarrollan en el municipio donde incide directamente el **AI** y **AP**, el cual corresponde a **Solidaridad en el estado de Quintana Roo**, considerando el comportamiento de los diferentes sectores económicos presentes, cuya dinámica es el fundamento de la economía del área a nivel local. Los datos que a continuación se presentan fueron tomados del Censo de Población y Vivienda, INEGI, 2020 y la página de la secretaria de economía www.economia.gob.mx.

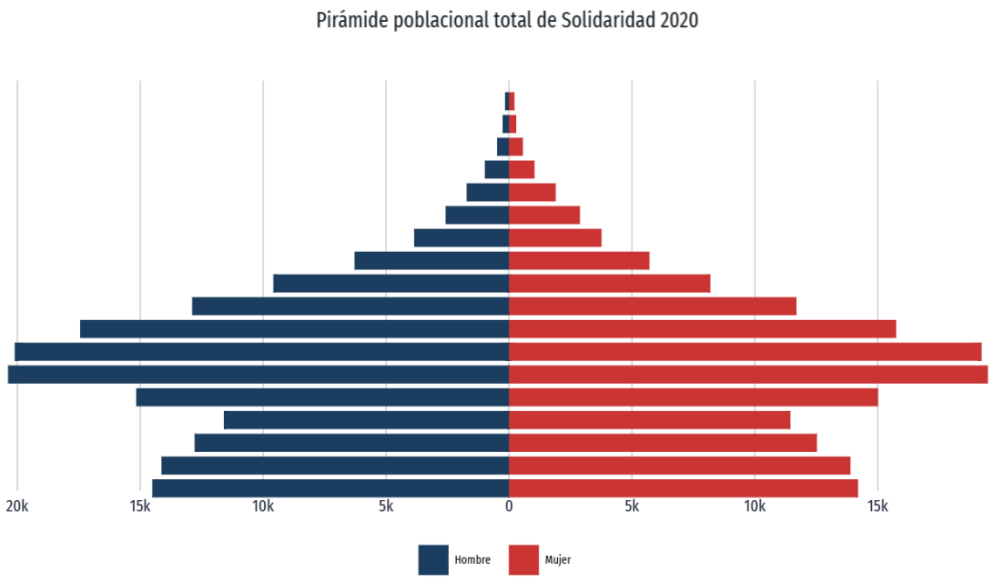
IV.2.2.3.1. Contexto Municipal.

En 2020, la población en Solidaridad fue de 333,800 habitantes (51.1% hombres y 48.9% mujeres). En comparación a 2010, la población en Solidaridad creció un 110%.

La población total de Solidaridad en 2020 fue 333,800 habitantes, siendo 48.9% mujeres y 51.1% hombres.

Los rangos de edad que concentraron mayor población fueron 25 a 29 años (39,853 habitantes), 30 a 34 años (39,326 habitantes) y 35 a 39 años (33,190 habitantes). Entre ellos concentraron el 33.7% de la población total.

Figura IV. 75. Pirámide población total del municipio de Solidaridad 2020.



i) Población que habla alguna lengua indígena

La población de 3 años y más que habla al menos una lengua indígena fue 31.3k personas, lo que corresponde a 9.38% del total de la población de Solidaridad.

Las lenguas indígenas más habladas fueron Maya (22,198 habitantes), Tseltal (3,603 habitantes) y Ch'ol (2,173 habitantes). La gráfica muestra las 10 principales lenguas indígenas habladas por la población de Solidaridad.

Figura IV. 76. Principales lenguas indígenas habladas por la población de Solidaridad.



ii) Nivel de escolaridad

En 2020, los principales grados académicos de la población de Solidaridad fueron Preparatoria o Bachillerato General (76.7k personas o 32.4% del total), Secundaria (73.6k personas o 31.1% del total) y Licenciatura (43.5k personas o 18.4% del total).

Es posible ver la distribución de los grados académicos por sexo cambiando la opción seleccionada en el botón superior.

Las áreas con mayor número de hombres matriculados en licenciaturas fueron Administración y negocios (829), Ciencias sociales y derecho (277) y Ingeniería, manufactura y construcción (179). De manera similar, las áreas de estudio que concentraron más mujeres matriculadas en licenciaturas fueron Administración y negocios (975), Ciencias sociales y derecho (449) y Ciencias de la salud (227).

La tasa de analfabetismo de Solidaridad en 2020 fue 1.65%. Del total de población analfabeta, 39.8% correspondió a hombres y 60.2% a mujeres.

iii) Población económicamente activa

En el tercer trimestre de 2024, la tasa de participación laboral en **Quintana Roo** fue 66.1%, lo que implicó un aumento de 0.41 puntos porcentuales respecto al trimestre anterior (65.7%).

La tasa de desocupación fue de 2.59% (26k personas), lo que implicó una disminución de 0.043 puntos porcentuales respecto al trimestre anterior (2.63%)

La población ocupada en **Quintana Roo** en el tercer trimestre de 2024 fue 977k personas, siendo superior en 1.87% al trimestre anterior (959k ocupados).

El salario promedio mensual en el tercer trimestre de 2024 fue de $8.04k MX siendo superior en $339 MX respecto al trimestre anterior ($7.7k MX).

Las ocupaciones con más trabajadores durante el tercer trimestre de 2024 fueron Empleados de Ventas, Despachadores y Dependientes en Comercios (45.1k), Barrenderos y Trabajadores de

Limpieza (Excepto en Hoteles y Restaurantes) (34.6k) y Conductores de Autobuses, Camiones, Camionetas, Taxis y Automóviles de Pasajeros (34.5k)

iv) Índice de marginación

El índice de marginación, elaborado por el Consejo Nacional de Población (CONAPO), clasifica a la población según sus carencias en cuanto a educación, vivienda, ingresos y distribución por tipo de localidad. Desde su primer cálculo en 1990, ha sido un indicador útil para identificar el nivel de carencias y la falta de oportunidades para el desarrollo de la población en el país.

Para el caso del municipio de Solidaridad de acuerdo con el Atlas Digital Geográfico del Medio Ambiente, 2019 de la SEMARNAT,[9] se reporta que el grado de marginación es Muy **Bajo**, por lo que se infiere que en términos generales la población, implica que presenta condiciones socioeconómicas relativamente favorables en comparación con otros municipios del país.

Figura IV. 77. Índice de marginación para el municipio de Solidaridad.



v) Índice de desarrollo humano

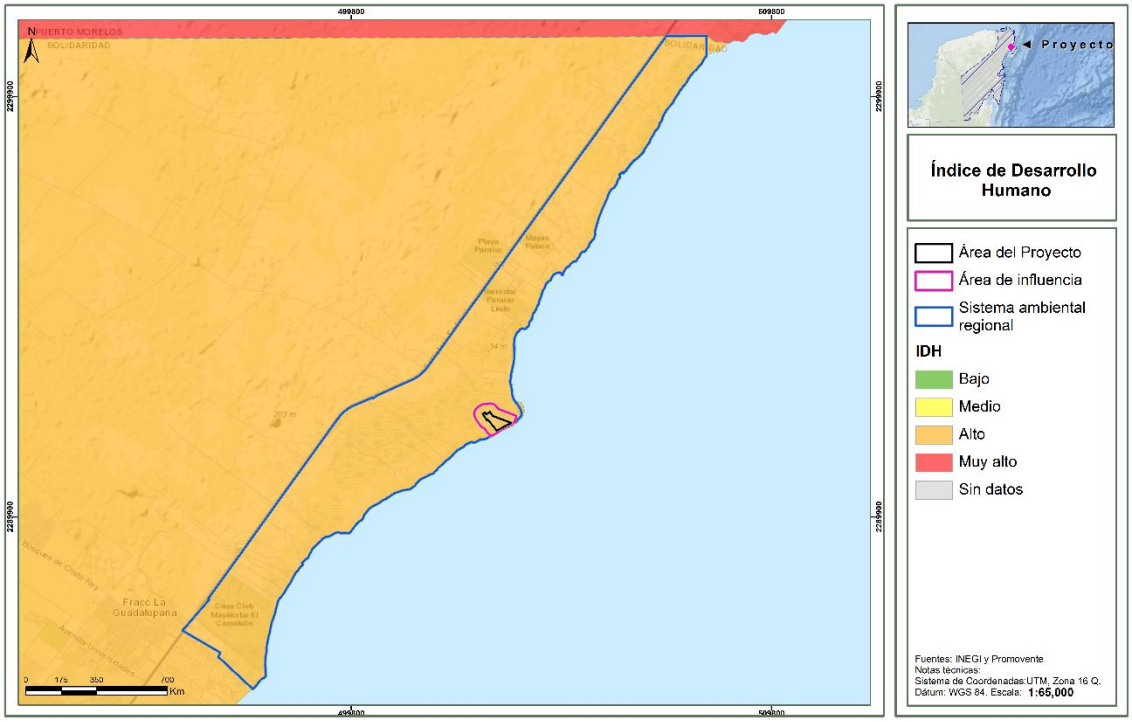
El Índice de Desarrollo Humano (IDH) del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), es un indicador del nivel de desarrollo de la población con respecto a salud, educación e ingreso. En México, su primer cálculo se realizó con datos del año 2000, y su edición más reciente a nivel nacional corresponde al año 2017. A nivel municipal, el último cálculo fue en el año 2015.

El **IDH alto** en Solidaridad refleja una combinación de dinamismo económico, acceso a servicios públicos, y mejor calidad de vida que lo posiciona por encima del promedio nacional. Aunque

[9] Información consultada en la página https://gisviewer.semarnat.gob.mx/geointegrador2Beta/index.html, el 11 de marzo de 2024

persisten desigualdades internas (zonas marginadas o comunidades rurales con rezagos), a nivel municipal, los indicadores agregados muestran un alto desarrollo humano.

Figura IV. 78. Índice de desarrollo humano para el municipio de Solidaridad.



IV.2.2.4 Paisaje.

Existen numerosas definiciones de paisaje, que han ido evolucionando hasta determinarlo y centrarlo como un valor estético, como un recurso y como una combinación de elementos físicos, bioecológicos y humanos (citando a Lowenthal 1962, González 1981a, Benayas 1992). Si consideramos al paisaje como el escenario de la actividad humana, cualquier acción artificial repercute inmediatamente en los factores perceptuales.

El paisaje puede identificarse como el conjunto de interrelaciones derivadas de la interacción entre geomorfología, clima, vegetación, fauna, agua y modificaciones antrópicas (citando a Dunn, 1974, MOPT 1993). Se puede considerar como la expresión espacial y visual del medio y entenderlo como un recurso natural escaso y valioso.

No se debe olvidar que un paisaje, conceptualmente, existe como recurso solo si existen observadores que puedan apreciarlo.

En el contexto de las actividades humanas, el paisaje se comporta como un recurso natural aprovechable mediante actividades específicas. Sin embargo, la evaluación de la calidad del paisaje presenta la dificultad de ser un componente básicamente subjetivo, pero destacan tres criterios básicos: la visibilidad, la calidad paisajística y la fragilidad visual.

Tabla IV. 47. Definición de los criterios para la evaluación del paisaje.

La visibilidad	Se entiende como el espacio del territorio que puede apreciarse desde un punto o zona determinada. Esta visibilidad suele estudiarse mediante datos topográficos tales como altitud, orientación, pendiente, etc. Posteriormente puede corregirse en función de otros factores como la altura de la vegetación y su densidad, las condiciones de transparencia atmosférica, distancia, etc. La visibilidad puede calcularse con métodos automáticos o manuales.
La calidad paisajística	Incluye tres elementos de percepción: las características intrínsecas del sitio, que se definen habitualmente en función de su morfología, vegetación, puntos de agua, etc.; la calidad visual del entorno inmediato, situado a una distancia de 500 y 700 m; en él se aprecian otros valores tales como las formaciones vegetales, litología, grandes masas de agua, etc; y la calidad del fondo escénico, es decir, el fondo visual del área donde se establecerá el proyecto. Incluye parámetros como intervisibilidad, altitud, formaciones vegetales, su diversidad y aspectos geomorfológicos.
La fragilidad del paisaje	Es la capacidad del mismo para absorber los cambios que se produzcan en él. La fragilidad está conceptualmente unida a los atributos anteriormente descritos. Los factores que la integran se pueden clasificar en biofísicos (suelos, estructura y diversidad de la vegetación, contraste cromático, etc.) y morfológicos (tamaño y forma de la cuenca visual, altura relativa, puntos y zonas singulares).

Otra variable importante a considerar es la frecuencia de la presencia humana. No es lo mismo un paisaje prácticamente sin observadores que uno muy frecuentado, ya que la población afectada es superior en el segundo caso. Las carreteras, núcleos urbanos, puntos escénicos y demás zonas con población temporal o estable deben ser tomados en cuenta.

Para el análisis del paisaje vamos a delimitar primero las siguientes actividades o factores:

Área del proyecto (AP)	Es el espacio físico que se ocupa para desarrollar el proyecto. Sus límites corresponden a las demarcaciones físicas del mismo. El proyecto se ubica en el municipio de Solidaridad en el estado de Quintana Roo dentro de una superficie de **11.8525 ha.**
Área de influencia del proyecto (AI):	El concepto de este espacio geográfico se asume en este documento como lo indica la guía para elaborar la **DTU-B Regional**, que lo define como: "el espacio físico asociado al alcance máximo de los impactos directos e indirectos ocasionados por el proyecto en el sistema ambiental o región, y que altera algunos elementos naturales". El **AI** se determinó tomando como base las características de las obras y actividades que forman parte del **Proyecto** considerándose sus límites, alcances y su naturaleza. El **AI** definida para el proyecto tiene una superficie de **46.5664 ha.** El **SAR** envuelve la totalidad de las obras y actividades que integran al **Proyecto** e incluye el área de influencia (**AI**), que es un área considerada para el amortiguamiento de los impactos a los componentes ambientales del sitio; todo ello dentro de un sistema que mantiene una relativa homogeneidad en sus características bióticas y abióticas, este abarca una superficie de **2922.9551 ha.**
Concentración demográfica, accesibilidad y flujo de observadores	La concentración demográfica más cercana se encuentra al oeste del **AP**. Se realizarán actividades de cercado, para evitar el ingreso de personal ajeno al **AP**, de igual forma, el acceso al sitio del proyecto será a través de un camino habilitado para tal fin. Adicional al cercado se contemplan los caminos internos a la planta para el personal operativo de la misma, esto incluye accesos vehiculares y peatonales para tal fin. Por lo anterior, se infiere que las únicas personas que lograran percibir el desarrollo del proyecto, son aquellas que visiten el **AP** o bien, transiten o realicen actividades muy cerca de la zona.

IV.2.2.4.1. Identificación y delimitación de unidades paisajísticas.

La identificación y delimitación de las unidades paisajísticas en el **SAR**, **AI** y **AP** se realizó considerando la siguiente definición de "unidad de paisaje" y la metodología para su identificación de acuerdo con Escribano et al. (1991), MOPT (1993) y Muñoz-Pedreros (2004).

Las unidades de paisaje (UP) son divisiones espaciales que cubren el territorio a estudiar. Una UP debiera ser lo más homogénea posible con relación a su valor de paisaje (calidad visual) y valor de

fragilidad. La unidad es una agregación ordenada y coherente de las partes elementales (Escribano et al. 1991).

Si se entiende la calidad visual como una cualidad, esto es, como función de un determinado número de parámetros es imprescindible determinar cuáles son esos parámetros, los que pasarán a ser los elementos constitutivos o categorías estéticas que se deberán considerar (MOPT, 1993). De este modo, se definirán y delimitarán las UP como una serie de "espacios" cerrados con características propias.

i) Metodología para la determinación de las unidades de paisaje

Las unidades de paisaje se establecen con base en aspectos visuales o de carácter de los factores considerados como definitorios del paisaje. Para determinar una UP se siguió el procedimiento que se describe en seguida:

- Determinar el componente central, que es el más representativo en el área de estudio, por ejemplo, puede tomarse la vegetación o el relieve.
- Cartografiar el área de estudio generando unidades homogéneas en base al elemento central escogido.
- Agregar los componentes restantes del paisaje a las unidades homogéneas ya generadas.

De acuerdo con la definición y metodología anterior, se procedió a la delimitación de las unidades paisajísticas, considerando como componente central los tipos de vegetación y usos de suelo derivado del trabajo de campo.

Figura IV. 79. Usos de suelo y Vegetación del SAR, AI y AP.

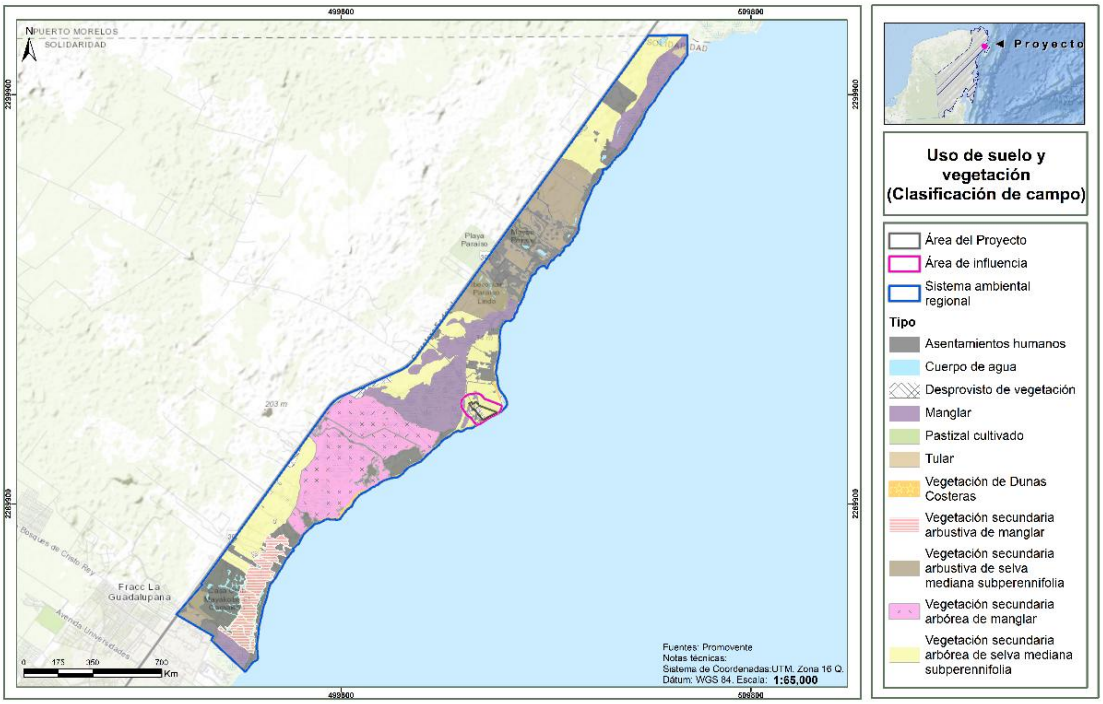


Tabla IV. 48. Superficies por tipo de vegetación y usos de suelo presentes en el SAR, AI y AP.

Clave	Tipo de vegetación y/o uso de suelo	Sistema Ambiental Regional		Área de influencia		Área del Proyecto	
		Sup en Ha	%	Sup en Ha	%	Sup en Ha	%
ADV	Desprovisto de vegetación	46.1504	1.58	4.1703	8.96	2.9609	24.98
AH	Asentamientos humanos	597.7266	20.45	2.7252	5.85	-	-
H2O	Cuerpo de agua	29.8066	1.02	-	-	-	-
PC	Pastizal cultivado	2.8197	0.10	-	-	-	-
VM	Manglar	481.3124	16.47	4.8030	10.31	-	-
VSa/SMQ	Vegetación secundaria arbustiva de selva mediana subperennifolia	376.2340	12.87	-	-	-	-
VSA/SMQ	Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia	662.9557	22.68	33.3206	71.56	8.8916	75.02
VSa/VM	Vegetación secundaria arbustiva de manglar	133.2179	4.56	-	-	-	-
VSA/VM	Vegetación secundaria arbórea de manglar	559.1574	19.13	-	-	-	-
VT	Tular	6.2045	0.21	-	-	-	-
VU	Vegetación de Dunas Costeras	27.3699	0.94	1.5472	3.32	-	-
Total general		**2,922.9551**	**100.00**	**46.5664**	100.00	**11.8525**	**100.00**

Partiendo de lo anterior, y de acuerdo resultado del trabajo de campo, se obtuvieron 11 usos de suelo y tipos vegetación dentro del **SAR**, 5 tipos de coberturas para el **AI** y 2 coberturas para el **AP**. La vegetación de tipo forestal corresponde a Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia de riego anual y semipermanente es el uso dominante, se

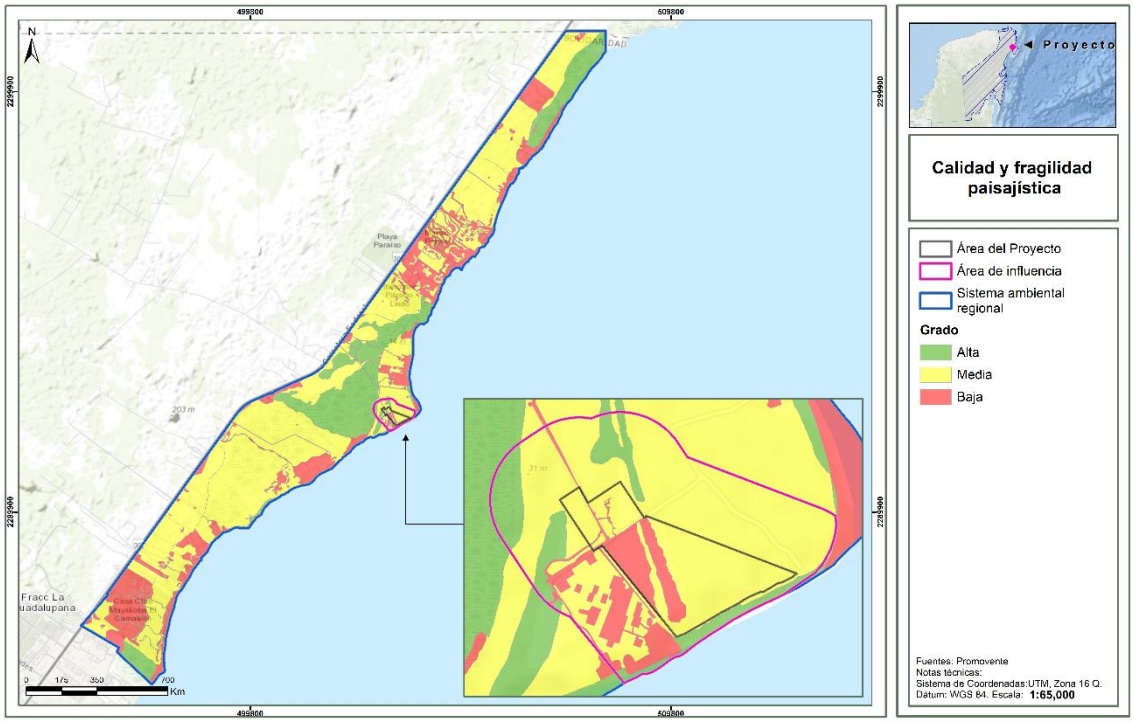
registra en las 3 áreas interés (**SAR, AI** y **AP**) en mayor cantidad, teniendo que para el **SAR** ocupa una superficie del 20.68%, en el **AI** el 71.56% y en el **AP** el 75.02%.

Derivado de la información previamente descrita, en primera instancia, se utilizó un **Sistema de Información Geográfica** (ArcGis 10.8), para realizar una evaluación preliminar de los elementos naturales y antrópicos del **SAR** y por ende del **AI** y **AP**, pudiendo advertir las zonas más susceptibles a sufrir degradaciones e introducir variaciones en el paisaje.

Con el ejercicio anterior, pudimos determinar cartográficamente las zonas más sensibles del **SAR** analizando cartografía básica como el uso de suelo y vegetación, la distribución de las especies, la presencia de carreteras o la densidad de las masas de vegetación. De esta forma asignamos un valor a cada atributo ambiental, en una escala del 1 al 3 donde, 1 corresponde a zonas degradadas, infraestructura, asentamientos humanos, o cualquier otro uso de suelo que represente una constante presión al paisaje, estás se representan en color rojo dentro del mapa, 2 corresponde a áreas cuyos atributos naturales se encuentran perturbados, pero aún son capaces de soportar cambios en el paisaje, y 3, son las zonas con una mayor capacidad dentro del paisaje para soportar cambios y amortiguar los impactos producidos en las unidades paisajísticas.

Como resultado del análisis realizado, se determinó que el paisaje dentro de las áreas **SAR, AI y AP** presenta, en términos generales, un estado de degradación ambiental, con una **calidad y fragilidad paisajística media.** Esta condición se debe principalmente a las actividades antropogénicas desarrolladas en la zona, como el cambio de uso de suelo, el desmonte de la vegetación original y el crecimiento de asentamientos humanos formales e informales. Estas transformaciones han alterado significativamente la estructura y funcionalidad del paisaje natural, reduciendo su capacidad de resiliencia ecológica y aumentando su vulnerabilidad a procesos de deterioro ambiental.

Figura IV. 80. Calidad y fragilidad del paisaje dentro del SAR, AI y AP.



Ahora bien, para definir el componente central de este proyecto, se consideró que la mayoría de los observadores que transiten por el **AP** o el **AI**, lo harán caminando o en vehículos particulares, para realizar actividades de agricultura en los terrenos aledaños, sin embargo, es una actividad que no se encuentra directamente relacionada con el desarrollo del proyecto, por lo que el uso de suelo denominado Agricultura de temporal anual, no se consideró como componente central para el análisis del paisaje.

La vegetación y uso de suelo donde se pretende el desarrollo del proyecto, son el componente central del análisis del paisaje de la zona de influencia y del predio del proyecto. Partiendo de lo anterior, y de acuerdo a la caracterización del **SAR**, se tienen 11 unidades de paisaje, donde los asentamientos humanos y las áreas destinadas a la Agricultura, rompen la continuidad del paisaje.

El componente central del **AP** está conformado por Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia.

IV.2.2.4.2. Valoración del Paisaje.

Se realizó la valoración de la calidad y fragilidad paisajística de cada una de las unidades identificadas, de acuerdo con la metodología presentada en esta sección, cuya forma de aplicación para evaluar la calidad del **SAR, AI** y **AP** se explica en cada apartado.

i) Calidad paisajística

Incluye tres aspectos de percepción que a continuación se describen:

- Las características intrínsecas del sitio, que se definen en función de la morfología, vegetación, puntos de agua y rasgos paisajísticos sobresalientes.

- La calidad visual del entorno inmediato, situado a cierta distancia visual, y en ella se aprecian valores como las formaciones vegetales, litología, grandes masas de agua, etc.
- La calidad del fondo escénico, es decir, el fondo visual del área donde se establecerá el **Proyecto (CUSTF)**.

Estos aspectos, sus criterios y valores, así como la forma en que fueron aplicados para evaluar la calidad de cada una de las unidades de paisaje del **SAR, AI** y **AP** se explican en la siguiente tabla, es importante señalar que los componentes analizados y criterios se ajustaron de manera que expresaran con mayor claridad y menor subjetividad las características que le confieren calidad al paisaje evaluado en el área de estudio.

Tabla IV. 49. Escala de referencia utilizada para determinar la clase de calidad paisajística.

Clase	Rango de puntuación	Descripción
A	19 a 33	Área de calidad alta, áreas con rasgos singulares y sobresalientes
B	12 a 18	Áreas de calidad media, áreas cuyos rasgos poseen variedad en la forma, color y línea, pero que resultan comunes en la región estudiada y no son excepcionales
C	0 a 11	Áreas de calidad baja, áreas con muy poca variedad en la forma, color, línea y textura

Ahora bien, en la siguiente tabla se presenta la evaluación de los componentes paisajísticos, su valoración y la puntuación para el sitio en el que se ubican el **SAR, AI** y **AP**.

Tabla IV. 50. Evaluación de los componentes paisajísticos, su valoración y la puntación para el sitio del Proyecto.

Componente	Criterios de Valoración y Puntuación						SAR, AI y AP	
	Criterio	Valor	Criterio	Valor	Criterio	Valor	Criterio de aplicación	Valor
Morfología	Relieve muy montañoso, marcado. Prominente (acantilados, agujas grandes, formaciones rocosas); o bien relieve de gran variedad superficial o muy erosionado o sistemas de dunas o bien presencia de algún rasgo muy similar y dominante	5	Relieve variado en tamaño. Presencia de formas erosivas, pero no dominantes o excepcionales.	3	Colinas suaves, fondos de valle, planos, pocos o ningún detalle singular.	1	El **SAR**, **AI** y **AP** presenta una morfología homogénea, formada Llanura rocosa de piso rocoso o cementado a una altitud de 0 a 200 msnm, ningún detalle singular.	**1**
Vegetación	Gran variedad de tipos de vegetación, con formas, texturas y distribución heterogéneas (de alta diversidad)	5	Alguna variedad en la vegetación, pero solo uno o dos tipos	3	Poca o ninguna variedad o contraste en la vegetación	1	En el **SAR**, **AP** y **AI**, Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia.y Vegetación secundaria arbustiva matorral desértico, hay cuatro tipos de vegetación forestal que únicamente se tiene en el **SAR** con la presencia de; Vegetación secundaria arbustiva de selva mediana subperennifolia , Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia, Vegetación secundaria arbustiva de manglar, Vegetación	**3**

Componente	Criterios de Valoración y Puntuación						SAR, AI y AP	
	Criterio	Valor	Criterio	Valor	Criterio	Valor	Criterio de aplicación	Valor
							secundaria arbórea de manglar Y Tularpero en muy poca proporción con respecto a la superficie total del **SAR.**	
Agua	Factor dominante en el paisaje, limpia y clara. Aguas blancas (rápidos y cascadas) o láminas de agua en reposo	5	Agua en movimiento o en reposo, pero no dominante en el paisaje	3	Ausente o inapreciable	0	En el **SAR, AI,** se presentan escurrimientos de tipo iperrenes, pero no cuerpos de agua.	**3**
Color	Combinación de color intensas y variadas o contrastes agradables	5	Alguna variedad e intensidad en los colores y contrastes, pero no actúa como elemento dominante	3	Poca variación de color o contraste, colores apagados	1	Dado que no hay variedad en tipos de vegetación, tampoco hay presencia de variación de colores.	**1**
Fondo escénico	El paisaje circundante potencia mucho la calidad visual	5	El paisaje circundante incrementa moderadamente la calidad visual en el conjunto	3	El paisaje adyacente no ejerce influencia en la calidad del conjunto	0	El paisaje adyacente corresponde a zonas: asentamientos humanos y, Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia.	**3**
Rareza	Único o poco corriente o muy raro en la región, posibilidad de contemplar fauna o vegetación excepcional	6	Característico, aunque similar a otros en la región	2	Bastante común en la región	1	El **SAR, AI y AP** se ubican bajo un paisaje similar a otros de la región	**2**
Actuación humana	Libre de actuaciones estéticamente no deseadas o con modificaciones que inciden favorablemente en la calidad visual	5	La calidad escénica está afectada por modificaciones poco armoniosas, aunque no en su totalidad, o las actuaciones no añaden calidad visual	2	Modificaciones intensas y extensas, que reducen o anulan la calidad escénica.	0	Las tres áreas, **SAR**, **AI** y **AP** presentan modificaciones intensas y extensas por las actividades antropogénicas,	**2**
						∑=		**15**

El puntaje del área para la calidad visual resultó ser de 15 puntos, por lo que se cataloga en la clase B, correspondiente a áreas de **calidad media**, áreas cuyos rasgos poseen variedad en la forma, color y línea, pero que resultan comunes en la región estudiada y no son excepcionales.

IV.2.2.4.3. Fragilidad del paisaje.

Es la capacidad del paisaje para absorber los cambios (**CAV**) que ahí se produzcan, es decir, recibir alteraciones sin deterioro de la calidad visual. Entonces, a mayor fragilidad menor capacidad de absorción visual y viceversa.

Los criterios empleados para el análisis de este componente se especifican en la siguiente tabla, explicándose la forma de aplicación para las unidades paisajísticas establecidas.

Tabla IV. 51. Factores de paisaje considerados para la evaluación del CAV.

Factor	Condiciones	Valores		SA, AI y AP
		Nominal	Numérico	
Pendiente (S)	Inclinado (Pendiente > 55 %)	Bajo	1	**3**
	Inclinación suave (Pendiente de 25 - 55 %)	Moderado	2	
	Poco Inclinado (Pendiente de 0 - 25 %)	Alto	3	
Diversidad de vegetación (D)	Diversificada e interesante	Alta	3	**2**
	Diversidad media, repoblaciones	Media	2	
	Zonas degradadas, pastizales, prados, matorrales sin vegetación o mono específica	Baja	1	
Estabilidad del suelo y Erosionabilidad (E)	Restricción alta derivada de riesgos altos de erosión e inestabilidad, pobre regeneración potencial.	Bajo	1	**2**
	Restricción moderada debido a ciertos riesgos de erosión e inestabilidad y buena regeneración potencial	Moderado	2	
	Poca restricción por riesgos bajos de erosión e inestabilidad y buena regeneración potencial	Alto	3	
Contraste suelo / vegetación (V)	Alto contraste visual entre suelo y vegetación	Alto	3	**2**
	Contraste moderado entre suelo y vegetación	Moderado	2	
	Contraste visual bajo entre el suelo y vegetación, o sin vegetación	Bajo	1	
Potencial de regeneración de vegetación (R)	Potencial bajo o sin vegetación	Bajo	1	**2**
	Potencial moderado	Moderado	2	
	Potencial alto	Alto	3	
Contraste suelo /roca (C)	Contraste alto	Alto	3	**1**
	Contraste moderado	Moderado	2	
	Contraste bajo o inexistente	Bajo	1	
			∑=	**12**

De acuerdo con la tabla anterior, la suma de los factores del paisaje considerados para la evaluación del CAV es 12. Con los valores obtenidos se aplicó la siguiente relación:

CAV = S*(E+R+D+C+V)

Donde:

S= Pendientes.

E= Erosionabilidad del suelo.

R= Vegetación, potencial de regeneración.

D= Diversidad de vegetación.

C=Contraste suelo/roca.

V=Contraste suelo/vegetación.

CAV = 3 *(2+2+2+2+1) = 27

El resultado obtenido se compara con una escala de referencia que representa los factores considerados, las condiciones en las que se presentan y los puntajes asignados a cada condición.

Tabla IV. 52. Escala de referencia CAV.

Escala	Valor
Bajo	< 15
Moderado	15 a 30
Alto	> 30

El valor de **CAV** obtenido es de 27, lo que indica que el área corresponde a una zona con **fragilidad paisajística moderada**, con la capacidad para absorber los cambios por la introducción de elementos artificiales, cuyos elementos se encuentran condicionados a las evidencias de alteración y condiciones ambientales en el **SAR**, **AI** y **AP**.

IV.3. Servicios ambientales que pudieran ponerse en riego por el cambio de uso del suelo propuesto.

Para definir de manera adecuada los servicios ambientales referentes a este capítulo IV, es necesario tomar en consideración lo que establece la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, I, artículo 7, fracción LXI, que define a los Servicios Ambientales como aquellos que brindan los ecosistemas forestales de manera natural o por medio del manejo forestal sustentable, que pueden ser servicios de provisión, de regulación, de soporte o culturales, y que son necesarios para la supervivencia del sistema natural y biológico en su conjunto, y que proporcionan beneficios al ser humano. De acuerdo con esta definición, se reconocen los siguientes servicios ambientales:

- Provisión de agua en calidad y cantidad;
- Captura de carbono, contaminantes y componentes naturales;
- Generación de oxígeno;
- Amortiguamiento del impacto de los fenómenos naturales;
- Modulación o termorregulación climática;
- Protección de la biodiversidad, de los ecosistemas y formas de vida;
- Protección y recuperación de suelos;
- El paisaje y la recreación

El **CUSTF** contempla una serie de medidas preventivas, de mitigación, compensación y restauración, para disminuir cualquier riesgo que pudiera provocarse en los servicios ambientales.

Los ecosistemas de una cuenca brindan numerosos servicios ambientales, no sólo a la zona en la que se encuentran, sino también a regiones cercanas y, de manera indirecta, al resto del país. Entre estos servicios se cuentan la regulación de los ciclos biogeoquímicos (captura de carbono y generación de oxígeno), el mantenimiento de los flujos hidrológicos, la recarga de los acuíferos, el mantenimiento de la productividad biológica y la biodiversidad, la regulación climática, la oferta de agua dulce, la protección y recuperación de suelos, el amortiguamiento del impacto de los fenómenos naturales, el reciclaje de nutrientes y la generación de espacios habitables para las poblaciones humanas.

IV.2.3.1. Balance Hídrico.

Uno de los servicios ambientales más importantes ya que el agua es un elemento esencial en todo ser vivo, y de su calidad y cantidad dependerá la abundancia y salud de la flora y fauna del lugar y la disponibilidad para uso del ser humano.

Provisión de agua en calidad

Para conservar la calidad de agua actual se están proponiendo medidas preventivas como es el uso de baños portátiles y contenedores de residuos sólidos urbanos, esto con el propósito de evitar o reducir los riesgos de contaminación por depósito de desechos corporales y de basura sobre el área del **Proyecto**, así mismo se propone la reforestación con especies nativas para favorecer la calidad del agua y favorecer la infiltración, todas estas medidas se pueden observar a detalle en el Capítulo VII del DTU-B Regional.

Provisión de agua en cantidad

Para la provisión de agua en cantidad como servicio ambiental, es la cuenca hidrológica forestal la que conforma la unidad de elementos bióticos y abióticos que forman un ecosistema y los procesos generados por la interacción de todos ellos es lo que hace posible el poder tener este servicio. Por ello la estructura, el funcionamiento y la conservación son determinantes en lograr satisfacer las demandas del servicio como la disponibilidad de agua potable para consumo humano o para actividades productivas como la agropecuaria.

Es de suma importancia mencionar que existen algunas variables que inciden en la provisión de agua en cantidad en una unidad ambiental como son:

- Precipitación del área
- Formas del relieve (geomorfología)
- Tipo de vegetación (cobertura)
- Uso de suelo (si altera, remueve o disminuye la vegetación, la evapotranspiración cambia)

De acuerdo con la variación de estas variables, cambia la cantidad de agua que se evapotranspira, cantidad de escurrimiento y el volumen que se infiltra.

Metodología del balance hídrico.

El balance hidrológico supone que las pérdidas son despreciables (se considera, por tanto, que la cuenca es impermeable), y admite que las variaciones del agua almacenada en la cuenca son despreciables para un período suficientemente largo (normalmente un año).

El balance hídrico es empleado para el cálculo de la oferta hídrica superficial, es decir al volumen de aguan continental de los sistemas de drenaje superficial en un período determinado de tiempo. La ecuación para el balance hídrico propuesta por Poveda *et al*. (2007) se representa por la siguiente expresión:

$$\frac{dS(t)}{dt} = P(t) - E(t) - R(t)$$

Donde

S(t): representa el almacenamiento de agua en el suelo como una función del tiempo

P(t): Precipitación en mm por unidad de tiempo

E(t): evapotranspiración real o efectiva en mm por unidad de tiempo

R(t): escorrentía incluyendo el flujo base en mm por unidad de tiempo

a) Volumen precipitado (VP)

La cuenca comienza con el ciclo hidrológico, el cual a su vez inicia con la precipitación, siendo esta la fuente primaria de agua de la superficie terrestre, y sus mediciones forman el punto de partida de la mayor parte de los estudios concernientes al uso y control del agua (Aparicio, 1992).

La precipitación se considera como las partículas de agua liquidas o sólidas que caen desde la atmósfera hacia la superficie terrestre y su proceso se da a partir de que las masas de aire adquieren humedad al pasar sobre masas de agua cálida o sobre superficies de tierra mojada. La humedad, o vapor de agua, es elevada entre las masas de aire por turbulencia y convección. Este transporte necesario para enfriar y condensar el vapor es el resultado de varios procesos, y su estudio suministra una clave para la comprensión de la distribución de las lluvias en las distintas partes del mundo. Entendiendo la precipitación anual y sus variaciones durante el año se puede decir que tenemos los elementos más importantes para determinar un balance de humedad (Faustino, 2005).

Para el cálculo del volumen precipitado se utilizó la metodología descrita en la NOM-011-CONAGUA 2015 en una superficie delimitada, en donde se considera la altura de la precipitación media anual en metros, multiplicada por la superficie en metros cuadrados. La ecuación de volumen precipitado se representa por la siguiente expresión:

$$\boldsymbol{Vp = P * SCUSTF}$$

Donde:

Vp: Volumen precipitado (m^3/año)

P: Precipitación media anual (m)

SCUSTF: Superficie del área sujeta a Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales (m^2)

Para la aplicación de la ecuación se ocupan los datos de precipitación anual de las normales climatológicas del Servicio Meteorológico Nacional de la Comisión Nacional del Agua para un periodo de 50 años.

b) Volumen evapotranspirado (VETP)

La evapotranspiración es un componente fundamental del balance hídrico y un factor clave en la interacción entre la superficie terrestre y la atmósfera. Su cuantificación se hace precisa en contextos diferentes tales como la producción vegetal, la planificación y gestión de recursos hídricos o estudios ambientales y ecológicos (Becerra, 1999).

La evaporación (Ev); es el proceso por el cual el agua es transferida desde la superficie terrestre hacia la atmósfera. Incluye tanto la evaporación de agua líquida o sólida directamente desde el suelo o desde las superficies vegetales vivas o muertas (rocío, escarcha, lluvia interceptada por la vegetación), como las pérdidas de agua a través de las superficies vegetales, particularmente las

hojas. En este último proceso, denominado transpiración, el agua absorbida por medio de las raíces, se transfiere a la atmósfera fundamentalmente a través de las estomas situadas en las hojas. Estos conceptos conforman el de evapotranspiración (ET) definida como la suma de las cantidades de agua evaporada desde el suelo y traspirada por las plantas (Ortiz, 1987).

Las dificultades en la medida de evapotranspiración y en la discriminación entre evaporación y transpiración, hizo que muchos autores se inclinaran por suponer unas condiciones ideales de humedad del suelo y desarrollo vegetal, dos de las variables más difíciles de medir, y admitidas éstas, correlacionar la ETP con uno o varios factores que influyen en ella, se introdujo entonces el término evapotranspiración potencial (ETP) de forma independiente por *Penman*-Monteith y *Thornthwaite* en 1948, en un intento de optimizar el contenido de humedad en el suelo.

Para el cálculo de la evapotranspiración se utilizó el método de Coutagne descrito en el libro *Procesos del Ciclo Hidrológico* (1998) de Campos Aranda, 1998, en donde hace referencia a la fórmula de Coutagne tipo II para el cálculo de la evapotranspiración real basado exclusivamente en datos de temperatura media (C°) anual y precipitación anual (m) tal y como se describe a continuación:

$$\mathbf{ETR} = \mathbf{P} - (\mathbf{X}) * (\mathbf{P^2})$$

Donde

ETR = Evapotranspiración real (m/año)

P = Precipitación media anual (m)

T = Temperatura media anual en °C

X= $\mathbf{1}/(\mathbf{0.8} + \mathbf{0.14} * (\mathbf{T}))$

La fórmula sólo es aplicable para valores de la precipitación media anual (P) comprendidos entre 1/8 X y 1/2X, estando ETR y P en metros y T en C°.

Si P es menor que 1/8X la ETR es igual a la precipitación, es decir, no existe escurrimiento; si la precipitación P es mayor que ½ X la ETR es prácticamente independiente de P y su valor está dado por la ecuación siguiente:

$$\mathbf{ETR} = \mathbf{0.20} + \mathbf{0.035} * \mathbf{T}$$

Donde

ETR = Evapotranspiración real (m/año)

P = Precipitación media anual (m)

t = Temperatura media anual en °C

El resultado de la ETP obtenido de multiplica por el área sujeta a CUSTF y con ello se obtiene el volumen evapotranspirado (VETP):

$$VETP = ETP * SCUSTF$$

Donde:

VETP: Volumen evapotranspirado (m^3/año)

ETP: Evapotranspiración potencial (m)

SCUSTF: Superficie del área a evaluar (m^2)

c) Volumen escurrido (VEA)

El escurrimiento superficial es la porción de la lluvia que fluye sobre la superficie del suelo a través de los canales hacia las corrientes mayores. Este fenómeno ocurre cuando la intensidad de precipitación es mayor que la evaporación y de la infiltración (Becerra, 1999).

Para el cálculo del coeficiente de escurrimiento se utilizó la metodología descrita en la NOM-011-CONAGUA-2015, así como información del INEGI y datos de campo, de esta forma, de acuerdo con las siguientes tablas se determinó, en base al tipo de suelo y sus características de cobertura.

La ecuación para el coeficiente de escurrimiento se representa por la siguiente expresión:

$$Ce = \frac{K(P - 250)}{2000} + \frac{K - 0.15}{1.5}$$

Donde:

K: Parámetro que depende del tipo y uso del suelo

P: Precipitación media anual (mm)

Para determinar el volumen de escurrimiento en una superficie delimitada se determinó mediante la siguiente expresión:

$$VEA = P * SCUSTF¨ * Ce$$

Donde:

VEA: Volumen de escurrimiento (m^3/año)

P: Precipitación media anual (m)

SCUSTF: Superfície de **CUSTF** (m^2)

Ce: Coeficiente de escurrimiento

d) Volumen infiltrado (VI)

La infiltración es otro factor que influye en el balance de humedad y se define como el movimiento del agua, a través de la superficie del suelo y hacia adentro del mismo, producido por la acción de las fuerzas gravitacionales y capilares. La diferencia entre el volumen de agua que llueve en una cuenca y el que escurre por su salida recibe el nombre genérico de pérdidas. La infiltración tiene un papel de primer orden en la relación lluvia-escurrimiento. El agua que precipita puede tomar tres caminos a seguir: infiltrarse, escurrirse y evaporarse (Aparicio, 1992). Y se representa en la ecuación siguiente:

$$P = I + R + ET$$

Donde:

I: Infiltración

R: Escurrimiento

ET: Evaporación

El parámetro precipitación se mide mediante pluviómetros en estaciones meteorológicas, y se obtiene en unidades de longitud (usualmente mm/año). La escorrentía superficial a partir del coeficiente de escurrimiento, la precipitación media anual, etc. La evapotranspiración se calcula usualmente mediante métodos empíricos, como la Ecuación de Turc o Thornthwaite, y se expresa en unidades de longitud (mm/año).

El cálculo del potencial de infiltración se obtiene mediante un simple despeje de la ecuación inicial y queda de la siguiente manera:

$$\boldsymbol{I = P - R - ET}$$

Donde:

I: Infiltración

P: Precipitación (mm)

R: Escurrimiento (m^3)

ET: Evaporación (mm)

La siguiente expresión es para obtener el volumen infiltrado en el área sujeta a CUSTF.

$$\textbf{Potencial de infiltración} = \textbf{VP} - \textbf{VEA} - \textbf{VETP}$$

Donde:

VP: Volumen precipitado (m^3/año)

VEA: Volumen de escurrimiento (m^3/año)

VETP: Volumen evapotranspirado (m^3/año)

Resultados del balance hídrico superficial sin CUSTF.

En este apartado se presenta la estimación de la captación de agua para la **CUSTF**, escurrimientos y evapotranspiración. Se analiza el área de estudio dado que serán objeto de comparación para visualizar el grado de afectación por el Proyecto. En la siguiente tabla se presentan los resultados de los cálculos realizados para estimar el balance hídrico en el **CUSTF**, mientras que, la memoria de cálculo, así como la metodología se presentan en el **Anexo IV; Apéndice IV.7. Servicios ambientales**

En la siguiente tabla se presenta el resumen de los cálculos realizados para estimar el balance hídrico del **CUSTF**, en sus diferentes fases, de acuerdo con los totales obtenidos, se tiene que:

Tabla IV. 53 Resultados del balance hídrico.

Área	Fase	Predio	Superficie (ha)	Superficie (m2)	Tipo_veg	VP(m3)	VETR (m3)	VEA(m3)	VOL PI (m3)
CUSTF	Fase 1	Predio 1	1.2471	12,470.96	Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia	2,899.50	2,750.02	15.27	134.20
CUSTF	Fase 1	Predio 2	0.3027	3,026.89	Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia	703.75	667.47	3.71	32.57
CUSTF	Fase 2	Predio 1	0.8047	8,046.74	Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia	1,870.87	1,774.42	9.85	86.59
CUSTF	Fase 3	Predio 1	0.7741	7,740.62	Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia	1,799.69	1,706.92	9.48	83.30
CUSTF	Fase 4	Predio 1	1.1681	11,680.77	Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia	2,715.78	2,575.78	14.30	125.70
CUSTF	Fase 5	Predio 2	0.4611	4,611.07	Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia	1,072.07	1,016.81	5.65	49.62
TOTAL		**CH**	1.2471	12,470.96		**11,061.66**	**10,491.41**	**58.26**	**511.99**

Finalmente, con base en los resultados obtenidos, se determinó que en el área sujeta a Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales (**CUSTF**), el volumen anual de precipitación para cada fase del proyecto es el siguiente:

- **Fase 1:** Se registra una precipitación de **3,603.25 m³/año**, de los cuales **3,417.49 m³** se evapotranspiran hacia la atmósfera, **18.9771 m³** escurren superficialmente hacia zonas bajas, y **166.7779 m³** se infiltran hacia los mantos acuíferos.
- **Fase 2:** La precipitación es de **1,870.87 m³/año**, con **1,774.42 m³** evapotranspirados, **9.8532 m³** escurridos superficialmente, y **86.5939 m³** infiltrados al subsuelo.
- **Fase 3:** Se registra una precipitación de **1,799.69 m³/año**, de los cuales **1,706.92 m³** se destinan a evapotranspiración, **9.4784 m³** al escurrimiento superficial y **83.30 m³** a la infiltración.
- **Fase 4:** La precipitación es de **2,715.78 m³/año**, con una evapotranspiración de **2,575.78 m³**, escurrimiento superficial de **14.3031 m³** y una infiltración de **125.70 m³**.
- **Fase 5:** Se registra una precipitación de **1,072.07 m³/año**, de los cuales **1,016.81 m³** se evapotranspiran, **5.6463 m³** escurren superficialmente y **49.62 m³** se infiltran.

Dándonos un total por las 5 fases de precipitación de 11,061.66 m³/año, de los cuales 10,491.41 m³ se evapotranspiran, 58.26 m³ escurren superficialmente y 511.99m³ se infiltran.

A continuación, se presenta un resumen del balance hídrico en condiciones actuales en la siguiente tabla.

.

Tabla IV. 54 Resumen de resultados de la estimación del balance hídrico para CUSTF en condiciones actuales.

Balance hídrico Actual (m³/año)						
Concepto	**Fase 1**	**Fase 2**	**Fase 3**	**Fase 4**	**Fase 5**	Total
Volumen precipitado (VP)	3,603.25	1,870.87	1,799.69	2,715.78	1,072.07	**11,061.66**
Volumen evapotranspirado (VETR)	3,417.49	1,774.42	1,706.92	2,575.78	1,016.81	**10,491.41**
Volumen de escurrimiento (VEA)	18.9771	9.8532	9.4784	14.3031	5.6463	**58.26**
Potencial de Infiltración	166.7779	86.5939	83.30	125.70	49.62	**511.99**

Resultados del balance hídrico superficial Con CUSTF.

A continuación, se presenta los resultados del cálculo del balance hídrico en el escenario de haberse implementado el **CUSTF**. Los valores que se modifican en este apartado se refieren al coeficiente de escurrimiento en donde el valor de Ce corresponde a un área desprovista de vegetación con pendiente entre 0-3% lo cual equivale a un valor de **0.04**. Los valores Volumen de precipitación siguen siendo el mismo y el valor de evapotranspiración es igual.

Tabla IV. 55 Volumen de escurrimiento con CUSTF.

Área	Fase	Predio	Superficie (ha)	Superficie (m2)	Tipo_veg	VP(m3)	VETR (m3)	VAE (m3)	VOL PI (m3)
CUSTF	Fase 1	Predio 1	1.2471	12,470.96	Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia	2,899.50	2,750.02	129.7283	19.7469
CUSTF	Fase 1	Predio 2	0.3027	3,026.89	Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia	703.75	667.47	31.4870	4.7929
CUSTF	Fase 2	Predio 1	0.8047	8,046.74	Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia	1,870.87	1,774.42	83.7057	12.7414
CUSTF	Fase 3	Predio 1	0.7741	7,740.62	Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia	1,799.69	1,706.92	80.5213	12.2567
CUSTF	Fase 4	Predio 1	1.1681	11,680.77	Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia	2,715.78	2,575.78	121.5085	18.4957
CUSTF	Fase 5	Predio 2	0.4611	4,611.07	Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia	1,072.07	1,016.81	47.9664	7.3013
TOTAL			**4.7577**	**47,577.04**		**11,061.66**	**10,491.41**	**494.92**	**75.33**

- **Fase 1:** Se registra una precipitación de **3,603.25 m³/año**, de los cuales **3,417.49 m³** se evapotranspiran hacia la atmósfera, **161.22 m³** escurren superficialmente hacia zonas bajas, y **24.5397 m³** se infiltran hacia los mantos acuíferos.
- **Fase 2:** La precipitación es de **1,870.87 m³/año**, con **1,774.42 m³** evapotranspirados, **83.71 m³** escurridos superficialmente, y **12.7414 m³** infiltrados al subsuelo.
- **Fase 3:** Se registra una precipitación de **1,799.69 m³/año**, de los cuales **1,706.92 m³** se destinan a evapotranspiración, **80.52 m³** al escurrimiento superficial y **12.26m³** a la infiltración.

- **Fase 4:** La precipitación es de **2,715.78 m³/año**, con una evapotranspiración de **2,575.78 m³**, escurrimiento superficial de **121.51 m³** y una infiltración de **18.50 m³**.
- **Fase 5:** Se registra una precipitación de **1,072.07 m³/año**, de los cuales **1,016.81 m³** se evapotranspiran, **47.97 m³** escurren superficialmente y **7.30 m³** se infiltran.

A continuación, se presenta un resumen del balance hídrico en condiciones actuales en la siguiente tabla.

Tabla IV. 56 Resultados del balance hídrico después de CUSTF.

Balance hídrico Con CUSTF (m³/año)						
Concepto	**Fase 1**	**Fase 2**	**Fase 3**	**Fase 4**	**Fase 5**	Total
Volumen precipitado (Vp)	3,603.25	1,870.87	1,799.69	2,715.78	1,072.07	**11,061.66**
Volumen evapotranspirado (VETR)	3,417.49	1,774.42	1,706.92	2,575.78	1,016.81	**10,491.41**
Volumen de escurrimiento (VEA)	161.22	83.71	80.52	121.51	47.97	**494.92**
Potencial de Infiltración	24.5397	12.7414	12.26	18.50	7.30	**75.33**

Diferencia a mitigar.

De esta manera, bajo el escenario con Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales (CUSTF), se observa un incremento en el volumen de escurrimiento superficial como consecuencia de la eliminación de la cobertura vegetal, así como una disminución en el volumen de infiltración al subsuelo. Con el objetivo de demostrar que el cambio de uso de suelo no implica una reducción en la captación de agua, se proponen medidas de compensación que permiten recuperar las condiciones actuales del potencial de infiltración. Como resultado de estas medidas, se estima la siguiente captación compensada por fase, correspondiente a la diferencia entre los escenarios actual y modificado:

- **Fase 1:** 142.2382 m³
- **Fase 2:** 73.8524 m³
- **Fase 3:** 71.0429 m³
- **Fase 4:** 107.2054 m³
- **Fase 5:** 42.3201m³

Teniendo un total a mitigar por las 5 fases de 436.66 m3

La descripción detallada de estas medidas, así como los resultados obtenidos bajo este escenario de compensación, se presentan en el **Capítulo VII** del presente Dictamen Técnico Unificado (DTU).

Tabla IV. 57 Volumen a mitigar en el CUSTF.

Área	Fase	Predio	Superficie (ha)	Superficie (m2)	Tipo_veg	Volumen a mitigar (m3)
CUSTF	Fase 1	Predio 1	1.95	19,513.22	Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia	**114.46**

Área	Fase	Predio	Superficie (ha)	Superficie (m2)	Tipo_veg	Volumen a mitigar (m3)
CUSTF	Fase 1	Predio 2	0.37	3,718.96	Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia	**27.78**
CUSTF	Fase 2	Predio 1	1.52	15,195.54	Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia	**73.85**
CUSTF	Fase 3	Predio 1	1.40	14,024.15	Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia	**71.04**
CUSTF	Fase 4	Predio 1	1.76	17,562.39	Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia	**107.21**
CUSTF	Fase 5	Predio 2	1.89	18,901.84	Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia	**42.32**
TOTAL			**8.89**	**88,916.11**		**436.66**

IV.2.3.2. Erosión Hídrica.

Metodología para la estimación de la erosión hídrica

Para hacer la estimación de la pérdida de suelo por erosión se realizaron los cálculos a través de la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo, formulada en su forma actual por Wischmeier y Smith (1962) y adecuada para México por Figueroa *et al*. (1991).

La ecuación básica es:

$$\boldsymbol{A = R * K * L * S * C * P}$$

Donde:

A = Pérdida de suelo promedio anual [t/ha/año]

R = Factor erosividad de la lluvia [MJ/ha*mm/hr]

K = Factor erodabilidad del suelo en [t/ha. MJ*ha/mm*hr]

LS = Factor topográfico (función de longitud-inclinación-forma de la pendiente), adimensional

C = Factor de manejo de cultivos y cobertura vegetal, adimensional

P = Factor de prácticas de conservación (conservación de la estructura del suelo), adimensional

Los factores de la EUPS se desarrollaron usando una unidad de evaluación denominada lote estándar. Un lote estándar tiene 22.13 m de longitud y se encuentra ubicado en una pendiente uniforme de 9 % de inclinación. El lote se mantiene laboreado en el sentido de la pendiente y en barbecho continuo, por lo menos, durante dos años.

El factor de erosividad de lluvia (R)

La erosividad de lluvia (R) está definida como la habilidad o capacidad de la lluvia para producir erosión, es decir, la energía cinética de la lluvia necesaria para mover y transportar las partículas del suelo. La erosividad es medida por medio de los índices de erosividad.

Existen diferentes índices para calcular la erosividad de la lluvia, sin embargo, Wischmeier y Smith (1965), señalan que el mejor estimador de la erosividad de la lluvia es el EI_{30}, y es definido como el producto de la energía cinética total de la lluvia (E) por la intensidad máxima en 30 minutos (I_{30}). Mide el efecto de la erosión por salpicamiento y la turbulencia del flujo se combinan con el escurrimiento para remover del terreno las partículas del suelo separado por éste. Este proceso es conocido como erosión laminar y se obtiene con la siguiente ecuación (Loredo *et al*., 2007):

$$\boldsymbol{EI_{30} = (E)\,(I_{30})}$$

Donde:

EI30 = Índice de erosividad para un evento (MJmm/ha hr)

E = Energía cinética de la lluvia (MJ/ha)

I30 = Intensidad máxima en 30 minutos continuos de lluvia (mm/hr)

Y con la suma de todos los EI30 de cada uno de los eventos del año se obtiene el índice de erosividad anual (R). Quedando la siguiente expresión algebraica de R:

$$\boldsymbol{R = \sum_{I=1}^{M} EI_{30}}$$

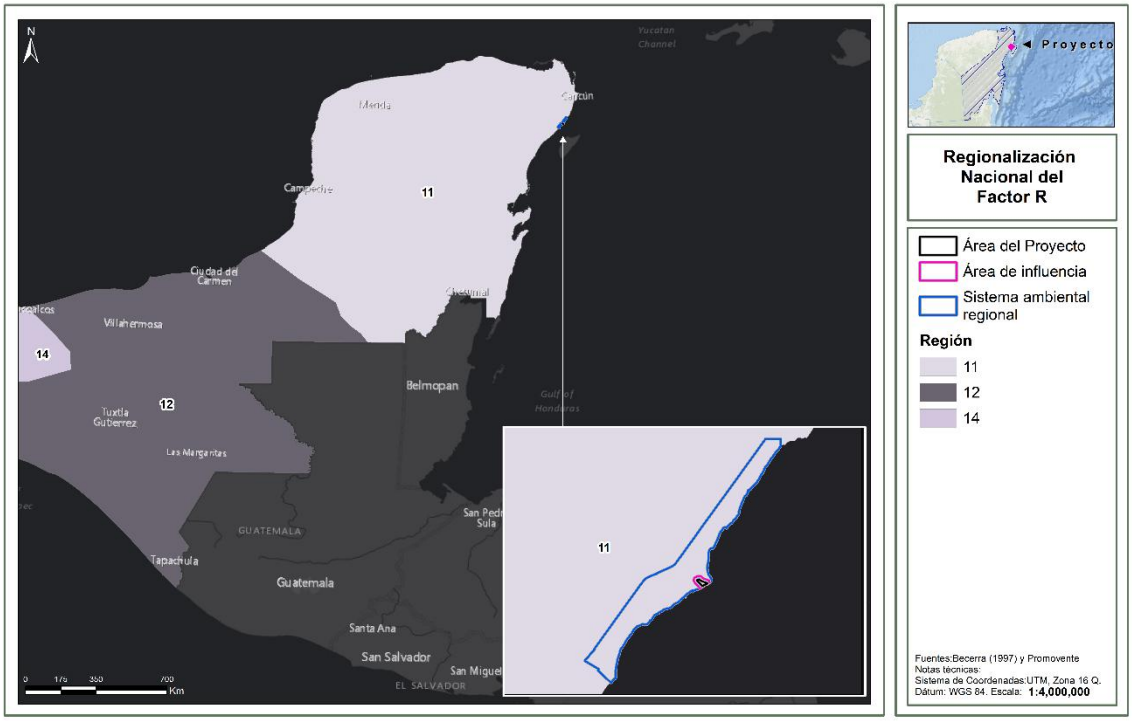
Donde

R= Factor de erosividad de la lluvia o índice de erosividad anual (Mj mm/ha hr año)

m= es el número de eventos durante el año.

El EI_{30} ha mostrado ser un índice de erosividad de la lluvia eficiente para la estimación de pérdidas de suelo en diversas partes del mundo. En el caso de México, Cortés (1991) adecuó este factor realizando un mapa de isoerosividad, a través de las 53 estaciones meteorológicas presentes en el país con periodos que variaron de cuatro a once años y así estimó el EI_{30} para diferentes regiones de la República Mexicana y formó un mapa subdividido en 14 regiones asociadas a modelos de regresión (ecuaciones) para estimar la erosividad de la lluvia a partir de datos de precipitación media anual, como se muestra en la siguiente figura.

Figura IV. 81 Regionalización Nacional del Factor R.



Fuente: Becerra, 1997.

Las ecuaciones propuestas para calcular la erosividad de la lluvia por región se muestran en la siguiente tabla.

Tabla IV. 58. Ecuación para estimar la erosividad de la lluvia para las diferentes regiones de México.

Región	Ecuación	R^2
I	$Y=1.2078X+0.002276X^2$	0.92
II	$Y=3.4555X+0.006470X^2$	0.93
III	$Y=3.6752X-0.001720X^2$	0.94
IV	$Y=2.8959X+0.002983X^2$	0.92
V	$Y=3.4880X-0.000188X^2$	0.94
VI	$Y=6.6847X+0.001680X^2$	0.90
VII	$Y=-0.0334X+0.006661X^2$	0.98
VIII	$Y=1.9967X+0.003270X^2$	0.98
IX	$Y=7.0458X-0.002096X^2$	0.97
X	$Y=6.8938X+0.000442X^2$	0.95
XI	$Y=3.7745X+0.004540X^2$	0.98
XII	$Y=2.4619X+0.006067X^2$	0.96
XIII	$Y=10.7427X-0.001008X^2$	0.97

XIV	$Y=1.5005X+0.002640X^2$	0.95

De modo que, el índice de erosividad de lluvia resulta en lo siguiente:

$$\boldsymbol{R} = 3.7745*P-0.004540*P^2$$

$$\boldsymbol{R} = 3.7745*(232.50)-0.004540*(232.50)^2$$

$$\mathbf{R} = 1{,}122.987 \text{ MJ mm/ ha h}$$

El factor de erosionabilidad de los suelos (K)

La cantidad de suelo erosionado por el agua en un lugar dado depende del potencial relativo de dos fuerzas contrarias:

- Los agentes erosivos, lluvia y escorrentía, que actúan en el suelo y
- La habilidad del suelo para resistir a dichos agentes.

El término erosionabilidad del suelo, sugerido por Cook (1936) se usa para indicar la susceptibilidad de un suelo particular a ser erosionado

El método más común para encontrar el índice de erosionabilidad es el valor de K. El factor K indica el grado de susceptibilidad o resistencia de un horizonte específico del suelo a la erosión. La erodabilidad del suelo es una propiedad compleja y se concibe como la facilidad con la cual es desprendido por:

- El salpicado de las gotas durante un evento de lluvia,
- El flujo superficial o
- Por la acción de ambos fenómenos.

Sin embargo, desde un punto de vista más cuantitativo, la erodabilidad del suelo puede entenderse como el cambio en la pérdida de suelo por unidad de fuerza o energía externa aplicada (Montes, 2002).

Tradicionalmente, la metodología usada para la determinación de dicho factor es el nomograma de Wischmeier *et al*., (1971) el cual toma en cuenta ciertas propiedades del suelo, como contenido de materia orgánica, contenido de arenas, contenido de limos, estructura y permeabilidad, entre otras.

Ahora bien, cuando no se disponga de datos necesarios para hacer uso del nomograma, se puede calcular el factor K mediante la metodología propuesta por FAO (1980). La FAO propone calcular el factor K a partir de la textura superficial (utilizando tres grupos texturales) y la unidad de suelo a que pertenece, según la clasificación FAO/UNESCO.

Para el presente estudio y debido a que no se cuenta con información detallada y completa para el empleo de la metodología tradicional, se aplicó la metodología descrita a continuación, conocida como la metodología de la FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación).

Tabla IV. 59. Factor K de acuerdo con el tipo de suelo de la clasificación desarrollada por la WRB

Clasificación WRB		Textura		
Nombre	Símbolo	G	M	F
Acrisol	AC	0.026	0.04	0.013
Alisol	AL	0.026	0.04	0.013
Andosol	AN	0.026	0.04	0.013
Arenosol	AR	0.13	0.02	0.007
Calcisol	CL	0.13	0.02	0.007
Cambisol	CM	0.053	0.079	0.026
Chernozem	CH	0.026	0.04	0.013
Durisol	DU	0.053	0.079	0.026
Fluvisol	FL	0.026	0.04	0.013
Ferralsol	FR	0.013	0.02	0.007
Gleysol	GL	0.026	0.04	0.013
Gypsisol	GY	0.053	0.079	0.026
Histosol	HS	0.053	0.02	0.007
Kastanozem	KS	0.026	0.04	0.013
Leptosol	LP	0.013	0.02	0.007
Lixisol	LX	0.026	0.04	0.013
Luvisol	LV	0.013	0.02	0.007
Nitisol	NT	0.013	0.02	0.007
Phaeozem	PH	0.013	0.02	0.007
Planosol	PL	0.053	0.079	0.026
Plinthosol	PT	0.026	0.04	0.013
Regosol	RG	0.026	0.04	0.013
Solonchak	SC	0.026	0.04	0.013
Solonetz	SN	0.053	0.04	0.013
Umbrisol	UM	0.026	0.04	0.013
Vertisol	VR	0.053	0.079	0.026

En los mapas de suelos elaborados por la FAO a nivel mundial y por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (**INEGI**) en México se utiliza la siguiente simbología:

$$\frac{Ah}{2} \text{ ó } \frac{Bh + I}{2}$$

Donde:

A= Unidad de suelo

Bh+I= Asociación de unidad de suelo

h= Subunidad de suelo

2= Textura

Estos dos primeros términos (unidad de suelo y textura) constituyen los factores edáficos y a partir de ellos se puede estimar un valor del factor K para un suelo dado de acuerdo con Figueroa *et al*., (1991).

Factor longitud e inclinación de la pendiente (LS)

El factor LS es el efecto de la topografía en la erosión. La erosión aumenta conforme la longitud del terreno en el sentido de la pendiente aumenta (factor L) y la inclinación de la superficie se hace mayor (factor S).

La longitud de la pendiente se define como la distancia desde el punto de origen del flujo superficial a cualquiera de los siguientes puntos: (i) punto donde la pendiente decrece de tal manera que empieza a existir sedimentación o (ii) punto donde el agua de escorrentía entra a un canal bien definido que puede ser parte de una red de drenaje o un canal construido tal y como el de una terraza o zanja desviación (Figueroa *et a*l 1991).

El factor L se define como:

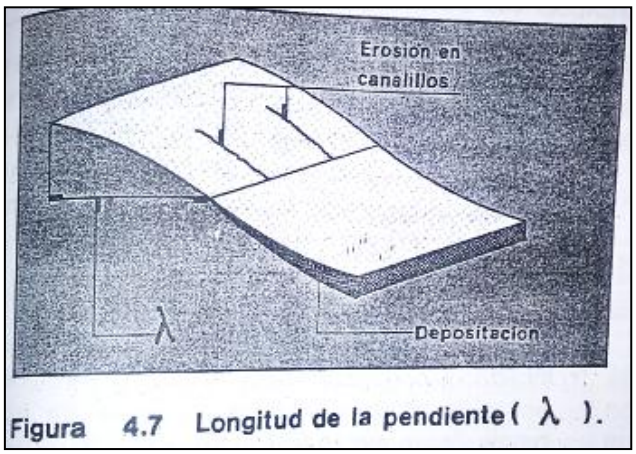
$$\boldsymbol{L = (\frac{\lambda}{22.13})^{m}}$$

Donde:

λ= Longitud de la pendiente *m*. Esta es la proyección horizontal y no la distancia paralela a la superficie del terreno como se muestra en la siguiente figura.

m = Exponente. Este valor está influenciado por interacciones de la longitud de la pendiente con la inclinación y también por las propiedades del suelo, el tipo de vegetación, y las prácticas de conservación.

Figura IV. 82 Longitud de la pendiente



Fuente: Figueroa *et al*., 1991

El valor del exponente *m* varía dependiendo de la relación β entre la erosión entre canalillos (debida al impacto de las gotas de lluvia) y en canalillos (causado por el flujo superficial) de acuerdo con la relación reportada por Foster *et al.* (1977), y que es:

$$\boldsymbol{m = \beta/(1+\beta)}$$

Los valores de la relación β para condiciones donde los suelos son moderadamente susceptibles a erosión entre canalillos y en canalillos, fueron calculados por McCool et al (1989), utilizando la relación.

$$\boldsymbol{\beta = (sen\frac{\theta}{0.0896})/[3.0\ (sen\ \theta)^{0.8} + 0.56]}$$

Donde

θ= ángulo de la pendiente. Dado un valor de β se calcula el valor del exponente m, utilizando la relación de Foster *et al* (1977).

La pérdida de suelo aumenta más rápidamente con la inclinación de la pendiente que con la longitud y se evalúa utilizando la relación de McCool *et al.* (1977):

$$\boldsymbol{S = 10.8\ sen\ \theta + 0.03\ para\ pendientes\ menores\ de\ 9\ \%}$$

$$\boldsymbol{S = 16.8\ sen\ \theta - 0.50\ para\ pendientes\ mayores\ o\ iguales\ a\ 9\ \%}$$

Finalmente se realiza el producto de ambos factores para obtener el factor LS, valor requerido para el cálculo de la erosión hídrica.

Un aspecto importante en el uso de la ecuación es la determinación de la longitud de la pendiente. Aunque puede existir un número infinito de longitudes en el terreno, para aplicar la ecuación se calcula la erosión de varios de ellos y se promedia el resultado obtenido, ponderando por el área que cada longitud de pendiente representa. La determinación de la longitud de la pendiente en agostaderos y cuencas forestales es más difícil que en terrenos de cultivo debido a la presencia de vegetación permanente y a la topografía irregular de los terrenos. En estos casos, es mejor determinar la longitud de la pendiente directamente en el campo (Figueroa *et al*., 1991).

Factor de manejo de cobertura (C)

Figueroa *et al.* (1991) afirma que no es posible evaluar independientemente a los factores de manejo y cobertura debido a que sus efectos están influenciados por muchas correlaciones importantes, entre ellas:

- La protección de la cobertura aérea de los cultivos depende del tipo de vegetación, su densidad y la calidad del crecimiento vegetal. Estos factores varían mucho durante el año.
- Las labores de labranza pueden dejar la superficie del suelo con residuos de la cosecha anterior o desprovista de ellos. También es posible producir una superficie rugosa, la cual aumenta la capacidad de retención de humedad y disminuye la escorrentía de los terrenos, o una superficie suavizada por las labores subsecuentes.

- La eficiencia de un cultivo para evitar la erosión depende de cuánta lluvia erosiva ocurre durante los distintos períodos de crecimiento del cultivo.

La cubierta vegetal comprende la vegetación y tiene efectos benéficos en la reducción de las pérdidas de las partículas del suelo ya que brinda protección contra acción de los agentes erosivos. Una cubierta vegetal abundante reduce la erosión a límites aceptables. La eficiencia de la vegetación para reducir la erosión depende de la altura y continuidad de la cubierta vegetal aéreo, de la densidad de cobertura en el suelo y de la densidad de raíces (Figueroa et al., 1991).

Los valores de C son menores que la unidad y en promedio indican que a medida que aumenta la cobertura del suelo el valor de C se reduce y puede alcanzar valores similares a 0 (correspondiente a un terreno protegido) y a 1.0 (para terrenos sin ninguna protección) (Montes-León et al., 2011). En la Tabla siguiente se presenta la relación del valor C para cada tipo de vegetación y/o uso de suelo.

Tabla IV. 60 Factor para vegetación y/o uso de suelo (Montes-León et al., 2011)

Vegetación y/o uso de suelo	C	Vegetación y/o uso de suelo	C
Bosque de Ayarín	0.01	Pastizal gipsófilo	0.25
Bosque de cedro	0.01	Pastizal halófilo	0.25
Bosque de encino	0.1	Pastizal inducido	0.02
Bosque de encino-pino	0.01	Pastizal natural	0.07
Bosque de galería	0.1	Popal	0.85
Bosque de oyamel	0.01	Pradera de alta montaña	0.05
Bosque de pino	0.01	Sabana	0.54
Bosque de pino-encino	0.01	Sabanoide	0.54
Bosque de tascate	0.01	Selva alta perennifolia	0.45
Bosque de mesófilo de montaña	0.01	Selva alta subperennifolia	0.45
Chaparral	0.65	Selva baja caducifolia	0.5
Manglar	0.1	Selva baja espinosa caducifolia	0.5
Matorral crasicaule	0.65	Selva baja espinosa subperennifolia	0.5
Matorral de coníferas	0.2	Selva mediana caducifolia	0.45
Matorral desértico micrófilo	0.25	Selva mediana perennifolia	0.45
Matorral desértico rosetófilo	0.25	Selva mediana subcaducifolia	0.45
Matorral espinoso tamaulipeco	0.45	Tular	0.1
Matorral rosetófilo costero	0.25	Vegetación de desiertos arenosos	0.85
Matorral sarco crausicaule	0.25	Vegetación de dunas costeras	0.85
Matorral sarco-crasicaule	0.25	Vegetación de galería	0.85
Matorral sarco-crasicaule de neblina	0.25	Vegetación halófila	0.85
Matorral submontano	0.35	Zona urbana	0.005
Matorral subtropical	0.12	Cuerpos de agua	1
Mezquital	0.65	Agricultura en riego	0.55
Palmar inducido	0.75	Agricultura de temporal	0.75
Palmar natural	0.75	Agricultura de humedad	0.25

Resultados de la erosión hídrica sin CUSTF.

La estimación de la erosión actual se obtiene al realizar la EUPS con los valores previamente obtenidos para cada factor. Finalmente se aplica la ecuación de EUPS obteniendo así la tasa de erosión actual y la cantidad de erosión para el área de **CUSTF**, como se muestra a continuación:

Hay que aclarar que para la estimación de la erosión no se realizó el promedio de las clases texturales, y en cambio se hizo el cálculo por superficie con sus valores respectivos de EUPS correspondientes. Así como se describe en la siguiente tabla, obtenidos a partir del Manual de predicción de pérdidas de suelo por Erosión elaborado por Figueroa et al, (1991).

Tabla IV. 61 Valores de los factores de la EUPS sin CUSTF.

ID	Fase	Predio	Superficie	Tipo de Vegetación	Factor R	Factor K	Factor LS	Factor C
CUSTF	Fase 1	Predio 1	1.2471	Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia	1,122.987	0.040	0.104	0.450
CUSTF	Fase 1	Predio 2	0.3027	Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia	1,122.987	0.040	0.104	0.450
CUSTF	Fase 2	Predio 1	0.8047	Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia	1,122.987	0.040	0.104	0.450
CUSTF	Fase 3	Predio 1	0.7741	Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia	1,122.987	0.040	0.104	0.450
CUSTF	Fase 4	Predio 1	1.1681	Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia	1,122.987	0.040	0.104	0.450
CUSTF	Fase 5	Predio 2	0.4611	Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia	1,122.987	0.040	0.104	0.450

A partir de los valores de la tabla anterior se calcula la tasa de erosión por hectárea y la cantidad de erosión por superficie.

Tabla IV. 62 Erosión hídrica en el área sin CUSTF.

ID	Fase	Predio	Superficie	Tipo de Vegetación	Tasa de erosión (ton/ha/año)	Volumen (ton/año)
2.11	4.11	Predio 1	1.2471	Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia	2.11	2.63
2.11	0.78	Predio 2	0.3027	Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia	2.11	0.64
2.11	3.20	Predio 1	0.8047	Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia	2.11	1.69
2.11	2.95	Predio 1	0.7741	Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia	2.11	1.63
2.11	3.70	Predio 1	1.1681	Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia	2.11	2.46
2.11	3.98	Predio 2	0.4611	Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia	2.11	0.97
Total			4.7577		**2.11**	**10.02**

Como se muestra en la tabla anterior la tasa de erosión actual es de **2.11 ton/ha/año para las diferentes fases**.

La cantidad de suelo que se pierde por erosión hídrica en las condiciones actuales en la superficie de **CUSTF** es: Fase 1 de **3.27 ton/año,** Fase 2 de **1.69 ton/año,** Fase 3 de **1.63 ton/año,** Fase 4 de **2.46 ton/año y** Fase 5 de **0.97 ton/año. Teniendo un total de perdida de suelo por las 5 fases de 10.02 ton/año**

Resultados de la erosión hídrica con CUSTF.

Obtenida la erosión sin **CUSTF**, se procede a calcularlo en el escenario Con **CUSTF** o erosión potencial.

En la erosión potencial no se contempla la cobertura vegetal, y en caso de ejecutarse el **CUSTF**, el suelo permanecería en esta condición por 12 meses aproximadamente. Es decir, el factor C no se incluye.

Tabla IV. 63 Valores de los factores de la EUPS Con CUSTF.

ID	Fase	Predio	Superficie	Tipo de Vegetación	Factor R	Factor K	Factor LS	Factor C
CUSTF	Fase 1	Predio 1	1.2471	Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia	1,122.987	0.040	0.104	1.00
CUSTF	Fase 1	Predio 2	0.3027	Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia	1,122.987	0.040	0.104	1.00
CUSTF	Fase 2	Predio 1	0.8047	Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia	1,122.987	0.040	0.104	1.00
CUSTF	Fase 3	Predio 1	0.7741	Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia	1,122.987	0.040	0.104	1.00
CUSTF	Fase 4	Predio 1	1.1681	Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia	1,122.987	0.040	0.104	1.00
CUSTF	Fase 5	Predio 2	0.4611	Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia	1,122.987	0.040	0.104	1.00
Total			4.7577					

Como se muestra en la tabla, la tasa de erosión hídrica estimada es de **4.68 toneladas por hectárea por año (ton/ha/año)**. En cuanto a la pérdida de suelo bajo el escenario posterior al ejercicio del Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales (**CUSTF**), se estima que, en ausencia de cobertura vegetal y sin la implementación de prácticas de conservación de suelo y agua, se perderían:

- **Fase 1:** 7.25 ton/año
- **Fase 2:** 3.77 ton/año
- **Fase 3:** 3.62 ton/año
- **Fase 4:** 5.47 ton/año
- **Fase 5:** 2.16 ton/año

Dándonos un total de 22.27 ton/año en las 5 fases del CUSTF.

Estas cifras corresponden a una superficie total de **4.7577 hectáreas** dentro del área sujeta al **CUSTF**. No obstante, de acuerdo con la **Evaluación de la degradación del suelo causada por el hombre**, elaborada por la **SEMARNAT y el Colegio de Posgraduados (2003)**, la pérdida de suelo menor a 5 ton/ha/año se clasifica como **Nula.**

Tabla IV. 64 Erosión hídrica con CUSTF.

ID	Fase	Predio	Superficie	Tipo de Vegetación	Tasa de erosión (t/ha/año)	Volumen (ton/año)
CUSTF	Fase 1	Predio 1	1.2471	Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia	4.68	5.84
CUSTF	Fase 1	Predio 2	0.3027	Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia	4.68	1.42
CUSTF	Fase 2	Predio 1	0.8047	Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia	4.68	3.77
CUSTF	Fase 3	Predio 1	0.7741	Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia	4.68	3.62
CUSTF	Fase 4	Predio 1	1.1681	Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia	4.68	5.47
CUSTF	Fase 5	Predio 2	0.4611	Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia	4.68	2.16
Total			**4.7577**		**4.68**	**22.27**

IV.2.3.3. Erosión Eólica.

Metodología para la estimación de la erosión eólica

La erosión eólica comparte con la erosión hídrica dos de los factores que controlan su tasa y magnitud, estos son la **erodabilidad y la presencia de la vegetación**. Sin embargo, en este proceso, la rugosidad del suelo y el clima también desempeñan papeles significativos. Este tipo de erosión afecta principalmente a las **regiones áridas, semiáridas y subhúmedas secas** del país, aunque no es exclusiva de ellas. Su presencia está asociada a una **insuficiente protección del suelo** por la cubierta vegetal, a la destrucción de la estructura del suelo y a niveles bajos de humedad" (SEMARNAT, 2016).

La erosión eólica se calcula mediante el método aplicado por SEDUE (1988) para el ordenamiento ecológico y es el producto del índice de agresividad del viento (IAVIE), la calificación de la textura del suelo (CATEX) y el factor por uso del suelo (CAUSO) y es expresada en ton/ha/año.

$$Ee = IAVIE * CATEX * CAUSO$$

Índice de agresividad del viento (IAVIE)

El índice de agresividad del viento se calcula a partir de PECRE, con la siguiente fórmula:

$$IAVIE = 160.8252 - (0.766 * PECRE)$$

Donde PECRE es el período de crecimiento, el cual se define como el número de días al año en el que hay disponibilidad de agua y temperatura favorable para el desarrollo de un cultivo (estos valores son medias anuales). Se obtiene con el siguiente cálculo:

$$\boldsymbol{PECRE = 0.2408\ (PREC) - 0.0000372\ (PREC)^2 - 33.1019}$$

Donde PREC es la precipitación media anual en mm. Esta se obtiene a partir de las normales climatológicas del Servicio Meteorológico Nacional en un periodo de 50 años.

Calificación de la textura del suelo (CATEX)

La calificación de la textura se obtiene a partir de la textura y fase del tipo de suelo. El tipo de suelo se obtiene a partir del conjunto de datos vectoriales de la carta Edafológica escala 1:250 000. El valor se obtiene a de las siguientes tablas.

A continuación, se presenta la tabla de los tipos de suelos que son calcáreos y que se deben considerar si están o no, presentes en el área de CHF.

Tabla IV. 65 Tipo de suelos calcáreos

Nombre	Símbolo
Cambisol cálcico	Bk
Chernozem Cálcico	Ck
Rendzina	E
Gleysol calcárico	Gc
Feozem calcárico	Hc
Fluvisol calcárico	Jc
Castañozem cálcico	Kk
Luvisol cálcico	Lk
Regosol calcárico	Rc
Xerosol cálcico	Xk
Yermosol cálcico	Yk

Fuente: SEDUE, 1989

Tabla IV. 66 Valores para la capa de textura, suelos no calcáreos

CATEX	Textura y Fase
3.5	1 (gruesa)
1.25	2 (media)
1.85	3 (fina)
1.75	1 fase gravosa o pedregosa
0.62	2 fase gravosa o pedregosa
0.92	3 fase gravosa o pedregosa

Tabla IV. 67. Valores para la capa de textura, suelos calcáreos

CATEX	Textura y Fase
3.5	1 (gruesa)
1.75	2 (media)
1.85	3 (fina)
0.87	fase gravosa o pedregosa

Calificación del uso del suelo (CAUSO)

La calificación del uso del suelo y tipo de vegetación se obtiene a partir del conjunto de datos vectoriales de uso del suelo y vegetación escala 1:250 000, serie VII.

Se asigna el valor correspondiente al tipo de vegetación presente en el Proyecto. Este valor es asignado de acuerdo con la siguiente tabla obtenida de SEDUE a partir de la clasificación de INEGI. Para nuestro caso en particular dentro de esta tabla se asigna el valor para la vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia.

Tabla IV. 68. Valores de CAUSO según el uso del suelo

Uso del Suelo y tipo de vegetación	CAUSO
Acuícola	0
Agricultura de humedad anual	0.2
Agricultura de humedad anual y permanente	0.2
Agricultura de humedad anual y semipermanente	0.2
Agricultura de humedad permanente	0.2
Agricultura de humedad semipermanente	0.2
Agricultura de humedad semipermanente y permanente	0.2
Agricultura de riego anual	0.2
Agricultura de riego anual y permanente	0.2
Agricultura de riego anual y semipermanente	0.2
Agricultura de riego permanente	0.2
Agricultura de riego semipermanente	0.2
Agricultura de riego semipermanente y permanente	0.2
Agricultura de temporal anual	0.7
Agricultura de temporal anual y permanente	0.7
Agricultura de temporal anual y semipermanente	0.7
Agricultura de temporal permanente	0.7
Agricultura de temporal semipermanente	0.7
Agricultura de temporal semipermanente y permanente	0.7
Asentamientos humanos	0
Bosque cultivado	0.2

Uso del Suelo y tipo de vegetación	CAUSO
Bosque de Ayarín	0.2
Bosque de cedro	0.2
Bosque de encino	0.2
Bosque de encino-pino	0.2
Bosque de galería	0.15
Bosque de mezquite	0.3
Bosque de oyamel	0.2
Bosque de pino	0.2
Bosque de pino-encino	0.2
Bosque de táscate	0.2
Bosque inducido	0.2
Bosque mesófilo de montaña	0.2
Chaparral	0.15
Cuerpo de agua	0
Desprovisto de vegetación	0.5
Manglar	0.05
Matorral Crasicaule	0.15
Matorral desértico Micrófilo	0.15
Matorral desértico rosetófilo	0.15
Matorral espinoso tamaulipeco	0.15
Matorral rosetófilo costero	0.15
Matorral sarco-crasicaule	0.15
Matorral sarco-crasicaule de neblina	0.15
Matorral sarcocaule	0.15
Matorral submontano	0.15
Matorral subtropical	0.15
Mezquital tropical	0.15
Mezquital xerófilo	0.15
País extranjero	0
Palmar inducido	0.3
Palmar natural	0.3
Pastizal cultivado	0.3
Pastizal gipsófilo	0.3
Pastizal halófilo	0.3
Pastizal inducido	0.3
Pastizal natural	0.3
Popal	0.05
Pradera de alta montaña	0.3

Uso del Suelo y tipo de vegetación	CAUSO
Sabana	0.3
Sabanoide	0.3
Selva alta perennifolia	0.1
Selva alta subperennifolia	0.1
Selva baja caducifolia	0.1
Selva baja espinosa caducifolia	0.1
Selva baja espinosa subperennifolia	0.1
Selva baja perennifolia	0.1
Selva baja subcaducifolia	0.1
Selva baja subperennifolia	0.1
Selva de galería	0.05
Selva mediana caducifolia	0.1
Selva mediana perennifolia	0.1
Selva mediana subcaducifolia	0.1
Selva mediana subperennifolia	0.1
Sin vegetación aparente	0.4
Tular	0.05
Vegetación de desiertos arenosos	0.5
Vegetación de dunas costeras	0.5
Vegetación de galería	0.05
Vegetación de Petén	0.05
Vegetación gipsófila	0.3
Vegetación halófila hidrófila	0.05
Vegetación halófila xerófila	0.3
Vegetación secundaria arbórea de bosque de Ayarín	0.21
Vegetación secundaria arbórea de bosque de cedro	0.21
Vegetación secundaria arbórea de bosque de encino	0.21
Vegetación secundaria arbórea de bosque de encino-pino	0.21
Vegetación secundaria arbórea de bosque de galería	0.21
Vegetación secundaria arbórea de bosque de mezquite	0.21
Vegetación secundaria arbórea de bosque de oyamel	0.21
Vegetación secundaria arbórea de bosque de pino	0.21
Vegetación secundaria arbórea de bosque de pino-encino	0.21
Vegetación secundaria arbórea de bosque de táscate	0.21
Vegetación secundaria arbórea de bosque mesófilo de montaña	0.21
Vegetación secundaria arbórea de manglar	0.05
Vegetación secundaria arbórea de palmar natural	0.3
Vegetación secundaria arbórea de selva alta perennifolia	0.11

Uso del Suelo y tipo de vegetación	CAUSO
Vegetación secundaria arbórea de selva alta subperennifolia	0.11
Vegetación secundaria arbórea de selva baja caducifolia	0.11
Vegetación secundaria arbórea de selva baja espinosa caducifolia	0.11
Vegetación secundaria arbórea de selva baja espinosa subperennifolia	0.11
Vegetación secundaria arbórea de selva baja perennifolia	0.11
Vegetación secundaria arbórea de selva baja subcaducifolia	0.11
Vegetación secundaria arbórea de selva baja subperennifolia	0.11
Vegetación secundaria arbórea de selva de galería	0.11
Vegetación secundaria arbórea de selva mediana caducifolia	0.11
Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subcaducifolia	0.11
Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia	0.11
Vegetación secundaria arbórea de vegetación de Petén	0.5
Vegetación secundaria arbustiva de bosque de Ayarín	0.2
Vegetación secundaria arbustiva de bosque de cedro	0.2
Vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino	0.2
Vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino-pino	0.2
Vegetación secundaria arbustiva de bosque de galería	0.2
Vegetación secundaria arbustiva de bosque de mezquite	0.2
Vegetación secundaria arbustiva de bosque de oyamel	0.2
Vegetación secundaria arbustiva de bosque de pino	0.2
Vegetación secundaria arbustiva de bosque de pino-encino	0.2
Vegetación secundaria arbustiva de bosque de táscate	0.2
Vegetación secundaria arbustiva de bosque mesófilo de montaña	0.2
Vegetación secundaria arbustiva de chaparral	0.16
Vegetación secundaria arbustiva de manglar	0.05
Vegetación secundaria arbustiva de matorral Crasicaule	0.16
Vegetación secundaria arbustiva de matorral desértico Micrófilo	0.16
Vegetación secundaria arbustiva de matorral desértico rosetófilo	0.16
Vegetación secundaria arbustiva de matorral espinoso tamaulipeco	0.16
Vegetación secundaria arbustiva de matorral rosetófilo costero	0.16
Vegetación secundaria arbustiva de matorral sarco-crasicaule	0.16
Vegetación secundaria arbustiva de matorral sarco-crasicaule neblina	0.16
Vegetación secundaria arbustiva de matorral sarcocaule	0.16
Vegetación secundaria arbustiva de matorral submontano	0.16
Vegetación secundaria arbustiva de matorral subtropical	0.16
Vegetación secundaria arbustiva de mezquital tropical	0.16
Vegetación secundaria arbustiva de mezquital xerófilo	0.16
Vegetación secundaria arbustiva de palmar natural	0.3

Uso del Suelo y tipo de vegetación	CAUSO
Vegetación secundaria arbustiva de pastizal gipsófilo	0.3
Vegetación secundaria arbustiva de pastizal halófilo	0.3
Vegetación secundaria arbustiva de pastizal natural	0.3
Vegetación secundaria arbustiva de selva alta perennifolia	0.11
Vegetación secundaria arbustiva de selva alta subperennifolia	0.11
Vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia	0.11
Vegetación secundaria arbustiva de selva baja espinosa caducifolia	0.11
Vegetación secundaria arbustiva de selva baja espinosa subperennifolia	0.11
Vegetación secundaria arbustiva de selva baja perennifolia	0.11
Vegetación secundaria arbustiva de selva baja subcaducifolia	0.11
Vegetación secundaria arbustiva de selva mediana caducifolia	0.11
Vegetación secundaria arbustiva de selva mediana perennifolia	0.11
Vegetación secundaria arbustiva de selva mediana subcaducifolia	0.11
Vegetación secundaria arbustiva de selva mediana subperennifolia	0.11
Vegetación secundaria arbustiva de vegetación de desiertos arenosos	0.5
Vegetación secundaria arbustiva de vegetación de galería	0.05
Vegetación secundaria arbustiva de vegetación halófila hidrófila	0.05
Vegetación secundaria arbustiva de vegetación halófila xerófila	0.5
Vegetación secundaria herbácea de bosque de encino	0.21
Vegetación secundaria herbácea de bosque de encino-pino	0.21
Vegetación secundaria herbácea de bosque de pino	0.21
Vegetación secundaria herbácea de bosque de pino-encino	0.21
Vegetación secundaria herbácea de bosque de táscate	0.21
Vegetación secundaria herbácea de bosque mesófilo de montaña	0.21
Vegetación secundaria herbácea de manglar	0.05
Vegetación secundaria herbácea de matorral Crasicaule	0.16
Vegetación secundaria herbácea de matorral de coníferas	0.16
Vegetación secundaria herbácea de matorral desértico Micrófilo	0.16
Vegetación secundaria herbácea de matorral desértico rosetófilo	0.16
Vegetación secundaria herbácea de matorral espinoso tamaulipeco	0.16
Vegetación secundaria herbácea de matorral rosetófilo costero	0.16
Vegetación secundaria herbácea de matorral sarco-crasicaule	0.16
Vegetación secundaria herbácea de matorral sarco-crasicaule de neblina	0.16
Vegetación secundaria herbácea de pastizal natural	0.3
Vegetación secundaria herbácea de selva alta perennifolia	0.11
Vegetación secundaria herbácea de selva alta subperennifolia	0.11
Vegetación secundaria herbácea de selva baja caducifolia	0.11
Vegetación secundaria herbácea de selva baja espinosa caducifolia	0.11

Uso del Suelo y tipo de vegetación	CAUSO
Vegetación secundaria herbácea de selva baja espinosa subperennifolia	0.11
Vegetación secundaria herbácea de selva mediana caducifolia	0.11
Vegetación secundaria herbácea de selva mediana subcaducifolia	0.11
Vegetación secundaria herbácea de selva mediana subperennifolia	0.11
Vegetación secundaria herbácea de vegetación halófila xerófila	0.3

Resultados de la erosión eólica sin CUSTF.

La estimación de la erosión actual se obtiene al realizar el producto de la ecuaciónes con los valores previamente obtenidos para cada factor. Finalmente se obtiene así la tasa de erosión actual y la cantidad de erosión para el área de **CUSTF**, como se muestra a continuación.

De la tabla siguiente se realiza el producto de las variables de la ecuación para el cálculo y se obtiene las tasas de erosión y la cantidad de erosión para el área sin el **CUSTF**.

Tabla IV. 69 Factores para la estimación de la erosión eólica.

ID CUSTF	Fase	Predio	Superficie (ha)	Tipo_veg	PECRE	IAVE	CATEX	CAUSO
CUSTF	Fase 1	Predio 1	1.25	Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia	20.87	144.84	1.25	0.11
CUSTF	Fase 1	Predio 2	0.30	Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia	20.87	144.84	1.25	0.11
CUSTF	Fase 2	Predio 1	0.80	Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia	20.87	144.84	1.25	0.11
CUSTF	Fase 3	Predio 1	0.77	Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia	20.87	144.84	1.25	0.11
CUSTF	Fase 4	Predio 1	1.17	Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia	20.87	144.84	1.25	0.11
CUSTF	Fase 5	Predio 2	0.46	Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia	20.87	144.84	1.25	0.11
Total			**4.7577**					

Los resultados presentados en la siguiente tabla, nos indican que el volumen de erosión eólica actual en el área solicitada para **CUSTF** es de **30.83 toneladas por año** para la fase 1**, 16.03 ton/año en** la fase 2**, 15.42 ton/año** en la fase 3**, 23.26 ton/ha** en la fase 4 y finalmente **9.18 ton /año para** la fase 5. Sumando un total de **94.75 ton/ ha** de erosión eólica actual, Por otra parte, la tasa de erosión actual en el área solicitada para **CUSTF** es de **19.81 ton/ha/año**.

Tabla IV. 70 Erosión eólica actual en el área de CUSTF.

ID CUSTF	Fase	Predio	Superficie (ha)	Tipo_veg	Tasa de erosión ton/ha/año actual	Volumen actual ton/año
CUSTF	Fase 1	Predio 1	1.95	Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia	19.91	24.84

ID CUSTF	Fase	Predio	Superficie (ha)	Tipo_veg	Tasa de erosión ton/ha/año actual	Volumen actual ton/año
CUSTF	Fase 1	Predio 2	0.37	Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia	19.91	6.03
CUSTF	Fase 2	Predio 1	1.52	Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia	19.91	16.03
CUSTF	Fase 3	Predio 1	1.40	Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia	19.91	15.42
CUSTF	Fase 4	Predio 1	1.76	Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia	19.91	23.26
CUSTF	Fase 5	Predio 2	1.89	Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia	19.91	9.18
Total			4.7577		**19.91**	**94.75**

Resultados de la erosión eólica con CUSTF.

Para las **condiciones después del CUSTF se tomó el valor CAUSO de 0.4** que corresponde a "**Sin vegetación aparente".**

A continuación, se presenta la tasa de erosión eólica en el caso de que se ejecute el **CUSTF** en una superficie de **4.7577 hectáreas,** por unidad de suelo, así como también por unidad de superficie en el área solicitada para el **CUSTF**.

Tabla IV. 71 Factores para la estimación de la erosión eólica.

ID CUSTF	Fase	Predio	Superficie (ha)	Tipo_veg	PECRE	IAVE	CATEX	CAUSO
CUSTF	Fase 1	Predio 1	1.95	Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia	20.87	144.84	1.25	0.40
CUSTF	Fase 1	Predio 2	0.37	Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia	20.87	144.84	1.25	0.40
CUSTF	Fase 2	Predio 1	1.52	Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia	20.87	144.84	1.25	0.40
CUSTF	Fase 3	Predio 1	1.40	Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia	20.87	144.84	1.25	0.40
CUSTF	Fase 4	Predio 1	1.76	Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia	20.87	144.84	1.25	0.40
CUSTF	Fase 5	Predio 2	1.89	Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia	20.87	144.84	1.25	0.40
Total			4.7577					

De la tabla anterior se realiza el producto de las variables de la ecuación para el cálculo y se obtiene las tasas de erosión y la cantidad de erosión para el área con el **CUSTF**.

Tabla IV. 72 Erosión eólica al ejercer el CUSTF.

ID CUSTF	Fase	Predio	Superficie (ha)	Tipo_veg	Tasa de erosión con CUSTF ton/ha/año	Volumen con CUSTF ton/año
CUSTF	Fase 1	Predio 1	1.95	Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia	72.42	90.31
CUSTF	Fase 1	Predio 2	0.37	Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia	72.42	21.92
CUSTF	Fase 2	Predio 1	1.52	Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia	72.42	58.27
CUSTF	Fase 3	Predio 1	1.40	Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia	72.42	56.06
CUSTF	Fase 4	Predio 1	1.76	Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia	72.42	84.59
CUSTF	Fase 5	Predio 2	1.89	Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia	72.42	33.39
Total			4.7577		**72.42**	**344.54**

Los resultados presentados en las tablas anteriores muestran que la erosión eólica al ejercer el CUSTF es de **112.23 ton/año** para la **Fase 1**, **58.27 ton/año** en la **Fase 2**, **56.06 ton/año** en la **Fase 3**, **84.59 ton/año** en la **Fase 4** y **33.39 ton/año** en la **Fase 5**. Sumando un total de **344.54 ton/año** de erosión eólica en caso de ejercer el **CUSTF**.

Asimismo, se estima que la **tasa de erosión eólica actual** en el área de estudio es de **19.91 toneladas por hectárea por año (ton/ha/año)**. Sin embargo, en el escenario en el que se ejerce el **CUSTF**, esta tasa se incrementaría a **72.42 ton/ha/año**, debido a la pérdida de cobertura vegetal y a la exposición directa del suelo.

Cabe destacar que esta estimación es consistente con lo establecido por la **Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT)** en su estudio *"Evaluación de la pérdida de suelos por erosión hídrica y eólica en la República Mexicana"*, en el cual se señala que una tasa de erosión eólica entre **50 y 200 ton/ha/año** se clasifica como **Alta**. En este contexto, el área solicitada para el **CUSTF** se ubica dentro de dicha categoría.

IV.2.3.4. Volumen de suelo a mitigar por efectos del CUSTF.

Con base en el análisis realizado de la erosión dentro del **CUSTF**, se obtuvo que la cantidad total de pérdida de suelo por factores eólicos e hídricos en las condiciones actuales es de **104.77 ton/año**, una vez que se lleve a cabo el desmonte del área de **CUSTF** se incrementara a **366.81 ton/año**, de esta forma se estima que con el cambio de uso de suelo en terrenos forestales se comprometen un total de **262.04 toneladas** de suelo por erosión tal y como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla IV. 73 Erosión total (eólica e hídrica) dentro del área de CUSTF.

Erosión	Fase	Sin CUSTF (ton/año)	Con CUSTF (ton/año)	Volumen a mitigar (toneladas)
Hídrica	Fase 1	3.26	7.25	3.99
	Fase 2	1.69	3.77	2.07
	Fase 3	1.63	3.62	1.99
	Fase 4	2.46	5.47	3.01
	Fase 5	0.97	2.16	1.19
Total		**10.0198**	**22.2663**	**12.2465**
Eólica	Fase 1	30.86	112.23	81.37
	Fase 2	16.03	58.27	42.25
	Fase 3	15.42	56.06	40.64
	Fase 4	23.26	84.59	61.33
	Fase 5	9.18	33.39	24.21
Total		**94.75**	**344.54**	**249.79**
Total General		**104.77**	**366.81**	**262.04**

Las medidas de mitigación y estimación de la erosión en este escenario se desarrollan a detalle en el Capítulo VII de este DTU- B Regional.

IV.2.3.4. Captura de Carbono.

En este rubro se encuentran las funciones que realiza la vegetación para la captura de CO2, liberación de O2 y sumidero de carbono. Tomando como referencia uno de estos servicios, la captura de CO2, es importante destacar que ésta solamente ocurre durante el desarrollo de los árboles, y se detiene cuando éstos llegan a su madurez total. La captura de carbono se puede definir como la extracción y almacenamiento de carbono atmosférico (dióxido de carbono) en forma de biomasa proveniente de los bosques, la tierra y los océanos, para evitar que este llegue a la atmósfera. Es considerado como uno de los servicios ambientales de mayor importancia, ya que contribuye en el mantenimiento de la temperatura global, así como en la composición química del agua marina y de las zonas costeras.

El carbono en la forma de compuestos inorgánicos y orgánicos, como los gases de efecto invernadero CO2 y CH4, es reciclado entre la atmósfera, los océanos y la biósfera. El mayor intercambio natural ocurre entre la atmósfera y la biósfera terrestre, pero por la influencia humana se mantiene creciendo, particularmente desde el comienzo de la era industrial.

Las plantas retiran CO2 de la atmósfera a través del proceso de la fotosíntesis. El dióxido de carbono es regresado a la atmósfera por la respiración de las criaturas vivas y la descomposición o incineración de la materia orgánica, siendo la combustión del combustible fósil y el CUSTF los principales procesos antropogénicos que liberan CO2 a la atmósfera.

Captura de carbono que se presenta sin CUSTF.

Se presenta la estimación de la captura de carbono por la biomasa y por el suelo, cuya metodología de cálculo se presenta a continuación.

Carbono que es capturado en la Biomasa

Metodología y Cuantificación

Para determinar la cantidad de carbono secuestrado en el área de CUSTF (**8.8916** hectáreas) del proyecto se utilizó el método IPCC (del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático) como se indica a continuación:

$$CCC = (VT)\ (FD)\ (FCC)*(FCEB)$$[10]

Dónde:

CCC = Coeficiente de Captura de Carbono

VT = Volumen total de biomasa

FD = Factor de densidad (0.5)

FCC = Factor de captura de carbono (0.5)

FCEB = Factor de expansión o extensión de biomasa (3.66)

Los factores de expansión son parámetros que transforman el volumen fustal por árbol/arbusto o por unidad de superficie en densidad de carbono por árbol/arbusto o por la misma unidad superficie por cada tipo de vegetación (Gracia *et al.,* 2004). Estos facilitan los cálculos de la densidad de carbono a partir de las existencias reales en un bosque. Estas se han desarrollado con la finalidad de someter a las comunidades forestales eventualmente al pago de servicios ambientales.

Es importante señalar que el efecto es momentáneo ya que en el corto plazo se pierde la capacidad de captura de carbono, pero luego se ganará cuando aparezca la regeneración natural en cierta parte del área solicitada para CUSTF. Por las acciones de restauración que se planea implementar y como se mencionó anteriormente por la capacidad que tiene el propio ecosistema de regenerarse, se considera que no se pone en riesgo la captura de carbono ni la generación de oxígeno por la implementación del proyecto y que la afectación será a nivel muy puntual en el área de influencia del proyecto.

Por otro lado, la generación de oxígeno como un servicio ambiental, está íntimamente asociado a la captura de carbono, puesto que se deriva de un proceso bioquímico. No obstante, se debe de tener en cuenta que las diferencias son enormes entre los tipos de plantas (C_3 y C_4), los ecosistemas, los nutrimentos que proporcionan, etc., por lo cual es sumamente difícil cuantificar exactamente la relación entre captura de carbono y la producción de oxígeno.

Tomando como referencia el volumen maderable existente en el área solicitad para el CUSTF tenemos para el estrato **arbóreo 1.75 m^3** Volumen Total Árbol (VTA) y para el estrato **arbustivo 0.5 m^3** VTA, por lo tanto, tenemos un **total de 1.80 m^3** VTA en el área solicitada para el CUSTF.

[10] Directrices del IPCC para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero - versión revisada en 1996, incluye América Latina

Tabla IV. 74 Memoria de cálculo de captura de carbono para el estrato arbóreo y arbustivo.

Tipo de vegetación	Estrato	Superficie CUSTF	Volumen de madera (m^3VTA)	FD	FCC	FECB	Volumen total de carbono (ton/ha/año)
SBC	Arbóreo	4.7577	1.75	0.5	0.5	3.66	1.60
	Arbustivo		0.05	0.5	0.5	3.66	0.05
	Suculentas y herbáceas		0.00	0.5	0.5	3.66	0.00
Total		**4.7577**	**1.80**	**0.5**	**0.5**	**3.66**	**1.65**

Para los estratos de Palmas, suculentas y herbáceas y pastos se siguió la metodología de cálculo expuesta en el artículo Almacén y Captura de Carbono en Pastizales y Matorrales de Chihuahua (2013) realizado por el INIFAP Centro de Investigación Regional Norte Centro.

Tabla IV. 75 Memoria de cálculo de captura de carbono para el estrato palmas, suculentas y herbáceas

Estrato	Superficie CUSTF (ha)	Rango	Volumen de C (ton/ha/año)	Volumen total de Carbono (ton/año)
Palmas y suculentas y Herbáceas	4.7577	15.3 a 21.3	0.00	0.00

Tabla IV. 76 Resumen de la Memoria de cálculo de captura de carbono de Biomasa sin CUSTF.

Estrato	Volumen total de C sin CUSTF (ton/año)
Arbóreo/Arbustivo	7.8359
Suculentas y herbáceas	0.0000
Total	7.8359

En conclusión, el volumen total de carbono que actualmente se está capturando por la biomasa en los estratos Arbóreo, Arbustivo, Palmas y suculentas, y Herbáceas en las **4.7577** hectáreas que se está solicitando el CUSTF, es de **7.8359** ton/año.

Carbono capturado en el suelo

De acuerdo con la metodología de CONAFOR (2015), los stocks de carbono se reportan en toneladas de carbono por hectárea a una profundidad de suelo hasta de 30 centímetros. Para ello se realizan perfiles de suelos como barrenaciones de este y ocupando la siguiente ecuación indica en la Orientación de las Guías de Buenas Prácticas (IPPC, 2003) para el sector CUSTF.

$$COS = \sum_{horizonte=1}^{horizonte=n} COS_{horizonte}$$

$$= \sum_{horizonte=1}^{horizonte=n} ([COS] * Densidad\ aparente * Profundida\ d * (1 - frag) * 1)_{horizonte})$$

Dónde:

- *COS*= Contenido de Carbono Orgánico del Suelo (ton C/ha-1).

- $COS_{horizonte}$= Contenido de Carbono Orgánico del Suelo para un horizonte (ton C/ha-1).
- *[COS]*= Concentración de Carbono Orgánico del Suelo para una masa dada de suelo, obtenida por análisis de laboratorio (gr/kg(suelo)).
- *Densidad aparente*= Masa de suelo por volumen de muestra (ton/m3 ó Mg *m^3).
- *Profundidad*=Profundidad del horizonte, capa o del barreno (m).
- *frag*= es el valor porcentual de fragmentos gruesos /100, sin dimensiones. Estos fragmentos se denominan grueso porque no lograron entra en un tamiz o malla número 10 (10 hilos cada pulgada con espaciamiento efectivo entre hilos de 2 mm).

En otros términos, esta fórmula indica que el contenido total de COS se obtiene sumando el contenido ponderado de COS de cada capa, horizonte o barreno de suelo, el cual a su vez se calcula multiplicando la concentración de COS (gr/Kg $_{(suelo)}$) de cada horizonte o barreno de suelo por la correspondiente profundidad y densidad aparente (Mg.m^3), empleando ajustes para descartar el peso del suelo correspondiente a los fragmentos gruesos (pedregosidad interna).

Dado a la particularidad de este cálculo o bien mediante un estudio específico así como el que se presenta para la vegetación presente en el área de CUSTF, se optó por realizar una revisión bibliográfica de valores de contenido de carbono en el suelo para el tipo de vegetación presente en el proyecto, en este caso la vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia, el cual nos permita obtener el COS para el área de CUSTF utilizando la información disponible, en este caso la profundidad del suelo, que debido al origen calizo-kárstico presenta en la actualidad una profundidad de 15 cm.

Con la información del carbono orgánico en los suelos (COS) se pueden realizar inventarios de este almacén, considerado el más importante en los ecosistemas terrestres. En el presente trabajo se explica y documenta la base de datos de los perfiles de suelo realizados por INEGI, de los cuales se obtuvieron estimaciones de densidad aparente para poder calcular las densidades del COS, a profundidades de 10, 30 y 100 cm. Adicionalmente, se presenta y documenta la base de datos de las profundidades de los suelos de México. Dadas las restricciones de la base de datos documentada en relación a variables faltantes, se recomienda que los esfuerzos de medición del COS en el país se hagan en forma completa.

De acuerdo con el Programa mexicano del Carbono en su Base de Datos de Perfiles de Suelos en México, donde se muestran los datos para diferentes características químicas para los tipos de uso del suelo y vegetación (USyV) del país (INEGI, 1997), se obtuvo el valor de COS para la zona de estudio, siendo que este corresponde a 71 para selva mediana subperennifolia (VSA/SMQ), tal como se indica en la siguiente tabla.

Figura IV. 83 Número de datos para los tipos de uso del suelo y vegetación (UsyV), para las variables a la profundidad de 10-30 cm.

Continuación Cuadro 6...

Tipo USyV	Sucesión	Grupo USyV	COS/ DA	Textura	CE	pH	CIC	Na	K	Ca	Mg	Fósforo	$CaSO_4$	$CaCO_3$
Selva Baja Subperennifolia	Secundaria	Selva Perennifolia	2	2	2	2	2	0	2	2	2	2	0	0
Selva Mediana Perennifolia	Primaria	Selva Perennifolia	2	2	2	2	2	1	1	2	2	1	0	0
Selva Mediana Perennifolia	Secundaria	Selva Perennifolia	3	3	1	3	3	0	0	3	3	3	0	0
Selva Mediana Subperennifolia	Primaria	Selva Perennifolia	52	49	51	52	52	28	38	51	52	47	0	7
Selva Mediana Subperennifolia	Secundaria	Selva Perennifolia	71	70	69	71	71	34	47	71	68	70	0	6
Selva Baja Subcaducifolia	Primaria	Selva Subcaducifolia	5	5	5	5	5	5	5	3	5	5	0	0
Selva Baja Subcaducifolia	Secundaria	Selva Subcaducifolia	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	0
Selva Mediana Subcaducifolia	Primaria	Selva Subcaducifolia	46	46	45	46	46	18	31	45	45	40	0	2
Selva Mediana Subcaducifolia	Secundaria	Selva Subcaducifolia	145	145	141	145	145	78	118	144	144	131	0	0
Bosque de Galería	Primaria	Vegetación Hidrófila	3	3	3	3	3	1	2	3	3	2	0	0
Popal	No Aplica	Vegetación Hidrófila	4	4	4	4	4	3	1	4	4	3	0	0
Vegetación de Galería	Primaria	Vegetación Hidrófila	14	14	14	14	14	5	11	14	11	14	0	0
Manglar	Primaria	Vegetación Hidrófila	31	30	25	31	27	23	17	27	27	24	0	4
Manglar	Secundaria	Vegetación Hidrófila	2	1	2	2	1	1	1	1	1	1	0	0
Tular	No Aplica	Vegetación Hidrófila	16	16	15	16	16	12	6	16	16	16	0	1

A continuación, se presentan los valores de COS obtenido de diferentes autores para la Selva mediana subperennifolia. Sin embargo, es lo más cercano a nuestro caso de proyecto.

Se obtiene pues que para las **4.7577** hectáreas de CUSTF se encuentra almacenado **337.7967** toneladas de C aproximadamente, resultado de multiplicar (**71*8.8916)**

Tabla IV. 77 Resumen del Volumen de Carbono almacenado sin CUSTF

Estrato/factor	Volumen total de C sin CUSTF (ton/año)
Arbóreo/Arbustivo	7.8359
Suculentas y herbáceas	0.0000
Carbono en suelo	337.7967
Total	**345.6326**

En conclusión, el volumen total de carbono que actualmente se está capturando por la biomasa en los estratos Arbóreo, Arbustivo, Palmas y suculentas, y Herbáceas; así como en el suelo en las **4.7577** hectáreas que se está solicitando el **CUSTF**, es de **345.6326 ton/año.**

Captura de carbono que se presenta con CUSTF.

Una vez realizado el desmonte y despalme en el área que se está solicitando el **CUSTF** (**4.7577 hectáreas**)**,** por lo tanto**,** se dejará de capturar en todos sus estratos y en el suelo es de **345.6326 ton/año.**

IV.2.3.5. Generación de oxígeno.

Generación de Oxigeno sin CUSTF

Investigaciones de la valoración cuantitativa de oxígeno[11], estimó que por cada tonelada de madera que crece en bosques o páramos, usan cerca de 1.5 toneladas de dióxido de carbono y devuelven a la atmósfera 1 tonelada de oxígeno. Para la cuantificación del Oxigeno producido por el bioma del bosque se utilizó la siguiente ecuación:

$$O_{2B} = CO_{2FijadoBosques} / 1.5$$

Dónde:

O_{2B} = Oxígeno producido en toneladas por la biomasa

$CO_{2\ fijado}$= Volumen total estimado en el predio sujeto a CUSTF

1.5 = Relación equivalente: por 1.5 ton de Co_2 secuestrado se produce 1 ton de O_2

Dado que la fórmula se utiliza para el tipo de vegetación de bosque, y el proyecto no incide sobe este tipo de vegetación, no existiendo registro de estimación para los tipos de vegetación por afectar en el presente **DTU** se empleó el siguiente cálculo, considerando el máximo óptimo de un ecosistema. Es decir, nuestro proyecto no tendrá un valor superior al estimado en este rubro.

Tomando como referencia el volumen maderable existente en el área solicitad para el CUSTF y la cantidad de carbono que captura éste, se tiene para el estrato **arbóreo y arbustivo** se produce **160.43** Toneladas de Oxígeno, por lo tanto, tenemos un **total de 4.7577**Toneladas de O_2 en el área solicitada para el CUSTF, como se ilustra en la siguiente tabla.

Tabla IV. 78 Memoria de cálculo de generación de oxígeno para estrato arbóreo y arbustivo

Servicio ambiental	Tipo de vegetación	Estrato	Superficie CUSTF (ha)	Volumen total de carbono (ton/año)	Factor	Volumen de O_2 (Toneladas)
Oxigeno	SBC	Arbóreo/arbustivo	4.7577	7.84	1.5	5.22
	SBC	Herbaceo y Cactaceas		0.00	1.5	0.00
	Suelo	Suelo		337.80	1.5	225.20
Total			**4.7577**	**345.63**		**230.42**

Para los estratos de suculentas y herbáceas y pastos se siguió la misma metodología de cálculo expuesta anteriormente y siguiendo lo expuesto en el artículo Almacén y Captura de Carbono en Pastizales y Matorrales de Chihuahua (2013) realizado por el INIFAP Centro de Investigación Regional Norte Centro:

[11] Berrío, 1992. Citado por CORDERO, Elsa. *Et al*. Estudio de caso sobre la mitigación del cambio climático por los bosques. Año 4, No. 6/2004

Una vez realizados los cálculos para los 4 estratos encontrados para la vegetación forestal en el área donde se pretende realizar el **CUSTF**, el volumen total de Oxígeno que se dejará de producir en **4.7577** hectáreas es de **230.42 toneladas**.

Generación de Oxigeno con CUSTF

Una vez realizado el desmonte y despalme en el área que se está solicitando el CUSTF (**4.7577** hectáreas), el volumen total de oxígeno que se dejará de capturar en todos sus estratos es de **230.42** ton/año.

Tabla IV. 79 Captura de oxígeno en la biomasa con CUSTF

Captura de O_2	Escenario 1 (ton/ha)	Escenario 2 (ton/ha)	Volumen a mitigar (ton/ha)
Oxigeno	230.42	0.00	230.42
Total	230.42	**0.00**	230.42

Ver en el Anexo IV: Apendice.IV.8. memoria de cálculo CO.

IV.4. Diagnóstico ambiental.

Este apartado tiene como objetivo analizar la información recabada para cada uno de los factores ambientales bióticos, abióticos y socioeconómicos presentes en el **SAR, AI** y **AP,** mismos que fueron descritos a lo largo del presente capítulo; para lo cual en primer lugar se definieron los indicadores de calidad ambiental a emplear para posteriormente realizar una síntesis del inventario y con esta información formular un diagnóstico del área de estudio en su situación actual.

IV.2.4.1. Indicadores de calidad ambiental.

En la siguiente tabla se describen los indicadores de calidad ambiental, varios de los cuales fueron tomados de diferentes fuentes bibliográficas oficiales tales como INEGI, CONABIO, CONAPO, CONAGUA, INECC y artículos científicos; mientras que, de aquellos factores ambientales sin indicadores disponibles en la región, tales como aire y confort sonoro, se establecieron los que se indican con fines descriptivos.

Tabla IV. 80 Síntesis del inventario ambiental y su calidad actual en el SAR, AI y AP.

Medio	Factor	Indicador de calidad	Descripción del indicador	Valor
Abiótico	Clima	Índice de vulnerabilidad al cambio climático (INECC, 2022)	Indicador que mide el grado en que los sistemas pueden verse afectados adversamente por el cambio climático, dependiendo de si éstos son capaces o incapaces de afrontar los impactos negativos del cambio climático, incluyendo la variabilidad climática y los eventos extremos. El Atlas Nacional de Vulnerabilidad al	Índice de vulnerabilidad a inundaciones Baja: 0 a 0.41 Media: 0.42 a 0.82 Alta: 0.83 a 1.23 Muy alta: 1.24 a 1.64

Medio	Factor	Indicador de calidad	Descripción del indicador	Valor
			Cambio Climático (ANVCC), contiene 6 clases de vulnerabilidad[12], de las cuales se seleccionaron 2 para la descripción del área de estudio: vulnerabilidad de asentamientos humanos a inundaciones y a deslaves actual.	Índice de vulnerabilidad a deslaves Baja: 0 a 0.44 Media: 0.45 a 0.88 Alta: 0.87 a 1.31 Muy alta: 1.32 a 1.77
	Suelos	Clase de erosión hídrica	El grado de desgaste que se produce en la superficie del suelo por la acción del agua y que son acelerados por la acción del hombre.	Baja <50 ton/ha/año
				Media 50-100 ton/ha/año
				Considerable 100-150 ton/ha/año
				Alta 150-200 ton/ha/año
				Muy alta 200-250 ton/ha/año
				Extrema >250 ton/ha/año
		Clase de erosión eólica	El grado de desgaste que se produce en la superficie del suelo por la acción del viento y que son acelerados por la acción del hombre.	Sin erosión <12 ton/ha/año
				Ligera 12-50 ton/ha/año
				Moderada 50-100 ton/ha/año
				Alta 100-200 ton/ha/año
				Muy alta >200 ton/ha/año
	Hidrología	Disponibilidad media anual (DMA)	Es el volumen medio anual de agua subterránea que, cuando es positivo, puede ser extraído de un acuífero para diversos usos, adicional a la extracción ya concesionada y a la descarga natural comprometida, sin poner en peligro el equilibrio de los ecosistemas. Cuando este valor es negativo indica un déficit.	Disponibilidad
				Déficit
		Cantidad	Balance hídrico Consiste en cuantificar y sumar los flujos de en-trada y salida de la cuenca, así como aquéllos de consumo y retorno que ocurren en su interior, para obtener la variación del volumen de agua durante el intervalo en el que se cuantifican los flujos (INEGI).	Se indican los volúmenes de escurrimiento y precipitación, susceptibles de modificarse con la implementación del Proyecto.
	Aire	Calidad del aire	Fuentes emisoras de gases de combustión, cercanía con las principales carreteras estatales y federales.	Se describe la condición a nivel de SAR, AI y AP mediante la presencia de fuentes antropogénicas generadoras de emisiones o ruido;
		Confort sonoro	Fuentes emisoras de ruido, cercanía con las principales carreteras estatales y federales.	

[12] Vulnerabilidad de asentamientos humanos a inundaciones, vulnerabilidad de asentamientos humanos a deslaves, vulnerabilidad de la población al incremento potencial del dengue, vulnerabilidad de la producción ganadera extensiva a inundaciones, vulnerabilidad de la producción ganadera extensiva a estrés hídrico y vulnerabilidad de la producción forrajera a estrés hídrico.

Medio	Factor	Indicador de calidad	Descripción del indicador	Valor
				principalmente fuentes móviles y de área.
Biótico	Biodiversidad (flora y fauna)	Índices de diversidad de Shannon (Margaleft, 1972 y Moreno, 2001)	Índice Shannon: uno de los índices más utilizados para cuantificar la biodiversidad específica es el de Shannon, también conocido como Shannon-Weaver, el índice refleja la heterogeneidad de una comunidad sobre la base de dos factores: el número de especies presentes y su abundancia relativa.	Diversidad alta: H' > 3
				Diversidad alta: H' entre 2 y 3
				Diversidad alta: H' < 2
		Presencia de especies en riesgo (NOM-059-SEMARNAT-2010).	Especies presentes en alguna categoría de riesgo según la NOM-059-SEMARNAT-2010 y su última actualización 2019.	E: probablemente extinta en el medio silvestre. P: en peligro de extinción. A: amenazada. Pr: sujeta a protección especial.
Perceptual	Paisaje	Calidad paisajística (Escribano *et al*., 1991, MOPT, 1993 y Muñoz-Pedreros, 2004)	Se refiere a las características del paisaje que presentan valores de estética, singularidad y naturalidad, incluye tres aspectos de percepción: las características intrínsecas del sitio, la calidad visual del entorno inmediato y la calidad del fondo escénico.	Alta
				Media
				Baja
		CAV / Fragilidad (Escribano *et al*., 1991)	Es la capacidad del paisaje para absorber los cambios que ahí se produzcan, a mayor CAV menor fragilidad y viceversa.	Alta
				Media
				Baja
Socioeconómico	Condiciones de vida de la población	Grado de marginación (CONAPO, 2020)	Es una medida-resumen que permite diferenciar los estados y municipios del país según el impacto global de las carencias que padece la población como resultado de la falta de acceso a la educación, la residencia en viviendas inadecuadas, la percepción de ingresos monetarios insuficientes y las relacionadas con la residencia en localidades pequeñas.	Muy alto
				Alto
				Medio
				Bajo
				Muy bajo
	Factores económicos	Empelo y ocupación	Población de 12 años y más económicamente activa, ocupada o desocupada en la semana de referencia.	PEA ocupada
				PEA desocupada

IV.2.4.2. Síntesis del inventario y calidad ambiental.

De acuerdo con la información presentada a lo largo de este capítulo, así como con los indicadores de calidad ambiental descritos en la tabla anterior, en seguida se presenta la síntesis del inventario, el cual resume las condiciones actuales del **SAR, AI y AP.**

Factor ambiental	Indicador	SAR-AI	AP
Clima	Vulnerabilidad a inundaciones	Alto	Alto
	Vulnerabilidad a deslaves	Muy bajo	Bajo
Suelos	Clase de erosión hídrica	Baja	Baja
	Clase de erosión eólica	Sin erosión	Sin erosión
Hidrología	Disponibilidad media anual del acuífero	**Península de Yucatán** déficit No (Positivo)	
Aire	Calidad del aire	SAR, AI y AP. Los resultados de la evaluación del cumplimiento de la norma oficial mexicana NOM-025-SSA1-2014 para el Municipio de Solidaridad las principales fuentes son: 1. **Flota vehicular**: En 2020, Solidaridad reportó más de 138,500 vehículos en circulación (74 229 autos, 48 965 motos, 14 984 camiones/camionetas, 339 camiones de pasajeros). 2. **Residuos**: La quema de basura doméstica y agrícola, así como el uso de leña, contribuye a partículas PM. 3. **Transporte marítimo y turismo**: El movimiento constante de cruceros, lanchas, taxis acuáticos y flotas turísticas genera emisiones de SO_2, COV y NO_x.	
Flora	Índices de diversidad de Shannon	VSA/SMQ diversidad baja de 1.3775 a 1.9551	VSA/SMQ diversidad baja de 1.1398 a 1.8658
	Presencia de especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010 o endémicas.	Se registraron 4 especies en la **NOM-059-SEMARNAT-2010** bajo el estatus de Amenazada (A); *Thrinax radiata* (SAR, AI y AP) *Avicennia germinans* (SAR y AI) *Rhizophora mangle* (SAR y AI) *Conocarpus erectus* (SAR, AI y AP)	
	Especies exóticas/invasoras	*Cocos nucifera, Casuarina equisetifolia Scaevola taccada, Eustachys petraea, Megathyrsus maximus*	*Cocos nucifera*
Fauna	Índices de diversidad de Shannon	Diversidad media Aves: de 3.06 SAR y 3.07 AI Mamiferos: de 1.67 SAR y 1.15 AI Reptiles: de 0.79 SAR y 1.04 AI	Diversidad media y baja Aves: 3.10 Mamiferos: 0.69 Reptiles: 0.69
	Presencia de especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010.	4 especies de aves 1 especies de mamíferos 32 especies de reptiles 1 especie de tortuga	
Paisaje	Calidad paisajística	Media	Bajo
	CAV / fragilidad	Moderada	Moderada
Socioeconómico	Grado de marginación	Muy bajo	Muy bajo

IV.2.4.3. Descripción de la calidad ambiental.

Clima

El clima es un componente abiótico en constante variación, por lo que es complicado predecir los cambios en este componente, así como el estado de conservación o

deterioro regional que guarda. Tradicionalmente, se ha conocido el clima y el tiempo atmosférico a través del estudio de las variables que los afectan de manera más directa, como la temperatura atmosférica, el viento que se encuentra cerca de la superficie de la Tierra, las precipitaciones en sus distintas formas (lluvia, nieve, granizo), humedad, tipo y cantidad de nubes, y la radiación solar. Estas variables son observadas cada hora por una gran cantidad de estaciones climatológicas y meteorológicas (IPCC, s/a).

En el SAR, AI y AP se identifican Clima Cálido Subhúmedo: En términos generales son dos los climas presentes en el Estado de Quintana Roo: cálido subhúmedo en el 98.91% del territorio estatal y cálido húmedo en el restante 1.09%, localizado en la isla Cozumel.

El clima cálido subhúmedo se caracteriza por presentar temperaturas medias anuales que oscilan entre los 22 °C y 26 °C, con veranos cálidos y una baja variación térmica a lo largo del año. Cuenta con una marcada estacionalidad en las lluvias, concentradas principalmente entre los meses de mayo y octubre, lo que representa más del 80 % de la precipitación anual, la cual varía entre 800 y 1,200 mm. La temporada seca se extiende generalmente de noviembre a abril. Este clima se desarrolla en altitudes que van desde el nivel del mar hasta aproximadamente 1,800 msnm, y está asociado con vegetación como selva baja caducifolia, selva mediana subcaducifolia y matorral subtropical. Es común en regiones del sureste y costas de México, incluyendo partes de Veracruz, Oaxaca, Chiapas, Tabasco, Campeche, Yucatán y Quintana Roo. Debido a sus condiciones de humedad moderada y altas temperaturas, este tipo de clima es apto para la agricultura de temporal, aunque es vulnerable a la erosión si se elimina la cobertura vegetal.

El microclima puede resultar afectado por la presencia de fenómenos hidrometeorológicos, de los cuales se identificó un peligro Medio por sequía, Muy bajo para heladas, un peligro muy alto para Ciclones tropicales, muy bajo por Granizo y bajo para inundaciones, de acuerdo con el CENAPRED.

Suelos

Las actividades del proyecto no cambiaran el tipo de suelo presente en el área, sin embargo, pueden existir algunos problemas de contaminación por el uso y manejo inadecuado de aceites y combustibles usados por la maquinaria o por un derrame en caso de averías; por otro lado, podría suceder o generarse el mismo impacto por el manejo inadecuado de residuos en las diferentes etapas del Proyecto. Asimismo, habrá una modificación del suelo por el incremento en la tasa de erosión debido a la remoción de la vegetación no forestal por las actividades de limpieza y despalme durante las etapas de preparación de sitio y construcción.

Con respecto a las condiciones erosivas del suelo, estas se verán incrementadas con la pérdida de vegetación pese a que está en una superficie de tipo forestal, así como por las actividades de trazo y nivelación del terreno: Los análisis realizados indican que la **tasa de erosión hídrica actual** en el área solicitada para el Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales (CUSTF) es de **2.11 ton/ha/año**, lo cual se considera una **erosión baja**, de acuerdo con los criterios establecidos por SEMARNAT. En términos absolutos, la **pérdida de suelo en condiciones actuales** por fase es de: **3.27 ton/año** en la Fase 1, **1.69 ton/año** en la Fase 2, **1.63 ton/año** en la Fase 3, **2.46 ton/año** en la Fase 4 (valor significativamente más alto) y **0.97 ton/año** en la Fase 5. Estas cifras corresponden a una superficie total de **4.7577 hectáreas**.

Bajo el escenario posterior al ejercicio del CUSTF, y en ausencia de cobertura vegetal o prácticas de conservación, la **tasa de erosión aumentaría a 4.68 ton/ha/año**, con

pérdidas acumuladas de hasta **7.25 ton/año** en la Fase 1, reflejando un impacto más severo, aunque aún dentro del umbral de **erosión nula a moderada**, según la **Evaluación de la degradación del suelo causada por el hombre** (SEMARNAT y Colegio de Posgraduados, 2003), que clasifica como "nula" la pérdida de suelo menor a 5 ton/ha/año.

No obstante, se recomienda prestar especial atención a la **Fase 4**, dado que su valor actual de pérdida (5.47 ton/año) excede considerablemente al de las demás fases, lo cual sugiere condiciones particulares que podrían requerir **medidas específicas de manejo y conservación de suelos**, como revegetación, obras de retención o control de escurrimientos superficiales.

La **erosión eólica actual** en el área solicitada para el (CUSTF) es moderada, con una pérdida de suelo estimada en **30.83 ton/año** para la Fase 1, disminuyendo a **15.42 ton/año** en la Fase 3, y aumentando nuevamente a **23.26 ton/año** en la Fase 4. La **tasa de erosión promedio** en condiciones actuales es de **19.81 ton/ha/año**. No obstante, en el escenario posterior al ejercicio del CUSTF, se proyecta un incremento considerable, alcanzando hasta **112.23 ton/año** en la Fase 1 y una **tasa de 72.42 ton/ha/año**, lo que representa una categoría de **erosión eólica alta**, según los criterios de SEMARNAT.

Este aumento se debe principalmente a la **pérdida de cobertura vegetal** y a la **exposición directa del suelo** a los vientos dominantes, lo que incrementa la vulnerabilidad del terreno. Este nivel de degradación del suelo podría tener impactos ambientales significativos, como la pérdida de fertilidad, disminución de la productividad, afectación a la biodiversidad edáfica y generación de partículas suspendidas que impactan la calidad del aire.

Hidrología

El análisis del balance hídrico en el área sujeta (CUSTF) muestra que, bajo condiciones actuales, la mayor parte del volumen de precipitación anual en cada fase del proyecto se destina a la **evapotranspiración** (alrededor del 94–96 %), mientras que una **pequeña fracción se infiltra** hacia los mantos acuíferos y otra menor genera escurrimiento superficial.

Sin embargo, **una vez ejercido el CUSTF**, se observa una **reducción drástica en los volúmenes de infiltración**, con disminuciones de hasta el 85 % en algunas fases, y un **incremento significativo en el escurrimiento superficial**, que se multiplica hasta por 8 veces en comparación con el escenario actual. Esta alteración se debe principalmente a la pérdida de cobertura vegetal y a la compactación del suelo, lo cual **reduce la capacidad de infiltración y aumenta el riesgo de erosión y escorrentía**.

Calidad del aire y confort sonoro

Con base en la información del **Inventario Nacional de Emisiones de Contaminantes Criterio (INEM)**, elaborado por SEMARNAT, se identificaron las principales emisiones atmosféricas en el municipio de **Solidaridad**, donde se localiza el área del proyecto. El INEM considera contaminantes criterio como: **monóxido de carbono (CO), óxidos de nitrógeno (NO_x), óxidos de azufre (SO_2), partículas suspendidas (PM_{10} y $PM_{2.5}$), compuestos orgánicos volátiles (COV)** y **amonio (NH_3)**, los cuales se emiten desde diferentes tipos de fuentes: **fijas, de área, móviles y naturales**.

En el contexto municipal, las **principales fuentes emisoras** identificadas son:

- **Flota vehicular**, con más de **138,500 unidades registradas en 2020**, siendo la fuente predominante de CO, NO_x y partículas.
- **Quema de residuos domésticos y agrícolas**, así como el uso de leña, que aportan cantidades importantes de **PM_{10} y $PM_{2.5}$**.
- **Transporte marítimo y actividades turísticas**, como cruceros, lanchas y taxis acuáticos, que emiten principalmente **SO_2, NO_x y COV**.

Estas fuentes contribuyen a una **presión constante sobre la calidad del aire regional**, siendo los sectores de transporte terrestre y marítimo, así como la quema de residuos, los principales generadores de emisiones. Esta información es relevante para considerar en la evaluación de impactos potenciales del proyecto sobre la atmósfera y en la definición de medidas de mitigación.

Vegetación

Como resultado del trabajo de campo, se obtuvieron 11 coberturas o usos de suelo y vegetación dentro del SAR, 3 tipos de coberturas para el AI y 2 coberturas para el AP.

En el **SAR**, el uso del suelo predominante corresponde a Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia, con una cobertura del 22.68 % de la superficie total. Le siguen los Asentamientos humanos con 20.45 %, la Vegetación secundaria arbórea de manglar con 19.13 %, el Manglar con 16.47 %, y la Vegetación secundaria arbustiva de selva mediana subperennifolia, que ocupa el 12.87 %. El resto de los usos y tipos de vegetación representan en conjunto un 8.40 % del área evaluada.

Para el Área de Influencia (**AI**), la cobertura dominante es la Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia, que abarca el 71.56 % de la superficie. Esta es seguida por el Manglar con 10.31 %, áreas Desprovistas de vegetación con 8.96 %, Asentamientos humanos con 5.85 %, y finalmente Vegetación de dunas costeras, con un 3.32 %.

En el caso del Área del Proyecto (**AP**), se identificaron únicamente dos tipos de cobertura vegetal. La principal, de tipo forestal, es la Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia, con una cobertura del 75.02 %. El segundo tipo corresponde a cobertura no forestal, clasificada como Desprovisto de vegetación, con el restante 24.98 %.

Una vez identificados en campo los usos de suelo y los tipos de vegetación presentes en el sitio del proyecto, se realizó una sobreposición espacial de los componentes del desarrollo con dichas coberturas. Como resultado, se determinó que el proyecto contempla una superficie total de **11.8525 hectáreas**. No obstante, en relación con los tipos de vegetación a afectar, se identificó que la superficie de **8.8916 hectáreas** será ocupada específicamente por los siguientes componentes del proyecto: acceso de servicio (restricción), albercas, andadores, banquetas peatonales, beach club, edificios, guarniciones, kids club, lobby, snack bar, vialidades, patios, restaurantes, salón de eventos, spa, bistró, ocean front, casa club, casetas y estacionamientos. Esta superficie corresponde a la solicitada para el trámite de **(CUSTF)**.

El estudio de campo y análisis de datos determinaron que la vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia (VSA/SMQ) en el Sistema Ambiental Regional

(SAR), Área de Influencia (AI) y Área de Proyecto (AP) está compuesta por 65 especies, distribuidas en 44 familias y 33 órdenes taxonómicos. La diversidad específica varió entre las zonas, registrándose 29 especies en el AI, 35 en el AP y 45 en el SAR. Destacan dos especies exóticas: *Megathyrsus maximus* (invasora) y *Cocos nucifera*.

En la vegetación de manglar, se identificaron 14 especies pertenecientes a 14 familias y 13 órdenes, con una alta similitud florística entre el AI (10 especies) y el SAR (9 especies).

La vegetación de dunas costeras presentó 17 especies distribuidas en 15 familias y 14 órdenes, con 15 especies en el AI y 16 en el SAR, demostrando una representatividad adecuada y similitud entre ambas áreas.

Finalmente, se detectaron cuatro ejemplares con estatus de protección conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010 y su actualización de 2019, confirmando que no existen subespecies adicionales bajo esta normatividad en la zona de estudio.

Fauna

Durante el estudio en el Sistema Ambiental Regional (SAR), el Área de Influencia (AI) y el Área de Proyecto (AP), se identificó una considerable riqueza biológica. En flora, se registraron 42 especies en el SAR, 39 en el AI y 36 en el AP. En fauna, se documentaron 66 especies distribuidas en tres grupos principales, con 20 órdenes, 38 familias y 62 géneros, destacando las aves con 56 especies y los mamíferos con 8. De las 69 especies de fauna detectadas en total, siete cuentan con algún estatus de protección conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010 y su actualización normativa de 2019. El total de los nidos registrados pertenecen a la especie Tortuga Verde (*Chelonia mydas)*. El estudio revela una biodiversidad significativa en las áreas evaluadas, destacando la presencia de especies protegidas que requieren atención y conservación. Esto subraya la importancia de implementar estrategias de manejo ambiental que protejan y preserven los ecosistemas locales, garantizando la conservación de la flora y fauna, especialmente aquellas especies con categoría de riesgo.

Paisaje

La valoración realizada para este factor ambiental incluye 3 aspectos: la visibilidad, calidad y fragilidad. Como resultado de su valoración general se obtuvo que el SAR, AI y AP son áreas con una calidad visual baja, que corresponde a áreas con muy poca variedad en la forma, color, línea y textura. En cuanto a su fragilidad y capacidad de absorción visual, se encontró que es una zona con fragilidad paisajística moderado, por lo que no se tiene la capacidad para absorber los cambios por la introducción de elementos artificiales, cuyos elementos se encuentran condicionados a las evidencias de alteración y condiciones ambientales en el SAR, AI y AP.

Es necesario tomar en cuenta para este factor, la valoración de la sociedad, puesto que se trata de un concepto perceptual donde la sociedad es la receptora y la que apreciaría las modificaciones que sufriría el paisaje por la ocupación del área Proyecto o cualquier punto del SAR y AI. En este sentido, es importante señalar que dentro del AI la presencia de población que percibiría los cambios en el paisaje es el centro de población del municipio de Solidaridad.

Medio socioeconómico

En 2020, la población en Solidaridad fue de 333,800 habitantes (51.1% hombres y 48.9% mujeres). En comparación a 2010, la población en Solidaridad creció un 110%.

La población total de Solidaridad en 2020 fue 333,800 habitantes, siendo 48.9% mujeres y 51.1% hombres.Los rangos de edad que concentraron mayor población fueron 25 a 29 años (39,853 habitantes), 30 a 34 años (39,326 habitantes) y 35 a 39 años (33,190 habitantes). Entre ellos concentraron el 33.7% de la población total.

La población de 3 años y más que habla al menos una lengua indígena fue 31.3k personas, lo que corresponde a 9.38% del total de la población de Solidaridad. Las lenguas indígenas más habladas fueron Maya (22,198 habitantes), Tseltal (3,603 habitantes) y Ch'ol (2,173 habitantes).

El desarrollo de una zona hotelera enfocada en turismo de lujo y ecoturismo favorece económicamente al atraer a un segmento de turistas con alto poder adquisitivo, lo que incrementa significativamente el gasto promedio por visitante en alojamiento, gastronomía, actividades exclusivas y servicios personalizados. Este tipo de turismo promueve la creación de empleos especializados y fomenta la capacitación local para ofrecer experiencias de alta calidad y sostenibles. Además, al priorizar prácticas ecológicas y de conservación, se impulsa el ecoturismo, generando beneficios ambientales que contribuyen a la preservación del entorno natural y a la valorización a largo plazo del destino. En conjunto, estas actividades elevan la competitividad del destino, atraen inversiones responsables y fortalecen la economía regional mediante un crecimiento sostenible y consciente.

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B, REGIONAL (DTU-B).

CAPITULO V:

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

PROYECTO:

“HOTEL TERRAESMERALDA PUNTA MAROMA”

PROMOVENTE:

TERRAESMERALDA, S.A. DE C.V.

2025

Índice

V. IDENTIFICACIÓN, CARACTERIZACIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL. 4

V.1. Metodología. 6

V.1.1. Identificación de impactos 6

V.1.2. Caracterización y valoración de los impactos. 8

V.2. Identificación de impactos. 13

V.2.1. Actividades relevantes. 13

V.2.2. Indicadores de los componentes ambientales. 14

V.2.3. Identificación de las interacciones ambientales. 15

V.2.4. Descripción de las interacciones. 20

V.2.5. Identificación de los impactos ambientales potenciales para el Proyecto. 24

V.3. Caracterización y valoración de los impactos. 25

V.3.1. Caracterización y valoración de los impactos Potenciales del Proyecto. 41

V.3.2. Impactos acumulativos 50

V.3.3. Identificación de efectos acumulativos por otras obras y actividades dentro del SAR 50

V.3.4. Impactos Sinérgicos. 52

V.3.5. Impactos Residuales 54

V.4. Conclusiones 55

Índice Tablas

Tabla V.1. Criterios básicos y complementarios para valorar el medio abiótico y biótico. 9

Tabla V.2. Criterios básicos y complementarios para valorar el medio socioeconómico. 10

Tabla V.3. Actividades relevantes del Proyecto (las actividades marcadas con (*) no fueron consideradas en la identificación de interacciones, ya que se trata de medidas a implementar para mitigar y/o compensar los impactos negativos del resto de las actividades del **Proyecto**). 14

Tabla V.4. Indicadores de los componentes ambientales en el área del Proyecto. 15

Tabla V.5. Matriz general de interacciones del Proyecto (A = interacciones adversas, B = interacciones benéficas). 17

Tabla V.6. Descripción de las interacciones en todas las etapas del Proyecto. 20

Tabla V.7. Impactos ambientales Potenciales identificados, susceptibles de generarse por el Proyecto 24

Tabla V.8. Justificación de la valoración de los impactos Potenciales del Proyecto 26

Tabla V.9. Matriz de valoración de impactos (significancia de los impactos ambientales sin medidas de mitigación y con medidas de mitigación). 38

Tabla V.9. Matriz de significancia de los impactos Potenciales del Proyecto con y sin medidas 41

Tabla V.11. Matriz de interacción entre los componentes y factores ambientales en relación con las actividades presentes en el SAR 51

Tabla V.12. Impactos sinérgicos del Proyecto 53

Tabla V.13. Impactos Residuales del Proyecto 55

Índice Figura

Figura V.1. Esquema metodológico para la identificación, caracterización y valoración de los impactos ambientales 5

Figura V.2. Interacciones identificadas por componente ambiental. 19

Figura V.3. Interacciones identificadas por etapa del Proyecto. 19

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

El impacto ambiental constituye una modificación al medio. De acuerdo con Espinoza (2001), un impacto ambiental es una alteración provocada por las acciones humanas cuya trascendencia deriva de la vulnerabilidad territorial según el contexto y las características de cada proyecto. Técnicamente puede entenderse que un impacto ambiental no sólo es un cambio, sino que es una alteración de la línea base ambiental que modifica la calidad ambiental (Martin 2002).

La evaluación de impacto ambiental (**EIA**) tiene como objetivo identificar, predecir, interpretar, prevenir, valorar y comunicar el impacto que la realización de un proyecto, planes, programas o acciones normativas acarreará sobre su entorno (Carter, 1998; Cotán-Pinto, 2007), es decir, sobre el medio ambiente. De acuerdo con Gómez y Gómez (2013), en términos generales, la **EIA** es un proceso de análisis, más o menos largo y complejo, encaminado a que los agentes implicados en los proyectos vinculados a ella, formen un juicio previo, lo más objetivo posible, sobre sus posibles efectos ambientales y sobre la posibilidad de evitarlos, reducirlos a niveles aceptables o compensarlos.

Los diversos constituyentes del medio ambiente, entre los cuales se desarrolla la vida en el planeta, se conocen y estudian bajo el nombre de componentes y factores ambientales.

Los factores ambientales son susceptibles de ser modificados por las actividades del hombre y estas modificaciones pueden ser grandes y ocasionar graves problemas, generalmente difíciles de valorar ya que suele ser a medio o largo plazo, o bien problemas menores y, entonces, ser fácilmente soportables (Conesa, 2009).

Los factores ambientales considerados por los organismos internacionales competentes pertenecen a los siguientes componentes ambientales (Conesa, 2009):

- El aire, el clima, el agua y el suelo.
- El hombre, la flora y la fauna.
- El paisaje.
- Las interacciones entre los anteriores.
- Los bienes materiales, la calidad de vida y el patrimonio cultural.

Se dice que hay un impacto ambiental cuando una acción consecuencia de un proyecto o actividad produce una alteración, favorable o desfavorable, en el medio o en alguno de los componentes del

medio. La alteración se mide y el impacto se evalúa por la diferencia entre la evolución en el tiempo que tendría el entorno, o alguno de los factores que lo constituyen, en ausencia de la actividad causante y la que tiene en presencia de esta (Conesa, 2009; Gómez y Gómez, 2013).

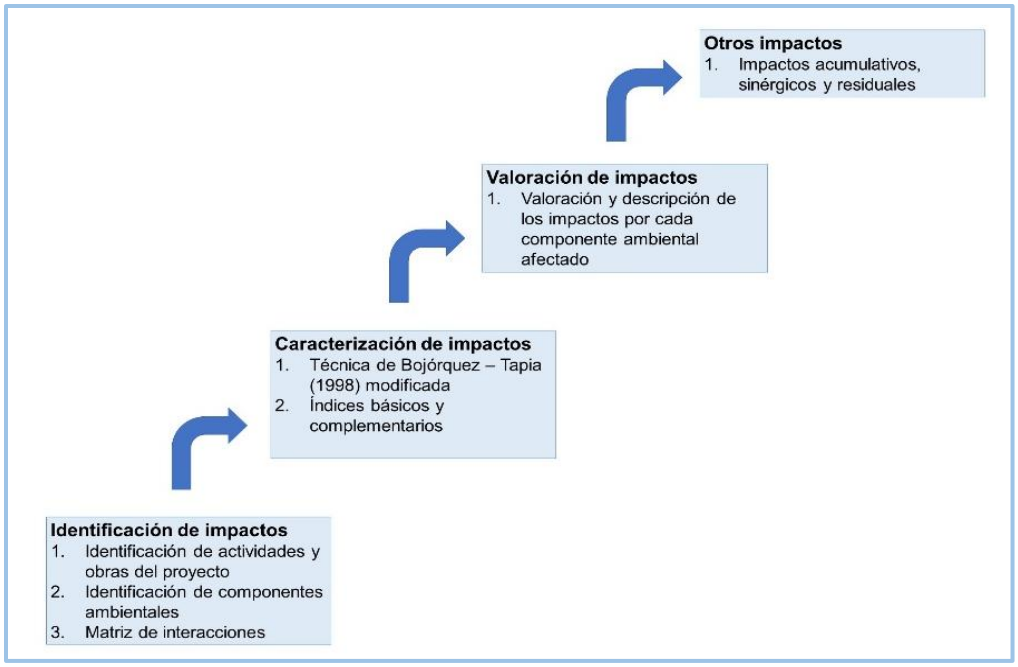
En este sentido, la **EIA** es el conjunto de estudios y análisis técnicos que permiten estimar los efectos que la ejecución de un determinado proyecto puede causar sobre el medio ambiente mediante la identificación, descripción y evaluación de forma apropiada, en función de cada caso particular y de conformidad con la ley, de los efectos directos e indirectos de un proyecto sobre los factores ambientales (Conesa, 2009).

Un proceso de evaluación de impacto ambiental se expresa en una secuencia lógica de pasos, que se constituyen en elementos clave al momento de ser aplicados a las acciones humanas que interesa evaluar para resguardar el cumplimiento de los objetivos ambientales.

La identificación de impactos ambientales es una parte sustancial del proceso de evaluación, por lo que se abordará con base en un esquema metodológico que considera tanto el entorno ambiental del **Proyecto** como las características particulares y la naturaleza de este.

El proceso general y método de evaluación que se empleará en la identificación y evaluación de impactos ambientales se puede resumir en el esquema presentado en la **Figura V.1.**

Figura V.1. Esquema metodológico para la identificación, caracterización y valoración de los impactos ambientales.



V.1. Metodología.

Entre los métodos empleados para la **EIA** destacan las listas de verificación, las matrices de interacción y la superposición de capas vectoriales de distintas temáticas. Las matrices interactivas (causa-efecto) por su facilidad de integrar la información han sido las más utilizadas en la **EIA**, ya que permiten evaluar las acciones del proyecto o actividades sobre los factores ambientales (Bojórquez-Tapia y Ortega-Rubio, 1989).

La mejor herramienta para determinar los impactos son las matrices de relaciones causa – efecto, de las cuales existen muchas variantes y la más conocida de ellas es Matriz de Leopold (Garmendia*, et al*. 2005).

La matriz de Leopold fue el primer método que se estableció para las **EIA** (Cotán-Pinto, 2007). Es un método indirecto de evaluación de impactos, ya que lo que realmente se califica son las interacciones entre el proyecto y el ambiente, sin darle ningún nombre al impacto que se presenta en esa interacción (Arboleda, 2008). Consiste en una matriz en que las entradas según las columnas son acciones del hombre que pueden alterar el medio ambiente y las entradas según filas son características del medio (factores ambientales) que pueden ser alteradas. Con estas entradas en filas y columnas se pueden definir las interacciones existentes (Garmendia, *et al.* 2005; Cotán-Pinto, 2007; Arboleda, 2008).

De acuerdo con lo anterior, para identificar y valorar los posibles impactos generados a causa del desarrollo del **Proyecto** se empleará la matriz interactiva de Leopold modificada y la técnica de Bojórquez-Tapia *et al*. (1998).

La metodología consiste en el desarrollo de los siguientes apartados:

1. Identificación de impactos, y
2. Caracterización y valoración de impactos.

V.1.1. Identificación de impactos

V.1.1.1. Construcción de la matriz.

El primer paso para la utilización de la matriz de Leopold consiste en construir una matriz de doble entrada (Arboleda, 2008), para lo cual se considerarán primero todas las acciones (columnas) que pueden tener lugar dentro del proyecto en cuestión. Posteriormente, para cada acción, se consideran todos los factores ambientales (filas) que pudieran ser afectados significativamente, trazando una

diagonal en la cuadrícula correspondiente a la columna (acción) y fila (factor ambiental) considerados (Cotán-Pinto, 2007).

Por lo tanto, las acciones que comprenden esta fase son las siguientes:

- *Discriminación de las actividades y obras relevantes que se contemplan en el establecimiento del **Proyecto**.* De todas las actividades que contempla el **Proyecto** se seleccionan aquellas relevantes, es decir, las que puedan ocasionar afectaciones al entorno y que se comprenden en las diferentes etapas del mismo.

  De acuerdo con Gómez y Gómez (2013), las acciones que se identifiquen deben ser:

  - Concretas.
  - Relevantes: ajustadas a la realidad del proyecto y capaces de desencadenar efectos notables.
  - Excluyentes: sin solapamientos que puedan llevar a duplicaciones en la contabilidad de los impactos.
  - Fácilmente identificables, susceptibles de una definición nítida y de una identificación fácil sobre planos del proyecto o diagramas del proceso constructivo y productivo.
  - Localizables: atribuibles a una zona o punto concreto del espacio en que se ubica el proyecto.
  - Cuantificables: en la medida de lo posible, medibles en magnitudes físicas, y quedar descritas con la mayor aproximación posible en términos de magnitud (superficie y volumen ocupados, cantidad, tamaño, etc.), localización espacial, flujo: caudal de vertidos, emisiones de vehículos, etc. y momento en que se produce la acción y plazo temporal en que opera.
- *Selección de los indicadores susceptibles a impacto.* La selección de factores y componentes ambientales que pueden ser afectados por el desarrollo del **Proyecto**.

  Como en el caso de las acciones, de acuerdo con Gómez y Gómez (2013), los factores que se identifiquen como relevantes, es decir, susceptibles de recibir impactos significativos, deben reunir condiciones de:

  - Relevancia: portadores de información importante sobre el estado y funcionamiento del medio.
  - Exclusión, sin solapamientos ni redundancias que lleven a repeticiones de impactos.
  - De fácil identificación, es decir susceptibles de una definición nítida y de una

percepción fácil sobre campo, mapas o información estadística.

- Localización: atribuibles a puntos o zonas concretas del entorno.
- Medibles, cuantificables en la medida de lo posible, pues muchos de ellos serán intangibles, directa o indirectamente a través de algún indicador.

V.1.1.2. Identificación de interacciones existentes.

A través de la matriz descrita en el apartado *V.1.1.1. Construcción de la matriz* se llevará a cabo la identificación de las interacciones existentes. Para ello, se toma la primera acción y se examina si tiene o no relación con cada uno de los factores ambientales. Este proceso se hace para todas las acciones consideradas en la matriz (Cotán-Pinto, 2007; Arboledas, 2008).

V.1.2. Caracterización y valoración de los impactos.

Para la valoración se procedió a calificar el impacto ambiental considerando los criterios básicos (intensidad del impacto, extensión del efecto y duración de la acción) y complementarios (sinergia, acumulación, controversia y mitigación). Los criterios de valoración están diferenciados en dos categorías la primera de la valoración del medio abiótico y biótico (Tabla V.1) y la segunda evalúa el medio socioeconómico (Tabla V.2). Esta separación de medios es con el fin de poder evaluar adecuadamente la significancia de los posibles impactos ambientales en cada una de las etapas del **Proyecto.**

Tabla V.1. Criterios básicos y complementarios para valorar el medio abiótico y biótico.

Escala	Intensidad Del Efecto (I)	Extensión del Efecto (E)	Duración Del Efecto (D)	Sinergia (S)	Acumulación (A)	Controversia (C)	Mitigación (M)
Definición	Definida por la superficie proporcional del recurso dentro de la franja de desarrollo del sistema que se verá dañado por determinada acción o actividad del Proyecto; o bien, límite permisible de las afectaciones que causará determinada acción con respecto a lo establecido en la normativa correspondiente	Definida por el alcance del efecto a partir del sitio en donde se genera dicho efecto	Extensión en el tiempo del efecto generado por determinada acción o actividad del **Proyecto**	Definidas por el grado de interacción entre impactos	Definidas por el nivel de acumulación entre impactos	Definida por la existencia de normatividad ambiental aplicable y la percepción del recurso por la sociedad civil	Definida por la existencia y efectividad de las medidas de mitigación
0				**Nula.** Cuando no se presentan interacciones entre impactos	**Nula.** Cuando no se presentan efectos aditivos entre impactos	**No existe**. Cuando la acción está regulada por la normativa ambiental y la sociedad civil local y regional **NO** manifiestan preocupación por la acción o por el recurso	**Nula**. No hay medidas de mitigación
1	**Mínima:** Cuando la afectación cubre 10 % o menos del total de los recursos existentes o cuando los valores de la afectación representan 50 % del límite permisible en la normativa aplicable	**Puntual:** Si el efecto no rebasa el área de influencia	**Corta:** Cuando el efecto dura menos de 1 mes	**Ligera.** Cuando el efecto producido por la suma de las interacciones (efectos simples) es ligeramente superior a las mismas	**Poca.** Cuando se presentan efectos aditivos entre dos acciones sobre el mismo componente ambiental	**Mínima**. Cuando la acción está regulada por la normativa ambiental y la sociedad civil local manifiesta preocupación por la acción o el recurso	**Baja**. Si la medida de mitigación aminora la afectación en menos de un 24 %
2	**Moderada:** Cuando la afectación cubre el 10 al 50% del total de los recursos existentes o si los valores de afectación representan entre 51 a 100 % del límite permisible	**Local:** Si el efecto ocurre entre el área de influencia y el límite del área de estudio	**Mediana:** Cuando el efecto dura entre 1 mes y 1.5 años	**Moderada.** Cuando el efecto producido por la suma de las interacciones (efectos simples) no rebasa el doble de las mismas	**Media**. Cuando se presentan efectos aditivos entre tres acciones sobre el mismo componente	**Moderada**. Cuando la acción está regulada por la normativa ambiental y/o la sociedad civil local y regional manifiesta su preocupación por la acción o el recurso	**Media**. Si la medida de mitigación aminora las afectaciones entre 25 y 74%
3	**Alta:** cuando la afectación cubre más de 50 % del total de los recursos existentes o si los valores de	**Regional:** Si el efecto rebasa el área de estudio	**Larga:** cuando el efecto dura más de 1.5 años	**Fuerte.** Cuando el efecto producido por la suma de las interacciones (efectos		**Alta**. Cuando la acción NO está regulada por la normativa ambiental y la sociedad civil local y regional	**Alta**. Si la medida de mitigación aminora la

Escala	Intensidad Del Efecto (I)	Extensión del Efecto (E)	Duración Del Efecto (D)	Sinergia (S)	Acumulación (A)	Controversia (C)	Mitigación (M)
	afectación rebasan el límite permisible por la normativa aplicable			simples) duplica o rebasa a las mismas		manifiestan preocupación por la acción y por el recurso	afectación en un 75 % o más

Tabla V.2. Criterios básicos y complementarios para valorar el medio socioeconómico.

Escala	Intensidad Del Efecto	Extensión del Efecto (E)	Duración del Efecto (D)	Sinergia (S)	Acumulación (A)	Controversia (C)	Mitigación (M)
Definición	Definida por la mejora del componente socio- económico	Definida por el alcance espacial de la mejora del componente	Definida por la extensión en el tiempo de la mejora del componente	Definido por el grado de interacción entre impactos	Definida por el nivel de acumulación entre impactos (No aplica para impactos positivos)	Definida por la percepción del Proyecto por la sociedad civil (No aplica para impactos positivos)	Definida por la existencia de medidas y/o recomendaciones que aseguren la mejora del efecto. (No aplica para impactos positivos)
0				**Nula:** Cuando no se presentan interacciones entre impactos	**Nula**: Cuando no se presentan efectos aditivos entre impactos	**No existe**: Cuando la sociedad civil local y regional NO manifiesta preocupación por el Proyecto	**No existe**: No existen medidas de mitigación
1	**Mínima**: Cuando el componente se mejora 25% o menos.	**Puntual**: Cuando la mejora del componente se refleja sólo en las localidades por las que se ejecuta el Proyecto	**Corta**: La mejora del componente se manifiesta sólo durante las actividades de construcción del **Proyecto**	**Ligera**: Cuando el efecto producido por la suma de las interacciones (efectos simples) es ligeramente superior a las mismas.	**Poca**: Cuando se presentan efectos aditivos entre dos acciones diferentes sobre el mismo componente ambiental	**Mínima**: Cuando la sociedad civil local manifiesta preocupación por el **Proyecto**	**Existe**: Cuando existen medidas y/o recomendaciones que aminoren el impacto sobre el medio socioeconómico

Escala	Intensidad Del Efecto	Extensión del Efecto (E)	Duración del Efecto (D)	Sinergia (S)	Acumulación (A)	Controversia (C)	Mitigación (M)
2	**Moderada**: Cuando el componente se mejora entre 26 y 75%	**Local**: Cuando la mejora del componente se refleja en las localidades y municipios en los que se ejecuta el **Proyecto**	**Mediana**: La mejora del componente dura sólo hasta la entrada en operación del **Proyecto** y/o hasta 1 año después de terminadas las actividades de construcción.	**Moderada**: Cuando el efecto producido por la suma de las interacciones (efectos simples) no rebasa el doble de las mismas	**Media**: Cuando se presentan efectos aditivos entre tres acciones diferentes sobre el mismo componente ambiental	**Moderada**: Cuando la sociedad civil local manifiesta objeción por el **Proyecto**	

Los criterios de las tablas anteriores se utilizan posteriormente para evaluar los Índices Básico y Complementario, respectivamente. Con la evaluación de estos índices se procede a calcular el Índice de Impacto y, a partir de este último y con la valoración de las medidas de mitigación, se obtiene la significación del impacto de acuerdo con las siguientes ecuaciones:

Índice Básico. Este índice se obtiene utilizando tres criterios básicos (intensidad, extensión y duración) mediante la siguiente ecuación:

$$IB_{ij} = \frac{I_{ij} + E_{ij} + D_{ij}}{9}$$

Donde:

Iij = intensidad del impacto

Eij = extensión del impacto

Dij = duración de la acción

El origen de la escala de valoración es de 0.33, debido a que es el valor más bajo que se puede obtener para este índice va de 0.33 ≤ IB ≤1.

Índice complementario. Para el cálculo de este índice se utilizan tres criterios (sinergia, acumulación y controversia) mediante la siguiente fórmula:

$$IC_{ij} = \frac{S_{ij} + A_{ij} + C_{ij}}{9}$$

Donde:

Sij = sinergia del impacto

Aij = acumulación del impacto

Cij = controversia

En este índice el origen de la escala es cero debido a que es el valor más bajo posible de obtener, por lo que sus valores pueden ubicarse en el siguiente intervalo: 0 ≤ IC ≤ 1.

Índice del impacto sin medidas de mitigación. El índice de impacto está dado por la combinación de los criterios básicos y complementarios.

Cuando existe alguno de los criterios complementarios (sinergia, acumulación y controversia), el valor del impacto se incrementa. Se calcula con la siguiente fórmula:

$$II_{ij} = IB_{ij}^{(1-IC_{ij})}$$

Donde:

IBij = Índice Básico

ICij = Índice Complementario

Índice del impacto con medidas de mitigación. Obtenidos los indicadores IB, IC e II (índice básico, índice complementario e índice de impacto, respectivamente) se procedió a calcular el índice de impacto con medidas de mitigación, tomando en consideración su existencia y, en su caso, eficiencia esperada (Mij), utilizando las siguientes fórmulas:

Para medio abiótico y biótico: $S_{ij} = II_{ij} \cdot \left(1 - \frac{M_{ij}}{3}\right)$

Para medio socioeconómico: $S_{ij} = II_{ij} \cdot \left(1 - M_{ij}\right)$

Donde:

IIij = índice del impacto

Mij = existencia de las medidas de mitigación

Significancia del impacto. De acuerdo con los valores obtenidos para el índice del impacto, se otorgaron los valores de significancia según los siguientes intervalos:

- Impacto no significativo (NS): 0.000 a 0.200
- Impacto poco significativo (PS): 0.201 a 0.400
- Impacto moderadamente significativo (MS): 0.401 a 0.600
- Impacto significativo (S): 0.601 a 0.800
- Impacto muy significativo (MMS): 0.801 a 1.000

V.2. Identificación de impactos.

V.2.1. Actividades relevantes.

Con la finalidad de identificar y analizar los impactos ambientales que el **Proyecto** podría provocar sobre el medio ambiente, se listaron las principales actividades que éste compone, destacando solamente aquellas que pudieran provocar impactos (positivos o negativos), las cuales serían consideradas como componentes o factores de cambio.

Con la intención de brindar claridad sobre las interacciones que tendrá el **Proyecto** con los componentes y factores ambientales a evaluar, en la **Tabla V.3Tabla V.3** se presenta el listado de actividades del programa de trabajo presentado en el Capítulo II del presente **DTU-B**, la fase en la que se desarrollaría cada una de ellas y la etapa del **Proyecto** en el que se llevarían a cabo.

Tabla V.3. Actividades relevantes del **Proyecto**

Etapa	Actividades
Preparación del sitio	Delimitación
	Desmonte
	Despalme
	Excavación
	Nivelación del terreno
	Compactación
Construcción	Cimentación
	Estructura (plataformas, pilotes, zapatas, losas)
	Instalaciones eléctricas
	Instalaciones Hidrosanitarias y Pluviales
	Acabados
	Limpieza del sitio
	Terracería
	Vialidades
	Áreas verdes
	Planta desaladora
	PTAR
Operación y mantenimiento	Operación del complejo
	Operación de la planta de tratamiento de aguas residuales
	Generación de residuos (manejo especial, sólidos urbanos, peligrosos)
	Prestación de servicios de cuartos, bungalow
	Descarga de aguas residuales
	Red sanitaria
	Vialidades
	Instalaciones (edificios, electricidad, hidrosanitarias)
	Jardinería

V.2.2. Indicadores de los componentes ambientales.

Una vez listadas las actividades del **Proyecto**, se identificaron los componentes ambientales susceptibles de afectar en el área. Para ello, se reconoce qué variables y/o procesos fisicoquímicos,

biológicos, socioeconómicos, culturales y paisajísticos pueden ser afectados. En esta etapa se analiza la situación ambiental previa, es decir, se toma de referencia la línea base y el diagnóstico ambiental obtenido contrastando con las transformaciones esperadas del ambiente. Asimismo, se prevén los impactos directos, indirectos y acumulativos que se podrían generar sobre los componentes ambientales.

La identificación de componentes ambientales parte de la tipificación de las actividades previamente descritas en el capítulo II referente a la descripción del **Proyecto** y de la caracterización hecha en el capítulo IV sobre la descripción del medio biótico, abiótico, socioeconómico y del paisaje. En este sentido, se elaboró el listado de indicadores de los componentes y factores ambientales para el **Proyecto** y que se utilizará como insumo para la matriz de interacciones.

Tabla V.4. Indicadores de los componentes ambientales en el área del **Proyecto.**

Componentes ambientales	Indicador
Suelo	Calidad (características químicas)
	Erosión y características físicas
Aire	Emisión de ruido
	Calidad del aire
Hidrología superficial	Calidad del agua superficial
Hidrología subterránea	Calidad del agua subterránea
	Infiltración de agua
Flora	Abundancia y diversidad
	Cobertura forestal
	Especies en NOM
Fauna	Abundancia y diversidad
	Hábitat de fauna
	Especies en NOM
Paisaje	Calidad escénica
	Apreciación
Social	Calidad de vida
	Empleo
	Servicios

V.2.3. Identificación de las interacciones ambientales.

Una vez identificadas tanto las obras y actividades del **Proyecto** que pueden causar impactos (positivos y negativos) así como los indicadores ambientales de posible afectación, se elaboró la

matriz de interacciones. Dicha matriz es de doble entrada de modo que, para cada actividad a desarrollar en todas las etapas del **Proyecto**, se analiza su relación con cada uno de los componentes ambientales. Esto permite que al reconocer que existe una interacción, se pueda describir el impacto (positivo o negativo) que podría tener el **Proyecto** en el ambiente.

En la Tabla V.5 se muestran las interacciones entre actividades e indicadores de los factores ambientales. Las actividades marcadas con (*) no fueron consideradas en la identificación de interacciones, ya que se trata de medidas a implementar para mitigar y/o compensar los impactos negativos del resto de las actividades del **Proyecto**.

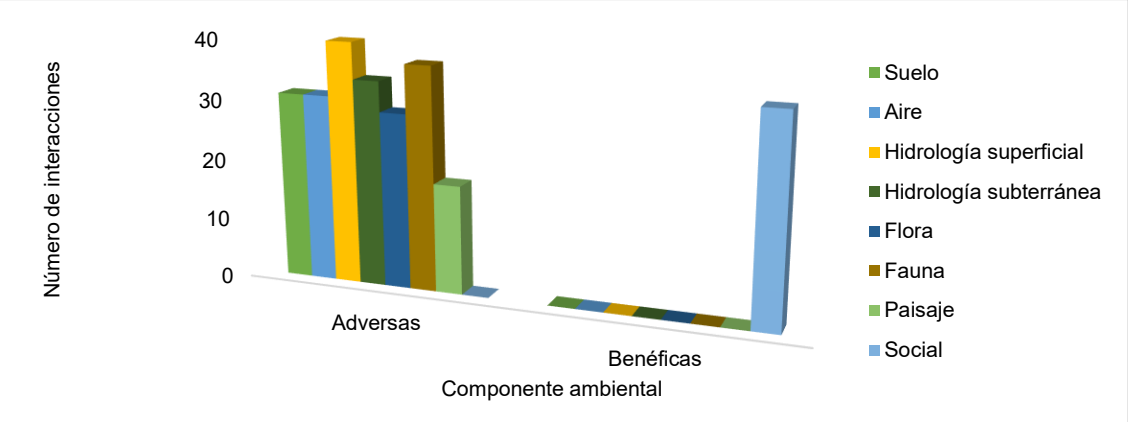
Tabla V.5. Matriz general de interacciones del **Proyecto** (A = interacciones adversas, B = interacciones benéficas)

Etapa	Actividad	Suelo		Aire		Hidrología superficial	Hidrología subterránea		Flora			Fauna			Paisaje		Social		
		Calidad (características químicas)	Erosión y características físicas	Emisión de ruido	Calidad del aire	Calidad del agua superficial	Calidad del agua subterránea	Infiltración de agua	Abundancia y diversidad	Cobertura forestal	Especies en NOM	Abundancia y diversidad	Hábitat de fauna	Especies en NOM	Calidad escénica	Apreciación	Calidad de vida	Empleo	Servicios
Preparación del sitio	Delimitación																	+	
	Desmonte	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		+	
	Despalme	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		+	
	Excavación	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		+	
	Nivelación del terreno	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		+	
	Compactación	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		+	
Construcción	Cimentación	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		+	
	Estructura (plataformas, pilotes, zapatas, losas)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		+	
	Instalaciones eléctricas														-	-		+	
	Instalaciones Hidrosanitarias y Pluviales	-	-	-	-	-	-	-							-	-		+	
	Acabados	-			-	-		-							-	-		+	
	Limpieza del sitio*																		
	Terracería	-	-	-	-	-	-	-	-			-			-	-		+	
	Vialidades	-	-	-	-	-		-	-	-		-	-		-	-		+	
	Áreas verdes*																		
	Planta desaladora	-	-	-	-	-	-	-	-			-	-		-	-		+	
	PTAR	-	-	-	-	-	-	-	-			-	-		-	-		+	
Operación y mantenimiento	Operación del complejo					-	-	-									+	+	+
	Operación de la planta de tratamiento de aguas residuales	-		-		-	-	-										+	+
	Generación de residuos (manejo especial, sólidos urbanos, peligrosos)	-	-			-	-	-	-			-	-	-	-	-		+	+

Etapa	Actividad	Suelo		Aire		Hidrología superficial	Hidrología subterránea		Flora			Fauna			Paisaje		Social		
		Calidad (características químicas)	Erosión y características físicas	Emisión de ruido	Calidad del aire	Calidad del agua superficial	Calidad del agua subterránea	Infiltración de agua	Abundancia y diversidad	Cobertura forestal	Especies en NOM	Abundancia y diversidad	Hábitat de fauna	Especies en NOM	Calidad escénica	Apreciación	Calidad de vida	Empleo	Servicios
	Prestación de servicios de cuartos, bungalow			-		-	-	-							-	-	+	+	+
	Descarga de aguas residuales a través de pozo de inyección de descarga					-	-	-										+	+
	Red sanitaria					-	-	-										+	+
	Vialidades	-	-	-	-	-	-	-	-			-			-	-		+	+
	Instalaciones (edificios, electricidad, hidrosanitarias)	-		-	-	-	-	-							-	-	+	+	+
	Jardinería*																		
Total de interacciones por componente ambiental	Interacciones adversas	31		31		40		34		28			37			18	0		
	Interacciones benéficas	0		0		0		0		0			0			0	34		
	Total de interacciones	31		31		40		34		28			37			18	34		

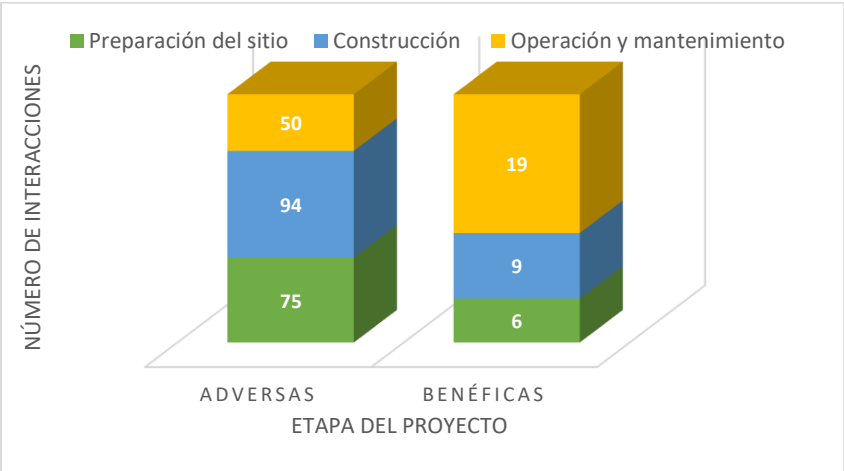
De acuerdo con la matriz anterior, se identificaron 253 interacciones, de las cuales 219 fueron adversas y 34 benéficas. El componente que obtuvo más interacciones benéficas fue el social. Los componentes que presentaron más interacciones, tanto adversas como positivas fueron paisaje con 18 adversas, social con 34 benéficas, suelo y aire con 31 interacciones adversas cada uno, hidrología subterránea con 34 adversas, hidrología superficial con 40 adversas, fauna con 37 adversas y flora con 28 adversas.

Figura V.2. Interacciones identificadas por componente ambiental.



La etapa del **Proyecto** con mayor número de interacciones fue preparación del sitio con 81 interacciones (75 adversas y 6 benéficas), construcción con 103 interacciones (94 adversas y 9 benéficas), y la etapa de operación y mantenimiento presentó 69 interacciones (50 adversas y 19 benéficas) (Figura V.3).

Figura V.3. Interacciones identificadas por etapa del **Proyecto**.



V.2.4. Descripción de las interacciones.

De acuerdo con las matrices interactivas previamente presentadas, en la siguiente tabla se describen las interacciones por componente ambiental y etapa del **Proyecto.**

Tabla V.6. Descripción de las interacciones en todas las etapas del **Proyecto**.

Factor ambiental	Indicador ambiental	Etapa	Descripción del impacto
Suelo	Calidad (características químicas)	Preparación del sitio	• La calidad del suelo puede verse afectada en caso de presentarse algún derrame accidental de aceites y combustibles usados por la maquinaria o equipo empleado durante la preparación del sitio y construcción, así como en caso de existir un manejo inadecuado de residuos sólidos urbanos, de manejo especial o peligrosos. • Las características físicas del suelo se verán modificadas debido al retiro de la cubierta vegetal forestal y no forestal, las excavaciones, rellenos, compactación, así como por las cimentaciones y sellamientos.
		Construcción	• Durante la construcción se puede causar la compactación del suelo, así como una posible contaminación del suelo, ocasionado por el uso de la maquinaria y equipos, y el posible derrame de sustancias oleosas.
		Operación y mantenimiento	• En las zonas donde no hay sellamiento de la superficie, en el mantenimiento del **Proyecto** podría afectarse por algún derrame de aceites o alguna sustancia oleosa que sean usados por la maquinaria o equipo usado, causando afectación a la calidad del suelo. • La descarga de salmuera y otros productos químicos utilizados en la desalinización podría ocasionar una contaminación del suelo, además de un aumento en la salinidad, teniendo que dicha salinidad puede afectar la fertilidad y calidad del suelo y aumentar el riesgo de erosión.
	Erosión y características físicas	Preparación del sitio	• En esta etapa se presentará el movimiento de tierras y el retiro de la capa superior para la construcción del proyecto, así como tener pérdida de suelo y el incremento de la erosión, mismas que se incrementarán en la superficie donde habrá despalme, desmonte y limpieza de la vegetación forestal y no forestal.
		Construcción	• La eliminación de la vegetación, la limpieza y despalme ocasionan que el suelo se erosione, y la construcción de obras y actividades ocasionan cambios en la estructura y porosidad del suelo
		Operación y mantenimiento	• No se presentan impactos sobre el suelo en esta etapa.
Aire	Confort sonoro	Preparación del sitio	• Alteración al confort sonoro por incremento en el nivel de ruido habitual en el área del **Proyecto** y su **AI** se verá alterado por el uso de maquinaria y equipo durante la preparación del terreno para las obras y actividades del **Proyecto**.
		Construcción	• Alteración al confort sonoro por incremento en el nivel de ruido por la maquinaria y las actividades que implican la cimentación del hotel, las reparaciones que pudieran requerirse a la maquinaria.
		Operación y mantenimiento	• Alteración al confort sonoro por incremento en el nivel de ruido en el área del **Proyecto** por mantenimiento a la infraestructura del mismo, y por el ruido generado por los vehículos que transiten.
	Calidad del aire	Preparación del sitio	• El aire se verá afectado en su calidad por la emisión de gases contaminantes producto de la combustión interna de los vehículos automotores y equipos que se encuentren operando durante la preparación del sitio.
		Construcción	• Otro aspecto que afectará la calidad del aire será la dispersión de polvos que ocurrirá durante las excavaciones, compactaciones, rellenos y traslado de residuos,

Factor ambiental	Indicador ambiental	Etapa	Descripción del impacto
		Operación y mantenimiento	• Los posibles impactos sobre la calidad del aire en la etapa de operación y mantenimiento del **Proyecto**, pudieran darse por la generación de olores, así como la generación de ruido por los mantenimientos a las obras del **Proyecto**.
Hidrología superficial	Calidad de agua superficial	Preparación del sitio	• En el caso de la calidad del agua, la afectación puede darse por la posible contaminación con aceites, grasas, hidrocarburos de los equipos y maquinaria en el agua superficial, por la descarga de aguas residuales que pudieran contaminar.
		Construcción	• En la construcción por la posible contaminación con aceites y sustancias oleosas derivados de las maquinarias que puedan infiltrarse y afectar la calidad de aguas subterráneas, así como por los diversos materiales empleados para la construcción de la PTAR y la planta desalinizadora.
		Operación y mantenimiento	• Para la etapa de Operación y Mantenimiento, se puede tener afectación a la calidad del agua superficial en caso de haber un mal manejo de residuos y mal manejo o derrame de aguas residuales, por el uso de grasas y aceites en el mantenimiento de la maquinaria, así como por las pruebas de calidad para asegurar los recubrimientos anticorrosivos. • Por otra parte, con las descargas de la salmuera producto de la planta desalinizadora, se puede contaminar las aguas superficiales.
Hidrología subterránea	Calidad de agua subterránea	Preparación del sitio	• En el caso de la calidad del agua subterránea, la afectación puede darse por la posible contaminación por la infiltración de aceites, residuos, hidrocarburos y aguas residuales, afectando la calidad del agua y en caso de haber un mal manejo de dichos residuos.
		Construcción	• En la construcción por la posible contaminación con aceites y sustancias oleosas derivados de las maquinarias que puedan infiltrarse y afectar la calidad de aguas subterráneas, así como por los diversos materiales empleados para la construcción de la PTAR y la planta desalinizadora.
		Operación y mantenimiento	• En caso de haber mantenimiento a los diversos componentes y equipos del **Proyecto**, pudiera darse un mal manejo de residuos, aceites y aguas residuales que afecten la calidad del agua subterránea, sobre todo en las áreas que no tienen sellamientos, así como por la operación de la PTAR que pueda afectar las aguas subterráneas. • La operación de la planta desalinizadora pudiera afectar la calidad del agua subterránea, por alguna reparación, por el mantenimiento que se le proporcione, al producirse algún derrame; por la infiltración de la salmuera durante el proceso de desalinización, así como la filtración de productos químicos utilizados por la Planta y la inyección de salmuera.
	Infiltración del agua	Preparación del sitio	• En el caso de la infiltración, la afectación puede darse por las modificaciones a la superficie del **Proyecto**, así como por el despalme, desmonte y limpieza de la vegetación forestal y no forestal en áreas de instalación de la infraestructura del **Proyecto**.
		Construcción	• Por el sellamiento de diversas áreas que se construyan se puede ver afectada la infiltración, pero únicamente en las superficies cimentadas.
		Operación y mantenimiento	• En el caso de la etapa de operación y mantenimiento, se ve disminuida dicha infiltración por el sellamiento de las superficies cimentadas. • En las zonas donde no hay cimentación, pero si se tiene infraestructura, podrían suscitarse derrames de aceites y grasas, así como salmuera proveniente de la planta desalinizadora que podrían infiltrarse al subsuelo en la etapa de mantenimiento de la infraestructura del **Proyecto**.

Factor ambiental	Indicador ambiental	Etapa	Descripción del impacto
Flora	Abundancia y diversidad	Preparación del sitio	• Con la limpieza del área del **Proyecto** se retirará la vegetación que se encuentra presente en este, afectando la cobertura, abundancia y la diversidad florística en el área del **Proyecto**, con el desmonte, limpieza y despalme de la vegetación forestal y no forestal. • La propia remoción de vegetación puede compactar el suelo, afectando así la capacidad del suelo para nutrir la vegetación, así como la remoción de la vegetación podría afectar posibles áreas de tránsito que utilizana para descanso, percha y alimenatción de la fauna. • Las actividades de nivelación y excavación provocarán cambios en la topografía del terreno, lo que conlleva a una posible afectación a la abundancia y diversidad de especies florísticas. En el **SAR**, el uso del suelo predominante corresponde a Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia, le siguen los Asentamientos humanos con 20.45 %, la Vegetación secundaria arbórea de manglar con 19.13 %, el Manglar con 16.47 %, y la Vegetación secundaria arbustiva de selva mediana subperennifolia, que ocupa el 12.87 %. El resto de los usos y tipos de vegetación representan en conjunto un 8.40 % del área evaluada. En el **AP**, se identificaron únicamente dos tipos de cobertura vegetal. La principal, de tipo forestal, es la Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia, con una cobertura del 75.02 %. El segundo tipo corresponde a cobertura no forestal, clasificada como Desprovisto de vegetación, con el restante 24.98 %, efectuado la remoción de vegetación forestal en 4.7577 has. Derivado del trabajo de campo, y el análisis de datos, se obtuvo el registro está compuesta por 65 especies, pertenecientes a 44 familias y 33 órdenes. De las 65 especies registradas, 29 se reportaron en el **AI**, 35 en el **AP** y 45 en el **SAR**.
		Construcción	• En la construcción, se puede ver alterado el hábitat de las especies florísticas, pudiendo afectar la sobrevivencia y la reproducción de las especies vegetales, ocasionando su pérdida.
		Operación y mantenimiento	• Para esta etapa, no se presentan impactos, puesto que el hábitat se vio alterado por la Preparación del sitio y la Construcción.
	Cobertura forestal	Preparación del sitio	• Por la eliminación de 4.7577 ha de vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia, la cobertura forestal se verá afectada, únicamente en la superficie que conlleve el **CUSTF**.
		Construcción	• No hay afectación a la cobertura forestal en esta etapa.
		Operación y mantenimiento	• No hay afectación a la cobertura forestal en esta etapa.
	Especies en Nom-059-SEMARNAT-2010	Preparación del sitio	• Las actividades de remoción de la vegetación podrían implicar la pérdida de ejemplares de flora que se encuentren en algún estatus de la NOM-059-SEMARNAT-2010; sin embargo, se realizará el rescate de los ejemplares susceptibles de ello, dando prioridad a las especies enlistadas en la Norma (*Thrinax radiata* y *Conocarpus erectus*)
		Construcción	• No se presentan impactos a la flora en estatus de la NOM-059-SEMARNAT-2010 durante la construcción, pues desde la preparación del sitio ya se habría presentado el impacto.
		Operación y mantenimiento	• No se presentan impactos a la flora en estatus de la NOM-059-SEMARNAT-2010 para esta etapa.
Fauna	Abundancia y diversidad	Preparación del sitio	• Se considera la afectación a la fauna por desplazamiento debido a la pérdida de vegetación que pudiera estar presente en el área del **Proyecto** durante el desmonte, despalme y limpieza del sitio, ya sea por daño accidental o intencional, indicando que se realizará el ahuyentamiento y reubicación de la fauna que se encuentre,

Factor ambiental	Indicador ambiental	Etapa	Descripción del impacto
			previo a las actividades de esta etapa. Del total de especies registradas en trabajo de campo, para el **SAR** se obtuvieron 42 especies, el **AI** 39 especies y en el **AP** 36 especies.
		Construcción	• En la construcción del **Proyecto**, la fauna puede verse afectada por la maquinaria que labora en el **AP**, señalando que se efectuará el ahuyentamiento que pudiera llegarse a encontrar y la reubicación de la fauna, de ser requerido.
		Operación y mantenimiento	• Se considera la afectación a la fauna por el ruido, los automóviles, y en general las personas que pudiera estar presente en el área del **Proyecto** durante la etapa de operación y mantenimiento. Se instará a los huéspedes al cuidado y respeto por la fauna que pudiera encontrarse.
	Hábitat	Preparación del sitio	• En esta etapa se puede presentar la alteración al hábitat de las especies faunísticas por la modificación del hábitat con labores de limpieza, despalme y desmonte de vegetación. • la modificación del terreno afecta el hábitat de las especies faunísticas que utilizan la vegetación como su hogar.
		Construcción	• La construcción de la infraestructura, la edificación de la PTAR, de la planta desalinizadora conlleva a la pérdida del hábitat para las especies faunísticas, aunque no se les prohibirá el libre tránsito, se efectuarán ahuyentamientos de la fauna previo a la construcción.
		Operación y mantenimiento	• En la operación y mantenimiento, se podrán tener ruidos y vibraciones que pudieran afectar el hábitat de la fauna que sea sensible a estos estímulos en áreas que rodean el **AP**, así como el derrame de sustancias que pudieran derramarse por los mantenimientos de las maquinarias y la mala disposición de los residuos.
	Especies en Nom-059-SEMARNAT-2010	Preparación del sitio	• Las interacciones negativas durante las etapas de Preparación de Sitio y de Construcción se relacionan con el desplazamiento de los individuos de fauna que se encuentren en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y la pérdida de su hábitat por las actividades antropogénicas, así como por la presencia de personal y el ruido de la maquinaria y equipo del **Proyecto**. De las especies de fauna reportadas para el área de **CUSTF**, únicamente 1 se reporta bajo alguna categoría de protección, de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT 2010 y la Modificación al Anexo Normativo III actualizado al 17-12-2019 de esta misma norma: *Ctenosaura similis* (iguana negra).
		Construcción	• No se presentan impactos para esta etapa, puesto que se efectuará el ahuyentamiento y de ser el caso la reubicación de todas las especies faunísticas, con énfasis en las listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.
		Operación y mantenimiento	• Se considera la afectación a la fauna listada en la NOM-059-SEMARNAT-2010 que pudiera estar presente en el área del **Proyecto**, durante la etapa de operación y mantenimiento, ocasionando su disminución en la población.
Paisaje	Calidad escénica	Preparación del sitio	• Alteración de la configuración escénica del área del **Proyecto** por el desmonte, despalme y limpieza de la vegetación forestal y no forestal, por la inserción de las obras y equipos permanentes necesarios para la operación del **Proyecto**, por la generación de polvos y presencia de maquinaria durante la construcción, por la generación de residuos en caso de un mal manejo de estos.
		Construcción	• Se altera la vista del paisaje, derivado del bloqueo de la vista natural del área donde se construirá el proyecto, así como una alteración del entorno por la iluminación nocturna.
		Operación y mantenimiento	• La infraestructura del **Proyecto** se integrará a una imagen urbana que no se verá alterada, aunado a que los residuos en el área del **Proyecto** serán dispuestos en contenedores especialmente

Factor ambiental	Indicador ambiental	Etapa	Descripción del impacto
			designados para cada tipo de residuo y a su vez serán retirados con la limpieza del sitio.
	Apreciación	Preparación del sitio	• Se podría alterar la estructura del suelo, lo que puede afectar la capacidad del suelo para sostener la vegetación y la vida del suelo, así como generar la pérdida de biodiversidad en el área, lo que puede afectar la salud del ecosistema y la capacidad del ecosistema para proporcionar servicios ecosistémicos.
		Construcción	• Se tendrá degradación de la calidad visual, afectando la estética del paisaje por la inserción de obras. • La construcción del hotel y sus obras asociadas alterarían la armonía del entorno.
		Operación y mantenimiento	• En la operación y mantenimiento, por la maquinaria que labore, podría afectar la forma en la que se aprecia el medio, derivado de la instalación de los equipos.
Social	Calidad de vida	Preparación del sitio	• La calidad de vida mejorará para el personal que sea contratado para la preparación del sitio que será usado para el **Proyecto**, así como de la construcción y la edificación del hotel y todas sus obras asociadas.
		Construcción	
		Operación y mantenimiento	• El personal que labore mientras da servicio el **Proyecto**, mejorarán su calidad de vida al emplearse y obtener remuneraciones por la operación del **Proyecto**. • Las áreas, así como los diversos equipos que requieran de algún mantenimiento, al ser empleados pueden mejorar su calidad de vida.
	Empleo	Preparación del sitio	• Generación de empleos temporales, permanentes, directos e indirectos, lo cual repercutirá en la economía de la población local por el consumo de bienes y servicios, lo que deriva en ingresos tanto para los trabajadores, como para la región.
		Construcción	
		Operación y mantenimiento	
	Servicios	Preparación del sitio	• Se crearán infraestructuras (hotel) que presten servicios a los visitantes, así como sus obras asociadas.
		Construcción	
		Operación y mantenimiento	• La operación del **Proyecto** conlleva el servicio de alojamiento para la diversión de los huéspedes, lo que conlleva a una buena experiencia y calidad en los servicios que se vayan a prestar.

V.1.1. Identificación de los impactos ambientales potenciales para el Proyecto

De acuerdo con las interacciones previamente, en la siguiente se presentan los impactos adversos identificados para cada componente ambiental.

Tabla V.7. Impactos ambientales Potenciales identificados, susceptibles de generarse por el **Proyecto**

Clave	Descripción
SUE1	Afectación a la calidad del suelo (características químicas) por contaminación de sustancias y por una inadecuada disposición de residuos sólidos y líquidos.
SUE2	Erosión y afectación a las características físicas del suelo por la remoción directa del mismo durante la etapa de preparación del sitio y por las actividades de desmonte y despalme.

Clave	Descripción
AIR1	Modificación del nivel sonoro por el empleo de maquinaria y equipos durante las actividades de las etapas de preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento del **Proyecto**.
AIR2	Afectación de la calidad del aire por la generación de gases contaminantes por el empleo de los vehículos y equipos, así como por la dispersión de polvos.
HSUP1	Afectación a la calidad del agua superficial en caso de existir un mal manejo de los residuos que se puedan generar durante las etapas del **Proyecto**.
HSUB1	Afectación a los patrones de infiltración del agua hacia acuíferos o captación de agua subterránea, por remoción de vegetación forestal y por modificaciones en la superficie.
HSUB2	Afectación a la calidad del agua subterránea en caso de existir un mal manejo de los residuos o sustancias que se puedan generar durante las etapas del **Proyecto**.
FLO1	Afectación a la abundancia y diversidad de especies de flora por las acciones de remoción durante las actividades de preparación del sitio y construcción.
FLO2	Afectación a la cobertura forestal de 4.7577 has de vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia como parte de la remoción de vegetación forestal por CUSTF de las obras y actividades del **Proyecto**.
FLO3	Posible afectación a la abundancia y diversidad de especies florísticas bajo algún estatus de protección dentro de la **NOM-059-SEMARNAT-2010** por limpieza, despalme y remoción de vegetación forestal durante las etapas de preparación del sitio y construcción.
FAU1	Afectación de la abundancia y diversidad de fauna en el AP o AI por el desplazamiento de los individuos derivado de la presencia de maquinaria, vehículos, equipos y personal, por atropellamiento en el tránsito de los vehículos automotores, así como por captura, daño o muerte accidental o provocada por la presencia tanto del personal durante la construcción, operación y por el mantenimiento del Proyecto.
FAU2	Afectación al hábitat de las especies de fauna registradas para el área del **Proyecto** por las actividades de limpieza, despalme y remoción de vegetación durante la etapa de preparación del sitio y construcción.
FAU3	Posible afectación a la abundancia y diversidad de especies faunísticas bajo algún estatus de protección dentro de la **NOM-059-SEMARNAT-2010** por desplazamiento derivado de la presencia de personal y maquinaria durante las etapas de preparación del sitio y construcción y en caso de ocurrir atropellamientos accidentales en el tránsito de vehículos automotores.
PAI1	Afectación de la calidad escénica del paisaje por la inserción de las obras y equipos permanentes necesarios para la operación del **Proyecto** y la remoción de la vegetación.
PAI2	Afectación de la apreciación del paisaje por la generación de residuos a lo largo de las etapas del **Proyecto** y en caso de que haya un mal manejo de estos.

Como ya se mencionó, se identificaron 253 interacciones, de las cuales 219 fueron adversas y 34 benéficas. Únicamente los impactos negativos Potenciales serán objeto de la caracterización y valoración que se presenta en los siguientes apartados.

V.2. Caracterización y valoración de los impactos

Para caracterizar y evaluar los impactos ambientales Potenciales identificados por el desarrollo del **Proyecto**, se empleará la técnica modificada de Bojórquez-Tapia *et al.* (1998). Es importante recordar que, como se mencionó anteriormente, esta técnica evalúa los impactos a través de calcular los índices básicos y complementarios, es así como se asignaron los valores según los criterios de intensidad, extensión, duración, sinergia, acumulación, controversia y mitigación, y una vez aplicadas las ecuaciones se presentan la significancia de cada uno de los impactos (valoración), así como la justificación del porque dichas valoraciones. Los resultados que se muestran en las siguientes matrices, así como en el **Anexo V.1 Matriz de impactos**.

Tabla V.8. Justificación de la valoración de los impactos Potenciales del **Proyecto**

Clave y denominación del impacto	Valoración (I=intensidad, E=extensión, D=duración, S=sinergia, A=acumulación, C=controversia, M=mitigación)			Justificación
	Clave	Valor	Criterio	
SUE1. Afectación a la calidad del suelo (características químicas) del suelo.	Intensidad	2	**Moderada**: el componente ambiental presenta algunos cambios en su estado anterior sin perderlos por completo, entre un 25 y 74%	Se considera una intensidad moderada para este impacto puesto que podría ocurrir en caso de derrame accidental de sustancias o disposición incorrecta de residuos, además de lo cual, no afectaría totalmente el **AP**, así como por una descarga de salmuera que pudiera afectar el suelo.
	Extensión	2	**Local**: Si el efecto ocurre entre el área de influencia y el límite del área de estudio	La extensión para este impacto es menor al área del **Proyecto** puesto que se considera sólo en casos de derrame fortuito de sustancias contaminantes o un mal manejo y gestión de residuos, lo cual en ningún caso llegaría a afectar la totalidad del **AP**.
	Duración	2	**Mediana:** Cuando el efecto se presenta en más de una etapa del **Proyecto**	El impacto se presentará de forma inmediata a la realización de la acción que lo genera, siendo esta acción en caso de un manejo incorrecto de sustancias o residuos, además de la salmuera proveniente de la planta desalinizadora, por lo tanto, aunque se presenta en diferentes etapas, se pretende que su duración no se extienda más allá de cada una, por lo cual el tiempo que transcurre entre su inicio y su fin se considera de duración mediana.
	Sinergia	0	**Nula**: cuando no se presentan interacciones entre impactos	Este impacto no es susceptible de interactuar con otros impactos de manera que resulte en un incremento en el nivel de contaminación del suelo.
	Acumulación	2	**Media**: Cuando se presentan efectos aditivos entre tres acciones sobre el mismo componente	En el **SAR**, **AI** y **AP** se identifican otras actividades que son susceptibles de afectar la calidad del suelo (asentamientos humanos y actividades agrícolas), a las que, sumando las actividades del **Proyecto**, se tendrían 3 actividades afectando el mismo factor ambiental.
	Controversia	0	**No existe**: cuando la acción está regulada por la normativa ambiental y la sociedad civil local y regional NO manifiestan preocupación por la acción o por el recurso	Se cuenta con la siguiente normatividad en materia de calidad del suelo: -NOM-138-SEMARNAT-2012 -NOM-147-SEMARNAT-2004 Asimismo, no se identifica conflicto por parte de la población respecto a la calidad del suelo en la región.

Clave y denominación del impacto	Valoración (I=intensidad, E=extensión, D=duración, S=sinergia, A=acumulación, C=controversia, M=mitigación)			Justificación
	Clave	Valor	Criterio	
	Mitigación	3	**Alta**: Si la medida de mitigación aminora la afectación en un 75 % o más	Las medidas que se proponen se enfocan a evitar la contaminación del suelo, lo cual es posible con una adecuada gestión de los residuos, uso de maquinaria en buen estado y una respuesta inmediata ante eventos fortuitos que pudieran generar contaminación del suelo.
SUE2. Incremento de la erosión y afectación a las características físicas del suelo.	I	2	**Moderada**: el componente ambiental presenta algunos cambios en su estado anterior sin perderlos por completo, entre un 25 y 74%.	Se considera el incremento de la erosión por el movimiento de tierras que implica la instalación de la infraestructura, causado por la remoción de vegetación, así como el mantenimiento del **Proyecto**, para lo cual se promoverá una reforestación en áreas aledañas.
	E	1	**Puntual**: cuando se limita a un área menor a la extensión total del Proyecto.	La pérdida de suelo durante la instalación del **Proyecto**, ocurrirá sólo en aquellas áreas en las que se requiera el movimiento de tierras para la instalación, así como el retiro de equipo e infraestructura, siendo esta menor a la extensión total del **AP** y por ningún motivo la rebasará, por lo cual se considera puntual.
	D	2	**Mediana:** Cuando el efecto se presenta en más de una etapa del **Proyecto**	Este impacto es susceptible de generarse en las etapas de preparación de sitio y construcción, solo por el tiempo que dure cada una de las etapas, teniendo que la erosión permanecerá en las áreas sin sellamiento durante todas las etapas, mientras que en las áreas con sellamiento los procesos erosivos se detendrán.
	S	2	**Moderada**: Cuando el efecto producido por la suma de las interacciones (efectos simples) no rebasa el doble de las mismas	Este impacto es susceptible de interactuar con el impacto FLO2, ya que con la remoción de la vegetación pudiera resultar en un incremento en el nivel de erosión o pérdida del suelo, ya que sin el **CUSTF** se tendría una erosión hídrica en todas sus fases, de 10.0198 ton/año, mientras que con **CUSTF** la erosión hídrica seria de 22.2663 ton/año; y en cuanto a la erosión eólica se tendría una erosión sin CUSTF de 104.77 ton/año y con CUSTF sería de 366.81 ton/año.
	A	2	**Media**: Cuando se presentan efectos aditivos entre tres acciones sobre el mismo componente	En el **SAR**, **AI** y **AP** se identifican otras actividades que son susceptibles de afectar la erosión y características físicas del suelo (asentamientos humanos y actividades agrícolas), a las que, sumando las actividades del **Proyecto**, se tendrían 3 actividades afectando el mismo factor ambiental.
	C	3	**Alta**: cuando la acción NO está regulada por la normativa ambiental y la sociedad civil local y regional manifiestan preocupación por la acción y por el recurso.	No se detectó normatividad que regule la erosión o pérdida de suelo, por lo cual se le otorgó el valor más alto para este criterio.
	M	2	**Media**: Si la medida de mitigación aminora las afectaciones entre 25 y 74%	Las medidas que se proponen mitigarán y compensarán el incremento de la erosión y la pérdida de suelo, sin embargo, el efecto es inevitable en el **AP** puesto que es imprescindible el movimiento de tierras y su retiro para realizar la construcción del **Proyecto**; por lo cual considera que, aunque las medidas tengan una efectividad alta, no llegan a eliminar el impacto.
AIR1. Modificación del nivel sonoro.	I	2	**Moderada**: el componente ambiental presenta algunos cambios en su estado anterior sin perderlos por	Se considera que el nivel sonoro presentará cambios moderadamente, dado que el Proyecto no contempla la generación de altos niveles de ruido, solo serán de forma constante durante la preparación del sitio y construcción,

Clave y denominación del impacto	Valoración (I=intensidad, E=extensión, D=duración, S=sinergia, A=acumulación, C=controversia, M=mitigación)			Justificación
	Clave	Valor	Criterio	
			completo, entre un 25 y 74%.	teniendo que las acciones que generarán ruido se presentarán durante el uso de maquinaria y equipo.
	E	2	**Local**: Si el efecto ocurre entre el área de influencia y el límite del área de estudio	El alcance del ruido que se genere por el uso de maquinaria y equipo no rebasará el **AP** incidiendo en áreas próximas éste, pero dentro del **AI**, sin llegar a tener un efecto regional. Lo anterior se explica dado que el equipo y maquinaria susceptible de generar ruido puede rondar en los 100 dB, asimismo, conforme el receptor se aleja de la fuente generadora de ruido, este se percibe con menor intensidad, en este sentido, el ruido sólo sería percibido sólo dentro del **AI**.
	D	1	**Corta**: cuando los impactos sólo se presentan durante una etapa del Proyecto.	El impacto sólo se presentará de forma temporal durante la realización de la acción que lo genera, por lo tanto, aunque se presenta en diferentes etapas, su duración no se extiende más allá de cada una, por lo cual el tiempo que transcurre entre su inicio y su fin se considera de duración corta.
	S	0	**Nula**: cuando no se presentan interacciones entre impactos	La modificación del nivel sonoro no es susceptible de interactuar con otros impactos de manera que resulte en un incremento en el nivel de ruido.
	A	2	**Media**: Cuando se presentan efectos aditivos entre tres acciones sobre el mismo componente	En el **SAR**, **AI** y **AP** se identifican otras actividades que son susceptibles de afectar el nivel sonoro (asentamientos humanos y actividades agrícolas), a las que, sumando las actividades del **Proyecto**, se tendrían 3 actividades afectando el mismo factor ambiental.
	C	0	**No existe**: cuando la acción está regulada por la normativa ambiental y la sociedad civil local y regional NO manifiestan preocupación por la acción o por el recurso	Se cuenta con las siguientes Normas Oficiales Mexicanas en materia de ruido: -NOM-080-SEMARNAT-1994 -NOM-081-SEMARNAT-1994 Asimismo, no se identifica conflicto por parte de la población respecto a la calidad del nivel sonoro en la región.
	M	2	**Media**: Si la medida de mitigación aminora las afectaciones entre 25 y 74%	Las medidas que se proponen reducirán la generación excesiva de ruido por el uso de maquinaria y equipo, sin embargo, el efecto es inevitable.
AIR2. Afectación de la calidad del aire.	I	1	**Mínima**: el componente ambiental permanece muy cercano a su estado anterior, menos del 25%.	Se considera que la calidad del aire permanecerá muy cercano a su estado actual, afectándola en mínima escala dado que el **Proyecto** no contempla la generación de emisiones atmosféricas en gran cantidad o de forma constante, por el contrario, estas serán generadas únicamente por el uso de maquinaria, vehículos y equipo que usen hidrocarburos y el levantamiento de polvos.
	E	2	**Local**: cuando afecta en las áreas adyacentes al área del **Proyecto**.	El alcance del efecto rebasa el **AP** por la facilidad de dispersión de contaminantes en el aire, incidiendo en áreas próximas al **AP**, específicamente dentro del **AI**, sin llegar a tener un efecto regional, dado que los contaminantes se dispersarían.
	D	1	**Corta**: cuando los impactos sólo se presentan durante una etapa del Proyecto.	El impacto sólo se presentará de forma temporal inmediatamente a la realización de la acción que lo genera, por lo tanto, aunque se presenta en diferentes etapas, su duración no se extiende más allá de cada una, por lo cual el tiempo que transcurre entre su inicio y su fin se considera de duración corta.

Clave y denominación del impacto	Valoración (I=intensidad, E=extensión, D=duración, S=sinergia, A=acumulación, C=controversia, M=mitigación)			Justificación
	Clave	Valor	Criterio	
	S	0	**Nula**: cuando no se presentan interacciones entre impactos	La afectación de la calidad del aire no es susceptible de interactuar con otros impactos de manera que resulte en un incremento de este.
	A	2	**Media**: Cuando se presentan efectos aditivos entre tres acciones sobre el mismo componente	En el **SAR**, **AI** y **AP** se identifican otras actividades que son susceptibles de afectar la calidad del aire (asentamientos humanos y actividades agrícolas), a las que, sumando las actividades del **Proyecto**, se tendrían 3 actividades afectando el mismo factor ambiental.
	C	0	**No existe**: cuando la acción está regulada por la normativa ambiental y la sociedad civil local y regional NO manifiestan preocupación por la acción o por el recurso	Se cuenta con las siguientes Normas Oficiales Mexicanas en materia de emisiones a la atmósfera: -NOM-041-SEMARNAT-2015 -NOM-045-SEMARNAT-2017 Asimismo, no se identifica conflicto por parte de la población respecto a la calidad de este recurso en la región.
	M	2	**Media**: Si la medida de mitigación aminora las afectaciones entre 25 y 74%	Las medidas que se proponen reducirán la generación de emisiones por la maquinaria, equipo y vehículos, y se enfocarán a evitar la generación de polvos, por lo cual se consideran eficientes, aunque no es posible evitar las emisiones en su totalidad.
HSUP1. Afectación a la calidad del agua superficial.	I	2	**Moderada**: el componente ambiental presenta algunos cambios en su estado anterior sin perderlos por completo, entre un 25 y 74%	Se considera una intensidad moderada para este impacto puesto que sólo ocurriría en caso de disposición incorrecta de residuos que causen la contaminación con diversos residuos (solidos o líquidos), así como por la instalación de la PTAR, sin que estos provoquen un daño total del recurso.
	E	2	**Local**: cuando afecta en las áreas adyacentes al área del **Proyecto**	Se considera que este impacto podría tener como alcance cuerpos de agua superficiales presentes dentro del **AI**, en caso de una incorrecta disposición de residuos y su posible arrastre por efecto de la lluvia, el viento, o factores humanos, que puedan ocasionar la contaminación del recurso.
	D	2	**Mediana:** Cuando el efecto se presenta en más de una etapa del **Proyecto**	El impacto se presentará de forma inmediata a la realización de la acción que lo genera, siendo esta acción en caso de un manejo incorrecto de sustancias o residuos, mientras que con el paso del tiempo los contaminantes serán dispersados y asimilados por el ambiente, por lo tanto, aunque se presenta en diferentes etapas, su duración no se extiende más allá de cada una, por lo cual el tiempo que transcurre entre su inicio y su fin se considera de duración mediana.
	S	2	**Moderada**: Cuando el efecto producido por la suma de las interacciones (efectos simples) no rebasa el doble de las mismas	Este impacto es susceptible de hacer sinergia con el impacto SUE1, dado que, en caso de contaminación del suelo, se debe considerar el posible arrastre de dichos contaminantes a los cuerpos de agua que se encuentren en el **AI**, incrementando los niveles de contaminación; sin embargo, se considera ligeramente superior, dado que la contaminación del suelo se considera de intensidad mínima, extensión local y cuenta con medidas eficientes.
	A	2	**Media**: Cuando se presentan efectos aditivos entre tres acciones sobre el mismo componente	En el **SAR**, **AI** y **AP** se identifican otras actividades que son susceptibles de afectar la calidad del suelo (asentamientos humanos y actividades agrícolas), a las que, sumando las actividades del **Proyecto**, se tendrían 3 actividades afectando el mismo factor ambiental.
	C	2	**Moderada**: cuando la acción está regulada por	Se cuenta con la siguiente normatividad respecto a la calidad del agua:

Clave y denominación del impacto	Valoración (I=intensidad, E=extensión, D=duración, S=sinergia, A=acumulación, C=controversia, M=mitigación)			Justificación
	Clave	Valor	Criterio	
			la normativa ambiental y/o la sociedad civil local y regional manifiesta su preocupación por la acción o el recurso	-NOM-001-SEMARNAT-2021 Sin embargo, al ser un recurso sensible es posible que la sociedad local y regional manifieste preocupación en caso de contaminación del agua superficial.
	M	3	**Alta**: Si la medida de mitigación aminora la afectación en un 75 % o más	Las medidas que se proponen se enfocan a evitar la contaminación del agua, lo cual es totalmente posible con una adecuada gestión de los residuos, así como de los residuos y salmuera provenientes de la planta desalinizadora.
HSUB1. Disminución de la infiltración.	I	2	**Moderada**: el componente ambiental presenta algunos cambios en su estado anterior sin perderlos por completo, entre un 25 y 74%	Se considera este impacto con intensidad moderada puesto que la disminución de la infiltración pasaría de 511.9939 m3 sin **CUSTF** a 75.3348 m3 con **CUSTF**, lo que representa un volumen a mitigar de 436.6591 m3, de acuerdo con las memorias de cálculo de servicios ambientales.
	E	1	**Puntual**: cuando se limita a un área menor a la extensión total del **Proyecto**.	La disminución de la infiltración ocurrirá dentro del área del **Proyecto**, específicamente en la superficie que se verá sellada por las cimentaciones, por lo cual se considera puntual al no rebasar el **AP**, teniendo que con el **CUSTF** en las 4.7577 has, se requiere un volumen de infiltración a mitigar de 436.6591 m3.
	D	3	**Permanente**: cuando los impactos persisten durante toda la vida útil del **Proyecto**	La modificación en los patrones de infiltración permanecerá, durante toda la vida útil del **Proyecto**, específicamente en aquellas áreas cimentadas, puesto que se sellará el suelo con cimentaciones y debido a los mantenimientos, no podrá recuperar sus condiciones originales hasta que se restituya el área.
	S	2	**Moderada**: Cuando el efecto producido por la suma de las interacciones (efectos simples) no rebasa el doble de las mismas	Este impacto es susceptible de interactuar con el impacto FLO2, dado que los cambios en la superficie del suelo por remoción de vegetación y pérdida de la cobertura es un factor que disminuye la infiltración, pasando de 511.9939 m3 sin **CUSTF** a 75.3348 con **CUSTF**, por lo cual se calificó como moderada.
	A	2	**Media**: Cuando se presentan efectos aditivos entre tres acciones sobre el mismo componente	En el SAR, AI y AP se identifican otras actividades que son susceptibles de afectar la infiltración (asentamientos humanos y actividades agrícolas), a las que, sumando las actividades del **Proyecto**, se tendrían 3 actividades afectando el mismo factor ambiental.
	C	3	**Alta**: cuando la acción NO está regulada por la normativa ambiental y la sociedad civil local y regional manifiestan preocupación por la acción y por el recurso	No se detectó normatividad que regule los niveles de infiltración de agua al subsuelo, por lo cual se le otorgó el valor más alto para este criterio.
	M	2	Media. Si la medida de mitigación aminora las afectaciones entre 25 y 74%	Las medidas que se proponen mitigarán y compensarán la disminución de la infiltración, sin embargo, el efecto es inevitable en el **AP** puesto que es inevitable la limpieza del terreno y el sellamiento y cimentación de diversas áreas; por lo cual se considera que, aunque las medidas tengan una efectividad alta no llegan a eliminar el impacto.
HSUB2. Afectación de la calidad del agua subterránea.	I	2	**Moderada**: el componente ambiental presenta algunos cambios en su estado	Se considera una intensidad moderada para este impacto puesto que aquellas actividades susceptibles de generarlo son puntuales, de manera que se contempla la generación del impacto durante la construcción e

Clave y denominación del impacto	Valoración (I=intensidad, E=extensión, D=duración, S=sinergia, A=acumulación, C=controversia, M=mitigación)			Justificación
	Clave	Valor	Criterio	
			anterior sin perderlos por completo, entre un 25 y 74%	instalación de la infraestructura y las actividades de mantenimiento, así como por la operación de la planta desalinizadora, al poder efectuarse una descarga de salmuera que pudiera infiltrarse y afectar la calidad del agua subterránea.
	E	2	Local: cuando afecta en las áreas adyacentes al área del **Proyecto**	Se considera que este impacto podría tener como alcance al acuífero en el que se encuentra el **AP**, en caso de una incorrecta disposición de residuos y por la descarga de salmuera, así como su posible infiltración por efecto de la lluvia, sin que llegue a tener un alcance regional, por lo que el impacto es de intensidad moderada.
	D	2	**Mediana:** Cuando el efecto se presenta en más de una etapa del proyecto	El impacto se presentará de forma inmediata a la realización de la acción que lo genera, siendo esta acción en caso de un manejo incorrecto de sustancias o residuos, mientras que con el paso del tiempo los contaminantes serán dispersados y asimilados por el ambiente, por lo tanto, aunque se presenta en diferentes etapas, se pretende que su duración no se extienda más allá de cada etapa, por lo cual se considera de duración mediana
	S	1	**Ligera**: Cuando el efecto producido por la suma de las interacciones (efectos simples) es ligeramente superior a las mismas	Este impacto, aunque interactúa con el impacto SUE2, dado que podría ocurrir en caso de contaminación del suelo y la posible infiltración de dichos contaminantes al acuífero, se considera que no se incrementaría el efecto.
	A	2	**Media**: Cuando se presentan efectos aditivos entre tres acciones sobre el mismo componente	En el **SAR**, **AI** y **AP** se identifican otras actividades que son susceptibles de afectar la calidad del agua subterránea (asentamientos humanos y actividades agrícolas), a las que, sumando las actividades del **Proyecto**, se tendrían 3 actividades afectando el mismo factor ambiental.
	C	3	**Alta**: cuando la acción NO está regulada por la normativa ambiental y la sociedad civil local y regional manifiestan preocupación por la acción y por el recurso.	No se detectó normatividad que regule la calidad del agua subterránea por la infiltración de contaminantes, por lo cual se le otorgó el valor más alto para este criterio.
	M	3	**Alta**: Si la medida de mitigación aminora la afectación en un 75 % o más	Las medidas que se proponen se enfocan a evitar la contaminación del agua subterránea (acuífero), lo cual es totalmente posible con una adecuada gestión de los residuos.
FLO1. Afectación a la abundancia y diversidad de especies de flora silvestre	I	3	**Alta**: el componente ambiental pierde completamente las características de su estado anterior en un 75%.	Se realizará la remoción total de la vegetación en la superficie con vegetación forestal dentro del área del Proyecto, en 4.7577 has de vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia, por lo cual se califica como de intensidad alta.
	E	1	**Puntual**: cuando se limita a un área menor a la extensión total del **Proyecto**.	La remoción de la vegetación se realizará de manera puntual, en una superficie de 4.7577 has de vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia, del **AP**, por lo cual se considera puntual.
	D	3	**Permanente**: cuando los impactos persisten durante toda la vida útil del Proyecto.	La afectación de la abundancia y diversidad de la flora presente en el **AP** permanecerá durante toda la vida útil del **Proyecto**, puesto que se removerá totalmente la vegetación forestal en 4.7577 has de vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia y

Clave y denominación del impacto	Valoración (I=intensidad, E=extensión, D=duración, S=sinergia, A=acumulación, C=controversia, M=mitigación)			Justificación
	Clave	Valor	Criterio	
				debido a los mantenimientos esta no podrá recuperar sus condiciones originales a menos que se realizará una restitución en el **AP**.
	S	2	**Moderada**: cuando el efecto producido por la suma de las interacciones (efectos simples) no rebasa el doble de las mismas	Este impacto es susceptible de hacer sinergia con el impacto SUE2, dado que el desmonte de la vegetación forestal provoca la pérdida de suelo y por ende la oportunidad de que la vegetación se recupere disminuye por la falta de un sustrato adecuado, por lo cual se considera un nivel de sinergia moderado.
	A	2	**Media**: Cuando se presentan efectos aditivos entre tres acciones sobre el mismo componente	En el **SAR**, **AI** y **AP** se identifican otras actividades que son susceptibles de afectar la calidad del suelo (asentamientos humanos y actividades agrícolas), a las que, sumando las actividades del Proyecto, se tendrían 3 actividades afectando el mismo factor ambiental.
	C	0	**No existe**: cuando la acción está regulada por la normativa ambiental y la sociedad civil local y regional NO manifiestan preocupación por la acción o por el recurso	Se localizó la siguiente legislación en materia forestal y de vida silvestre: - Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y su Reglamento. - Ley General de Vida Silvestre y su Reglamento. -NOM-059-SEMARNAT-2010 Finalmente, no se identifica conflicto por parte de la población respecto a la afectación de este recurso.
	M	1	**Baja**: Si la medida de mitigación aminora la afectación en menos de un 24 %	Las medidas propuestas preservarán ejemplares de algunas especies susceptibles de rescate para su reubicación en otro sitio, sin embargo, es un bajo porcentaje de las especies que serán removida en el **AP**; por otro lado, la reforestación como medida de compensación permitirá recuperar gradualmente la riqueza y diversidad en el sitio en donde se implemente.
FLO2. Afectación a la cobertura forestal	I	3	**Alta**: el componente ambiental pierde completamente las características de su estado anterior en un 75%.	Este impacto se considera de intensidad alta puesto que se realizará la remoción total de la vegetación en la superficie con vegetación forestal (4.7577 has de vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia) dentro del área del Proyecto.
	E	1	**Puntual**: Si el efecto no rebasa el área de influencia	La remoción de la vegetación se realizará de manera puntual, en una superficie de 4.7577 has de vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia del AP, por lo cual se considera puntual.
	D	3	**Permanente**: cuando los impactos persisten durante toda la vida útil del **Proyecto**.	La afectación de la cobertura vegetal forestal presente en el **AP** permanecerá durante toda la vida útil del **Proyecto**, puesto que se removerá totalmente la vegetación forestal en una superficie de 4.7577 has de vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia y debido a los mantenimientos esta no podrá recuperar sus condiciones originales hasta que se restituya la superficie afectada por el **Proyecto**.
	S	1	**Ligera**: Cuando el efecto producido por la suma de las interacciones (efectos simples) es ligeramente superior a las mismas	Este impacto es susceptible de hacer sinergia con el impacto SUE2, dado que el despalme y desmonte de la vegetación forestal provoca la pérdida de suelo y por ente la oportunidad de que la vegetación se recupere disminuye por la falta de un sustrato adecuado, por lo cual se considera un nivel de sinergia ligera.
	A	2	**Media**: Cuando se presentan efectos aditivos entre tres	En el **SAR**, **AI** y **AP** se identifican otras actividades que son susceptibles de afectar la calidad del suelo (asentamientos humanos y actividades agrícolas), a las

Clave y denominación del impacto	Valoración (I=intensidad, E=extensión, D=duración, S=sinergia, A=acumulación, C=controversia, M=mitigación)			Justificación
	Clave	Valor	Criterio	
			acciones sobre el mismo componente	que, sumando las actividades del **Proyecto**, se tendrían 3 actividades afectando el mismo factor ambiental.
	C	0	**No existe**: cuando la acción está regulada por la normativa ambiental y la sociedad civil local y regional NO manifiestan preocupación por la acción o por el recurso	Se localizó la siguiente legislación en materia forestal y de vida silvestre: - Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y su Reglamento. - Ley General de Vida Silvestre y su Reglamento. -NOM-059-SEMARNAT-2010. Asimismo, no se identifica conflicto por parte de la población respecto a la afectación de este recurso.
	M	2	**Media**: Si la medida de mitigación aminora las afectaciones entre 25 y 74%	Las medidas propuestas compensarán la cobertura vegetal con acciones de reforestación, sin embargo, se requiere cierto tiempo para que dicha reforestación alcance la madurez suficiente para igualar la cobertura forestal que se perderá con la remoción de la vegetación, motivo por el cual este criterio se calificó como media.
FLO3. Posible afectación a individuos de especies de flora en riesgo listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010	I	3	**Alta**: el componente ambiental pierde completamente las características de su estado anterior en un 75%	Se realizará la remoción de la vegetación en la superficie con vegetación forestal dentro del área del **Proyecto**, por lo cual se califica como de intensidad alta, dado que con esta remoción podrían perderse aquellos ejemplares en riesgo que pudieran estar presentes en esta área que sean difícil su reubicación.
	E	1	**Puntual**: cuando se limita a un área menor a la extensión total del **Proyecto**	La afectación a individuos de especies de flora en riesgo es susceptible de ocurrir en las superficies forestales del **Proyecto**, por lo cual se considera puntual, dado que se trata de una superficie que no rebasa el **AP**.
	D	3	**Permanente**: cuando los impactos persisten durante toda la vida útil del **Proyecto**	La afectación a individuos de especies de flora en riesgo presentes en el **AP** permanecerá durante toda la vida útil del Proyecto, puesto que se removerá totalmente la vegetación forestal destinada para el **Proyecto** y debido a los mantenimientos, ésta no podrá recuperar sus condiciones originales en tanto no se realice una restitución en el **AP**.
	S	2	**Moderada**: cuando el efecto producido por la suma de las interacciones (efectos simples) no rebasa el doble de las mismas	Este impacto es susceptible de hacer sinergia con el impacto SUE2, dado que el desmonte de la vegetación provoca la pérdida de suelo y por ende la oportunidad de que la vegetación y las especies en riesgo se recuperen disminuye, por lo cual se considera un nivel de sinergia moderado.
	A	1	**Media**: cuando se presentan efectos aditivos entre tres acciones sobre el mismo componente	En el **SAR**, **AI** y **AP** se identifican otras actividades que son susceptibles de afectar a especies en riesgo (asentamientos humanos y agrosistemas), a las que, sumando las actividades del Proyecto, se tendrían 3 actividades afectando el mismo factor ambiental.
	C	0	**No existe**: cuando la acción está regulada por la normativa ambiental y la sociedad civil local y regional NO manifiestan preocupación por la acción o por el recurso	Se localizó la siguiente legislación en materia de protección de la flora silvestre: - Ley General de Vida Silvestre y su Reglamento. -NOM-059-SEMARNAT-2010 Así mismo, no se identifica conflicto por parte de la población respecto a la afectación de este recurso.
	M	2	**Media**: Si la medida de mitigación aminora las afectaciones entre 25 y 74%	Las medidas propuestas privilegiarán la conservación de ejemplares de especies en riesgo mediante su rescate y reubicación en otro sitio, sin embargo, se considera media puesto que no todos los ejemplares presentes podrán ser rescatados, si no sólo aquellos que presenten las condiciones adecuadas para asegurar su sobrevivencia.

Clave y denominación del impacto	Valoración (I=intensidad, E=extensión, D=duración, S=sinergia, A=acumulación, C=controversia, M=mitigación)			Justificación
	Clave	Valor	Criterio	
FAU1. Afectación de la abundancia y diversidad de especies de fauna silvestre.	I	2	**Moderada**: el componente ambiental presenta algunos cambios en su estado anterior sin perderlos por completo, entre un 25 y 74%	Este impacto se considera de intensidad moderada puesto que, con el cambio de uso de suelo y con la presencia de maquinaria trabajando durante la construcción se provocará el desplazamiento de la fauna, de manera que se podría afectar su abundancia y diversidad en el AP, sin embargo, será de forma temporal.
	E	2	**Local**: cuando afecta en las áreas adyacentes al área del **Proyecto**.	Dado que la generación de ruido y la presencia de personal laborando se percibe fuera del Proyecto, también se podría ver afectada la diversidad y abundancia de la fauna presente.
	D	2	**Mediana**: Cuando el efecto se presenta en más de una etapa del proyecto	Este impacto se presentará en las etapas de preparación de sitio y construcción del Proyecto, sin embargo, durante el mantenimiento del proyecto y por el uso de maquinaria y vehículos podría presentarse el atropellamiento, para lo cual se instalarán letreros incitando al respeto y cuidado de la fauna
	S	2	**Moderada**: Cuando el efecto producido por la suma de las interacciones (efectos simples) no rebasa el doble de las mismas	Este impacto es susceptible de interactuar con el impacto AIR1, debido a que, en caso de incrementarse los niveles de ruido por la realización de ciertas actividades, es posible generar desplazamiento de la fauna que llegara a estar presente en el **AP** o **AI**.
	A	2	**Media**: Cuando se presentan efectos aditivos entre tres acciones sobre el mismo componente	En el **SAR**, **AI** y **AP** se identifican otras actividades que son susceptibles de afectar la calidad del suelo (asentamientos humanos y actividades agrícolas), a las que, sumando las actividades del **Proyecto**, se tendrían 3 actividades afectando el mismo factor ambiental.
	C	3	**Alta**: cuando la acción NO está regulada por la normativa ambiental y la sociedad civil local y regional manifiestan preocupación por la acción y por el recurso.	Se localizó la siguiente legislación en materia de protección de fauna silvestre: -Ley General de Vida Silvestre y su Reglamento. -NOM-059-SEMARNAT-2010 Así mismo, no se identifica conflicto por parte de la población respecto a la afectación de este recurso.
	M	2	**Media**: Si la medida de mitigación aminora las afectaciones entre 25 y 74%	Las medidas que se proponen se enfocan a evitar daños a los individuos de fauna, sin embargo, su desplazamiento es inevitable, por lo cual las medidas se califican con media efectividad.
FAU2. Afectación al hábitat de las especies de fauna	I	2	**Moderada**: el componente ambiental presenta algunos cambios en su estado anterior sin perderlos por completo, entre un 25 y 74%	Se calificó este impacto con una intensidad moderada puesto que los hábitats presentes en el **AP** no se perderán por completo, sólo cambiarán totalmente la superficie del **AP** correspondiente a las áreas forestales, debido a la remoción de la vegetación.
	E	1	**Puntual**: Si el efecto no rebasa el área de influencia	Se considera puntual puesto que se afectarían hábitats de vegetación para la fauna presentes en el **AP**.
	D	3	**Permanente**: cuando los impactos persisten durante toda la vida útil del **Proyecto**	Este impacto se calificó como permanente, por la remoción de la vegetación forestal presente en el **AP** en 4.7577 has de vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia.
	S	0	**Nula**. Cuando no se presentan interacciones entre impactos	Este impacto no es susceptible de interactuar con alguna otra actividad

Clave y denominación del impacto	Valoración (I=intensidad, E=extensión, D=duración, S=sinergia, A=acumulación, C=controversia, M=mitigación)			Justificación
	Clave	Valor	Criterio	
	A	2	**Media**. Cuando se presentan efectos aditivos entre tres acciones sobre el mismo componente	En el **SAR**, **AI** y **AP** se identifican otras actividades que son susceptibles de afectar la calidad del suelo (asentamientos humanos y actividades agrícolas), a las que, sumando las actividades del **Proyecto**, se tendrían 3 actividades afectando el mismo factor ambiental.
	C	0	**No existe**: cuando la acción está regulada por la normativa ambiental y la sociedad civil local y regional NO manifiestan preocupación por la acción o por el recurso	Se cuenta con legislación en materia de vegetación forestal como es el caso del **Proyecto**, entre la que se encuentra: - Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y su Reglamento. - Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente Asimismo, no se identifica conflicto por parte de la población respecto a la afectación de este recurso.
	M	2	**Media**: Si la medida de mitigación aminora las afectaciones entre 25 y 74%	Las medidas que se proponen se enfocan a mitigar la pérdida de hábitats por remoción de la vegetación forestal en 4.7577 has de vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia, por lo cual se calificó la efectividad de las medidas para mitigar este impacto como media.
FAU3. Posible afectación a la abundancia y diversidad de individuos de especies de fauna en riesgo listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010	I	1	**Mínima**: el componente ambiental permanece muy cercano a su estado anterior, menos del 25%.	Este impacto se considera de intensidad mínima puesto que sólo ocurrirá en casos particulares de daño accidental o intencional a los ejemplares de fauna en riesgo
	E	2	**Local**: cuando afecta en las áreas adyacentes al área del **Proyecto**	Se considera una posible afectación a ejemplares de fauna en riesgo que pudieran estar presentes en el **AP** por la afectación intencional o accidental, en el uso de equipos y maquinarias, por lo cual se considera local dado que puede tener alcance fuera del **AP**.
	D	1	**Corta**: cuando los impactos se presenten durante una etapa del **Proyecto**	Este impacto se presentará en la preparación de sitio y en la construcción del **Proyecto**, por lo cual su duración no es la de todas las etapas, motivo por el cual se calificó como de duración corta.
	S	0	**Nula**: Cuando no se presentan interacciones entre impactos	Este impacto no es susceptible de interactuar con alguna otra actividad
	A	2	**Media**: Cuando se presentan efectos aditivos entre tres acciones sobre el mismo componente	En el **SAR**, **AI** y **AP** se identifican otras actividades que son susceptibles de afectar a las especies faunísticas en riesgo (asentamientos humanos y actividades agrícolas), a las que, sumando las actividades del Proyecto, se tendrían 3 actividades afectando el mismo factor ambiental.
	C	0	**No existe**: cuando la acción está regulada por la normativa ambiental y la sociedad civil local y regional NO manifiestan preocupación por la acción o por el recurso	Se localizó la siguiente legislación en materia de protección de especies en riesgo: -NOM-059-SEMARNAT-2010 Asimismo, no se identifica conflicto por parte de la población respecto a la afectación de este recurso.
	M	3	**Alta**: Si la medida de mitigación aminora la afectación en un 75 % o más	Las medidas que se proponen se enfocan a evitar daños a los individuos de fauna, priorizando las especies en riesgo.

Clave y denominación del impacto	Valoración (I=intensidad, E=extensión, D=duración, S=sinergia, A=acumulación, C=controversia, M=mitigación)			Justificación
	Clave	Valor	Criterio	
PAI1. Afectación de la calidad escénica del paisaje en el AP	I	1	**Mínima**: el componente ambiental permanece muy cercano a su estado anterior, menos del 25%.	Se considera un impacto de intensidad mínima dado que se tiene una calidad paisajística baja, situación que se mantendrá aún con la inserción del **Proyecto**, puesto que se ubicará en un área parcialmente modificada paisajísticamente por la presenta de diversas actividades en el **SAR**, aunado a que se inserta en un entorno con capacidad de absorción visual alta dadas sus condiciones de pendiente, vegetación y suelo
	E	2	**Local**: cuando afecta en las áreas adyacentes al área del **Proyecto**.	Se considera local, puesto que los cambios en el paisaje por la remoción de la vegetación podrán percibirse también en el **AI**, sin embargo, se considera que no llegue a tener un efecto regional, puesto que al dominar las topoformas de llanura el cambio no sería apreciable fuera del **AI**, así mismo porque hay obstáculos que restringen la visibilidad hacia esta zona.
	D	3	**Permanente**: cuando los impactos persisten durante toda la vida útil del Proyecto.	El cambio en el paisaje por la implementación del proyecto permanecerá durante toda la vida útil del Proyecto en tanto no se realice una restitución en el AP.
	S	2	**Moderada**: Cuando el efecto producido por la suma de las interacciones (efectos simples) no rebasa el doble de las mismas	Se considera que este impacto es susceptible de interactuar con otros que incrementen ligeramente el efecto negativo en la calidad paisajística, estos impactos pueden ser AIR2, SUE1, SUE2, FLO2.
	A	2	**Media**: Cuando se presentan efectos aditivos entre tres acciones sobre el mismo componente	En el **SAR**, **AI** y **AP** se identifican otras actividades que son susceptibles de afectar la calidad escénica (asentamientos humanos y actividades agrícolas), a las que, sumando las actividades del **Proyecto**, se tendrían 3 actividades afectando el mismo factor ambiental.
	C	3	**Alta**: cuando la acción NO está regulada por la normativa ambiental y la sociedad civil local y regional manifiestan preocupación por la acción y por el recurso.	No se detectó normatividad que regule la modificación del paisaje, por lo cual se le otorgó el valor más alto para este criterio.
	M	2	**Media**: Si la medida de mitigación aminora las afectaciones entre 25 y 74%	Se considera que las medidas pueden evitar la afectación al paisaje con una correcta gestión de los residuos, sin embargo, se considera que las medidas tengan una efectividad moderada puesto que es inevitable la presencia de maquinaria durante la construcción y en caso de mantenimientos y durante la etapa de desmantelamiento y abandono, así mismo es inevitable el cambio en la calidad del paisaje por la inserción del **Proyecto**, sin embargo la calidad pasará a ser baja, aunado a que el proyecto requiere de la remoción de vegetación forestal (4.7577 has de vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia), por lo cual se consideró la afectación al paisaje una vez que se comience con la preparación del sitio y construcción del **Proyecto**.
PAI2. Afectación de la apreciación del paisaje en el AP	I	1	**Mínima**: el componente ambiental permanece muy cercano a su estado anterior, menos del 25%.	Se considera un impacto de intensidad mínima dado que se tienen otras actividades en el **SAR** que afectan la apreciación natural del paisaje.
	E	2	**Local**: cuando afecta en las áreas adyacentes al área del **Proyecto**.	Se considera local, puesto que la apreciación del paisaje por la implementación del proyecto podría percibirse también en el **AI**, sin embargo, se considera que no

Clave y denominación del impacto	Valoración (I=intensidad, E=extensión, D=duración, S=sinergia, A=acumulación, C=controversia, M=mitigación)			Justificación
	Clave	Valor	Criterio	
				llegue a tener un efecto en el área de influencia ni tampoco a nivel regional.
	D	3	**Permanente**: cuando los impactos persisten durante toda la vida útil del **Proyecto**.	El cambio en cuanto a la apreciación del paisaje por la implementación del proyecto permanecerá durante toda la vida útil del **Proyecto** en tanto no se llegue a efectuar una restitución en el **AP**.
	S	2	**Moderada.** Cuando el efecto producido por la suma de las interacciones (efectos simples) no rebasa el doble de las mismas	Se considera moderado, ya que este impacto es susceptible de interactuar con otros que incrementen ligeramente el efecto negativo en la apreciación del paisaje, estos impactos pueden ser FLO2 y SUE1.
	A	2	**Media**: Cuando se presentan efectos aditivos entre tres acciones sobre el mismo componente	En el **SAR**, **AI** y **AP** se identifican otras actividades que son susceptibles de afectar la apreciación del paisaje (asentamientos humanos y actividades agrícolas), a las que, sumando las actividades del **Proyecto**, se tendrían 3 actividades afectando el mismo factor ambiental.
	C	3	**Alta**: cuando la acción NO está regulada por la normativa ambiental y la sociedad civil local y regional manifiestan preocupación por la acción y por el recurso.	No se detectó normatividad que regule la apreciación del paisaje, por lo cual se le otorgó el valor más alto para este criterio.
	M	2	**Media**: Si la medida de mitigación aminora las afectaciones entre 25 y 74%	Se considera que las medidas pueden mitigar en cierta parte la afectación de la apreciación al paisaje con una correcta gestión y disposición de los residuos, sin embargo, se considera que las medidas tengan una efectividad media puesto que es inevitable la presencia de maquinaria durante la construcción y en caso de mantenimientos, lo que conlleva a que se afecte la apreciación del paisaje, por lo cual se consideró la afectación de la apreciación al paisaje una vez que se comience con la preparación del sitio y construcción del **Proyecto**.

Tabla V.9. Matriz de valoración de impactos (significancia de los impactos ambientales sin medidas de mitigación y con medidas de mitigación).

Medio	Componente	Clave	Impacto	Intensidad (I)	Extensión (E)	Duración (D)	Sinergia (S)	Acumulación (A)	Controversia (C)	Índice Básico (IB)	Índice complementario (IC)	1-IC	Índice de impacto sin medidas (II)	Carácter	Significancia de impactos sin medidas	Eficiencia de medida de mitigación (M)	Índice del impacto con medidas (Sij)	Significancia de impacto con medidas
Abiótico	Suelo	SUE1	Afectación de las características químicas (calidad) del suelo (contaminación) por el uso de aceites y combustibles de vehículos, maquinaria y equipo, así como en caso de una inadecuada disposición de residuos y aguas residuales, por el despalme, limpieza y desmonte, por las excavaciones, trazo y nivelación, así como por las cimentaciones y sellamiento de la superficie por el desplante de la infraestructura del **Proyecto**.	2	2	2	0	2	0	0.667	0.222	0.778	**0.730**	-	**S**	3	0.000	**NS**
		SUE2	Incremento de la erosión y afectación de las características físicas, por alteración de sus propiedades físicas tales como textura, estructura y porosidad (en consecuencia pérdida de su permeabilidad) derivado de que para las labores de construcción se requiere nivelar el sitio donde se construirá la infraestructura del **Proyecto**, modificando el relieve del sitio, además de la perdida de permeabilidad del suelo por la compactación derivada del uso de maquinaria y de la construcción de obras civiles, así como por la remoción de la vegetación forestal. Asimismo, posteriormente durante el desmantelamiento y cierre la erosión puede modificarse al quedar expuesto el suelo en tanto se inicie la restauración del sitio.	2	1	2	2	2	3	0.556	0.778	0.222	**0.878**	-	**MMS**	2	0.293	**PS**
	Aire	AIR1	Modificación del nivel sonoro por el empleo de maquinaria y equipos durante las actividades de las etapas de preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento del **Proyecto**.	1	2	1	0	2	0	0.444	0.222	0.778	**0.532**	-	**MS**	2	0.177	**NS**
		AIR2	Afectación de la calidad del aire por la generación de gases contaminantes por el empleo de los vehículos y equipos durante todas las etapas del **Proyecto**, así como por la generación y dispersión de polvos.	2	2	1	0	2	0	0.556	0.222	0.778	**0.633**	-	**S**	2	0.211	**PS**
	Hidrología superficial	HSUP1	Afectación a la calidad del agua superficial, en caso de existir un mal manejo de los residuos que se puedan generar durante las etapas del **Proyecto**.	.2	2	2	2	2	2	0.667	0.667	0.333	**0.874**	-	**MMS**	3	0.000	**NS**

Medio	Componente	Clave	Impacto	Intensidad (I)	Extensión (E)	Duración (D)	Sinergia (S)	Acumulación (A)	Controversia (C)	Índice Básico (IB)	Índice complementario (IC)	1-IC	Índice de impacto sin medidas (II)	Carácter	Significancia de impactos sin medidas	Eficiencia de medida de mitigación (M)	Índice del impacto con medidas (Sij)	Significancia de impacto con medidas
	Hidrología subterránea	HSUB1	Disminución en la infiltración por la remoción de la vegetación forestal en 4.7577 has de vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia, y por modificaciones en la superficie.	2	1	3	2	2	3	0.667	0.778	0.222	**0.914**	-	MMS	2	0.305	PS
		HSUB2	Afectación de las características fisicoquímicas (calidad) del agua subterránea por los residuos o sustancias que puedan generarse e infiltrarse durante todas las etapas del **Proyecto**.	2	2	2	1	2	3	0.667	0.667	0.333	**0.874**	-	MMS	3	0.000	NS
Biótico	Flora	FLO1	Afectación a la abundancia y diversidad de especies de flora silvestre, debido a las acciones de limpieza y remoción de la vegetación en 4.7577 has de vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia.	3	1	3	2	2	0	0.778	0.444	0.556	**0.870**	-	MMS	1	0.580	MS
		FLO2	Disminución de la cobertura vegetal forestal, debido a la remoción directa de la vegetación en el **AP** de 4.7577 has de vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia.	3	1	3	1	2	0	0.778	0.333	0.667	**0.846**	-	MMS	2	0.282	PS
		FLO3	Afectación a individuos de especies de flora en riesgo y endémicas, en caso de mortandad o daño accidental o intencional de los individuos de especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, ya sea por parte del personal, así como por el uso de maquinaria y vehículos.	3	1	3	2	1	0	0.778	0.333	0.667	**0.846**	-	MMS	2	0.282	PS
	Fauna	FAU1	Afectación de la abundancia de fauna en el **AP** o **AI** por el desplazamiento de los individuos derivado de la presencia de maquinaria, vehículos, equipos y personal, por atropellamiento en el tránsito de los vehículos automotores, así como por captura, daño o muerte accidental o provocada por la presencia tanto del personal durante la construcción, operación y por el mantenimiento del **Proyecto**.	2	2	2	2	2	3	0.667	0.778	0.222	**0.914**	-	MMS	2	0.305	PS
		FAU2	Afectación al hábitat de las especies de fauna, generado por la remoción de vegetación forestal en 4.7577 has de vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia en el **AP**, lo que disminuye la disponibilidad de hábitat para la fauna, así como por el ruido generado por el equipo y maquinaria que labore en el sitio, ya que ahuyenta a los individuos de fauna. Asimismo, la presencia de las instalaciones del Proyecto modificará de forma permanente el hábitat para la fauna silvestre, especialmente de las especies migratorias.	2	1	3	0	2	0	0.667	0.222	0.778	**0.730**	-	S	2	0.243	PS

Medio	Componente	Clave	Impacto	Intensidad (I)	Extensión (E)	Duración (D)	Sinergia (S)	Acumulación (A)	Controversia (C)	Índice Básico (IB)	Índice complementario (IC)	1-IC	Índice de impacto sin medidas (II)	Carácter	Significancia de impactos sin medidas	Eficiencia de medida de mitigación (M)	Índice del impacto con medidas (Sij)	Significancia de impacto con medidas
		FAU3	Posible afectación a la abundancia y diversidad de especies faunísticas bajo algún estatus de protección dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010 por desplazamiento derivado de la presencia de personal y maquinaria durante las etapas de preparación del sitio y construcción y en caso de ocurrir atropellamientos accidentales en el tránsito de vehículos automotores.	1	2	1	0	2	0	0.444	0.222	0.778	**0.532**	-	**MS**	3	0.000	**NS**
Perceptual	Paisaje	PAI1	Afectación de la calidad escénica del paisaje por la inserción de las obras y equipos permanentes necesarios para la operación del **Proyecto** y la remoción de la vegetación.	1	2	3	2	2	3	0.667	0.778	0.222	**0.914**	-	**MMS**	2	0.000	**NS**
		PAI2	Afectación de la apreciación del paisaje por la generación de residuos a lo largo de las etapas del **Proyecto** y en caso de que haya un mal manejo de estos.	1	2	3	2	2	3	0.667	0.778	0.222	**0.914**	-	**MMS**	2	0.305	**PS**

De acuerdo con la valoración realizada y como se resume en la tabla, se destaca lo siguiente:

- Bajo el escenario sin medidas de mitigación se observó que, los impactos SUE1, AIR2 y FAU2 presentan un valor de “Significativo”, mientras que los impactos AIR1 y FAU3 presentan un valor de “Moderadamente Significativo”, y finalmente los impactos SUE2, HSUP1, HSUB1, HSUB2, FLO1, FLO2, FLO3, FAU1, PAI1 y PAI2 presentan un valor de “Muy Significativo”.
- Bajo el escenario con medidas de mitigación se observó que los impactos SUE1, AIR1, HSUP1, HSUB2, FAU3 y PAI1 cambian su nivel de significancia a “No significativo”; mientras que los impactos SUE2, AIR2, HSUB1, FLO2, FLO3, FAU1, FAU2 y PAI2 cambia su valor a “Poco significativo”, y el impacto FLO1 cambia su significancia a “Moderadamente Significativo”.

V.2.1. Caracterización y valoración de los impactos potenciales del Proyecto

A continuación, se presenta una descripción de los impactos adversos por componente ambiental que son potenciales de generarse por el desarrollo del **Proyecto**, conforme a la caracterización y valoración presentada anteriormente. Las tablas de la matriz de significancia del impacto con y sin medidas, se presentan en el **Anexo IX.1 Matriz de impactos**, así como en la siguiente tabla.

Tabla V.10. Matriz de significancia de los impactos Potenciales del Proyecto con y sin medidas

Componente	Clave	Impacto	Significancia de impactos sin medidas	Significancia de impacto con medidas
Suelo	SUE1	Afectación de las características químicas (calidad) del suelo (contaminación) por el uso de aceites y combustibles de vehículos, maquinaria y equipo, así como en caso de una inadecuada disposición de residuos y aguas residuales, por el despalme, limpieza y desmonte, por las excavaciones, trazo y nivelación, así como por las cimentaciones y sellamiento de la superficie por el desplante de la infraestructura del **Proyecto**.	**S**	**NS**
	SUE2	Incremento de la erosión y afectación de las características físicas, por alteración de sus propiedades físicas tales como textura, estructura y porosidad (en consecuencia pérdida de su permeabilidad) derivado de que para las labores de construcción se requiere nivelar el sitio donde se construirá la infraestructura del **Proyecto**, modificando el relieve del sitio, además de la perdida de permeabilidad del suelo por la compactación derivada del uso de maquinaria y de la construcción de obras civiles, así como por la remoción de la vegetación forestal. Asimismo, posteriormente durante el desmantelamiento y cierre la erosión puede modificarse al quedar expuesto el suelo en tanto se inicie la restauración del sitio.	**MMS**	**PS**
Aire	AIR1	Modificación del nivel sonoro por el empleo de maquinaria y equipos durante las actividades de las etapas de preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento del **Proyecto**.	**MS**	**NS**
	AIR2	Afectación de la calidad del aire por la generación de gases contaminantes por el empleo de los vehículos y equipos durante todas las etapas del **Proyecto**, así como por la generación y dispersión de polvos.	**S**	**PS**

Componente	Clave	Impacto	Significancia de impactos sin medidas	Significancia de impacto con medidas
Hidrología superficial	HSUP1	Afectación a la calidad del agua superficial, en caso de existir un mal manejo de los residuos que se puedan generar durante las etapas del **Proyecto**.	**MMS**	**NS**
Hidrología subterránea	HSUB1	Disminución en la infiltración por la remoción de la vegetación forestal en 4.7577 has de vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia, y por modificaciones en la superficie.	**MMS**	**PS**
	HSUB2	Afectación de las características fisicoquímicas (calidad) del agua subterránea por los residuos o sustancias que puedan generarse e infiltrarse durante todas las etapas del **Proyecto**.	**MMS**	**NS**
Flora	FLO1	Afectación a la abundancia y diversidad de especies de flora silvestre, debido a las acciones de limpieza y remoción de la vegetación en 4.7577 has de vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia.	**MMS**	**MS**
	FLO2	Disminución de la cobertura vegetal forestal, debido a la remoción directa de la vegetación en el **AP** de 4.7577 has de vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia.	**MMS**	**PS**
	FLO3	Afectación a individuos de especies de flora en riesgo y endémicas, en caso de mortandad o daño accidental o intencional de los individuos de especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, ya sea por parte del personal, así como por el uso de maquinaria y vehículos.	**MMS**	**PS**
Fauna	FAU1	Afectación de la abundancia de fauna en el **AP** o AI por el desplazamiento de los individuos derivado de la presencia de maquinaria, vehículos, equipos y personal, por atropellamiento en el tránsito de los vehículos automotores, así como por captura, daño o muerte accidental o provocada por la presencia tanto del personal durante la construcción, operación y por el mantenimiento del **Proyecto**.	**MMS**	**PS**
	FAU2	Afectación al hábitat de las especies de fauna, generado por la remoción de vegetación forestal en 4.7577 ha de vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia en el **AP**, lo que disminuye la disponibilidad de hábitat para la fauna, así como por el ruido generado por el equipo y maquinaria que labore en el sitio, ya que ahuyenta a los individuos de fauna. Asimismo, la presencia de las instalaciones del **Proyecto** modificará de forma permanente el hábitat para la fauna silvestre, especialmente de las especies migratorias.	**S**	**PS**
	FAU3	Posible afectación a la abundancia y diversidad de especies faunísticas bajo algún estatus de protección dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010 por desplazamiento derivado de la presencia de personal y maquinaria durante las etapas de preparación del sitio y construcción y en caso de ocurrir atropellamientos accidentales en el tránsito de vehículos automotores	**MS**	**NS**
Paisaje	PAI1	Afectación de la calidad escénica del paisaje por la inserción de las obras y equipos permanentes necesarios para la operación del **Proyecto** y la remoción de la vegetación.	**MMS**	**NS**
	PAI2	Afectación de la apreciación del paisaje por la generación de residuos a lo largo de las etapas del **Proyecto** y en caso de que haya un mal manejo de estos.	**MMS**	**PS**

V.2.4.1. Componente ambiental: suelo

Se identificaron 2 impactos ambientales potenciales que afectarán las características físicas del suelo, así como la calidad del suelo, los cuales se presentarán en las etapas de preparación de sitio, construcción, así como en el mantenimiento del **Proyecto**:

- Características químicas y
- Erosión y características físicas.

La erosión (pérdida del suelo) se llevará a cabo principalmente durante las actividades de desmonte y despalme, debido a la remoción de la vegetación y del suelo directamente, así como durante las actividades de excavaciones y terracerías. La permeabilidad también será afectada en esa etapa debido a la remoción de la vegetación y a la compactación del suelo derivada de las actividades del **Proyecto,** como el paso de maquinaria y vehículos, así como por la construcción de las obras (compactación de la superficie, cimentaciones, etc.). además, la compactación del suelo puede reducir la porosidad y la capacidad de absorción del agua.

En el caso de la calidad (características químicas), la afectación puede darse por la posible contaminación del suelo, misma que puede ocasionarse en caso de ocurrir algún accidente por el uso de aceites y combustibles durante la reparación de maquinaria, así como en caso de haber un manejo inadecuado de residuos y aguas residuales en las diferentes etapas del **Proyecto**. Asimismo, puede llegar a ocurrir un evento de contaminación del suelo en caso de haber una inadecuada disposición de residuos y aguas residuales. Por otra parte, la descarga de salmuera proveniente de la Planta desalinizadora podría derramarse, ocasionando afectación a la calidad del suelo y aumento en la salinidad.

Con la aplicación del Programa de manejo de Residuos y la instalación de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales, disminuirán los impactos generados por acciones como la generación de residuos sólidos y sanitarios, así como la implementación de prácticas de conservación de suelo.

De acuerdo con lo anterior, se identificaron dos impactos para este componente:

- **SUE1.** Afectación a la calidad del suelo (características químicas) del suelo.
- **SUE2**. Incremento de la erosión y afectación a las características físicas del suelo.

El impacto SUE1 tiene una significancia de “Significativo” mientras que el impacto SUE2 tiene una significancia de “Muy significativo” sin la implementación de medidas de mitigación; sin embargo, con la aplicación de medidas, el impacto SUE1 cambia su significancia a “No Significativo” mientras

que el impacto SUE2 pasa a “Poco Significativo”.

V.2.4.2. Componente ambiental: aire

Para el factor aire se identificaron 2 impactos ambientales que se presentarán en las etapas de preparación de sitio y construcción del **Proyecto**, afectando la calidad del aire y el nivel sonoro, estos son los siguientes:

- Nivel de ruido, y
- Calidad del aire.

En el caso del nivel de ruido, éste se verá alterado durante las etapas de preparación del sitio y construcción, por la operación de los vehículos automotores, equipos y maquinaria necesarios para llevar a cabo las actividades propias de estas etapas, por la construcción del hotel, de la PTAR y de la planta desalinizadora. En el caso de la etapa de operación y mantenimiento, la alteración al nivel del ruido se deberá al uso de las instalaciones, así como por el equipo y maquinaria necesarios para llevar a cabo las labores de mantenimiento tanto de las instalaciones del hotel, como del mantenimiento de la PTAR y de la desalinizadora. Una vez terminadas las obras de construcción, los niveles de ruido serán los generados por las actividades de los huéspedes y trabajadores, los cuales se pierden dentro de los ruidos cotidianos del entorno urbano al que pertenece el predio.

En cuanto a la calidad del aire, la afectación estará dada por la emisión de gases contaminantes producto de la combustión interna de los vehículos automotores y equipos que se encuentren operando, así como debido al movimiento de materiales de construcción y el relleno y nivelación la preparación del sitio y la construcción. En cuanto a la etapa de operación y mantenimiento, la afectación también se dará debido a la emisión de gases y olores desagradables provenientes de la PTAR, además de gases de efecto invernadero por la operación de la planta desalinizadora.

Otro aspecto que afectará la calidad del aire será la dispersión de polvos que ocurre, principalmente, durante las actividades de preparación del sitio y construcción, debido a que se removerá suelo y vegetación, además de la generación de gases contaminantes.

De acuerdo con lo anterior, se tienen dos impactos identificados para este componente:

- **AIR1.** Afectación de la calidad del aire por la generación de gases contaminantes por el empleo de los vehículos y equipos, y por la dispersión de polvos todas las etapas del **Proyecto**.
- **AIR2**. Modificación del nivel sonoro por el empleo de maquinaria y equipos durante las

actividades de las etapas de preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento y cierre y abandono del **Proyecto**.

El impacto AIR1 tiene una significancia de "Moderadamente Significativo" mientras que el impacto AIR2 tiene una significancia de "significativo" sin la implementación de medidas de mitigación; sin embargo, con la aplicación de medidas, el impacto AIR1 cambia su significancia a "No Significativo" mientras que el impacto AIR2 pasa a "Poco Significativo".

V.2.4.3. Componente ambiental: hidrología superficial

Se identificó 1 impacto, que afectarán a la hidrología superficial en la etapa de preparación de sitio y construcción del **Proyecto**:

- **HSUP1.** Afectación a las características fisicoquímicas (calidad) del agua superficial en caso de existir un mal manejo de los residuos que se puedan generar durante las etapas del **Proyecto**.

Las principales interacciones negativas que se identificaron para el impacto HSUP1 implican actividades como el manejo inadecuado de los residuos generados en dichas etapas, por la descarga de efluentes de la PTAR que sean perjudiciales, así como una posible afectación por la descarga de salmuera de la planta desalinizadora, lo que puede ocasionar una alteración de la calidad del agua superficial y una intrusión salina, haciendo que se pueda ver afectada la calidad del agua en caso de un evento de derrame de materiales o combustibles por el uso de la maquinaria y equipo.

El impacto HSUP1 tiene una significancia de "Muy Significativo" sin la implementación de medidas de mitigación; sin embargo, con la aplicación de medidas, el impacto cambia su significancia a "No Significativo".

V.2.4.4. Componente ambiental: hidrología subterránea

Se identificaron 2 impactos que afectarán la Hidrología subterránea en la etapa de preparación de sitio y construcción, así como en la operación y mantenimiento tales como:

- Calidad del agua, y
- Infiltración del agua.

En el caso de la calidad del agua la afectación puede darse por la posible contaminación del agua o del suelo durante las diferentes etapas del **Proyecto** y en caso de haber un mal manejo de residuos y aguas residuales, puede ocurrir un accidente de contaminación del suelo que, en caso de no ser manejado adecuadamente, pueda infiltrarse y contaminar el agua subterránea. Un mal manejo de las aguas sanitarias puede ocasionar un impacto en la calidad del agua subterránea, así como una descarga de salmuera que se pueda infiltrar al subsuelo y causar una contaminación y, por ende, afectación de la calidad del agua subterránea, así como de diversos compuestos y químicos empleados en la planta desalinizadora y en la PTAR durante la operación y mantenimiento de dichos componentes del **Proyecto**.

Asimismo, habrá una afectación a los patrones de infiltración del agua debido a la remoción de vegetación (actividades de desmonte y despalme), así como por las actividades de excavaciones, terracerías, compactación de la superficie y la construcción de obra civil por el sellamiento directo del suelo, ya que al haber sellamiento de suelo no podrá recuperar sus condiciones originales hasta que se restituya el área sellada. Las áreas que no sean cimentadas no cambiarán sus patrones de infiltración.

De acuerdo con lo anterior, se identificaron dos impactos:

- **HSUB1.** Disminución de los patrones de infiltración del agua hacia acuíferos o captación de agua subterránea, que podría afectar la cuña salina y flujo de agua hacia la zona marina.
- **HSUB2.** Afectación a las características fisicoquímicas (calidad) del agua subterránea en caso de existir un mal manejo de los residuos o sustancias que se puedan generar durante las etapas del **Proyecto.**

El impacto HSUB1 y el HSUB2 tienen una significancia de "Muy Significativo" cada uno sin la implementación de medidas de mitigación; sin embargo, con la aplicación de medidas, el impacto HSUB1 cambia su significancia a "Poco Significativo" mientras que el impacto HSUB2 adquiere una significancia de "No Significativo".

V.2.4.5. Componente ambiental: flora

Se identificaron 3 impactos para el componente flora en la preparación del sitio y construcción, tales como:

- Abundancia y diversidad,

- Disminución de la cobertura forestal, y
- Afectación a especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

En todos casos las afectaciones se darán por la remoción directa de la vegetación forestal en **4.4577** ha, así como cobertura no forestal durante la etapa de preparación del sitio y construcción.

Se considera la afectación a la abundancia y diversidad de especies de flora, así como a la cobertura forestal de la vegetación presente en el área del **Proyecto** por la limpieza del sitio donde se instalará el **Proyecto**; por las actividades de desmonte de vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia; así como por actividades de despalme y limpieza del terreno. En el área del **CUSTF** se registraron 2 especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, que pudieran resultar afectadas en el **AP**; sin embargo, se efectuará el rescate y reubicación de las especies susceptibles de rescatar, con énfasis en las especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

De acuerdo con lo anterior, se tienen tres impactos identificados para este componente ambiental:

- **FLO1.** Afectación a la abundancia y diversidad de especies por las acciones de remoción durante las actividades de preparación del sitio y construcción.
- **FLO2**. Afectación a la cobertura forestal por la remoción de individuos como parte de la preparación del sitio y construcción.
- **FLO3**. Afectación a individuos de especies de flora en riesgo, en caso de mortandad o daño accidental o intencional de los individuos de especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Los impactos FLO1, FLO2 y FLO3 tienen una significancia de “Muy Significativo” cada uno sin la implementación de medidas de mitigación; sin embargo, con la aplicación de medidas, el impacto FLO1 cambia su significancia a “Moderadamente Significativo” mientras que los impactos FLO2 y FLO3 adquieren una significancia de “Poco Significativo” cada uno.

V.2.4.6. Componente ambiental: fauna

Se identificaron 3 impactos susceptibles de afectar la fauna en la etapa de preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento del **Proyecto**, estos son:

- Abundancia y diversidad,
- Hábitat de fauna, y

- Especies en estatus o endémicas.

Las interacciones negativas durante las etapas de preparación del sitio se relacionan con el desplazamiento de los individuos de fauna y la pérdida de su hábitat por la limpieza, despalme y remoción de la vegetación forestal y no forestal, así como por la presencia de personal y el ruido de la maquinaria y equipo.

En el caso de la diversidad, la abundancia y el hábitat, la afectación se dará como consecuencia directa de la remoción de la vegetación tanto forestal como no forestal, lo que disminuye la disponibilidad de hábitat para fauna, así como por el ruido generado por el equipo y maquinaria durante la etapa de preparación del sitio, ya que ahuyenta a los individuos de fauna. Asimismo, es probable que la pérdida de la fauna se presente en caso de ocurrir atropellamientos accidentales en el tránsito de vehículos automotores.

Con respecto a las especies en estatus, como se menciona en el Capítulo IV del presente **DTU-B**, se observó 1 de reptil bajo algún estatus de protección dentro de la **NOM-059-SEMARNAT-2010** dentro del **AP** *Ctenosaura similis* (Iguana negra) bajo la categoría de protección especial, registrada dentro del área propuesta para el **CUSTF**.

De acuerdo con lo anterior, se tienen tres impactos identificados para este factor ambiental:

- **FAU1.** Afectación de la abundancia y diversidad de las especies de fauna registradas para el área del **Proyecto** por desplazamiento derivado de la presencia de personal y maquinaria durante las etapas de preparación del sitio y construcción, así como por la pérdida de hábitat derivado de la remoción de vegetación y en caso de ocurrir atropellamientos accidentales en el tránsito de vehículos automotores.
- **FAU2.** Afectación al hábitat de las especies de fauna registradas para el área de **CUSTF** por las actividades de remoción de vegetación durante la etapa de preparación del sitio.
- **FAU3.** Posible afectación a la abundancia y diversidad de especies bajo algún estatus de protección dentro de la **NOM-059-SEMARNAT-2010** por desplazamiento derivado de la presencia de personal y maquinaria durante las etapas de preparación del sitio y construcción, así como por la pérdida de hábitat derivado de la remoción de vegetación y en caso de ocurrir atropellamientos accidentales en el tránsito de vehículos automotores.

El impacto FAU1 tienen una significancia de “Muy Significativo”, el impacto FAU2 tiene una valoración de “Significativo” y el impacto FAU3 tiene una significancia de “Moderadamente Significativo” sin la implementación de medidas de mitigación; sin embargo, con la aplicación de

medidas, el impacto FAU1 y el impacto FAU2 cambian su significancia a "Poco Significativo" cada uno, mientras que el impacto FAU3 adquieren una significancia de "No Significativo".

V.2.4.7. Componente ambiental: paisaje

Se identificaron dos impactos sobre el paisaje durante las etapas de preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento, así como el cierre y abandono del **Proyecto**:

- **PAI1.** Afectación de la configuración espacial de la calidad escénica del paisaje por la inserción de las obras y equipos permanentes necesarios para la operación del **Proyecto** y la remoción de la vegetación.
- **PAI2.** Afectación de la apreciación y la calidad escénica del paisaje por la generación de residuos a lo largo de las etapas del **Proyecto** y en caso de que haya un mal manejo de estos.

Estos impactos son susceptibles de presentarse a causa de la construcción de la infraestructura para el **Proyecto**, así como la generación de polvos y presencia de maquinaria durante la construcción, la generación de residuos en caso de un mal manejo de estos y la inserción de instalaciones superficiales del **Proyecto**, lo que podría ocasionar la generación de residuos, ruido y polvos, así como presencia de diversos equipos y maquinaria que modifiquen la calidad escénica así como la apreciación del paisaje.

Los impactos PAI1 y PAI2 tienen una significancia de "Muy Significativo" cada uno sin la implementación de medidas de mitigación; sin embargo, con la aplicación de medidas, el impacto PAI1 cambia su significancia a "No Significativo" mientras que el impacto PAI2 adquieren una significancia de "Poco Significativo".

V.2.4.8. Componente ambiental: social

Factores ambientales: empleo, calidad de vida y servicios. Para estos componentes únicamente se identificaron un total de 34 interacciones positivas, 6 en la etapa de preparación del sitio, 9 en la etapa de construcción y 19 en operación y mantenimiento. Cabe señalar que las interacciones son positivas y se deben principalmente a la generación de empleos (se tiene contemplada la creación de plazas temporales y fijas), lo que mejorará la calidad de vida de los empleadores, esto es, personas que serán empleadas durante todas las etapas del **Proyecto**, lo cual repercutirá en la economía de la región, así como la prestación del servicio de hotelería para los huéspedes.

V.2.2. Impactos acumulativos

El Artículo 3°, fracción VII, del **REIA** describe un impacto ambiental acumulativo como: el efecto en el ambiente que resulta del incremento de los impactos de acciones particulares ocasionado por la interacción con otros que se efectuaron en el pasado o que están ocurriendo en el presente. Para determinar los impactos ambientales acumulativos, definidos en el **REIA**, se ha considerado lo manifestado en el Capítulo IV, en donde se realizó el análisis de los componentes y procesos abióticos y bióticos, y se elaboró el diagnóstico ambiental del **SAR.**

El análisis de los impactos ambientales debe basarse en la determinación de las desviaciones de la “línea base” originada por efectos aditivos. Para lo anterior, no es suficiente con evaluar los impactos ambientales del **Proyecto** como si éste fuera la única fuente de cambio en el **SAR**, sino que también es importante identificar los cambios ocasionados en el ambiente que se están generando o que ocurrieron como resultado de fenómenos naturales u otras actividades humanas en la región y que pueden tener un efecto aditivo o acumulativo sobre los mismos componentes ambientales con los que el **Proyecto** va a interactuar.

V.2.3. Identificación de efectos acumulativos por otras obras y actividades dentro del SAR

En el **SAR** el uso del suelo predominante corresponde a vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia, con una cobertura del 22.68 % de la superficie total. Le siguen los asentamientos humanos con 20.45 %, la vegetación secundaria arbórea de manglar con 19.13 %, el manglar con 16.47 %, y la vegetación secundaria arbustiva de selva mediana subperennifolia, que ocupa el 12.87 %, el resto de los usos y tipos de vegetación representan en conjunto un 8.40 % del área evaluada; mientras que el área de **CUSTF** incide en vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia, con una cobertura del 75.02 %, y un segundo tipo que corresponde a cobertura no forestal, clasificada como d

esprovisto de vegetación, con el restante 24.98 %.

Con base en estos usos de suelo se considera que existen otras actividades en el **SAR** que se encuentran modificando los factores ambientales evaluados en el presente capítulo, englobados en asentamientos humanos y agrosistemas, los cuales se describen en seguida:

Asentamientos urbanos: dentro de esta categoría se presentan todas las obras que se realizan para un centro urbano, como vivienda, carreteras, infraestructura y equipamiento.

Agrosistemas: aquí se engloban los campos de agricultura. Las principales afectaciones que ocasionan son la reducción de la cobertura vegetal original para la creación de los campos de

agricultura, la alteración de la calidad de suelo por los cultivos y la modificación del patrón hidrológico por la canalización de los escurrimientos. Dichos impactos identificados se suman a los generados por las actividades del **Proyecto** durante preparación del sitio y la construcción, las cuales afectan los componentes mencionados principalmente con el uso de maquinaria y equipos y la generación de residuos durante las diferentes etapas del **Proyecto**.

Para determinar los componentes afectados previamente dentro del **SAR**, se realizó la matriz, en la cual se identifican los indicadores relacionados con obras y actividades existentes.

Asimismo, se asignó el valor de acumulación conforme al criterio de la **¡Error! No se encuentra el o rigen de la referencia.** en donde el impacto presenta un valor de:

- 0 (nula): cuando no se presentan efectos aditivos entre impactos,
- 1 (poca): cuando se presentan efectos aditivos entre dos acciones sobre el mismo componente ambiental.
- 2 (media): cuando se presentan efectos aditivos entre tres acciones sobre el mismo componente.
- 3 (alta): cuando se presentan efectos aditivos entre cuatro o más acciones sobre el mismo componente).

Tabla V.11. Matriz de interacción entre los componentes y factores ambientales en relación con las actividades presentes en el **SAR**

Factor ambiental	Indicador	Clave y denominación del impacto	Asentamientos humanos	Agrosistemas	Proyecto	Valor
Suelo	Características fisicoquímicas	SUE1. Afectación a la calidad del suelo (características químicas) del suelo.	♦	♦	♦	2
	Pérdida de suelo (erosión)	SUE2. Incremento de la erosión y afectación a las características físicas del suelo.	♦	♦	♦	2
Aire	Calidad	AIR1. Modificación del nivel sonoro.	♦	♦	♦	2
	Nivel sonoro	AIR2. Afectación de la calidad del aire.	♦	♦	♦	2
Hidrología superficial	Calidad	HSUP1. Afectación a la calidad del agua superficial.	♦	♦	♦	2
Hidrología subterránea	Calidad	HSUB1. Disminución de la infiltración.	♦	♦	♦	2
	Recarga de acuíferos (infiltración)	HSUB2. Afectación de la calidad del agua subterránea.	♦	♦	♦	2

Factor ambiental	Indicador	Clave y denominación del impacto	Asentamientos humanos	Agrosistemas	Proyecto	Valor
Flora	Abundancia y diversidad	FLO1. Afectación a la abundancia y diversidad de especies de flora silvestre	♦	♦	♦	2
	Cobertura vegetal forestal	FLO2. Afectación a la cobertura forestal	♦	♦	♦	2
	Especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010	FLO3. Posible afectación a individuos de especies de flora en riesgo listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010	♦	♦	♦	2
Fauna	Abundancia y diversidad	FAU1. Afectación de la abundancia y diversidad de especies de fauna silvestre.	♦	♦	♦	2
	Hábitat	FAU2. Afectación al hábitat de las especies de fauna	♦	♦	♦	2
	Especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010	FAU3. Posible afectación a la abundancia y diversidad de individuos de especies de fauna en riesgo listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010	♦	♦	♦	2
Paisaje	Calidad escénica	PAI1. Afectación de la calidad escénica del paisaje en el AP	♦	♦	♦	2
	Apreciación del paisaje	PAI2. Afectación de la apreciación del paisaje en el AP	♦	♦	♦	2

Conforme a la tabla anterior, se observa que todos los impactos son acumulativos, dado que actualmente existen otras actividades generadoras de impactos sobre los factores ambientales evaluados, principalmente relacionadas con las actividades de asentamientos humanos y agrosistemas. Sin embargo, todos estos impactos pueden aminorarse con la implementación adecuada de medidas de mitigación, lo cual permitirá disminuir su acumulación.

V.2.4. Impactos Sinérgicos

El **REIA** en su Artículo 3°, fracción VIII, describe un impacto sinérgico como aquel que se produce cuando el efecto conjunto de la presencia simultánea de varias acciones supone una incidencia ambiental mayor que la suma de las incidencias individuales contempladas aisladamente. También Gómez-Orea (2013) describe un impacto sinérgico como uno de los atributos que tiene mayores repercusiones en la gestión ambiental.

Por lo tanto, en la siguiente Tabla se identificaron los impactos sinérgicos, en donde se señala el grado de sinergia que se reciben contra el grado de sinergia que las actividades aportan, visualizando los impactos que reciben y los impactos que causan.

Tabla V.12. Impactos sinérgicos del Proyecto

Factor ambiental	Indicador	Clave y denominación del impacto	Valor de sinergia
Suelo	SUE1	Afectación de las características químicas (calidad) del suelo (contaminación) por el uso de aceites y combustibles de vehículos, maquinaria y equipo, así como en caso de una inadecuada disposición de residuos y aguas residuales, por el despalme, limpieza y desmonte, por las excavaciones, trazo y nivelación, así como por las cimentaciones y sellamiento de la superficie por el desplante de la infraestructura del **Proyecto**.	0
	SUE2	Incremento de la erosión y afectación de las características físicas, por alteración de sus propiedades físicas tales como textura, estructura y porosidad (en consecuencia pérdida de su permeabilidad) derivado de que para las labores de construcción se requiere nivelar el sitio donde se construirá la infraestructura del proyecto, modificando el relieve del sitio, además de la perdida de permeabilidad del suelo por la compactación derivada del uso de maquinaria y de la construcción de obras civiles, así como por la remoción de la vegetación forestal. Asimismo, posteriormente durante el desmantelamiento y cierre la erosión puede modificarse al quedar expuesto el suelo en tanto se inicie la restauración del sitio.	2
Aire	AIR1	Modificación del nivel sonoro por el empleo de maquinaria y equipos durante las actividades de las etapas de preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento del **Proyecto**.	0
	AIR2	Afectación de la calidad del aire por la generación de gases contaminantes por el empleo de los vehículos y equipos durante todas las etapas del **Proyecto**, así como por la generación y dispersión de polvos.	0
Hidrología superficial	HSUP1	Afectación a la calidad del agua superficial, en caso de existir un mal manejo de los residuos que se puedan generar durante las etapas del **Proyecto**.	2
Hidrología subterránea	HSUB1	Disminución en la infiltración por la remoción de la vegetación forestal en 4.7577 has de vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia, y por modificaciones en la superficie.	2
	HSUB2	Afectación de las características fisicoquímicas (calidad) del agua subterránea por los residuos o sustancias que puedan generarse e infiltrarse durante todas las etapas del **Proyecto** y podrían afectar la cuña salina.	1
flora	FLO1	Afectación a la abundancia y diversidad de especies de flora silvestre, debido a las acciones de limpieza y remoción de la vegetación en **4.7577** ha de vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia.	2
	FLO2	Disminución de la cobertura vegetal forestal, debido a la remoción directa de la vegetación en el **AP** de **4.7577** ha de vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia.	1
	FLO3	Afectación a individuos de especies de flora en riesgo y endémicas, en caso de mortandad o daño accidental o intencional de los individuos de especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, ya sea por parte del personal, así como por el uso de maquinaria y vehículos.	2
Fauna	FAU1	Afectación de la abundancia de fauna en el **AP** o **AI** por el desplazamiento de los individuos derivado de la presencia de maquinaria, vehículos, equipos y personal, por atropellamiento en el tránsito de los vehículos automotores, así como por captura, daño o muerte accidental o provocada por la presencia tanto del personal durante la construcción, operación y por el mantenimiento del **Proyecto**.	2
	FAU2	Afectación al hábitat de las especies de fauna, generado por la remoción de vegetación forestal en **4.7577** ha de vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia en el **AP**, lo que disminuye la disponibilidad de hábitat para la fauna, así como por el ruido generado por el equipo y maquinaria que labore en el sitio, ya que ahuyenta a los individuos de fauna. Asimismo, la presencia de las instalaciones del **Proyecto** modificará de forma	0

Factor ambiental	Indicador	Clave y denominación del impacto	Valor de sinergia
		permanente el hábitat para la fauna silvestre, especialmente de las especies migratorias.	
	FAU3	Posible afectación a la abundancia y diversidad de especies faunísticas bajo algún estatus de protección dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010 por desplazamiento derivado de la presencia de personal y maquinaria durante las etapas de preparación del sitio y construcción y en caso de ocurrir atropellamientos accidentales en el tránsito de vehículos automotores.	0
Paisaje	PAI1	Afectación de la calidad escénica del paisaje por la inserción de las obras y equipos permanentes necesarios para la operación del **Proyecto** y la remoción de la vegetación.	2
	PAI2	Afectación de la apreciación del paisaje por la generación de residuos a lo largo de las etapas del **Proyecto** y en caso de que haya un mal manejo de estos.	2

Como se puede observar, los impactos con un valor de sinergia de 2 se tienen SUE2, HSUP1, HSUB1, FLO1, FLO3, FAU1, PAI1 y PAI2; los impactos con un nivel de sinergia de 1 se tienen a HSUB2 y FLO2; los impactos q no tienen sinergia con otros son SUE1, AIR1, AIR2, FAU2 y FAU3.

V.2.5. Impactos Residuales

Con la aplicación de medidas de prevención y mitigación es factible que un impacto ambiental que puede alterar el funcionamiento de cierto componente o proceso ecosistémico dentro del **SAR** reduzca su significancia. Sin embargo, pueden llegar a existir impactos cuyos efectos persisten aún con la aplicación de medidas y que son denominados residuales. Asimismo, el **REIA** en su Artículo 3°, fracción X, describe un impacto residual como el impacto que persiste después de la aplicación de medidas de mitigación.

La identificación y valoración de este tipo de impactos ambientales es fundamental, ya que en última instancia representan el efecto inevitable y permanente de un proyecto sobre el ambiente.

Para el caso del **Proyecto**, la identificación de los impactos residuales se llevó a cabo en función del atributo de Duración (D), definido como extensión en el tiempo del efecto generado por determinada acción o actividad del **Proyecto**, y adquiere valores entre 1 y 3 según lo señalado en la **Tabla IX.8**, donde los impactos residuales serían aquellos que adquiere el valor de 3, correspondientes a los que persisten durante toda la vida útil del **Proyecto**. De conformidad con la matriz de valoración se identificaron los siguientes impactos residuales.

Tabla V.13. Impactos Residuales del Proyecto

Factor ambiental	Impacto residual	Atributo de duración
Hidrología subterránea	HSUB1. Disminución de la infiltración y contaminación del agua	3
Flora	FLO1. Afectación a la abundancia y diversidad de especies de flora silvestre	3
	FLO2. Afectación a la cobertura forestal	3
	FLO3. Posible afectación a individuos de especies de flora en riesgo listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010	3
Fauna	FAU2. Afectación al hábitat de las especies de fauna	3
Paisaje	PAI1. Afectación de la calidad escénica del paisaje en el **AP**	3
	PAI2. Afectación de la apreciación del paisaje en el **AP**	3

De conformidad con la tabla anterior, se tiene que los impactos HSUB1, FLO1, FLO2, FLO3, FAU2, PAI1 y PAI2 son susceptibles de presentarse como residuales por la implementación del **Proyecto**; sin embargo, dichos impactos pueden aminorarse con la implementación adecuada de medidas de mitigación, lo cual permitirá disminuir su residualidad.

V.3. Conclusiones

De acuerdo con la evaluación, se identificaron 253 interacciones, de las cuales 219 fueron adversas y 34 benéficas. El componente que obtuvo más interacciones benéficas fue el social. Los componentes que presentaron más interacciones, tanto adversas como positivas fueron paisaje con 18 adversas, social con 34 benéficas, suelo y aire con 31 interacciones adversas cada uno, hidrología subterránea con 34 adversas, hidrología superficial con 40 adversas, fauna con 37 adversas y flora con 28 adversas.

La etapa del **Proyecto** con mayor número de interacciones fue preparación del sitio con 81 interacciones (75 adversas y 6 benéficas), construcción con 103 interacciones (94 adversas y 9 benéficas), y la etapa de operación y mantenimiento presentó 69 interacciones (50 adversas y 19 benéficas).

Bajo el escenario sin medidas de mitigación se observó que, los impactos SUE1, AIR2 y FAU2 presentan un valor de “Significativo”, mientras que los impactos AIR1 y FAU3 presentan un valor de “Moderadamente Significativo”, y finalmente los impactos SUE2, HSUP1, HSUB1, HSUB2, FLO1, FLO2, FLO3, FAU1, PAI1 y PAI2 presentan un valor de “Muy Significativo”.

Bajo el escenario con medidas de mitigación se observó que los impactos SUE1, AIR1, HSUP1, HSUB2, FAU3 y PAI1 cambian su nivel de significancia a “No significativo”; mientras que los impactos SUE2, AIR2, HSUB1, FLO2, FLO3, FAU1, FAU2 y PAI2 cambia su valor a “Poco significativo”, y el impacto FLO1 cambia su significancia a “Moderadamente Significativo”.

Los impactos HSUB1, FLO1, FLO2, FLO3, FAU2, PAI1 y PAI2 son susceptibles de presentarse como residuales por la implementación del **Proyecto**. Todos los impactos son acumulativos, dado que actualmente existen otras actividades generadoras de impactos sobre los factores ambientales evaluado.

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO (DTU) MODALIDAD B REGIONAL

PROYECTO:

"HOTEL TERRAESMERALDA PUNTA MAROMA"

CAPÍTULO VI:

JUSTIFICACIÓN TÉCNICA, ECONÓMICA Y SOCIAL QUE MOTIVE LA AUTORIZACIÓN EXCEPCIONAL DEL CAMBIO DE USO DEL SUELO

PROMOVENTE:

TERRAESMERALDA, S.A. DE C.V.

ELABORÓ:

ABF SERVICIOS TÉCNICOS, S.C.

2025

ÍNDICE

VI.1. Justificación técnica. 4

VI.1.1. La biodiversidad de los ecosistemas se mantiene: 6

Representatividad de las comunidades forestales a intervenir en relación con su distribución en la unidad de análisis del SAR Y AI. 8

VI.1.2. Erosión de los suelos. 23

VI.1.3. Captación y calidad del agua. 28

VI.2. Justificación Económica. 30

VI.3. Justificación social. 32

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla VI. 1 Análisis de similitud por afectación al tipo de asociación de vegetación presente en SAR y AI, predio en el CUSTF del proyecto 8

Tabla VI. 2 Diversidad de especies en VSA/SMQ En el SAR, AI el CUSTF 9

Tabla VI. 3 Diversidad total SAR, AI y el CUSTF para el estrato arbóreo. 11

Tabla VI. 4 Diversidad total SAR, AI y el CUSTF para el estrato arbóreo. 12

Tabla VI. 5 Diversidad total SAR, AI y el CUSTF para el estrato arbóreo. 13

Tabla VI. 6 Listado de especies registradas por grupo faunístico y área muestreada. 16

Tabla VI. 7 Índices de diversidad obtenidos con el muestreo en AP, AI y SAR. 19

Tabla VI. 8 Índices de diversidad obtenidos con el muestreo en AP, AI y SAR. 19

Tabla VI. 9 Índices de diversidad obtenidos con el muestreo en AP, AI y SAR. 20

Tabla VI. 10 Tasas y cantidad de erosión hídrica sin CUSTF. 23

Tabla VI. 11 Tasas de erosión y cantidad de erosión hídrica y eólica con CUSTF por superficie. .. 24

Tabla VI. 12 Tasas de erosión hídrica en tres escenarios 25

Tabla VI. 13 Cantidad de erosión hídrica en tres escenarios. 25

Tabla VI. 14 Cantidad de erosión hídrica en tres escenarios. 25

Tabla VI. 15 Tasas de erosión eólica en tres escenarios. 26

Tabla VI. 16 Cantidad de erosión eólica en tres escenarios. 26

Tabla VI. 17 Cantidad de erosión eólica en tres escenarios. 27

Tabla VI. 18 Resumen del Balance Hídrico en 3 escenarios 28

Tabla VI. 19 Inversión requerida para las medidas ambientales. 31

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura VI. 1 Riqueza especifica en el SAR, AI y CUSTF. 15

Figura VI. 2 Abundancia CHF vs CUSTF 18

VI. JUSTIFICACIÓN TÉCNICA, ECONÓMICA Y SOCIAL QUE MOTIVE LA AUTORIZACIÓN EXCEPCIONAL DEL CAMBIO DE USO DEL SUELO.

En este capítulo se desarrolla la justificación técnica, económica y social, con el objetivo de presentar la factibilidad de la autorización del cambio de uso de suelo.

Acorde a las modificaciones realizadas a la Ley General para el Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS) y su reglamento, se han determinado específicamente los servicios ambientales afectados de conformidad con lo que se establece en el artículo 93 de la Ley, mismo que se cita a continuación:

> *Artículo 93.- La Secretaría autorizará el cambio de uso de suelo en terrenos forestales por excepción, previa opinión técnica de los miembros del Consejo Estatal Forestal de que se trate y con base en los estudios técnicos justificativos cuyo contenido se establecerá en el Reglamento, los cuales demuestren que la biodiversidad de los ecosistemas que se verán afectados se mantenga, y que la erosión de los suelos, el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación se mitiguen en las áreas afectadas por la remoción de la vegetación forestal.*
>
> *En las autorizaciones de cambio de uso de suelo en terrenos forestales, la Secretaría deberá dar respuesta debidamente fundada y motivada a las opiniones técnicas emitidas por los miembros del Consejo Estatal Forestal de que se trate.*
>
> *Las autorizaciones que se emitan deberán integrar un programa de rescate y reubicación de especies de la flora y fauna afectadas y su adaptación al nuevo hábitat conforme se establezca en el Reglamento.*

Para dar cabal cumplimiento a estos preceptos de la Ley, en el Proyecto se contemplan una serie de medidas preventivas, de mitigación, compensación y restauración, para disminuir cualquier riesgo que pudiera provocarse en los servicios ambientales, con el objetivo de que:

- La biodiversidad de los ecosistemas que se verán afectados se mantenga.
- La erosión de los suelos, se mitiguen en las áreas afectadas por la remoción de la vegetación forestal.
- La capacidad de almacenamiento de carbono, se mitiguen en las áreas afectadas por la remoción de la vegetación forestal.
- El deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación se mitiguen en las áreas afectadas por la remoción de la vegetación forestal.

VI.1. Justificación Técnica

El **Proyecto** se enmarca en el contexto de desarrollo urbano del Municipio de Solidaridad, Quintana Roo, con el fin de reforzar la convivencia armónica de las personas con el medio ambiente.

Todo proyecto, como el que nos ocupa, tiene un impacto a nivel de predio, debido a la necesidad obligada de desmonte y despalme; sin embargo, el sistema y la carga que ha de recibir es mitigable y viable y no pone en riesgo la biodiversidad, los procesos ecológicos a nivel de subcuenca ni

erosiona los suelos; por otra parte, como se ha mencionado, el predio seleccionado para el **Proyecto** se encuentra fuera de áreas naturales protegidas.

En este tema el argumento se centra en referir las principales fortalezas y acciones del **Proyecto** para garantizar que se cumpla con los siguientes criterios o supuestos:

- Que la biodiversidad de los ecosistemas afectados por el CUSTF se mantiene;
- Que se aplican medidas que mitiguen efectos negativos del CUSTF en el suelo;
- Que se aplican medidas que mitiguen los efectos negativos del CUSTF en la captación de agua y calidad del agua.

Los estudios realizados en el predio para identificar la flora y la fauna del sitio argumentan la existencia de un ecosistema: vegetación secundaria arbórea de selvas mediana subperennifolia (**VSA/SMQ**). Se encontró también que la fauna es mayormente diversa en el ecosistema de selva.

En el caso de la flora se han reportado unas especies registradas en la **NOM-059-SEMARNAT-2010** aunque de localizarse, deberán de tener un tratamiento especial y deberán ser rescatadas, para su reubicación en otras áreas.

En este tenor, es importante comentar que la biodiversidad (flora y fauna) no se verá comprometida ya que en las áreas donde se realizará el cambio de uso de suelo, se prevé realizar el rescate de flora y se tendrá cuidado que en caso de que durante la etapa de desplante se pueda afectar una especie con estatus, serán rescatadas. Asimismo, se rescatará cualquier especie, aunque no se encuentren en alguna categoría por su importancia ecológica.

Para el caso de la fauna silvestre se prevé realizar el rescate de aquellas especies de lento desplazamiento y llevar un manejo y monitoreo en las diversas etapas de **Proyecto**. La cobertura forestal que se deja remanente, servirá como refugio de la fauna, considerando que no existen grandes mamíferos que requieran de espacios amplios.

En cuanto a que no se provocará la erosión de los suelos se debe destacar que el predio tiene una superficie sensiblemente plana y las áreas afectadas que no sean cubiertas por construcciones se establecerán como áreas jardinadas o permeables, lo que no permitirá que las áreas afectadas tengan un proceso de erosión muy limitado, por lo que el tema de erosión superficial de los suelos queda descartado. En su caso, podrá existir erosión vertical (degradación física), durante el proceso de construcción cuando las áreas desplantadas queden a la intemperie, sin embargo, esto será por un periodo corto. Este efecto será puntual y de corto plazo por lo que para cuestiones de valoración no tiene relevancia dado que las áreas de desplante serán precisamente las que se usarán para la construcción de las obras propuestas por el **Proyecto**.

Programa de Manejo de Flora y Fauna

Se ha previsto una propuesta integral en cuanto a la flora y fauna del predio de tal manera que se implementarán dos programas específicos, a saber:

- Programa de Rescate y Reforestación de Flora Silvestre, y
- Programa de Rescate y Reubicación de Fauna Silvestre.

El **Proyecto** abarca una superficie total de **11.8525 hectáreas**, distribuidas en dos tipos de cobertura: **2.9608 hectáreas** sin vegetación y **8.8916 hectáreas** con vegetación forestal (VSA/SMQ). De la superficie forestal, se propone un Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales (**CUSTF**) para **4.7577 hectáreas**. Las **4.1339 hectáreas** restantes se conservarán como área con vegetación natural, lo que contribuirá a mitigar los impactos ambientales y la pérdida de biodiversidad, además de asegurar el cumplimiento de los ordenamientos ecológicos aplicables.

Sin embargo, tal como lo establece **el artículo 93** de la LGDFS a continuación se plantean diversos criterios, mediante los cuales se demuestra que con la implementación del **Proyecto** se cumplen con los tres supuestos que establece dicho artículo: **que la biodiversidad se mantiene; que se proponen medidas para mitigar la erosión de los suelos, y; evitar el deterioro de la calidad del agua y la disminución en su captación.**

VI.1.1. La biodiversidad de los ecosistemas se mantiene

En lo que respecta a la modificación de la estructura o perdida de la biodiversidad, puede determinarse como de bajo impacto en el contexto del **SAR**, ya que, aunque se removerá la vegetación del **53.50%** del área con vegetación forestal, el predio mantendrá la diversidad de vegetación natural, ya que se conservará vegetación nativa en el 46.49%. Por otro lado, la vegetación nativa a conservar será en forma de manchones en toda la superficie del predio, lo cual le permitirá, en cierta medida, conservar la biodiversidad que se tiene en la zona, por lo anterior el impacto puede considerarse como mitigable.

Considerando que se reportan especies enlistadas en la **NOM-059-SEMARNAT-2010**, se buscará rescatarlas y trasladarlas al vivero, para su posterior reforestación en áreas establecidas dentro del predio. De igual forma, se revisará si existen otras especies de carácter relevante para lo cual se rescatarán y reubicarán dentro de las áreas verdes del **Proyecto**, permitiendo la preservación del germoplasma de esas especies.

No obstante, con el fin de reafirmar que el **Proyecto** no pondrá en riesgo la biodiversidad de las especies en la zona y si bien en el capítulo IV, se presenta la información referente los cálculos que sustentan lo referente a los índices de Riqueza, Simpson y de Shannon-Wiener. En este capítulo se hace una breve descripción para determinar fehacientemente que con la implementación del **Proyecto** no se afectaran los índices de biodiversidad para el **AP** y con mayor razón con la subcuenca en donde se encuentra el predio, por lo tanto, la biodiversidad del ecosistema presente en el **CUSTF** se mantendrá dentro y fuera del predio y no se pone en riesgo este servicio ambiental.

Entrando en materia, es pertinente precisar que “diversidad biológica” es el número de especies presentes en una determinada región. La biodiversidad es dinámica, por lo que varía en el tiempo y el espacio en función de la extinción de las especies, su variación genética en el tiempo y/o el espacio.

Tipos de Biodiversidad[1]

- **Diversidad alfa**: es el número de especies en un área pequeña siendo esta área uniforme. El **índice de Shannon** mide este tipo de diversidad.
- **Diversidad beta**: es la diversidad que hay entre hábitats dentro de un mismo ecosistema, es decir, la variación en el número de especies que se produce entre un hábitat y otro, o también definido por Meffe & Carroll en 1997 como "recambio de especies de un hábitat a otro". Para medir este tipo de biodiversidad se utilizan índices de similitud y disimilitud entre muestras.
- **Diversidad gamma**: es el número total de especies observadas en todos los hábitats de una determinada región que no presenta barreras para la dispersión de los organismos.

Medida de la Biodiversidad

La diversidad tiene dos componentes fundamentales:

1. Riqueza específica: número de especies que tiene un ecosistema, y
2. Equitabilidad: mide la distribución de la abundancia de las especies, es decir, cómo de uniforme es un ecosistema.

Para medir la biodiversidad existen varios índices que se utilizan para poder comparar la biodiversidad entre diferentes ecosistemas o zonas. Es importante tener en cuenta que la utilización de estos índices aporta una visión parcial, pues no dan información acerca de la distribución espacial de las especies, aunque sí intentan incluir la riqueza y la equitabilidad.

En el presente DTU-B Regional además de calcular el volumen total con las fórmulas preestablecidas por el programa SELVA, también se consideraron diversos parámetros y estimadores que describen la condición de la vegetación en su composición y estructura considerando los diferentes estratos principales de las selvas medianas subperennifolia (arbolado, arbustivo y herbáceo).

Para reforzar que la biodiversidad no estará en riesgo a continuación se presenta un análisis comparativo entre valores obtenidos en el sitio del Proyecto y aquellos realizados en un muestreo dentro del SAR y AI, con el objeto de demostrarle a la autoridad que las especies e indicadores de estructura están presenten en otras áreas, sin menoscabo de la superficie de cobertura de selvas medianas subperennifolias reportadas de acuerdo a la caracterización en campo alcanzan 662.9557 como ya se ha indicado en párrafos anteriores por lo que no existe un riesgo para la biodiversidad.

[1] Artículo de biodiversidad pagina www.cienciaybiologia.com/ecologia/biodiversidad-3.php

Representatividad de las comunidades forestales a intervenir en relación con su distribución en la unidad de análisis del SAR Y AI.

En cuanto a este parámetro comparativo, tenemos que la superficie forestal para la cual se solicita el **CUSTF** es de **4.7577** hectáreas que corresponde a Vegetación secundaría arbórea de selva media subperennifolia (**VSA/SMQ**)

La superficie del **SAR** es de 2,922.9551 hectáreas, de las cuales 662.9557 hectáreas corresponden a VSA/SMQ, esto nos permite hacer el análisis comparativo de proporcionalidad de las áreas forestales.

Tabla VI. 1 Análisis de similitud por afectación al tipo de asociación de vegetación presente en SAR y AI, predio en el CUSTF del proyecto

Uso de suelo y vegetación		Superficie de la con SBC	CUSTF	Porcentaje del CUSTF respecto a CHF
Vegetación secundaría arbórea de selva mediana subperennifolia	SAR	662.9557	4.7577	0.07%
	AI	33.3206		14.28%

Indicadores de diversidad (Análisis de similitud)

Los argumentos que permiten demostrar que la biodiversidad del sitio no se compromete con el desarrollo del **Proyecto**, se sustentan en un análisis de similitud entre los datos del medio biótico en el sitio y de la unidad de análisis de la **CH**.

Estos atributos muestran a través de datos reales, la condición de la vegetación y de la fauna, por:

1. Que determinada(s) especie(s) de flora y fauna registradas, se presenten tanto en el área solicitada para el **CUSTF** como en la unidad de análisis del **SAR** y **AI**.
2. Que determinada especie o especies de flora y fauna registradas presenten una baja representatividad en el área sujeta al **CUSTF**, pero alta en la unidad de análisis del **SAR** y **AI**.
3. Que determinada especie o especies de flora y fauna registradas presenten una alta representatividad tanto en el área solicitada para el **CUSTF** como en la unidad de análisis del **SAR y AI**.
4. Que determinada especie o especies de flora y fauna registradas presenten una alta representatividad en el área solicitada para el **CUSTF**, pero baja en la unidad de análisis de **SAR y AI**.

Los escenarios uno y cuatro son indicadores que consideran como prioritarios. Aunque también, el resultado puede estar influenciado por la condición de la vegetación, es decir, puede ser que la o las especies que se muestran con baja representatividad tiendan a ser especies oportunistas dentro de una comunidad conservada o bien, especies clímax dentro de una comunidad fuertemente perturbada. Para el primer caso, se entiende que al ser especie oportunista dentro de una comunidad conservada su abundancia es limitada, pues tales especies demandan espacios abiertos para su distribución. En el segundo caso, es claro que al ser una especie clímax, su abundancia se ve limitada pues se encuentra en un espacio abierto donde la dominancia está conformada por especies pioneras u oportunistas.

Los escenarios dos y tres por su parte, indican que el desarrollo del **Proyecto** no representa una amenaza a las especies que se verán afectadas, pues se entiende que las mismas se encuentran perfectamente representadas en la unidad de análisis.

A) Factor vegetación flora

A través de los datos obtenidos en campo y del análisis realizado en el tipo de vegetación estudiado el cual corresponde a **Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia**, que en lo sucesivo se denominará **VSA/SMQ**, para los cuatro estratos (arbóreo, arbustivo, palmas y suculentas y herbáceo), se determinó la riqueza biológica, abundancia, valor de importancia e índice de Shannon. El procedimiento realizado se muestra de manera detallada en el Capítulo IV.

Asimismo, la composición florística de especies que conforma a la **VSA/SMQ** el cual se registró como el único tipo de vegetación a afectar en el área de **CUSTF**, presentó una riqueza de especies igual comparada con el área de **SAR** y **AI**, tal y como se muestra en la siguiente Tabla.

Tabla VI. 2 Diversidad de especies en VSA/SMQ en el SAR, AI el CUSTF

Estrato	Orden	Familia	Especie	Común	NOM-059	IUCN	CITES	Distribución	AI	AP (CUSTF)	SAR
Arbóreo	*Arecales*	*Arecaceae*	*Cocos nucifera*	Cocotero	SC	-	-	Exótica	x	x	x
			Sabal yapa	Palma de Guano	SC	LC	-	Nativa			x
			Thrinax radiata	Guano de Costa	A	LC	-	Nativa	x	x	x
	Boraginales	*Boraginaceae*	*Cordia sebestena*	Anacahuite	SC	LC	-	Nativa		x	x
	Celastrales	*Celastraceae*	*Elaeodendron xylocarpum*	Zapote de costoche	SC	LC	-	Nativa	x	x	x
	Ericales	*Ebenaceae*	*Diospyros salicifolia*	Chocoyito	SC	LC	-	Nativa			x
		Sapotaceae	*Manilkara zapota*	Chicozapote	SC	LC	-	Nativa	x	x	x
			Pouteria campechiana	Canistel	SC	LC	-	Nativa	x		x
			Sideroxylon americanum	Caimitillo	SC	LC	-	Nativa	x		x
			Sideroxylon obtusifolium	Guaraniná	SC	LC	-	Nativa			x
	Fabales	*Fabaceae*	*Chloroleucon mangense*	Palo Fierro	SC	LC	-	Nativa			x
			Lonchocarpus rugosus	Mata Buey	SC	LC	-	Nativa			x
			Lysiloma latisiliquum	Tsalam	SC	LC	-	Nativa			x
			Piscidia piscipula	Barbasco	SC	LC	-	Nativa		x	
	Gentianales	*Apocynaceae*	*Cascabela gaumeri*	Campanilla	SC	LC	-	Nativa	x	x	x
		Rubiaceae	*Guettarda combsii*	Manzanillo	SC	LC	-	Nativa	x		
	Lamiales	*Bignoniaceae*	*Tabebuia rosea*	Apamate Rosa	SC	LC	-	Nativa		x	
		Lamiaceae	*Vitex gaumeri*	Carrete	SC	LC	-	Nativa	x		x
	Malpighiales	*Erythroxylaceae*	*Erythroxylum confusum*	Cascarillo	SC	LC	-	Nativa			x
		Euphorbiaceae	*Gymnanthes lucida*	Yaité	SC	LC	-	Nativa	x	x	x
		Putranjivaceae	*Drypetes lateriflora*	Huesillo	SC	LC	-	Nativa	x	x	x
		Salicaceae	*Casearia corymbosa*	Botoncillo	SC	LC	-	Nativa	x		x
	Malvales	*Muntingiaceae*	*Muntingia calabura*	Capulín	SC	LC	-	Nativa			x
	Myrtales	*Combretaceae*	*Conocarpus erectus*	Mangle Botoncillo	A	LC	-	Nativa		x	
		Myrtaceae	*Myrcianthes fragrans*	Guayabillo	SC	LC	-	Nativa	x	x	x
			Psidium sartorianum	Arrayán	SC	-	-	Nativa	x		
	Ranunculales	*Menispermaceae*	*Hyperbaena winzerlingii*	Naranjillo	SC	LC	-	Nativa		x	
	Rosales	*Moraceae*	*Brosimum alicastrum*	Mojote	SC	LC	-	Nativa			x
			Ficus cotinifolia	Amate Negro	SC	LC	-	Nativa	x	x	x
			Ficus crassinervia	Higo	SC	LC	-	Nativa	x	x	x
	Sapindales	*Anacardiaceae*	*Metopium brownei*	Chechen Prieto	SC	LC	-	Nativa	x	x	x
		Burseraceae	*Bursera simaruba*	Palo Mulato	SC	LC	-	Nativa	x		x

Estrato	Orden	Familia	Especie	Común	NOM-059	IUCN	CITES	Distribución	AI	AP (CUSTF)	SAR
Arbustivo	*Alismatales*	*Araceae*	*Anthurium schlechtendalii*	Cola de Faisán	SC	-	-	Nativa			x
	Asterales	*Asteraceae*	*Pluchea carolinensis*	Canela	SC	LC	-	Nativa			x
	Caryophyllales	*Polygonaceae*	*Coccoloba uvifera*	Uvero	SC	LC	-	Nativa	x	x	x
	Ericales	*Primulaceae*	*Bonellia macrocarpa*	Amole	SC	LC	-	Nativa	x	x	x
	Fabales	*Fabaceae*	*Guilandina bonduc*	Garrapata de Playa	SC	LC	-	Nativa			x
			Pithecellobium keyense	Guamuchil Yucateco	SC	LC	-	Nativa	x	x	x
			Sophora tomentosa	Vaina de collar	SC	LC	-	Nativa		x	
	Gentianales	*Apocynaceae*	*Cascabela thevetia*	Venenillo	SC	LC	-	Nativa		x	
			Rauvolfia tetraphylla	Chililllo	SC	LC	-	Nativa			x
		Rubiaceae	*Erithalis fruticosa*	Manglillo	SC	LC	-	Nativa	x		
			Hamelia patens	Coralillo	SC	LC	-	Nativa		x	
			Psychotria nervosa	Café silvestre	SC	LC	-	Nativa	x	x	x
			Randia aculeata	Crucecita	SC	LC	-	Nativa	x	x	x
	Lamiales	*Acanthaceae*	*Bravaisia berlandieriana*	Julub	SC	LC	-	Nativa	x	x	x
		Verbenaceae	*Lantana camara*	Cinco Negritos	SC	-	-	Nativa	x		x
			Lantana involucrata	Manzanita	SC	LC	-	Nativa		x	
	Magnoliales	*Annonaceae*	*Annona glabra*	Anona	SC	LC	-	Nativa	x		
	Malpighiales	*Malpighiaceae*	*Malpighia glabra*	Capulín	SC	LC	-	Nativa			x
	Malvales	*Malvaceae*	*Hampea trilobata*	Majagua	SC	LC	-	Nativa			x
	Myrtales	*Myrtaceae*	*Eugenia axillaris*	Escobillo	SC	LC	-	Nativa		x	x
	Rosales	*Cannabaceae*	*Celtis iguanaea*	Garabato	SC	LC	-	Nativa		x	
	Santalales	*Olacaceae*	*Ximenia americana*	Ciruelillo	SC	LC	-	Nativa	x		
Herbáceo	*Asparagales*	*Amaryllidaceae*	*Hymenocallis littoralis*	Azucena de Agua	SC	-	-	Nativa		x	
	Asterales	*Asteraceae*	*Ambrosia hispida*	Altanisa de mar	SC	-	-	Nativa		x	
	Fabales	*Fabaceae*	*Centrosema virginianum*	Gallito	SC	-	-	Nativa			x
	Gentianales	*Rubiaceae*	*Ernodea littoralis*	Enredadera de haya	SC	LC	-	Nativa		x	
	Liliales	*Smilacaceae*	*Smilax spinosa*	Cocolineca	SC	-	-	Nativa	x	x	x
	Poales	*Cyperaceae*	*Cyperus ligularis*	Navajuela	SC	-	-	Nativa		x	
			Rhynchospora colorata	Estrella blanca	SC	LC	-	Nativa		x	
		Poaceae	*Distichlis spicata*	Huizapol	SC	-	-	Nativa			x
			Lasiacis divaricata	Bambú Silvestre	SC	LC	-	Nativa			x
			Megathyrsus maximus	Camalote	SC	-	-	Exótica-Invasora			x
	Rosales	*Rhamnaceae*	*Colubrina asiatica*	Colubrina asiatica	SC	-	-	-		x	
Total	**33**	**44**	**65**						**29**	**35**	**45**

Estrato arbóreo

Para este estrato, se registraron 26 especies tanto para el área de SAR, 18 especies para el **AI** y 16 especies para el **CUSTF** de las cuales, solo *Cocos nucifera* es exótica. Respecto al estatus de conservación, *Thrinax radiata* y *Conocarpus erectus*, se encuentra bajo alguna categoría de riesgo dentro de la **NOM-059-SEMARNAT-2010**

Tabla VI. 3 Diversidad total SAR, AI y el CUSTF para el estrato arbóreo.

Nombre Cientifico	Nombre común	Abundancia			IVI		
		AI	AP	SAR	AI	CUSTF	SAR
Brosimum alicastrum	Mojote	-	-	2	-	-	1.30
Bursera simaruba	Palo Mulato	4	-	3	3.50	-	2.79
Cascabela gaumeri	Campanilla	30	27	20	11.46	14.45	6.75
Casearia corymbosa	Botoncillo	12	-	17	6.01	-	5.73
Chloroleucon mangense	Palo Fierro	-	-	6	-	-	2.13
Cocos nucifera	Cocotero	72	2	13	9.28	1.90	4.55
Conocarpus erectus	Mangle Botoncillo	-	29	-	-	9.51	-
Cordia sebestena	Anacahuite	-	9	7	-	5.29	1.70
Diospyros salicifolia	Chocoyito	-	-	1	-	-	1.21
Drypetes lateriflora	Huesillo	83	68	43	19.83	24.31	12.93
Elaeodendron xylocarpum	Zapote de costoche	2	6	5	2.46	4.05	1.61
Erythroxylum confusum	Cascarillo	-	-	8	-	-	2.59
Ficus cotinifolia	Amate Negro	2	1	4	1.32	1.81	2.83
Ficus crassinervia	Higo	4	2	1	3.79	3.69	1.22
Guettarda combsii	Manzanillo	2	-	-	2.34	-	-
Gymnanthes lucida	Yaité	308	2	81	39.65	1.85	15.98
Hyperbaena winzerlingii	Naranjillo	-	3	-	-	1.99	-
Lonchocarpus rugosus	Mata Buey	-	-	11	-	-	2.82
Lysiloma latisiliquum	Tsalam	-	-	2	-	-	1.50
Manilkara zapota	Chicozapote	175	86	154	29.50	26.99	32.10
Metopium brownei	Chechen Prieto	165	201	168	37.15	61.76	40.29
Muntingia calabura	Capulín	-	-	1	-	-	1.19
Myrcianthes fragrans	Guayabillo	36	2	8	12.57	3.67	5.23
Piscidia piscipula	Barbasco	-	1	-	-	1.82	-
Pouteria campechiana	Canistel	31	-	42	9.78	-	12.73
Psidium sartorianum	Arrayán	8	-	-	3.02	-	-
Sabal yapa	Palma de Guano	-	-	25	-	-	3.29
Sideroxylon americanum	Caimitillo	9	-	2	4.45	-	2.42
Sideroxylon obtusifolium	Guaraniná	-	-	6	-	-	2.08
Tabebuia rosea	Apamate Rosa	-	2	-	-	3.53	-
Thrinax radiata	Guano de Costa	1025	957	1285	102.68	133.40	131.53
Vitex gaumeri	Carrete	1	-	2	1.18	-	1.50
Total		**1969**	**1398**	**1917**	**300**	**300**	**300**

VSA/SMQ	Proyecto (CUSTF)		AI		SAR	
	Diversidad (H')	Equitatividad (J')	Diversidad (H')	Equitatividad (J')	Diversidad (H')	Equitatividad (J')
Arbóreo	1.1398	0.4111	1.6378	0.5666	1.3775	0.4228

Como se puede observar en la tabla anterior, para este estrato la riqueza total de especies es mayor en el área de **SAR** y **AI** que en el área de **CUSTF**, así mismo, los valores registrados para el índice de Shannon son mayores en el área de **SAR** que en el área de **CUSTF**. Esto nos demuestra que el área de **SAR** es más diversa y rica en especies que el área sujeta a **CUSTF**; por otro lado, los valores arrojados por el índice de equitatividad, la cual mide la abundancia de la especie dominante (Marrugan, 1988), nos dice que los valores cercanos a 0 (cero) muestra cuando una especie domina sobre todas las demás y los valores cercanos a 1 cuando todas las especies comparten abundancias similares; por lo que, tanto para el área de **CUSTF** como para el área de **SAR** y **AI** los valores del índice de equitatividad son cercanos al 1, es decir, todas las especies registradas en ambas áreas tienen la misma probabilidad de ser escogidas al azar.

Por tal motivo, podemos concluir que la remoción de la vegetación en el área sujeta a **CUSTF** no afectará la diversidad del ecosistema, así mismo, los trabajos de mitigación ambiental ofrecerán al ecosistema una mayor diversidad de especies, así como, una mayor eficiencia en la captura de

carbono cantidad y calidad de refugios para la fauna local, al igual que mayor cantidad y calidad de nodrizas para la flora local.

Estrato arbustivo

Para el estrato arbustivo se registraron 14 especies en el área del **SAR**, 10 especies en el **AI** y 12 especies en el área de **CUSTF**. Para las tres áreas ninguna de las especies registradas se encuentra dentro de alguna categoría de riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2010, tampoco en la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN, por sus siglas en ingles).

Tabla VI. 4 Diversidad total SAR, AI y el CUSTF para el estrato arbustivo.

Nombre Cientifico	Nombre común	Abundancia			IVI		
		AI	AP	SAR	AI	CUSTF	SAR
Annona glabra	Anona	6	-	-	12.41	-	-
Anthurium schlechtendalii	Cola de Faisán	-	-	1	-	-	3.88
Bonellia macrocarpa	Amole	56	24	34	66.45	32.47	66.61
Bravaisia berlandieriana	Julub	41	1	2	37.04	3.57	5.76
Cascabela thevetia	Venenillo	-	1	-	-	3.41	-
Celtis iguanaea	Garabato	-	2	-	-	4.65	-
Coccoloba uvifera	Uvero	9	32	9	17.07	37.81	27.21
Erithalis fruticosa	Manglillo	2	-	-	3.98	-	-
Eugenia axillaris	Escobillo	-	3	30	-	7.29	69.26
Guilandina bonduc	Garrapata de Playa	-	-	1	-	-	3.87
Hamelia patens	Coralillo	-	1	-	-	3.65	-
Hampea trilobata	Majagua	-	-	1	-	-	4.42
Lantana camara	Cinco Negritos	1	-	4	2.98	-	6.78
Lantana involucrata	Manzanita	-	49	-	-	49.29	-
Malpighia glabra	Capulín	-	-	3	-	-	7.11
Pithecellobium keyense	Guamuchil Yucateco	7	65	2	13.48	88.29	7.71
Pluchea carolinensis	Canela	-	-	2	-	-	7.61
Psychotria nervosa	Café silvestre	41	19	7	41.48	27.22	11.57
Randia aculeata	Crucecita	84	27	32	93.57	38.77	66.40
Rauvolfia tetraphylla	Chililllo	-	-	3	-	-	11.81
Sophora tomentosa	Vaina de collar	-	1	-	-	3.57	-
Ximenia americana	Ciruelillo	6	-	-	11.54	-	-
		253	225	131	300	300	300

VSA/SMQ	Proyecto (CUSTF)		AI		SAR	
	Diversidad (H')	Equitatividad (J')	Diversidad (H')	Equitatividad (J')	Diversidad (H')	Equitatividad (J')
Arbustivo	1.8658	0.7508	1.7452	0.7579	1.9551	0.7408

Como se puede observar en la tabla anterior (Tabla VI.4.) la riqueza de especies es mayor en el área de **SAR** que en el área de **CUSTF y AI**. Los valores registrados para el índice de Shannon corresponden a **1.9551** para el área de **SAR**; **1.8658** para el área de **CUSTF**, y; 1.7452 para el **AI**, que de acuerdo a Marrugan (1989) los valores entre 1.6 y 3.4 se consideran como **diversidad media**, Así mismo, los valores arrojados por el índice de equitatividad la cual mide la abundancia de la

especie dominante (Magurran, 1988), nos muestra que en ambas áreas se presentan valores similares en las especies siendo menores a 1.

Por tal motivo, podemos concluir que la remoción de la vegetación en el área solicitada para el **CUSTF** no afectará significativamente a la diversidad del ecosistema, ya que la dinámica ecológica de este ecosistema, será subsanado con los programas de mitigación ambiental, los cuales están dirigidos no sólo a dicha actividad -mitigación ambiental-, sino a la mejora del ecosistema, pues al reforestar con especies propias del tipo de vegetación a intervenir, se estará contribuyendo al mejoramiento del área, ofreciéndole al ecosistema una mayor diversidad florística, mayor eficiencia en la captura de carbono, cantidad y calidad de refugios para la fauna local, al igual que mayor cantidad y calidad de nodrizas para la flora local.

Estrato herbáceo

Para este estrato, se registraron 5 especies para el área de **SAR** y 7 especie para el área de **CUSTF**, de las cuales dos de las especies *Megathyrsus maximus* registra se cómo exóticas - invasoras, así mismo, no se reportó ninguna especie tipificada bajo alguna de las categorías de riesgo dentro de la **NOM-059-SEMARNAT-2010** ni la **UICN**. Por otro lado, la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres, más conocida como **CITES** por sus siglas en ingles no mencionan a ninguna especie dentro de sus apéndices.

Tabla VI. 5 Diversidad total SAR, AI y el CUSTF para el estrato herbáceo.

Nombre Científico	Nombre común	Abundancia		IVI	
		AP	SAR	AP (CUSTF)	SAR
Ambrosia hispida	Altanisa de mar	8	-	32.79	-
Centrosema virginianum	Gallito	-	1	-	29.50
Colubrina asiatica	Colubrina asiatica	30	-	128.71	-
Cyperus ligularis	Navajuela	16	-	62.85	-
Distichlis spicata	Huizapol	-	1	-	31.22
Ernodea littoralis	Enredadera de haya	5	-	23.92	-
Hymenocallis littoralis	Azucena de Agua	3	-	21.33	-
Lasiacis divaricata	Bambú Silvestre	-	6	-	114.92
Megathyrsus maximus	Camalote	-	4	-	91.72
Rhynchospora colorata	Estrella blanca	1	-	15.21	-
Smilax spinosa	Cocolineca	1	1	15.18	32.64
VSA/SMQ	Proyecto		SAR		
	Diversidad (H')	Equitatividad (J')	Diversidad (H')	Equitatividad (J')	
Herbáceo	1.4343	0.7371	1.3114	0.8148	

Como se puede observar en la tabla anterior, para este estrato la riqueza de especies es mayor en el área de **CUSTF** que en el área de **SAR**. Así mismo, los valores registrados para el índice de Shannon para el área de **SAR** y **CUSTF** nos demuestran una diversidad media, esto según Marrugan (1988); de igual forma, los valores arrojados por el índice de equitatividad nos muestran un estrato heterogéneo donde dominan, ya que según Marrugan (1988) los valores cercanos a 1 son especies comparten abundancias similares, es decir la probabilidad de tomar una especie al azar es la misma para todas las especies.

Por otro lado, cabe aclarar que estas especies son de ciclos anuales, lo que significa que se presentan cuando las condiciones climáticas son favorables y que tiene una fácil y rápida dispersión de semillas debido a agentes naturales como la velocidad del viento, incluso llegan a invadir muy fácilmente otros tipos de vegetación, por lo que este estrato no se verá afectado por la remoción de la vegetación.

También es importante mencionar que una de las medidas de mitigación será contribuir con la revegetación natural de las herbáceas una vez que se haya hecho la recomposición del suelo, es decir, los residuos vegetales resultantes del **CUSTF** (sobre todo arbustos, herbáceas, ramas y puntas de árboles) serán picados y colocados, evitando se mezclen con el resto del material removido. Posterior a los trabajos de remoción del suelo, el material orgánico será colocado en la parte superior con dos finalidades: 1) evitar dejar descubierto el suelo propenso a erosión y; 2) propiciar condiciones favorables para la regeneración de herbáceas y arbustos a fin de recuperar la cobertura vegetal en esa zona.

Conclusión

Con todo lo anteriormente expuesto, se puede concluir de forma preliminar que el tipo de vegetación de **VSA/SMQ** evaluado, muestra que el Proyecto incidirá en un ecosistema que presenta especies por afectar bien representadas fuera del sitio de **CUSTF**, por lo tanto, se garantiza que las poblaciones no se verán en riesgo. Ahora bien, es importante mencionar que las medidas de mitigación propuestas para el componente forestal están encaminadas a salvaguardar y contrarrestar los efectos que ocasionará el Proyecto sobre la estructura de la vegetación presente en los polígonos de **CUSTF**, considerando tanto las particularidades de cada tipo de vegetación como la integridad ambiental del área sujeta a cambio de uso de suelo.

Por lo tanto, la selección de las especies a reforestar responde al análisis integral de los valores estimados de la abundancia e importancia ecológica de las especies forestales identificadas.

Con los resultados obtenidos podemos concluir que el desarrollo del Proyecto no pone en riesgo la permanencia del recurso, ya que hay una diversidad similar en ambas áreas e incluso mayor en la SAR en algunos estratos, y aunado a las medidas de mitigación, como la reforestación, se demuestra que no se compromete la permanencia de diversidad florística presente en el área solicitada para el CUSTF, cumpliendo con este precepto de excepcionalidad "*La biodiversidad de los ecosistemas que se verán afectados se mantenga*".

Llama la atención que los valores de **IVI** por especie en algunos casos sean mayores en el área de **CUSTF** respecto a la **SAR**, por lo que es importante destacar la competencia interespecífica, definida como la interacción que se produce cuando individuos de distintas especies se disputan los mismos recursos en un ecosistema, en este sentido, la presencia de unos (riqueza específica) puede impactar en la población de los otros en cuanto a su abundancia, dominancia y frecuencia, y por tanto se promueve la proliferación.

B) Factor Fauna Silvestre.

A partir del muestreo realizado en las áreas de **CUSTF**, **AI** y **SAR** se obtuvo un listado del trabajo de campo, el cual arrojó como resultado un total de 70 especies de fauna, distribuidas en 3 grupos faunísticos, 21 órdenes, 39 familias y 63 géneros, teniendo que el grupo de las aves presentó el mayor número de especies con 56 registros y finalmente el grupo de los mamíferos con 8 especies.

La vegetación presente en el área que se somete a evaluación para el **CUSTF** corresponde a Vegetación secundaría arbórea de selva mediana subperennifolia, que en lo sucesivo se denominará **VSA/SMQ**, la clase faunística con el mayor número de individuos registrados en el sitio por lo que las especies registradas en el **SAR** fue la de las aves, con un total de 80 individuos, seguida por los mamíferos con 15 registros y los reptiles con 7. En el sitio **AI** se registraron 82 individuos de aves, 7 de mamíferos y 4 de reptiles. Finalmente, en el sitio **AP** se contabilizaron 78 individuos de aves, 2 de mamíferos y 2 de reptiles. La riqueza y la abundancia es más alta en el **SAR**, aunque cabe mencionar que en cuanto a la distribución de las especies es de tipo agregada para todos los grupos de comunidades existentes (Figura VI. 1).

Figura VI. 1 Riqueza especifica en el SAR, AI y CUSTF.

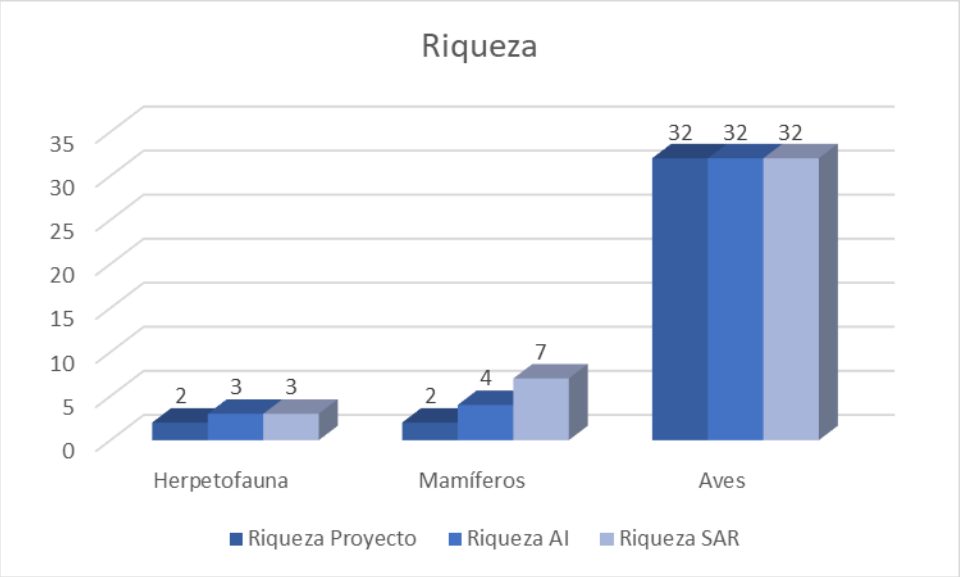


Tabla VI. 6 Listado de especies registradas por grupo faunístico y área muestreada.

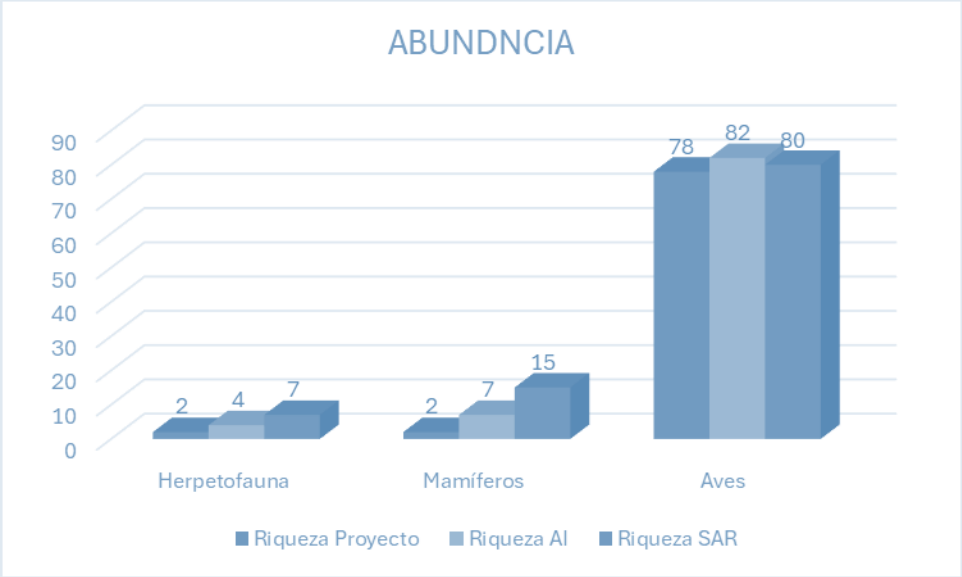
Clase	Orden	Familia	Género	Nombre Científico	Nombre Español	NOM-059	AI	AP	SAR
Aves	*Accipitriformes*	*Accipitridae*	*Buteo*	*Buteo plagiatus*	Aguililla Gris	SC	X		
			Buteogallus	*Buteogallus anthracinus*	Aguililla Negra Menor	Pr	X		
			Rupornis	*Rupornis magnirostris*	Aguililla Caminera	SC			X
	Anseriformes	*Anatidae*	*Dendrocygna*	*Dendrocygna autumnalis*	Pijije Alas Blancas	SC			X
	Apodiformes	*Trochilidae*	*Amazilia*	*Amazilia rutila*	Colibrí Canelo	SC	X		
	Caprimulgiformes	*Caprimulgidae*	*Chordeiles*	*Chordeiles acutipennis*	Chotacabras Menor	SC	X	X	X
	Cathartiformes	*Cathartidae*	*Cathartes*	*Cathartes aura*	Zopilote Aura	SC			X
			Coragyps	*Coragyps atratus*	Zopilote Común	SC		X	X
	Charadriiformes	*Charadriidae*	*Charadrius*	*Charadrius vociferus*	Chorlo Tildío	SC	X	X	X
		Scolopacidae	*Calidris*	*Calidris minutilla*	Playero Diminuto	SC	X	X	
			Tringa	*Tringa semipalmata*	Playero Pihuiuí	SC	X	X	
	Columbiformes	*Columbidae*	*Columbina*	*Columbina passerina*	Tortolita Pico Rojo	SC	X	X	X
				Columbina talpacoti	Tortolita Canela	SC		X	
			Leptotila	*Leptotila verreauxi*	Paloma Arroyera	SC	X	X	X
			Patagioenas	*Patagioenas flavirostris*	Paloma Morada	SC	X	X	X
			Streptopelia	*Streptopelia decaocto*	Paloma De Collar Turca	SC	X	X	X
			Zenaida	*Zenaida asiatica*	Paloma Alas Blancas	SC	X	X	X
	Cuculiformes	*Cuculidae*	*Crotophaga*	*Crotophaga sulcirostris*	Garrapatero Pijuy	SC			X
	Galliformes	*Cracidae*	*Ortalis*	*Ortalis vetula*	Chachalaca Oriental	SC	X	X	X
	Passeriformes	*Corvidae*	*Cyanocorax*	*Cyanocorax yucatanicus*	Chara Yucateca	SC	X	X	X
		Hirundinidae	*Hirundo*	*Hirundo rustica*	Golondrina Tijereta	SC	X		X
			Progne	*Progne subis*	Golondrina Azulnegra	SC		X	
			Riparia	*Riparia riparia*	Golondrina Ribereña	SC	X	X	
			Tachycineta	*Tachycineta albilinea*	Golondrina Manglera	SC	X	X	X
		Icteridae	*Dives*	*Dives dives*	Tordo Cantor	SC			X
			Icterus	*Icterus cucullatus*	Calandria Dorso Negro Menor	SC	X	X	X
				Icterus gularis	Calandria Dorso Negro Mayor	SC		X	
			Molothrus	*Molothrus aeneus*	Tordo Ojos Rojos	SC			X
			Quiscalus	*Quiscalus mexicanus*	Zanate Mayor	SC		X	
		Mimidae	*Mimus*	*Mimus gilvus*	Centzontle Tropical	SC	X	X	X
		Parulidae	*Geothlypis*	*Geothlypis trichas*	Mascarita Común	SC	X		
			Setophaga	*Setophaga citrina*	Chipe Encapuchado	SC			X
				Setophaga petechia	Chipe Amarillo	SC	X		
				Setophaga ruticilla	Pavito Migratorio	SC	X	X	
		Polioptilidae	*Polioptila*	*Polioptila caerulea*	Perlita Azulgris	SC	X	X	X
		Thraupidae	*Thraupis*	*Thraupis episcopus*	Tangara Azulgrís	SC			X
		Turdidae	*Turdus*	*Turdus grayi*	Mirlo Café	SC		X	
		Tyrannidae	*Megarynchus*	*Megarynchus pitangua*	Luis Pico Grueso	SC	X		
			Myiarchus	*Myiarchus tyrannulus*	Papamoscas Gritón	SC	X		
			Myiozetetes	*Myiozetetes similis*	Luisito Común	SC	X	X	X

Clase	Orden	Familia	Género	Nombre Científico	Nombre Español	NOM-059	AI	AP	SAR
			Pitangus	*Pitangus sulphuratus*	Luis Bienteveo	SC		X	X
			Tyrannus	*Tyrannus melancholicus*	Tirano Pirirí	SC	X		X
		Vireonidae	*Cyclarhis*	*Cyclarhis gujanensis*	Vireón Cejas Canela	SC		X	
			Vireo	*Vireo griseus*	Vireo Ojos Blancos	SC			X
				Vireo pallens	Vireo Manglero	Pr	X		
	Pelecaniformes	*Ardeidae*	*Ardea*	*Ardea alba*	Garza Blanca	SC			X
				Ardea ibis	Garza Ganadera	SC		X	X
			Egretta	*Egretta thula*	Garza Dedos Dorados	SC		X	
		Pelecanidae	*Pelecanus*	*Pelecanus occidentalis*	Pelícano Café	SC		X	
	Piciformes	*Picidae*	*Melanerpes*	*Melanerpes aurifrons*	Carpintero Cheje	SC			X
				Melanerpes pygmaeus	Carpintero Yucateco	SC	X	X	
	Psittaciformes	*Psittacidae*	*Amazona*	*Amazona xantholora*	Loro Yucateco	A	X		X
			Eupsittula	*Eupsittula nana*	Perico Pecho Sucio	Pr	X		
	Suliformes	*Anhingidae*	*Anhinga*	*Anhinga anhinga*	Anhinga Americana	SC		X	X
		Fregatidae	*Fregata*	*Fregata magnificens*	Fragata Tijereta	SC		X	
	Trogoniformes	*Trogonidae*	*Trogon*	*Trogon melanocephalus*	Coa Cabeza Negra	SC	X		
Mammalia	*Artiodactyla*	*Tayassuidae*	*Pecari*	*Pecari tajacu*	Pecarí De Collar	SC			X
	Carnivora	*Canidae*	*Urocyon*	*Urocyon cinereoargenteus*	Zorra Gris	SC	X	X	X
		Procyonidae	*Nasua*	*Nasua narica*	Coatí	SC	X	X	X
			Procyon	*Procyon lotor*	Mapache	SC			X
	Didelphimorphia	*Didelphidae*	*Didelphis*	*Didelphis marsupialis*	Tlacuache	SC			X
	Rodentia	*Dasyproctidae*	*Dasyprocta*	*Dasyprocta punctata*	Guaqueque	SC			X
		Erethizontidae	*Coendou*	*Coendou mexicanus*	Puercoespín	A	X		
		Sciuridae	*Sciurus*	*Sciurus yucatanensis*	Ardilla Yucateca	SC	X		X
Reptilia	*Squamata*	*Anolidae*	*Anolis*	*Anolis sagrei*	Abaniquillo Pardo Del Caribe	SC	X		
		Colubridae	*Mastigodryas*	*Mastigodryas melanolomus*	Culebra Lagartijera Común	SC	X		
		Iguanidae	*Ctenosaura*	*Ctenosaura similis*	Iguana Negra De Cola Espinosa	A		X	X
			Iguana	*Iguana iguana*	Iguana Verde	Pr			X
		Phrynosomatidae	*Sceloporus*	*Sceloporus chrysostictus*	Lagartija Espinosa De Puntos Amarillos	SC	X	X	X
Sauropsida	*Testudines*	*Cheloniidae*	*Chelonia*	*Chelonia mydas*	Tortuga Verde	P	X		X
Total	**21**	**39**	**63**	**70**		**6**	**40**	**36**	**43**

Realizar el análisis de riqueza específica es la forma más sencilla de medir la biodiversidad, puesto que se basa únicamente en el número de especies presentes, sin tomar en cuenta el valor de importancia de las mismas o la diversidad de la comunidad. Como se ha mencionado anteriormente, la composición faunística es muy similar y común en las áreas propuestas para cambio de uso de suelo y en las áreas muestreadas dentro del mismo tipo de vegetación en la SAR; en esta última se presentó una riqueza mayor, por lo que es posible inferir que las condiciones ecológicas y de hábitat son similares considerando que el grado de afectación es bajo.

Respecto a la abundancia absoluta, de manera general, el **SAR** se obtuvo un total de 102 registros: 80 aves, 15 reptiles y 7 mamíferos, mientras que para las áreas de **AI** fueron 93 registros: 82 de aves, 7 reptiles y 4 mamíferos, finalmente para el **CUSTF** fueron 82 registros: 78 de aves, 2 reptiles y 2 mamíferos, para el caso de tortugas solo se hizo el registro de **registro de avistamientos correspondientes a los 12 sitios donde se documentó actividad de anidación de tortugas**, sin implicar una cuantificación directa del **número de individuos** presentes tanto en el SAR como AI. (Figura VI.2).

Figura VI. 2 Abundancia CHF vs CUSTF



Avifauna

Debido a las características biológicas que presenta este grupo, tienen la facilidad de desplazarse fuera del área del proyecto una manera más eficaz.

Cabe destacar que la zona presenta áreas interrumpidas del hábitat para las especies silvestres, debido a los desarrollos turísticos aledaños que se han desarrollado anetrior al **Proyecto**, por lo que no se afectará de manera significativa a las poblaciones de aves durante la construcción del proyecto. Sin embargo, se proponen la recuperación de hábitat mediante la reforestación dentro de la **SAR** en la misma cantidad de superficie del **CUSTF**.

Tabla VI. 7 Índices de diversidad obtenidos con el muestreo en AP, AI y SAR.

	Proyecto (CUSTF)		AI		SAR	
	Diversidad (H')	Equitatividad (J')	Diversidad (H')	Equitatividad (J')	Diversidad (H')	Equitatividad (J')
Aves	3.10 (2.98-3.22)	0.89 (0.86-0.92)	3.07 (2.95-3.18)	0.88 (0.85-0.91)	3.06 (2.93-3.2)	0.88 (0.85-0.92)

En el caso de la avifauna, el **SAR** y **AI** se registraron 32 especies y en la **CUSTF** se registraron 32 especies obteniendo un valor de índice de Shannon-Wiener de 3.06, 3.07 y 3.10 respectivamente, los cuales entran en el rango de 2 a 4, refleja una diversidad media-alta. El escenario en el cual se encuentra la avifauna es: Que las especies de fauna registradas, presenten una alta representatividad tanto en el área solicitada para el **CUSTF** como en la unidad de análisis (**SAR** y **AI**), lo cual indican que el desarrollo del proyecto no representa una amenaza a las especies que se verán afectadas, pues se entiende que las mismas se encuentran perfectamente representadas en la unidad de análisis. Aunado a lo anterior, diversos estudios señalan que la relación entre la avifauna y la construcción del proyecto, no generara daños permanentes en las poblaciones; por lo tanto, el peligro es muy pequeño en comparación con otras causas de muerte de aves como son las carreteras y/o los derrames de combustibles fósiles en las costas marinas, además de que las aves por su capacidad de volar podrán colonizar rápidamente otro lugar.

No obstante, se propone hacer un monitoreo durante la realización de la obra, en este caso sólo se utilizarán el método de ruido para ahuyentar a los organismos rezagados, ya que el que se genera por la actividad de la maquinaria a utilizar será suficiente para que los individuos se puedan desplazar a otros lugares, sin olvidar que si hay incidencia de nidos con presencia de polluelos se colectarán y se reubicarán en zonas aledañas, para este grupo no será necesario realizar un rescate de forma directa ya que es difícil realizar su rescate y reubicación de grupo, y por su capacidad de volar solo se propone su ahuyentamiento.

Herpetofauna

En cuanto al índice de Shannon para el grupo de herpetofauna el valor en el área solicitada para el **CUSTF** es de 0.69, en el **AI** con un valor de 1.15 y en la **SAR** el valor es de 1.67 respectivamente, en el rango de 2 refleja una diversidad baja, con esto se observa que la diversidad de especies herpetofaunísticas está sufriendo cambios y destrucción en su hábitat debido a las actividades pecuarias que se llevan a cabo en la región y es por eso que sus poblaciones se han visto mermadas. Del listado taxonómico de las especies encontradas, se procedió a consultar la **NOM-059-SEMARNAT-2010** para verificar si alguna de las especies existentes en el área de **CUSTF**, está tipificada en algún estatus de conservación; se encontró 1 especies en la categoría de Amenazada (A): *Ctenosaura similis* (Iguana Negra De Cola Espinosa).

Tabla VI. 8 Índices de diversidad obtenidos con el muestreo en AP, AI y SAR.

	Proyecto		AI		SAR	
	Diversidad (H')	Equitatividad (J')	Diversidad (H')	Equitatividad (J')	Diversidad (H')	Equitatividad (J')
Herpetofauna	0.69 (0.34-1.04)	1 (0.5-1)	1.04 (0.80-1.27)	0.94 (0.85-1.04)	0.79 (0.46-1.13)	0.72 (0.52-0.92)

Es importante mencionar que el área de **CUSTF, AI** y **SAR** están más sometidas al desarrollo de actividades antropogénicas y fauna feral; factor al que se le atribuye la disminución de registros en la zona; por lo tanto este grupo presenta mayor vulnerabilidad al cambio de uso de suelo, ya que al remover la vegetación y el suelo para la construcción de los accesos y despalmes, fragmentará su hábitat directamente, y probablemente afectará a algunos individuos de las poblaciones que se encuentren sobre las líneas de trazo del Proyecto o en áreas de excavación; no obstante algunos organismos podrían verse beneficiados temporalmente ya que los montículos de suelo y vegetación removida suelen ser utilizados como guarida, nido o fuente de alimento. Por otro lado, el impacto que se generará será temporal y su importancia dependerá de la sensibilidad de las especies presentes, por lo cual se puede concluir que el desarrollo del Proyecto presentará un impacto temporal para las poblaciones de estas especies. En este caso todas las especies del grupo de herpetofauna se consideran dentro del Programa de Rescate y Reubicación de Fauna, y con ello contribuir al rescate de las especies de fauna silvestre de importancia ecológica, en estatus o de difícil reproducción.

Mastofauna

En cuanto a la mastofauna, la riqueza específica que se presenta en la **SAR** es mayor que en el **CUSTF** y **AI**, Se consultó la NOM-059-SEMARNAT-2010 para verificar si alguna de las especies existentes en el área de **CUSTF**, se encuentra tipificada bajo algún estatus de conservación y NO se encontró ninguna especie bajo alguna categoría.

Tabla VI. 9 Índices de diversidad obtenidos con el muestreo en AP, AI y SAR.

	Proyecto		AI		SAR	
	Diversidad (H')	Equitatividad (J')	Diversidad (H')	Equitatividad (J')	Diversidad (H')	Equitatividad (J')
Mastofauna	0.69 (0.34-1.04)	1 (0.5-1)	1.15 (0.87-1.43)	0.83 (0.70-0.96)	1.67 (1.39-1.96)	0.86 (0.74-0.98)

De manera general, se observa que las especies se encuentran bien representadas en el área de la **SAR**, **AI** y **CUSTF**. El escenario en el cual se encuentra la mastofauna es: las especies registradas, presentan una alta representatividad tanto en el área solicitada para el **CUSTF** como en la unidad de análisis (**SAR** y **AI**), de tal forma que el desarrollo del Proyecto no representa una amenaza para la subsistencia de las poblaciones, aunado a que los mamíferos tienen la capacidad de desplazarse (distribuirse, dispersarse) a sitios aledaños donde puedan obtener los requerimientos de alimento y refugio. Esta estrategia de dispersión se efectuará una vez que exista la presencia humana y la producción de ruidos ocasionados por la operación de maquinaria pesada; sin embargo, estos impactos sólo se producirán en la fase de construcción, mientras que, durante la fase de operación, las molestias a la fauna serán menores y de carácter temporal. Las especies de mamíferos voladores no se verán afectadas durante la realización de la obra y mucho menos durante la operación. Cabe hacer mención que se propone implementar un programa de rescate, reubicación y ahuyentamiento para evitar daños a las poblaciones silvestres Mastofaunísticas, con especial énfasis en especies de lento desplazamiento o que se encuentran en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Conclusión

Considerando que la abundancia y riqueza de especies es ligeramente mayor en el **SAR**, la diversidad biológica es muy similar **CUSTF** y **AI**, por ende, el resultado del índice de Shannon es

muy similar, sin embargo, el valor obtenido en ambos casos denota que el ecosistema se encuentra fragmentado en pequeños parches y es por eso que la distribución de las especies es de tipo agregada, con una diversidad media.

En resumen, para la superficie a impactar por el **CUSTF**, no se prevén afectaciones que pudieran poner en riesgo la viabilidad de las poblaciones locales de fauna, toda vez que existe una continuidad de los hábitats presentes en las áreas de **CUSTF** que va más allá de los límites de la **SAR**. Aunado a lo anterior, se planteó el Programa rescate, reubicación y ahuyentamiento, como medida para evitar afectaciones a individuos de poblaciones de fauna que pudieran encontrarse en las áreas de **CUSTF**, sobre todo en las fases de preparación del sitio y construcción. Por otro lado, el Proyecto no contempla la instalación de elementos que rompan la continuidad de los ecosistemas y que provoquen un efecto en el flujo de las interacciones biológicas que con el tiempo signifiquen afectaciones permanentes a la fauna local.

Para el caso de la fauna es importante resaltar que el Proyecto contempla la remoción y reubicación de individuos, no así de poblaciones o comunidades completas, además de proveer alternativas para el manejo y resguardo de los mismos mediante la implementación del Programa de rescate y reubicación de fauna se detallan las acciones, técnicas y tiempos a realizar sobre este factor ambiental, entre los que destacan:

- Previo a las actividades de desmonte y despalme, se identificarán nidos y madrigueras.
- En caso de encontrar madrigueras, si no tiene crías, se procederá a destruir o en su caso a su reubicación de los ejemplares.
- En caso de encontrar nidos ocupados con crías, éstos se reubicarán en áreas colindantes al sitio de cambio de uso del suelo que reúnan características semejantes a las originales.
- Realizar acciones para ahuyentar y rescatar las especies de hábitos subterráneos, de lento desplazamiento, principalmente de aquellas incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

La liberación de fauna se realizará en sitios adyacentes al **CUSTF**, a una distancia no mayor de 300 m. Los sitios de reubicación deberán cumplir los siguientes requisitos: presentar ambientes homólogos a las áreas donde ocurra el rescate, presencia de poblaciones de las mismas especies a liberar en el lugar, disponibilidad de microhábitats adecuados, según la especie. En virtud de lo anterior, no es factible predeterminar en este momento las áreas donde habrán de ser liberados; no obstante, se informará en los reportes correspondientes, las acciones realizadas, registrando las coordenadas del sitio donde el ejemplar fue capturado y del sitio donde fue liberado.

Medidas de mitigación y compensación que garantizan se mantenga la biodiversidad

- Que la superficie forestal por afectar por tipo de asociación de vegetación representa el 0.07% de VSA/SMQ, con relación a la vegetación forestal total presente de **SAR**.
- Las especies que proporcionan la estructura de la vegetación por afectar, y el tipo de vegetación susceptible a remover VSA/SMQ cuentan con una amplia distribución, los cuales van más allá de los límites propios de **SAR** y **AI**.
- Se pondrá en marcha el **Programa de rescate y reubicación de flora afectada por el CUSTF**, con el objetivo de preservar los individuos sujetos a protección especial, así como aquellas de interés etnobotánico, medicinal o comercial.

- Se pondrá en marcha el **Programa de ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna silvestre** con el objetivo de proteger las poblaciones registradas tanto en la superficie de **CUSTF** como en **SA** y **AI** en cuestión, enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, así como de aquellos individuos de lento desplazamiento que se encuentren en el predio de **CUSTF**.
- Se pondrá en marcha un **Programa de Educación Ambiental** al personal, en el cual serán tratados los temas relacionados con la protección, cuidado y respeto de las especies de flora y fauna silvestre, con énfasis en aquellas listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.
- Se implementará un **Programa de Reforestación, Restauración y Compensación Ambiental**, en el cual se incluye el manejo de especies nativas, principalmente de selva mediana subperennifolia (**VSA/SMQ**).
- Se pondrá en marcha un **Programa de Manejo Ambiental** para seguimiento de la efectividad de las medidas preventivas y de mitigación establecida en el **DTU-B Regional**.
- En ningún caso se afectará vegetación de manera temporal o permanente fuera de las áreas que no serán aprovechadas para el Proyecto.
- No se realizarán quemas de maleza durante las actividades de desmonte, ni serán utilizados productos químicos que afecten el rebrote natural de la vegetación.
- Se prohíbe la colecta o extracción de especies de flora silvestre en las áreas aledañas del predio del Proyecto.
- Se prohíbe la caza o captura de especies de fauna silvestre.

Por lo anterior se concluye, que la ejecución del Proyecto con base en las medidas de reducción, mitigación y compensación, se protege y mantiene la diversidad presente en el área del Proyecto y la continuidad funcional de la **SAR**, **por lo que no se pone en riesgo a la biodiversidad presente y las acciones de mitigación mantienen en la medida de lo posible su condición actual.**

VI.1.2. Erosión de los suelos.

En este apartado se presenta un amplio análisis comparativo de acuerdo con los tres escenarios desarrollados en el Capítulo IV y VII: Escenario 1 Sin CUSTF, Escenario 2 Con CUSTF y Escenario 3 con medidas de mitigación.

A continuación, se muestra los resultados que se tendría con las medidas de prevención y mitigación propuestas y desarrollados en el Capítulo VII.

Escenario 1

En este escenario se presenta las tasas de erosión y cantidad de erosión que se presenta en las condiciones actuales.

El agente erosivo agua tiene un efecto significativo en el proceso de erosión dentro del Proyecto, principalmente debido a las condiciones climáticas de tipo subhúmedo, en donde la precipitación media es superior a la media nacional, por lo cual hay disponibilidad de agua. Al mismo tiempo, existe otro agente erosivo; el viento. Este último fenómeno tiene un impacto poco significativo dentro del Proyecto, y se debe principalmente al alto contenido de humedad de la atmósfera en la zona, así como la alta precipitación, aunado a la poca evapotranspiración, alta cobertura del suelo y finalmente a la rugosidad y tipo de suelo. De ahí que no exista un alto arrastre y levantamiento de las partículas, ni tampoco una pérdida significativa del material fino de la superficie del suelo.

La condición actual de la vegetación se considera una vegetación perturbada, puesto que en el lugar hay evidencia de actividades agropecuarias como el ramoneo, el pastoreo y el aprovechamiento de los recursos naturales que ofrece la Vegetación secundaría arbórea de selva media subperennifolia; así mismo existe una pendiente baja que va desde los 0 a 0.5 % por lo que este factor no representa un problema en los procesos erosivos. A continuación, se presenta los resultados de la erosión eólica e hídrica actual para el Proyecto.

Tabla VI. 10 Tasas y cantidad de erosión hídrica sin CUSTF.

Fase de CUSTF	Erosión hídrica		Erosión eólica		Total
	Tasa de erosión sin CUSTF (ton/ha/año)	Volumen de erosión sin CUSTF (ton/año)	Tasa de erosión sin CUSTF (ton/ha/año)	Volumen de erosión sin CUSTF (ton/año)	(ton)
Fase 1	2.11	2.63	19.91	24.84	34.13
Fase 1	2.11	0.64	19.91	6.03	17.72
Fase 2	2.11	1.69	19.91	16.03	17.05
Fase 3	2.11	1.63	19.91	15.42	25.72
Fase 4	2.11	2.46	19.91	23.26	10.15
Fase 5	2.11	0.97	19.91	9.18	34.13
Total	**2.11**	**10.02**	**19.91**	**94.75**	**104.77**

En resumen, se tiene que la tasa de erosión hídrica presente en el Proyecto es de **2.11 ton/ha/año.** Por otro lado, la tasa de erosión eólica en las condiciones actuales va de **19.91 ton/ha/año**.

En ese sentido, la cantidad de erosión que se pierde en el área de **CUSTF** son de **10.02** toneladas de suelo por erosión hídrica y **80.32** toneladas por erosión eólica, lo que en suma son **94.75** toneladas de suelo en un periodo de un año.

Escenario 2

En este escenario se presentan las tasas y volúmenes estimados de erosión que podrían generarse tras la ejecución del cambio de uso de suelo en las áreas que conformaran el Proyecto. Una vez realizados el desmonte y el despalme, las actividades de construcción darán inicio de manera inmediata, lo cual será un factor clave para reducir el tiempo de exposición del suelo y, por ende, minimizar los procesos erosivos.

A continuación, se presenta los resultados de la erosión eólica e hídrica potencial para el Proyecto.

Tabla VI. 11 Tasas de erosión y cantidad de erosión hídrica y eólica con CUSTF por superficie.

Fase	Erosión hídrica		Erosión eólica		Total
	Tasa de erosión con CUSTF (ton/ha/año)	Volumen de erosión con CUSTF (ton/año)	Tasa de erosión con CUSTF (ton/ha/año)	Volumen de erosión con CUSTF (ton/año)	(ton)
Fase 1	4.68	5.84	72.42	90.31	119.49
Fase 1	4.68	1.42	72.42	21.92	62.04
Fase 2	4.68	3.77	72.42	58.27	59.68
Fase 3	4.68	3.62	72.42	56.06	90.06
Fase 4	4.68	5.47	72.42	84.59	35.55
Fase 5	4.68	2.16	72.42	33.39	366.81
Total	**4.68**	**22.27**	**72.42**	**344.54**	**119.49**

Como se muestra en la tabla anterior la tasa de erosión hídrica potencial es de **4.68 ton/ha/año**, Para la erosión eólica podemos observar que en el área solicitada para el **CUSTF** se tiene que la tasa de erosión eólica es de **72.42 ton/ha/año**. Por otro lado, la cantidad de erosión que se perdería en el área de **CUSTF** serían de **22.27 toneladas** de suelo por erosión hídrica **y 344.54 toneladas** de suelo por erosión eólica, lo que en suma son **119.49 toneladas** de suelo en un periodo de un año.

De esta forma, bajo el escenario de haber realizado el **CUSTF** se tiene que el suelo erosionado por el agua y el viento tiende a aumentar como consecuencia de la eliminación de la cobertura, por lo que para efectos de demostrar que el cambio de uso de suelo no implica el aumento de la erosión, con las medidas de mitigación y compensación se tiene que **recuperar las condiciones actuales del área de CUSTF en el área a mitigar** y con ello captar **262.04 toneladas de suelo** por la ejecución del CUSTF.

Escenario 3

Erosión hídrica

Como se mencionó en el Capítulo VII de este **DTU-B Regional**, las medidas de mitigación que se pretenden establecer en el **CUSTF** son: el acomodo del material vegetal muerto, la revegetación natural de pastos y herbáceas, reubicación de especies de flora nativa y la reforestación de especies nativas. Adicionalmente se proponen medidas de prevención antes y durante las actividades del **CUSTF**, como es la protección del material producto del desmonte y despalme, protección de tierras proveniente de las zanjas entre otros, detallados ampliamente en los capítulos mencionados. Todo ello con tal de disminuir la velocidad del viento, aumentar la humedad del suelo, disminuir el levantamiento de partículas y evitar el arrastre de partículas en un evento de precipitación. A continuación, se presentan los resultados de la erosión en la cual se demuestra la disminución de

las tasas de erosión, así como el suelo retenido estimado de la reforestación. Con el fin de facilitar la interpretación de los resultados se presenta las tablas siguientes.

Tabla VI. 12 Tasas de erosión hídrica en tres escenarios

Tasas de erosión hídrica en tres escenarios (ton/ha/año)			
Criterio	**Sin proyecto**	**Con proyecto**	**Con medidas de mitigación al año 4**
Reforestación, revegetación natural, Acomodo del material vegetal muerto, Medidas de prevención y Reubicación de flora	**2.11**	**4.68**	**0.47**

Tabla VI. 13 Cantidad de erosión hídrica en tres escenarios.

Cantidad de erosión hídrica en tres escenarios (ton/año)				
Criterio	**Sin proyecto**	**Con proyecto**	**Con medidas de mitigación al año 4**	**Suelo recuperado en los 4 años (ton).**
Reforestación, revegetación natural, Acomodo del material vegetal muerto, Medidas de prevención Reubicación de flora	**10.22**	**94.75**	**2.22**	**28.89**

Como se resume en las tablas anteriores, las tasas de erosión hídrica se logran reducir con la implementación de las medidas de mitigación, teniendo al año 5 una pérdida de suelo por hectárea menor al escenario **Sin CUSTF**. Así mismo se mitiga las **12.22 toneladas** de suelos que se perdería por efectos del **CUSTF**. El suelo retenido se detalla a continuación en el siguiente apartado.

Tabla VI. 14 Cantidad de erosión hídrica en tres escenarios.

Escenario	Año	Tasa de erosión (t/ha/año) actual	Volumen (ton/año) actual	Tasa de erosión recuperado anualmente (ton)	Volumen acumulado (ton)
1	**Sin CUSTF**	**2.10**	**10.00**	**2.10**	**10.00**
2	**Con CUSTF**	**4.67**	**22.22**	**4.67**	**22.22**
3	año 1	2.80	13.33	2.80	13.33
	año 2	1.87	8.89	1.87	22.22
	año 3	0.93	4.44	0.93	26.67
	año 4	0.47	2.22	0.47	28.89
	año 5	0.00	0.00	0.00	28.89
		Volumen acumulado recuperado en 5 años			**28.89**
			Volumen para mitigar	**12.22**	
			Volumen recuperado después de la mitigación	**16.67**	

Conforme a estos resultados de estimación de la erosión en tres escenarios, se demuestra que, con la aplicación de las medidas de mitigación, la erosión hídrica disminuiría paulatinamente conforme se vaya estableciendo la reforestación y demás medidas orientadas a la prevención, como el manejo del material vegetal muerto. En ese tenor, al año 4 la tasa de erosión estimada y la erosión total en las áreas de mitigación sería menor a la que se erosiona actualmente en el área de **CUSTF**. Así mismo se recuperaría el suelo durante los 5 años siguientes al desmonte y despalme tanto *in situ* como en el área de reforestación, es decir se mitigaría por completo las **12.22 toneladas** de suelo

que se perdería en caso de que se ejerza el **CUSTF**. Adicionalmente hay una recuperación de **16.67 toneladas** de suelo.

Por lo tanto, se concluye que no hay una afectación permanente al recurso suelo por efectos del **CUSTF** y se da cumplimiento con el precepto de excepcionalidad que dice:

- *La erosión de los suelos se mitigue en las áreas afectadas por la remoción de la vegetación forestal.*

Los cálculos de los datos de la erosión hídrica por tipo de suelo y medida de mitigación se encuentran en el **Anexo VII: Apéndice VI.1. Memoria de cálculo de la erosión hídrica y su medida de mitigación.**

Erosión Eólica

Las medidas de mitigación para la erosión eólica serán las mismas que la erosión hídrica, con la diferencia de que para disminuir este fenómeno se proponen otras medidas de carácter preventivo como la protección del suelo extraído del desmonte y despalme, así como de la tierra removida, esto se realizaría con costales y material vegetal muerto. A continuación, se presentan los resultados de la erosión eólica con medidas de mitigación.

Tabla VI. 15 Tasas de erosión eólica en tres escenarios.

Tasas de erosión eólica en tres escenarios (ton/ha/año)			
Criterio	**Sin proyecto**	**Con proyecto**	**Con medidas de mitigación al año 4**
Reforestación, revegetación natural, Acomodo del material vegetal muerto, Medidas de prevención y Reubicación de flora	**19.91**	**72.42**	**7.2**

Tabla VI. 16 Cantidad de erosión eólica en tres escenarios.

Cantidad de erosión eólica en tres escenarios (ton/año)				
Criterio	**Sin proyecto**	**Con proyecto**	**Con medidas de mitigación al año 4**	**Suelo recuperado en los 4 años (ton).**
Reforestación, revegetación natural, Acomodo del material vegetal muerto, Medidas de prevención Reubicación de flora	**94.75**	**333.54**	**34.5**	**447.91**

Como se resumen en las tablas anteriores, las tasas de erosión eólica se logran reducir con la implementación de las medidas de mitigación y este es igual al año 4. El suelo retenido se detalla a continuación en el siguiente apartado:

Tabla VI. 17 Cantidad de erosión eólica en tres escenarios.

Escenario	Concepto	Tasa de erosión (t/ha/año)	Volumen de suelo recuperado (ton/año)	Tasa recuperada anualmente (ton)	Volumen acumulado de suelo recuperado (ton)
1	Sin CUSTF	**19.9**	**94.75**	**19.91**	**94.75**
2	Con CUSTF	**72.4**	**344.54**	**72.42**	**344.54**
3	Año 1	43.5	206.7	43.45	206.73
	Año 2	29.0	137.8	28.97	344.54
	Año 3	14.5	68.9	14.48	413.45
	Año 4	7.2	34.5	7.24	447.91
	Año 5	0.0	0.0	0.00	447.91
		Volumen acumulado recuperado en 5 años		**447.91**	
		Volumen para mitigar		**249.79**	
		Volumen adicional recuperado		**198.11**	

Conforme a estos resultados de estimación de la erosión eólica en tres escenarios, se demuestra que, con la aplicación de las medidas de mitigación, la erosión disminuiría paulatinamente conforme se vaya estableciendo la reforestación, las obras de conservación de suelo y demás medidas orientadas a la prevención, como el manejo del material vegetal muerto. En ese tenor, al año 5 la tasa de erosión estimada y la erosión total sería menor a la que se erosiona actualmente en el área de **CUSTF**. Así mismo se recuperaría **447.91** toneladas de suelo durante los 4 años siguientes al desmonte y despalme, es decir se mitigaría por completo las **249.79** toneladas de suelo acumulados que se perdería en caso de que se ejerza el **CUSTF** en la superficie de **CUSTF** y durante los 4 años en que se aplicaría las medidas de mitigación.

Por lo tanto, se concluye que no hay una afectación permanente al recurso suelo por efectos del **CUSTF** y por tanto se mitiga. Dando cumplimiento al precepto de excepcionalidad que a la letra dice:

"demuestren que la biodiversidad de los ecosistemas que se verán afectados se mantenga, y que la erosión de los suelos, el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación se mitiguen en las áreas afectadas por la remoción de la vegetación forestal."

Los cálculos de los datos de la erosión hídrica por tipo de suelo y medida de mitigación se encuentran en el **Anexo VII: Apéndice VII.1. Memoria de cálculo de la erosión hídrica, eólica y balance hídrico con medidas de mitigación**

Medidas de mitigación y compensación que aseguran el mantenimiento de la erosión hídrica y eólica no es mayor al actual

- El despalme y desmonte del terreno será programado y gradual, de acuerdo al avance del programa de obra, de tal manera que una vez desmontada un área, inmediatamente se empiece con las actividades de construcción en la misma y así sucesivamente con la finalidad de evitar que queden zonas desprovistas de vegetación y, por tanto, expuestas al efecto del viento provocando la pérdida de suelo.
- En caso de algún retraso en el inicio de la construcción una vez que se ha eliminado la cobertura vegetal, se deberán realizar las actividades de retención de suelo para el control de erosión.

- El promovente se asegurará, mediante contratos e inspecciones periódicas, que los vehículos autorizados de los contratistas no presenten goteos de combustible y/o aceites.
- Se pondrá en marcha un **Programa de Vigilancia Ambiental** para seguimiento de la efectividad de las medidas preventivas y de mitigación establecida en el **DTU-B Regional**.

VI.1.3. Captación y calidad del agua.

Análisis comparativo de los escenarios de infiltración

Para demostrar que el desarrollo del Proyecto no se contrapone con el precepto de excepcionalidad del artículo 93 de la **LGDFS** que refiere a que la ejecución del **CUSTF** no compromete el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación, se presentan los resultados determinados en el Capítulo IV del **DTU-B Regional**.

La finalidad es exponer, de manera cuantitativa, que el desarrollo del Proyecto mitiga los impactos adversos que originan la disminución de la captación y la calidad del agua en el predio propuesto para **CUSTF**.

Tabla VI. 18 Resumen del Balance Hídrico en 3 escenarios

Balance hídrico	Escenario 1 Condiciones actuales (m^3/año)	Escenario 2 Después del CUSTF (m^3/año)	Escenario 3 Año 4 (m^3/año)
Volumen precipitado	11,061.66	11,061.66	11,061.66
Volumen evapotranspirado	10,491.41	10,491.41	10,491.41
Volumen de escurrimiento	58.26	494.92	49.78
Potencial de infiltración	511.99	75.33	520.47

Con las medidas de mitigación implementadas a partir del año 1 se comienzan a recuperar, tanto el volumen de escurrimiento como el potencial de infiltración, teniendo que una vez ejecutado el **CUSTF** se tendría un volumen de escurrimiento de **494.92 m^3** y una vez ejecutadas las medidas de mitigación, este será de **49.78 m^3** al año 4. De igual manera, el potencial de infiltración, una vez ejecutado el **CUSTF** sería de **75.33 m^3**, mientras que, con la implementación de las medidas, este pasaría a **520.47 m^3** al año 5. Por lo que se puede inferir que el Proyecto no tendrá una afectación permanente, e incluso aumentará el potencial de infiltración a partir del año 3 y hasta el año 4, dando cumplimiento con el precepto de excepcionalidad establecido en la Ley General De Desarrollo Forestal Sustentable (Artículo 93 fracción séptima), la cual dice:

"demuestren que la biodiversidad de los ecosistemas que se verán afectados se mantenga, y que la erosión de los suelos, el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación se mitiguen en las áreas afectadas por la remoción de la vegetación forestal."

Los cálculos del balance hídrico con **CUSTF**, sin **CUSTF** y con medidas de mitigación se detallan en el **Anexo VII.1. Memoria de cálculo de la erosión hídrica, eólica y balance hídrico con medidas de mitigación.**

Medidas de mitigación y compensación que aseguran el mantenimiento de que la captación y calidad del agua

Las medidas de compensación y mitigación aseguran el mantenimiento de la captación y calidad del agua al actual, a través de las siguientes acciones:

- Se pondrá en marcha el **Programa de rescate y reubicación de flora afectada por el CUSTF**, con el objetivo de preservar los individuos sujetos a protección especial, así como aquellas de interés etnobotánico, medicinal o comercial.
- Se instrumentará el **Programa de Manejo Integral de Residuos** (incluyendo sólidos urbanos, residuos de manejo especial y residuos peligrosos).
- Se implementará un **Programa de Reforestación, Restauración y Compensación Ambiental** en una superficie igual a la que será afectada por el cambio de uso de suelo (**4.7577 ha**), incluye el manejo de especies nativas principalmente de vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia (**VSA/SMQ**).
- Se pondrá en marcha un **Programa de Manejo Ambiental** para seguimiento de la efectividad de las medidas preventivas y de mitigación establecida en el **DTU-B Regional**.

Conclusión.

El cambio de uso de suelo en terrenos forestales requerido para la ejecución del presente Proyecto no representa un riesgo significativo para la biodiversidad local, ya que el área de intervención se encuentra conformada principalmente por vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia (**VSA/SMQ**), la cual no corresponde a un ecosistema crítico ni prioritario para la conservación. Asimismo, únicamente se ha registrado la presencia de una especie enlistada en categoría de riesgo conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010. Para mitigar los impactos sobre la cobertura vegetal, la fauna silvestre y los servicios ambientales asociados, se implementarán medidas como reforestación, revegetación natural, acomodo del material vegetal muerto en sitio, aplicación de obras de prevención (como control de erosión y manejo de escurrimientos), así como la reubicación de ejemplares de flora cuando sea técnica y ecológicamente viable. Previo al inicio de los trabajos, se llevará a cabo un Programa de Ahuyentamiento y Rescate de Fauna Silvestre, a fin de permitir el desplazamiento voluntario de especies presentes hacia hábitats seguros y, en caso necesario, el rescate y reubicación por personal especializado, con base en los lineamientos normativos vigentes. Una vez concluidas las actividades del Proyecto, se ejecutará un programa de restauración ecológica que incluirá la preparación del terreno, revegetación con especies nativas propias del ecosistema original y el monitoreo del área intervenida durante un periodo mínimo de cinco años. Estas acciones permitirán la recuperación paulatina de la estructura, composición y funcionalidad del ecosistema, en apego a la normatividad ambiental vigente y a los lineamientos técnicos establecidos por la autoridad competente.

VI.2. Justificación Económica.

La inversión para el desarrollo de una zona hotelera en el Municipio de Solidaridad responde a la creciente demanda turística que caracteriza a la región, consolidada como uno de los destinos más importantes del Caribe Mexicano. Según el Observatorio Turístico de Quintana Roo, Solidaridad recibió más de 3.5 millones de turistas en el último año, con un crecimiento anual promedio del 4.5% en visitantes nacionales e internacionales, lo que genera una necesidad constante de infraestructura turística moderna, sustentable y competitiva.

Aspecto técnico

El área propuesta para el Proyecto cuenta con condiciones naturales privilegiadas, caracterizadas por vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia, así como proximidad a atractivos turísticos reconocidos, como playas, Playa del Carmen, zonas arqueológicas y áreas naturales protegidas. La infraestructura vial y aérea es favorable, con acceso cercano al Aeropuerto Internacional de Cancún y vías terrestres que conectan con otros polos turísticos. El Proyecto será desarrollado bajo criterios de sostenibilidad ambiental, implementando tecnologías para la gestión eficiente de agua, energía y residuos sólidos, alineándose con las normas oficiales mexicanas (NOM) aplicables y con los lineamientos del Programa de Manejo Ambiental Local.

Aspecto económico

Se estima que la construcción generará aproximadamente 150 empleos directos, incluyendo mano de obra calificada y no calificada, y cerca de 300 empleos permanentes en la operación, abarcando áreas de servicios, administración y mantenimiento. Esta generación de empleo promoverá la formalización laboral y contribuirá al desarrollo de competencias locales.

La derrama económica prevista beneficiará a sectores relacionados, tales como transporte, comercio, gastronomía y actividades culturales, fortaleciendo la economía regional. Asimismo, la inversión fortalecerá la recaudación fiscal local y estatal a través de impuestos turísticos, hospedaje y prediales, permitiendo mayores recursos para infraestructura pública y servicios comunitarios.

Este desarrollo turístico se alinea con el Plan Municipal de Desarrollo Turístico de Solidaridad 2020-2024 y con la Estrategia Estatal de Turismo Sustentable, promoviendo la diversificación económica, el crecimiento ordenado y la conservación ambiental, garantizando beneficios sociales y económicos para la población local.

Inversión estimada

La inversión proyectada para el desarrollo del Proyecto asciende a aproximadamente **5 millones de dólares**, destinados a la **infraestructura hotelera**, **equipamiento**, **obras complementarias** y la implementación de **sistemas sustentables**.

Asimismo, se presenta a continuación un cuadro con los **costos estimados asociados a las medidas de mitigación y prevención** de los impactos ambientales derivados del Proyecto:

Tabla VI. 19 Inversión requerida para las medidas ambientales.

Medida ambiental	Descripción	Costo estimado (MXN)	Costo estimado (USD)
Programa de rescate y ahuyentamiento de fauna silvestre	Actividades para proteger y reubicar fauna durante las etapas del Proyecto	$350,000.00	$18,881.26
Programa de rescate y reubicación de flora silvestre	Identificación, extracción y reubicación de especies vegetales nativas	$3,000,000.00	$161,839.36
Mantenimiento de acopio temporal de especies (12 meses)	Cuidado y monitoreo de especies rescatadas en instalaciones temporales	$850,000.00	$45,854.48
Programa de vigilancia ambiental (12 meses)	Supervisión del cumplimiento ambiental durante la fase de construcción	$850,000.00	$45,854.48
Monitoreo de la calidad del agua y del suelo	Evaluación periódica de la calidad del agua subterránea y características del suelo	$400,000.00	$21,578.58
Construcción de bordos perimetrales	Infraestructura para control de escurrimientos y protección del sitio	$200,000.00	$10,789.29
Planta de tratamiento de aguas residuales	Operación, mantenimiento y monitoreo de la planta	$400,000.00	$21,578.58
Planta desalinizadora	Operación, mantenimiento y monitoreo de la planta desalinizadora	$400,000.00	$21,578.58
	Total, estimado	**$6,450,000.00**	**$347,954.61**

Nota: Estas medidas de mitigación fueron calculadas con base en el tipo de cambio del dólar ($1.00 USD a $18.54 MXN) correspondiente al **24 de julio de 2025**.

Cumplimiento Ambiental y Plan de Manejo Ambiental (PMA)

1. Cumplimiento Ambiental

- **Permisos y autorizaciones:**
  - Documento técnico unificado (DTU) aprobado por la SEMARNAT.
  - Licencia de Uso de Suelo y Construcción conforme al Plan Municipal de Desarrollo Urbano.
  - Autorizaciones para manejo y disposición de residuos y aguas residuales.
- **Normatividad aplicada:**
  - Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA).
  - Normas Oficiales Mexicanas (NOMs) para manejo de agua, energía y residuos.
  - Reglamentos municipales y estatales para el desarrollo turístico y ambiental.
- **Monitoreo ambiental:**
  - Programas de monitoreo de calidad de agua, suelo y aire.
  - Seguimiento y control de la biodiversidad durante y después de la obra.

2. Plan de Manejo Ambiental (PMA)

a) Medidas preventivas

- Diseño y construcción con tecnologías limpias y eficiencia energética.
- Protección de áreas naturales sensibles dentro y alrededor del predio.

- Manejo adecuado de residuos sólidos y líquidos, evitando contaminación.
- Control de erosión y manejo de escurrimientos pluviales.
- Capacitación continua del personal en buenas prácticas ambientales.

b) Medidas de mitigación

- Reforestación y revegetación con especies nativas en zonas intervenidas.
- Programa de ahuyentamiento y rescate de fauna silvestre.
- Instalación de sistemas de tratamiento de aguas residuales con tecnologías adecuadas.
- Uso racional del agua y energía mediante dispositivos de bajo consumo.

c) Medidas de compensación

- Creación de áreas verdes y corredores biológicos dentro del Proyecto.
- Apoyo a programas locales de conservación ambiental y educación ambiental comunitaria.

d) Seguimiento y evaluación

- Inspecciones periódicas durante la construcción y operación.
- Informes semestrales de cumplimiento ambiental dirigidos a la autoridad competente.
- Ajustes operativos según resultados del monitoreo ambiental.

VI.3. Justificación Social.

Desde la perspectiva social, la justificación del proyecto **"HOTEL TERRAESMERALDA PUNTA MAROMA"** se basa en dos vertientes complementarias:

En primer lugar, el Proyecto atiende la creciente demanda turística en la **Riviera Maya**, específicamente en el municipio de **Solidaridad, Quintana Roo**, reconocido como uno de los destinos turísticos de mayor crecimiento en el país. El desarrollo está orientado al segmento de **ingresos medios y altos**, lo que contribuirá a diversificar y fortalecer la oferta turística de la región, en línea con los objetivos del Programa de Desarrollo Turístico del Estado de Quintana Roo 2023-2027 y el Plan Municipal de Desarrollo de Solidaridad.

En segundo lugar, se prevé una **importante generación de empleos**, tanto en la fase de construcción como en la etapa operativa. Durante la ejecución del Proyecto, se estima la creación de más de **150 empleos directos temporales**, incluyendo mano de obra calificada (albañiles, técnicos, ingenieros) y no calificada, además de al menos **100 empleos indirectos** vinculados a la cadena de suministro (proveedores locales, transportistas, comerciantes). En la etapa operativa, el hotel empleará de forma permanente a aproximadamente **220 personas**, abarcando áreas como hospedaje, alimentos y bebidas, mantenimiento, servicios generales y administración.

Todos los empleos formales estarán sujetos a lo establecido en la **Ley Federal del Trabajo**, garantizando prestaciones legales, seguridad social y condiciones laborales dignas, lo que impactará positivamente en la calidad de vida de los trabajadores y sus familias.

Asimismo, el Proyecto incentivará la participación de proveedores y microempresas locales, en coordinación con programas como el Fondo de Fomento a la Economía Social (INAES) y Jóvenes Construyendo el Futuro, promoviendo la inclusión y el desarrollo comunitario.

Finalmente, la operación del hotel aportará al fortalecimiento de la hacienda pública a través del pago de impuestos sobre nómina, hospedaje y predial, recursos que pueden destinarse a infraestructura, educación, salud y programas sociales en beneficio de la población local y regional.

En conjunto, este proyecto representa una **oportunidad integral de desarrollo económico y social**, que contribuirá al crecimiento ordenado, equitativo y sustentable del Municipio de Solidaridad y del Estado de Quintana Roo.

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO (DTU) MODALIDAD B REGIONAL

CAPITULO VII:

MEDIDAS DE PREVENCION Y MITIGACION DE IMPACTOS SOBRE LOS RECURSOS FORESTALES.

PROYECTO:

"HOTEL TERRAESMERALDA PUNTA MAROMA"

PROMOVENTE:

TERRAESMERALDA, S.A. DE C.V.

ELABORÓ:

ABF SERVICIOS TÉCNICOS, S.C.

2025

Índice

VII. MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS SOBRE LOS RECURSOS FORESTALES. 4

VII.1. Estrategias para la prevención y mitigación de impactos ambientales, acumulativos y residuales del sistema ambiental regional. 4

VII.2. Proceso para mejorar y adoptar las medidas 5

VII.3. Criterios de evaluación y selección de las medidas de mitigación. 5

VII.4. Diseño e integración de las estrategias. 17

VII.4.1. Descripción de las estrategias o sistemas de medidas de mitigación 17

VII.5. Programa de Vigilancia Ambiental 28

VII.5.1. Objetivo General 28

VII.5.2. Objetivos específicos 28

VII.5.3. Metas y Alcances del PVA 29

VII.5.4. Responsables de la ejecución del PVA 30

VII.6. Información necesaria para la fijación de montos para fianzas 38

VII.7. Estimación del costo de las actividades de restauración con motivo del cambio de uso de suelo 38

VII.7.1- Estimación de los costos de las actividades de reforestación 40

VII.7.1.1.- Evaluación preliminar (selección del sitio) 40

VII.7.2.- Selección de las especies a plantar (selección del sitio) 40

VII.7.3.- Adquisición y características de la planta utilizada. 41

VII.7.4.- Preparación del terreno. 42

VII.7.5.- Diseño de la plantación 42

VII.7.6.- Plantación 43

VII.7.7. Época de plantación. 43

VII.7.8.- Asistencia técnica. 44

VII.8.- Costo total estimado de las actividades de reforestación por el cambio de uso de suelo propuesto. 44

VII.8.2- Estimación de los costos de las actividades de mantenimiento 44

VII.8.2.1.- Replantación. 44

VII.8.2.2.- Apertura de Brechas cortafuego o mantenimiento 45

VII.8.2.3.- Costo total estimado de las actividades de mantenimiento. 46

VII.8.3.- Asesoría técnica 46

Índice Tablas

Tabla VII.1. Atención de impactos ambientales de acuerdo con los programas ambientales propuestos (PVA = Programa de Vigilancia Ambiental, AE = Acciones Específicas, PCS = Programa de Conservación de Suelos, PMIR = Programa de Manejo Integral de Residuos, PRRCA = Programa de Reforestación, PRRF = Programa

de Rescate y Reubicación de Flora, PARRF = Programa de Ahuyentamiento, Rescate y Reubicación de Fauna, PEA = Programa de Educación Ambiental). 9

Tabla VII.2. Medidas de mitigación, prevención y compensación propuestas para el Proyecto. 10

Tabla VII.3. Descripción de la línea estratégica "Conservación de la calidad atmosférica" 18

Tabla VII.4. Descripción de la línea estratégica "Conservación de la calidad del agua" 20

Tabla VII.5. Descripción de la línea estratégica "Conservación de las condiciones edáficas". 21

Tabla VII.6. Descripción de la línea estratégica "Conservación de los indicadores de biodiversidad" 23

Tabla VII.7. Descripción de la línea estratégica "Conservación de las condiciones paisajísticas". 25

Tabla VII.8. Relación de los Programas y acciones específicas planteadas, sus indicadores de éxito y resultados esperados 26

Tabla VII.9. Matriz de valoración de impactos (significancia de los impactos ambientales sin medidas de mitigación y con medidas de mitigación). 36

Tabla VII.10. Impactos residuales identificados para el Proyecto. 38

Tabla VII.11. Costos previstos para la evaluación preliminar 40

Tabla VII.12. Especies utilizadas para la reforestación de la superficie de CUSTF 41

Tabla VII.13. Plantas necesarias para la Reforestación con un 20% de reposición 42

Tabla VII.14. Costos requeridos para la etapa de preparación del terreno (obras de restauración de suelos) 42

Tabla VII.15. Costos requeridos para la fase de plantación 43

Tabla VII.16. Costos requeridos para la asistencia técnica durante la restauración 44

Tabla VII.17. Costos de reforestación 44

Tabla VII.18. Costo Total de mantenimiento en un sistema tropical 45

Tabla VII.19. Costos de protección en un sistema tropical 45

Tabla VII.20. Costos requeridos brechas corta fuego o mantenimiento 45

Tabla VII.21. Costos de mantenimiento 46

Tabla VII.22. Costos de asesoría técnica 46

Tabla VII.23. Total de los costos de restauración en un sistema tropical 46

VII. MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS SOBRE LOS RECURSOS FORESTALES.

VII.1. Estrategias para la prevención y mitigación de impactos ambientales, acumulativos y residuales del sistema ambiental regional.

Una vez identificados los impactos ambientales que pudieran ser originados por el establecimiento y desarrollo del Proyecto, se requiere planificar y diseñar un conjunto de acciones o medidas que estén orientadas a la prevención, anulación y mitigación de los impactos ambientales significativos que se han identificado con anterioridad, es decir, elaborar el planteamiento de estrategias de prevención y mitigación de impactos.

El conjunto de medidas de mitigación: protectoras, correctoras o compensatorias, tendrá como objetivo principal evitar, disminuir, modificar o compensar el efecto del Proyecto en el ambiente.

Además de que su planteamiento consiste en proponer alternativas que pueden actuar sobre el diseño del Proyecto, variación en la ubicación de algún componente o tipos de materiales a utilizar, entre otros.

Esto con la intención de aprovechar de forma óptima las oportunidades que brinda el medio ambiente, para que el Proyecto tenga éxito de acuerdo con el principio de integración ambiental que tiene como base la elaboración de este DTU.

En este sentido, la finalidad de este ejercicio es el proponer acciones que se integraran en estrategias dirigidas a que los impactos ocasionados por el establecimiento del Proyecto y su operación lleguen a niveles aceptables, así como compensar el daño mediante la generación de efectos positivos que sean equivalentes a los impactos de carácter negativo y residual.

Para alcanzar una concepción ambientalmente sustentable del **Proyecto**, la identificación de las medidas específicas se aborda mediante una valoración integral de distintas propuestas desde un enfoque de viabilidad ambiental, de factibilidad técnica y de factibilidad económico – financiera. El diseño de estas medidas se realizó abordando distintos elementos: ya sea atendiendo al agente causante del impacto para mejorar su comportamiento con el ambiente y, en caso contrario, atendiendo al medio receptor para aumentar su homeostasia y su resiliencia o para atenuar los efectos resultantes.

De acuerdo con lo que recomienda la guía que pone a disposición la autoridad, en este apartado del DTU, las propuestas de acciones o medidas de atenuación, prevención, reversibilidad y compensación que conformarán las diversas estrategias, se enfocarán en atender y reducir la relevancia de los impactos adversos que el **Proyecto** pudiera ocasionar en el ambiente, haciendo

énfasis en los significativos, residuales y acumulativos; aunque como ya ha quedado expuesto en el capítulo anterior, ausentes en este Proyecto dado su efecto bien delimitado.

Para integrar las medidas de prevención, mitigación y compensación, la empresa promovente ha considerado que un Programa de Vigilancia Ambiental es el instrumento idóneo para concentrar el seguimiento brindado a cada una de las medidas adoptadas.

Con base en lo anterior, un factor sustantivo es la consideración de acciones de monitoreo para garantizar el cumplimiento de las medidas que se definan y se propongan, la efectividad ambiental de las mismas, el seguimiento a la prevención, mitigación o compensación.

VII.2. Proceso para mejorar y adoptar las medidas

El proceso para la selección de las medidas que integran las estrategias se basó en la búsqueda de acciones que puedan atenuar o compensar los distintos impactos ambientales, mediante la evaluación de su viabilidad, para lograrlo es necesario realizar:

1. Identificación de ideas/posibilidades, partiendo de la estructura que definió y describió los impactos y sus relaciones (Capítulo V), en un trabajo de consulta a los expertos que participaron en el desarrollo de los estudios que integraron este DTU, se elaboró un conjunto de propuestas (lista de posibilidades) para prevenir, mitigar o compensar los impactos ambientales.

2. Se depuró la lista de posibilidades de cada propuesta, mediante un proceso de valoración en términos de su viabilidad, de su eficiencia y de su viabilidad económica.

3. Se realizó una selección de las medidas que hubieran satisfecho los tres criterios de valoración empleados.

4. Las medidas fueron agrupadas en estrategias que tendieran a asegurar la viabilidad ambiental del **Proyecto**.

5. Se realizó una descripción de cada estrategia para establecer algunos lineamientos que la definieran, sintetizaran su descripción y permitieran establecer su umbral de ejecución.

6. Las estrategias con sus medidas fueron integradas al Programa de Vigilancia Ambiental (**PVA**).

VII.3. Criterios de evaluación y selección de las medidas de mitigación.

Para la identificación y adopción de las medidas se consideraron los siguientes criterios:

a) Viabilidad técnica: las medidas que se seleccionaron deben estar justificadas técnicamente y tener coherencia con los procesos constructivos, productivos del Proyecto, con el requerimiento de

superficie, características de funcionamiento, necesidad de mantenimiento, implicaciones legales y administrativas, entre otras.

b) Eficacia y eficiencia ambiental: se evalúa la capacidad que tiene la medida para abarcar y lograr los objetivos que se pretenden, incluye el impacto residual y el de la propia medida; en tanto la eficiencia se refiere a la relación existente entre los objetivos que consigue y los medios necesarios para conseguirlos.

c) Viabilidad económica y financiera: la viabilidad económica se refiere a la relación entre costes y beneficios económicos de las medidas, mientras la financiera evalúa la coherencia entre el coste de la medida y las posibilidades presupuestarias del promotor.

d) Facilidad de implantación, mantenimiento, seguimiento y control: en la medida de lo posible, las medidas deben ser fáciles de realizar, conservar y controlar para garantizar su ejecución.

Los criterios anteriormente descritos resultaron fundamentales para la selección de las medidas de mitigación, que fueron propuestas por los diferentes profesionales que participaron en el estudio, destacando que en el ejercicio fue notorio el carácter polivalente de varias medidas, esto es, cuando una medida atiende o puede atender a varios impactos a la vez; consecuencia lógica dado el carácter interactuante de los diversos factores del ambiente.

Las medidas que se seleccionaron están dirigidas a atender los efectos que podrían derivar de cada uno de los impactos ambientales identificados en el Capítulo V, basándose en la aplicación de los criterios: técnicos, de eficacia, económicos y de aplicación.

Las acciones implicadas en restaurar un área impactada conllevan un conjunto de medidas de manejo. Estas medidas pueden aplicarse durante las diversas etapas que comprende un proyecto (preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento y cierre y abandono) y que tiene por objetivo prevenir, atenuar o compensar los efectos negativos ocasionados al medio. Dichas acciones, de acuerdo con su carácter e importancia en aplicación, así como a la relación con el impacto, se clasifican en (Weitzenfeld, 1996):

- ***Preventiva (P).*** *Conjunto de actividades o disposiciones anticipadas para suprimir o eliminar los impactos negativos que pudieran causarse hacia un determinado recurso o atributo ambiental.*
- ***Mitigación (M).*** *Conjunto de acciones propuestas para reducir o atenuar los impactos ambientales negativos.*

- ***Compensación (C).*** *Conjunto de acciones que compensan los impactos ambientales negativos de ser posible con medidas de restauración o con acciones de la misma naturaleza (i.e. reforestación, creación de áreas verdes, compensaciones por contaminación, etc.).*

En este sentido, las medidas de mitigación, compensación y prevención son acciones de control ambiental que tienen la finalidad de reducir al mínimo los efectos negativos al ambiente y permitir la conservación de los componentes del medio natural para dar continuidad a la integridad del **SAR**.

Cabe aclarar que la implementación de las medidas deberá procurar el orden siguiente para asegurar la mínima afectación posible por las acciones del **Proyecto** y dando preferencia a evitar el impacto, sobre su reducción, rectificación y compensación (Canter, 1999):

1) Evitar el impacto por completo;
2) Reducir el impacto;
3) Rectificar el impacto reparando, rehabilitando o restaurando el medio afectado;
4) Reducir o eliminar el impacto tras un periodo de tiempo, y
5) Compensar el impacto.

Las medidas de mitigación, compensación y prevención se agrupan a través de programas específicos que integran al **Programa de Vigilancia Ambiental (PVA)** para un mejor sistema de supervisión, monitoreo y vigilancia de los impactos ambientales adversos del **Proyecto**.

En el **SAR** del **Proyecto** el uso del suelo predominante corresponde a Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia, con una cobertura del 22.68 % de la superficie total. Le siguen los Asentamientos humanos con 20.45 %, la Vegetación secundaria arbórea de manglar con 19.13 %, el Manglar con 16.47 %, y la Vegetación secundaria arbustiva de selva mediana subperennifolia, que ocupa el 12.87 %. El resto de los usos y tipos de vegetación representan en conjunto un 8.40 % del área evaluada. De manera particular, en el área del **Proyecto** se identificaron únicamente dos tipos de cobertura vegetal. La principal, de tipo forestal, es la Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia, con una cobertura del 75.02 %. El segundo tipo corresponde a cobertura no forestal, clasificada como Desprovisto de vegetación, con el restante 24.98 %.

Debido a la presencia de vegetación forestal es necesario que se lleva a cabo el **CUSTF**, por lo que es necesario que se apliquen medidas de prevención, mitigación y compensación. Por tanto, para los impactos ambientales identificados en el Capítulo V de este **DTU-B** se han propuesto programas

ambientales como medidas para la atención de los distintos impactos, tal como se indica en la **Tabla VII.1.**

Tabla VII.1. Atención de impactos ambientales de acuerdo con los programas ambientales propuestos (**PVA =** Programa de Vigilancia Ambiental, **AE** = Acciones Específicas, **PCS** = Programa de Conservación de Suelos, **PMIR** = Programa de Manejo Integral de Residuos, **PRRCA** = Programa de Reforestación, **PRRF** = Programa de Rescate y Reubicación de Flora, **PARRF** = Programa de Ahuyentamiento, Rescate y Reubicación de Fauna, **PEA** = Programa de Educación Ambiental).

Impacto y su descripción	PVA	AE	PCS	PMIR	PRRCA	PRRF	PARRF	PEA
SUE1. Afectación a la calidad del suelo (características químicas) por contaminación de sustancias y por una inadecuada disposición de residuos sólidos y líquidos.								
SUE2. Erosión y afectación a las características físicas del suelo por la remoción directa del mismo durante la etapa de preparación del sitio y por las actividades de desmonte y despalme.								
AIR1. Modificación del nivel sonoro por el empleo de maquinaria y equipos durante las actividades de las etapas de preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento del **Proyecto**.								
AIR2. Afectación de la calidad del aire por la generación de gases contaminantes por el empleo de los vehículos y equipos, así como por la dispersión de polvos.								
HSUP1. Afectación a la calidad del agua superficial en caso de existir un mal manejo de los residuos que se puedan generar durante las etapas del **Proyecto**.								
HSUB1. Afectación a los patrones de infiltración del agua hacia acuíferos o captación de agua subterránea, por remoción de vegetación forestal y por modificaciones en la superficie.								
HSUB2. Afectación a la calidad del agua subterránea en caso de existir un mal manejo de los residuos o sustancias que se puedan generar durante las etapas del **Proyecto**, así como por una posible contaminación del acuífero subterráneo causado por la inyección de salmuera.								
FLO1. Afectación a la abundancia y diversidad de especies de flora por las acciones de remoción durante las actividades de preparación del sitio y construcción.								
FLO2. Afectación a la cobertura forestal de 4.7577 ha de vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia como parte de la preparación del sitio y construcción de las obras y actividades del **Proyecto**.								
FLO3. Posible afectación a la abundancia y diversidad de especies florísticas bajo algún estatus de protección dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010 por limpieza, despalme y remoción de vegetación forestal durante las etapas de preparación del sitio y construcción.								
FAU1. Afectación de la abundancia y diversidad de fauna en el AP o AI por el desplazamiento de los individuos derivado de la presencia de maquinaria, vehículos, equipos y personal, por atropellamiento en el tránsito de los vehículos automotores, así como por captura, daño o muerte accidental o provocada por la presencia tanto del personal durante la construcción, operación y por el mantenimiento del **Proyecto**.								

Impacto y su descripción	PVA	AE	PCS	PMIR	PRRCA	PRRF	PARRF	PEA
FAU2. Afectación al hábitat de las especies de fauna registradas para el área del **Proyecto** por las actividades de limpieza, despalme y remoción de vegetación durante la etapa de preparación del sitio y construcción.								
FAU3. Posible afectación a la abundancia y diversidad de especies faunísticas bajo algún estatus de protección dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010 por desplazamiento derivado de la presencia de personal y maquinaria durante las etapas de preparación del sitio y construcción y en caso de ocurrir atropellamientos accidentales en el tránsito de vehículos automotores.								
PAI1. Afectación de la calidad escénica del paisaje por la inserción de las obras y equipos permanentes necesarios para la operación del **Proyecto** y la remoción de la vegetación.								
PAI2. Afectación de la apreciación del paisaje por la generación de residuos a lo largo de las etapas del **Proyecto** y en caso de que haya un mal manejo de estos.								

Con base en los impactos adversos identificados de este **DTU-B**, se proponen las siguientes medidas prevención, mitigación y compensación por componentes ambientales:

Tabla VII.2. Medidas de mitigación, prevención y compensación propuestas para el **Proyecto**.

Componente ambiental	Clave y descripción del impacto	Medidas	Programa
Suelo	**SUE1.** Afectación a la calidad del suelo (características químicas) por contaminación de sustancias y por una inadecuada disposición de residuos sólidos y líquidos.	✓ El desarrollo de las actividades del Proyecto y la construcción de las obras deberán realizarse exclusivamente en el área autorizada. ✓ El promovente se asegurará, mediante contratos e inspecciones periódicas, que los vehículos autorizados de los contratistas no presenten goteos de combustible y/o aceites. ✓ Se evitará, en la medida de lo posible, realizar mantenimientos al equipo y maquinaria en zonas no pavimentadas y no destinadas para ello. En caso de ser posible, se trasladará la maquinaria o equipo a talleres especializados en la zona, sin embargo, en caso de que esto no fuera posible, se realizará el mantenimiento in situ o en la zona de obras temporales, siguiendo los protocolos de seguridad y evitando en todo momento derrames al suelo, para lo cual se deberán colocar charolas o plásticos para contener posibles goteos o derrames. ✓ Se solicitará a los contratistas contar con un programa de mantenimiento de maquinaria y equipo que asegure su buen estado, con el fin de evitar en la medida de lo posible realizar mantenimientos mayores y menores in situ.	✓ Programa de Vigilancia ambiental ✓ Programa de manejo integral de residuos ✓ Programa de educación ambiental

Componente ambiental	Clave y descripción del impacto	Medidas	Programa
		✓Se obligará a los contratistas a implementar los procedimientos para el control de derrames, así como el programa de educación ambiental, para asegurar que el personal conoce los procedimientos para evitar y atender un derrame. ✓Todos los residuos generados durante las diferentes etapas del **Proyecto** deberán ser almacenados y dispuestos de conformidad con el programa de manejo integral de residuos. ✓El área de almacenamiento de maquinaria y equipo estará preferentemente pavimentada y contará con material y equipo para control de derrames. ✓En el caso de existir algún derrame de hidrocarburos (aceites, grasas y combustibles), se retirará el suelo contaminado y se manejará como residuo peligroso. ✓Cubrir con lonas los vehículos que transportan materiales de construcción para evitar su dispersión.	
	SUE2. Erosión y afectación a las características físicas del suelo por la remoción directa del mismo durante la etapa de preparación del sitio y por las actividades de desmonte y despalme.	✓El desarrollo de las actividades del Proyecto y la construcción de las obras deberán realizarse exclusivamente en el área autorizada. ✓El despalme y desmonte del terreno será programado y gradual, de acuerdo con el avance del programa de obra, de tal manera que una vez desmontada un área, inmediatamente se empiece con las actividades de construcción en la misma y así sucesivamente con la finalidad de evitar que queden zonas desprovistas de vegetación y, por tanto, expuestas al efecto del viento provocando la pérdida de suelo. ✓En caso de algún retraso en el inicio de la construcción una vez que se ha eliminado la cobertura vegetal, se deberán realizar las actividades de retención de suelo para el control de erosión. ✓Únicamente se afectarán las áreas necesarias para la implementación del **Proyecto**. ✓Se realizarán actividades de descompactación en las áreas compactadas por paso de maquinaria y que no sean parte definitivo del **Proyecto.** ✓Cubrir con lonas los vehículos que transportan materiales de construcción para evitar su dispersión. ✓Actividades de riego en las acciones de remoción de vegetación durante el desmonte y despalme.	✓ Programa de Vigilancia ambiental ✓ Programa de conservación de suelo ✓ Programa de Reforestación ✓ Programa de educación ambiental
Aire	**AIR1.** Modificación del nivel sonoro por el empleo de maquinaria y equipos durante las actividades de las etapas de preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento del **Proyecto**.	✓El promovente se asegurará, mediante convenios con los contratistas e inspecciones periódicas, que la maquinaria y vehículos empleados durante las actividades de preparación del sitio no generen niveles de ruido elevados ✓Se restringirá la circulación de vehículos a las áreas específicas de trabajo	✓ Programa de Vigilancia ambiental ✓ Acciones específicas

Componente ambiental	Clave y descripción del impacto	Medidas	Programa
		✓ En caso de que se identifiquen niveles de ruido importantes, el personal que labore en dicha actividad deberá utilizar el equipo de protección auditiva. ✓ Cumplir con la NOM-080-SEMARNAT-1994 para los vehículos que se encuentran operando en cada una de las etapas del Proyecto. ✓ Cumplir con la NOM-081-SEMARNAT-1994 para las fuentes fijas que se encuentran operando en cada una de las etapas del Proyecto.	✓ Programa de educación ambiental
	AIR2. Afectación de la calidad del aire por la generación de gases contaminantes por el empleo de los vehículos y equipos, así como por la dispersión de polvos.	✓ El promovente se asegurará, mediante convenios con los contratistas e inspecciones periódicas, que la maquinaria y vehículos utilizados durante la etapa de preparación del sitio y operación y mantenimiento no generen humos o emisiones a la atmósfera. ✓ Se solicitará a los contratistas contar con un programa de mantenimiento de maquinaria y equipo que asegure su buen estado. ✓ El parque vehicular y la maquinaria deberán portar un kit antiderrame y emplearlo tanto para la atención de emergencias mecánicas como durante la carga de combustibles. ✓ Se restringirá la circulación de vehículos a las áreas específicas de trabajo y se solicitará, en la medida de lo posible, que los camiones que transporten tierra o material que pueda dispersarse en el aire transiten con lonas o bien realicen el transporte del material húmedo con la finalidad de evitar dispersión de polvos. ✓ Se realizarán riegos periódicos a los caminos de terracería (cuando sea necesario). ✓ El despalme y desmonte del terreno será programado y gradual por cada fase, de acuerdo con el avance del programa de obra, de tal manera que una vez desmontada un área, inmediatamente se empiece con las actividades de construcción en la misma y así sucesivamente, con la finalidad de evitar que queden zonas desprovistas de vegetación y, por tanto, expuestas al efecto del viento provocando a su vez la dispersión de polvos y partículas. ✓ En caso de algún retraso en el inicio de la construcción una vez que se ha eliminado la cobertura vegetal, se deberán realizar las actividades de retención de suelo para el control de erosión. ✓ Se restringirá la circulación de vehículos a las áreas específicas de trabajo y se solicitará, en la medida de lo posible, que los camiones que transporten tierra o material que pueda dispersarse en el aire transiten con lonas o bien realicen el transporte del material húmedo con la finalidad de evitar dispersión de polvos. ✓ Se realizarán riegos periódicos a los caminos de terracería (cuando sea necesario).	✓ Programa de Vigilancia ambiental ✓ Acciones específicas ✓ Programa de educación ambiental

Componente ambiental	Clave y descripción del impacto	Medidas	Programa
		✓El despalme y desmonte del terreno será programado y gradual, de acuerdo con el avance del programa de obra, de tal manera que una vez desmontada un área, inmediatamente se empiece con las actividades de construcción en la misma y así sucesivamente, con la finalidad de evitar que queden zonas desprovistas de vegetación y, por tanto, expuestas al efecto del viento provocando a su vez la dispersión de polvos y partículas. ✓En caso de algún retraso en el inicio de la construcción una vez que se ha eliminado la cobertura vegetal, se deberán realizar las actividades de retención de suelo para el control de erosión. ✓Cubrir con lonas los vehículos que transportan materiales de construcción para evitar su dispersión.	
Agua	**HSUP1.** Afectación a la calidad del agua de escurrimiento en caso de existir un mal manejo de los residuos que se puedan generar durante las etapas del **Proyecto**.	✓El material producto del desmonte y despalme, así como el proveniente de la construcción del camino, serán reutilizados para rellenos y nivelaciones. ✓El parque vehicular y la maquinaria deberán portar un kit antiderrame y emplearlo tanto para la atención de emergencias mecánicas como durante la carga de combustibles. ✓En caso de tener material sobrante, éste se dispondrá en bancos de tiro o sitios de disposición final debidamente autorizados. ✓Quedará estrictamente prohibido almacenar residuos o materiales como aceites o hidrocarburos en zonas adyacentes donde pudiera presentarse el riesgo de derrames y/o arrastre de material, por viento o por escurrimientos, a barrancas o cañadas. ✓Atender al Programa de Educación Ambiental, con la finalidad de asegurar que el personal conoce los procedimientos para evitar y atender un derrame. ✓Se colocarán letrinas portátiles en los frentes de trabajo, a razón de 1 letrina por cada 15 trabajadores. ✓Se colocarán material plástico debajo de la maquinaria cuando se encuentre estacionada parta evitar contaminación de suelo y agua con hidrocarburos. ✓Cumplir con la NOM-001-SEMARNAT-2021 para las descargas del agua tratada para riego e inyección en los pozos del agua de rechazo de conformidad con los resultados obtenidos del estudio geohidrológico.	✓ Programa de Vigilancia ambiental ✓ Programa de Educación Ambiental ✓ Programa de manejo integral de residuos
	HSUB1. Afectación a los patrones de infiltración del agua hacia acuíferos o captación de agua subterránea, por remoción de vegetación forestal y por modificaciones en la superficie.	✓Durante las actividades de preparación del sitio, se deben realizar obras de drenaje pluvial necesarias para evitar la acumulación de agua y erosión del terreno. ✓El material generado por los trabajos de desmonte, despalme y excavaciones se debe almacenar de manera temporal en los sitios designados para ello, evitando con ello bordos que modifiquen los patrones de infiltración del terreno.	✓ Programa de Vigilancia ambiental ✓ Programa de rescate y reubicación de flora

Componente ambiental	Clave y descripción del impacto	Medidas	Programa
		Este material se utilizará para rellenos y nivelaciones y, en caso de tener material sobrante, éste se podrá disponer en bancos de tiro o sitios de disposición final debidamente autorizados. ✓Quedará estrictamente prohibido almacenar material en zonas donde pudiera presentarse el riesgo de arrastre de materia, por viento o por escurrimientos. ✓EL programa de reforestación, así como el de rescate y reubicación de flora permitirán conservar patrones de infiltración por el establecimiento de la vegetación. ✓Se colocarán material plástico debajo de la maquinaria cuando se encuentre estacionada parta evitar contaminación de suelo y agua con hidrocarburos. ✓El programa de conservación de suelo permitirá mitigar la reducción de la infiltración.	✓ Programa de Reforestación ✓ Programa de educación ambiental ✓ Programa de conservación del suelo
	HSUB2. Afectación a la calidad del agua subterránea en caso de existir un mal manejo de los residuos o sustancias que se puedan generar durante las etapas del **Proyecto**, así como posible contaminación del acuífero por la inyección de salmuera.	✓Quedará estrictamente prohibido almacenar residuos o materiales como aceites o hidrocarburos en zonas adyacentes donde pudiera presentarse el riesgo de derrames y/o arrastre de material, por viento o por escurrimientos. ✓Atender al Programa de Educación Ambiental con la finalidad de asegurar que el personal conoce los procedimientos para evitar y atender un derrame. ✓Una vez que el proyecto esté en operación, el agua residual proveniente de los servicios será enviada hacia la planta de tratamiento. ✓Inyectar la salumera de rechazo de la planta desalinizadora en el pozo de inyección de conformidad a las profundidades de 72 metros con ademe de 8” de diémtero establecidas en los resultados del estudio hidrológico.	✓ Programa de Vigilancia ambiental ✓ Programa de manejo integral de residuos ✓ Programa de educación ambiental
Flora	**FLO1.** Afectación a la abundancia y diversidad de especies de flora por las acciones de remoción durante las actividades de preparación del sitio y construcción. **FLO2.** Afectación a la cobertura forestal de 4.7577 ha de vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia como parte de la preparación del sitio y construcción de las obras y actividades del Proyecto. **FLO3.** Posible afectación a la abundancia y diversidad de especies florísticas bajo algún estatus de protección dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010 por limpieza, despalme y	✓Únicamente se desmontarán las áreas destinadas al desarrollo del **Proyecto**, de acuerdo con las necesidades específicas de cada fase y de manera gradual conforme a las etapas de desarrollo del **Proyecto** ✓Durante los trabajos de desmonte no se quemará la vegetación y se evitará el uso de agroquímicos. ✓ Se realizará el "picado", de los residuos vegetales para su posterior incorporación al suelo. Los residuos de vegetación que no puedan ser incorporados al suelo podrán ser enterrados o bien ser manejados como residuo, cuyo manejo y disposición final se sujetará a lo que defina la autoridad competente o, en su caso, el plan de manejo correspondiente. ✓Se priorizará el uso de especies nativas en las actividades de reforestación. ✓Se capacitará a los trabajadores encargados de hacer el rescate y reubicación de especies vegetales. ✓ Quedará prohibido colectar, traficar o dañar a las especies de flora.	✓ Programa de Vigilancia ambiental ✓ Programa de rescate y reubicación de flora ✓ Programa de Reforestación ✓ Programa de educación ambiental

Componente ambiental	Clave y descripción del impacto	Medidas	Programa
	remoción de vegetación forestal durante las etapas de preparación del sitio y construcción	✓Se permitirá la repoblación vegetal natural de herbáceas y de las especies arbustivas de raíz superficial, en las superficies que hayan sido afectadas de manera temporal. ✓Colocar señalizaciones informativas y restrictivas para el cuidado de la fauna y flora silvestre, así como aquellas que regulen la velocidad máxima en las inmediaciones del Proyecto. ✓Actividades de riego en las acciones de remoción de vegetación durante el desmonte y despalme.	
Fauna	**FAU1.** Afectación de la abundancia y diversidad de fauna en el AP o AI por el desplazamiento de los individuos derivado de la presencia de maquinaria, vehículos, equipos y personal, por atropellamiento en el tránsito de los vehículos automotores, así como por captura, daño o muerte accidental o provocada por la presencia tanto del personal durante la construcción, operación y por el mantenimiento del Proyecto. **FAU2.** Afectación al hábitat de las especies de fauna registradas para el área del **Proyecto** por las actividades de limpieza, despalme y remoción de vegetación durante la etapa de preparación del sitio y construcción. **FAU3.** Posible afectación a la abundancia y diversidad de especies faunísticas bajo algún estatus de protección dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010 por desplazamiento derivado de la presencia de personal y maquinaria durante las etapas de preparación del sitio y construcción y en caso de ocurrir atropellamientos accidentales en el tránsito de vehículos automotores.	✓El despalme y desmonte del terreno será programado y gradual, de acuerdo con el avance del programa de obra, en las fases que corresponda el CUSTF. ✓Previo a las actividades de limpieza, despalme y desmonte se implementará técnicas de ahuyentamiento, modificación de hábitat y captura, dirigido a aquellas especies de fauna de lento desplazamiento, de acuerdo con lo establecido en el programa de ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna. ✓Dentro del programa de ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna se incluirán las fichas de todas las especies susceptibles a ser rescatadas. ✓Durante las actividades de preparación del sitio no se capturará, perseguirá, cazará, colectará, traficará ni perjudicará a las especies de fauna silvestre que habitan en la zona de estudio. ✓Atendiendo al programa educación ambiental, se impartirán cursos de capacitación a los trabajadores con la finalidad de promover el cuidado de la fauna silvestre de la zona. ✓Las actividades del programa de rescate y reubicación de flora, así como del programa de reforestación permitirán crear espacios de hábitat para la fauna de la región. ✓Se prohíbe introducir fauna doméstica, nociva y/o exótica al área del Proyecto. ✓Colocar señalizaciones informativas y restrictivas para el cuidado de la fauna y flora silvestre, así como aquellas que regulen la velocidad máxima en las inmediaciones del proyecto. ✓Implementación de un Programa de Protección y Manejo de Tortugas en el AI y AP. ✓Pasos de fauna en barda perimetral y caminos internos.	✓ Programa de Vigilancia ambiental ✓ Programa de Reforestación ✓ Programa de rescate y reubicación de fauna ✓ Programa de Educación Ambiental ✓ Programa de Protección y Manejo de Tortugas en el AI y AP.

Componente ambiental	Clave y descripción del impacto	Medidas	Programa
Paisaje	**PAI1.** Afectación de la calidad escénica del paisaje por la inserción de las obras y equipos permanentes necesarios para la operación del **Proyecto** y la remoción de la vegetación. **PAI2.** Afectación de la apreciación del paisaje por la generación de residuos a lo largo de las etapas del **Proyecto** y en caso de que haya un mal manejo de estos.	✓Durante la etapa de preparación del sitio, las labores se realizarán de manera paulatina y conforme a las etapas establecidas en el programa de trabajo. ✓Para la presencia de maquinaria y equipo en la zona no se tiene contemplada medida de mitigación, sin embargo, se estima que una vez finalizados los trabajos, se retire toda la maquinaria y equipo y el sitio retome la calidad paisajística inicial. La única maquinaria que permanecerá en el sitio será la necesaria para la operación y mantenimiento de la planta. ✓Una vez terminada la construcción de la planta, en toda la superficie que fue temporalmente afectada, se implementará las actividades específicas necesarias. ✓El programa de reforestación permitirá mejorar la calidad del paisaje en una superficie igual a la impactada debido a la introducción de especies nativas de la región y su conservación. ✓Se hará uso de materiales y colores suaves que eviten un contraste muy marcado entre la vegetación natural y las edificaciones	✓ Programa de Vigilancia ambiental ✓ Acciones específicas ✓ Programa de manejo integral de residuos ✓ Programa de educación ambiental

VII.4. Diseño e integración de las estrategias.

Una vez concluido el análisis de las medidas de prevención, mitigación y/o compensaciones aplicables al Proyecto, éstas se agruparon de acuerdo con lineamientos de acción y al factor en el que inciden los impactos ambientales, los cuales se orientan a alcanzar un objetivo en específico, dando como resultado estrategias que agrupan las medidas de mitigación, las cuales son:

1. Conservación de la calidad atmosférica;
2. Conservación de la calidad del agua superficial y subterránea;
3. Conservación de las condiciones edáficas;
4. Conservación de los indicadores de biodiversidad;
5. Conservación de las condiciones paisajísticas.

VII.4.1. Descripción de las estrategias o sistemas de medidas de mitigación

Al concluir el análisis de las medidas de prevención, mitigación y/o compensaciones aplicables al **Proyecto**, éstas se agruparon de acuerdo con lineamientos de acción y al factor en el que inciden los impactos ambientales, los cuales se orientan a alcanzar un objetivo en específico, dando como resultado estrategias que agrupan las medidas de mitigación.

Basándose en este ejercicio, se describen a continuación las estrategias de mitigación que se aplicarán para atenuar, disminuir o mitigar el efecto de los impactos ambientales negativos.

La descripción que se presenta sigue un esquema en el cual los impactos se agrupan por la incidencia hacia determinado factor y subfactor del ambiente y por la etapa del **Proyecto** en la cual se prevé pudieran registrarse los impactos destacables. En cada estrategia se incluyen las medidas orientadas a atender los impactos correspondientes.

De igual forma se citan los diferentes impactos que las diversas medidas se orientan a prevenir, evitar, regular, mitigar o compensar y, en cada caso se detalla el período de aplicación que se compromete para alcanzar los resultados esperados, mismos que habrán de ser reportados en los informes de seguimiento ambiental.

VII.4.1.1. Conservación de la calidad atmosférica

Como parte de las actividades que se realizarán durante la preparación del sitio y construcción, la calidad atmosférica podría alterarse de forma puntual y temporal, debido al tránsito vehicular y de maquinaria al levantarse partículas edáficas o bien por el incremento en los niveles sonoros; razón por la cual se plantea esta estrategia.

Mediante las acciones previstas para evitar la dispersión del suelo, se evitará incrementar la concentración de partículas suspendidas, aunque la presencia de material particulado sería temporal y local, por lo que no es un impacto que se extienda a grandes distancias; también se propone humedecer las áreas con riegos antes de trabajar con movimientos de tierras y cubrir el suelo extraído para evitar su dispersión y así controlar la generación y emisiones de partículas a la atmósfera. Se dará cumplimiento con las NOM-080-SEMARNAT-1994 para los vehículos que se encuentren operando, así como la NOM-081-SEMARNAT-1994 para las fuentes fijas, así como se tendrán actividades de riego en las acciones de remoción de vegetación durante el desmonte y despalme.

Asimismo, para evitar incrementar la concentración de otros materiales, como gases provenientes de la combustión, el parque vehicular deberá contar con la verificación vehicular correspondiente. Mediante este trámite, también se verifican los niveles de emisión de ruido. De forma adicional, se prevé el mantenimiento preventivo y correctivo de la maquinaria, vehículos y equipo, con la finalidad de evitar averías y fuentes potenciales de contaminantes.

Además, el personal de obra contará con el equipo de protección personal completo, considerando el trabajo que se encuentran desarrollando, como casco, chaleco, botas de seguridad, guantes y tapones auditivos para aquellos que se encuentren en áreas donde los decibeles sonoros son mayores.

Tabla VII.3. Descripción de la línea estratégica "Conservación de la calidad atmosférica"

Estrategia 1	**Conservación de la calidad atmosférica**		
Impacto que atiende:	• Afectación de la calidad del aire. • Modificación del nivel sonoro.		
Componente ambiental:	Aire	**Factor ambiental:**	Calidad Nivel sonoro
Descripción de la estrategia:	Esta estrategia se encuentra encaminada a la "Conservación de la calidad atmosférica", debido a que los impactos ambientales identificados pudieran alterar la concentración de partículas suspendidas o del confort sonoro debido a la presencia de maquinaria, vehículos y equipo, por el movimiento de tierras, así como del personal de obra, además de una posible contaminación de suelo por la descarga de salmuera proveniente de la planta desalinizadora.		
Viabilidad:	No enfrenta ninguna limitación de tipo técnico, puesto que se han considerado todos los procesos del **Proyecto** que podrían ocasionar afectaciones al componente ambiental del aire y la protección hacia los trabajadores de la promovente y contratistas.		
Eficacia:	La ejecución de estas medidas asegura su eficacia, porque son técnica y ambientalmente viables, medibles y alcanzables durante las diferentes etapas del **Proyecto** mediante el seguimiento y supervisión ambiental.		
Eficiencia ambiental:	La ejecución permitirá alcanzar la reducción, mitigación y minimización los posibles impactos de afectación al componente aire, que se puedan originar por el desarrollo del **Proyecto**, permitiendo que la capacidad de asimilación y dispersión de los contaminantes generados por el uso de maquinaria y equipo mantenga su equilibrio dentro del ecosistema.		
Supervisión:	La supervisión de esta estrategia estará dada por el personal asignado conforme a lo establecido en el PVA de la promovente y los contratistas, quienes podrán reportar la implementación de las medidas que integran esta estrategia a través de los informes de cumplimiento y de las bitácoras, entre otros.		

VII.4.1.2. Conservación de la calidad del agua superficial y subterránea

El objetivo principal de esta estrategia es mantener la calidad del agua subterránea, mediante buenas prácticas durante las distintas etapas de desarrollo del **Proyecto**, el manejo adecuado de residuos y la construcción de obras. Principalmente durante las etapas de preparación del sitio y construcción, se aplicarán las medidas contenidas en esta estrategia, considerando que las afectaciones se encuentran relacionadas con el manejo de residuos, el mantenimiento vehicular, de maquinaria y equipo, la descarga de salmuera y diversos productos químicos para la **PTAR** y la Planta desalinizadora, y el diseño del **Proyecto**.

Durante la preparación del sitio y la construcción, el parque vehicular y maquinaria deberán contar con un kit antiderrames, el cual será empleado para la atención de emergencias mecánicas y durante la recarga de combustible, esto con la finalidad de evitar que los hidrocarburos originen un deterioro de la calidad del agua. Asimismo, cuando la maquinaria se encuentre estacionada y sin ser utilizada, o que no tenga una supervisión constante, se prevé la colocación de material impermeable debajo, lo que evitará que posibles derrames de hidrocarburos alcancen el suelo o que puedan ser infiltradas. Además, la constante supervisión en la operación y mantenimiento de la planta desalinizadora, para evitar infiltraciones a las aguas subterráneas. Estas acciones se encuentran contenidas en las actividades de mantenimiento de maquinaria y equipo.

La capacitación constante al personal de obra ayudará a reducir la probabilidad de accidentes que provoquen el deterioro en la calidad del agua subterránea. Lo mismo pasará con el mantenimiento periódico al parque vehicular, maquinaria y equipo, así como a la **PTAR** y la planta desalinizadora, siendo responsabilidad de cada contratista que se encuentre involucrada en las diferentes etapas del **Proyecto** y con lo cual se prevé detectar posibles averías que podrían originar afectaciones al factor hídrico tanto superficial como subterráneo.

Además, se presentan acciones específicas para el manejo integral de residuos, con acciones básicas que permitirán el manejo adecuado de éstos, así como la colocación de letrinas portátiles, cuyas aguas residuales que será generadas estarán a cargo de una empresa debidamente acreditada para el manejo, traslado y disposición de las mismas, la capacitación al personal para la clasificación y manejo de los residuos y su correcta disposición en contenedores específicos para cada tipo de residuo. También se dará cumplimiento con la NOM-001-SEMARNAT-2021 para las descargas de agua tratada para riego e inyección en los pozos de rechazo.

Se favorecerá la reforestación, principalmente de especies nativas en otras áreas donde sea posible, con lo cual también se contribuirá a reducir el posible incremento de erosión hídrica y eólica en el sitio de establecimiento del **Proyecto**.

Tabla VII.4. Descripción de la línea estratégica "Conservación de la calidad del agua"

Estrategia 2	Conservación de la calidad del agua		
Impacto que atiende:	• Afectación a la calidad del agua superficial y subterránea. • Disminución de la infiltración.		
Componente ambiental:	Hidrología superficial y subterránea	**Factor ambiental:**	Calidad del agua subterránea y superficial. Infiltración.
Descripción de la estrategia:	Esta estrategia se encuentra encaminada a la "Conservación de la calidad del agua superficial y subterránea" en el **AP**, debido a que el impacto ambiental identificado pudiera alterar la calidad del agua, debido a derrames potenciales de gasolina, diésel y aceites, de la salmuera y diversos productos químicos derivados de la PTAR y de la Planta desalinizadora, así como por un mal manejo de residuos generados por el **Proyecto**.		
Viabilidad:	No enfrenta ninguna limitación de tipo técnico, puesto que se han considerado todos los procesos del **Proyecto** que podrían ocasionar afectaciones al componente ambiental de la hidrología y la protección hacia la infiltración		
Eficacia:	La ejecución de estas medidas asegura su eficacia, porque son técnica y ambientalmente viables, medibles y alcanzables durante las diferentes etapas del **Proyecto** mediante el seguimiento y supervisión ambiental.		
Eficiencia ambiental:	La ejecución permitirá alcanzar la reducción, mitigación y minimización los posibles impactos de afectación al componente hidrológico, que se puedan originar por el desarrollo del **Proyecto**, permitiendo que la capacidad de infiltración y la calidad del agua subterránea mantengan su equilibrio dentro del ecosistema.		
Supervisión:	La supervisión de esta estrategia estará dada por el personal asignado conforme a lo establecido en el PVA de la promovente y los contratistas, quienes podrán reportar la implementación de las medidas que integran esta estrategia a través de los informes de cumplimiento y de las bitácoras, entre otros.		

VII.4.1.3. Conservación de las condiciones edáficas

En esta estrategia se incluyen las medidas que evitarán afectaciones a las zonas adyacentes, debido a la remoción de vegetación forestal en **4.7577 ha**, el tránsito vehicular, de personal o de maquinaria, que pudieran ocasionar un incremento en la susceptibilidad de erosión o bien propiciar la contaminación del suelo, así como una posible contaminación por salmuera y diversos productos químicos en la operación y mantenimiento de la Planta desalinizadora y la **PTAR**; por lo que se identificaron medidas encaminadas a evitar, disminuir o compensar estas alteraciones durante las distintas etapas del **Proyecto.**

Como una primera acción se propone la delimitación de las áreas autorizadas, evitando ocasionar afectaciones a las zonas aledañas al **Proyecto**. El suelo extraído, cuando sea necesario, se mantendrá cubierto con la finalidad de evitar su dispersión por efecto eólico. También se cubrirán con lonas los vehículos que transporten materiales derivados de los trabajos en las diversas áreas del **Proyecto** y a su vez evitar la dispersión de partículas en el ambiente, y se realizarán actividades de riego en las acciones de remoción de vegetación durante el desmonte y despalme.

Asimismo, con la implementación del Programa para el manejo integral de residuos y con las acciones de mantenimiento de maquinaria se prevé mantener la calidad del suelo, además de usar sanitarios portátiles, evitando la contaminación por descargas de aguas residuales, por el manejo inadecuado de residuos sólidos, el traslado y disposición final de éstos, poniendo énfasis a los residuos peligrosos. Se instalarán contenedores debidamente rotulados para la segregación de residuos, así como sanitarios portátiles en frentes de trabajo activos para evitar las deyecciones al aire libre que estas causen afectaciones al suelo y a la hidrología, el mantenimiento y limpieza de éstos estará a cargo de empresas acreditadas, quienes se encargarán del traslado y disposición final de las aguas residuales.

Para evitar incidentes relacionados con vertidos de salmueras, químicos, grasas, aceites o hidrocarburos por falta de mantenimiento de vehículos, equipo o maquinaria, se deberá verificar que éstos estén en condiciones óptimas; además, las reparaciones se realizarán tomando las precauciones necesarias que eviten derrames en el suelo. Ante la eventualidad de tener que realizar alguna reparación de emergencia o uso de hidrocarburos, los operadores de maquinaria o vehículos contarán con un kit antiderrames. Los residuos peligrosos resultantes de estas actividades serán trasladados y dispuestos a través de una empresa que cuente con las autorizaciones correspondientes.

Para mitigar el impacto de susceptibilidad de erosión se propone que, una vez finalizada la etapa de construcción, se favorezca la revegetación, principalmente de herbáceas, en aquellas áreas donde sea posible; asimismo, se prevé una reforestación en zonas aledañas al **Proyecto** con especies nativas.

En conjunción estas medidas son eficientes considerando que la presencia de una cobertura vegetal no solo protege el suelo contra la erosión de impacto, sino que también brinda rugosidad al terreno por el que el flujo superficial viaja, reduciendo su velocidad y, por ende, su poder erosivo.

Así, esta estrategia agrupará medidas polivalentes específicas para atender total o parcialmente impactos destacables.

Tabla VII.5. Descripción de la línea estratégica "Conservación de las condiciones edáficas".

Estrategia 3	**Conservación de las condiciones edáficas**		
Impacto que atiende:	• Afectación de las características fisicoquímicas (calidad) del suelo • Incremento de la erosión y pérdida de suelo.		
Componente ambiental:	Suelo	**Factor ambiental:**	Características fisicoquímicas Procesos erosivos
Descripción de la estrategia:	Los impactos relacionados con las características fisicoquímicas y la susceptibilidad de erosión pueden provocar una inestabilidad en los suelos, situación que puede afectar a otros componentes ambientales, por lo que las medidas propuestas se enfocan a evitar estas alteraciones durante la preparación del sitio, construcción y operación, de tal forma que las características edáficas se mantengan lo más similar posible que en la línea base (T_0) establecida en el capítulo IV del DTU-B		

Estrategia 3	Conservación de las condiciones edáficas
Viabilidad:	No enfrenta ninguna limitación de tipo técnico, puesto que se han considerado todos los procesos del **Proyecto** en su primer etapa que podrían ocasionar afectaciones al componente ambiental edafológico a partir de la calidad y la pérdida de suelo.
Eficacia:	La ejecución de estas medidas asegura su eficacia, porque son técnica y ambientalmente viables, medibles y alcanzables durante las diferentes fases del **Proyecto** mediante el seguimiento y supervisión ambiental.
Eficiencia ambiental	La ejecución permitirá alcanzar la reducción, mitigación y minimización los posibles impactos de afectación al componente edafológico, que se puedan originar por el desarrollo del **Proyecto** en su primer etapa permitiendo controlar la pérdida y mantener la calidad de suelo dentro del ecosistema.
Supervisión	La supervisión de esta estrategia estará dada por el personal asignado conforme a lo establecido en el PVA de la promovente y los contratistas, quienes podrán reportar la implementación de las medidas que integran esta estrategia a través de los informes de cumplimiento y de las bitácoras, entre otros.

VII.4.1.4. Conservación de los indicadores de biodiversidad

Esta estrategia fue determinada considerando los impactos ambientales identificados que pudieran afectar los valores de diversidad vegetal y de fauna, ya sea de forma directa sobre los individuos de algunas de las especies presentes en el área de establecimiento del **Proyecto**, o alterando consigo los valores de abundancia e índices de diversidad.

Para mitigar y/o compensar estos impactos, se prevé la instalación de señalización que regulen los límites de velocidad, no solo dentro del área del **Proyecto**, sino en las vías alternas, aunado a que, por políticas de cada contratista, se deberá concientizar al personal de obra sobre la importancia de cuidar la flora y fauna silvestre, dentro y fuera de las áreas de las instalaciones de trabajo, además de la importancia de no circular en áreas fuera de las vialidades. Asimismo, se prohibirá al personal que labore en las actividades del **Proyecto** a no colectar, cazar, extraiga y dañe ningún ejemplar tanto de flora como de fauna, y se instalarán letreros alusivos a dichas prohibiciones, además de establecer pasos de fauna en la barda perimetral y en los caminos internos.

Con la finalidad de no causar afectaciones a individuos silvestres, se conformarán brigadas que se encargarán de realizar las actividades de ahuyentamiento, así como de rescate y reubicación tanto de fauna como de la flora presente en el área del **Proyecto**, incluyendo aquellas especies faunísticas de lento desplazamiento, siguiendo los lineamientos establecidos para cada acción especifica propuesta. Se considera que la selección adecuada de los sitios de reubicación en caso de requerir reubicar ejemplares tanto de flora como de fauna, juega un papel importante para proveer oportunidades de supervivencia iguales a las oportunidades que se tenía antes de ser rescatados y reubicados, ya que, de manera particular, la fauna se enfrentará a las mismas bondades y presiones del ecosistema. Es importante no perder de vista que las condiciones presentes en el área del **Proyecto** se observaron también presentes en el **SAR**, por lo que se puede asegurar que el área del **Proyecto** no es un sitio único o con características excepcionales imposibles de encontrar en otro

sitio. Con base en el conocimiento y estudio en el manejo de la fauna, además del conocimiento de las especies rescatadas y la adecuada selección de los sitios de reubicación se asegura que la flora, así como fauna que sean reubicados podrá tener las mismas oportunidades de sobrevivencia que tenía en su lugar de origen y además los individuos de fauna no serán sometidos al estrés innecesario.

En sentido estricto, con la ejecución pertinente y adecuada del Programa de ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna, así como del Programa de rescate y reubicación de flora, se estima que el total de los individuos de fauna presente en el área del **Proyecto** sobreviva, y una sobrevivencia florística del 85%; considerando asimismo que para la fauna, la primera acción será ahuyentar a los individuos faunísticos, con lo que se busca asegurar la sobrevivencia de la fauna fuera del predio y aquellos individuos faunísticos que no logren salir del área del **Proyecto** por sus propios medios, serán rescatados y reubicados por personal que cuente con los conocimientos y la experiencia necesaria; por otra parte, el personal estará equipado con los instrumentos y el materiales que contribuirán al adecuado manejo de los individuos de fauna, de esta forma se busca asegurar la sobrevivencia de todo los individuos faunísticos presente en el área del **Proyecto**. Por otra parte, se ejecutará un Programa de Protección y Manejo de Tortugas en el AI y AP.

Aunado a lo anterior, no se prevé la creación de un efecto barrera para impedir el paso de los ejemplares de fauna. Durante la etapa de construcción del **Proyecto**, previo al inicio de obras, se seguirá buscando organismos que hayan caído de forma accidental en alguna zanja o en alguna zona de implementación del **Proyecto**, los cuales serán rescatados y reubicados previendo causar el menor estrés posible.

Al término de la etapa constructiva, se favorecerá la Reforestación de especies nativas, en aquellas áreas donde sea posible.

Tabla VII.6. Descripción de la línea estratégica "Conservación de los indicadores de biodiversidad"

Estrategia 4	**Conservación de los indicadores de biodiversidad**		
Impacto que atiende:	• Afectación a la abundancia y diversidad de especies de flora y fauna silvestre. • Disminución de la cobertura vegetal forestal. • Afectación a individuos de especies de flora y fauna en riesgo y endémicas. • Afectación al hábitat de las especies de fauna.		
Componente ambiental:	Fauna Flora	**Factor ambiental**	Abundancia y diversidad Cobertura vegetal forestal Especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010 Hábitat
Descripción de la estrategia:	La estrategia está diseñada para mantener las condiciones adecuadas para la conservación de la diversidad faunística y florística que podrían verse alterados a causa de los impactos ambientales adversos identificados para estos factores.		
Viabilidad	No enfrenta ninguna limitación de tipo técnico, puesto que se han considerado todos los procesos del **Proyecto** que podrían ocasionar afectaciones al componente ambiental de la biodiversidad y la protección del hábitat permitiendo se mantenga la biodiversidad dentro del ecosistema.		

Estrategia 4	Conservación de los indicadores de biodiversidad
Eficacia	La ejecución de estas medidas asegura su eficacia, porque son técnica y ambientalmente viables, medibles y alcanzables durante las diferentes etapas del **Proyecto** mediante el seguimiento y supervisión ambiental.
Eficiencia ambiental	La ejecución permitirá alcanzar la reducción, mitigación y minimización los posibles impactos de afectación la biodiversidad y al hábitat, que se puedan originar por el desarrollo del **Proyecto**, permitiendo que se mantenga la biodiversidad en el hábitat del ecosistema presente.
Supervisión	La supervisión de esta estrategia estará dada por el personal asignado conforme a lo establecido en el PVA de la promovente y los contratistas, quienes podrán reportar la implementación de las medidas que integran esta estrategia a través de los informes de cumplimiento y de las bitácoras, entre otros.

VII.4.1.5. Conservación de las condiciones paisajísticas

Esta estrategia está encaminada a la "Conservación de las condiciones paisajísticas", debido a que las actividades inherentes al desarrollo del **Proyecto** pudieran afectar algunos elementos del paisaje, alterando consigo las características en el tiempo cero. La estrategia está formada por algunas medidas de prevención, mitigación y compensación.

En primera instancia, las actividades inherentes a la preparación del sitio y la construcción del **Proyecto**, deberán realizarse exclusivamente en aquellas áreas que sean autorizadas en materia de impacto ambiental. Asimismo, con la implementación del Programa de Manejo Integral de Residuos, se evitará que los materiales de construcción y los residuos generados (**RSU, RP** y **RME**) permanezcan por tiempos prolongadas en el área del **Proyecto** y una vez que finalice la etapa de preparación del sitio, se realizará la limpieza del área del **Proyecto**, con la finalidad de mantener la calidad y visibilidad del paisaje, es decir, su condición escénica. Asimismo, en la medida de lo posible los colores de los acabados serán colores neutros para mantener un contraste con la vegetación y edificaciones.

Aunado a lo anterior, se realizarán capacitaciones constantes al personal que labore en el **Proyecto** a través de la implementación de un Programa de Educación Ambiental, con la intención de concientizarlos entre otros temas, en lo referente al manejo de residuos, orden y limpieza en los frentes de trabajo para mantener la calidad paisajística entre otros temas que favorezcan el cuidado del medio ambiente.

Retomando la información proporcionada en el Capítulo V del **DTU-B**, etapa el impacto "Afectación de la calidad escénica del paisaje en el área del **Proyecto**", fue evaluado como un impacto de carácter negativo y residual, toda vez que permanecerá a lo largo de la vida útil del **Proyecto**.

Si bien no existe una única definición de paisaje el Convenio Europeo del Paisaje (Consejo de Europa (CEP), 2000) propone una definición con carácter integrador y transversal, indicando que se entiende el paisaje como cualquier parte del territorio tal como la percibe la población, cuyo carácter es el resultado de la acción y la interacción de factores naturales o humanos. Se trata quizás de una

definición integradora y que hace referencia explícita a las tres características referidas previamente: componente físico, percepción y recurso.

Considerando la información presentada, es posible resumir que, el paisaje es un factor subjetivo en función de la apreciación del perceptor. En el mismo orden de ideas, el paisaje actual del área del **Proyecto** se compone de un mosaico de diferentes tipos de vegetación y usos de suelo, la modificación por la implementación del **Proyecto** considera una remoción de vegetación forestal en **4.7577 has**, y aunque habrá áreas donde se presente revegetación con especies herbáceas y superficie aledaña al área del **Proyecto** a reforestar al finalizar la etapa constructiva, se tendrá superficie que quedará sin vegetación.

En este caso se prevé la implementación de medidas encaminadas a evitar, prevenir o minimizar este posible impacto mediante la implementación de sistemas y dispositivos de seguridad, la implementación de acciones de mantenimiento y de prevención de accidentes, otras de respuesta a emergencias, además de la obtención de un seguro de daños, responsabilidad civil y daños al ambiente.

Tabla VII.7. Descripción de la línea estratégica "Conservación de las condiciones paisajísticas".

Estrategia 5	**Conservación de las condiciones paisajísticas**		
Impacto que atiende:	• Afectación de la calidad escénica del paisaje en el AP. • Afectación de la apreciación del paisaje en el AP		
Componente ambiental:	Paisaje	**Factor ambiental**	Calidad escénica del paisaje Apreciación del paisaje
Descripción de la estrategia:	La estrategia descrita en esta cédula está diseñada para la conservación de las condiciones paisajísticas, toda vez que este factor puede verse afectado por un impacto ambiental adverso identificado.		
Viabilidad	No enfrenta ninguna limitación de tipo técnico, puesto que se han considerado todos los procesos del **Proyecto** que podrían ocasionar afectaciones al componente ambiental paisajístico permitiendo se mantenga su integridad dentro del ecosistema.		
Eficacia	La ejecución de estas medidas asegura su eficacia, porque son técnica y ambientalmente viables, medibles y alcanzables durante las diferentes fases del **Proyecto** mediante el seguimiento y supervisión ambiental.		
Eficiencia ambiental	La ejecución permitirá alcanzar la reducción, mitigación y minimización los posibles impactos de afectación de la apreciación y de la calidad escénica del paisaje, que se puedan originar por el desarrollo del **Proyecto**, permitiendo que se mantenga la biodiversidad en el hábitat del ecosistema presente.		
Supervisión	La supervisión de esta estrategia estará dada por el personal asignado conforme a lo establecido en el PVA de la promovente y los contratistas, quienes podrán reportar la implementación de las medidas que integran esta estrategia a través de los informes de cumplimiento y de las bitácoras, entre otros.		

Retomando la información precedente, como parte de las medidas propuestas se desarrollaron los lineamientos y acciones específicos, señaladas en la siguiente tabla.

Las acciones y los Programas específicos forman parte del **PVA**; los resultados esperados, así como los indicadores de éxito de estas acciones están en función del factor objetivo de aplicación, por lo que los indicadores pueden ser cuantificables.

Tabla VII.8. Relación de los Programas y acciones específicas planteadas, sus indicadores de éxito y resultados esperados

Acciones y/o Programas específicos	Indicador y evidencia de cumplimiento	Resultados esperados
Programa de Rescate y Reubicación de Flora	◦ % de individuos rescatados con valor ecológico, medicinal o etnobotánico. ◦ Sobrevivencia del 85% de los ejemplares rescatados y reubicados al término del periodo de 6 meses.	Se espera reubicar a individuos rescatados, vulnerables de lento crecimiento y que tengan importancia por sus características ecológicas, medicinales o etnobotánicas; se busca minimizar el daño a las poblaciones presentes en el sitio al asegurar la supervivencia de los organismos reubicados (85%) y mantener el número de ejemplares rescatados dentro del ecosistema a través de la reposición del número de individuos que no hayan sobrevivido posterior a su reubicación y durante su rescate. Elevar al máximo el porcentaje de sobrevivencia de los organismos reubicados, evitando causar daño excesivo durante el trasplante.
Programa de Ahuyentamiento, Rescate y Reubicación de Fauna	◦ % de ejemplares de lento desplazamiento rescatados y reubicados ◦ Bitácora de rescate y reubicación de fauna	Rescate y reubicación de ejemplares de lento desplazamiento o fosoriales presentes en el AP. La reubicación se realizará en zonas fuera de la construcción; lo cual será reforzado mediante la concientización ambiental de los trabajadores.
Programa de Reforestación	◦ % de individuos reforestados con valor ecológico, medicinal o etnobotánico ◦ Sobrevivencia del 85% de los ejemplares reforestados al término del periodo de 6 meses. ◦ Cobertura en has de los sitios que mantienen la conectividad vegetal para el fomento de corredores biológicos	Se espera reforestar individuos que tengan importancia por sus características ecológicas, medicinales o etnobotánicas; se busca minimizar el daño a las poblaciones presentes en el sitio al asegurar la supervivencia de los organismos reforestados (85%) y mantener el número de ejemplares dentro del ecosistema a través de la reposición del número de individuos que no hayan sobrevivido posterior a su plantación. Elevar al máximo el porcentaje de sobrevivencia de los organismos reforestados, evitando causar daño excesivo durante el trasplante. Se hará reforestación en sitios donde se fomente la conectividad de los parches que vegetación con la finalidad de fomentar corredores biológicos.
Programa de Manejo Integral de Residuos	◦ Bitácoras de residuos ◦ Manifiestos de traslado y disposición final ◦ Reportes negativos por mal manejo y disposición de residuos dentro del AP ◦ Volúmenes de residuos generados y evidencia de manejo y disposición final ◦ N° de derrames atendidos de manera correcta	Con la aplicación del Programa de manejo de residuos, se pretende tener un control de los residuos generados por las obras que contempla el **Proyecto.** Además de un manejo adecuado a cada uno de los residuos producidos, mediante la clasificación y un resguardo adecuado. En caso de derrames accidentales, correcta aplicación de las medidas propuestas.
Programa de Educación Ambiental	◦ Número de empleados capacitados ◦ Número de reportes por incumplimiento de las cuadrillas	Se espera que todo el personal involucrado en las distintas etapas del **Proyecto**, sea capacitado, con la finalidad de no causar afectaciones a los factores ambientales por la presencia de personal, maquinaria y vehículos.
Programa de conservación de suelos	◦ Relación de acciones propuestas y realizadas	Con la aplicación del Programa se espera, por un lado, el mantener las condiciones de la capa edáfica presente en el AP y, por el otro, implementar actividades que detengan los procesos erosivos.
Programa de Protección y Manejo de Tortugas en el AI y AP	◦ % de ejemplares avistados en la playa del AI y AP ◦ Bitácora avistamientos de tortugas y de ser el caso, eclosión.	Con el desarrollo del presente protocolo se espera observar la presencia de quelonios y nidos, y en caso de suscitarse la oportunidad, también se observar la eclosión de crías de las distintas especies de tortuga marina con

Acciones y/o Programas específicos	Indicador y evidencia de cumplimiento	Resultados esperados
		potencial de arribo a la zona de playa adyacente, a lo largo de la vida útil de éste.
Acciones de Mantenimiento de Maquinaria y Equipos	° Número de vehículos que cuentan con documentación de mantenimiento correcto, reparaciones o mantenimiento brindado a la maquinaria, equipo o vehículos. ° Bitácoras de mantenimiento	Evitar o minimizar las afectaciones relacionadas con derrames potenciales de hidrocarburos por falta de mantenimiento a la maquinaria, equipo y vehículos; además de poder mantener a éstos en óptimas condiciones.

Las acciones específicas, así como los Programas específicos tienen la finalidad de evitar o disminuir los efectos adversos del **Proyecto**, cualquiera que sea su fase de ejecución. Se expresarán en el **PVA** que deberá considerar, a lo menos, que se cumplan con lo siguiente:

- Impedir o evitar completamente el efecto adverso significativo de una obra o acción, o de alguna de sus partes.
- Minimizar o disminuir el efecto adverso significativo mediante una adecuada limitación o reducción de la magnitud o duración de la obra o acción, o de alguna de sus partes, o a través de la implementación de las medidas específicas.
- Reparar y/o restaurar con la finalidad de reponer uno o más de los componentes o elementos del medio ambiente a una calidad similar a la que tenían con anterioridad al daño causado o, en caso de no ser posible, restablecer sus propiedades básicas. Dichas medidas se expresarán en medidas de reparación y/o restauración.
- Compensar ambientalmente para producir o generar un efecto positivo alternativo y equivalente a un efecto adverso identificado.
- Las medidas de reparación y compensación ambiental sólo se llevarán a cabo en las áreas o lugares en que los efectos adversos significativos que resulten de la ejecución o modificación del **Proyecto** o actividad se presenten o generen.
- Si de la predicción y evaluación del impacto ambiental del **Proyecto** se deducen situaciones eventuales de riesgo al medio ambiente, el titular del **Proyecto** deberá proponer medidas de prevención de riesgos y de control de accidentes. Las medidas de prevención de riesgos tienen por finalidad evitar que aparezcan efectos desfavorables en la población o en el medio ambiente. Las medidas de control de accidentes tienen por finalidad permitir la intervención eficaz en los sucesos que alteren el desarrollo normal de un **Proyecto** o actividad, en tanto puedan causar daños a la vida, a la salud humana o al medio ambiente.

VII.5. Programa de Vigilancia Ambiental

La correcta y oportuna ejecución de las medidas de prevención, mitigación y compensación establecidas en el presente capítulo e integradas en Programas y acciones específicas, podrán prevenir, mitigar y compensar los impactos que pudiese generar el **Proyecto**. Sin embargo, es necesaria una supervisión constante, primero, para la ejecución correcta de cada medida y, posteriormente, para corregir cualquier eventualidad o contingencia que llegara a presentarse durante o después de la ejecución física del **Proyecto**. La supervisión en todo momento estará a cargo de personal especialista en medio ambiente.

No obstante, es importante destacar que el **PVA** en su versión actualizada será integrado y entregado a la autoridad competente, una vez autorizado el **Proyecto** motivo del presente DTU-B, de manera que puedan incorporarse las obligaciones impuestas por la autoridad a las medidas propuestas en este capítulo.

Bajo esta óptica, se estructura el **PVA** que integra los siguientes programas específicos, mismos que se presentan a continuación:

1. Programa de Vigilancia Ambiental (**PVA**). Anexo VII.3.

2. Programa de Rescate y Reubicación de Flora. Anexo VII.4.

3. Programa de Ahuyentamiento, Rescate y Reubicación de Fauna. Anexo VII.5.

4. Programa de Manejo Integral de Residuos. Anexo VII.6.

5. Programa de Educación Ambiental. Anexo VII.7.

6. Programa de Reforestación. Anexo VII.8.

7. Programa de Conservación de Suelos. Anexo VII.9

8. Programa de Protección y Manejo de Tortugas en el AI y AP. Anexo VII.10

Asimismo, se contempla la aplicación de actividades de mantenimiento de maquinaria y equipo, así como la aplicación de acciones específicas.

VII.5.1. Objetivo General

Definir un sistema de seguimiento para sustentar la toma de decisiones orientadas al cumplimiento de las medidas de prevención, mitigación o compensación propuestas en el **DTU-B**, así como de los Términos y Condicionantes que sean impuestos por la autoridad en materia de impacto ambiental a través de la resolución que ésta emita.

VII.5.2. Objetivos específicos

- Asegurar que el cumplimiento de las obligaciones ambientales sea congruente con los criterios de integración ambiental establecidos en el **DTU-B**;
- Comprobar la eficacia de las medidas protectoras y correctoras establecidas y ejecutadas. Cuando tal eficacia se considere insatisfactoria, determinar las causas y establecer los remedios adecuados;
- Detectar la posibilidad de que surjan impactos no previstos en el **DTU-B** (impactos supervinientes) y prever la aplicación de las medidas adecuadas para reducirlos, eliminarlos o compensarlos;
- Detectar, oportunamente, impactos no previstos el **DTU-B** e identificar y proponer a la promovente del **Proyecto** la aplicación de las medidas adecuadas para prevenirlos, mitigarlos o compensarlos;
- Informar al promovente y al director de la obra sobre los aspectos objeto de la vigilancia y ofrecer un método sistemático, lo más sencillo y económico posible, para realizar la vigilancia de una forma eficiente;
- Asegurarse que cada contratista disponga en obra con personal capacitado que sea responsable de la ejecución de los Programas y de las acciones específicas que le competan, el cual contará con conocimientos previos adecuados a las distintas actividades a realizar en el **Proyecto**;
- Documentar todas las acciones procedentes, derivadas del cumplimiento de las obligaciones ambientales que debe atender el promovente.
- Vigilar la eficacia resultante de la ejecución de las obligaciones ambientales, de forma tal que se pueda determinar su eficiencia y, en dado caso, implementar acciones adicionales que mejoren las actividades.

VII.5.3. Metas y Alcances del PVA.

VII.5.3.1. Meta

El **PVA** se considera como un sistema abierto, con capacidad de modificar, cambiar o adaptarse a las situaciones que se planteen, esto es que, debe servir como mecanismo de retroalimentación mediante el cual los resultados obtenidos sirvan para modificar los objetivos iniciales y en general, permitir la revisión periódica del programa inicialmente planteado, de esta forma, también se permite la detección de efectos no previstos para así adoptar las medidas adecuadas.

Es necesario dar seguimiento a la evolución de los impactos previstos, de forma que no se superen las magnitudes pronosticadas, las cuales se pretenden reducir al mínimo a través de las medidas propuestas en cada uno de los programas y acciones específicas planteadas y, en caso necesario, diseñar un nuevo sistema de medidas que permitan minimizar las afecciones al medio.

En este sentido, las metas esperadas con la ejecución del **PVA** son las siguientes:

- Sensibilizar, concientizar y aportar conocimiento acerca del cuidado del medio ambiente, buenas prácticas ambientales y legislación ambiental vigente al 100% del personal que ingrese al **Proyecto**.
- Obtener un porcentaje de cumplimiento mínimo del 90% de las acciones propuestas para el manejo y disposición adecuada de los residuos generados durante todas las etapas del **Proyecto**.
- Alcanzar un porcentaje de cumplimiento mínimo del 90% de las acciones propuestas para la conservación de suelos.
- Obtener un porcentaje para el Programa de rescate, reubicación y mantenimiento de los individuos flora propuestos para rescate en el **AP** con un umbral mínimo del 85%.
- Lograr un porcentaje de cumplimiento del Programa para el ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna, con un umbral mínimo del 90%.

VII.5.3.2. Alcance

El **PVA** tiene como principal alcance la verificación de la implementación de las medidas de prevención, mitigación y compensación planteadas para las distintas etapas del **Proyecto**. Éstas aplican tanto para el personal, como para los contratistas, considerando su respectiva verificación en tiempo y espacio; es decir, el lugar y momento en el cual se ejecutarán dentro del programa de trabajo, describiendo las metodologías a ser implementadas, determinando la funcionalidad de las mismas y evidenciando la evolución que presenta la calidad del ecosistema en el sitio donde se pretende la realización del **Proyecto**. Además, se cuantifican de manera sistemática los efectos ambientales de las obras y actividades a través de la generación de informes anuales de las acciones realizadas por componente ambiental.

VII.5.4. Responsables de la ejecución del PVA

La correcta ejecución del **PVA** será responsabilidad del organismo promotor y de las empresas contratistas. A continuación, se presenta la responsiva correspondiente a cada una de las partes involucradas en el cumplimiento del presente **PVA**.

A. Responsabilidad del organismo promotor

La aplicación del **PVA**, primordialmente, será responsabilidad de Terraesmeralda, S.A. de C.V, quien deberá tener como responsables en campo al menos a un supervisor ambiental que tendrá la obligación y autoridad para tomar decisiones, definir estrategias o modificar actividades que pudieran afectar al ambiente.

Los supervisores deberán tener la capacidad técnica y de autoridad para tomar decisiones en caso de que las medidas de prevención, mitigación y compensación propuestas no funcionen como se ha previsto o que se detecten impactos que, por su naturaleza, no son perceptibles en etapas anteriores.

Como parte de sus obligaciones, los supervisores ambientales deberán coordinar en cuestión ambiental al personal que participe en las etapas de preparación del sitio, construcción y operación y mantenimiento del **Proyecto**, llenar las bitácoras de seguimiento y elaborar informes referentes a sus observaciones durante y después de la implementación de las medidas para posteriormente compilarlos en un documento final.

Además, los supervisores ambientales serán responsables de ejecutar y dar seguimiento a lo siguiente:

- Ejecutar y coordinar el **PVA**.
- Comprobar *in situ* la ejecución de las medidas correctoras.
- Evitar impactos ambientales no previstos.
- Alertar sobre sucesos excepcionales o situaciones de emergencia ambiental.
- Solicitar a los contratistas el cumplimiento de las medidas ambientales establecidas, así como la aprobación a posibles modificaciones que se pudieran presentar.
- Elaborar los informes anuales donde se muestre el grado de cumplimiento de cada medida enmarcada en este **PVA**.
- En caso de ser necesario, determinar nuevas medidas de prevención, mitigación o compensación, así como modificar las ya establecidas.

Resulta importante mencionar que los supervisores ambientales podrán apoyarse del personal a cargo del **Proyecto** (contratistas, responsables de obra, entre otros), ya que se encuentra la mayor parte del tiempo en el área del **Proyecto**, para que colaboren en el llenado de algunas bitácoras. Esto con la intención de que todas las medidas sean seguidas durante todo el tiempo que dure cada etapa del **Proyecto** y no sólo durante la presencia de los supervisores ambientales.

B. Responsabilidad de las empresas contratistas

Para dar cumplimiento a las medidas propuestas será necesario vigilar su aplicación por parte de los contratistas, que en su caso tendrían las siguientes funciones:

- Supervisar y coordinar la ejecución de las medidas según lo previsto en este **PVA**.

- Proporcionar a los supervisores ambientales los medios necesarios para el llenado de las bitácoras y en general para dar cumplimiento del **PVA**.
- Mantener constante comunicación y coordinación con los supervisores ambientales.

Asimismo, es deseable que cada contratista cuente con un supervisor ambiental o personal encargado de las cuestiones ambientales, esto con la finalidad de dar seguimiento al cumplimiento de las medidas y obligaciones que sean impuestas en el oficio resolutivo. Cada contratista elaborará los informes y recabará la evidencia del cumplimiento de las obligaciones para ser entregados al supervisor ambiental de la promovente.

VII.5.5. Seguimiento y control de la aplicación del PVA

La promovente contará con al menos un supervisor ambiental el cual realizará visitas periódicas mediante las cuales verificará el debido cumplimiento de todos y cada uno de los compromisos ambientales de los contratistas y de las acciones específicas incluidas dentro del **PVA**. Durante las visitas de supervisión se llenará una bitácora para dar un seguimiento adecuado a las observaciones realizadas durante la visita. Asimismo, se contará con coordinadores ambientales que estarán de manera permanente en el sitio durante las etapas de preparación del sitio y de construcción, quienes verificarán y tomarán decisiones según lo que reporten los supervisores ambientales.

La bitácora de inspección consiste en un formato donde se llevarán a cabo los registros de incumplimiento de cada medida, conforme se identifiquen durante el recorrido de inspección, por factor e indicador ambiental afectado y anotando las observaciones que correspondan, incluidos los datos de ubicación. Asimismo, se anotará la actividad que generó el incumplimiento.

Además, deberá generarse un anexo fotográfico que documente y evidencie los incumplimientos ambientales identificados a través de imágenes recuperadas en campo en los frentes de trabajo.

La promovente realizará una supervisión continua en sus frentes de trabajo y de manera mensual se generará un reporte que contenga la aplicación de las medidas de mitigación. Este reporte será firmado por el supervisor ambiental. Se anotarán de manera clara las fechas y el número de folio en cada bitácora y reporte generado mensualmente o de acuerdo con lo que se especifique para cada medida en cada etapa del **Proyecto**.

Con la finalidad de mostrar la correcta ejecución y aplicación de las actividades y medidas de control, prevención y mitigación, éstas serán evaluadas con uno o más indicadores de cumplimiento para cada una de las medidas aplicables en el periodo de revisión. Los indicadores pueden ser de carácter administrativo (presentación de bitácoras, informes, oficios o manifiestos) o ambiental (cumplimiento

de una condición que puede constatarse presencialmente, como la extracción del total de individuos de especies en riesgo o la ausencia de concreto tirado sobre áreas forestales, etc.).

En el caso de la resolución de contingencias ambientales que pudieran detectarse durante la inspección, éstas deberán siempre resolverse.

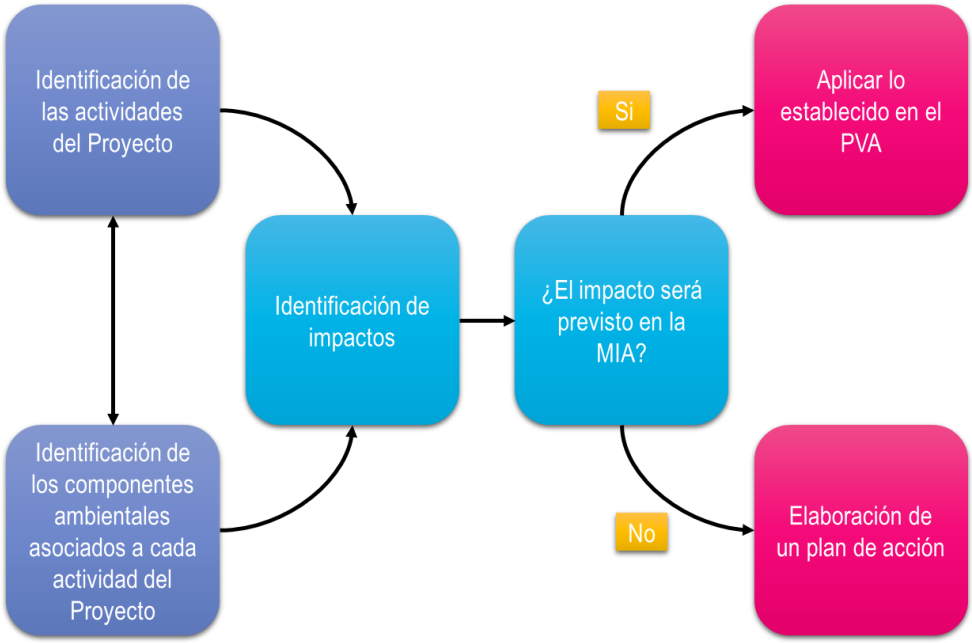
Las reincidencias en incumplimiento de medidas de control, prevención y mitigación deberán ser nulas, de no ser así, deberán ejecutar medidas de restauración y compensación y se revisarán la aplicación de los Programas y de las acciones específicas incluidas en el **PVA**, con el fin de detectar fallas en su aplicación y así mejorar el cumplimiento de cada medida.

Durante las inspecciones se identificarán todas las actividades del **Proyecto,** así como los componentes ambientales asociados a cada una de ellas. Con base en ello, se identificarán los impactos ambientales, determinando cuáles de ellos se encuentran previstos en la evaluación de impactos e incluidos en el **PVA**, elaborando un plan de acción en caso de que el impacto no se encuentre previsto dentro de evaluación de impactos, tal y como se muestra en la siguiente tabla.

Todos los impactos ambientales no previstos y las desviaciones registradas durante las visitas de supervisión se registrarán y rastrearán a través del tiempo y se establecerá un plan de acción específico para cada uno de ellos. En el formato se detallará la desviación, el factor ambiental afectado, la actividad que lo generó y la normatividad aplicable.

El responsable ambiental analizará la raíz del problema para, posteriormente, generar un plan de acción que incluya responsables, acciones (actividades) y fechas de conclusión. Aunado a esto, deberá verificar y dar seguimiento a las acciones tomadas y aplicadas para mitigar el impacto ambiental identificado. Todas las medidas de mitigación deberán estar documentadas y soportadas con anexos con la finalidad de evidenciar las actividades realizadas.

Figura 0.1. Esquema de incorporación de acciones del Programa de Vigilancia Ambiental



Acciones específicas.

Los programas específicos tienen la finalidad de evitar o disminuir los efectos adversos del **Proyecto**, cualquiera que sea su fase de ejecución. Se expresarán en el **PVA** del **Proyecto**, el cual considera, al menos, que las medidas de los programas específicos cumplan con lo siguiente:

- Impedir o evitar completamente el efecto adverso significativo de una obra o acción o de alguna de sus partes.
- Minimizar o disminuir el efecto adverso significativo mediante una adecuada limitación o reducción de la magnitud o duración de la obra o acción o de algunas de sus partes o a través de la implementación de medidas específicas.
- Reparar y/o restaurar cualquier daño causado con la finalidad de reponer uno o más de los componentes o elementos del medio ambiente a una calidad similar a la que tenían con anterioridad al daño causado o, en caso de ser posible, restablecer sus propiedades básicas. Dichas medidas se expresarán en medidas de reparación y/o restauración.
- Compensar ambientalmente para producir o generar un efecto positivo alternativo o equivalente a un efecto adverso identificado.

- Las medidas de reparación y compensación ambiental solo se llevarán a cabo en las áreas o lugares en que se presenten o generen los efectos adversos significativos que resulten de la ejecución o modificación del **Proyecto** o alguna de sus actividades.
- Si de la predicción y evaluación de impacto ambiental del **Proyecto** se deducen situaciones eventuales de riesgo al medio ambiente, el titular del **Proyecto** deberá proponer medidas de prevención de riesgos y de control de accidentes. Las medidas de prevención de riesgos tienen por finalidad evitar que aparezcan efectos desfavorables en la población o en el medio ambiente. Las medidas de control de accidentes tienen por finalidad permitir la intervención eficaz en los sucesos que alteren el desarrollo normal de un **Proyecto** o actividad, en tanto puedan causar daños a la vida, a la salud humana o al medio ambiente.

Impactos residuales

Con la aplicación de medidas de prevención y mitigación es factible que un impacto ambiental que puede alterar el funcionamiento de cierto componente o proceso ecosistémico dentro del **SAR** reduzca su significancia. Sin embargo, pueden llegar a existir impactos cuyos efectos persisten aún con la aplicación de medidas y que son denominados residuales. Asimismo, el **REIA** en su Artículo 3°, fracción X, describe un impacto residual como el impacto que persiste después de la aplicación de medidas de mitigación.

La identificación y valoración de este tipo de impactos ambientales es fundamental, ya que en última instancia representan el efecto inevitable y permanente de un proyecto sobre el ambiente.

Para el caso del **Proyecto**, la identificación de los impactos residuales se llevó a cabo a partir de los resultados obtenidos en la matriz de valoración presentada en el presente **DTU-B** y que se retoma en la Tabla VII.10. En esta tabla se observa que, considerando el criterio "Mitigación" para aquellos impactos que cuentan con medidas, los impactos evaluados disminuyen de intensidad, cambiando su significancia a una de menor impacto, sin embargo, algunos impactos no podrán ser mitigados por completo y su nivel de significancia será de "Poco Significativo", es decir, que los factores no podrán volver a su estado original aún con la aplicación de medidas, pero si se verá disminuida su intensidad.

Tabla VII.9. Matriz de valoración de impactos (significancia de los impactos ambientales sin medidas de mitigación y con medidas de mitigación).

Clave	Impacto	Intensidad (I)	Extensión (E)	Duración (D)	Sinergia (S)	Acumulación (A)	Controversia (C)	Índice Básico (IB)	Índice complementario (IC)	1-IC	Índice de impacto sin medidas (II)	Carácter	Significancia de impactos sin medidas	Eficiencia de medida de mitigación (M)	Índice del impacto con medidas (Sij)	Significancia de impacto con medidas
SUE1	Afectación de las características químicas (calidad) del suelo (contaminación) por el uso de aceites y combustibles de vehículos, maquinaria y equipo, así como en caso de una inadecuada disposición de residuos y aguas residuales, por el despalme, limpieza y desmonte, por las excavaciones, trazo y nivelación, así como por las cimentaciones y sellamiento de la superficie por el desplante de la infraestructura del Proyecto.	2	2	2	0	2	0	0.667	0.222	0.778	**0.730**	-	**S**	3	0.000	**NS**
SUE2	Incremento de la Erosión y afectación de las características físicas, por alteración de sus propiedades físicas tales como textura, estructura y porosidad (en consecuencia pérdida de su permeabilidad) derivado de que para las labores de construcción se requiere nivelar el sitio donde se construirá la infraestructura del proyecto, modificando el relieve del sitio, además de la perdida de permeabilidad del suelo por la compactación derivada del uso de maquinaria y de la construcción de obras civiles, así como por la remoción de la vegetación forestal. Asimismo, posteriormente durante el desmantelamiento y cierre la erosión puede modificarse al quedar expuesto el suelo en tanto se inicie la restauración del sitio.	2	1	2	2	2	3	0.556	0.778	0.222	**0.878**	-	**MMS**	2	0.293	**PS**
AIR1	Modificación del nivel sonoro por el empleo de maquinaria y equipos durante las actividades de las etapas de preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento del Proyecto.	1	2	1	0	2	0	0.444	0.222	0.778	**0.532**	-	**MS**	2	0.177	**NS**
AIR2	Afectación de la calidad del aire por la generación de gases contaminantes por el empleo de los vehículos y equipos durante todas las etapas del Proyecto, así como por la generación y dispersión de polvos.	2	2	1	0	2	0	0.556	0.222	0.778	**0.633**	-	**S**	2	0.211	**PS**
HSUP1	Afectación a la calidad del agua en los escurrimientos, en caso de existir un mal manejo de los residuos que se puedan generar durante las etapas del Proyecto	2	2	2	2	2	2	0.667	0.667	0.333	**0.874**	-	**MMS**	3	0.000	**NS**
HSUB1	Disminución en la infiltración por la remoción de la vegetación forestal en 4.7577 has de vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia, y por modificaciones en la superficie.	2	1	3	2	2	3	0.667	0.778	0.222	**0.914**	-	**MMS**	2	0.305	**PS**
HSUB2	Afectación de las características fisicoquímicas (calidad) del agua subterránea por los residuos o sustancias que puedan generarse e infiltrarse durante todas las etapas del Proyecto.	2	2	2	1	2	3	0.667	0.667	0.333	**0.874**	-	**MMS**	3	0.000	**NS**
FLO1	Afectación a la abundancia y diversidad de especies de flora silvestre, debido a las acciones de limpieza y remoción de la vegetación en 4.7577 has de vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia.	3	1	3	2	2	0	0.778	0.444	0.556	**0.870**	-	**MMS**	1	0.580	**MS**

Clave	Impacto	Intensidad (I)	Extensión (E)	Duración (D)	Sinergia (S)	Acumulación (A)	Controversia (C)	Índice Básico (IB)	Índice complementario (IC)	1-IC	Índice de impacto sin medidas (II)	Carácter	Significancia de impactos sin medidas	Eficiencia de medida de mitigación (M)	Índice del impacto con medidas (Sij)	Significancia de impacto con medidas
FLO2	Disminución de la cobertura vegetal forestal, debido a la remoción directa de la vegetación en el AP de 4.7577 has de vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia.	3	1	3	1	2	0	0.778	0.333	0.667	**0.846**	-	**MMS**	2	0.282	**PS**
FLO3	Afectación a individuos de especies de flora en riesgo y endémicas, en caso de mortandad o daño accidental o intencional de los individuos de especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, ya sea por parte del personal, asi como por el uso de maquinaria y vehículos.	3	1	3	2	1	0	0.778	0.333	0.667	**0.846**	-	**MMS**	2	0.282	**PS**
FAU1	Afectación de la abundancia de fauna en el AP o AI por el desplazamiento de los individuos derivado de la presencia de maquinaria, vehículos, equipos y personal, por atropellamiento en el tránsito de los vehículos automotores, así como por captura, daño o muerte accidental o provocada por la presencia tanto del personal durante la construcción, operación y por el mantenimiento del proyecto.	2	2	2	2	2	3	0.667	0.778	0.222	**0.914**	-	**MMS**	2	0.305	**PS**
FAU2	Afectación al hábitat de las especies de fauna, generado por la remoción de vegetación forestal en 4.7577 has de vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia en el AP, lo que disminuye la disponibilidad de hábitat para la fauna, así como por el ruido generado por el equipo y maquinaria que labore en el sitio, ya que ahuyenta a los individuos de fauna. Asimismo, la presencia de las instalaciones del Proyecto modificará de forma permanente el hábitat para la fauna silvestre, especialmente de las especies migratorias.	2	1	3	0	2	0	0.667	0.222	0.778	**0.730**	-	**S**	2	0.243	**PS**
FAU3	Posible afectación a la abundancia y diversidad de especies faunísticas bajo algún estatus de protección dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010 por desplazamiento derivado de la presencia de personal y maquinaria durante las etapas de preparación del sitio y construcción y en caso de ocurrir atropellamientos accidentales en el tránsito de vehículos automotores	1	2	1	0	2	0	0.444	0.222	0.778	**0.532**	-	**MS**	3	0.000	**NS**
PAI1	Afectación de la calidad escénica del paisaje por la inserción de las obras y equipos permanentes necesarios para la operación del Proyecto y la remoción de la vegetación.	1	2	3	2	2	3	0.667	0.778	0.222	**0.914**	-	**MMS**	2	0.000	**NS**
PAI2	Afectación de la apreciación del paisaje por la generación de residuos a lo largo de las etapas del Proyecto y en caso de que haya un mal manejo de estos.	1	2	3	2	2	3	0.667	0.778	0.222	**0.914**	-	**MMS**	2	0.305	**PS**

De conformidad con la matriz de valoración se identificaron los siguientes impactos residuales:

Tabla VII.10. Impactos residuales identificados para el **Proyecto**.

Factor ambiental	Impacto residual	Atributo de duración
Hidrología subterránea	HSUB1. Disminución de la infiltración y probable contaminación.	3
Flora	FLO1. Afectación a la abundancia y diversidad de especies de flora silvestre	3
	FLO2. Afectación a la cobertura forestal	3
	FLO3. Posible afectación a individuos de especies de flora en riesgo listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010	3
Fauna	FAU2. Afectación al hábitat de las especies de fauna	3
Paisaje	PAI1. Afectación de la calidad escénica del paisaje en el AP	3
	PAI2. Afectación de la apreciación del paisaje en el AP	3

VII.6. Información necesaria para la fijación de montos para fianzas

La información necesaria para determinar el valor de las medias de prevención y mitigación establecidas en el **DTU-B** parte específicamente de la integración del **PVA**, así como de los términos y condicionantes determinados en el Oficio Resolutivo que para tal efecto expida la Autoridad. Con ambos elementos se podrá estimar el monto de la garantía financiera para las actividades en la fase de la preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento y cierre y abandono del **Proyecto**.

A partir de los valores que se obtengan se propondrán los montos por el **Promovente**, quien deberá asegurarse a fin de estar cubierto ante daños eventuales al ambiente que pudieran ocurrir durante la preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento y cierre y abandono del **Proyecto**.

Los costos de las medidas de prevención y mitigación de la etapa de preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento y cierre y abandono se derivan de costos unitarios por el desarrollo de las actividades de ejecución y de inspección a precios de mercado por hora hombre o, en su caso, por la prestación del servicio completo en la ejecución de las estrategias específicas que se ejecutarán.

Para el caso de las condicionantes y términos, los costos derivan de las gestiones administrativas y de pagos de derechos cuando se trate de modificaciones o ampliaciones, así como la integración de solicitudes e informes ante la autoridad ambiental.

VII.7. Estimación del costo de las actividades de restauración con motivo del cambio de uso de suelo

A continuación, se realiza la estimación del costo de las actividades de restauración por motivo del cambio de uso de suelo propuesto, en función de lo que costaría llevar el ecosistema propuesto para

afectación a una condición similar a la que presentaba cuando sustenta vegetación, bajo el supuesto de que el cambio de uso de suelo ya ha sido realizado.

En este sentido, es importante mencionar que la estimación presentada no se encuentra basada en los niveles de equivalencia ni en los costos de restauración publicados por la Comisión Nacional Forestal (**CONAFOR**), sino que únicamente toma como referencia el valor señalado por hectárea para el desarrollo de las actividades inherentes a las actividades involucradas en el proceso de restauración, razón por la cual se consideran adecuados los costos señalados en las diferentes variables involucradas en dicho programa, toda vez que, por no ser este llevado a cabo en la realidad, los costos que maneja la Comisión para cada uno de los conceptos (Acuerdo publicado en el Diario Oficial de la Federación de fecha 31 de julio de 2014), representan la mejor alternativa de suposición para llegar a determinar el costo de las actividades de restauración con motivo del cambio de uso de suelo propuesto.

La restauración de las áreas forestales va encaminada principalmente a restablecer las condiciones naturales de un sitio, que eviten la pérdida del suelo y mejore la cobertura vegetal, con la consecuente regulación de los escurrimientos superficiales y la función retenedora del agua, por lo que los cálculos aquí expresados se basan en la posibilidad de promover el establecimiento de plántulas que, con las precauciones consideradas recuperarían eventualmente el paisaje original. Los costos relacionados con la pérdida de la diversidad genética, los bienes y servicios que presta el ecosistema, tales como la limpieza del aire, la liberación de oxígeno y la captura de dióxido de carbono, entre otros, no han sido considerados.

En resumen, dada la diversidad de los costos asociados a las prácticas de restauración, a continuación, se enlistan de manera general las principales obras y actividades que influyeron en dicho proceso:

- Evaluación preliminar (selección del sitio).
- Selección de las especies a plantar.
- Adquisición y características de la planta a utilizar.
- Preparación del terreno.
- Diseño de la plantación.
- Plantación.
- Época de la plantación.
- Replantación.

- Asesoría técnica.

VII.7.1- Estimación de los costos de las actividades de reforestación

VII.7.1.1.- Evaluación preliminar (selección del sitio)

La variación en las condiciones de deterioro del ecosistema que se pretende restaurar conlleva a una serie de diferentes prácticas que podrían adoptarse, motivo por el cual resulta indispensable la realización de un dictamen preliminar para determinar la metodología más adecuada para cada sitio. Dicha evaluación incluye la visita por un experto en la materia al área de estudio, quien determina en un Informe técnico la vía de rehabilitación a seguir.

En este sentido, la plantación se deberá haber realizado de forma planeada, considerando la extensión total solicitada para cambio de uso de suelo. La zona donde se realiza la restauración debe presentar los requerimientos adecuados para facilitar el crecimiento y desarrollo de las especies vegetales, tales como una textura arenosa, de buena profundidad, baja pedregosidad y buen drenaje, aspectos que posteriormente facilitan los cuidados necesarios, como por ejemplo la eliminación de malezas. Asimismo, se debe de disponer de agua para aplicar riesgos eventuales durante los primeros cinco años para lograr un mayor índice de sobrevivencia de la plantación; la cual debe aplicarse durante la época de seca. A continuación, se plasman los costos que conlleva la evaluación preliminar en comento.

Tabla VII.1. Costos previstos para la evaluación preliminar

Concepto	Costo
Participación del experto en la materia	$80,000.00
Viáticos y materiales	$25,000.00
Total por año	**$105,000.00**

VII.7.2.- Selección de las especies a plantar (selección del sitio)

La combinación de las condiciones del suelo, de los factores climáticos y de los agentes bióticos que prevalecen en el área constituyen los factores del sitio que se consideraron para asegurar la restauración exitosamente; motivo por el cual se optó por la utilización de especies nativas de la región, las cuales se encuentran bien adaptadas al área de estudio, respetando la composición de la comunidad vegetal.

Para este caso en particular, se utilizaron las dos especies con menor distribución en el área, de acuerdo con los resultados de los parámetros ecológicos estimados derivado de la toma de datos en campo.

Tabla VII.2. Especies utilizadas para la reforestación de la superficie de CUSTF

Estrato	Nombre científico	Nombre común
Arbóreo	*Thrinax radiata*	Guano de Costa
	Conocarpus erectus	Mangle Botoncillo
	Metopium brownei	Chechen Prieto
	Manilkara zapota	Chicozapote
	Myrcianthes fragrans	*Guayabillo*
Arbustivo	*Coccoloba uvifera*	Uvero
	Bravaisia berlandieriana	Julub
	Eugenia axillaris	Escobillo
Herbáceo	*Hymenocallis littoralis*	Azucena de Agua
	Ambrosia hispida	Altanisa de mar

VII.7.3.- Adquisición y características de la planta utilizada

El número necesario de planta será adquirido en viveros autorizados en la región, ya que en estos lugares es factible la producción de las especies en cantidad y tipo, contando con las instalaciones requeridas y el personal técnico necesario para su aseguramiento.

Sobre este particular, se señala que las características deseables de las plantas jugaron un papel importante, ya que éstas deben de presentar un buen estado fisiológico y morfológico, además de contar con un tamaño óptimo (de 20 a 50 cm de altura) para lograr una tasa elevada de sobrevivencia en los años posteriores. Asimismo, el material vegetal debe encontrarse libre de plagas y enfermedades.

La densidad de plantación varía de acuerdo al tipo de vegetación a restaurar, por lo que fue tomado como base el número de 900 plantas/ha (**4,282** plantas para las **4.7577 ha** de vegetación contemplada como ecosistema de tipo tropical), referido en los costos de referencia para reforestación o restauración y su mantenimiento para compensación ambiental por cambio de uso de suelo en terrenos forestales y la metodología para su estimación, publicados como Acuerdo por la **CONAFOR** en el Diario Oficial de la Federación el 25 de Febrero de 2011.

La siguiente Tabla muestra la cantidad de plántulas necesarias por especie en función de la superficie a restaurar. Se señala que, en el rubro de plántulas adquiridas en vivero, se consideró como regla general aumentar un 20% de la cantidad necesaria, debido a la pérdida de los ejemplares durante el transporte al sitio y su establecimiento en las primeras etapas de desarrollo, cuando se muere el mayor número de ejemplares por el maltrato y estrés al que son sometidos.

Tabla VII.3. Plantas necesarias para la Reforestación con un 20% de reposición

Estrato	Nombre científico	Nombre común	Abundancia absoluta	Densidad encontrada en campo (ind. /ha)	% a reforestar	Densidad 900 ind/ha	Superficie a reforestar	Total ind. reforestar	Reposición del 20%	Total plantas
Arbóreo	*Thrinax radiata*	Guano de Costa	957	9,667	20%	180	4.7577	856.39	171.28	1,027.66
	Conocarpus erectus	Mangle Botoncillo	29	293	20%	180		856.39	171.28	1,027.66
	Metopium brownei	Chechen Prieto	201	2,030	10%	90		428.19	85.64	513.83
	Manilkara zapota	Chicozapote	86	869	10%	90		428.19	85.64	513.83
	Myrcianthes fragrans	*Guayabillo*	2	20	10%	90		428.19	85.64	513.83
Arbustivo	*Coccoloba uvifera*	Uvero	32	485	10%	90		428.19	85.64	513.83
	Bravaisia berlandieriana	Julub	1	15	5%	45		214.10	42.82	256.92
	Eugenia axillaris	Escobillo	3	45	5%	45		214.10	42.82	256.92
Herbáceo	*Hymenocallis littoralis*	Azucena de Agua	3	2,727	5%	45		214.10	42.82	256.92
	Ambrosia hispida	Altanisa de mar	8	7,273	5%	45		214.10	42.82	256.92
		Total	**1322**	**23,424**	**100%**	**900**	**4.7577**	**4,282**		**5,138**

VII.7.4.- Preparación del terreno.

Esta fase se realizará con anticipación para preparar el terreno, de manera tal que las plantas encuentren un sitio favorable y adecuado para su desarrollo, evitando la competencia por nutrientes, luz y humedad. La preparación del terreno se efectuará de manera manual, construyendo 11.11 m de terrazas o zanjas a nivel por hectárea.

La tabla siguiente muestra los costos directos requeridos para la preparación del terreno, considerando el costo por hectárea para los ecosistemas de tipo tropical, citado en la publicación de la CONAFOR en el Diario Oficial de la Federación del 31 de Julio de 2014 anteriormente referida.

Tabla VII.4. Costos requeridos para la etapa de preparación del terreno (obras de restauración de suelos)

Ecosistema	Costo Unitario ($)	Superficie (ha)	Total ($)
Tropical	$6,630.00	**4.7577**	**$31,543.55**

VII.7.5.- Diseño de la plantación

Un apropiado espaciamiento de la plantación no proporciona únicamente buenas condiciones para desarrollar las labores complementarias, tales como el replanteo en el caso de que se tenga una baja sobrevivencia, riegos eventuales durante la época de secas y el control de plagas y enfermedades, entre otros, sino que optimiza también la capacidad productiva del terreno. El método utilizado para la plantación en las superficies de afectación que comprende el **Proyecto**, es un cuadrado con espaciamiento aproximado de tres por tres metros.

VII.7.6.- Plantación

Esta actividad será realizada de manera manual, evitando que la planta permanezca fuera del terreno por un periodo prolongado de tiempo para evitar su deshidratación. Las plantas serán distribuidas en el sitio, eliminando de manera previa aquellos individuos que presentaron algún daño durante su transporte. Por otro lado, se señala que al momento de la excavación de las cepas se seguirán los siguientes principios:

- Las cepas se excavarán lo suficientemente profundas para dar espacio a las plantas, que no se doble la raíz.
- Las raíces serán extendidas en su posición normal.
- Las cepas serán cubiertas con suelo proveniente de la misma zona de donde se efectuará la preparación del sitio.
- El suelo será vigorosamente apretado para prevenir la aparición de bolsas de aire.

El método utilizado es el denominado de cepa común, el cual consiste en abrir un agujero en el suelo de 40 cm de ancho por 40 cm de largo y 40 cm de profundidad con una pala. Posteriormente, con la misma tierra extraída de la cepa se formará un colchón de 10 a 15 cm de grosor en la base de esta (de manera que la planta quedará asentada en tierra blanda) y se colocará la planta (con cepellón o a raíz desnuda) en posición vertical. Las cepas serán rellenadas depositando primero la tierra superficial y después la que se extrajo a mayor profundidad, procurando dejar un ligero declive de la orilla de la cepa al árbol (cajeteo); apisonando consecuentemente la tierra para evitar la formación de bolsas de aire que pudieran estar en contacto con la raíz.

La Tabla muestra los costos requeridos para la fase de plantación, considerando el costo por hectárea citado por la **CONAFOR** en el Diario Oficial de la Federación del 31 de Julio de 2014 incluyendo el transporte de la planta.

Tabla VII.5. Costos requeridos para la fase de plantación

Ecosistema	Costo Unitario ($)	Superficie (ha)	Total ($)
Tropical	1,613.00	**4.7577**	**$7,674.17**

VII.7.7. Época de plantación

Con la finalidad de asegurar el mejor éxito en la restauración de los recursos forestales, es recomendable esperar a que se presenten algunas lluvias antes de iniciar la plantación para que el suelo mantenga la humedad apropiada y la planta no resienta un cambio brusco. De la misma manera, no es recomendable realizar la plantación cuando ya se encuentren bien establecidos los

eventos de precipitación pluvial, ya que estos dificultan el desarrollo de la actividad tanto de colocación de la planta como de la apertura de la cepa; por lo que el periodo óptimo para la ejecución de la práctica en la región ocurrió cuando se pudo aprovechar al máximo la lluvia, logrando con esto un mayor índice de sobrevivencia.

VII.7.8.- Asistencia técnica

El personal que labore en estas actividades debe recibir asesoría y capacitación sobre las actividades de restauración, por lo que la Tabla resume los costos previstos para este concepto, considerando un costo unitario de $1,673.30 por hectárea citado por la CONAFOR en la publicación del Diario Oficial de la Federación del 31 de Julio de 2014.

Tabla VII.16. Costos requeridos para la asistencia técnica durante la restauración

Ecosistema	Costo Unitario ($)	Superficie (ha)	Total ($)
Tropical	1,673.30	**4.7577**	**$7,961.05**

VII.8.- Costo total estimado de las actividades de reforestación por el cambio de uso de suelo propuesto

La Tabla siguiente resume los conceptos mencionados anteriormente, presentando la estimación total de los costos de restauración para la superficie de cambio de uso de suelo.

Tabla VII.17. Costos de reforestación

Especie	Porcentaje (%)	Superficie a restaurar (ha)	No. de plántulas requeridas	No. de plantas adquiridas reposición	Total, de plantas	Precio por Unidad ($)	Precio Total ($)*
Thrinax radiata	20%	**4.7577**	856.39	171.28	1,027.66	$7.27	7,471.08
Conocarpus erectus	20%		856.39	171.28	1,027.66	$7.27	7,471.08
Metopium brownei	10%		428.19	85.64	513.83	$7.27	3,735.54
Manilkara zapota	10%		428.19	85.64	513.83	$7.27	3,735.54
Myrcianthes fragrans	10%		428.19	85.64	513.83	$7.27	3,735.54
Coccoloba uvifera	10%		428.19	85.64	513.83	$7.27	3,735.54
Bravaisia berlandieriana	5%		214.10	42.82	256.92	$7.27	1,867.80
Eugenia axillaris	5%		214.10	42.82	256.92	$7.27	1,867.80
Hymenocallis littoralis	5%		214.10	42.82	256.92	$7.27	1,867.80
Ambrosia hispida	5%		214.10	42.82	256.92	$7.27	1,867.80
Preparación del terreno	100%					$6,630.00	31,543.55
Actividades de plantación	100%					$1,613.00	7,674.17
Asistencia técnica	100%					$1,673.30	7,961.05
Total por superficie			**4,282**	**856**	**5,138**		**$ 84,534.29**

VII.8.2- Estimación de los costos de las actividades de mantenimiento

VII.8.2.1.- Replantación

En ciertas ocasiones, las prácticas de restauración o la plantación misma no tienen el éxito esperado debido a la influencia de los diferentes factores que intervienen en el proceso, tales como el vigor de

las plantas, las características físicas del sitio, los cuidados requeridos durante la fase de plantación, la época y/o condiciones atmosféricas, etc.; por lo que se debe de contar con una alternativa si alguno de esos factores se presenta o se constituye como deficiente para lograr los objetivos de la restauración planteada.

Por tal motivo, se considera que, si transcurrido un año de la plantación se estima una sobrevivencia menor al 85%, se recurrirá a la actividad de replanteo para la sustitución de aquellos arbustos que no hayan cumplido con el objetivo de lograr establecerse en el terreno.

La Tabla muestra los costos requeridos para la replantación (transporte y replante), considerando el costo por hectárea para el tipo de ecosistema en cuestión, citado por la CONAFOR en el Diario Oficial de la Federación del 31 de Julio de 2014 incluyendo el transporte de la planta.

Tabla VII.18. Costo Total de mantenimiento en un sistema tropical

Actividad	Unidad de medida	Costo unitario ($)	Cantidad mínima por ha	Costo por ha ($)	Costo sup total mantenimiento
Producción de planta	Planta	3.08	900	2,772	13,188.34
Transporte de planta		0.34	900	306	1,455.85
Reforestación mediante cepa común		3.85	900	3465	16,485.43
			Total	**6,543**	**$31,129.62**

VII.8.2.2.- Apertura de Brechas cortafuego o mantenimiento

Esta actividad consiste en remover el material vegetativo hasta el suelo mineral, en franjas de un ancho determinado de acuerdo al tipo de vegetación existente en el área. Se debe anclar a barreras naturales o artificiales y construir desagües cuando exista pendiente a efecto de evitar la formación de cárcavas; esta franja es con el propósito de aislar el fuego de la mayor cantidad posible de material vegetal combustible en un incendio forestal. Es necesario dar mantenimiento a las brechas cada año para que cumplan correctamente su función.

Tabla VII.19. Costos de protección en un sistema tropical

Actividad	Unidad de medida	Costo unitario ($)	Cantidad mínima por ha	Superficie (ha)	Costo por ha ($)	Costo total
Brechas de fuego	Km	5,487.91	0.058	4.7577	318.3	$1,514.37
Cercado		26,193.86	0.058	4.7577	1,309.69	$6,231.11
			Total		**1,627.99**	**7,745.48**

Tabla VII.10. Costos requeridos brechas corta fuego o mantenimiento

Concepto	Costo ($)/ha	Superficie de CUSTF	Total ($)
Protección	$**7,745.48**	4.7577	**$36,850.67**

VII.8.2.3.- Costo total estimado de las actividades de mantenimiento.

La Tabla siguiente resume los conceptos mencionados anteriormente, presentando la estimación total de los costos de restauración para la superficie de cambio de uso de suelo.

Tabla VII.11. Costos de mantenimiento

Concepto	Costo ($)
Mantenimiento (Replantación)	$31,129.63
Protección	$36,850.67
Total	**$67,980.30**

VII.8.3.- Asesoría técnica

Como todos los casos, se considera la asistencia técnica necesaria para la ejecución de las obras, desde el trazo de curvas a nivel y la capacitación para realizar las obras según las características técnicas adecuadas, por lo que de acuerdo a la naturaleza de los proyectos de compensación ambiental la asesoría técnica corresponde $1,613.76 (un mil seiscientos trece pesos 76/100 M.N.) por hectárea durante la ejecución del **Proyecto**, este costo unitario fue determinado con base en las experiencias en el desarrollo de proyectos de restauración en el país, lo cual se muestra evidencia más adelante.

Tabla VII.12. Costos de asesoría técnica

Concepto	Costo ($)/ha	Superficie de CUSTF	Total ($)
Asesoría técnica	$1,630.30	**4.7577**	**$7,756.47**

La tabla siguiente resume los conceptos mencionados anteriormente y presenta la estimación total de los costos de reforestación.

Tabla VII.13. Total de los costos de restauración en un sistema tropical

Concepto	Costo
Costos por actividades de Evaluación preliminar	$105,000.00
Costos por actividades de preparación del terreno	$31,543.55
Costos por actividades de plantación	$7,674.17
Asistencia técnica durante la restauración	$7,961.05
Costos de Reforestación	$84,534.29
Costos por actividades de mantenimiento	$31,129.63
Costos por actividades de protección	$36,850.67
Costos por actividades de asesoría técnica	$7,756.47
Costos de medidas de mitigación y prevención	$6,450,000.00
Total	**$6,762,449.83**

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO (DTU) MODALIDAD B REGIONAL

PROYECTO:

"HOTEL TERRAESMERALDA PUNTA MAROMA"

CAPÍTULO VIII:

PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y, EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

PROMOVENTE:

TERRAESMERALDA, S.A. DE C.V.

ELABORÓ:

ABF SERVICIOS TÉCNICOS, S.C.

2025

ÍNDICE

VIII.1. Descripción y análisis de los escenarios. 5

VIII.2. Pronostico ambiental 16

VIII.3. Evaluación de alternativas 20

ÍNDICE DE TABLAS.

Tabla VIII. 1. Descripción y análisis de los tres escenarios Sin proyecto, Con proyecto, Proyecto con medidas. 5

Tabla VIII. 2 Valor de significancia de los impactos identificados sin medidas. 16

Tabla VIII. 3 Valor de significancia de los impactos identificados con medidas. 18

VIII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y, EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS.

En el presente capítulo se detallan los diferentes escenarios del área en donde se pretende llevar a cabo el Proyecto. En consecuencia, es necesario entender que un escenario se considera como la descripción provisoria y exploratoria de un futuro probable. Los escenarios describen eventos y tendencias y cómo éstas pueden evolucionar en tiempo y espacio (Firmenich, 2009). También se puede definir como un retrato significativo y detallado de un admisible, recomendable y coherente mundo futuro. En éste se pueden ver y comprender claramente los problemas, amenazas y oportunidades que tales circunstancias pueden presentar.

El desarrollo de los escenarios permitirá prever las posibles afectaciones que se tendrían sobre los recursos naturales, con y sin la presencia del Proyecto, permitiendo comparar las condiciones ambientales actuales y posteriores a su ejecución.

Para ello, se compara la situación ambiental existente con la que se espera generar como consecuencia de la implementación del Proyecto, por lo que la línea base (condiciones iniciales del SAR, AI y el AP descritos en la información del capítulo IV del DTU-B Regional constituye una fuente de información primordial para determinar los impactos ambientales esperados por la ejecución del Proyecto.

De este modo, una vez caracterizada la línea base del SAR y el AP, se procede a identificar los impactos ambientales que generaría el Proyecto y el posterior establecimiento de los programas, medidas y acciones de prevención, mitigación y/o compensación, con el objetivo de describir los diversos escenarios en el área en donde se pretende realizar el mismo.

Por otro lado, la elaboración de pronósticos ambientales considera el carácter significativo de los impactos, ya que guardan una relación proporcional a las alteraciones en los diferentes componentes ambientales identificados.

El interpretar o describir las derivaciones y perspectivas de acciones a futuro es un proceso complejo. Sin embargo, existen metodologías para la formulación de escenarios, como los pronósticos cualitativos y cuantitativos, estudios prospectivos, simulaciones, modelos causales, entre otros, que nos proporcionan indicios de los resultados que podrían esperarse posterior a la implementación de una acción (en este caso, la ejecución del Proyecto).

El objetivo de cualquiera de estos métodos es pronosticar escenarios coherentes y acordes a las implicaciones que puede ocasionar la implementación del proyecto (Vergara, *et al.* 2010), siendo así, los escenarios se pueden clasificar de la siguiente manera:

Escenarios posibles. Son todos aquellos escenarios que se puedan imaginar sin importa si su probabilidad de ocurrencia es alta o baja.

Escenarios realizables. Son los escenarios cuya ocurrencia es factible, teniendo en cuenta las restricciones del sistema de estudio.

Escenarios deseables. Son los escenarios a los que los actores desean llegar, también pueden ser calificados como escenarios más convenientes. Forman parte de los escenarios posibles y no necesariamente son realizables.

De acuerdo con Ogayar (2001), el método de escenarios consta de dos fases que a continuación se mencionan:

1. **Elección de variables relevantes o elaboración de base.** En esta etapa se trata de realizar la identificación de las variables y la selección adecuada de los factores que pueden influir en el estudio prospectivo.
   - **Elección de horizonte temporal y espacial.** Se refiere a la elección del periodo considerado como futuro, así como el ámbito territorial en el que se desarrollará la acción.
   - **Elección de variables**. Se elegirán los fenómenos o factores que puedan tener una mayor incidencia en nuestro estudio.
   - **Asignación de probabilidades de ocurrencia**. Existen dos tipos de probabilidades, la de ocurrencia que consiste en señalar la posibilidad de que la variable considerada llegue a presentarse y la probabilidad de importancia que consiste en indicar el grado de relevancia que tiene la variable en cuestión.
   - **Estudio de inconsistencias y eliminación de algunas variables**. Por inconsistencia se entiende una relación entre variables que no puede existir. En el caso de encontrarse una inconsistencia se deberán de eliminar las variables que la crean.
2. **Elaboración de escenarios**. A partir de la elección de las variables relevantes, seleccionadas en el punto anterior, se procede a la creación de los escenarios. Posteriormente, se describen las implicaciones de cada uno de ellos y se realiza una serie de recomendaciones con base en cada uno de ellos.

Además de **lo anterior, debe mencionarse que gran parte del método de los escenarios se ha completado a lo largo del presente DTU-B Regional a través** de los capítulos II, IV, V y VI:

Conforme a lo anterior, en este apartado se describen las tendencias de los componentes ambientales con base en tres escenarios:

- Escenario **sin Proyecto** (situación actual o línea base).
- Escenario **con Proyecto sin medidas** de mitigación.
- Escenario **con Proyecto con medidas** de mitigación.

VIII.1. Descripción y análisis de los escenarios.

Tabla VIII. 1. Descripción y análisis de los tres escenarios Sin proyecto, Con proyecto, Proyecto con medidas.

Factor	Sin proyecto	Con proyecto sin medidas	Con proyecto con medidas
Clima	En el área donde se ubica el **SAR, AI y AP** se identificó un tipo de unidad climática: Aw1(X´), que corresponde a **Clima Cálido Subhúmedo.** **El Clima Cálido Subhúmedo:** En términos generales son dos los climas presentes en el Estado de Quintana Roo: cálido subhúmedo en el 98.91% del territorio estatal y cálido húmedo en el restante 1.09%, localizado en la isla Cozumel La temperatura media anual es de 25.8°C; la temperatura mínima promedio es de 17.4°C durante el mes de enero y la temperatura máxima promedio es de 33.9°C y se presenta en los meses de abril a agosto. La precipitación media está alrededor de los 232.50 mm mensual; las lluvias se presentan durante todo el año, siendo más abundantes en los meses de junio a octubre. El microclima puede resultar afectado por la presencia de fenómenos hidrometeorológicos, de los cuales se identificó un peligro muy bajo por heladas, granizo, muy alto por ciclones, por sequía medio y muy bajo para inundaciones, de acuerdo con el CENAPRED. **Tendencia**: El clima del planeta está cambiando, se estima que la temperatura promedio global ha aumentado en aproximadamente 1ºC, en lo relativo al periodo de 1850-1900, siendo esto más evidente en el hemisferio norte que en el hemisferio sur. En el caso de la precipitación, aunque tiene una gran complejidad espacial y alta variabilidad temporal, se ha observado que desde 1970, la precipitación ha aumentado principalmente en latitudes superiores a los 30º de latitud. A finales del siglo XXI, a partir de varios Modelos Generales de Circulación Atmosférica, se proyecta que el	El clima es un componente abiótico en constante variación, por lo que es complicado predecir los cambios en este componente, así como el estado de conservación o deterioro regional que guarda. Tradicionalmente, se ha conocido el clima y el tiempo atmosférico a través del estudio de las variables que los afectan de manera más directa, como la temperatura atmosférica, el viento que se encuentra cerca de la superficie de la Tierra, las precipitaciones en sus distintas formas (lluvia, nieve, granizo), humedad, tipo y cantidad de nubes, y la radiación solar. Estas variables son observadas cada hora por una gran cantidad de estaciones climatológicas y meteorológicas (IPCC, s/a). Los tipos de clima o sus factores de temperatura, precipitación, vientos, presión atmosférica o fenómenos hidrometeorológico no se verán alterados por el desarrollo del Proyecto, dado que no existen impactos ambientales adversos que originen tasas de cambio o modificaciones a nivel de clima regional o microclima. Es fundamental destacar que el Proyecto ha sido meticulosamente diseñado teniendo en cuenta las variables climáticas pertinentes, con el fin de mitigar cualquier posible interferencia o riesgo que pudiera afectar su construcción. **Tendencia**. Se mantendrán las proyecciones de vulnerabilidad y cambios en la precipitación y temperatura que fueron descritos en el apartado anterior “Descripción y análisis del escenario sin proyecto”.	Se prevé la aplicación de medidas como el mantenimiento de maquinaria y equipo, la sustitución de maquinaria por emisiones contaminantes sostenibles y el Programa de Manejo Integral de Residuos, dichas medidas evitarán la contaminación del suelo y aire y por ende la afectación del microclima en el **AP**. Al mismo tiempo, se ejecutarán medidas como: • Programa de Rescate y Reubicación de Flora • Programa de Restauración y Reforestación Los cuales se considera, que contribuirán al mantenimiento de en condiciones actuales del microclima en el **AP**. En este rubro no se prevén afectaciones por la implementación del Proyecto; además de que, por su construcción, no se modificarán las proyecciones de vulnerabilidad descritas.

Factor	Sin proyecto	Con proyecto sin medidas	Con proyecto con medidas
	aumento de la temperatura terrestre podría ser de entre 2.5 y 5°C, y que el incremento del nivel medio del mar podría ser de entre 45 y 82 centímetros. Adicionalmente, es probable que la precipitación continúe aumentando en las latitudes altas y que disminuya en las zonas subtropicales (IPCC 2013). No obstante, se mantendrán las tendencias de cambio climático global, mencionada en la carta temática de Zonas de Calentamiento Global, donde se indica que, en el **SAR**, **AI** y **AP** no se registran alteraciones a la temperatura y precipitación.		
Suelo	Ahora bien, los suelos con mayor cobertura dentro del **SAR** son: Arenosol con textura gruesa, que ocupa el 5.40%; Histosol con textura media, con un 16.54%; Leptosol con textura media, con un 25.63%; y Solonchak, con textura gruesa (4.84%) y media (47.59%). En el **AI** y el **AP** predominan suelos del tipo Solonchak con textura media, los cuales cubren el 100% de la superficie De acuerdo con la información obtenida de la carta temática de Degradación del suelo en la República Mexicana - Escala 1:250 000 de la Dirección de Geomática, SEMARNAT, (2004) obtenida del Geoportal del Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad (SNIB) de la **CONABIO**, **SAR, AI y AP** se identifican áreas sin presencia de erosión, no obstante, en el **SAR** se observa presencia de erosión antrópica en una superficie de 15.1452 ha. Es de considerar que en el **AP** los procesos erosivos podrían presentarse durante las etapas de preparación del sitio y construcción y, una vez terminadas dichas etapas, se prevé la aplicación de medidas que minimizarán o evitarán los procesos erosivos. Ahora bien, de acuerdo con los resultados de la estimación de la erosión hídrica se observa que actualmente en el Área de proyecto (CUSTF) la tasa de erosión hídrica es de **2.11 ton/ha/año**, Dicha tasa de	Las actividades del Proyecto no cambiaran el tipo de suelo presente en el área, sin embargo, pueden existir algunos problemas de contaminación por el uso y manejo inadecuado de aceites y combustibles usados por la maquinaria o por un derrame en caso de averías; por otro lado, podría suceder o generarse el mismo impacto por el manejo inadecuado de residuos sólidos y de manejo especial en las diferentes etapas del Proyecto. Asimismo, habrá una modificación del suelo por el incremento en la tasa de erosión debido a la remoción de la vegetación por las actividades de limpieza y despalme durante las etapas de preparación de sitio y construcción. Con respecto a las condiciones erosivas del suelo, estas se verán incrementadas con la pérdida de vegetación, así como por las actividades de trazo y nivelación del terreno, la erosión hídrica en el **AP** se incrementa, pasando de 2.11 ton/ha/año a 4.68 ton/ha/año, lo cual extrapolado a la totalidad de la superficie pasa de 10.02 ton/año a 22.27 ton/año, con un incremento de 12.25 ton/año, manteniéndose en una clasificación baja. En cuanto a la tasa de erosión eólica, una vez removida la vegetación, la tasa de erosión eólica pasa de 19.91 a 72.42 ton/ha/año, y por ende, el volumen	La afectación de los suelos se verá reducida con las ejecuciones de Actividades de mantenimiento de maquinaria y equipo para contratistas y promovente y Actividades de inspección físico - mecánica para solicitar la sustitución de maquinaria y equipo en mal estado y con emisiones de contaminantes ostentosas. Así mismo, se prevé la ejecución del Programa de Manejo Integral de Residuos y un Plan de atención a derrames de sustancias y combustibles, que se integra dentro del PMIR, en caso de emergencia. Con respecto a las condiciones erosivas del suelo, estas se verán incrementadas con la pérdida de vegetación, sin embargo, con la implementación de medidas como el Programa de Rescate y reubicación de flora, así como la ejecución del Programa de Reforestación las tasas de erosión hídrica y eólica se mantienen en los niveles actuales, con una tendencia en la disminución de la tasa de erosión actual, cabe señalar que este servicio ambiental de protección del suelo será restaurado paulatinamente conforme a la maduración de la reforestación y la restauración de las áreas temporales, hasta alcanzar condiciones similares o mejores a las que se encuentran actualmente.

Factor	Sin proyecto	Con proyecto sin medidas	Con proyecto con medidas
	erosión se clasifica como baja de acuerdo con Montes-León et al. (2011), al encontrarse esta última por debajo de 50 ton/ha/año. Al extrapolar las tasas de erosión hídrica obtenidas a la superficie total de cada una de las áreas de estudio se obtuvo que actualmente hay una pérdida de suelo de: Fase 1 de 3.27 ton/año, Fase 2 de 1.69 ton/año, Fase 3 de 1.63 ton/año, Fase 4 de 2.46 ton/año y Fase 5 de 0.97 ton/año. Teniendo un total de perdida de suelo por las 5 fases de **10.02 ton/año.** Respecto a la erosión eólica, en área por afectar del **AP** es de **19.91 ton/ha/año**. Dicha tasa de erosión se clasifica como "Ligera", al encontrarse en un rango de 12 a 50 ton/ha/año. Al extrapolar las tasas de erosión obtenidas a la superficie total del CUSTF se obtuvo que actualmente hay una pérdida de suelo por erosión eólica de: 30.83 ton/año para la fase 1, 16.03 ton/año en la fase 2, 15.42 ton/año en la fase 3, 23.26 ton/ha en la fase 4 y finalmente 9.18 ton /año para la fase 5. Sumando un total de **94.75 ton/ ha** de erosión eólica actual.	de perdida de suelo se incrementa, es decir, pasa de 94.75 ton/año a 344.54 toneladas anuales, con un incremento de 249.79 ton/año, por lo que la clasificación de la erosión sigue siendo Ligera. **Tendencia:** Caben mencionar que los procesos erosivos, seguirán dentro del **SAR**, y la tendencia de dichas tasas de erosión es el incremento, dado que se trata de áreas con vegetación y sin vegetación, donde actualmente existe presión sobre el suelo, ya que las tierras son más vulnerables a lluvias y vientos. Además, las prácticas agrícolas pueden provocar la erosión del suelo debido a la reducción de la biodiversidad, tanto en la variedad de la vegetación como en los microorganismos del suelo.	
Hidrología	El **SAR**, **AI** y **AP** se ubican en la región hidrológica: Yucatán Norte RH32 y en la cuenca Quintana Roo RH32A. El Acuífero Península de Yucatán abarca los estados de Yucatán, Quintana Roo y Campeche. Es uno de los acuíferos más grandes y vulnerables de México, caracterizado por su formación kárstica de roca caliza altamente permeable, lo que permite una rápida infiltración del agua y una conexión directa entre la superficie y el subsuelo a través de grietas, sumideros y cenotes. Se trata de un acuífero costero donde una lente de agua dulce flota sobre agua salina. La recarga media anual es	El Proyecto podría afectar o interactuar con la hidrología tanto subterránea como superficial en el caso de un accidente por derrame de hidrocarburos o aceites usados por la maquinaria y equipo o de los diferentes tipos de residuos que se generen durante la ejecución del Proyecto. Asimismo, puede haber afectación a los índices de infiltración por la pérdida de vegetación por el desmonte, durante las actividades de preparación del sitio y construcción. Una vez realizada la remoción de la vegetación presente en el **AP**, la evaporación será de (**10,491.41**m³/año), el escurrimiento será del (**494.92** m³/año) y la infiltración será del (**75.33** m³/año);	Las interacciones del Proyecto con el componente hidrológico se relacionan con la calidad del agua superficial por derrames accidentales de hidrocarburos, diésel o aceites usados por la maquinaria, equipo o vehículos que se encuentren en el **AP** durante alguna de las etapas del Proyecto; así como por una gestión inadecuada de residuos que se generen. En este sentido, se prevé someter a mantenimiento la maquinaria, equipos y vehículos que sean utilizados durante la implementación del **Proyecto**, el reemplazo de maquinaria, vehículos o equipo que se encuentre en mal estado y con emisiones contaminantes

Factor	Sin proyecto	Con proyecto sin medidas	Con proyecto con medidas
	de aproximadamente 21,800 hm³, principalmente por lluvia, mientras que la extracción es de unos 5,100 hm³ al año. Su disponibilidad media anual ronda los 2,000 hm³, y es utilizado principalmente para el abastecimiento humano, actividades turísticas y agrícolas Entre los principales problemas ambientales se encuentran la contaminación por aguas residuales no tratadas, lixiviados agrícolas, productos químicos (como bloqueadores solares) y la intrusión salina en zonas costeras debido a la sobreexplotación. La creciente urbanización y el turismo intensivo aumentan la presión sobre este recurso vital. Ahora bien, en cuanto al balance hídrico en el **AP**, de acuerdo con los totales obtenidos, se tiene que actualmente en el CUSTF del volumen total de agua que se precipita el 10,491.41 m^3/año se pierde en evapotranspiración, el 58.26 m^3/año se escurre y el 511.99 m^3/año se infiltra, De acuerdo con los datos más recientes disponibles por CONAGUA, el acuífero Península de Yucatán no presenta actualmente déficit hídrico. La disponibilidad media anual permanece positiva, con un balance que permite la extracción sin comprometer el equilibrio del sistema. No obstante, se identifican riesgos crecientes de deterioro de la calidad del agua debido a procesos de contaminación difusa (por aguas residuales, plaguicidas y uso urbano no regulado), así como a la intrusión salina en zonas costeras, principalmente en áreas de rápido crecimiento urbano como Cancún, Playa del Carmen y Tulum.	**Tendencia**. El Proyecto no afectará cauces de escurrimientos superficiales, sin embargo, de forma temporal podrá afectar la calidad del agua superficial o subterránea por contaminación con residuos o sustancias usadas principalmente durante la etapa de preparación del sitio y construcción. De igual forma, el volumen de infiltración se mantendrá en aquellos sitios que permanezcan en las mismas condiciones de cobertura vegetal, mientras que podrá verse disminuido derivado de cambios de uso de suelo para el desarrollo de infraestructura, expansión de asentamientos humanos.	ostensibles, una correcta gestión de residuos donde se contempla también el plan de atención a derrames de sustancias y combustibles. Con la aplicación de estas acciones se prevé que las afectaciones identificadas para el componente hidrológico sean evitadas y minimizadas. Otra de las afectaciones identificadas es la probable disminución de la infiltración en las áreas donde sea implementado el **Proyecto** y sus componentes, esto derivado de la remoción de vegetación y, al quedar el suelo desnudo, se incrementan los escurrimientos y se disminuye la infiltración del agua al subsuelo. Por lo que, una vez que se termine la etapa constructiva, se realizará la reforestación en aquellas áreas donde sea factible, con lo cual se prevé restablecer, en la medida de lo posible, la pérdida de infiltración en las áreas de ocupación del **Proyecto**, aunado a que la mayor parte de las áreas de ocupación permanente no serán selladas con materiales que impidan la infiltración, por lo que la interacción negativa entre el **Proyecto** y la hidrología será temporal y puntual.
Aire	A partir de los datos del Subsistema de Información del Inventario Nacional de Emisiones de Contaminantes Criterio (SIINEM) y del Inventario Estatal de emisiones criterio del municipio en él se ubica el **SAR**, **AI** y **AP** presentan las siguientes emisiones, PM_{10}, $PM_{2.5}$, SO_2,	La calidad del aire se verá afectada por la generación de partículas suspendidas, durante las actividades de preparación de sitio y construcción dado que el suelo quedará al descubierto al retirar la cubierta vegetal no forestal y por aquellas actividades que impliquen el	Las emisiones a la atmósfera se sumarán a las ya existentes dentro del **SAR**, aunque las del **Proyecto** serán puntuales y temporales, debido al adecuado mantenimiento de la maquinaria y equipo, que hará que las emisiones generadas durante las distintas

Factor	Sin proyecto	Con proyecto sin medidas	Con proyecto con medidas
	CO, NO_x (NO_2), COV y NH_3 se observa que para el Municipio de Solidaridad las principales fuentes son: 1. Flota vehicular: En 2020, Solidaridad reportó más de 138,500 vehículos en circulación (74 229 autos, 48 965 motos, 14 984 camiones/camionetas, 339 camiones de pasajeros). 2. Residuos: La quema de basura doméstica y agrícola, así como el uso de leña, contribuye a partículas PM. 3. Transporte marítimo y turismo: El movimiento constante de cruceros, lanchas, taxis acuáticos y flotas turísticas genera emisiones de SO_2, COV y NO_x.	movimiento de suelo, así como emisiones de humos y gases producidos por la combustión de gasolina y diésel utilizados por la maquinaria y equipo; así como también provenientes de los escapes de los vehículos utilizado en las distintas etapas y actividades del **Proyecto**. **Tendencia**. Los contaminantes generados durante la etapa de preparación y construcción del **Proyecto**, se acumularán de manera temporal a las existentes que se generan por la circulación del transporte en las carreteras y caminos presentes dentro del **AP** y **AI**. Aun y cuando dichas emisiones no son significativas, causarán un impacto temporal reversible por la capacidad de asimilación y dispersión de contaminantes que tiene la cuenca atmosférica. La presencia de fuentes contaminantes de origen antropogénico se mantendrá, con una tendencia al incremento en caso de aumento del tránsito vehicular, asentamientos humanos o fuentes móviles.	etapas del **Proyecto** estén bajo estricto control. Esto se debe al cumplimiento de la normativa ambiental. Adicionalmente, el **Proyecto** se encuentra en un **SAR** que de manera fácil asimila y dispersa los contaminantes. En cuanto a la generación de polvos, la estrategia de abatimiento mediante las acciones establecidas reducirá el impacto hasta eliminarse. Asimismo, con respecto al ruido, se buscará en todo momento el cumplimiento de la norma ambiental, asegurándose que los niveles no excedan los límites permisibles. **Tendencia.** Mantener la calidad del aire existente en la medida de lo posible implementando las medidas de control, prevención y mitigación descritas en el Capítulo VII de este **DTU**.
Uso de suelo y vegetación	Como se mencionó en el Capítulo IV de la presente DTU-B Regional, como resultado del trabajo de campo realizado, se identificaron un total de 11 tipos de uso de suelo y vegetación dentro del Sitio del **SAR**, 5 tipos de cobertura en el **AI** y 2 tipos de cobertura en el **AP**. En el **SAR**, el uso del suelo predominante corresponde a Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia, con una cobertura del 22.68 % de la superficie total. Le siguen los Asentamientos humanos con 20.45 %, la Vegetación secundaria arbórea de manglar con 19.13 %, el Manglar con 16.47 %, y la Vegetación secundaria arbustiva de selva mediana subperennifolia, que ocupa el 12.87 %. El resto de los usos y tipos de vegetación representan en conjunto un 8.40 % del área evaluada.	El Proyecto abarca una superficie total de **11.8525** hectáreas, distribuidas en dos tipos de cobertura: 2.9608 hectáreas sin vegetación y 8.8916 hectáreas con vegetación forestal (VSA/SMQ). De la superficie forestal, se propone un Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales (CUSTF) para 4.7577 hectáreas, las 4.1339 hectáreas restantes se conservarán como área con vegetación natural. En cuanto a los servicios ambientales que actualmente se tienen en el **AP**, se dejará de captar la totalidad del CO2 en esta zona, es decir las 345.6326 ton/año será 0. En lo que se refiere a la generación de oxígeno, una vez removida la vegetación en el **AP**, se perderá la	Al terminar la etapa de construcción del Proyecto, se ejecutarán medidas de rescate y reubicación de flora, así como actividades de reforestación en equivalencia a los individuos afectados, detallados en los respectivos programas, Programa de Rescate y Reubicación de Flora y Programa de Reforestación anexos a la presente **DTU-B Regional**, por lo que la generación de oxígeno y captura de carbono volverían a las condiciones actuales. **Tendencia**. Con el restablecimiento de la cubierta vegetal, también se espera recuperar todos aquellos servicios ambientales que se vean afectados por la remoción de vegetación.

Factor	Sin proyecto	Con proyecto sin medidas	Con proyecto con medidas
	Para el AI, la cobertura dominante es la Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia, que abarca el 71.56 % de la superficie. Esta es seguida por el Manglar con 10.31 %, áreas Desprovistas de vegetación con 8.96 %, Asentamientos humanos con 5.85 %, y finalmente Vegetación de dunas costeras, con un 3.32 %. En el caso del AP, se identificaron únicamente dos tipos de cobertura vegetal. La principal, de tipo forestal, es la Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia, con una cobertura del 75.02 %. El segundo tipo corresponde a cobertura no forestal, clasificada como Desprovisto de vegetación, con el restante 24.98 %. Conforme a los servicios ambientales de almacenamiento de carbono y generación de oxígeno prestados por la vegetación forestal y no forestal presente en el **AP**, se obtuvo que, la cantidad de carbono captado por la vegetación presente en la superficie total del CUSTF corresponde a 345.6326 ton/año, respecto a la generación de oxígeno, la cantidad de oxígeno generado por la vegetación presente en la superficie total del **CUSTF** que corresponde a 230.42 ton/año. **Tendencia**. El uso de suelo y vegetación podrá sufrir presiones antrópicas debido al crecimiento de la mancha urbana y el desarrollo de infraestructura en la zona sobre los usos de suelo; así como por el establecimiento o expansión de las zonas agrícolas de la región, disminuyendo las superficies de cobertura vegetal en el **SAR**, **AI** y **AP**.	totalidad del oxígeno que actualmente se genera en esta zona, es decir las 230.42 ton/año. **Tendencia**. El desarrollo del Proyecto implicará la remoción de vegetación forestal, por lo tanto, afectará la reducción de los servicios ambientales como la captura de carbono y la generación de oxígeno a nivel local y estatal.	
Flora	Como resultado del trabajo de campo realizado, se identificaron un total de 11 tipos de uso de suelo y vegetación dentro del Sitio **SAR**, 5 tipos de cobertura en el **AI** y 2 tipos de cobertura en el **AP**.	Con el desarrollo de la etapa de preparación del sitio y construcción se afectará la abundancia y diversidad de flora presente en el **AP** debido a la remoción de la vegetación forestal. Sin embargo, también se verán	Parte del desplante del proyecto será sobre terrenos donde se tiene una Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia, por lo que, con la ejecución del Proyecto, el impacto ambiental positivo vendrá dado por la reducción drástica en el uso de

Factor	Sin proyecto	Con proyecto sin medidas	Con proyecto con medidas
	En el **SAR**, el uso del suelo predominante corresponde a Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia, con una cobertura del 22.68 % de la superficie total. Le siguen los Asentamientos humanos con 20.45 %, la Vegetación secundaria arbórea de manglar con 19.13 %, el Manglar con 16.47 %, y la Vegetación secundaria arbustiva de selva mediana subperennifolia, que ocupa el 12.87 %. El resto de los usos y tipos de vegetación representan en conjunto un 8.40 % del área evaluada. Para el **AI**, la cobertura dominante es la Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia, que abarca el 71.56 % de la superficie. Esta es seguida por el Manglar con 10.31 %, áreas Desprovistas de vegetación con 8.96 %, Asentamientos humanos con 5.85 %, y finalmente Vegetación de dunas costeras, con un 3.32 %. En el caso del **AP**, se identificaron únicamente dos tipos de cobertura vegetal. La principal, de tipo forestal, es la Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia, con una cobertura del 75.02 %. El segundo tipo corresponde a cobertura no forestal, clasificada como Desprovisto de vegetación, con el restante 24.98 %. El Proyecto abarca una superficie total de 11.8525 hectáreas, distribuidas en dos tipos de cobertura: 2.9608 hectáreas sin vegetación y 8.8916 hectáreas con vegetación forestal (VSA/SMQ). De la superficie forestal, se propone un Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales (CUSTF) para 4.7577 hectáreas, las 4.1339 hectáreas restantes se conservarán como área con vegetación natural. Se identificaron dos especies en el CUSTF dentro de la **NOM-059-SEMARNAT-2010 y la Modificación al**	afectas especies pertenecientes a la vegetación de Agricultura. **Tendencia**. El Proyecto no se sumará a las actividades que provocan la pérdida de biodiversidad de flora en la región, dado que afectará de manera directa únicamente a superficies con vegetación forestal en su mayoría con estado sucesional.	estos productos perjudiciales para la entomofauna y que eliminan por completo las hierbas adventicias (que sirven de alimento y refugio a estos). Esto generará importantes beneficios no sólo para estas poblaciones sino en aquellas que se alimentan de estos (aves y micromamíferos principalmente). Adicional a lo antes mencionado, se han propuesto medidas compensatorias que incluyen la restauración de los ecosistemas degradados, a través de los programas de Rescate y Reubicación de especies de Flora y el Programa de Reforestación, la cual se realizará en una relación de 1:1 conforme a la superficie de afectación de la vegetación forestal, dado que, se considera que la importancia de la restauración es proporcional a la extensión de las áreas degradadas. Considerando que la remoción de vegetación ocasionará afectaciones a la abundancia de comunidades de especies presentes en el **AP**, de manera directa se rescatarán individuos de flora que cumplan con los criterios establecidos en el Programa de rescate y reubicación anexo a la presente DTU. Así mismo, se reforestarán individuos pertenecientes al tipo de vegetación registrada en el **AP**. esto con la finalidad de mantener las condiciones actuales del sitio una vez implantado el proyecto. Aunado a lo anterior, se impartirán capacitaciones con la finalidad de concientizar al personal de obra en temas relacionados con el cuidado y protección de la flora silvestre.

Factor	Sin proyecto	Con proyecto sin medidas	Con proyecto con medidas
	Anexo Normativo III actualizado al 17-12-2019 de esta misma norma. En cuanto a los índices de diversidad, los resultados del presente estudio sugieren, en términos generales, una diversidad **media** para la estructura florística Vegetación secundaria arbórea de selva mediana en los dos predios del Proyecto y los tres estratos. Ahora bien, de manera particular, se tiene que, para el **SAR**, **AI** y **AP** la diversidad es **Media** en los tres estratos, pues se tienen valores de 2 a 2.5. **Tendencia**. Las modificaciones por infraestructura nueva principalmente, trae consigo la pérdida de diversidad de flora de especies nativas, endémicas y protegidas. De igual forma, de continuar con las condiciones actuales. Sin embargo, como se ha mencionado, no existirá pérdida de la cobertura vegetal en el SAR, AI y AP debido a la ausencia de vegetación forestal.		
Fauna	El trabajo de campo arrojó como resultado un total de 66 especies de fauna, distribuidas en 3 grupos faunísticos, 20 órdenes, 38 familias y 62 géneros, teniendo que el grupo de las aves presento el mayor número de especies con 56 registros y finalmente el grupo de los mamíferos con 8 especies. De las 66 especies de fauna reportadas para las tres áreas del proyecto, **SAR, AI y AP**, únicamente 6 se encuentran bajo alguna categoría de protección, de acuerdo con la **NOM-059-SEMARNAT 2010** y la Modificación al Anexo Normativo III actualizado al 17-12-2019 de esta misma norma. Por otra parte, la clase o grupo faunístico con mayor número de individuos **SAR** fue la de las aves, con un total de 80 individuos, seguida por los mamíferos con 15 registros y los reptiles con 7. En el sitio **AI** se registraron 82 individuos de aves, 7 de mamíferos y 4 de reptiles.	Con el desarrollo del **Proyecto** se podría afectar de manera directa a la fauna, debido a la remoción de vegetación, lo que causará la perdida de hábitat, así como la posible mortandad de individuos de fauna por atropellamiento, caza ilegal y/o maltrato. **Tendencia**. Lo anterior ocasionará que las poblaciones de fauna tiendan a desplazarse y adaptarse a los cambios al ambiente, no solo por el desarrollo del Proyecto sino también por el desarrollo, urbano o el aumento de la actividad ecoturística que se da en la zona y estado en general. No obstante, cabe señalar que el diseño del **Proyecto considera áreas verdes y de conservación por lo que se infiere que la fauna** podrá usar estas zonas como áreas de paso o descanso, por lo cual una vez	En el **AP**, durante las etapas de preparación del sitio y construcción, se llevarán a cabo acciones de ahuyentamiento, rescate y reubicación de ejemplares; aquellos ejemplares de especies de alta movilidad como las aves y mamíferos medianos y grandes, se espera sean ahuyentados por estímulos auditivos y por la presencia humana y de maquinaria y equipos; mientras que, aquellos organismos de baja movilidad podrán ser rescatados y reubicados en áreas fuera del **AP**. Este desplazamiento será de forma temporal, mientras dure la etapa de preparación del sitio y construcción y, al finalizar estas etapas, se restablecerán las comunidades en los ecosistemas restaurados en el **AP**. Aunado a lo anterior, se impartirán capacitaciones con la finalidad de concientizar al personal de obra en

Factor	Sin proyecto	Con proyecto sin medidas	Con proyecto con medidas
	Finalmente, en el sitio AP se contabilizaron 78 individuos de aves, 2 de mamíferos y 2 de reptiles. Al hacer el análisis de diversidad de manera general, se obtuvo que, se presenta una **diversidad Media**, ya que, para las tres zonas y las tres clases, los valores son cercanos a 3.5. No obstante, en el análisis de diversidad por área del proyecto y por clase, el área y grupo faunístico con una diversidad media son las aves en el **SAR** pues el índice de Shannon es superior a 3, no obstante, y de manera complementaria, el índice de Pielou sugiere que la diversidad poco homogénea ya que todos los grupos se encuentran con un índice por debajo de 1. De manera particular, el **AP** con una diversidad **media** para el grupo de las aves y **baja** para el grupo de los mamíferos y reptiles y una equitatividad **baja**, situación que se repite en el **AI** y el **SAR**, lo cual se atribuye al desarrollo de las actividades antropogénicas y de carácter agrícola que se desarrollan en la zona y al constante tránsito de vehículos que ayuntan a la fauna, de igual forma, las condiciones actuales del sitio, no permiten el establecimiento de un adecuado hábitat para la fauna.	concluida la preparación y construcción el Proyecto no limitará el movimiento de la fauna silvestre.	temas relacionados con el cuidado y protección de la fauna silvestre. El desplazamiento de las poblaciones de especies será temporal, considerando que, una vez terminada la etapa constructiva, se retirará el personal, la maquinaria, equipos y parque vehicular, situación que permitirá que la fauna pueda restablecerse en esas áreas. Asimismo, se debe considerar que el **Proyecto** no se prevé el confinamiento de las áreas en el **AP** ni en el **AI**, por lo que las poblaciones faunísticas podrán volver a hacer uso de las áreas como zonas de paso, descanso, alimentación y reproducción.
Paisaje	La valoración realizada para este factor ambiental incluye 3 aspectos: la visibilidad, calidad y fragilidad. Como resultado de su valoración general se obtuvo que el **SAR**, **AI** y **AP** son áreas con una **calidad visual media**, que corresponde a áreas con muy poca variedad en la forma, color, línea y textura. En cuanto a su fragilidad y capacidad de absorción visual, se encontró que es una zona con **fragilidad paisajística moderada**, por lo que no se tiene la capacidad para absorber los cambios por la introducción de elementos artificiales, cuyos elementos	El impacto sobre la calidad del paisaje es susceptible de presentarse a causa del despalme y deshierbe, la generación de polvos y presencia de maquinaria durante la construcción, la generación de residuos en caso de un mal manejo de estos. En este sentido, se tiene que la calidad paisajística del **AP**, la cual será perceptible también en el **AI**, estará una **calidad baja**, sin embargo, los impactos se agravarían en valor de importancia; mientras que para la **fragilidad del paisaje es de Baja**; esto en virtud de las actividades que se desarrollarán.	Como parte de la implementación del **Proyecto** se llevará a cabo la remoción de vegetación, lo cual disminuirá la calidad del paisaje, elemento que es valorado desde diversas perspectivas y está en función de la percepción del observador. Por lo anterior, se implementará una gestión adecuada de los residuos que sean generados, con lo cual se espera no ocasionar mayor detrimento de la calidad paisajística por un manejo inadecuado de éstos. Esto será reforzado mediante capacitaciones semestrales y

Factor	Sin proyecto	Con proyecto sin medidas	Con proyecto con medidas
	se encuentran condicionados a las evidencias de alteración y condiciones ambientales en el **SAR**, **AI** y **AP**. Es necesario tomar en cuenta para este factor, la valoración de la sociedad, puesto que se trata de un concepto perceptual donde la sociedad es la receptora y la que apreciaría las modificaciones que sufriría el paisaje por la ocupación del área **Proyecto** o cualquier punto del **SAR** y **AI**. **Tendencia**. Las pérdidas de cobertura vegetal continuarán originando modificaciones en el paisaje, debido a que de este factor dependen ciertas características de calidad, tales como color, fondo escénico, rareza, actuación humana, tasas de erosión y diversidad, principalmente. Al mismo tiempo, se mantendrán las actividades económicas en la región, como el turismo, por lo que las presiones antropogénicas sobre este factor continuarán aun sin la ejecución del proyecto.	**Tendencia**. Se considera que el paisaje podrá verse modificado principalmente durante la etapa de preparación del sitio y construcción de manera temporal, ya que es cuando se altera la configuración espacial de la calidad escénica por actividades de despalme y deshierbe y la presencia de maquinaria y equipo para la inserción de infraestructura nueva.	charlas diarias sobre la importancia del manejo adecuado de los residuos. Debido a las estructuras que conformaran el desarrollo turístico, se considera que el paisaje podrá verse modificado principalmente durante la etapa de preparación del sitio y construcción de manera temporal, ya que es cuando se altera la configuración espacial de la calidad escénica por la remoción de vegetación y la presencia de maquinaria y equipo para la inserción de infraestructura nueva. Posteriormente, una vez concluidas las actividades de preparación del sitio y construcción, la modificación es asimilable dado que en la superficie solo serán visibles las instalaciones superficiales y los señalamientos de seguridad.
Medio socioeconómico	Para el caso del Estado de Quintana Roo, sitio donde se encuentra inmerso el **SAR**, de acuerdo con el Atlas Digital Geográfico del Medio Ambiente, 2019 de la SEMARNAT,[1] se reporta que el grado de marginación es **Muy bajo**, por lo que se infiere que en términos generales la población presenta un nivel de carencias en cuanto a educación, vivienda, ingresos y distribución por tipo de localidad. El Índice de Desarrollo Humano (IDH) del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), es un indicador del nivel de desarrollo de la población con respecto a salud, educación e ingreso. En México, su primer cálculo se realizó con datos del año 2000, y su edición más reciente a nivel nacional corresponde al año	La implementación del Proyecto no influirá en cambios en la dinámica demográfica de la población presente en el **SAR**, sin embargo, traerá beneficios por la generación de empleos temporales directos e indirectos, principalmente durante la etapa de preparación del sitio y construcción. **Tendencia**. El Proyecto no generará cambios sustanciales en la población presente en el **SAR**, sólo impactará de forma temporal en un mayor poder adquisitivo de las familias cuyos miembros lleguen a laborar en el Proyecto.	La economía de la región se verá impactada de manera positiva ya que generará empleos temporales del ramo de la construcción para los habitantes de la región durante las actividades de preparación del sitio y construcción del proyecto. Asimismo, se impactará la economía local por la adquisición de insumos para la construcción del proyecto. Con la realización del **Proyecto** se verán favorecidos, ya que habrá derrama económica por el desarrollo del proyecto, que de manera directa o indirecta los trabajadores que empleé el desarrollo, se verán beneficiados, lo que se traduce en mejores

[1] Información consultada en la página https://gisviewer.semarnat.gob.mx/geointegrador2Beta/index.html, el 11 de marzo de 2024

Factor	Sin proyecto	Con proyecto sin medidas	Con proyecto con medidas
	2017. A nivel municipal, el último cálculo fue en el año 2015. Para la zona donde se ubicará el proyecto, se indica que el índice de desarrollo humano es **alto**, por lo que se puede inferir que, en términos generales, que el municipio de Solidaridad refleja una combinación de dinamismo económico, acceso a servicios públicos, y mejor calidad de vida que lo posiciona por encima del promedio nacional. Aunque persisten desigualdades internas (zonas marginadas o comunidades rurales con rezagos), a nivel municipal, los indicadores agregados muestran un alto desarrollo humano. **Tendencia**. las condiciones actuales para la población continuarán siendo las mismas, el índice de marginación y desarrollo humano podrían verse incrementados conforme se desarrolle el municipio de Solidaridad, donde se encuentra inmerso el **SAR**. Así mismo, el desarrollo de nuevos proyectos en la región traerá consigo el incremento en las fuentes de empleo directos e indirectos, lo cual repercutirá en un mayor poder adquisitivo para las familias con mejoras en las oportunidades de acceso a bienes y servicios.		oportunidades de crecimiento económico para la población del municipio de Solidadridad. No obstante, a nivel municipal la derrama económica se verá favorecida por la compra de insumos locales, el aumento al servicio de transporte público y compra de combustible, por las personas que se desplacen al lugar de trabajo en las tres etapas de desarrollo del proyecto, al mismo tiempo se creará infraestructura de servicios que favorecerá las emisiones a la atmosfera del estado.

VIII.2. Pronostico ambiental

A partir del análisis de los tres escenarios anteriores, se concluye que el primer escenario presenta un balance más equilibrado entre la degradación del medio físico y el desarrollo socioeconómico.

Para el segundo escenario, el **Proyecto** generará impactos ambientales adversos en los componentes aire, suelo, agua, flora, fauna y paisaje, cuya metodología de la identificación y jerarquización de los impactos ambientales sin medidas de mitigación arrojó los siguientes resultados.

Tabla VIII. 2 Valor de significancia de los impactos identificados sin medidas.

Componente	Clave	Impacto	Significancia de impactos sin medidas
Suelo	SUE1	Afectación de las características químicas (calidad) del suelo (contaminación) por el uso de aceites y combustibles de vehículos, maquinaria y equipo, así como en caso de una inadecuada disposición de residuos y aguas residuales, por el despalme, limpieza y desmonte, por las excavaciones, trazo y nivelación, así como por las cimentaciones y sellamiento de la superficie por el desplante de la infraestructura del Proyecto.	**MS**
	SUE2	Incremento de la Erosión y afectación de las características físicas, por alteración de sus propiedades físicas tales como textura, estructura y porosidad (en consecuencia pérdida de su permeabilidad) derivado de que para las labores de construcción se requiere nivelar el sitio donde se construirá la infraestructura del proyecto, modificando el relieve del sitio, además de la perdida de permeabilidad del suelo por la compactación derivada del uso de maquinaria y de la construcción de obras civiles, así como por la remoción de la vegetación forestal. Asimismo, posteriormente durante el desmantelamiento y cierre la erosión puede modificarse al quedar expuesto el suelo en tanto se inicie la restauración del sitio.	**MMS**
Aire	AIR1	Modificación del nivel sonoro por el empleo de maquinaria y equipos durante las actividades de las etapas de preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento del Proyecto.	**MS**
	AIR2	Afectación de la calidad del aire por la generación de gases contaminantes por el empleo de los vehículos y equipos durante todas las etapas del Proyecto, así como por la generación y dispersión de polvos.	**S**
Hidrología superficial	HSUP1	Afectación a la calidad del agua superficial, en caso de existir un mal manejo de los residuos que se puedan generar durante las etapas del Proyecto	**MMS**
Hidrología subterránea	HSUB1	Disminución en la infiltración por la remoción de la vegetación forestal en 4.7577 has de vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia, y por modificaciones en la superficie.	**MMS**
	HSUB2	Afectación de las características fisicoquímicas (calidad) del agua subterránea por los residuos o sustancias que puedan generarse e infiltrarse durante todas las etapas del Proyecto.	**S**
Flora	FLO1	Afectación a la abundancia y diversidad de especies de flora silvestre, debido a las acciones de limpieza y remoción de la vegetación en 4.7577 has de vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia.	**MMS**
	FLO2	Disminución de la cobertura vegetal forestal, debido a la remoción directa de la vegetación en el AP de 4.7577 has de vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia.	**MMS**
	FLO3	Afectación a individuos de especies de flora en riesgo y endémicas, en caso de mortandad o daño accidental o intencional de los individuos de especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, ya sea por parte del personal, así como por el uso de maquinaria y vehículos.	**MMS**
Fauna	FAU1	Afectación de la abundancia de fauna en el AP o AI por el desplazamiento de los individuos derivado de la presencia de maquinaria, vehículos, equipos y personal, por atropellamiento en el tránsito de los vehículos automotores, así como por captura, daño o	**MMS**

Componente	Clave	Impacto	Significancia de impactos sin medidas
		muerte accidental o provocada por la presencia tanto del personal durante la construcción, operación y por el mantenimiento del proyecto.	
	FAU2	Afectación al hábitat de las especies de fauna, generado por la remoción de vegetación forestal en 4.7577 has de vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia en el AP, lo que disminuye la disponibilidad de hábitat para la fauna, así como por el ruido generado por el equipo y maquinaria que labore en el sitio, ya que ahuyenta a los individuos de fauna. Asimismo, la presencia de las instalaciones del Proyecto modificará de forma permanente el hábitat para la fauna silvestre, especialmente de las especies migratorias.	**S**
	FAU3	Posible afectación a la abundancia y diversidad de especies faunísticas bajo algún estatus de protección dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010 por desplazamiento derivado de la presencia de personal y maquinaria durante las etapas de preparación del sitio y construcción y en caso de ocurrir atropellamientos accidentales en el tránsito de vehículos automotores	**MS**
Paisaje	PAI1	Afectación de la calidad escénica del paisaje por la inserción de las obras y equipos permanentes necesarios para la operación del Proyecto y la remoción de la vegetación.	**MMS**
	PAI2	Afectación de la apreciación del paisaje por la generación de residuos a lo largo de las etapas del Proyecto y en caso de que haya un mal manejo de estos.	**MMS**

Los impactos ambientales evaluados durante la fase de construcción del Proyecto son, en su mayoría, de carácter **temporal y reversible**. Con base en los resultados obtenidos, se concluye que estos impactos no generan afectaciones ambientales significativas sobre los componentes **aire, agua, suelo, flora, fauna y paisaje**. No obstante, es fundamental que estos efectos adversos sean **reducidos, mitigados o compensados** mediante la implementación de medidas específicas que garanticen el mantenimiento de un **equilibrio ecológico sano y funcional**, como se detalla en los apartados posteriores.

Respecto a la preservación de la funcionalidad del ecosistema, se ha evaluado que, con la aplicación de medidas de manejo ambiental adecuadas, es posible **mantener la continuidad ecológica del entorno**, incluso considerando la intervención constructiva. A través de una metodología de evaluación de impactos ambientales, se llevó a cabo la identificación y jerarquización de los efectos sobre los componentes ambientales mencionados, y se definieron estrategias para disminuir su grado de significancia. Estas estrategias se instrumentarán mediante la ejecución de los siguientes programas:

1. Programa de Vigilancia Ambiental (**PVA**). Anexo VII.3.
2. Programa de Rescate y Reubicación de Flora. Anexo VII.4.
3. Programa de Ahuyentamiento, Rescate y Reubicación de Fauna. Anexo VII.5.
4. Programa de Manejo Integral de Residuos. Anexo VII.6.
5. Programa de Educación Ambiental. Anexo VII.7.
6. Programa de Reforestación. Anexo VII.8.
7. Programa de Conservación de Suelos. Anexo VII.9
8. Programa de Protección y Manejo de Tortugas en el AI y AP. Anexo VII.10

Una vez implementadas estas acciones, se prevé una **reducción efectiva en el nivel de significancia de los impactos ambientales**, permitiendo así la conservación de los procesos ecológicos esenciales en la zona. Los nuevos valores asignados a los impactos evaluados se presentan en la siguiente tabla.

Tabla VIII. 3 Valor de significancia de los impactos identificados con medidas.

Componente	Clave	Impacto	Significancia de impacto con medidas
Suelo	SUE1	Afectación de las características químicas (calidad) del suelo (contaminación) por el uso de aceites y combustibles de vehículos, maquinaria y equipo, así como en caso de una inadecuada disposición de residuos y aguas residuales, por el despalme, limpieza y desmonte, por las excavaciones, trazo y nivelación, así como por las cimentaciones y sellamiento de la superficie por el desplante de la infraestructura del Proyecto.	NS
	SUE2	Incremento de la Erosión y afectación de las características físicas, por alteración de sus propiedades físicas tales como textura, estructura y porosidad (en consecuencia pérdida de su permeabilidad) derivado de que para las labores de construcción se requiere nivelar el sitio donde se construirá la infraestructura del proyecto, modificando el relieve del sitio, además de la perdida de permeabilidad del suelo por la compactación derivada del uso de maquinaria y de la construcción de obras civiles, así como por la remoción de la vegetación forestal. Asimismo, posteriormente durante el desmantelamiento y cierre la erosión puede modificarse al quedar expuesto el suelo en tanto se inicie la restauración del sitio.	PS
Aire	AIR1	Modificación del nivel sonoro por el empleo de maquinaria y equipos durante las actividades de las etapas de preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento del Proyecto.	NS
	AIR2	Afectación de la calidad del aire por la generación de gases contaminantes por el empleo de los vehículos y equipos durante todas las etapas del Proyecto, así como por la generación y dispersión de polvos.	PS
Hidrología superficial	HSUP1	Afectación a la calidad del agua superficial, en caso de existir un mal manejo de los residuos que se puedan generar durante las etapas del Proyecto	NS
Hidrología subterránea	HSUB1	Disminución en la infiltración por la remoción de la vegetación forestal en 4.7477 has de vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia, y por modificaciones en la superficie.	PS
	HSUB2	Afectación de las características fisicoquímicas (calidad) del agua subterránea por los residuos o sustancias que puedan generarse e infiltrarse durante todas las etapas del Proyecto.	NS
Flora	FLO1	Afectación a la abundancia y diversidad de especies de flora silvestre, debido a las acciones de limpieza y remoción de la vegetación en 4.7477 has de vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia.	MS
	FLO2	Disminución de la cobertura vegetal forestal, debido a la remoción directa de la vegetación en el AP de 4.7477 has de vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia.	PS
	FLO3	Afectación a individuos de especies de flora en riesgo y endémicas, en caso de mortandad o daño accidental o intencional de los individuos de especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, ya sea por parte del personal, asi como por el uso de maquinaria y vehículos.	PS
Fauna	FAU1	Afectación de la abundancia de fauna en el AP o AI por el desplazamiento de los individuos derivado de la presencia de maquinaria, vehículos, equipos y personal, por atropellamiento en el tránsito de los vehículos automotores, así como por captura, daño o muerte accidental o provocada por la presencia tanto del personal durante la construcción, operación y por el mantenimiento del proyecto.	PS
	FAU2	Afectación al hábitat de las especies de fauna, generado por la remoción de vegetación forestal en 4.7477 has de vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia en el AP, lo que disminuye la disponibilidad de hábitat para la fauna, así como por el ruido generado	PS

		por el equipo y maquinaria que labore en el sitio, ya que ahuyenta a los individuos de fauna. Asimismo, la presencia de las instalaciones del Proyecto modificará de forma permanente el hábitat para la fauna silvestre, especialmente de las especies migratorias.	
	FAU3	Posible afectación a la abundancia y diversidad de especies faunísticas bajo algún estatus de protección dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010 por desplazamiento derivado de la presencia de personal y maquinaria durante las etapas de preparación del sitio y construcción y en caso de ocurrir atropellamientos accidentales en el tránsito de vehículos automotores	**NS**
Paisaje	PAI1	Afectación de la calidad escénica del paisaje por la inserción de las obras y equipos permanentes necesarios para la operación del Proyecto y la remoción de la vegetación.	**NS**
	PAI2	Afectación de la apreciación del paisaje por la generación de residuos a lo largo de las etapas del Proyecto y en caso de que haya un mal manejo de estos.	**PS**

En este sentido, el escenario menos deseable para el **SAR**, **AI** y **AP** es sin lugar a dudas “la ejecución del **Proyecto** sin medidas de mitigación”, ya que, de efectuarse, se afectaría de manera adversa a diversos componentes ambientales, sin que esto cause un daño o desequilibrio ecológico al ecosistema.

Por otra parte, se tiene que el escenario más deseable y ambientalmente viable es la ejecución del Proyecto con medidas de mitigación. Si bien existen impactos adversos a lo largo de las etapas de preparación del sitio y construcción y de operación y mantenimiento, varios de ellos serán temporales, puntuales y reversibles, a través de las acciones que los previene, mitigan y compensan con la correcta ejecución del Programa de Vigilancia Ambiental y sus programas específicos.

Por otro lado, el escenario aun sin la ejecución del **Proyecto** seguirá mostrando tendencias al deterioro de la mayoría de los componentes ambientales debido al crecimiento urbano que pueda darse en la zona, así como la continuidad de las actividades turísticas, por lo que el **Proyecto** no representa una variable de cambio determinante en la dinámica ambiental del **SAR** y del **AI** en una prospección a futuro cuando el **Proyecto** se encuentre construido y operando.

De manera más puntual, se estima que el **Proyecto** generaría una degradación que se vería prevenida, atenuada y compensada por la correcta aplicación de las acciones descritas en el capítulo VI, lo que hace de este **Proyecto**, una opción viable en términos ambientales para la región. Además, trae consigo beneficios económicos de manera directa e indirecta (a través de empleos temporales y fijos, consumo de bienes y servicios de las localidades cercanas al **Proyecto**.

Ahora bien, los indicadores ambientales que permitirán evaluar el grado de cumplimiento y la eficacia de cada una de las acciones propuestas se describieron de manera detallada y especifica en el mismo. Aunado a esto, se considera que la ejecución de las acciones específicas que están directamente relacionadas con la protección y recuperación del medio ambiente, son técnica y ambientalmente viables de ser realizadas con el presupuesto y los recursos que se asignarán para su correcta aplicación.

Las acciones específicas para lograr el desarrollo del **Proyecto** corresponden a la prevención y mitigación de los impactos para la protección de los componentes ambientales: suelo, agua, atmósfera y paisaje. Estas estrategias permitirán tener un control del área del **Proyecto** y de sus áreas aledañas para disminuir la intensidad o extensión de los impactos identificados en este **DTUB-R**.

Con base en lo anterior, se concluye que el desarrollo del **Proyecto** no representará un factor de desequilibrio ecológico a ningún nivel, ya sea área de **Proyecto** o **SAR**, ni ocasionará situaciones de contingencia ambiental que representen un riesgo a la salud y bienestar humano, ni causará una inestabilidad en la funcionalidad del ecosistema. Por tanto, se considera al **Proyecto** como ambientalmente viable.

VIII.3. Evaluación de alternativas

El diseño del Proyecto consideró diversos criterios y alternativas, tomando como variable fija la región donde se desarrollará, con el objetivo de asegurar su viabilidad en términos ambientales, económicos y sociales. A continuación, se describen algunos de los principales aspectos considerados para su planificación.

Contexto ambiental de la zona

En términos generales, el área de influencia del Proyecto y el sistema ambiental regional en el que se inserta han sido objeto de transformaciones significativas. Si bien aún persisten algunas zonas con características naturales originales, estas también han comenzado a modificarse. Actualmente, la región presenta alteraciones notables, especialmente en lo que respecta a sus componentes faunísticos y florísticos.

El sitio del Proyecto conserva vegetación nativa, al igual que su área de influencia. Según lo indicado en la presente **DTU-B Regional**, la operación del proyecto será puntual y no generará afectaciones significativas sobre los componentes ambientales de las zonas circundantes.

Situación sin la instauración del Proyecto

El terreno donde se proyectan las instalaciones ya ha sido alterado por el avance de la mancha urbana, lo que ha afectado las condiciones ambientales originales. En este contexto, la ausencia del Proyecto no implicaría una mejora ni un cambio significativo en el entorno actual. El Proyecto se limita a la operación de un desarrollo turístico, por lo que no se prevé una afectación ambiental considerable en términos de consumo o aprovechamiento de recursos naturales.

Situación con la instauración del Proyecto

Como ya se ha señalado, las condiciones actuales del sitio serán muy similares a las que se presentarán una vez que el proyecto entre en operación, dado que el mayor impacto se produjo durante la fase de construcción. El desarrollo implicará la afectación de 4.7577 hectáreas de flora, las cuales serán compensadas mediante acciones de reforestación y conservación de especies en las áreas verdes.

En cuanto a la fauna, se espera una presencia limitada de aves y reptiles debido a la actividad humana. La operación del Proyecto generará aguas residuales, consumo de agua potable y residuos sólidos, para lo cual se han establecido medidas de mitigación que se detallan en el Capítulo VII del documento.

Medidas de prevención, mitigación y compensación

La implementación del proyecto, junto con la aplicación de medidas preventivas, mitigantes y compensatorias, permitirá una integración armónica con el entorno natural. Se buscará compensar

las áreas afectadas por una mayor densidad y diversidad florística en jardines, áreas verdes y maceteros, favoreciendo así la recuperación de servicios ambientales.

Las afectaciones negativas se limitarán exclusivamente al área del proyecto, evitando impactos en la zona circundante. Durante la etapa operativa, se reducirá la contribución del proyecto a la sinergia y acumulación de impactos asociados a otros desarrollos turísticos que sí representan riesgos ambientales más significativos.

Conclusiones

Debido a la naturaleza y magnitud del Proyecto, su ubicación y el grado de alteración ya existente en el entorno por actividades urbanas y turísticas, se estima que las afectaciones al medio natural serán mínimas o no significativas. El sistema ecológico mantendrá su funcionalidad, permitiendo la continuidad de procesos como el refugio y alimentación de fauna, la protección del suelo, la regulación climática, la recarga del manto freático, la conducción de corrientes hidrológicas, la captura de carbono y la preservación del paisaje.

Con base en la evaluación ambiental realizada, se concluye que los impactos generados por el Proyecto serán en su mayoría poco significativos y contarán con medidas adecuadas de prevención, mitigación y compensación. Esto hace que el Proyecto sea técnica y ambientalmente viable.

Asimismo, el Proyecto no generará impactos relevantes fuera del marco regulatorio establecido por las Normas Oficiales Mexicanas y otras disposiciones legales vigentes. Se garantiza el cumplimiento de las determinaciones emitidas por las autoridades competentes para asegurar la conservación de los recursos naturales en la zona de estudio.

Si bien se reconocerán ciertos impactos ambientales negativos durante las distintas fases del Proyecto, estos han sido considerados no significativos y se atenderán con las medidas de mitigación previstas. El análisis costo-beneficio ambiental indica que los impactos pueden ser mitigados de manera efectiva y factible, tanto técnica como económicamente. Por ello, el proyecto representa una alternativa viable para el desarrollo socioeconómico de la región, siempre que se prioricen los aspectos ambientales y se actúe conforme a las políticas locales y federales en materia de conservación y desarrollo sostenible.

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO (DTU) MODALIDAD B REGIONAL

PROYECTO:

"HOTEL TERRAESMERALDA PUNTA MAROMA"

CAPÍTULO IX:

IDENTIFICACION DE LOS INSTRUMENTOS METODOLOGICOS Y ELEMENTOS TECNICOS QUE SUSTENTAN LOS RESULTADOS DEL DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

PROMOVENTE:

TERRAESMERALDA, S.A. DE C.V.

ELABORÓ:

ABF SERVICIOS TÉCNICOS, S.C.

2025

ÍNDICE

I. DENTIFICACION DE LOS INSTRUMENTOS METODOLOGICOS Y ELEMENTOS TECNICOS QUE SUSTENTAN LOS RESULTADOS DEL DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO 3

Cartografía general 3

Estudios 7

Videos 7

Glosario de términos y abreviaturas 8

Referencias bibliográficas 9

I. DENTIFICACION DE LOS INSTRUMENTOS METODOLOGICOS Y ELEMENTOS TECNICOS QUE SUSTENTAN LOS RESULTADOS DEL DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

Este estudio se realizó considerando los aspectos indicados en la LGEEPA y su reglamento aplicable en esta materia.

En cada apartado se han descrito los elementos metodológicos utilizados, especialmente en el trabajo de campo realizado.

Integrados al documento se presentan mapas, figuras, tablas y gráficas que fungen como material visual de apoyo.

De igual forma, se detalla la bibliografía utilizada y se tuvo especial cuidado en incluir información de fuentes formales y trabajo de campo metódico.

Cartografía general

A continuación, se presenta el listado cartográfico del DTU Modalidad B Regional**,** misma que se presenta como **Cartografía General** de este capítulo:

Capítulo I

- Ubicación del Proyecto

Capítulo II

- Componentes del Proyecto (Fases)
- Localización regional
- Localización regional + Componentes
- Localización local
- Localización Local + Componentes
- Pendientes
- Topografía
- Vulnerabilidad a deslaves
- Vulnerabilidad a inundaciones

Capítulo III

- Ubicación del Proyecto con respecto a Áreas Destinadas Voluntariamente a la Conservación
- Ubicación del Proyecto con respecto a Área de importancia para la conservación de aves
- Ubicación del Proyecto con respecto a Áreas Naturales Protegidas
- Ubicación del Proyecto con respecto a los corredores bioclimáticos.
- Ubicación del Proyecto con respecto a la distribución de manglar en México.
- Ubicación del Proyecto con respecto al Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe
- Programa Municipal de Desarrollo Urbano de Solidaridad (Zonificación primaria)
- Programa Municipal de Desarrollo Urbano de Solidaridad (Zonificación secundaria, usos y destinos de suelo)
- Programa de Ordenamiento Ecológico general del Territorio
- Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Solidaridad

- Programa de Ordenamiento Territorial de la Región Sur- Sureste (Líneas estrategias para las UGT del sistema urbano rural Sur-Sureste III)
- Programa de Ordenamiento Territorial de la Región Sur- Sureste (estrategias para las UGT del sistema urbano rural Sur-Sureste III)
- Programa de Ordenamiento Territorial de la Región Sur- Sureste (Modelo de ordenamiento Territorial)
- Ubicación del Proyecto con respecto a Sitios RAMSAR
- Ubicación del Proyecto con respecto a Regiones indígenas
- Ubicación del Proyecto con respecto a Regiones Hidrológicas Prioritarias
- Ubicación del Proyecto con respecto a Regiones Marinas Prioritarias
- Ubicación del Proyecto con respecto a Regiones Terrestres Prioritarias
- Ubicación del Proyecto con respecto a los Sitios de atención prioritaria para la Conservación de la Biodiversidad.
- Ubicación del Proyecto con respecto a Sitios Arqueológicos
- Ubicación del Proyecto con respecto a Sitios Prioritarios Marinos
- Ubicación del Proyecto con respecto a Sitios Prioritarios Acuáticos Epicontinentales
- Ubicación del Proyecto con respecto a Sitios Prioritarios para la conservación de primates.
- Ubicación del Proyecto con respecto a Sitios Prioritarios para la restauración
- Ubicación del Proyecto con respecto a Sitios Prioritarios Terrestres
- Ubicación del Proyecto con respecto a la Unidad de Manejo para la Conservación de vida silvestre

Capítulo IV

- Sistema ambiental delimitado para el Proyecto
- Distribución de tipos de climas en el SA, AI y AP
- Nivel de peligro por heladas en el SA, AI y AP
- Nivel de peligro por ciclones en el SA, AI y AP
- Nivel de peligro por granizo en el SA
- Nivel de peligro por sequía en el SA, AI y AP
- Vulnerabilidad a deslaves SA
- Vulnerabilidad a inundaciones SA
- Unidades litoestratigráficas presentes en el SA, AI y AP
- Nivel de peligro por deslizamiento de laderas en el SA, AI y AP
- Nivel de peligro por hundimiento con respecto al SA, AI y AP
- Nivel de peligro por inundaciones en el SA, AI y AP
- Ubicación del SA, AI y AP con respecto a las provincias y subprovincias fisiográficas
- Topoformas presentes en el SA, AI y AP
- Gradiente altitudinal del SA, AI y AP
- Rango de pendientes en el SA, AI y AP
- Orientación o exposición presente en el SA, AI y AP
- Ubicación de fallas y fracturas en el SA, AI y AP
- Ubicación del SA, AI y AP con respecto a la Regionalización Sísmica de México
- Ubicación del SA, AI y AP con respecto a la regionalización de intensidad sísmica de México

- Tipos de suelo presentes en el SA, AI y AP
- Clases de erosión presentes en el SA, AI y AP
- Degradación de suelos en el SA, AI y AP
- Ubicación del SA, AI y AP con respecto a las regiones hidrológicas y cuencas
- Ubicación del SA con respecto a las subcuencas hidrológicas
- Hidrología superficial del SA, AI y AP
- Hidrología superficial del SA y AI, por orden
- Hidrología superficial del AI por orden
- Sitios de monitoreo de la calidad del agua superficial en el SA, AI o AP
- Sitios de monitoreo de la calidad del agua subterránea en el SA, AI o AP
- Uso de suelo y vegetación presente en el SA, de acuerdo con el INEGI
- Uso de suelo y vegetación de campo a nivel del SA
- Uso de suelo y vegetación de campo a nivel del AI y AP
- Distribución de los sitios de muestreo de flora en el SA y AI
- Ubicación de los transectos de fauna
- Ubicación de los transectos de fauna en el AI y AP
- Ubicación del SA, AI y AP con respecto a corredores bioclimáticos
- Factor R
- Zonas de calentamiento global
- Especie de mamíferos futuros
- Principales especies de tortugas en México
- Zonas de anidación de tortugas marinas en Quinta Roo

Adicionalmente se presentan como Anexos de los Capítulos II, IV, V y VI los siguientes:

Capítulo I

- I.1 Acta contitutiva escritura 9,658 Terraesmeralda
- I.2 RFC Terraesmeralda
- I.3 Poder Repr Legal escritura 85,239
- I.4 Identificación del Representante Legal JLEM
- I.5 Objeto Social ABF
- I.6 Acta Constitutiva ABF
- I.7 Socio Administrador ABF
- I.8 Cédula Profesional
- I.9 RFC ABF
- I.10 Registro Forestal ABF

Capítulo II

- II.1. Coordenadas
- II.2. Estudios previos
- II.3. Memoria Volumen Forestal Maderable
- Instrumento No. 196 Compraventa Lote 004-01
- Instrumento No. 499 Compraventa Lote 053-04

Capítulo III

- Acta de sesión de cabildo (cambio de uso de suelo)
- Periódico oficial (Cambio de uso de suelo)
- Vigente 2019 uso de suelo Punta Maroma

Capítulo IV

- IV.1 archivos en formato shapefile y kmz del SA y AI
- IV.2. Listado potencial flora
- IV.3. Memoria de cálculo flora
- IV.4. Listado potencial Fauna
- IV.5. Memoria de cálculo fauna
- IV.6 Memoria fotográfica flora y fauna
- IV.7 Memoria de cálculo de servicios ambientales
- IV.8 Memoria de cálculo CO

Capítulo V

- Matriz de impactos ambientales

Capítulo VII

- VII.1. Memoria de cálculo de erosión hídrica y eólica balance hídrico con medidas
- VII.2. Cálculo de especies a rescatar
- VII.3. Programa de vigilancia ambiental (PVA)
- VII.4. Programa de rescate y reubicación de flora
- VII.5. Programa de rescate y reubicación de fauna
- VII.6. Programa de manejo integral de residuos
- VII.7. Programa de educación ambiental
- VII.8. Programa de reforestación
- VII.9. Programa de conservación de Suelos (PCS)
- VII.10. Programa de protección y manejo de tortugas en el AI Y AP

Estudios

- Estudio Geohidrológico
- Análisis oceanográfico y cota de inundación por tormenta Pueblo Bonito
- Estudio hidrológico Pueblo Bonito
- Estudio mecánico de suelos Pueblo Bonito
- Estudio Topográfico Pueblo Bonito.

Nota: Los estudios mencionados fueron elaborados para Terraesmeralda, S.A. de C.V., corresponden al mismo proyecto hotelero, ubicación, polígono y promovente que se describen en este DTUB-BR. Por tanto, por son plenamente válidos, independientemente del cambio en el nombre el proyecto.

Videos

Video de inundación por tormenta.

Glosario de términos y abreviaturas

Acuífero: Cualquier formación geológica por la que circulan o se almacenan aguas subterráneas que puedan ser extraídas para su explotación, uso o aprovechamiento.

AI: Área de influencia.

AP: Área del Proyecto.

ANP: Área Natural Protegida.

Cambio de uso de suelo: Modificación de la vocación natural o predominante de los terrenos llevada a cabo por el hombre a través de la remoción parcial o total de la vegetación.

Daño a los ecosistemas: Es el resultado de uno o más impactos ambientales sobre uno o varios elementos ambientales o procesos del ecosistema que desencadenan un equilibrio ecológico.

Daño grave al ecosistema: Es aquel que propicia la pérdida de uno o varios elementos ambientales que afecta la estructura o función, o que modifica las tendencias evolutivas o sucesivas del ecosistema.

Desequilibrio ecológico grave: Alteración significativa de las condiciones ambientales en las que se prevén impactos acumulativos, sinérgicos y residuales que ocasionarían la destrucción, el aislamiento o la fragmentación de los ecosistemas.

Generador de residuos peligrosos: Personal física o moral que como resultados de sus actividades produzca residuos peligrosos.

Impacto ambiental: Modificación del ambiente ocasionada por la acción del hombre o de la naturaleza.

LGEEPA: Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente.

Medidas de compensación: Conjunto de las acciones que tienen como fin compensar el deterioro ambiental ocasionado por los impactos ambientales asociados al proyecto, ayudando así a reestablecer las condiciones ambientales que existían antes de la realización de las actividades del proyecto.

Medidas de prevención: Conjunto de acciones que deberá ejecutar el promovente para evitar efectos previsibles de deterioro del ambiente.

Medidas de mitigación: Conjunto de acciones que deberá ejecutar el promovente para atenuar el impacto ambiental y reestablecer o compasar las condiciones ambientales existentes antes de la perturbación que se cause con la realización de un proyecto en cualquiera de sus etapas.

Residuo: Cualquier material generado en los procesos de extracción, beneficio, transformación, producción, consumo, utilización, control o tratamiento cuya calidad no permitir usarlo nuevamente en el proceso que lo generó.

SA: Es la interacción entre el ecosistema (componentes bióticos y abióticos) y el subsistema económico (incluido los aspectos culturales) de la región donde se pretende realizar el proyecto.

UAB: Unidad Ambiental Biofísica.

UGA: Unidad de Gestión Ambiental.

Referencias bibliográficas

Álvarez, S. Z. (2015). Redalyc. Obtenido de Cuadernos de Geografía - Revista Colombiana: https://www.redalyc.org/pdf/2818/281832840003.pdf

Begon, M., Townsend, C., & Harper, J. (2006). Ecology: from individuals to ecosystems (4a ed., Vols. Begon, M., C.R. Townsend y J.L. Harper). Blackwell Publishing. Oxford.

Bernáldez, F. G. (1981). Ecología y paisaje. España: Fundación Dialnet.

CENAPRED. (2018). Atlas Nacional de Riesgos. Obtenido de Sistema Nacional de Información sobre Riesgos: http://www.atlasnacionalderiesgos.gob.mx/archivo/visor-capas.html

CONABIO, 2017. Integridad ecológica para depredadores superiores. https://www.biodiversidad.gob.mx/media/1/conabio/documentos/pdf-xxvanios/dia03-integridad-ecologica-depredadores-superiores.pdf

CONABIO. (2022). Portal de Geoinformación. Obtenido de Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad: http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/

CONABIO. (08 de septiembre de 2023). Enciclovida. Obtenido de https://enciclovida.mx/

CONABIO. (23 de junio de 2020). Biodiversidad mexicana. Obtenido de ¿Qué es una ecorregión?: https://www.biodiversidad.gob.mx/region/quees

CONAFOR. (2011). Inventario Nacional Forestal y de Suelos. Obtenido de Manual y procedimientos para el muestreo de campo. Re-muestreo 2011: https://www.climateactionreserve.org/wp-content/uploads/2011/03/Sampling_Manual-_Remuestreo-_Conafor_INFyS.pdf

CONAFOR. (2017). Inventario Nacional Forestal y de Suelos. Obtenido de Procedimiento de muestreo: https://www.snieg.mx/DocAcervoINN/documentacion/inf_nvo_acervo/SNIGMA/Inv_Nac_For_Suelos/INFyS_2017_Procedimientos_de_muestreo_V_17_3.pdf

CONAGUA, 2020. Indicadores de Calidad del Agua a nivel nacional. Disponible en: https://www.gob.mx/conagua/articulos/calidad-del-agua

CONAPO, 2020. Índices de marginación. Disponible en: https://www.gob.mx/conapo/documentos/indices-de-marginacion-2020-284372

Escribano, M. d. (1991). El Paisaje. Madrid, España: Ministerio de Obras Públicas y Transportes, Secretaría General Técnica, Centro de Publicaciones.

Fredericksen, B. y. (2000). Manual de métodos básicos de muestreo y análisis de ecología vegetal. Bolivia: El País.

INECC. (2022). Atlas de Vulnerabilidad al Cambio Climático. Obtenido de https://atlasvulnerabilidad.inecc.gob.mx/

INEGI, 2022. Panorama sociodemográfico de México. [En línea] Available at: Disponible en: https://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/2020/tableros/panorama/

INEGI. (2017). Guía para la interpretación de cartografía: uso de suelo y vegetación escala 1:250 000. México.

INEGI. (2022). Panorama sociodemográfico de México. Recuperado el 2022, de https://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/2020/tableros/panorama/

INEGI. Cartografía de erosión del suelo, escala 1:250,000.

Isasi Catalá, E., (2011). Los conceptos de especies indicadoras, paraguas, banderas y claves: su uso y abuso en ecología de la conservación. Interciencia, 36(1),31-38. [fecha de Consulta 7 de febrero de 2023]. ISSN: 0378-1844. Recuperado de: https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=33917727005.

Jiménez-Valverde, A., & Hortal, J. (2003). Las curvas de acumulación de especies y la necesidad de evaluar la calidad de los inventarios biológicos. Revista Ibérica de Aracnología (Vol. 8, 31-XII-2003 ed.). Madrid, España: Grupo Ibérico de Aracnología.

Jorgensen, E. (2005). Handbook of ecological indicators for assessment of ecosystem health. New York, EUA: CRC Press, Taylor & Francias Group.

Magurran, E. (2004). Measuring biological diversity. London: Blackwell Publishing.

Margalef, R. 1972. Homage to E. Hutchison, or why is there an upper limit to diversity. Transactions of the Connecticut Academy of Arts and Sciences 44: 21-235.

MOPT. (1993). Guía metodológica para el estudio del medio físico y la planificación. Madrid, España: Ministerio de Obras Públicas y Transporte, Series Monográficas.

Moreno, C. (2001). Métodos para medir la biodiversidad (Vol. 1). Zaragoza: M&T–Manuales y Tesis SEA.

Moreno, C. (2001). Métodos para medir la biodiversidad. Zaragoza: M&T–Manuales y Tesis SEA, vol.

Moreno, N. (1984). Glosario botánico ilustrado.

Muñoz-Pedreros, A. (2004). Scielo. Obtenido de Revista chilena de historia natural: https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=s0716-078x2004000100011&script=sci_arttext

Observatorio Económico México, 2020. En cifras ¿Cómo vamos? [En línea] Available at: https://mexicocomovamos.mx/encifrascomovamos.pdf. Base INEGI: https://www.inegi.org.mx/app/tabulados/default.aspx?pr=38&vr=5&in=2&tp=20&wr=1&cno=2

Observatorio Económico México. (2020). En cifras ¿Cómo vamos? https://mexicocomovamos.mx/encifrascomovamos.pdf. Base INEGI: https://www.inegi.org.mx/app/tabulados/default.aspx?pr=38&vr=5&in=2&tp=20&wr=1&cno=2

Rosenzweig, M. (1995). Species Diversity in Space and Time. New York: Cambridge University Press.

Villareal, H., Álvarez, M., Córdoba, S., Escobar, F., Fagua, G., Gast, F., Umaña, A. (2006). Métodos para el análisis de datos: una aplicación para resultados provenientes de caracterizaciones de biodiversidad: 191. En C. Villa (Ed.), Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad (págs. 187-226). Bogotá, Colombia: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt.

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). (2018). *Las tortugas marinas y sus playas de anidación en México* [Base de datos geográfica]. Datos.gob.mx. https://datos.gob.mx/busca/dataset/las-tortugas-marinas-y-sus-playas-de-anidacion-en-mexico

Diario Oficial de la Federación (DOF). (2010). *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*.

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5173091&fecha=30/12/2010

Gobierno de Solidaridad. (2024). *Protegen a la tortuga marina en Solidaridad*. https://gobiernodesolidaridad.gob.mx/protegen-a-la-tortuga-marina-en-solidaridad

Quadratín Quintana Roo. (2023, octubre 28). *Concluye temporada de anidación de tortugas marinas en Solidaridad*. https://quintanaroo.quadratin.com.mx/concluye-temporada-de-anidacion-de-tortugas-marinas-en-solidaridad

Van Dam, R., & Sarti, L. (1990). *Resumen del ciclo reproductivo de la tortuga carey (Eretmochelys imbricata) en México*. Instituto Nacional de Ecología.

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). (2010). *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*. Diario Oficial de la Federación.

UICN. (2024). *Eretmochelys imbricata. The IUCN Red List of Threatened Species 2024*. https://www.iucnredlist.org

CITES. (2024). *Appendices I, II and III*. https://cites.org/eng/app/appendices.php

Frazer, N. B., & Ehrhart, L. M. (1985). Preliminary growth models for green, Chelonia mydas, and loggerhead, Caretta caretta, turtles in the wild. *Copeia*, **1985**(1), 73–79. https://doi.org/10.2307/1445013

uentes en formato APA (7.ª ed.)

Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP). (2024). Informe anual de anidación de tortugas marinas en Áreas Naturales Protegidas. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT).

https://www.gob.mx/conanp/

Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA). (2017). Detecta PROFEPA más de 100 nidos de tortuga marina en playas de Puerto Morelos, Q. Roo. Gobierno de México.

https://www.gob.mx/profepa/prensa/114107

La Jornada Maya. (2024, julio 18). Contabilizan más de 37 mil nidos de tortuga marina en playas de Q. Roo durante la temporada de anidación 2024.

https://www.lajornadamaya.mx/quintanaroo/241167

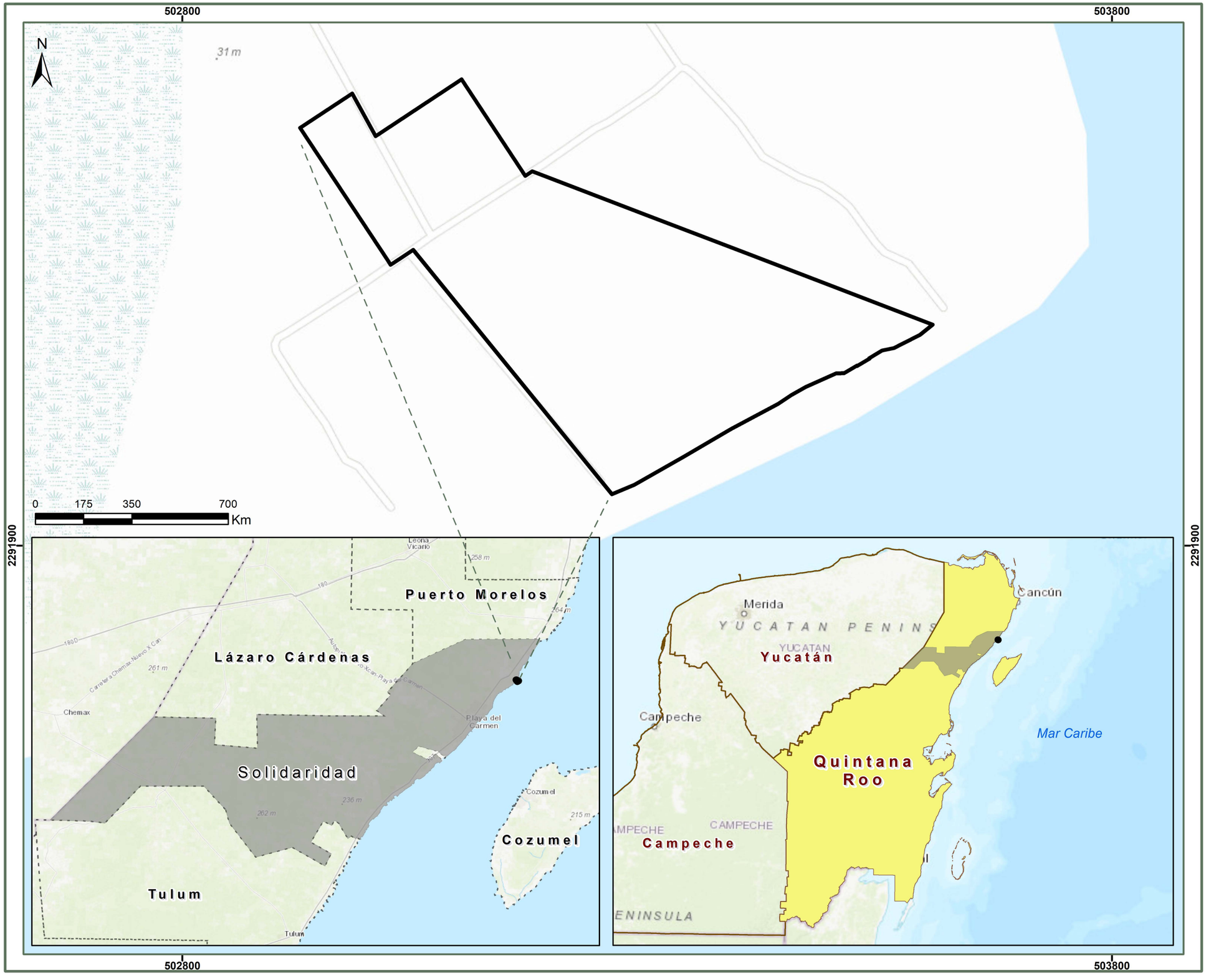
Riviera Maya News. (2025, agosto 4). Quintana Roo protecting more than 13,000 sea turtle nests along its coast. https://riviera-maya-news.com/quintana-roo-protecting-more-than-13000-sea-turtle-nests-along-its-coast/2025.html

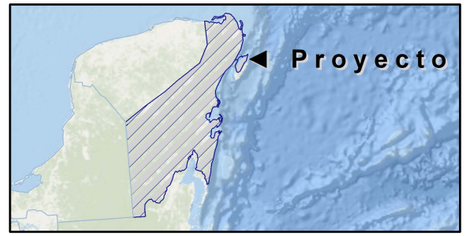
Riviera Maya News. (2025, junio 25). First batch of sea turtle hatchlings released along Quintana Roo coast. https://riviera-maya-news.com/first-batch-of-sea-turtle-hatchlings-released-along-quintana-roo-coast/2025.html

Riviera Maya News. (2025, julio 30). 30 turtle nesting sites activated in Isla Mujeres for 2025 season. https://www.rivieramayanews.mx/30-turtle-nesting-sites-activated-in-isla-mujeres-for-2025-season-volunteers-and-authorities-aim-to-protect-200000-eggs/

Por Esto Quintana Roo. (2025, agosto 1). Anidación de tortugas marinas: reportan 13 mil 822 nidos de tortugas verde-blanca en costas de Quintana Roo. https://www.poresto.com/quintana-roo/riviera-maya/2025/8/1/anidacion-de-tortugas-marinas-reportan-13-mil-822-nidos-de-tortugas-verdeblanca-en-costas-de-quintana-roo.html

Quintana Roo Hoy. (2023). Tortuga caguama, la que más anida en costas de Quintana Roo. https://quintanaroohoy.com/medio-ambiente/tortuga-caguama-la-que-mas-anida-en-costas-de-quintana-roo/





Ubicación del Proyecto

Área del Proyecto

Municipio

Solidaridad

Otros municipios

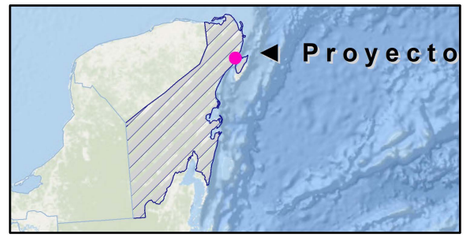
Estado

Quintana Roo

Otros estados

Fuentes: Promovente
Notas técnicas:
Sistema de Coordenadas:UTM, Zona 16 Q.
Dátum: WGS 84. Escala: **1:4,000**





Pendiente del terreno

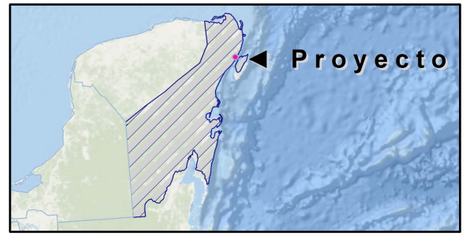
Área del Proyecto

Grados

- 0 - 0.9
- 1 - 1.9
- 2- 4.9
- 5 - 6.9
- 7 - 12

Fuentes: INEGI y Promovente
Notas técnicas:
Sistema de Coordenadas:UTM, Zona 16 Q.
Dátum: WGS 84. Escala: **1:2,500**





Desarrollo del Proyecto Fase 1

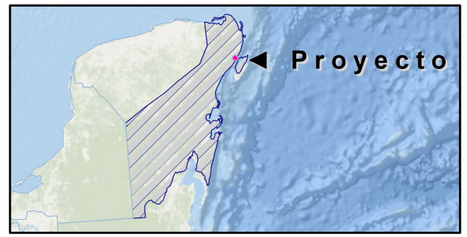
Predio

Etapa

Fase 1

Fuentes: Promovente
Notas técnicas:
Sistema de Coordenadas:UTM, Zona 16 Q.
Dátum: WGS 84. Escala: **1:2,300**





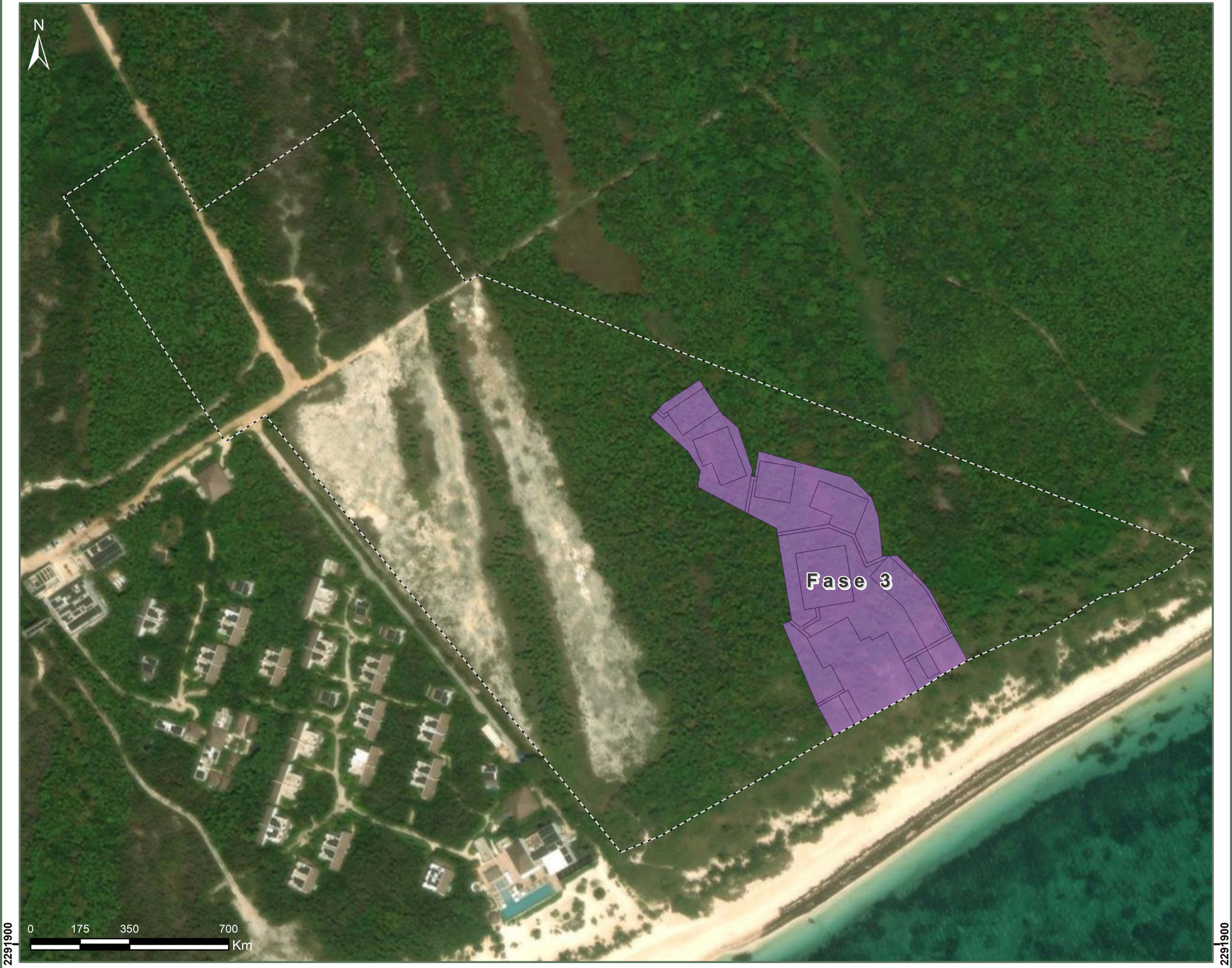
Desarrollo del Proyecto Fase 2

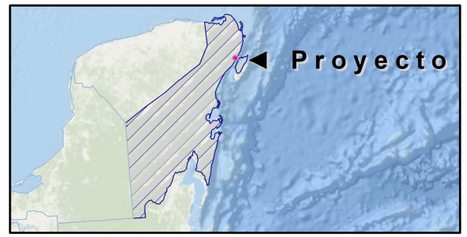
Predio

Etapa

Fase 2

Fuentes: Promovente
Notas técnicas:
Sistema de Coordenadas:UTM, Zona 16 Q.
Dátum: WGS 84. Escala: **1:2,300**





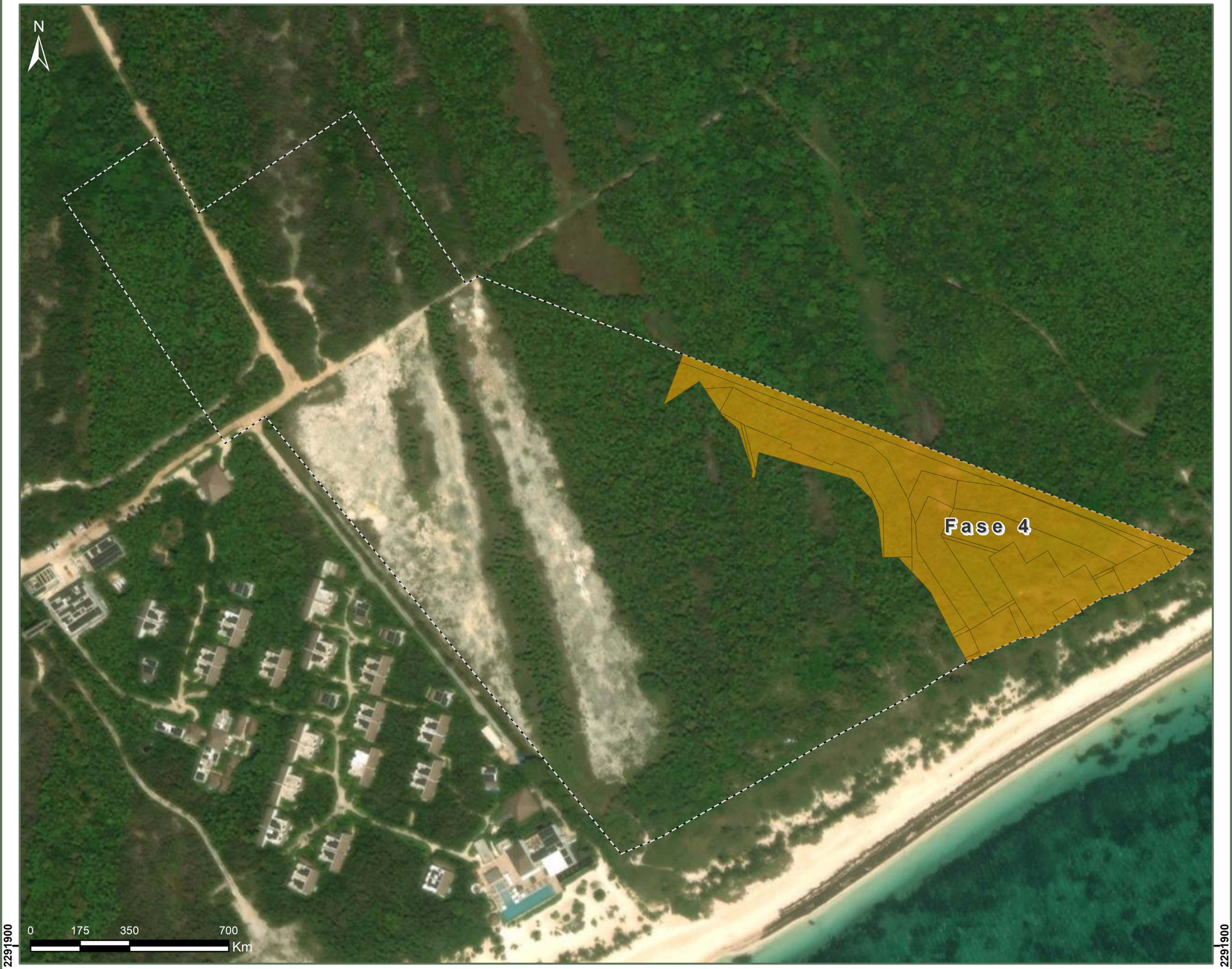
Desarrollo del Proyecto Fase 3

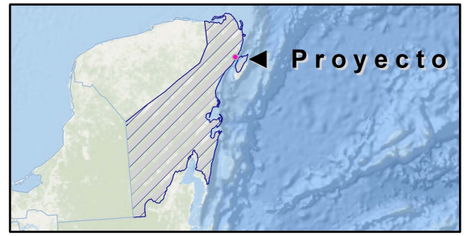
Predio

Etapa

Fase 3

Fuentes: Promovente
Notas técnicas:
Sistema de Coordenadas:UTM, Zona 16 Q.
Dátum: WGS 84. Escala: **1:2,300**





Desarrollo del Proyecto Fase 4

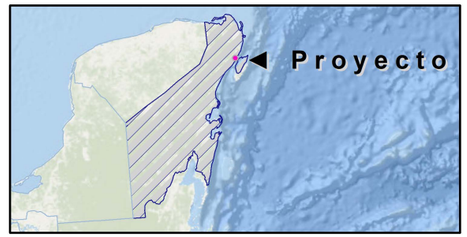
Predio

Etapa

Fase 4

Fuentes: Promovente
Notas técnicas:
Sistema de Coordenadas:UTM, Zona 16 Q.
Dátum: WGS 84. Escala: **1:2,300**





Desarrollo del Proyecto Fase 5

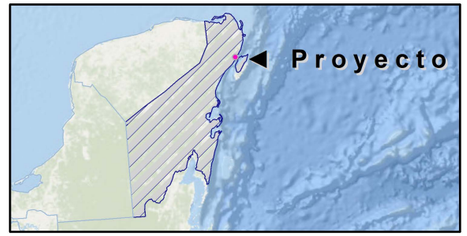
Predio

Etapa

Fase 5

Fuentes: Promovente
Notas técnicas:
Sistema de Coordenadas:UTM, Zona 16 Q.
Dátum: WGS 84. Escala: **1:2,300**



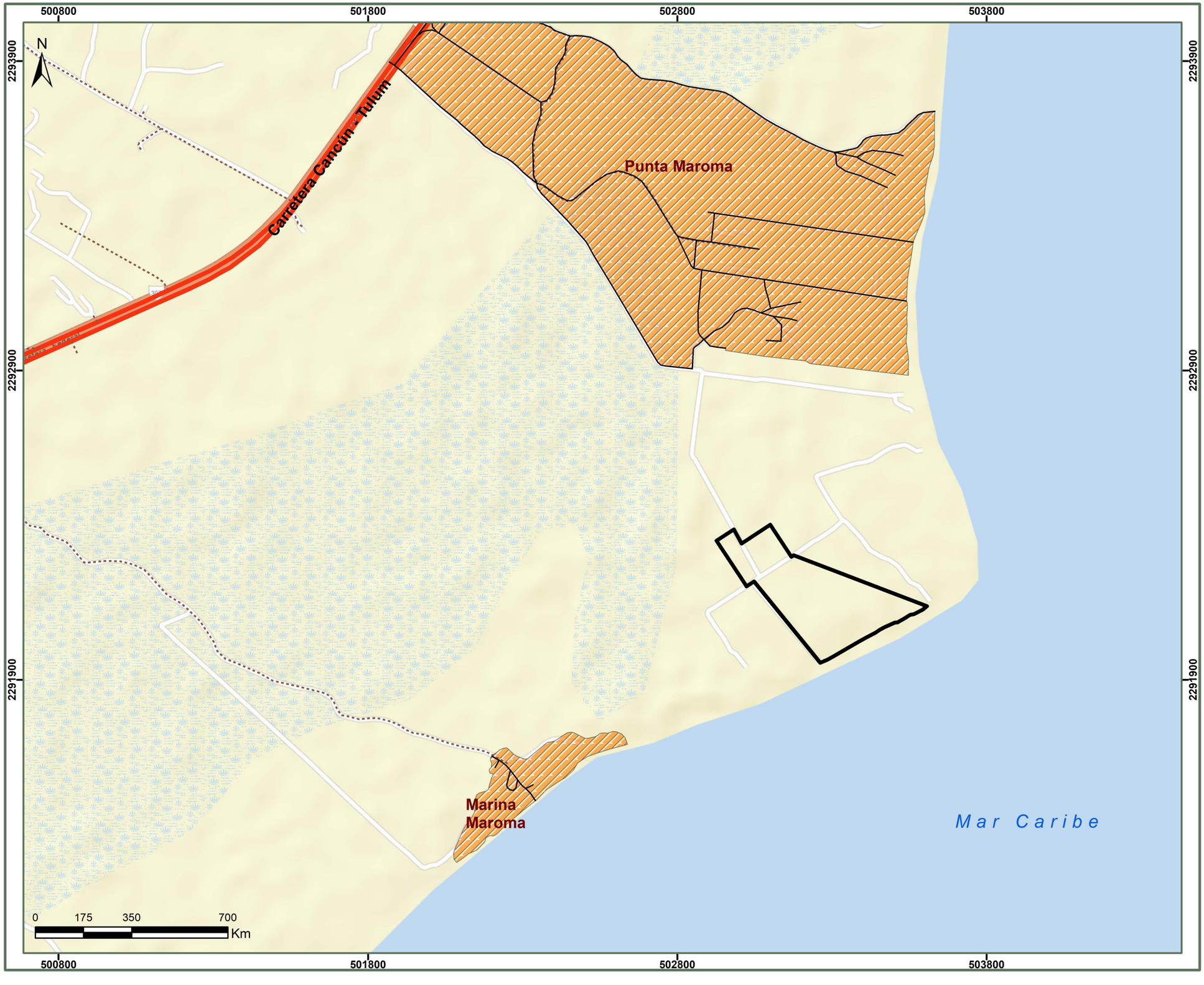


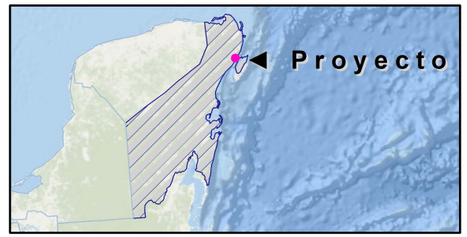
Fases del desarrollo del Proyecto

Etapa

- Fase 1
- Fase 2
- Fase 3
- Fase 4
- Fase 5

Fuentes: Promovente
Notas técnicas:
Sistema de Coordenadas:UTM, Zona 16 Q.
Dátum: WGS 84. Escala: **1:2,300**





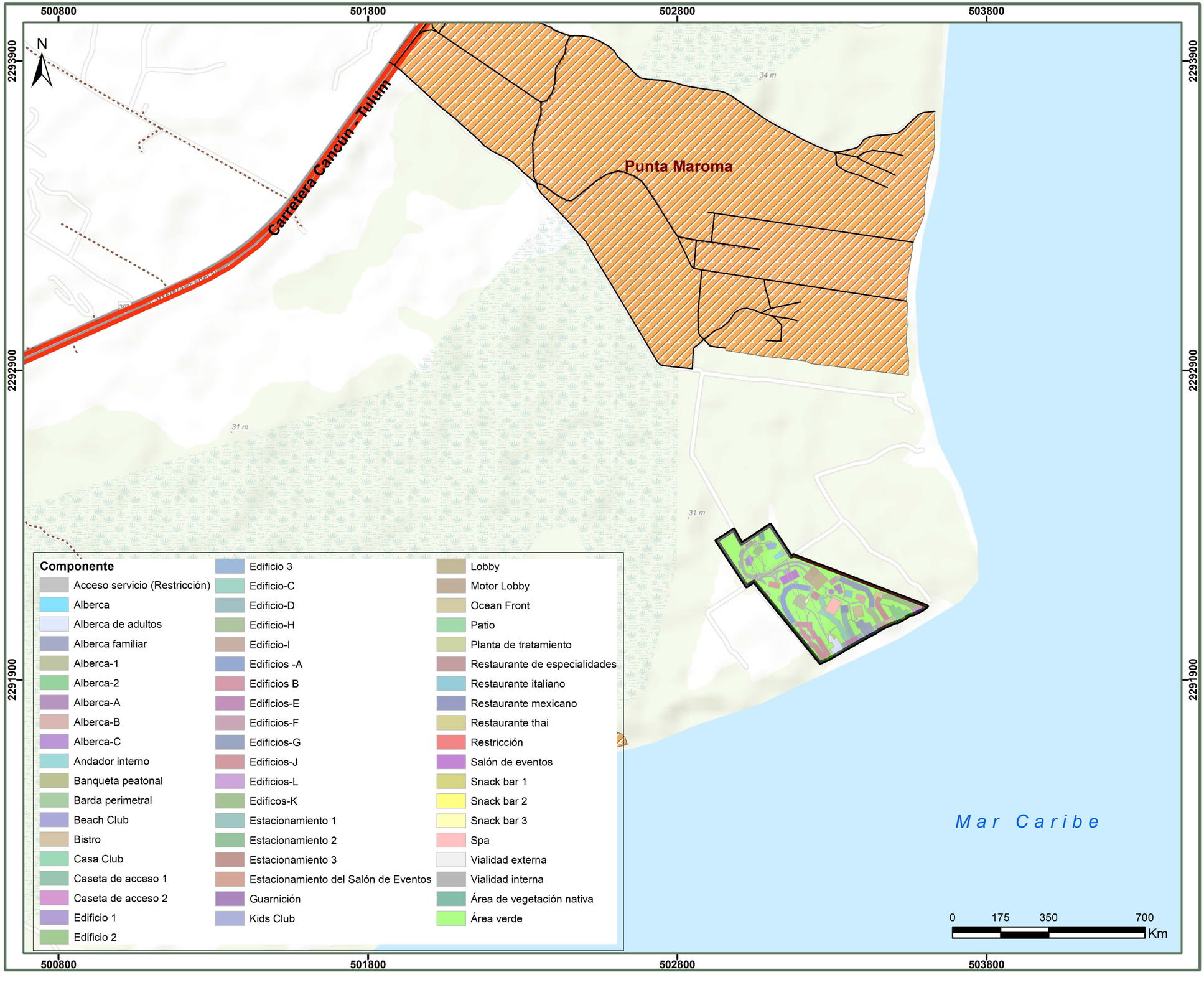
Localización local

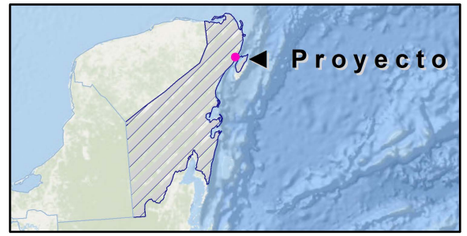
- Área del Proyecto
- Localidad

Vialidad

- Camino
- Carretera
- Calles

Fuentes: Promovente
Notas técnicas:
Sistema de Coordenadas:UTM, Zona 16 Q.
Dátum: WGS 84. Escala: **1:12,000**





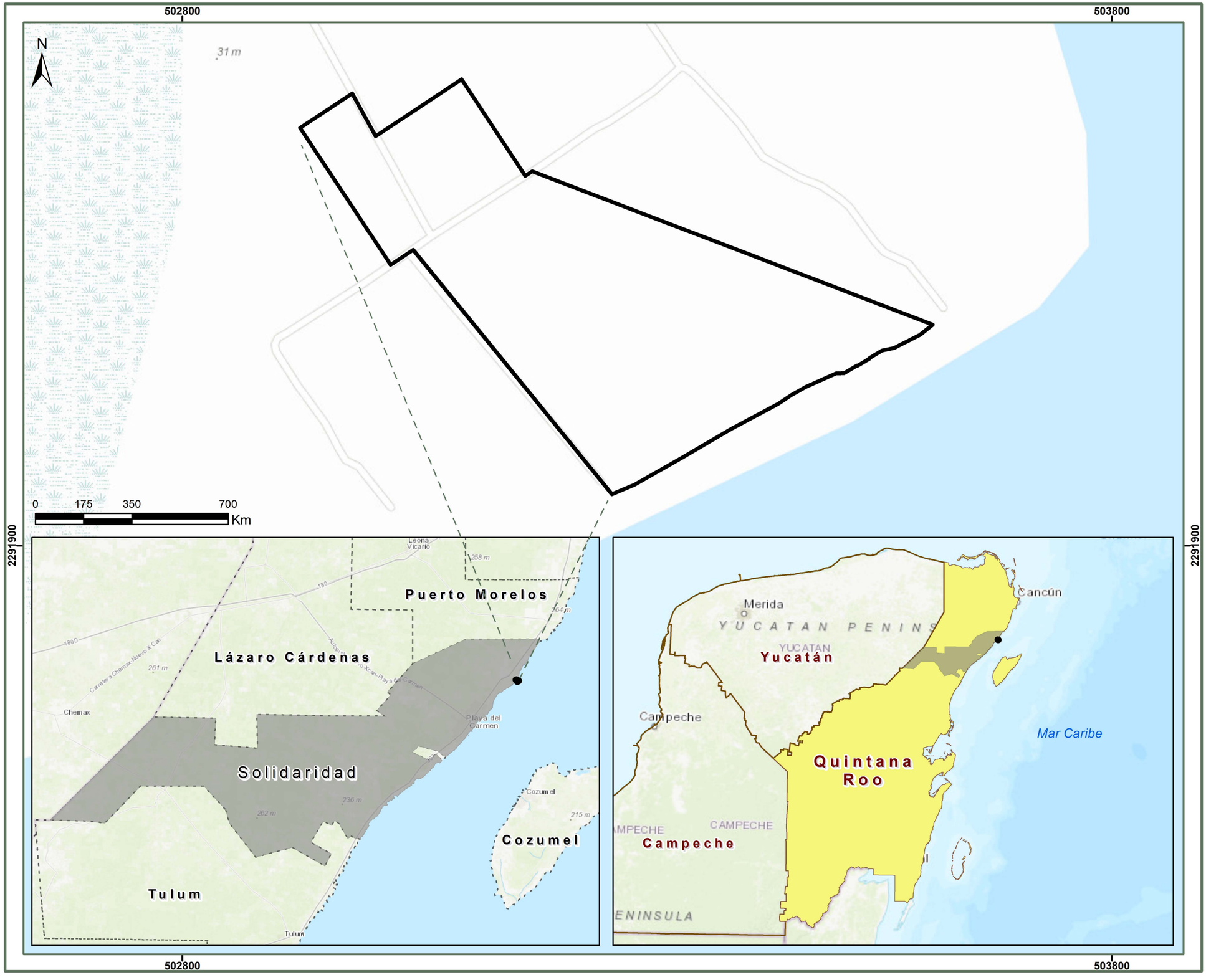
Localización local

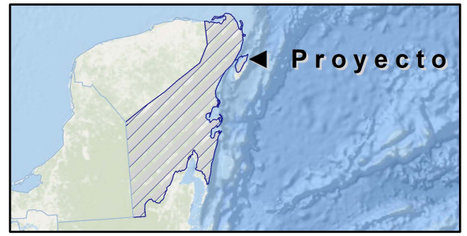
- Área del Proyecto
- Localidad

Vialidad

- Camino
- Carretera
- Calles

Fuentes: Promovente
Notas técnicas:
Sistema de Coordenadas:UTM, Zona 16 Q.
Dátum: WGS 84. Escala: **1:12,000**





Localización Regional

Área del Proyecto

Municipio

Solidaridad

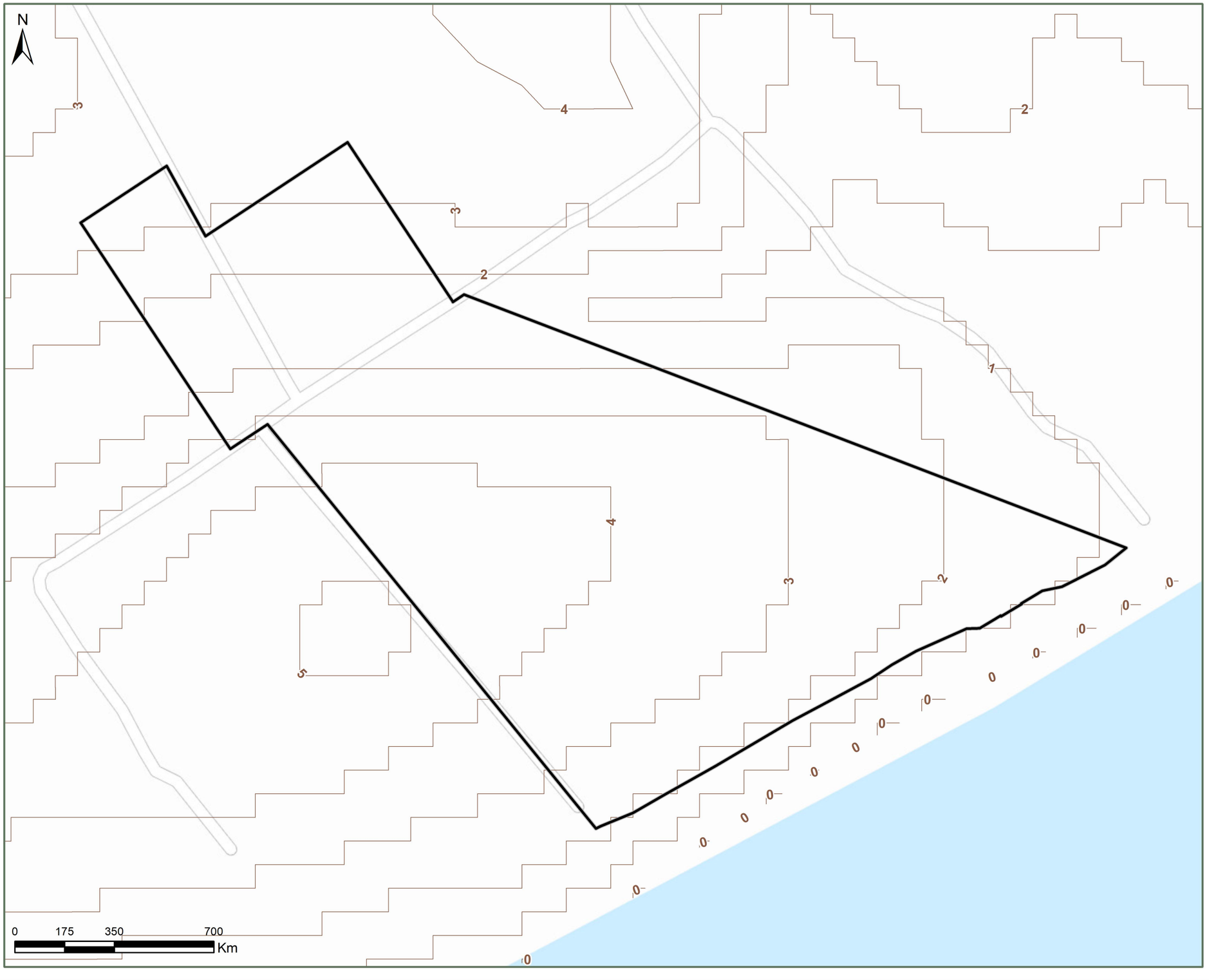
Otros municipios

Estado

Quintana Roo

Otros estados

Fuentes: Promovente
Notas técnicas:
Sistema de Coordenadas:UTM, Zona 16 Q.
Dátum: WGS 84. Escala: **1:4,000**


N
4
2
3
3
2
1
4
3
2
5
0
0
0

502800

503800

2291900

N

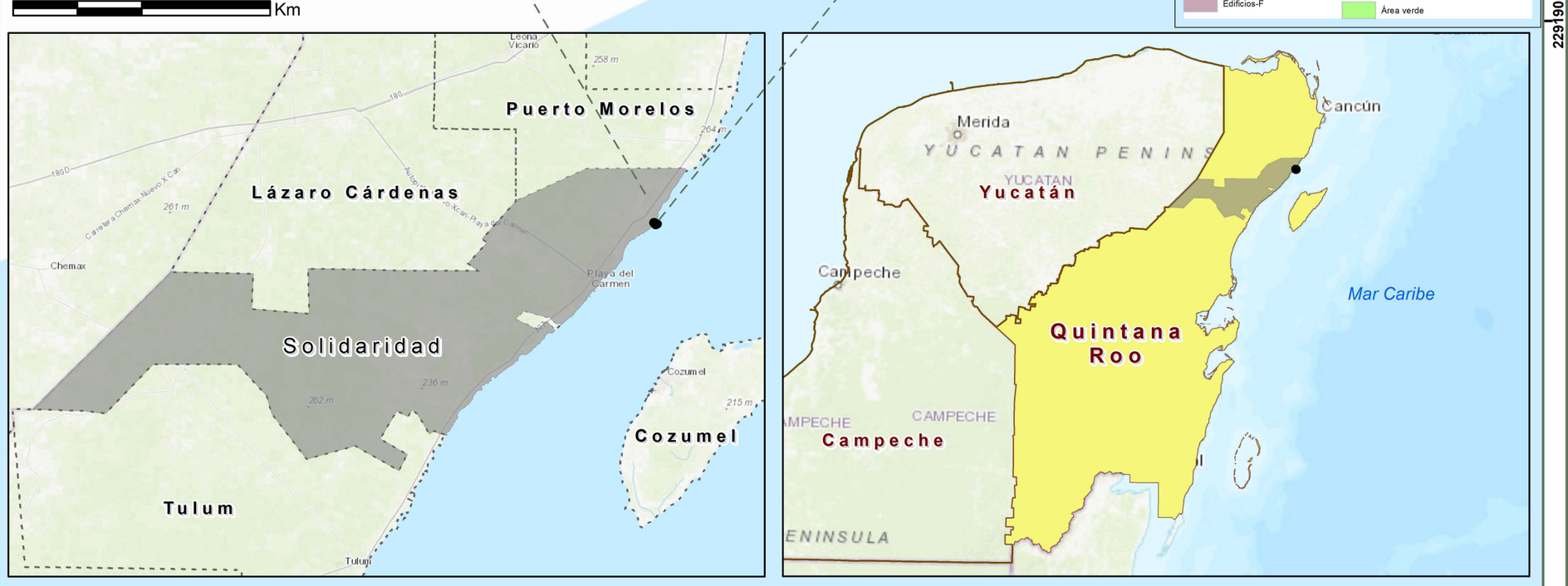
31 m

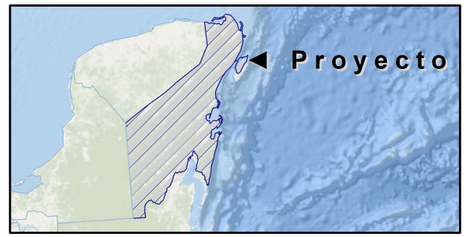
0 175 350 700

Km

Componente

- Acceso servicio (Restricción)
- Alberca
- Alberca de adultos
- Alberca familiar
- Alberca-1
- Alberca-2
- Alberca-A
- Alberca-B
- Alberca-C
- Andador interno
- Banqueta peatonal
- Barda perimetral
- Beach Club
- Bistro
- Casa Club
- Caseta de acceso 1
- Caseta de acceso 2
- Edificio 1
- Edificio 2
- Edificio 3
- Edificio-C
- Edificio-D
- Edificio-H
- Edificio-I
- Edificios -A
- Edificios B
- Edificios-E
- Edificios-F
- Edificios-G
- Edificios-J
- Edificios-L
- Edificos-K
- Estacionamiento 1
- Estacionamiento 2
- Estacionamiento 3
- Estacionamiento del Salón de Eventos
- Guarnición
- Kids Club
- Lobby
- Motor Lobby
- Ocean Front
- Patio
- Planta de tratamiento
- Restaurante de especialidades
- Restaurante italiano
- Restaurante mexicano
- Restaurante thai
- Restricción
- Salón de eventos
- Snack bar 1
- Snack bar 2
- Snack bar 3
- Spa
- Vialidad externa
- Vialidad interna
- Área de vegetación nativa
- Área verde





Ubicación Regional

Área del Proyecto

Municipio

Solidaridad

Otros municipios

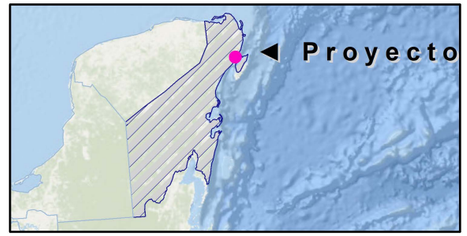
Estado

Quintana Roo

Otros estados

Fuentes: Promovente
Notas técnicas:
Sistema de Coordenadas:UTM, Zona 16 Q.
Dátum: WGS 84. Escala: **1:4,000**





Vulnerabilidad de los asentamientos humanos a deslaves

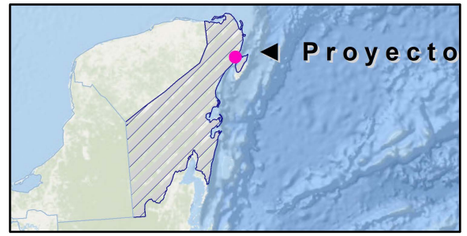
Área del Proyecto

Nivel

Sin vulnerabilidad

Fuentes: INECC y Promovente
Notas técnicas:
Sistema de Coordenadas:UTM, Zona 16 Q.
Dátum: WGS 84. Escala: **1:2,500**





Vulnerabilidad de los asentamientos humanos a inundaciones

Área del Proyecto

Nivel

Medio

Fuentes: INECC y Promovente
Notas técnicas:
Sistema de Coordenadas:UTM, Zona 16 Q.
Dátum: WGS 84. Escala: **1:2,500**

509800

2299900

N

307

Avenida Niños Héroes

SOLIDARIDAD

Playa Paraiso

Mayan Palace

307

Iberostar Paraiso Lindo

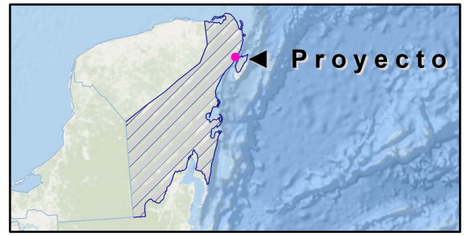
Carretera Federal

34 m

0 175 350 700

Km

509800



Áreas Destinadas Voluntariamente a la Conservación

Área del Proyecto

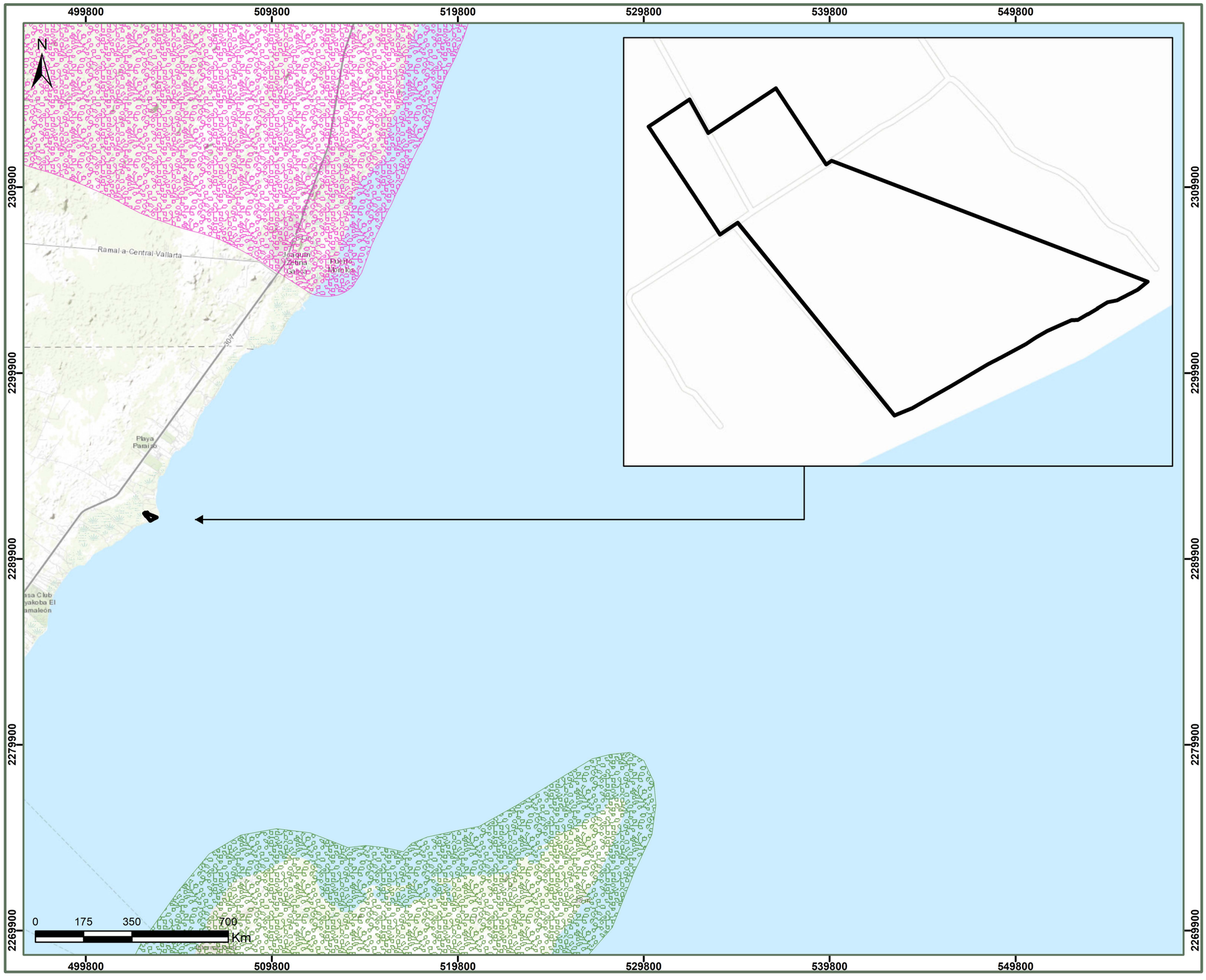
Biol. Julio Berdegué Aznar

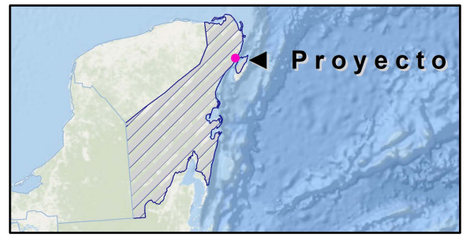
Fuentes: CONABIO y Promovente

Notas técnicas:

Sistema de Coordenadas:UTM, Zona 16 Q.

Dátum: WGS 84. Escala: **1:55,000**





Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves

Área del Proyecto

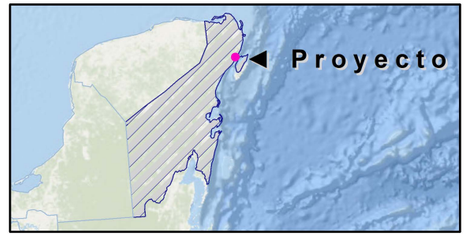
Nombre

Corredor Central Vallarta-Punta Laguna

Isla Cozumel

Fuentes: CONABIO y Promovente
Notas técnicas:
Sistema de Coordenadas:UTM, Zona 16 Q.
Dátum: WGS 84. Escala: **1:200,000**

501800
502800
503800
504800
2292900
2291900
N
31 m
0 175 350 700
Km



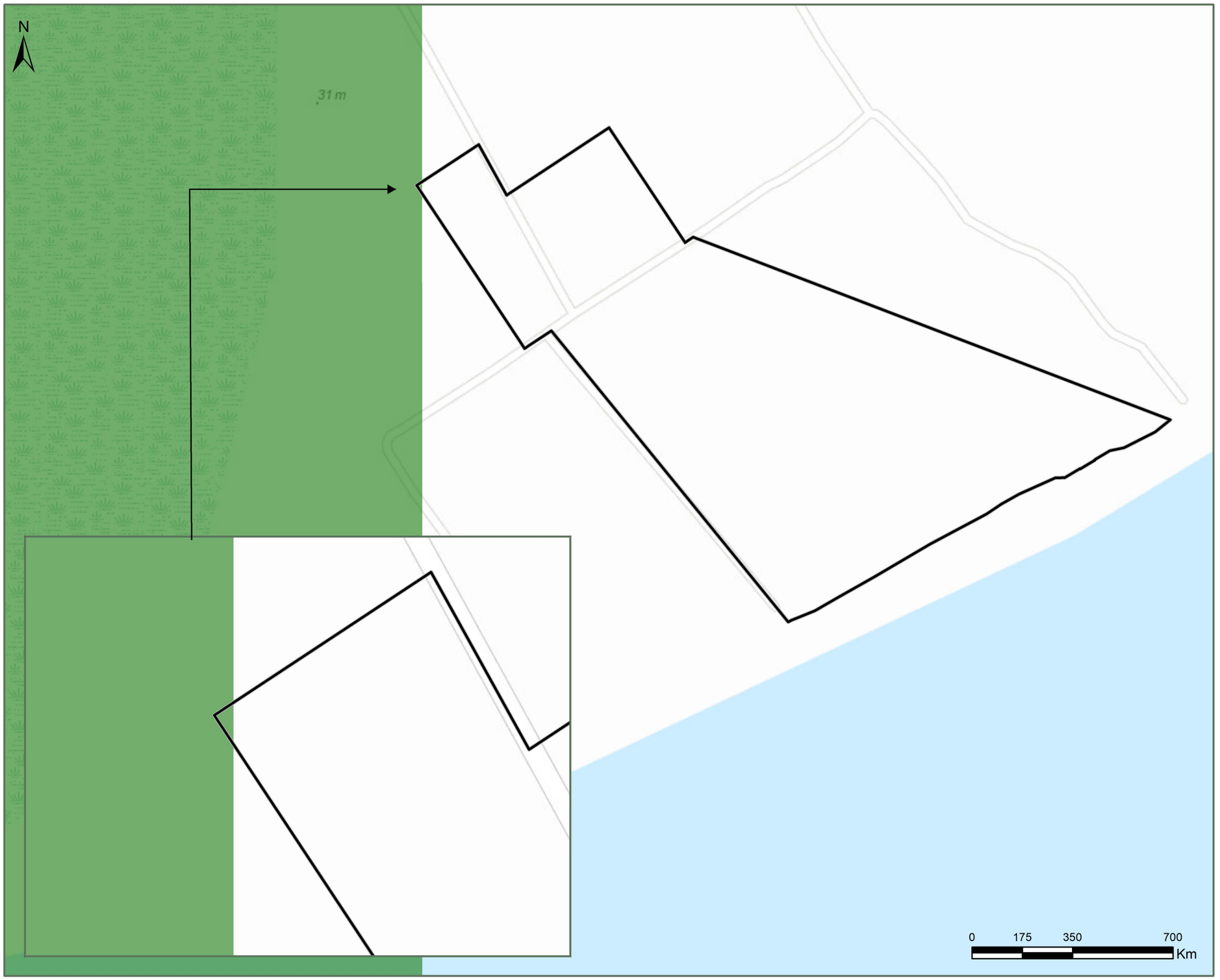
Áreas Naturales Protegidas

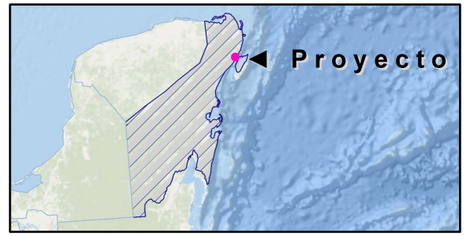
Área del Proyecto

Nombre

Caribe Mexicano

Fuentes: CONABIO y Promovente
Notas técnicas:
Sistema de Coordenadas:UTM, Zona 16 Q.
Dátum: WGS 84. Escala: **1:10,000**





Corredores bioclimáticos

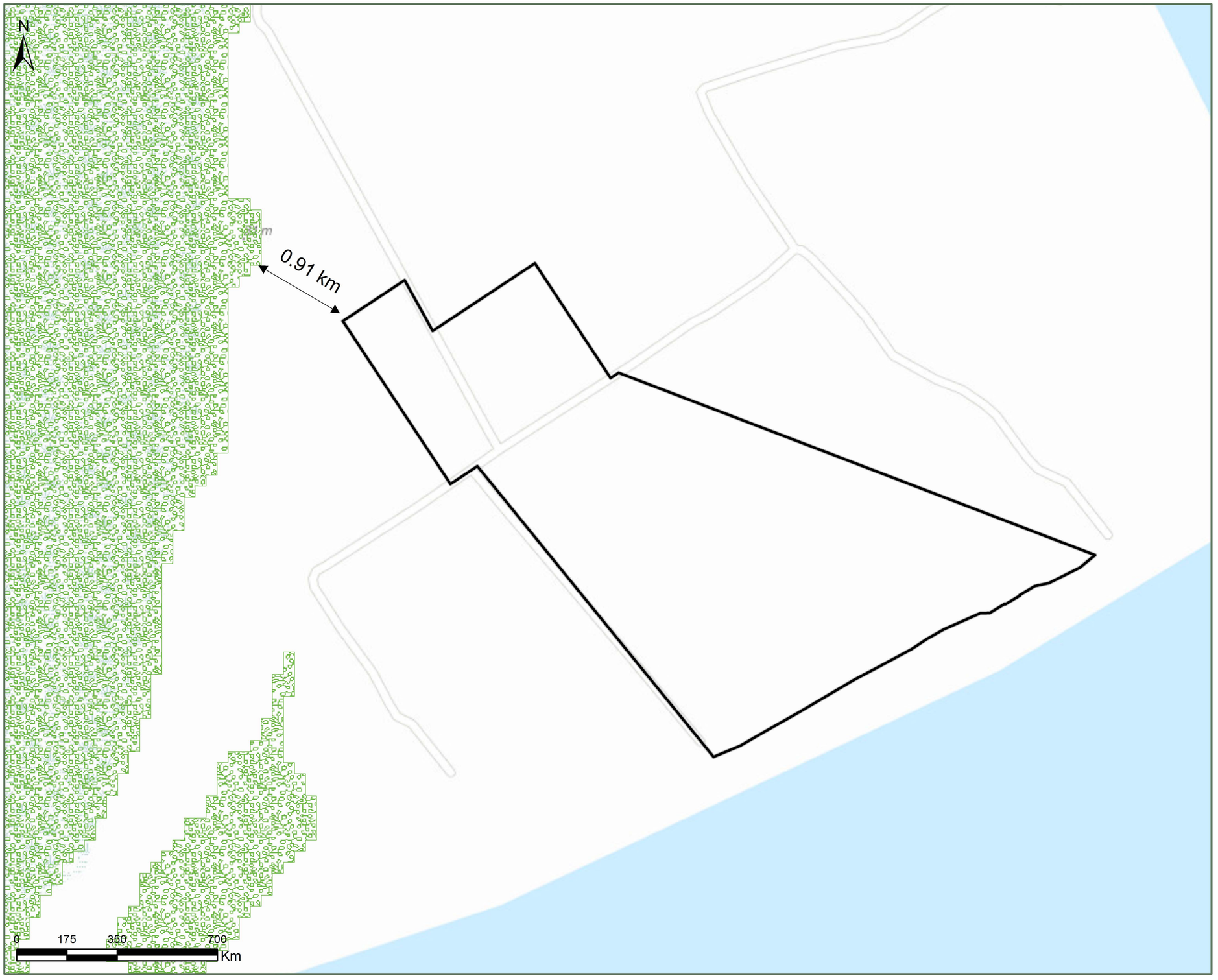
Área del Proyecto

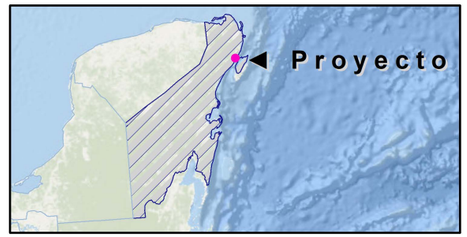
Valor

Alto: 200

Bajo: -1

Fuentes: CONABIO y Promovente
Notas técnicas:
Sistema de Coordenadas:UTM, Zona 16 Q.
Dátum: WGS 84. Escala: **1:3,500**



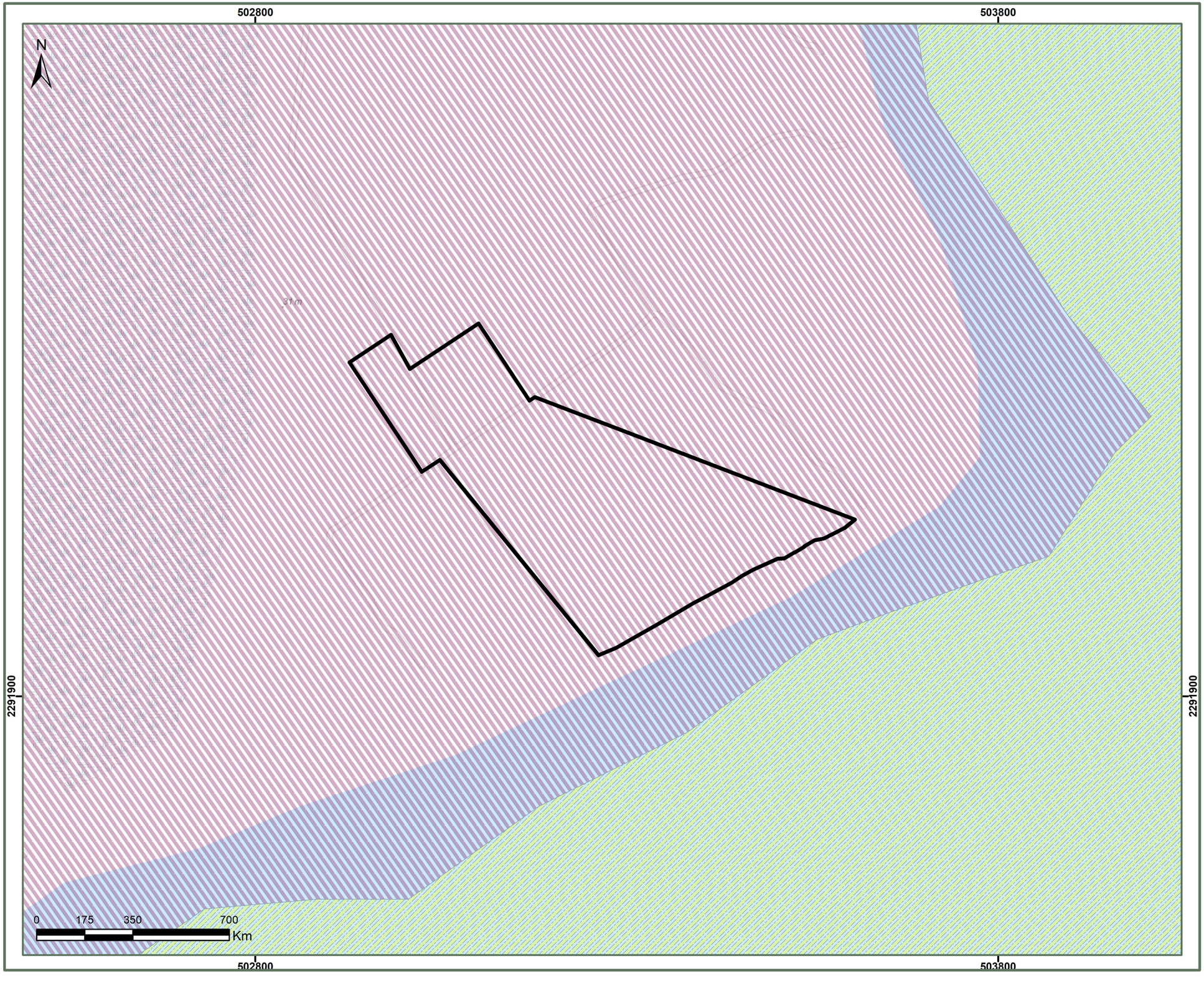


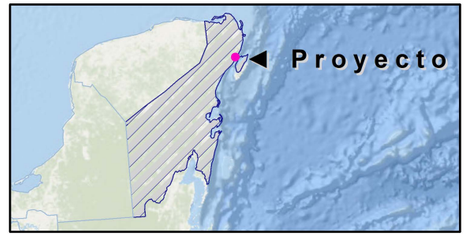
Distribución de Manglar en México

Área del Proyecto

Manglar

Fuentes: CONABIO y Promovente
Notas técnicas:
Sistema de Coordenadas:UTM, Zona 16 Q.
Dátum: WGS 84. Escala: **1:3,500**





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

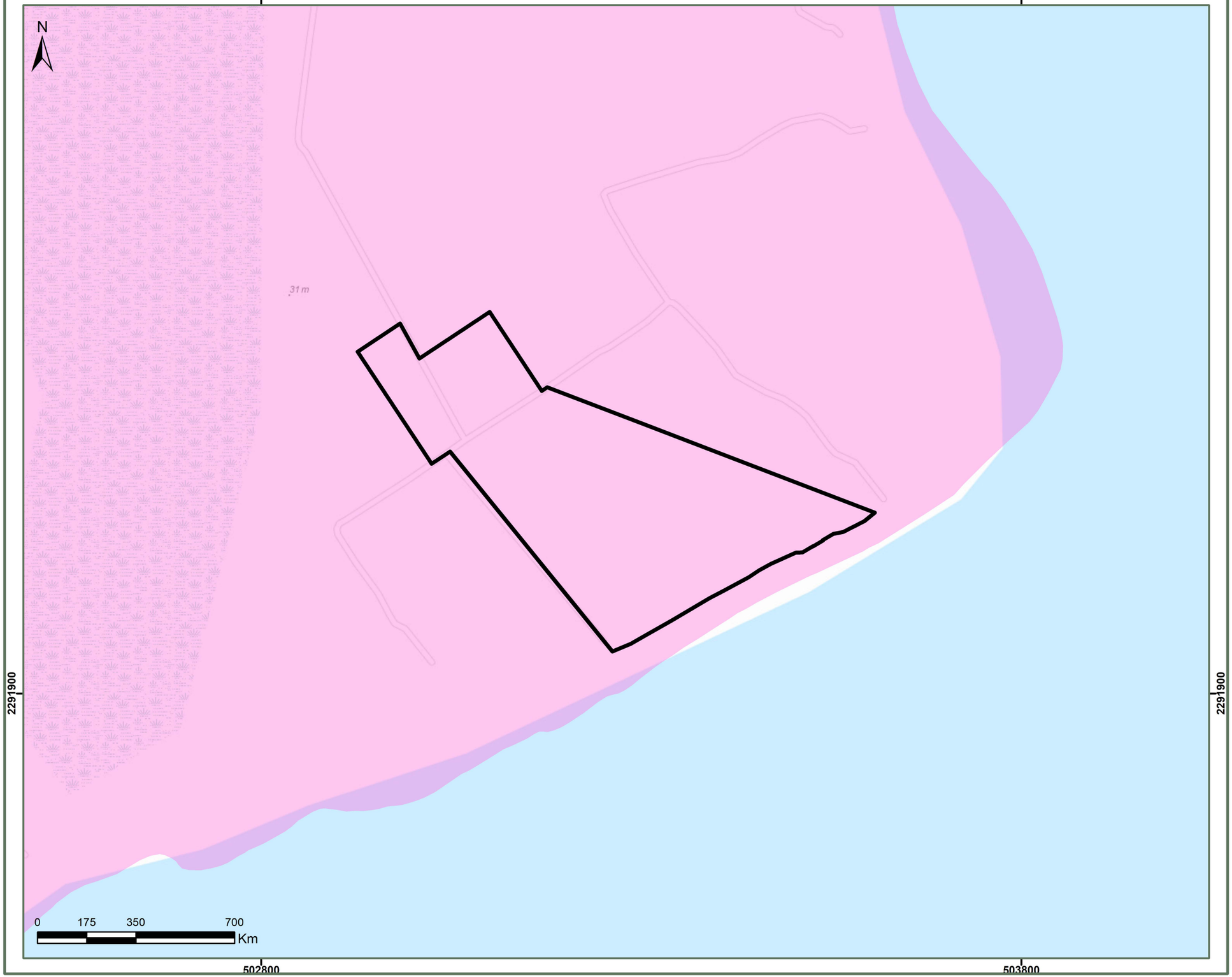
Área del Proyecto

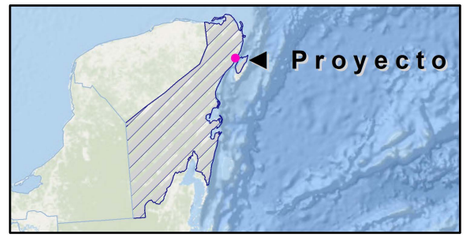
Clave y nombre de UGA

139, Solidaridad

178, Zona marina de competencia federal

Fuentes: CONABIO y Promovente
Notas técnicas:
Sistema de Coordenadas:UTM, Zona 16 Q.
Dátum: WGS 84. Escala: **1:5,000**



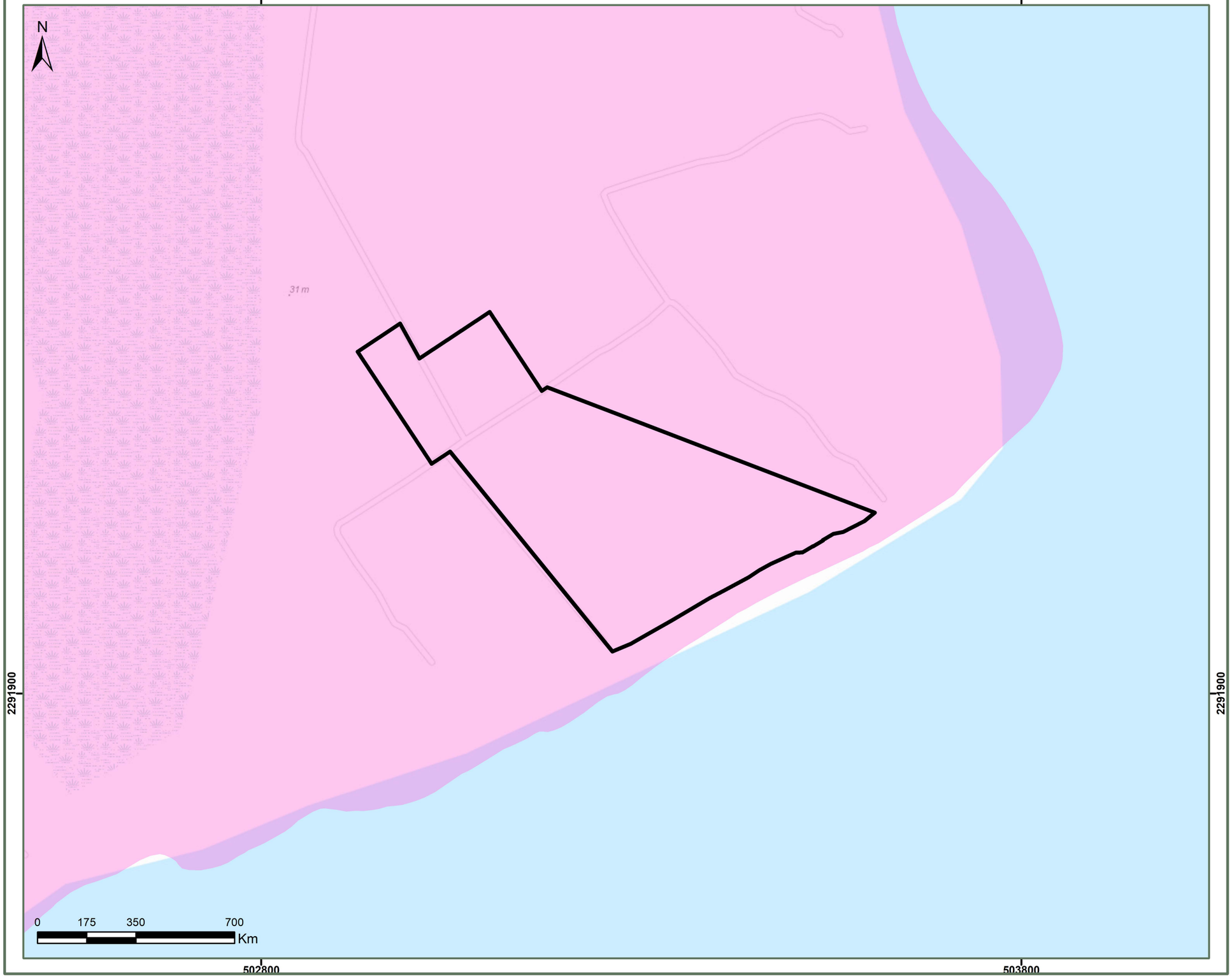


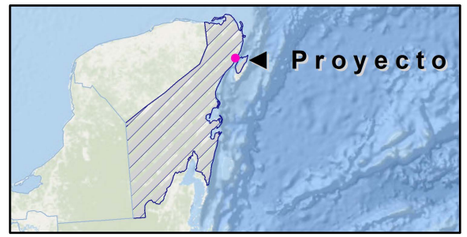
Programa Municipal de Desarrollo Urbano de Solidaridad (Zonificación primaria)

Área del Proyecto

ZT: Zona turística

Fuentes: Gob. Quintana Roo y Promovente
Notas técnicas:
Sistema de Coordenadas:UTM, Zona 16 Q.
Dátum: WGS 84. Escala: **1:5,000**





Programa Municipal de Desarrollo Urbano de Solidaridad (Zonificación secudaria, usos y destinos de suelo)

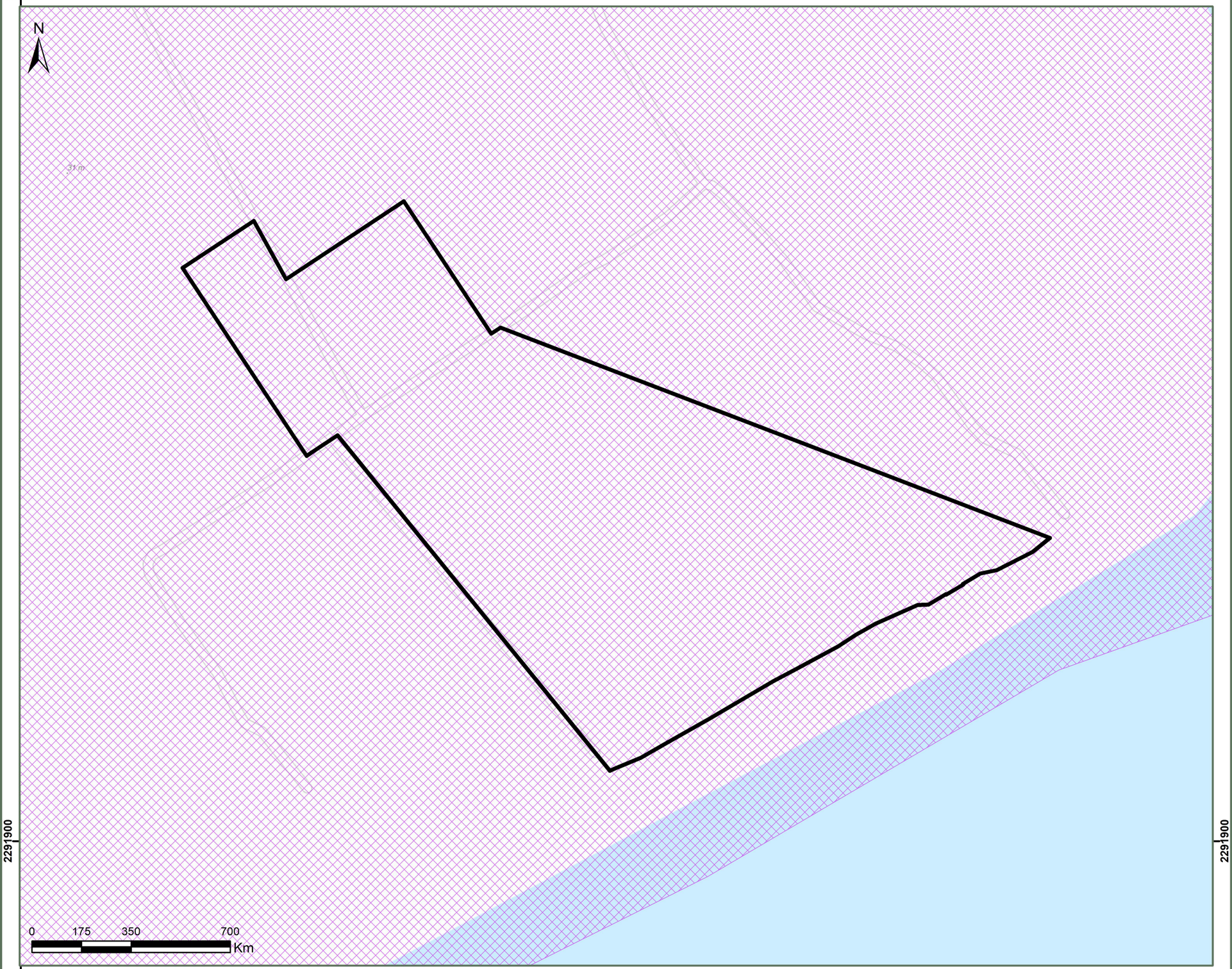
Área del Proyecto

ZT: Zona turística

Fuentes: Gob. Quintana Roo y Promovente
Notas técnicas:
Sistema de Coordenadas:UTM, Zona 16 Q.
Dátum: WGS 84. Escala: **1:5,000**

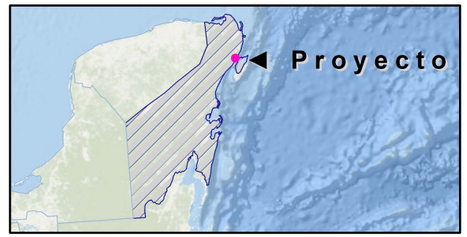
502800

N



2291900

502800



Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio

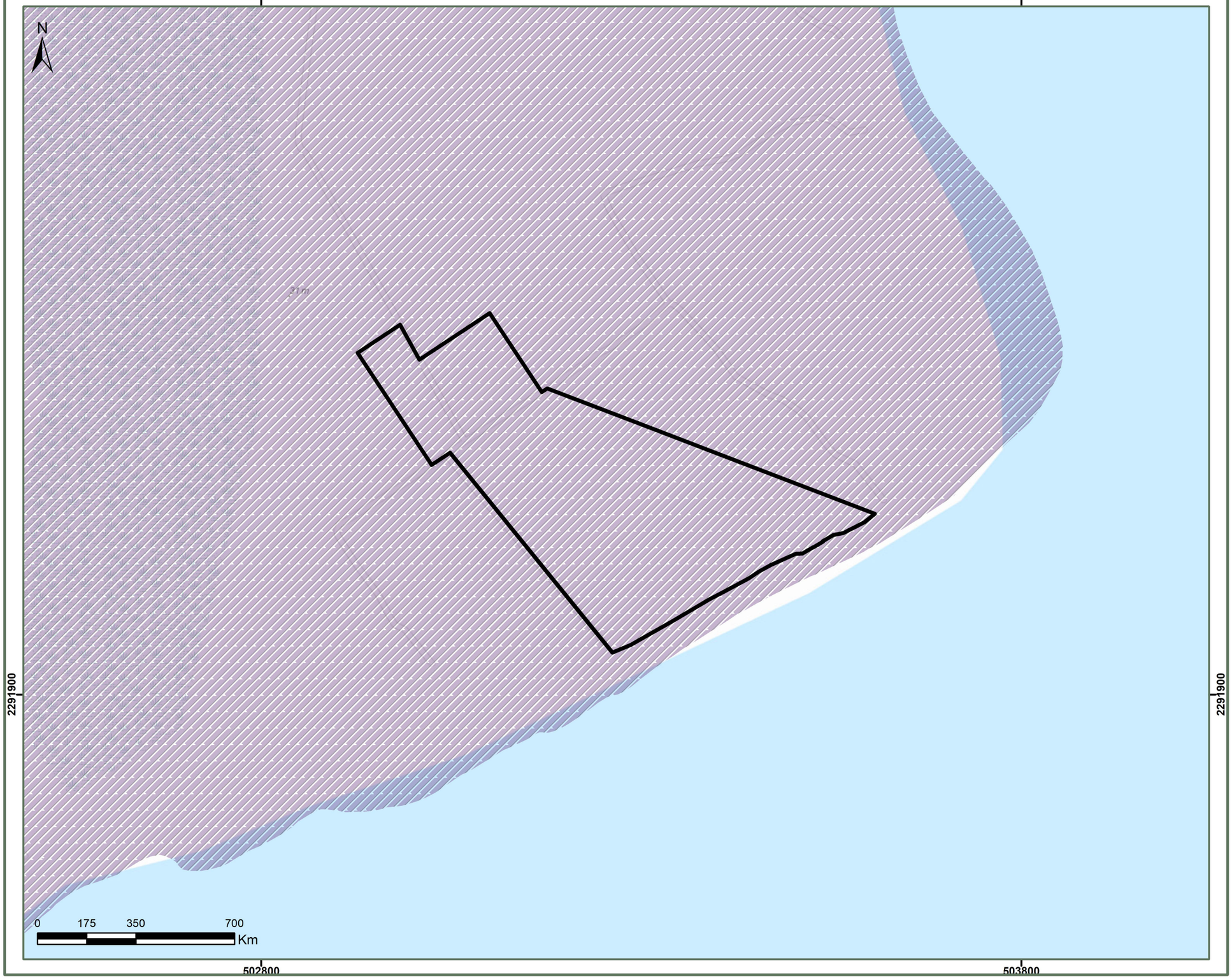
Área del Proyecto

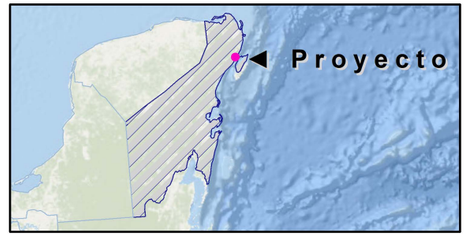
Nombre

Karst de Yucatán y Quintana Roo

Clave de política: 17
UAB:62
Región ecológica:17.33

Fuentes: SEMARNAT y Promovente
Notas técnicas:
Sistema de Coordenadas:UTM, Zona 16 Q.
Dátum: WGS 84. Escala: **1:3,000**





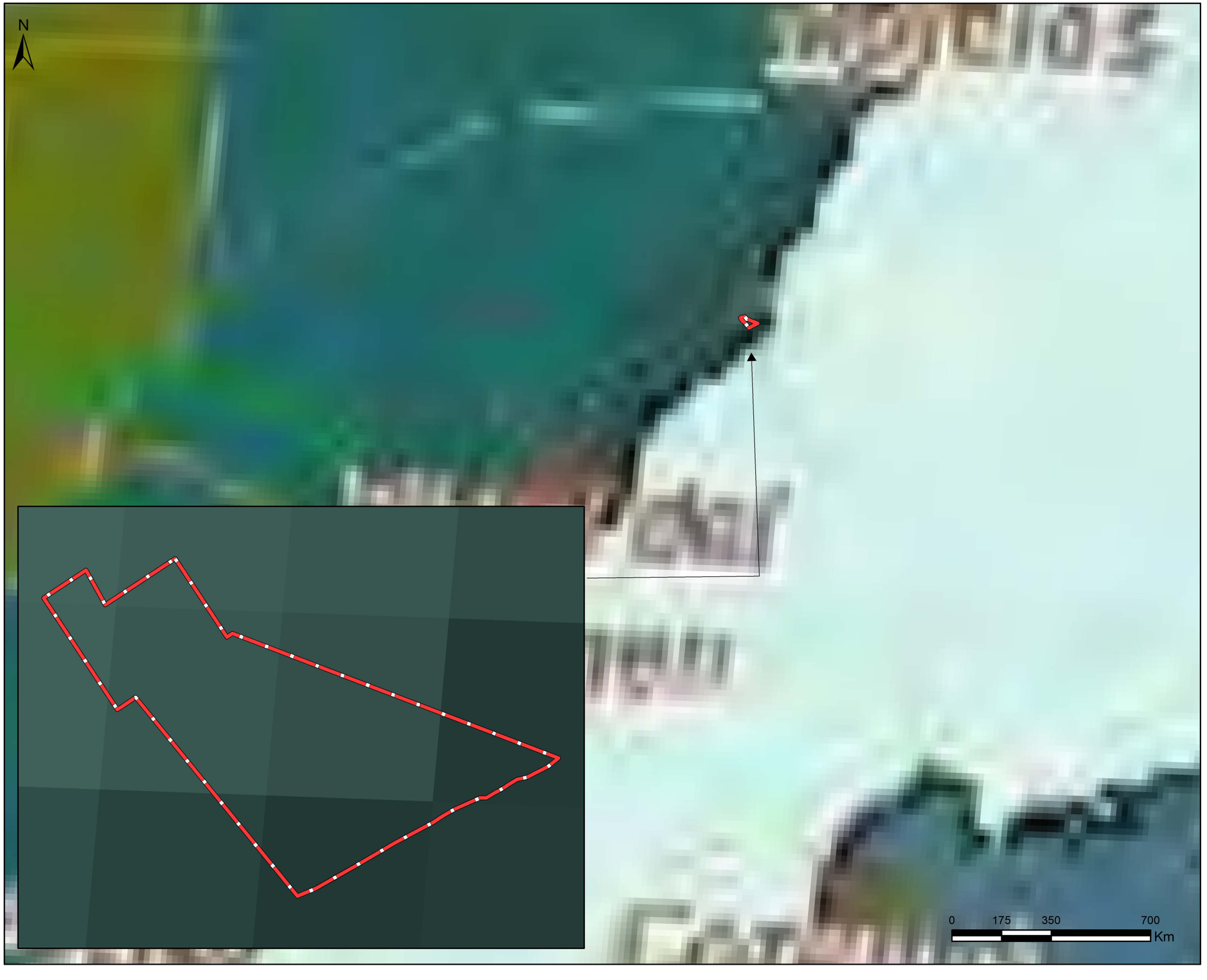
Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Solidaridad

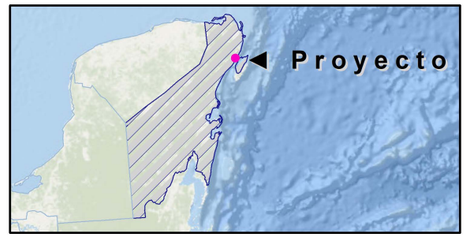
Área del Proyecto

Clave y nombre de UGA

17, Corredor turistico Punta Brava- Xcalacoco

Fuentes: Gob. Quintana Roo y Promovente
Notas técnicas:
Sistema de Coordenadas:UTM, Zona 16 Q.
Dátum: WGS 84. Escala: **1:5,000**

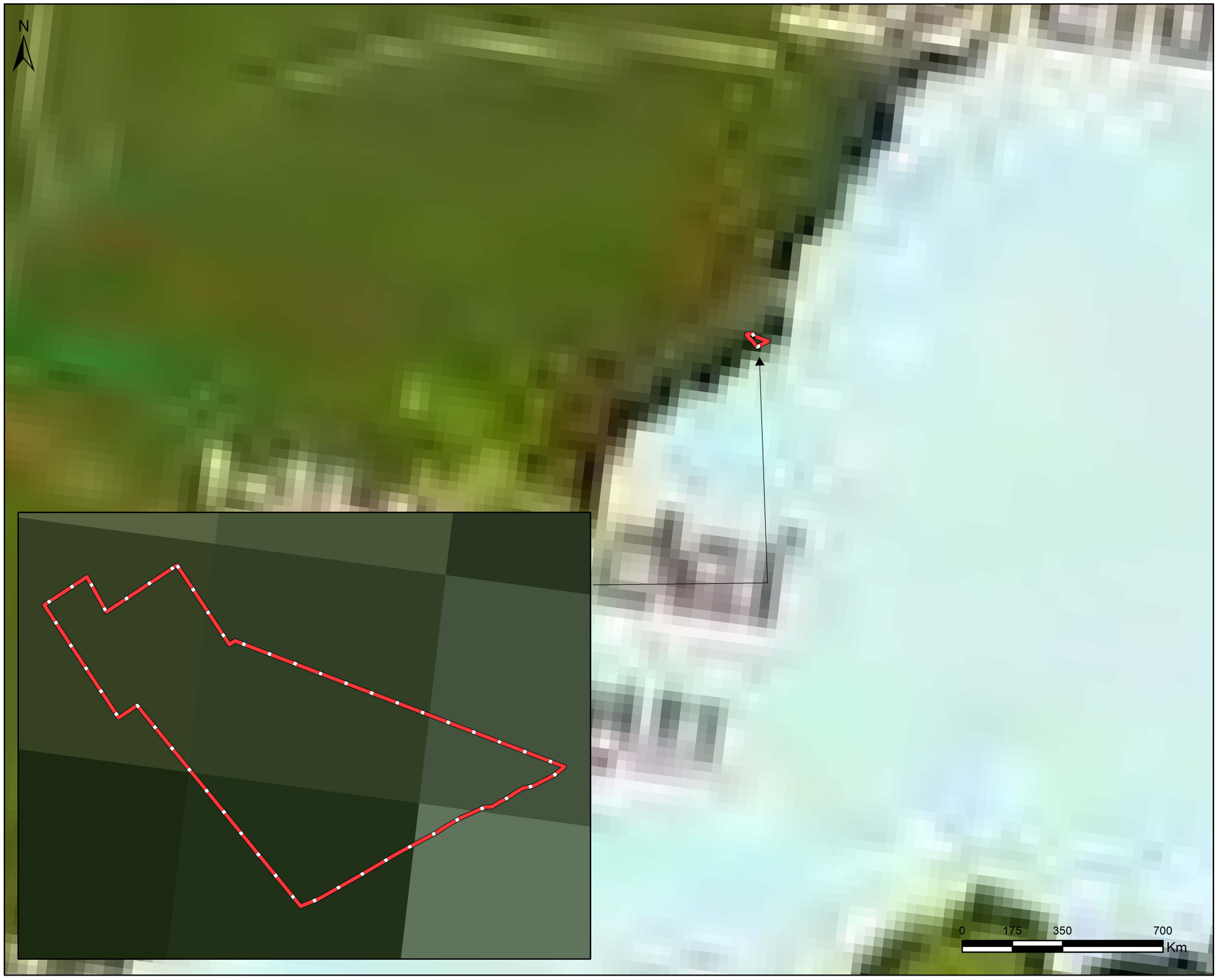


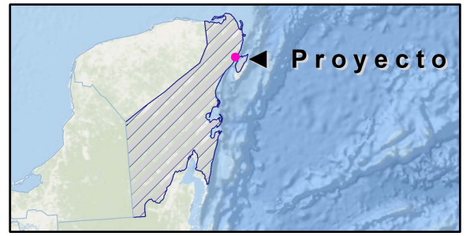


Programa de Ordenamiento Territorial de la Región Sur-Sureste (Líneas estrategias para las UGT del sistema urbano rural Sur-Sureste III)

- Área del Proyecto
- Desarrollo sostenible
- Gestión intefral de riesgos y cambio climático
- Preservación y servicios ecosistémicos
- Protección del patrimonio natural y biocultural

Fuentes: Promovente
Notas técnicas:
Sistema de Coordenadas:UTM, Zona 16 Q.
Dátum: WGS 84. Escala: **1:150,000**





Programa de Ordenamiento Territorial de la Región Sur-Sureste (Estrategias para las UGT del sistema Urbano Rural Sur Sureste III)

- Área del Proyecto
- Territorio resiliente agua y medio ambiente
- Territorio con patrimonio vivo, incluyente, diverso, próspero y biocultural
- Territorio equitativo, justo e integrado
- Territorio conectado, logístico industrial y productivo

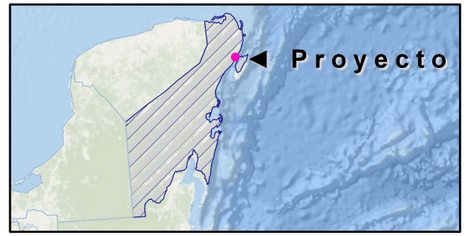
Fuentes: Promovente
Notas técnicas:
Sistema de Coordenadas:UTM, Zona 16 Q.
Dátum: WGS 84. Escala: **1:125,000**

502800

N

2291900

0 175 350 700
Km



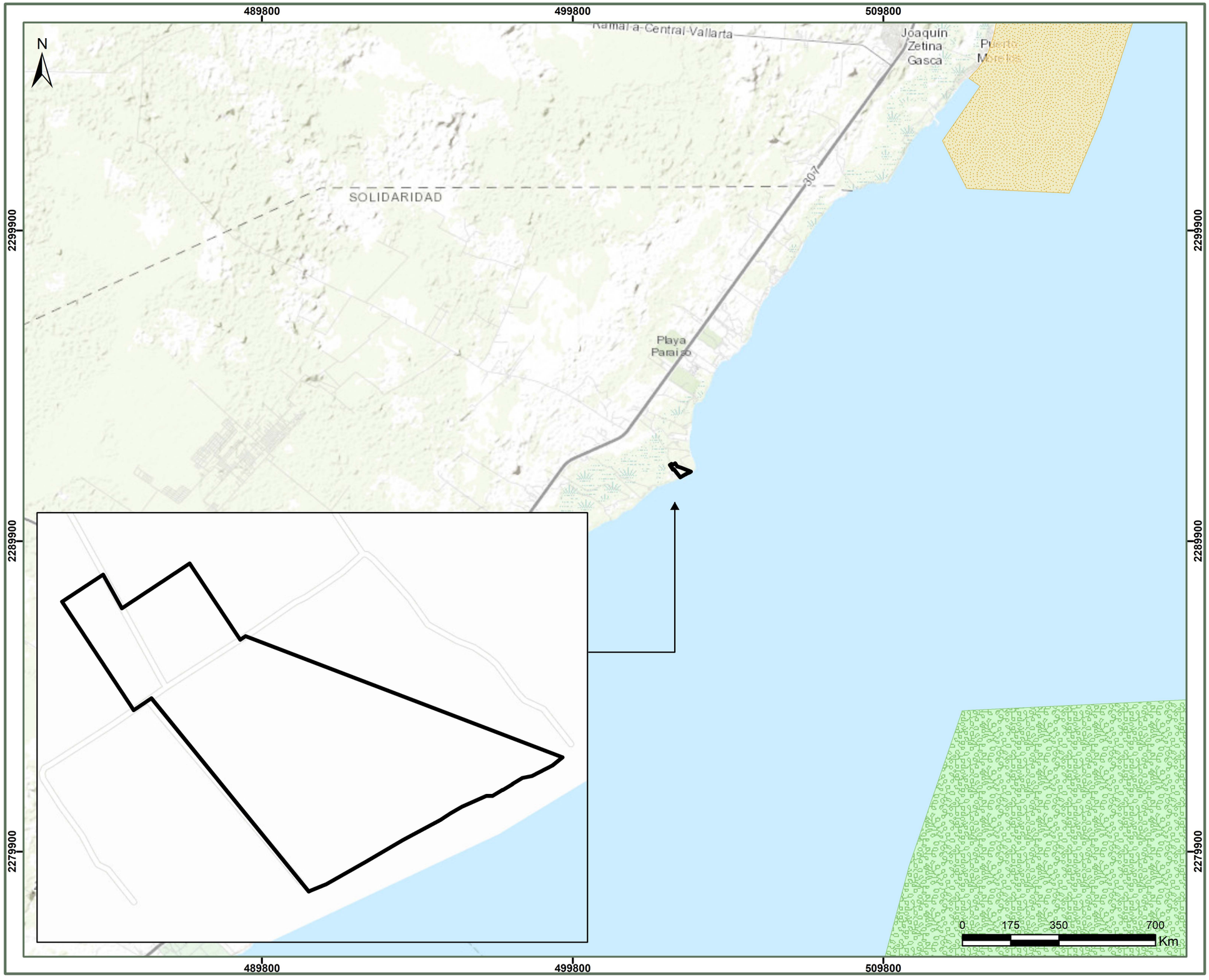
Programa de Ordenamiento Territorial de la región Sur- Sureste (Modelo de Ordenamiento Territorial)

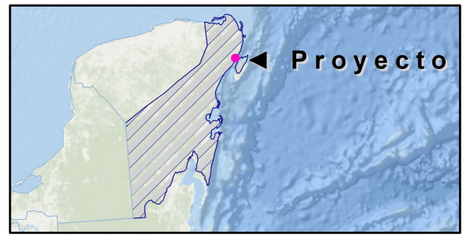
Área del Proyecto

Política

Aprovechamiento sustentable

Fuentes: SEDATU y Promovente
Notas técnicas:
Sistema de Coordenadas:UTM, Zona 16 Q.
Dátum: WGS 84. Escala: **1:3,517**





Sitios RAMSAR

Área del Proyecto

Nombre

Manglares y Humedales del Norte de Isla Cozumel

Parque Nacional Arrecife de Puerto Morelos

Fuentes: CONABIO y Promovente
Notas técnicas:
Sistema de Coordenadas:UTM, Zona 16 Q.
Dátum: WGS 84. Escala: **1:120,000**

502800

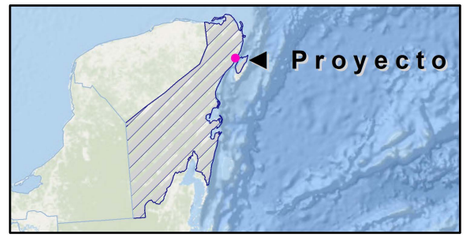
503800

N

2291900

0 175 350 700

Km



Regiones Indígenas

Área del Proyecto

Región Maya

Fuentes: CDI y Promovente

Notas técnicas:

Sistema de Coordenadas:UTM, Zona 16 Q.

Dátum: WGS 84. Escala: **1:5,000**

502800

503800

N

2291900

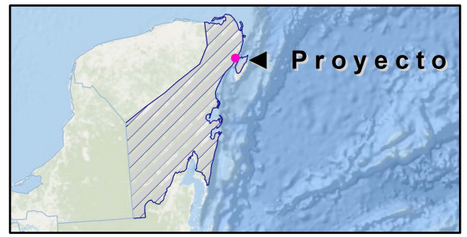
2291900

0 175 350 700

Km

502800

503800



Regiones Hidrológicas Prioritarias

Área del Proyecto

Corredor Cancún - Tulum

Fuentes: CONABIO y Promovente
Notas técnicas:
Sistema de Coordenadas:UTM, Zona 16 Q.
Dátum: WGS 84. Escala: **1:5,000**

502800

503800

N

31m

2291900

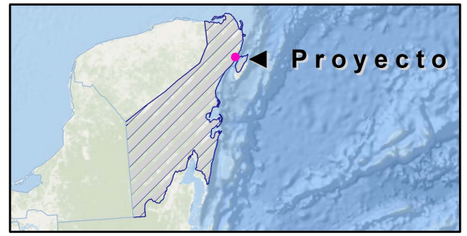
2291900

0 175 350 700

Km

502800

503800



Regiones Marinas Prioritarias

Área del Proyecto

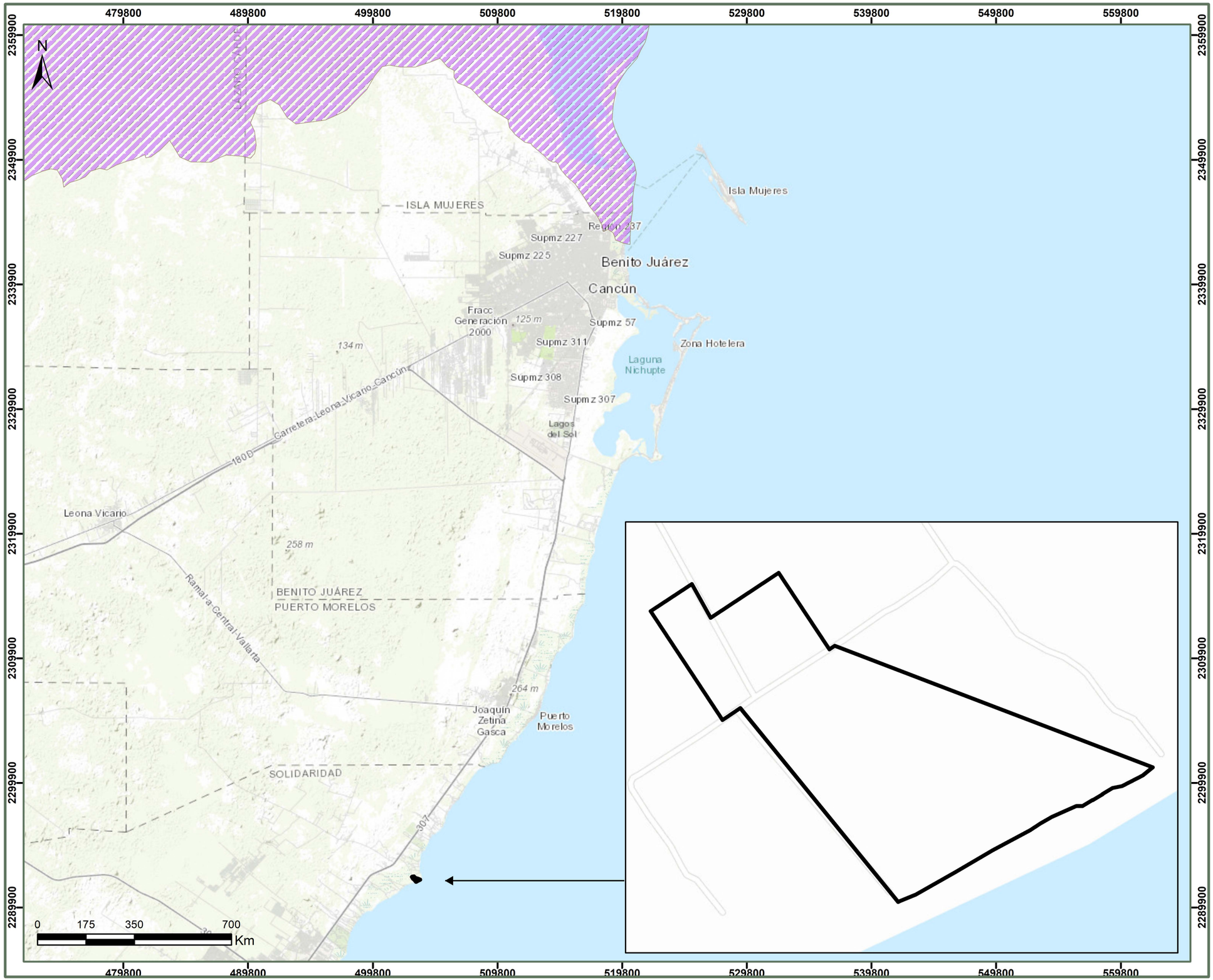
Pta. Maroma-Nizuc

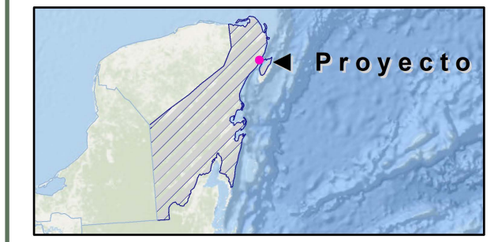
Fuentes: CONABIO y Promovente

Notas técnicas:

Sistema de Coordenadas:UTM, Zona 16 Q.

Dátum: WGS 84. Escala: **1:5,000**





Regiones Terrestres Prioritarias

Área del Proyecto

Dzilam-Ría Lagartos-Yum Balam

Fuentes: CONABIO y Promovente
Notas técnicas:
Sistema de Coordenadas:UTM, Zona 16 Q.
Dátum: WGS 84. Escala: **1:300,000**

499800

N

Carretera Federal

307

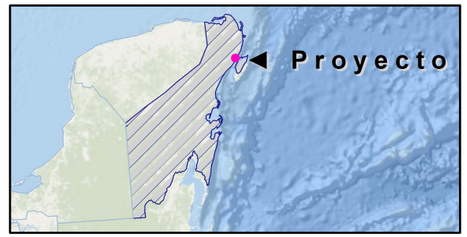
Iberostar
Paraiso
Lindo

34 m

32 m

499800

0 175 350 700
Km



Sitios de Atención Prioritaria para la Conservación de la Biodiversidad

Área del Proyecto

Prioridad

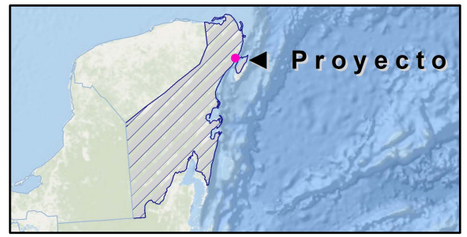
Extrema

Alta

Media

Fuentes: CONABIO y Promovente
Notas técnicas:
Sistema de Coordenadas:UTM, Zona 16 Q.
Dátum: WGS 84. Escala: **1:20,000**

489800
499800
509800
2289900
2279900
N
Paraíso Lindo
34 m
203 m
Carretera Federal
307
Avenida Bosques de Cristo Rey
Fracc La Guadalupana
Casa Club Mayakoba El Camaleón
Avenida Universidades
305D
Avenida Chemuyil
Nicte-Ha
Luis Donaldo Colosio
Avenida Constituyentes
Avenida 50 Norte
Avenida 35 Norte
Avenida 20 Norte
Avenida 10 Norte
Ejidal
Fracc El Bambú
Solidaridad
Playa del Carmen
Playa del Carmen Centro
Fracc El Tigrillo
Playa Ca
Avenida Paseo Xaman
Playa del Carmen
0 175 350 700
Km

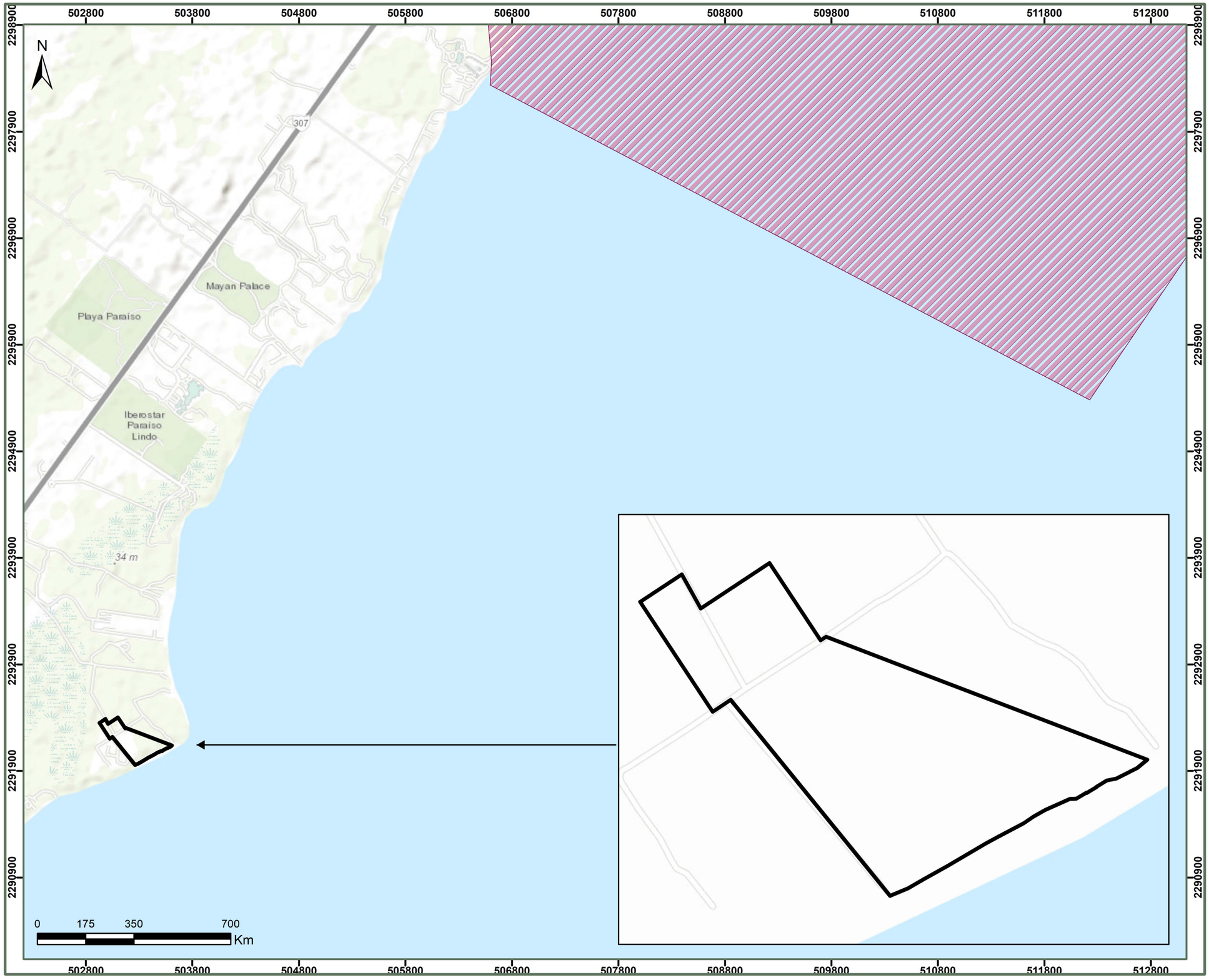


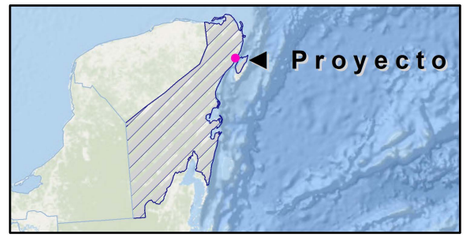
Sitios arqueológicos

Área del Proyecto

Sitio

Fuentes: INAH y Promovente
Notas técnicas:
Sistema de Coordenadas:UTM, Zona 16 Q.
Dátum: WGS 84. Escala: **1:80,000**



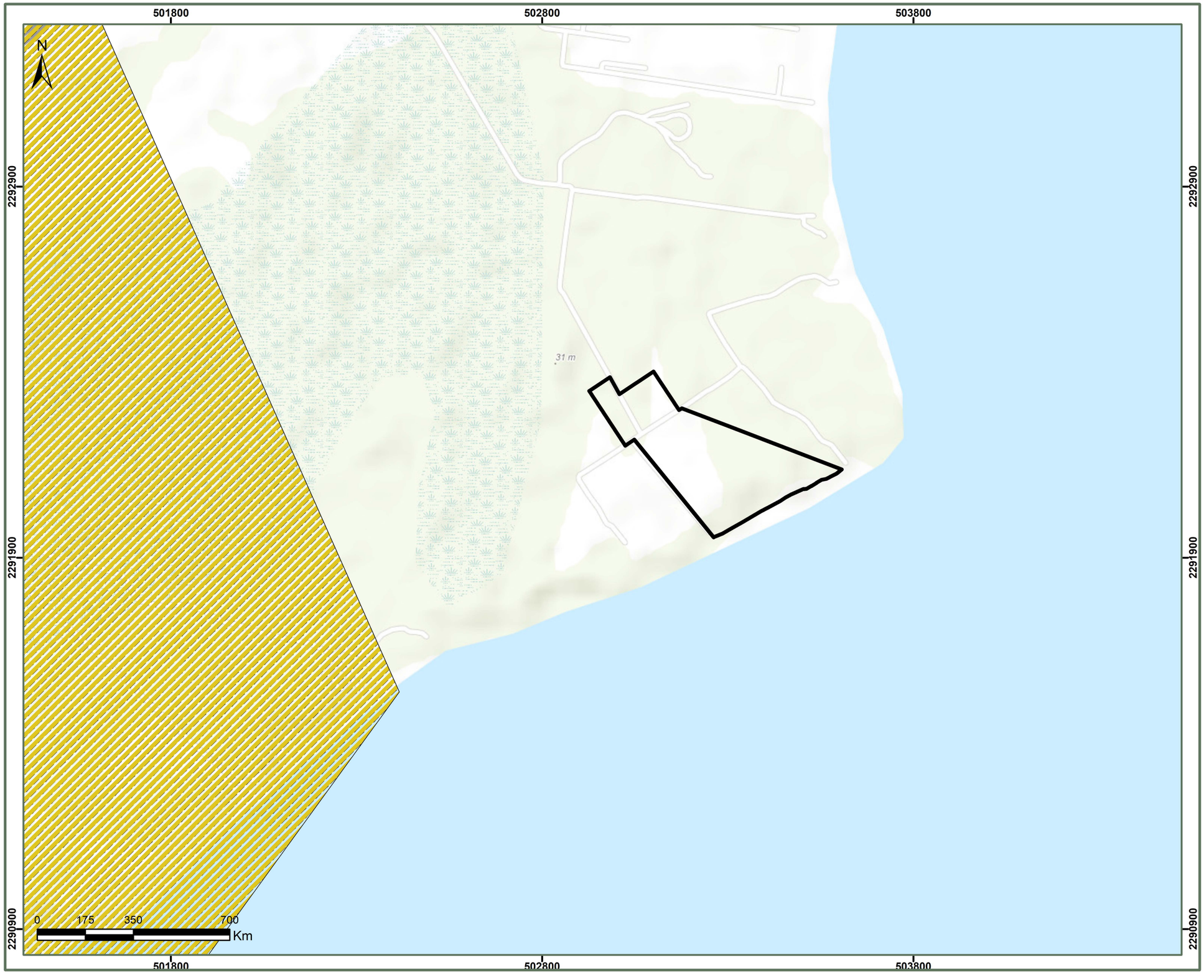


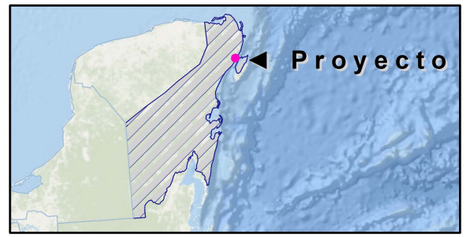
Sitios Prioritarios Marinos

Área del Proyecto

Humedales Costeros y Arrecife de Puerto Morelos

Fuentes: CONABIO y Promovente
Notas técnicas:
Sistema de Coordenadas:UTM, Zona 16 Q.
Dátum: WGS 84. Escala: **1:35,000**





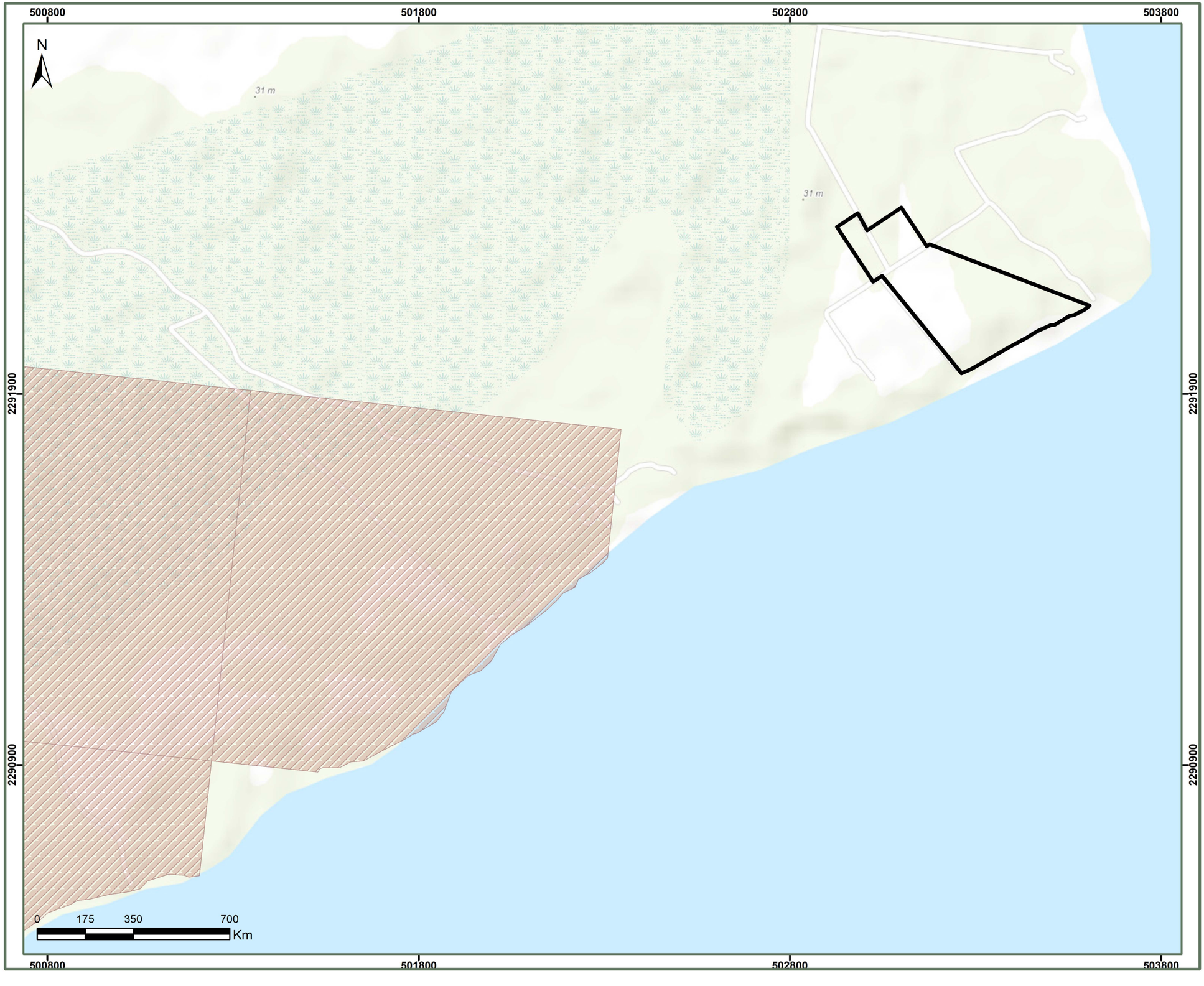
Sitios Prioritarios Acuáticos Epicontinentales

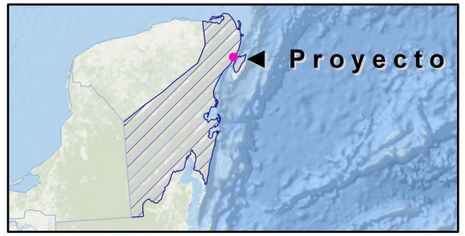
Área del Proyecto

Prioridad

Media

Fuentes: CONABIO y Promovente
Notas técnicas:
Sistema de Coordenadas:UTM, Zona 16 Q.
Dátum: WGS 84. Escala: **1:10,000**



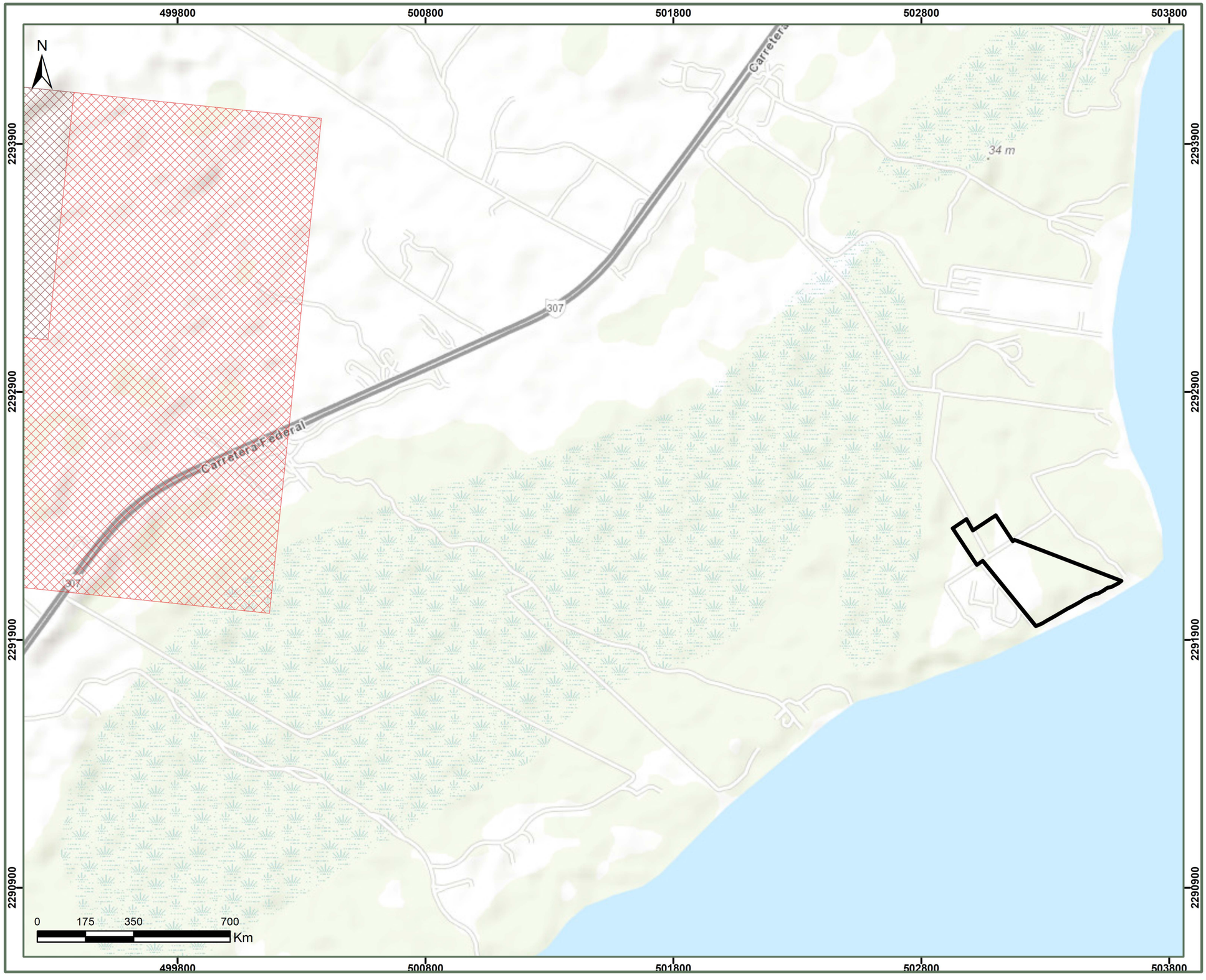


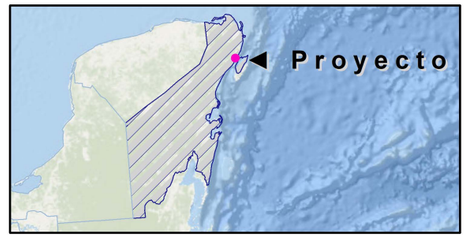
Sitios Prioritarios para la Protección de Primates

Área del Proyecto

Sitio

Fuentes: CONABIO y Promovente
Notas técnicas:
Sistema de Coordenadas:UTM, Zona 16 Q.
Dátum: WGS 84. Escala: **1:10,000**





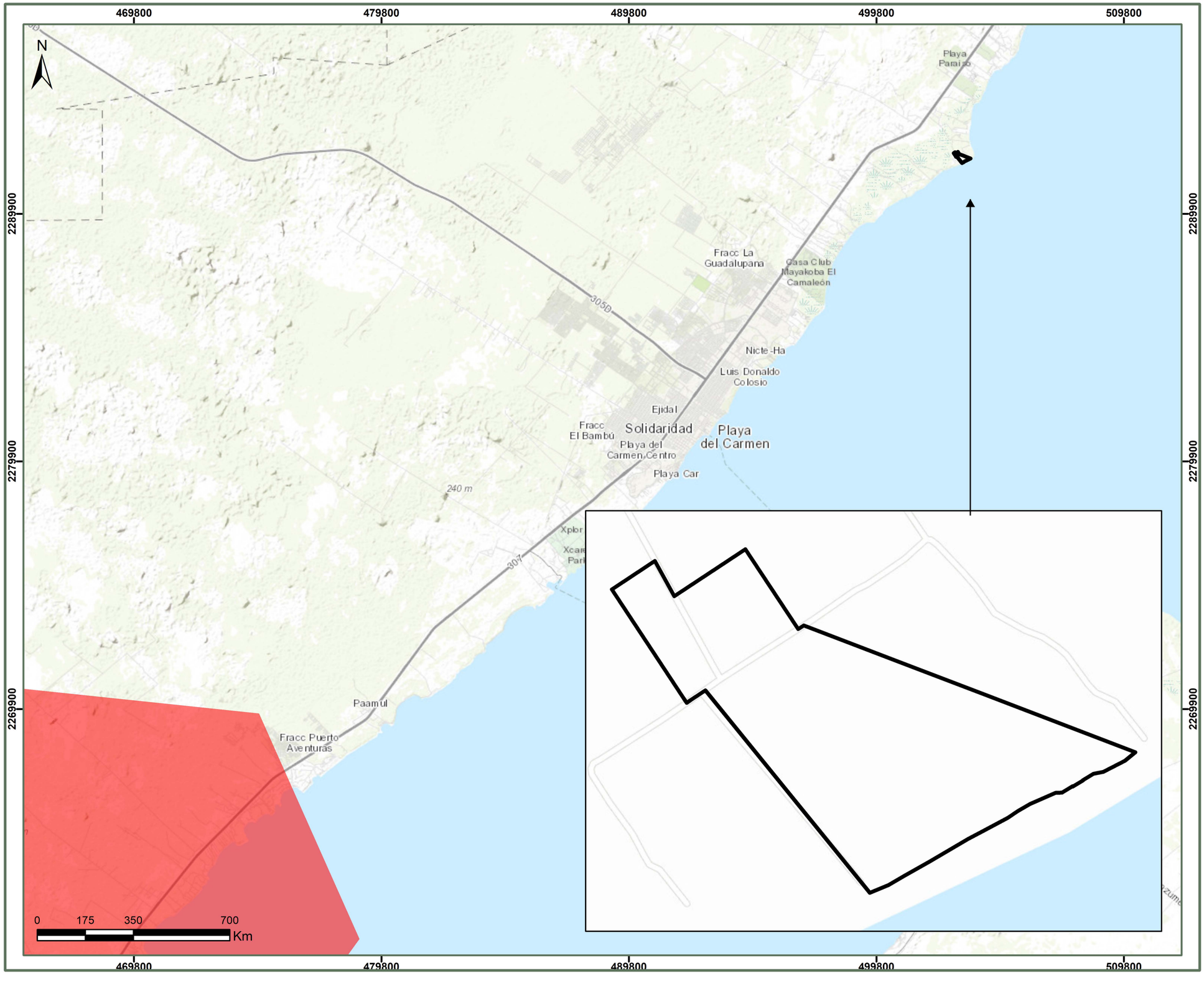
Sitios prioritarios para la restauración

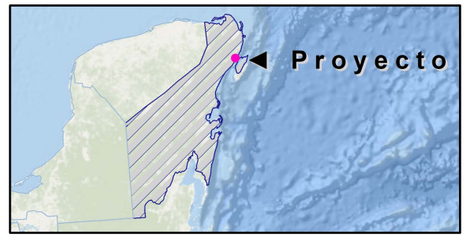
Área del Proyecto

Prioridad

- Extrema
- Alta
- Media

Fuentes: CONABIO y Promovente
Notas técnicas:
Sistema de Coordenadas:UTM, Zona 16 Q.
Dátum: WGS 84. Escala: **1:15,000**





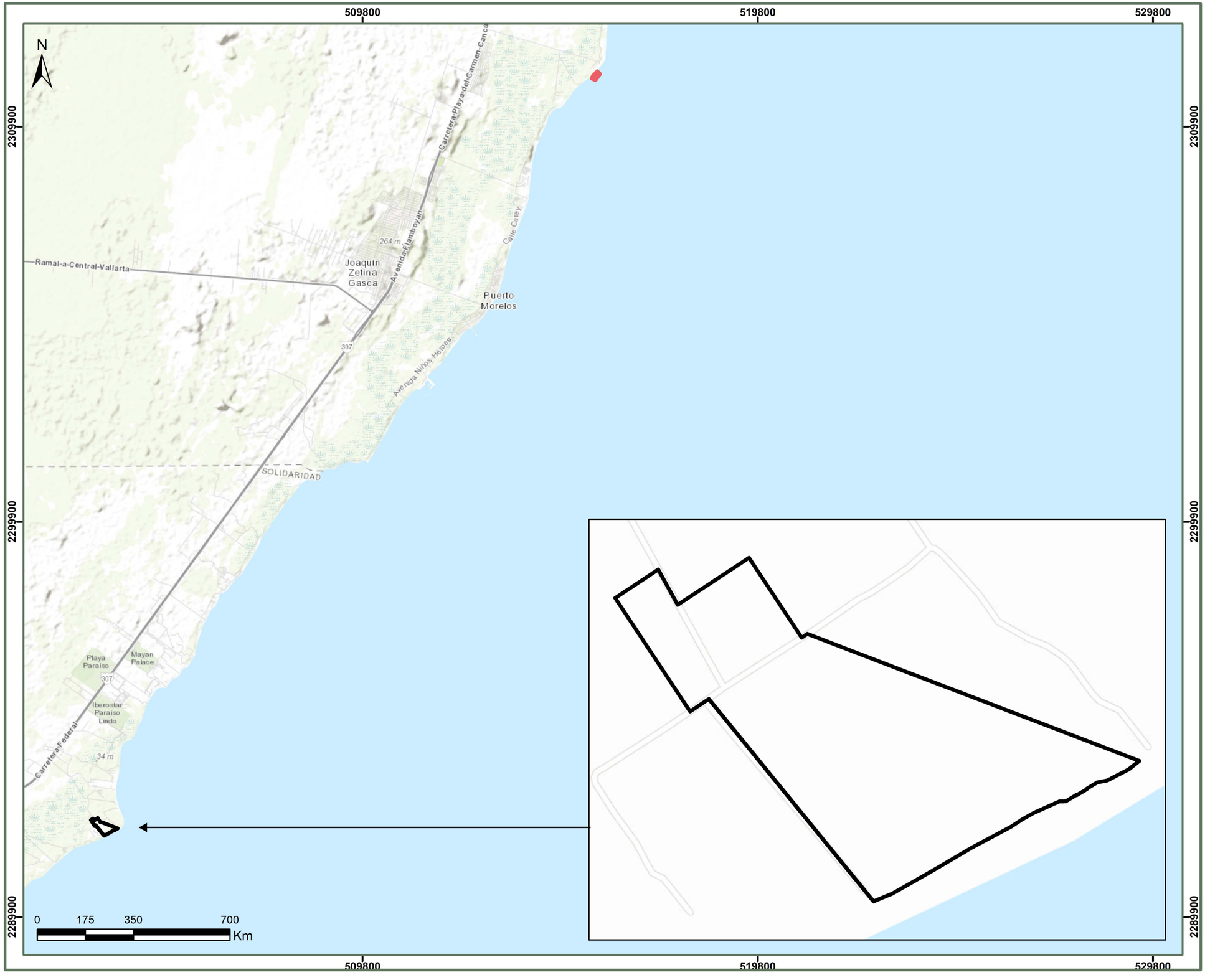
Sitios Prioritarios Terrestres

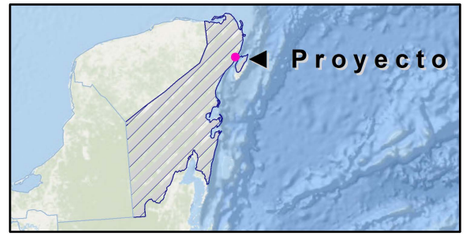
Área del Proyecto

Prioridad

Alta

Fuentes: CONABIO y Promovente
Notas técnicas:
Sistema de Coordenadas:UTM, Zona 16 Q.
Dátum: WGS 84. Escala: **1:150,000**





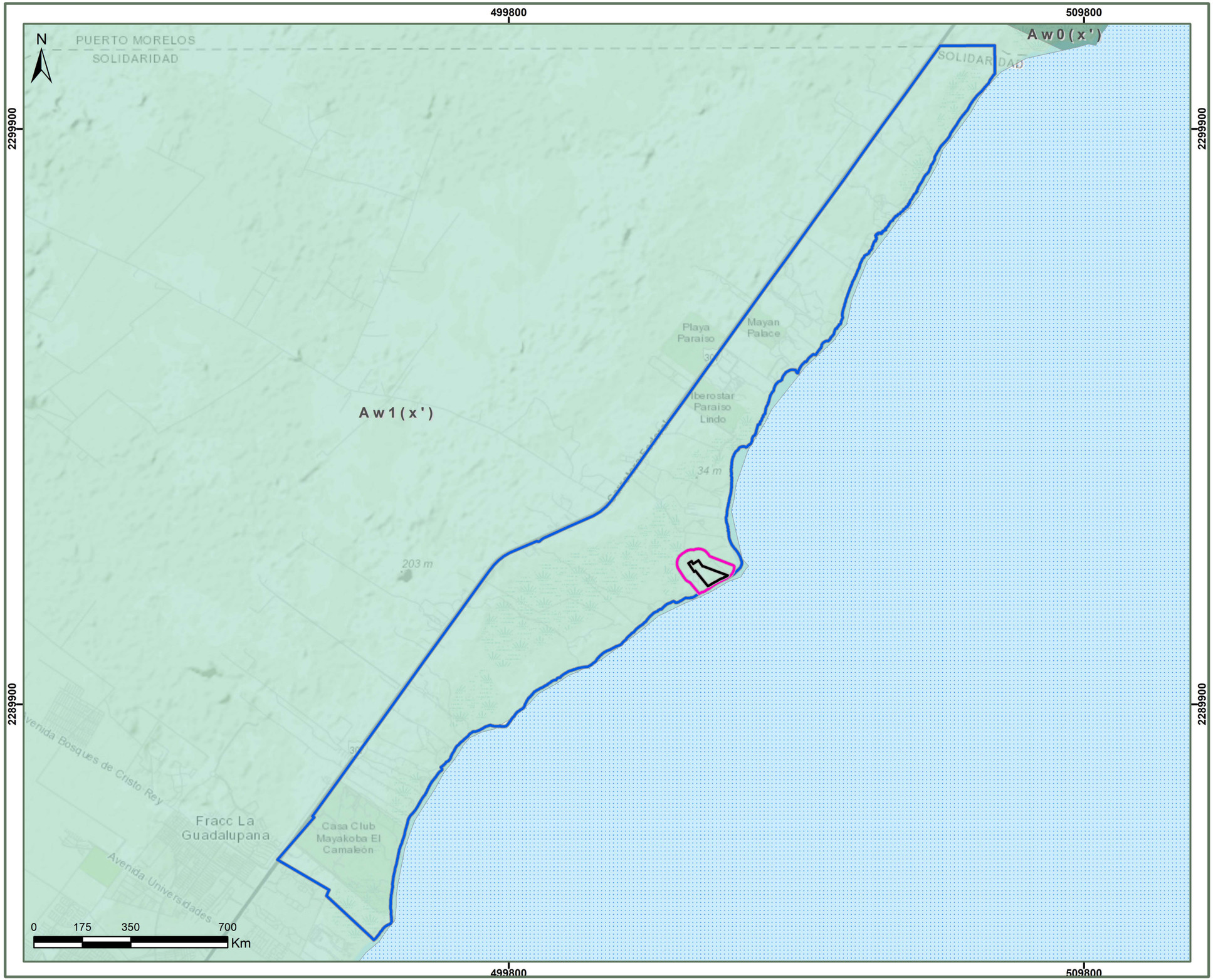
Unidad de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre

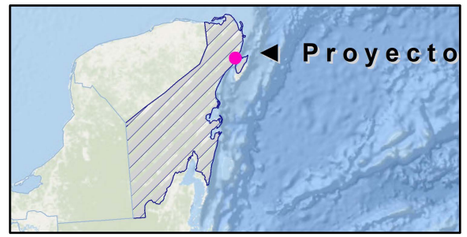
Área del Proyecto

Nombre

Desire Resorts & Spa

Fuentes: CONABIO y Promovente
Notas técnicas:
Sistema de Coordenadas:UTM, Zona 16 Q.
Dátum: WGS 84. Escala: **1:94,000**





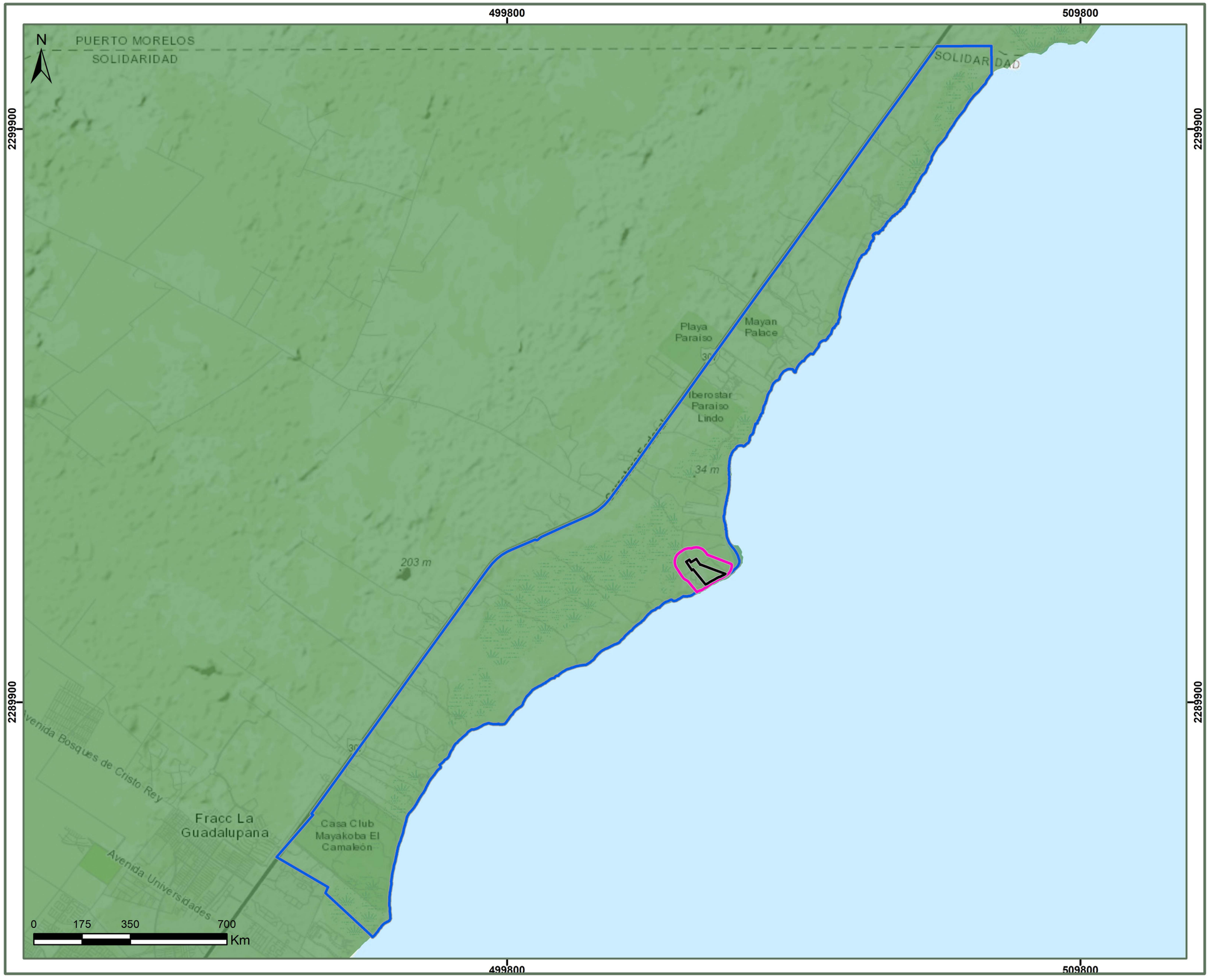
Unidades climáticas

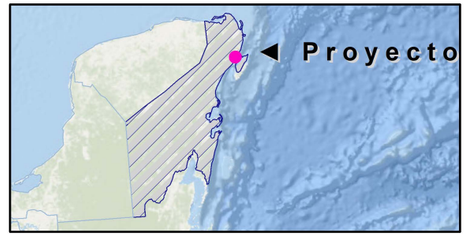
- Área del Proyecto
- Área de influencia
- Sistema ambiental regional

Tipo y clave

- Agua
- Cálido subhúmedo, Aw0(x')
- Cálido subhúmedo, Aw1(x')

Fuentes: CONABIO y Promovente
Notas técnicas:
Sistema de Coordenadas:UTM, Zona 16 Q.
Dátum: WGS 84. Escala: **1:65,000**





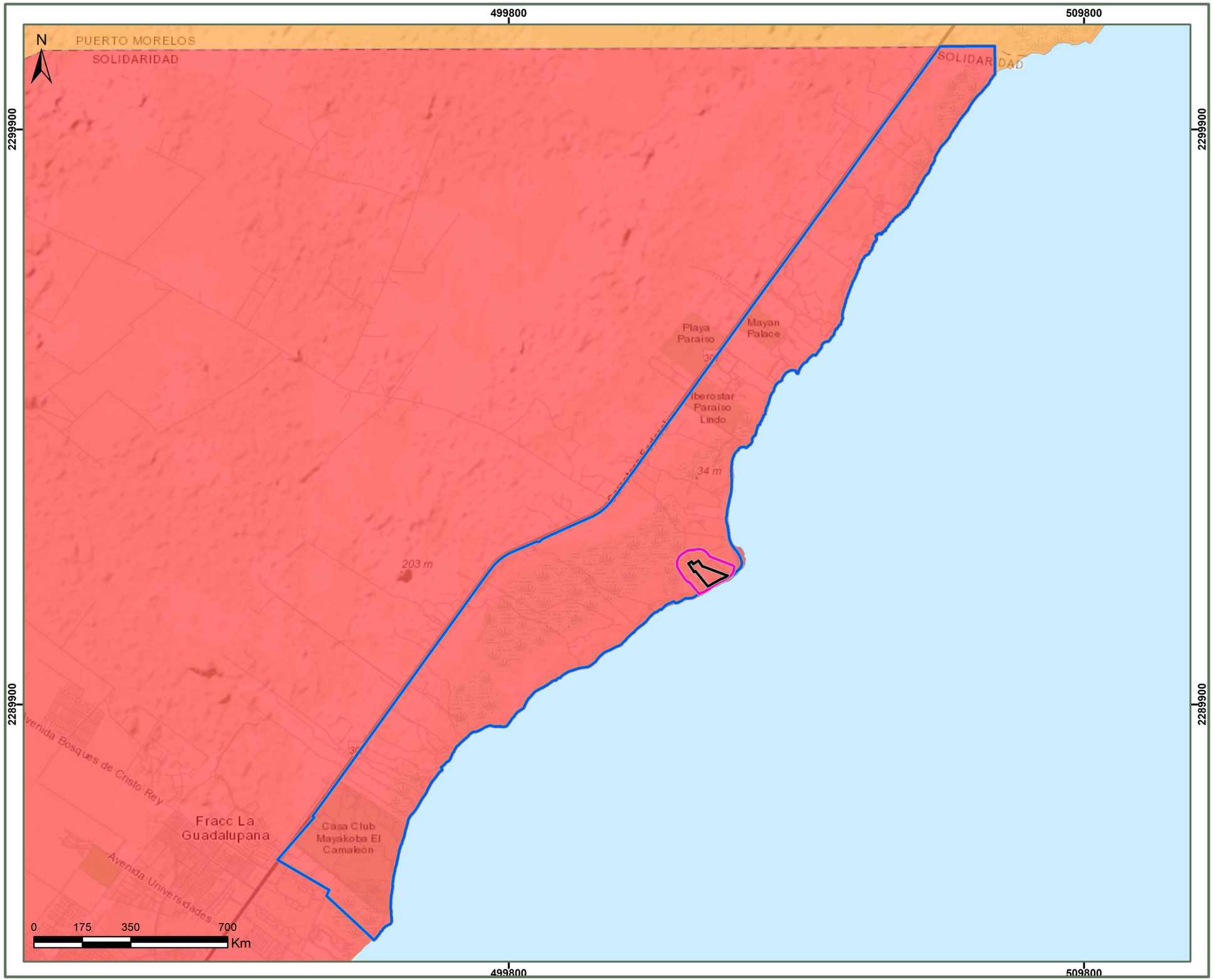
Peligro por heladas

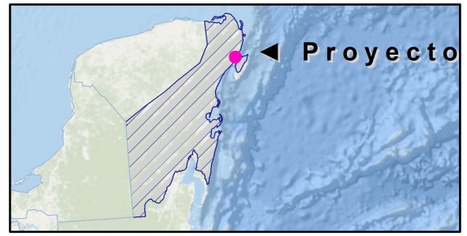
- Área del Proyecto
- Área de influencia
- Sistema ambiental regional

Grado

- Muy bajo
- Bajo
- Medio
- Alto

Fuentes: CENAPRED y Promovente
Notas técnicas:
Sistema de Coordenadas:UTM, Zona 16 Q.
Dátum: WGS 84. Escala: **1:65,000**





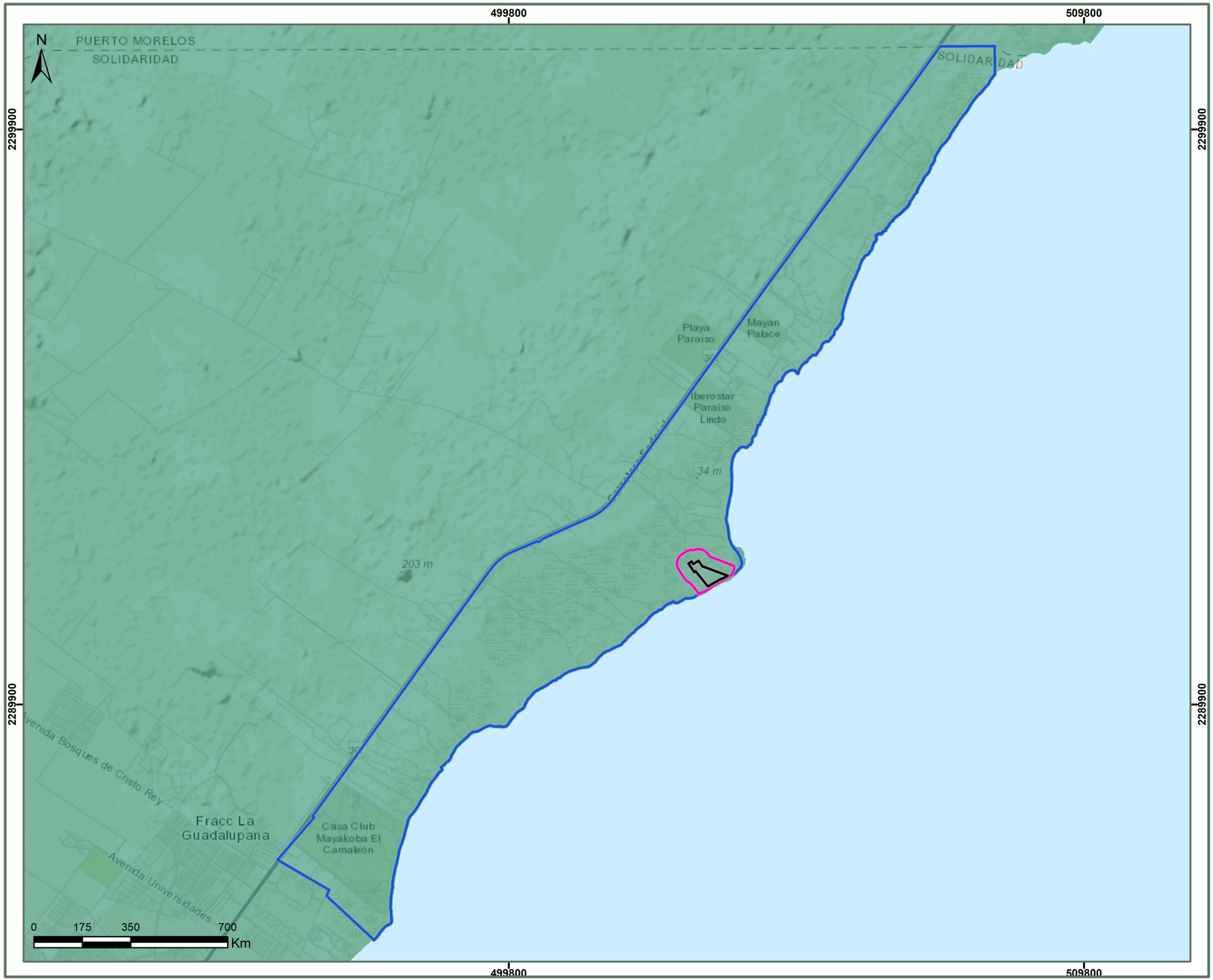
Peligro por ciclones tropicales

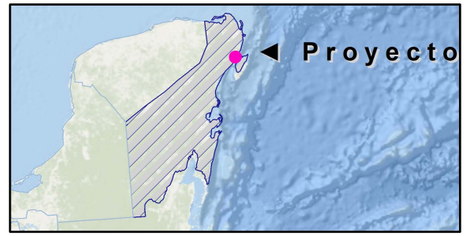
- Área del Proyecto
- Área de influencia
- Sistema ambiental regional

Grado

- Muy bajo
- Bajo
- Medio
- Alto
- Muy alto

Fuentes: CENAPRED y Promovente
Notas técnicas:
Sistema de Coordenadas:UTM, Zona 16 Q.
Dátum: WGS 84. Escala: **1:65,000**





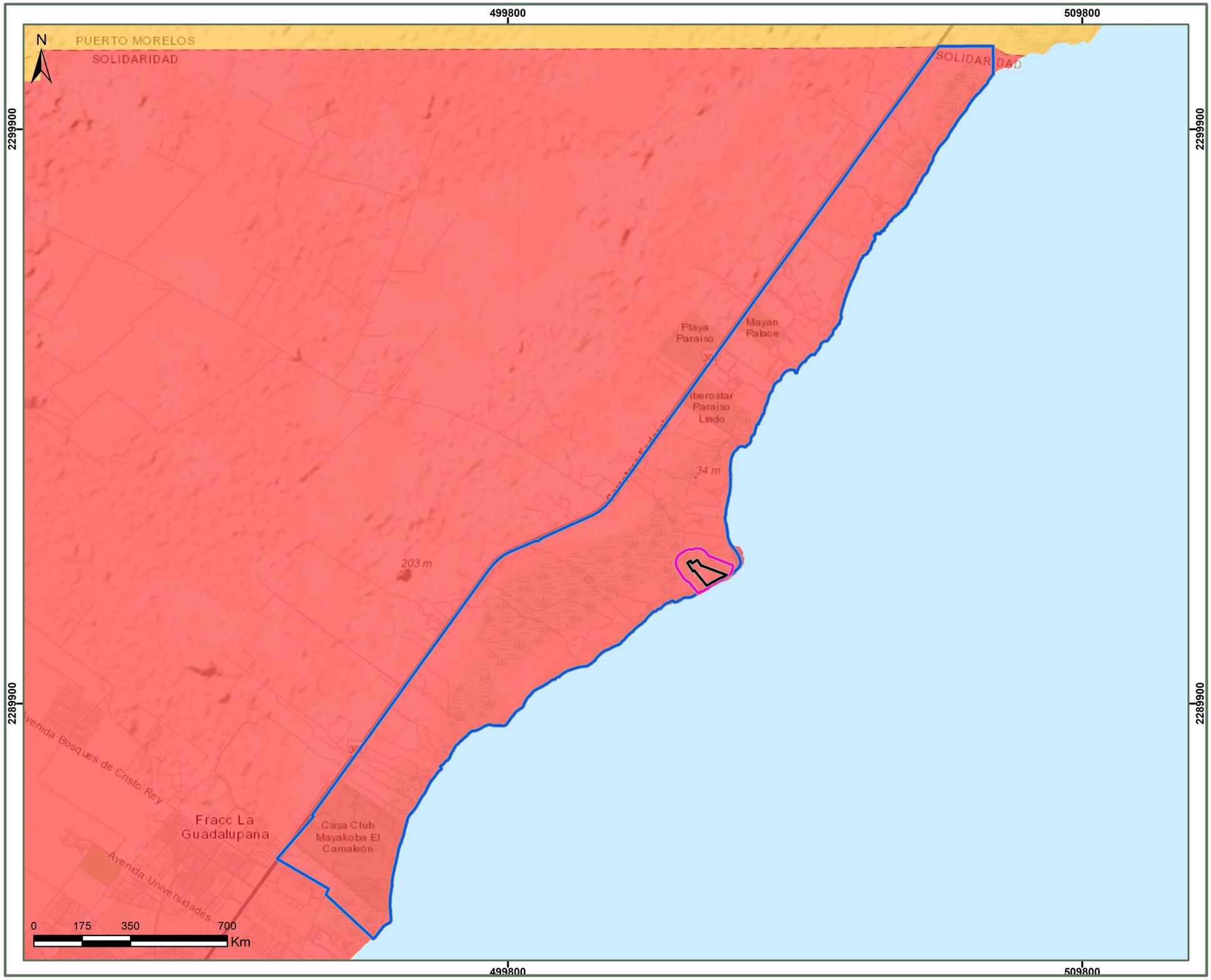
Peligro por granizo

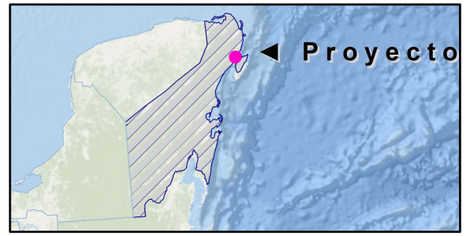
- Área del Proyecto
- Área de influencia
- Sistema ambiental regional

Grado

- Muy bajo
- Bajo
- Medio
- Alto
- Muy alto

Fuentes: CENAPRED y Promovente
Notas técnicas:
Sistema de Coordenadas:UTM, Zona 16 Q.
Dátum: WGS 84. Escala: **1:65,000**





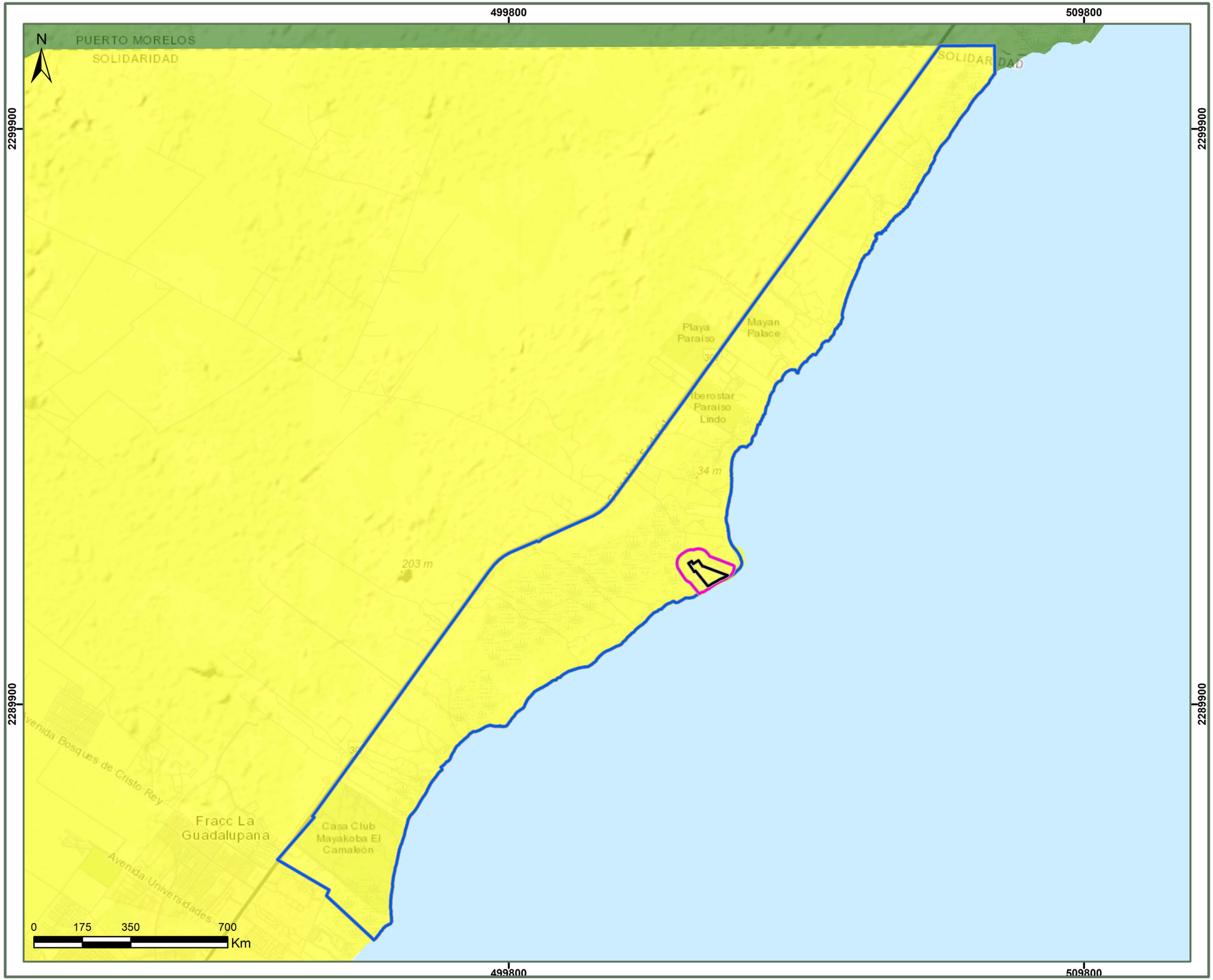
Peligro por inundaciones

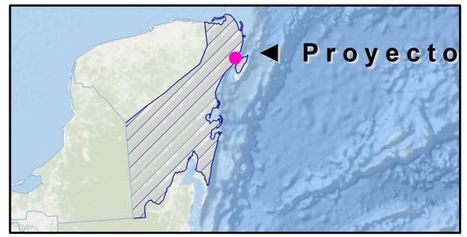
- Área del Proyecto
- Área de influencia
- Sistema ambiental regional

Grado

- Muy bajo
- Bajo
- Medio
- Alto
- Muy alto

Fuentes: CENAPRED y Promovente
Notas técnicas:
Sistema de Coordenadas:UTM, Zona 16 Q.
Dátum: WGS 84. Escala: **1:65,000**





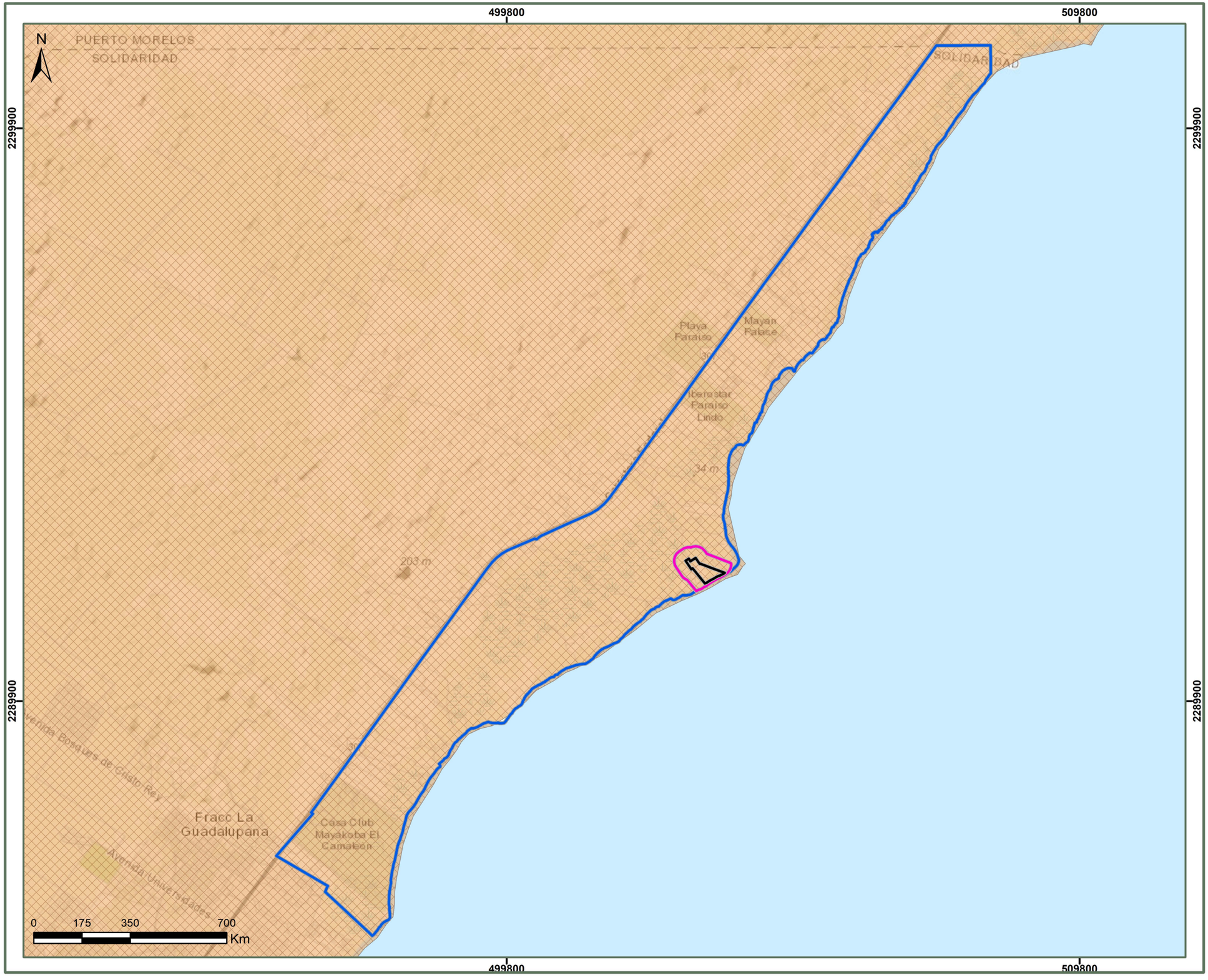
Peligro por sequías

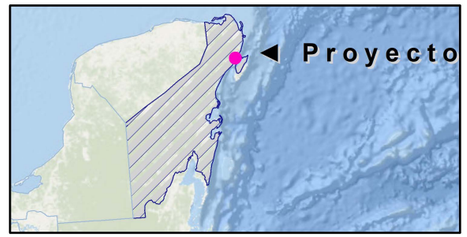
- Área del Proyecto
- Área de influencia
- Sistema ambiental regional

Grado

- Muy baja
- Baja
- Media
- Alta
- Muy alta

Fuentes: CENAPRED y Promovente
Notas técnicas:
Sistema de Coordenadas:UTM, Zona 16 Q.
Dátum: WGS 84. Escala: **1:65,000**





Provincias y subprovincias fisiográficas

- Área del Proyecto
- Área de influencia
- Sistema ambiental regional

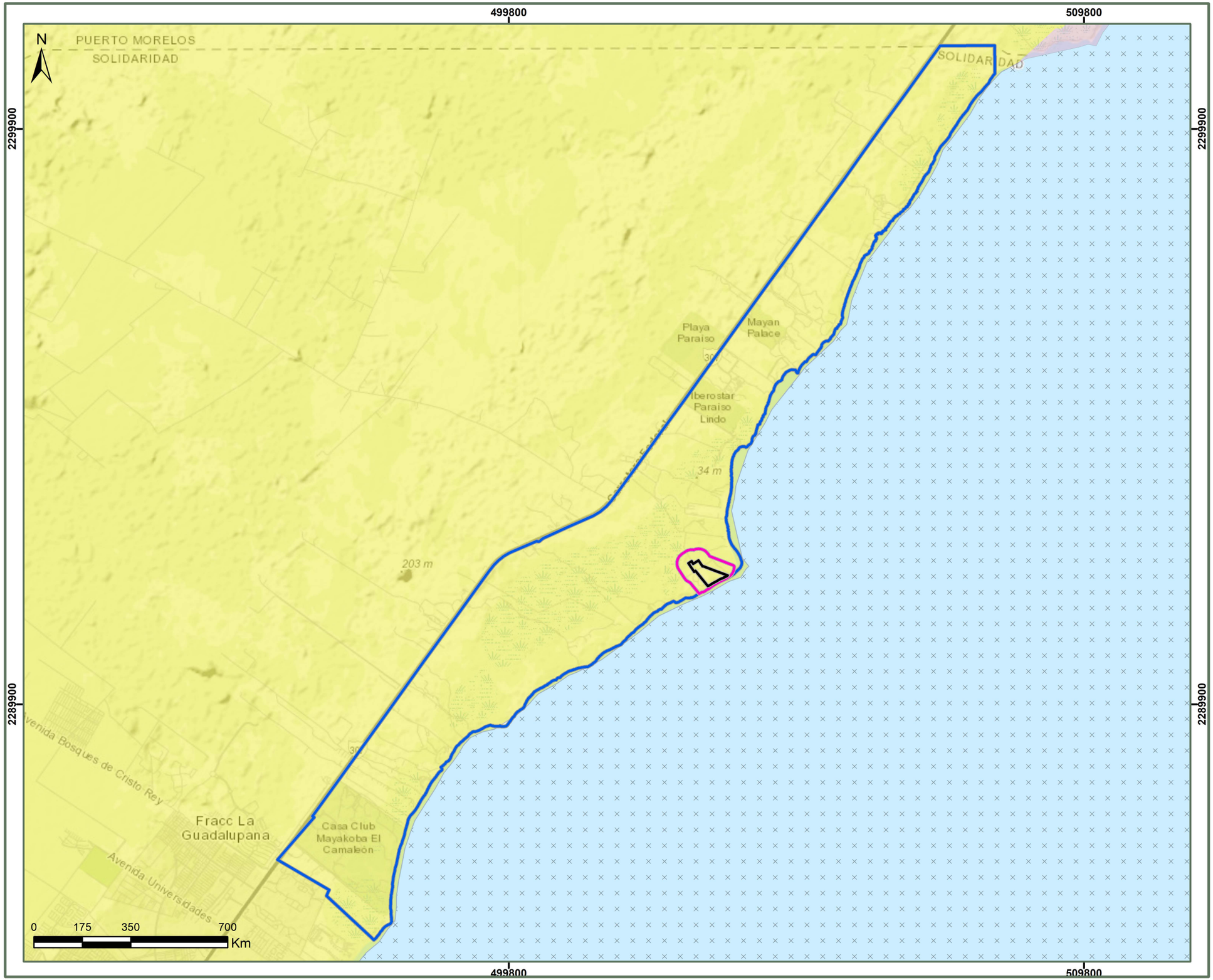
Provincia

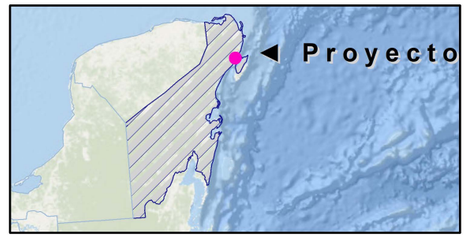
- Península de Yucatán

Subprovincia

- Carso yucateco

Fuentes: CONABIO y Promovente
Notas técnicas:
Sistema de Coordenadas:UTM, Zona 16 Q.
Dátum: WGS 84. Escala: **1:65,000**





Sistema de topoformas

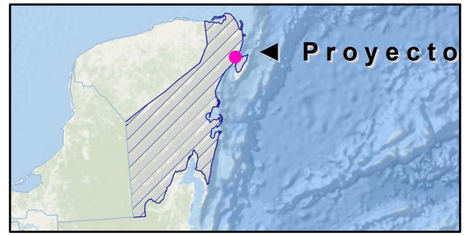
- Área del Proyecto
- Área de influencia
- Sistema ambiental regional

Tipo

- Llanura rocosa o de piso rocoso o cementado
- N/A
- Playa o barra de piso rocoso cementado

Fuentes: CONABIO y Promovente
Notas técnicas:
Sistema de Coordenadas:UTM, Zona 16 Q.
Dátum: WGS 84. Escala: **1:65,000**





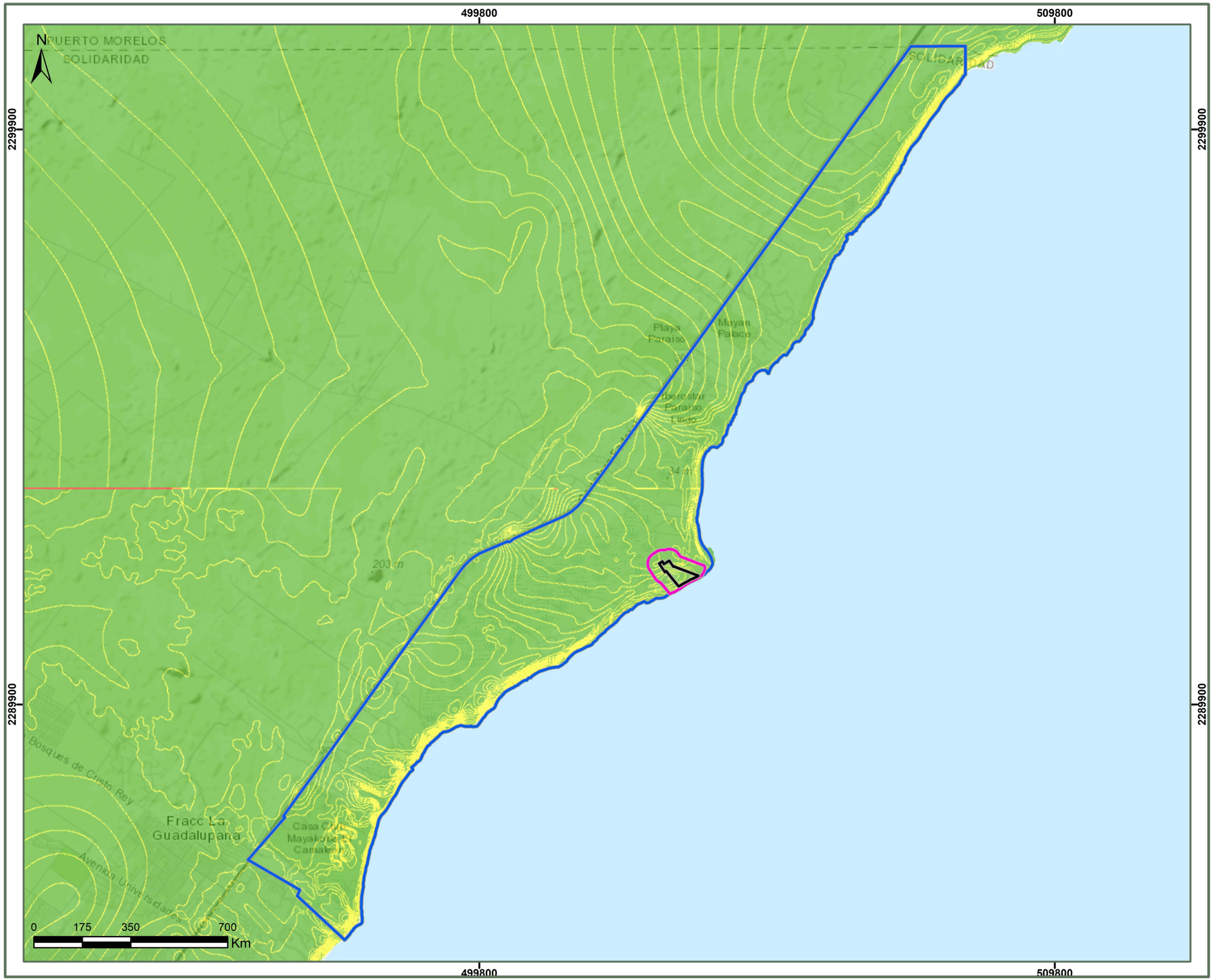
Gradiente altitudinal

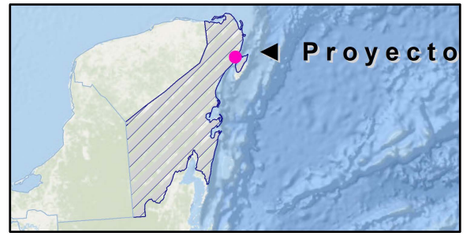
- Área del Proyecto
- Área de influencia
- Sistema ambiental regional
- Curva de nivel (1 m)

Rango en msnm.

- -200 a 0
- 0 a 200

Fuentes: CONABIO y Promovente
Notas técnicas:
Sistema de Coordenadas:UTM, Zona 16 Q.
Dátum: WGS 84. Escala: **1:65,000**





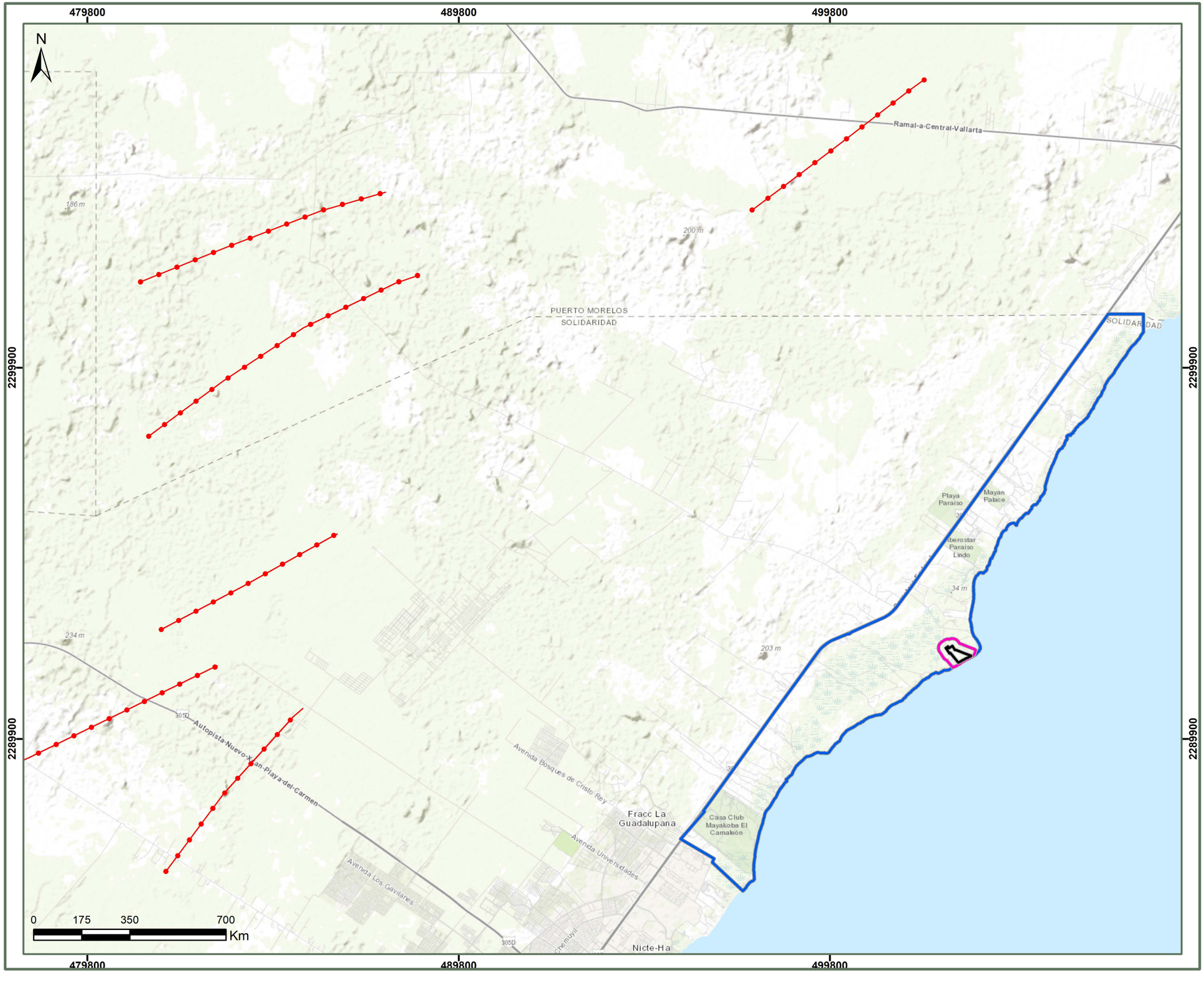
Pendiente del terreno

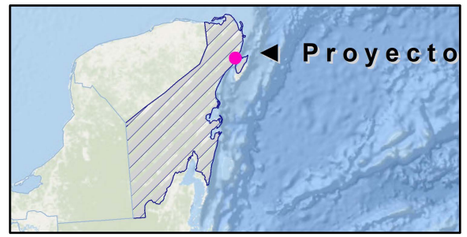
- Área del Proyecto
- Área de influencia
- Sistema ambiental regional

Grados

- 0 - 0.9
- 1 - 1.9
- 2- 4.9
- 5 - 6.9
- 7 - 12

Fuentes: INEGI y Promovente
Notas técnicas:
Sistema de Coordenadas:UTM, Zona 16 Q.
Dátum: WGS 84. Escala: **1:65,000**





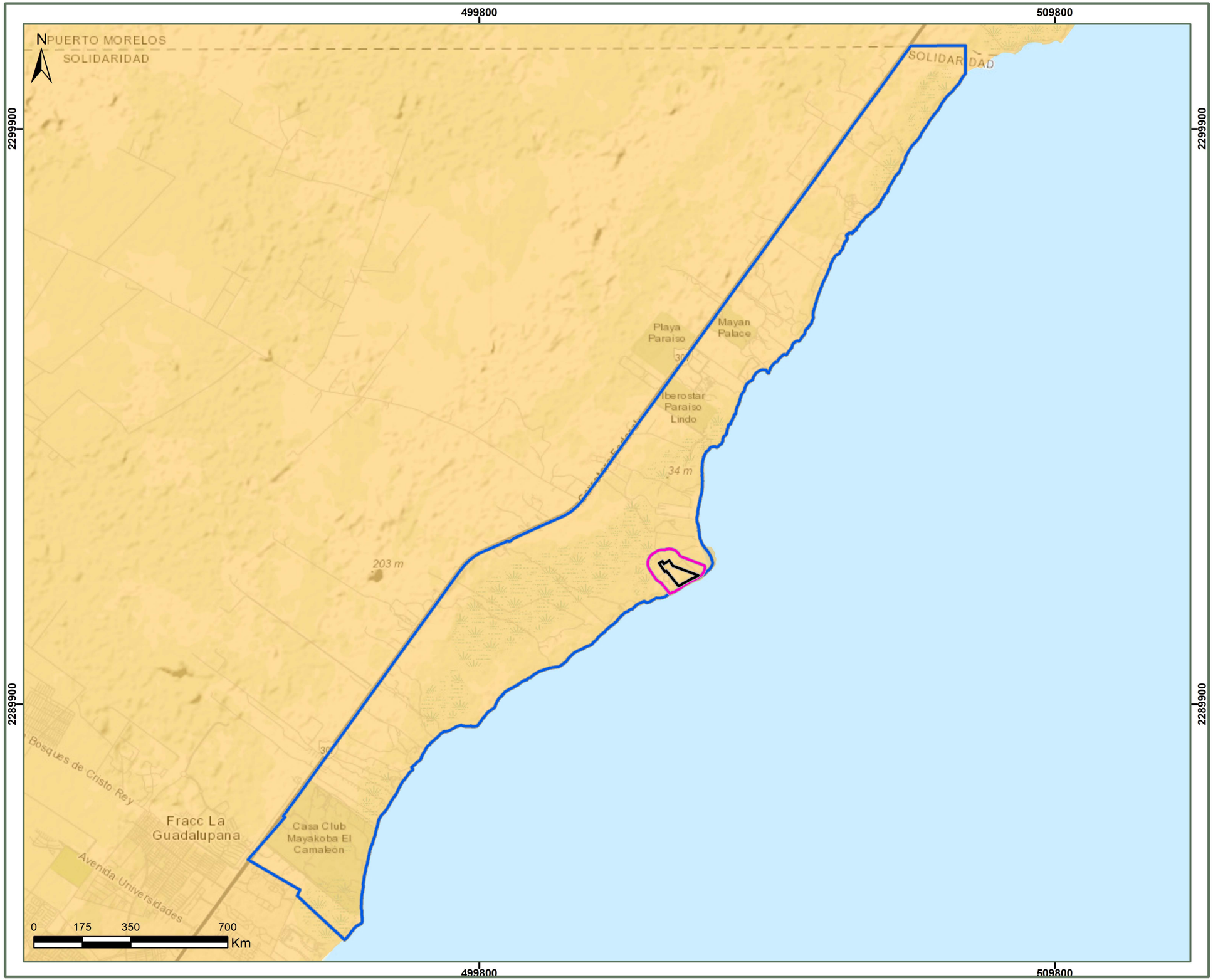
Fallas y Fracturas

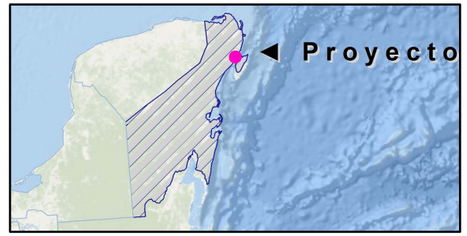
- Área del Proyecto
- Área de influencia
- Sistema ambiental regional

Tipo

- Eje estructural
- Falla
- Fractura

Fuentes: CENAPRED y Promovente
Notas técnicas:
Sistema de Coordenadas:UTM, Zona 16 Q.
Dátum: WGS 84. Escala: **1:100,000**





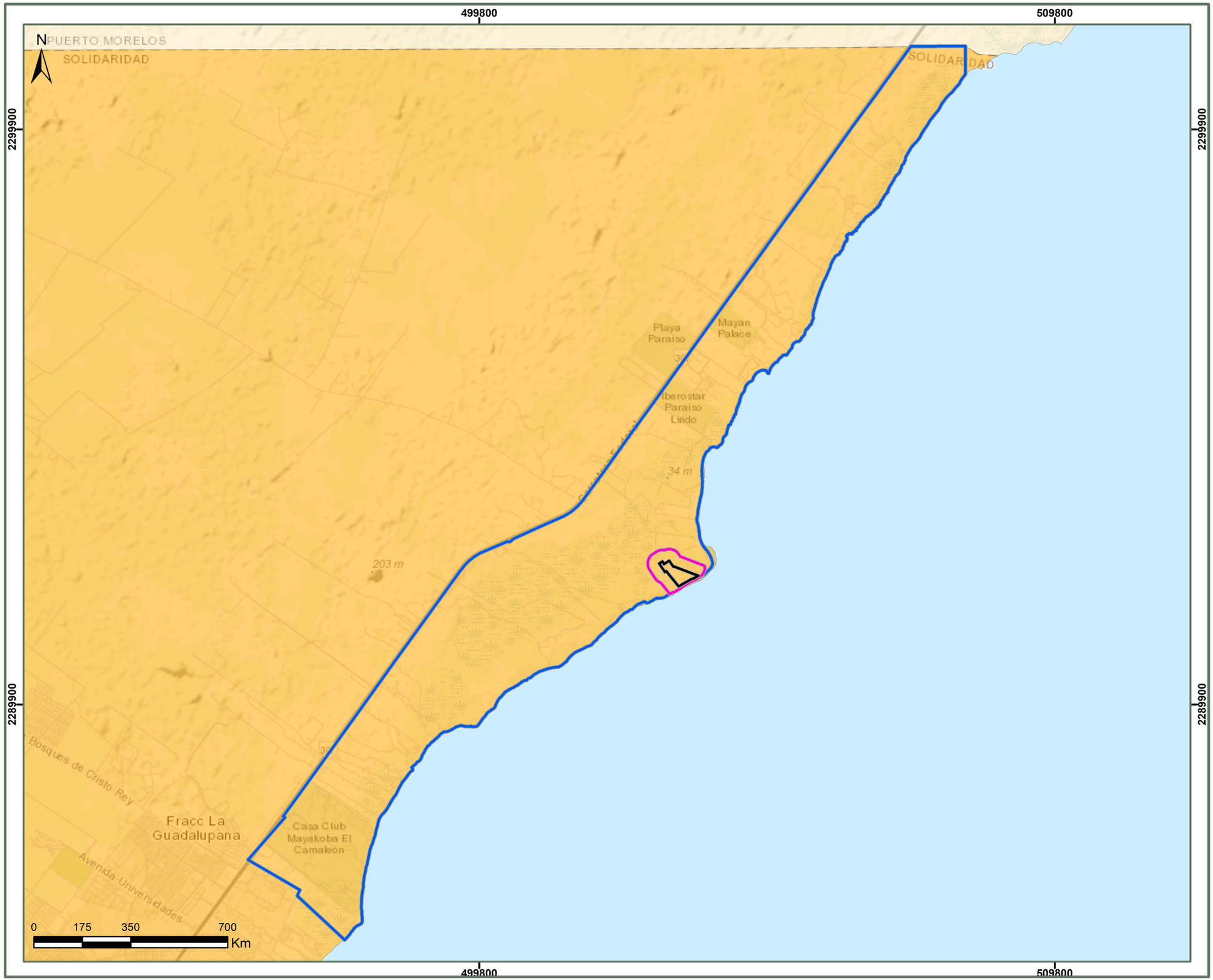
Vulnerabilidad de los asentamientos humanos a inundaciones

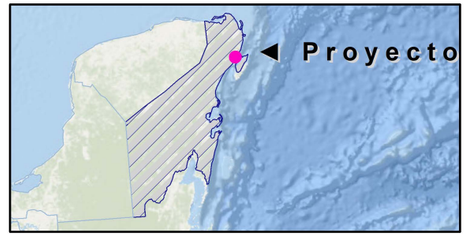
- Área del Proyecto
- Área de influencia
- Sistema ambiental regional

Nivel

- Medio

Fuentes: INECC y Promovente
Notas técnicas:
Sistema de Coordenadas:UTM, Zona 16 Q.
Dátum: WGS 84. Escala: **1:65,000**





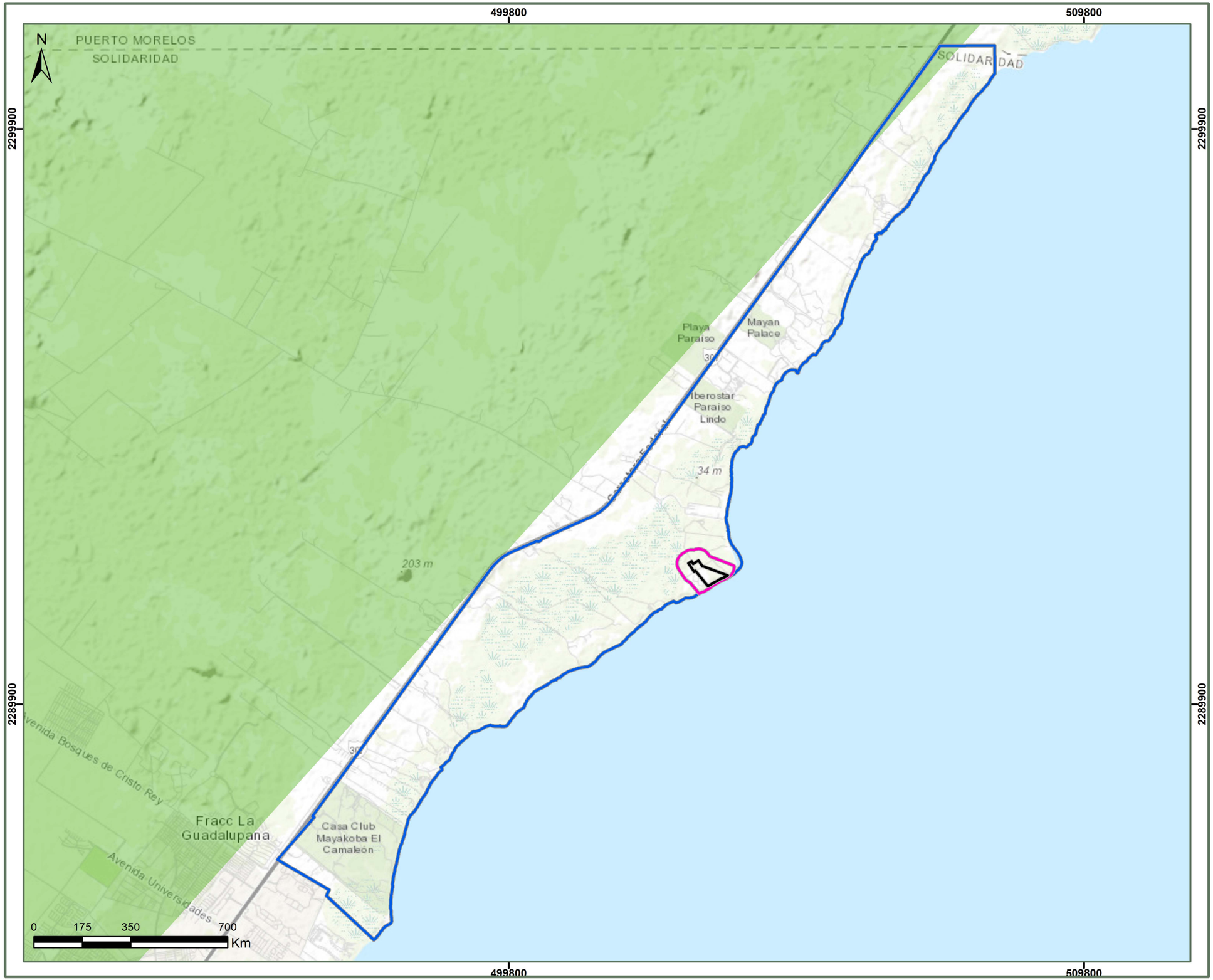
Vulnerabilidad de los asentamientos humanos a deslaves

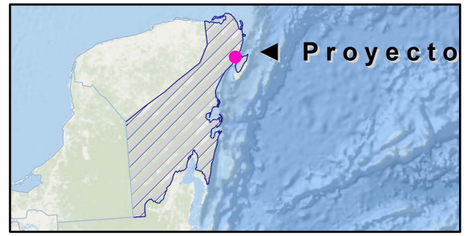
- Área del Proyecto
- Área de influencia
- Sistema ambiental regional

Nivel

- Sin vulnerabilidad
- Bajo

Fuentes: INECC y Promovente
Notas técnicas:
Sistema de Coordenadas:UTM, Zona 16 Q.
Dátum: WGS 84. Escala: **1:65,000**





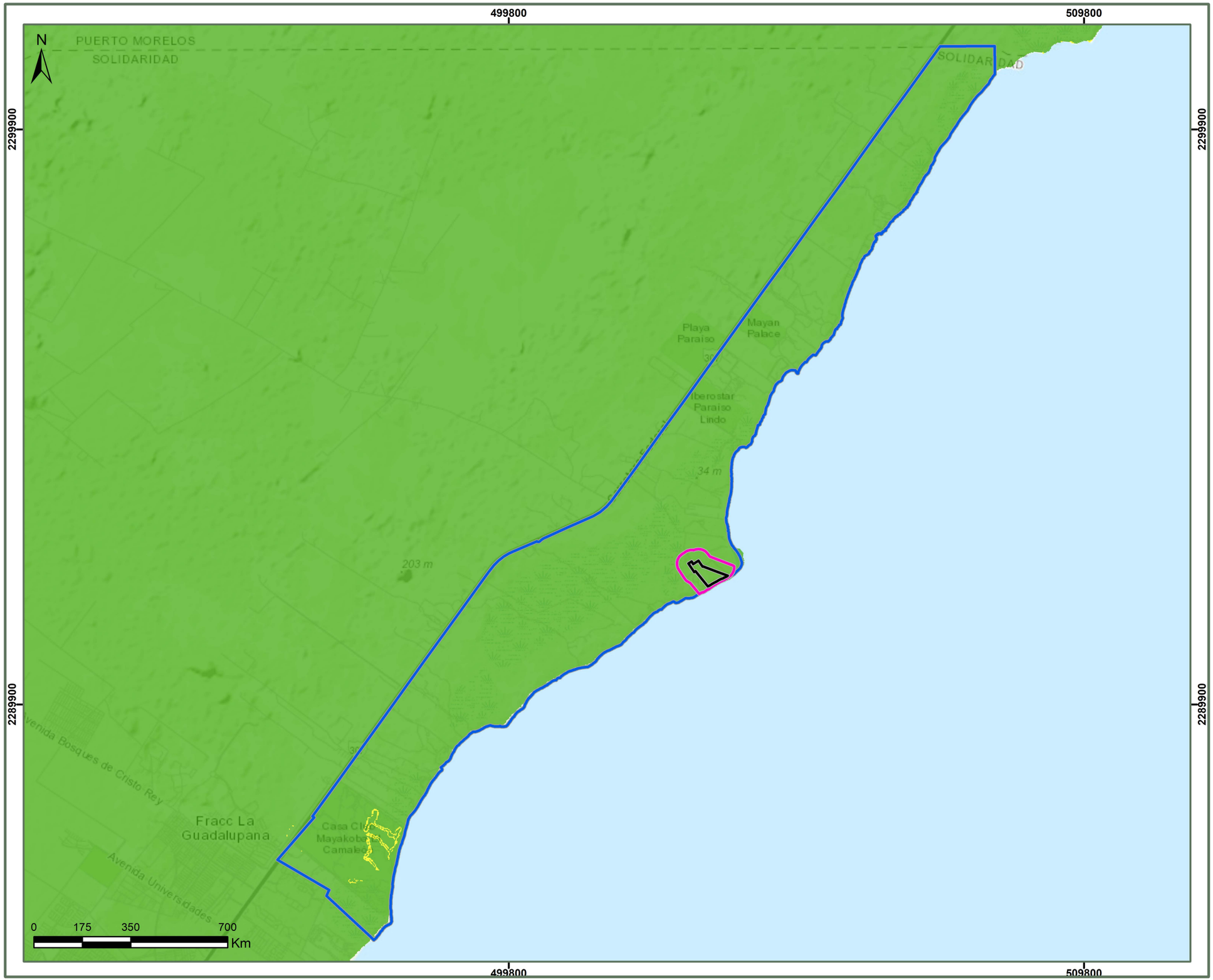
Regionalización sísmica

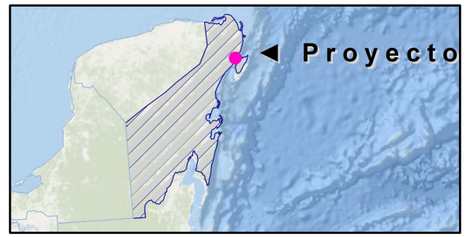
- Área del Proyecto
- Área de influencia
- Sistema ambiental regional

Región

- A
- B
- C
- D

Fuentes: CENAPRED y Promovente
Notas técnicas:
Sistema de Coordenadas:UTM, Zona 16 Q.
Dátum: WGS 84. Escala: **1:65,000**





Deslizamiento de laderas

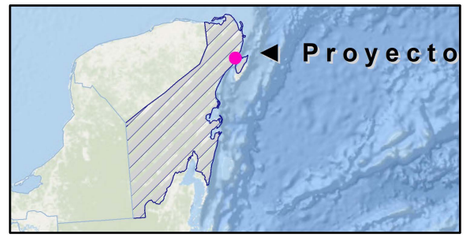
- Área del Proyecto
- Área de influencia
- Sistema ambiental regional

Grado

- Muy Bajo
- Bajo
- Medio
- Alto
- Muy alto

Fuentes: CENAPRED y Promovente
Notas técnicas:
Sistema de Coordenadas:UTM, Zona 16 Q.
Dátum: WGS 84. Escala: **1:65,000**





Erosión

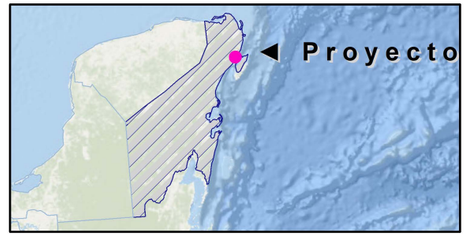
- Área del Proyecto
- Área de influencia
- Sistema ambiental regional

Tipo

- Antrópica
- N/A
- Sin erosión

Fuentes: INEGI y Promovente
Notas técnicas:
Sistema de Coordenadas:UTM, Zona 16 Q.
Dátum: WGS 84. Escala: **1:65,000**

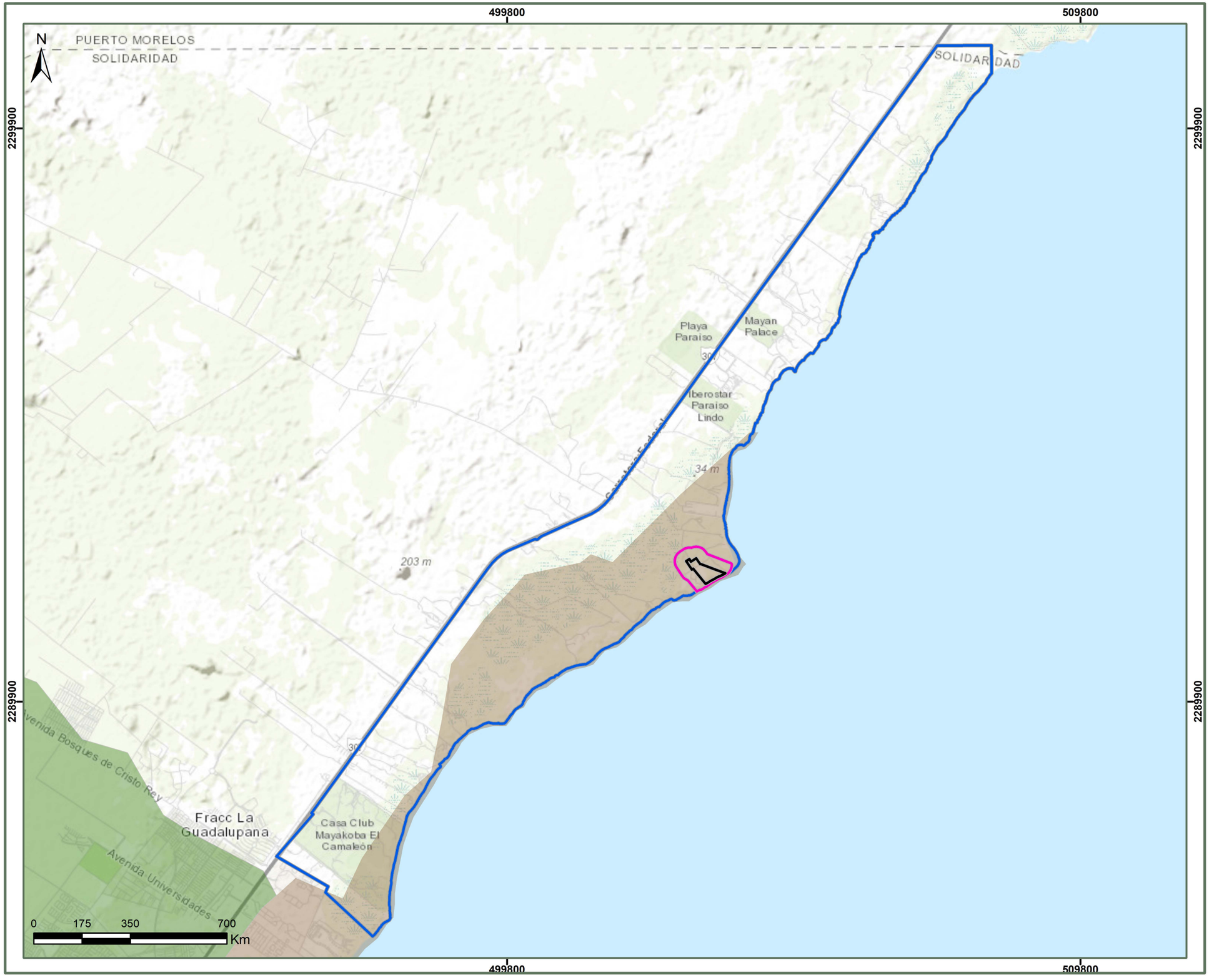


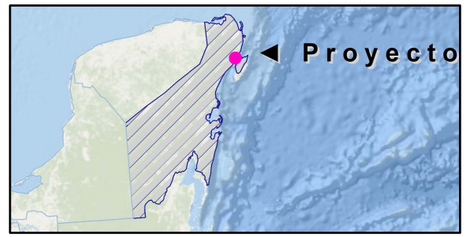


Municipios con presencia de hundimientos

- Área del Proyecto
- Área de influencia
- Sistema ambiental regional
- Municipio con hundimientos
- Municipios sin hundimientos

Fuentes: INEGI y Promovente
Notas técnicas:
Sistema de Coordenadas:UTM, Zona 16 Q.
Dátum: WGS 84. Escala: **1:4,100,000**





Degradación del suelo

Área del Proyecto

Área de influencia

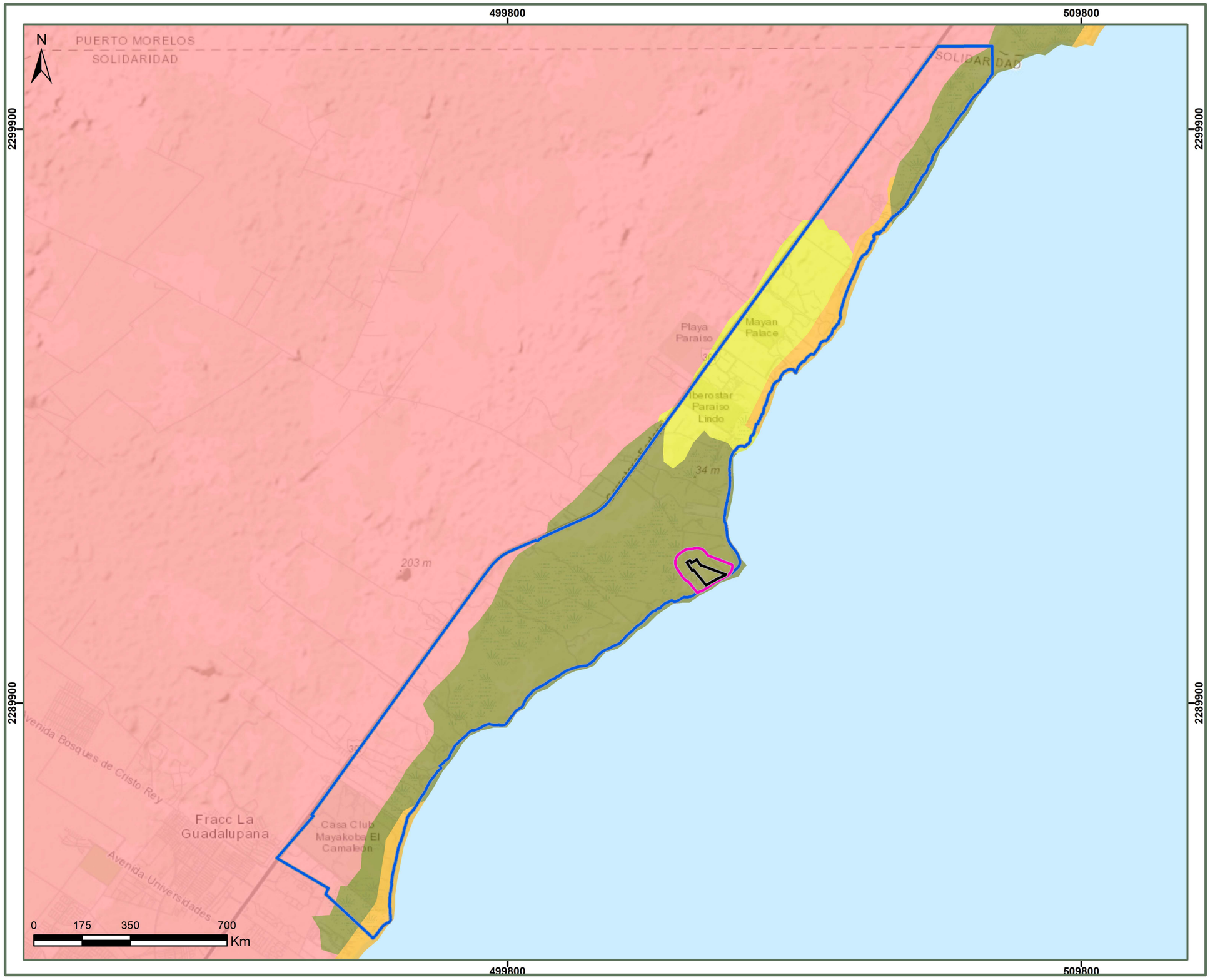
Sistema ambiental regional

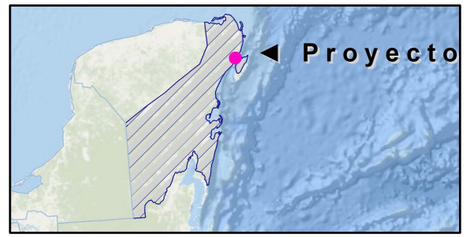
Tipo

Degradación física por pérdida de la función productiva

Degradación química por declinación de la fertilidad y reducción del contenido de materia orgánica

Fuentes: CONABIO y Promovente
Notas técnicas:
Sistema de Coordenadas:UTM, Zona 16 Q.
Dátum: WGS 84. Escala: **1:65,000**





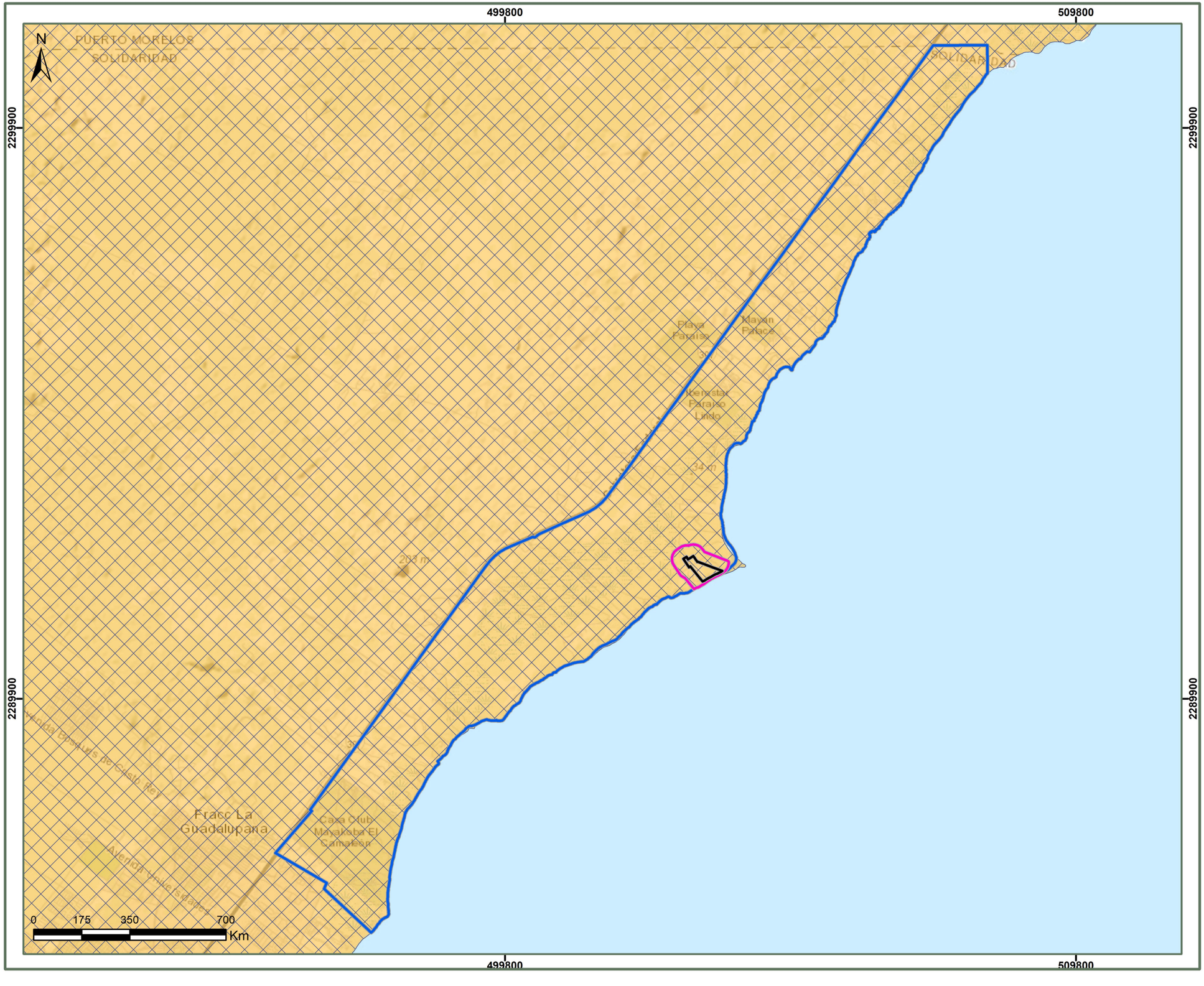
Edafología

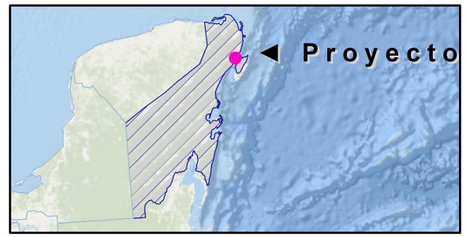
- Área del Proyecto
- Área de influencia
- Sistema ambiental regional

Tipo

- Arenosol
- Histosol
- Leptosol
- Solonchak

Fuentes: CONABIO y Promovente
Notas técnicas:
Sistema de Coordenadas:UTM, Zona 16 Q.
Dátum: WGS 84. Escala: **1:65,000**





Región y cuenca hidrológica

- Área del Proyecto
- Área de influencia
- Sistema ambiental regional

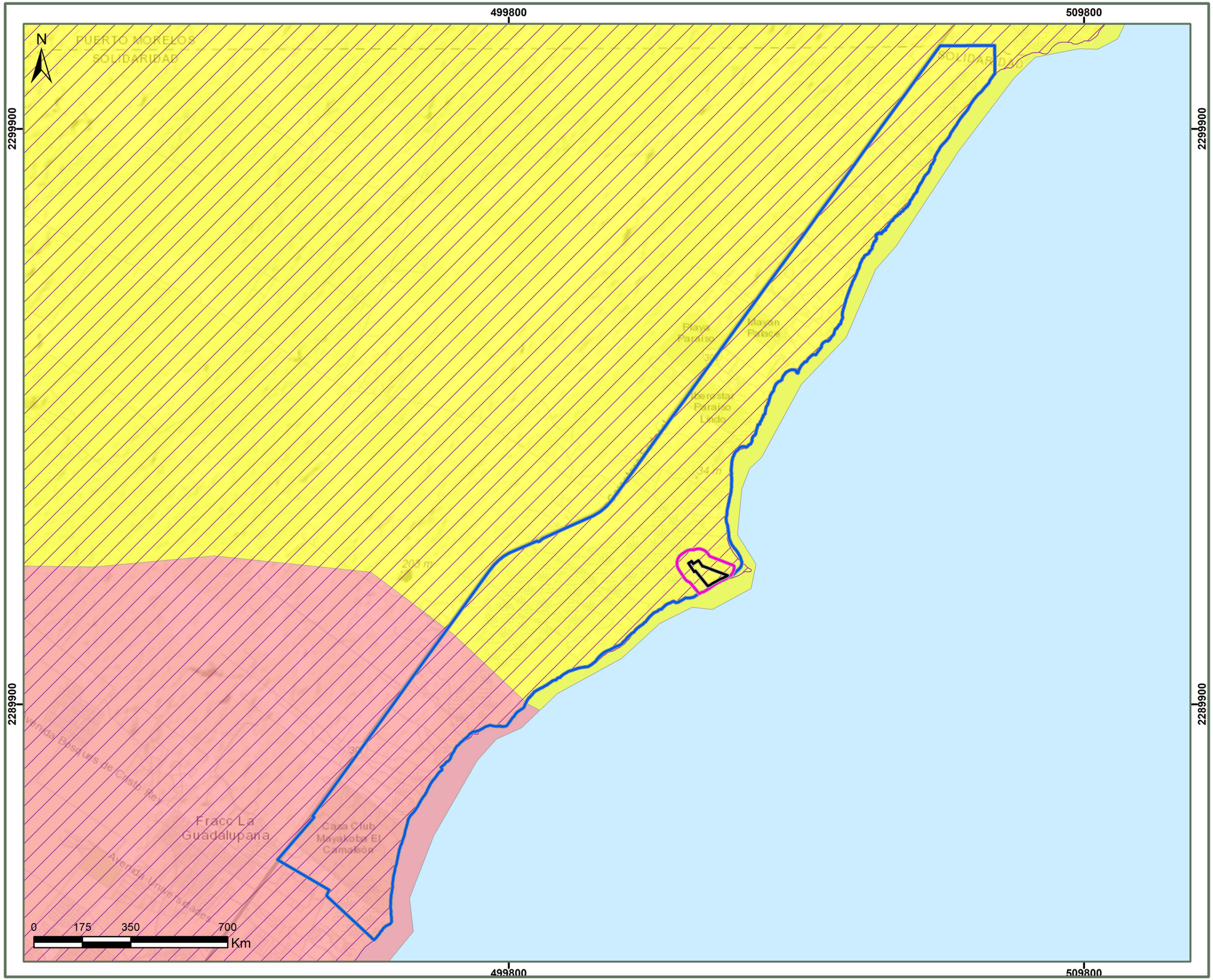
Región y clave

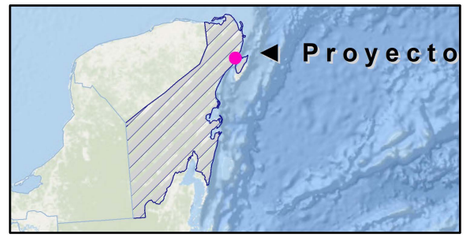
- Yucatán norte, RH32

Cuenca y clave

- Quintana Roo, RH32A

Fuentes: SIATL, CONAGUA y Promovente
Notas técnicas:
Sistema de Coordenadas:UTM, Zona 16 Q.
Dátum: WGS 84. Escala: **1:65,000**





Subcuenca y microcuenca hidrológica

- Área del Proyecto
- Área de influencia
- Sistema ambiental regional

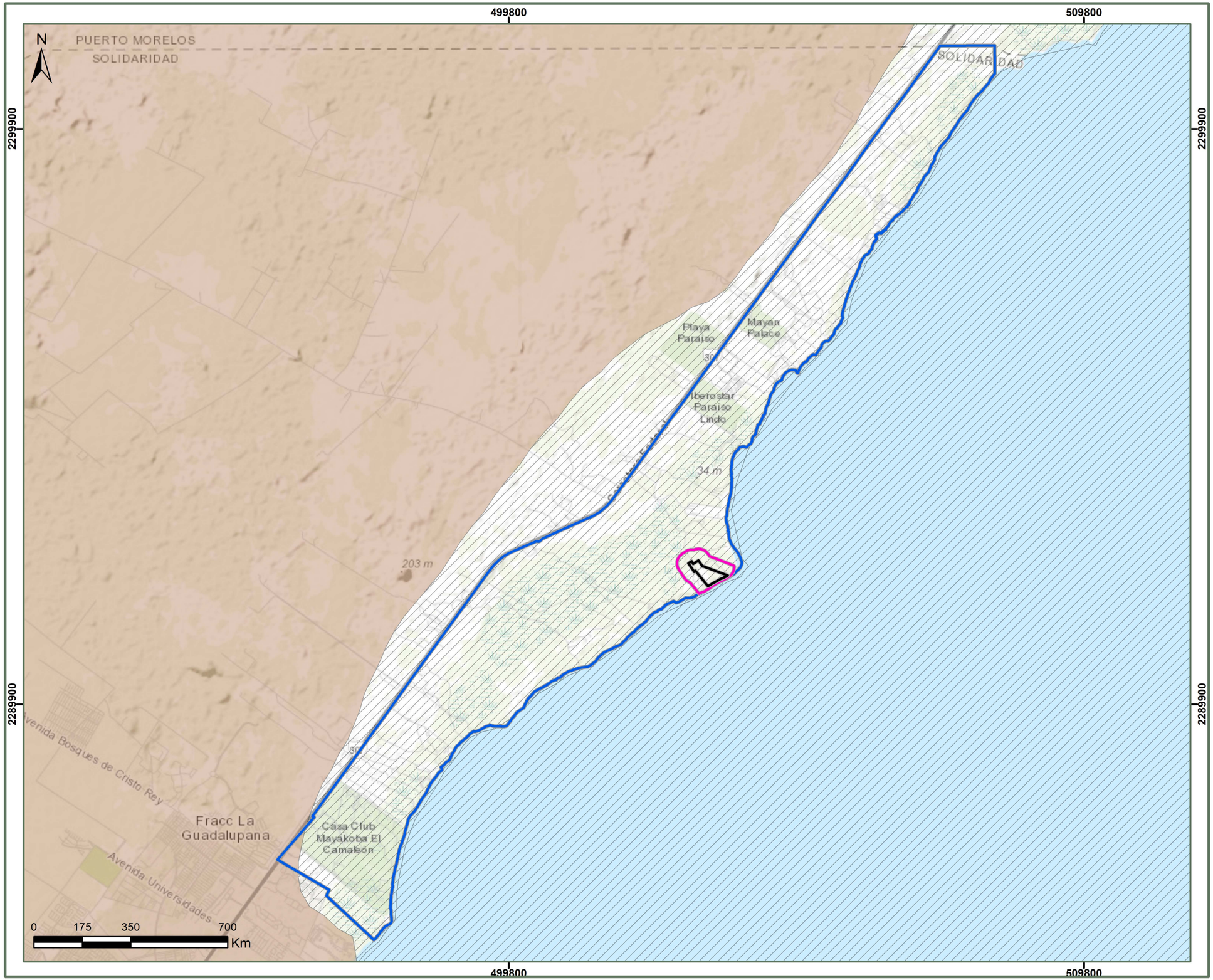
Subcuenca y clave

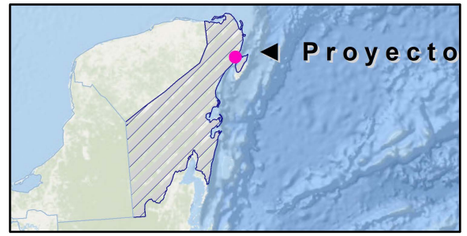
- Quintana Roo, RH32Aa

Microcuenca y clave

- JoaquínN Zetina Gasca, 33-131-01-005
- Playa del Carmen, 33-131-01-006

Fuentes: SIATL, CONAGUA y Promovente
Notas técnicas:
Sistema de Coordenadas:UTM, Zona 16 Q.
Dátum: WGS 84. Escala: **1:65,000**





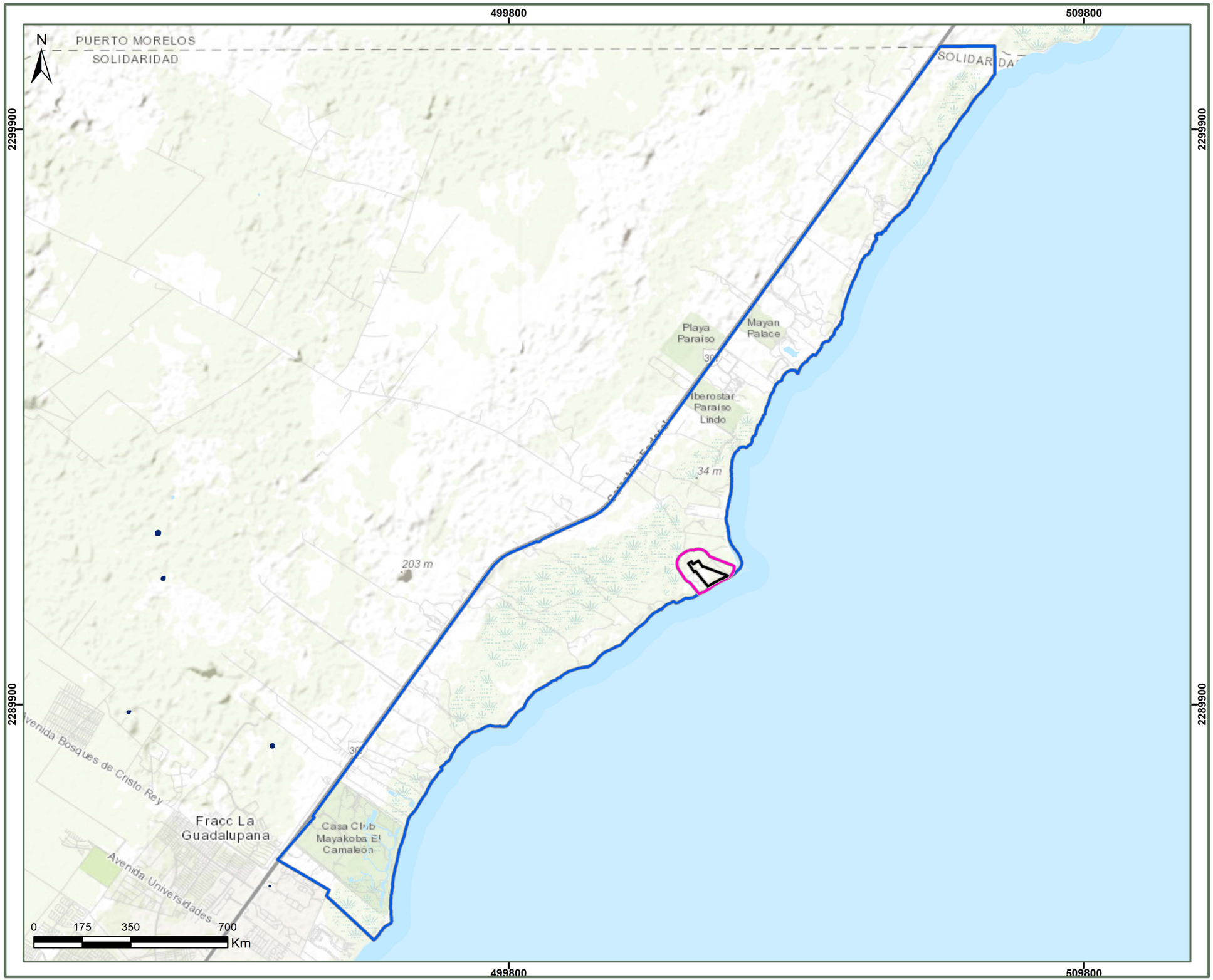
Unidades litoestratigráficas

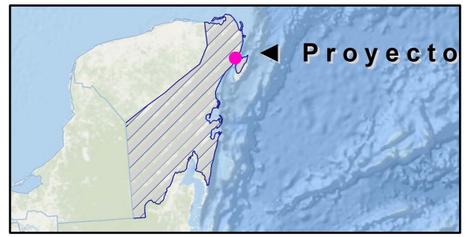
- Área del Proyecto
- Área de influencia
- Sistema ambiental regional

Tipo

- Caliza
- N/A

Fuentes: CONABIO y Promovente
Notas técnicas:
Sistema de Coordenadas:UTM, Zona 16 Q.
Dátum: WGS 84. Escala: **1:65,000**





Hidrología superficial

- Área del Proyecto
- Área de influencia
- Sistema ambiental regional

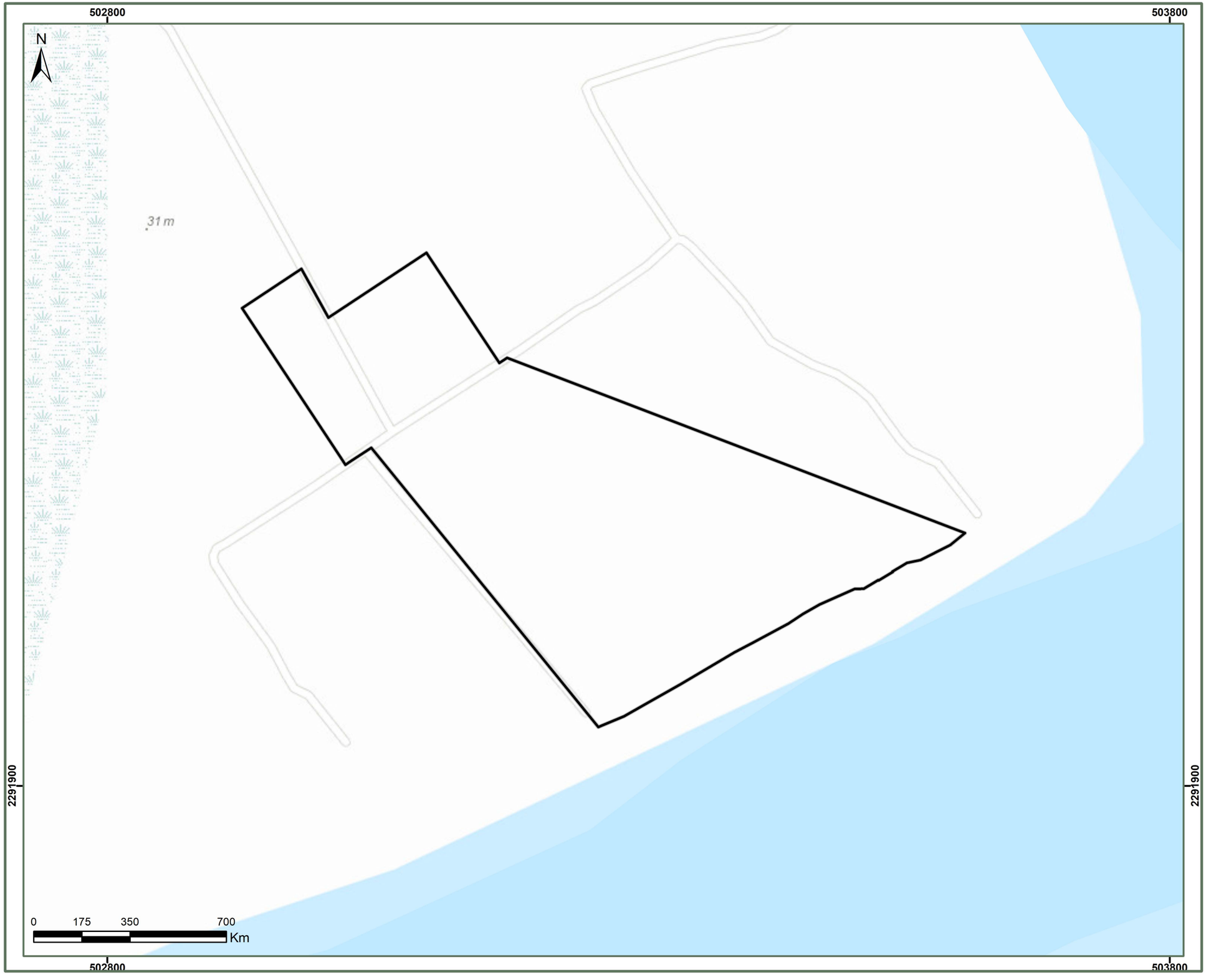
Escurrimiento

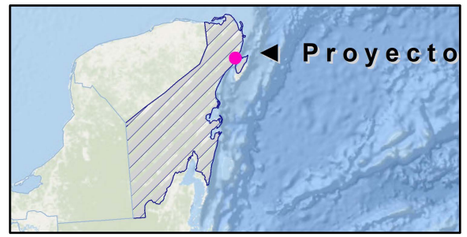
- Intermitente
- Perenne

Cuerpo de agua

- Intermitente
- Perenne

Fuentes: CONABIO y Promovente
Notas técnicas:
Sistema de Coordenadas:UTM, Zona 16 Q.
Dátum: WGS 84. Escala: **1:65,000**





Hidrología superficial

Área del Proyecto

Escurrimiento

Intermitente

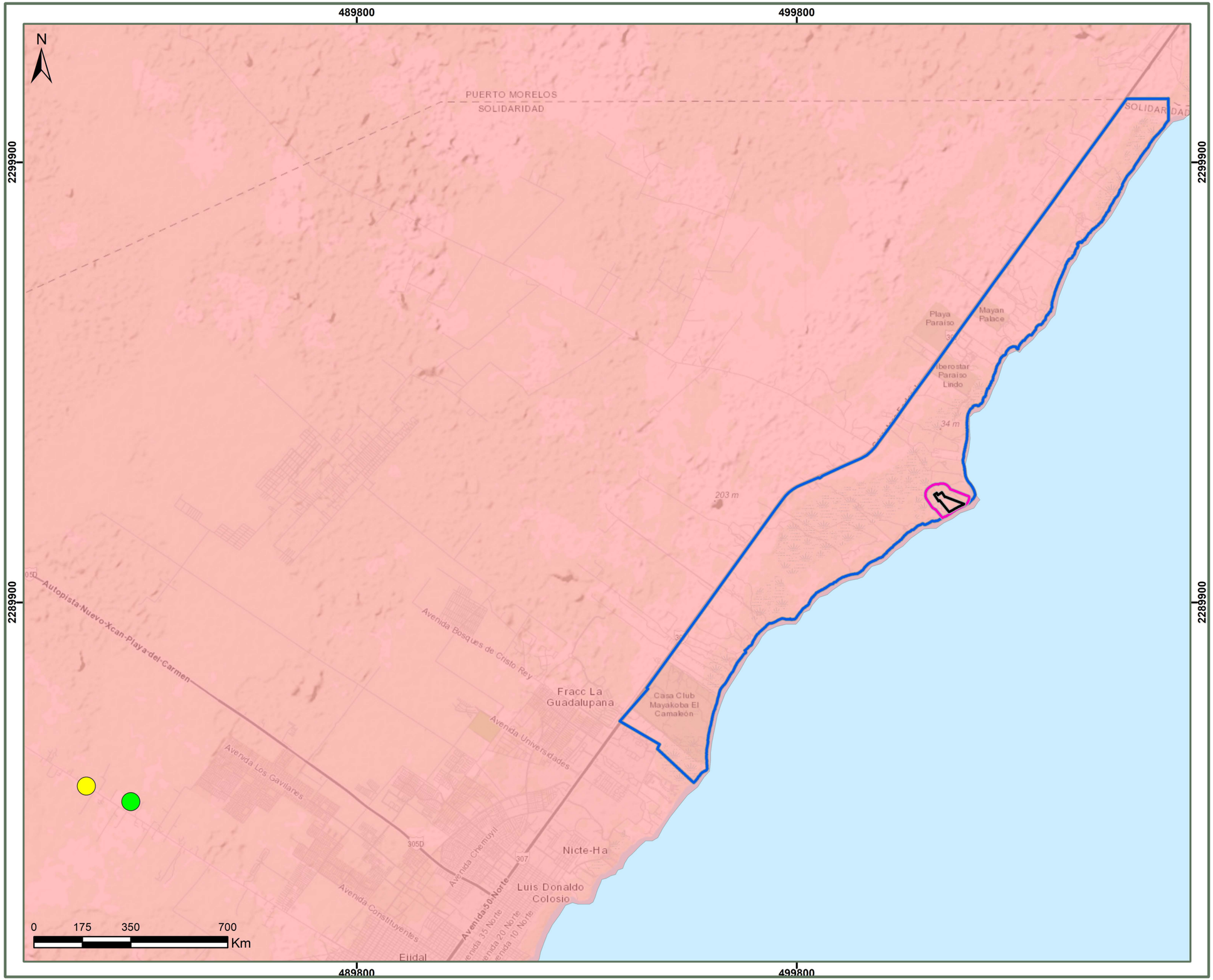
Perenne

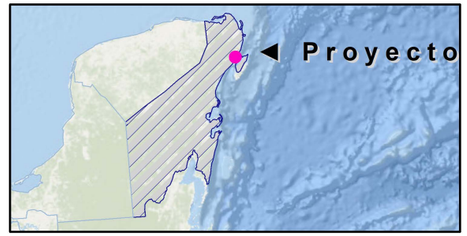
Cuerpo de agua

Intermitente

Perenne

Fuentes: SIATL, CONAGUA y Promovente
Notas técnicas:
Sistema de Coordenadas:UTM, Zona 16 Q.
Dátum: WGS 84. Escala: **1:3,500**





Calidad de agua subterránea

- Área del Proyecto
- Área de influencia
- Sistema ambiental regional

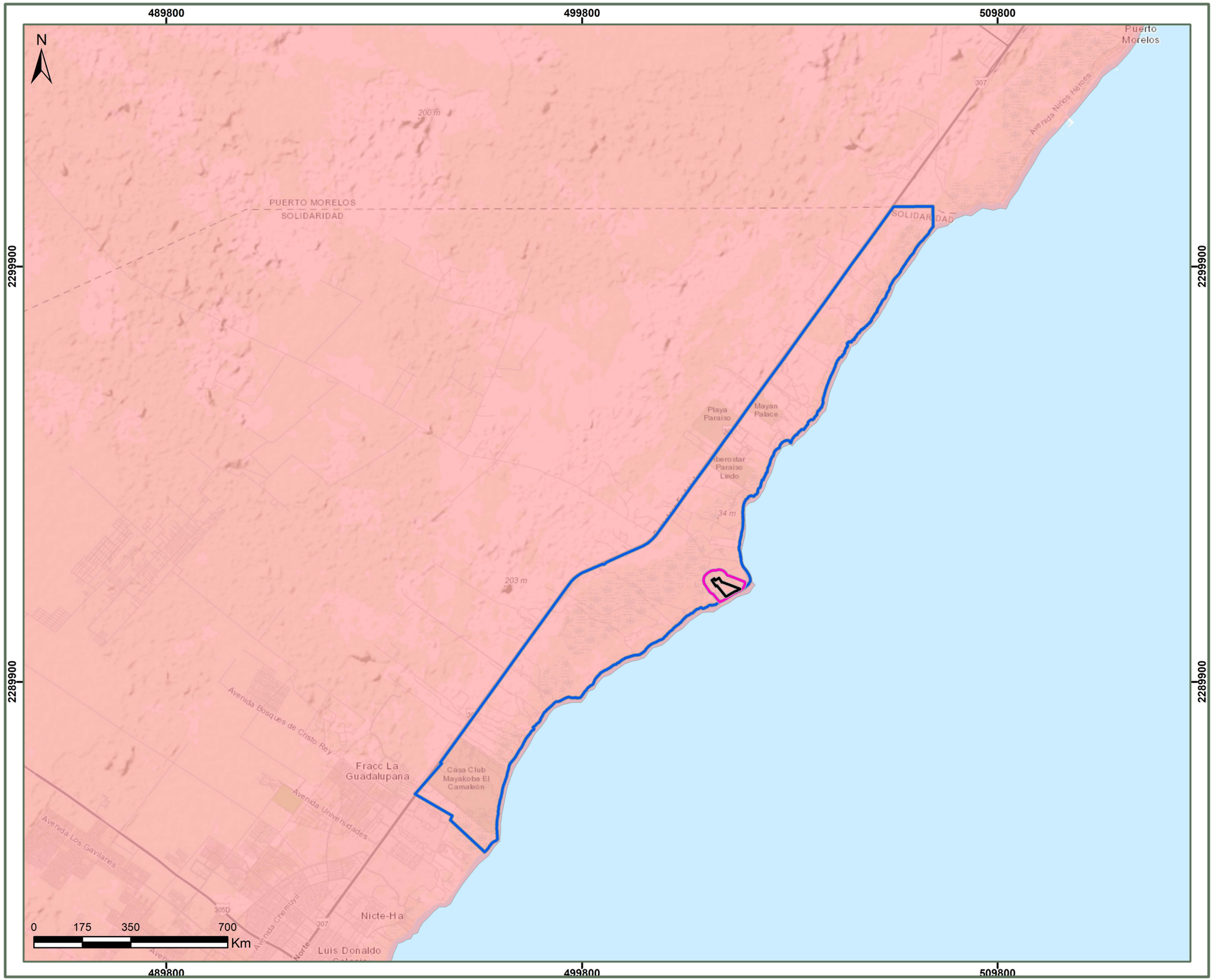
Semáforo

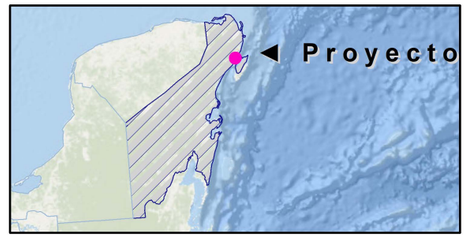
- Verde
- Amarillo
- Rojo

Acuífero y disponibilidad

- Peninsula de Yucatan, Con disponibilidad

Fuentes: CONABIO y Promovente
Notas técnicas:
Sistema de Coordenadas:UTM, Zona 16 Q.
Dátum: WGS 84. Escala: **1:85,000**





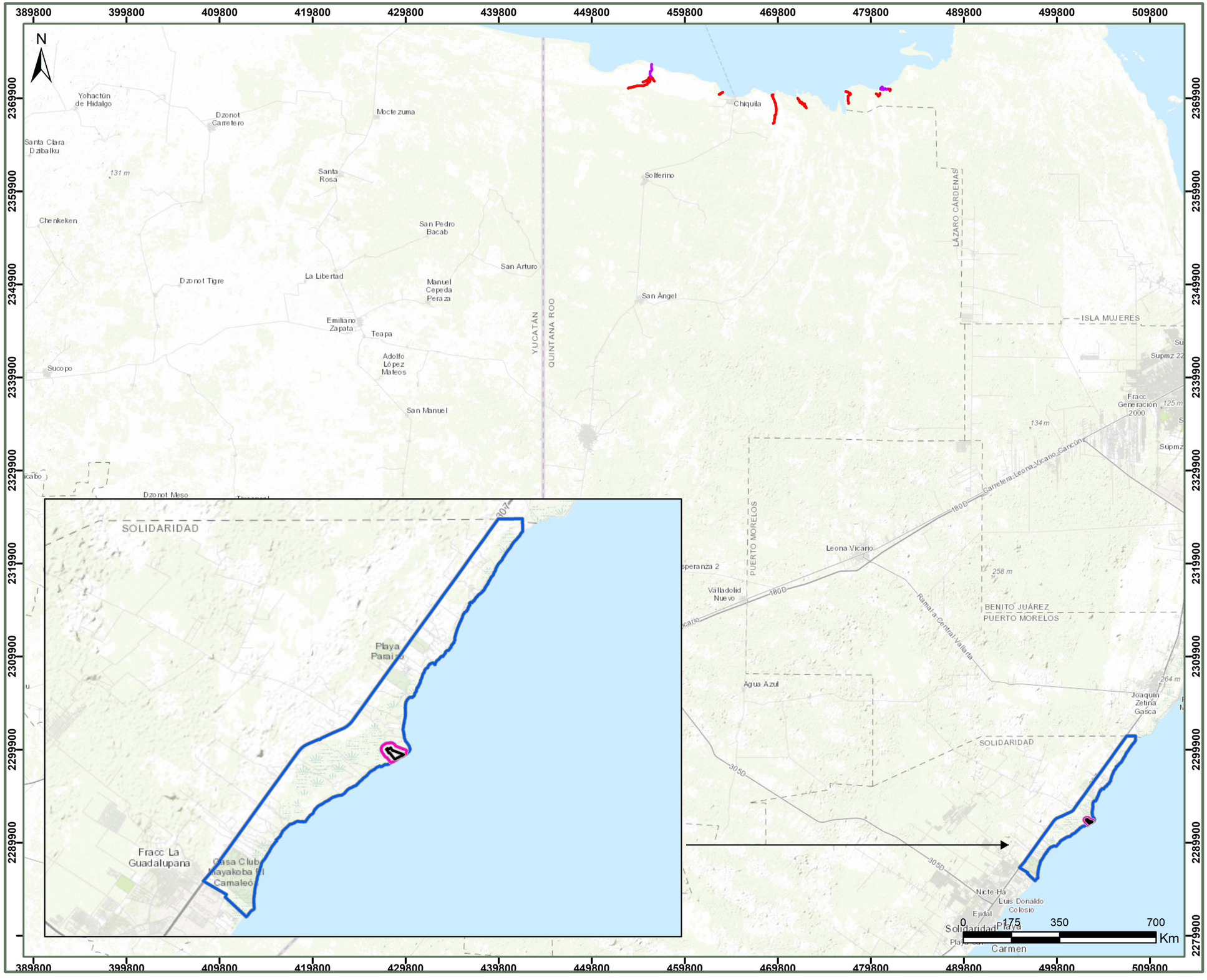
Hidrología subterránea

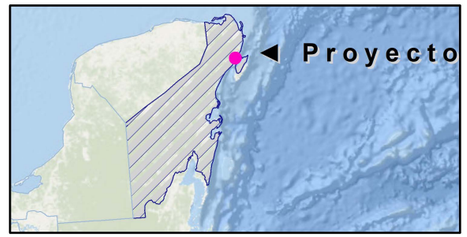
- Área del Proyecto
- Área de influencia
- Sistema ambiental regional

Acuífero y disponibilidad

- Peninsula de Yucatan, Con disponibilidad

Fuentes: CONABIO y Promovente
Notas técnicas:
Sistema de Coordenadas:UTM, Zona 16 Q.
Dátum: WGS 84. Escala: **1:90,000**





Número de orden

Área del Proyecto

Área de influencia

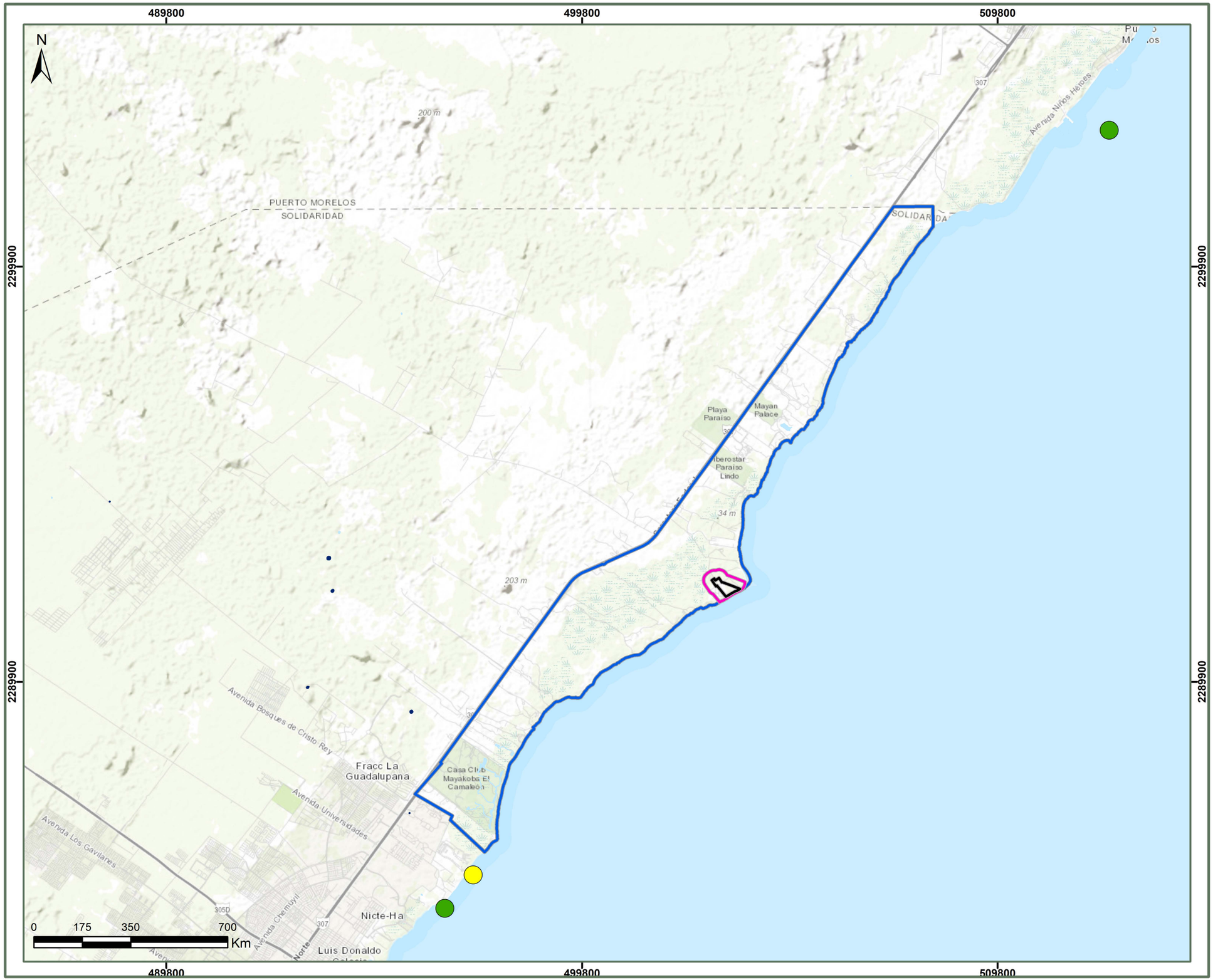
Sistema ambiental regional

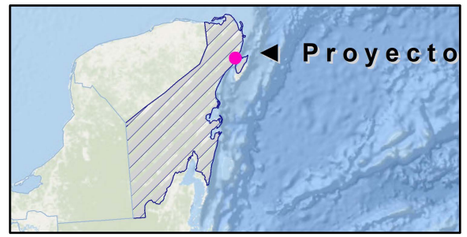
No orden

1

2

Fuentes: SIATL, INEGI y Promovente
Notas técnicas:
Sistema de Coordenadas:UTM, Zona 16 Q.
Dátum: WGS 84. Escala: **1:400,000**





Calidad de agua superficial

Área del Proyecto

Área de influencia

Sistema ambiental regional

Semáforo

- Verde
- Amarillo
- Rojo

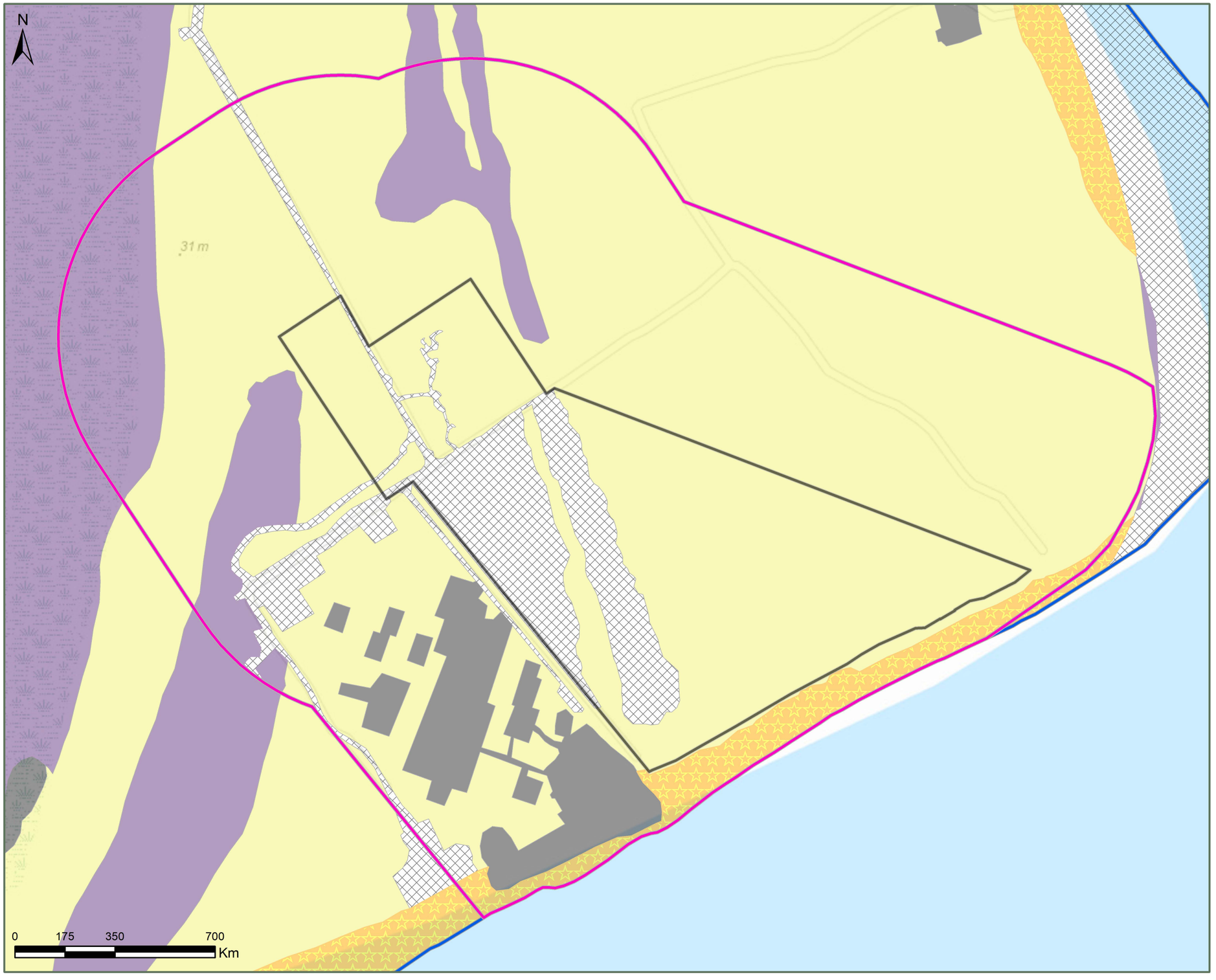
Escurrimiento

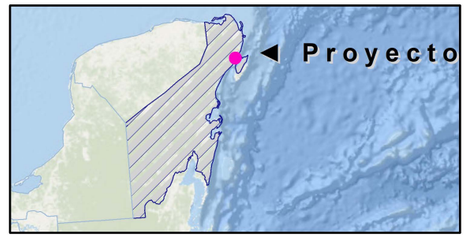
- Intermitente
- Perenne

Cuerpo de agua

- Intermitente
- Perenne

Fuentes: CONABIO y Promovente
Notas técnicas:
Sistema de Coordenadas:UTM, Zona 16 Q.
Dátum: WGS 84. Escala: **1:90,000**





Uso de suelo y vegetación (Clasificación de campo)

Área del Proyecto

Área de influencia

Sistema ambiental regional

Tipo

Asentamientos humanos

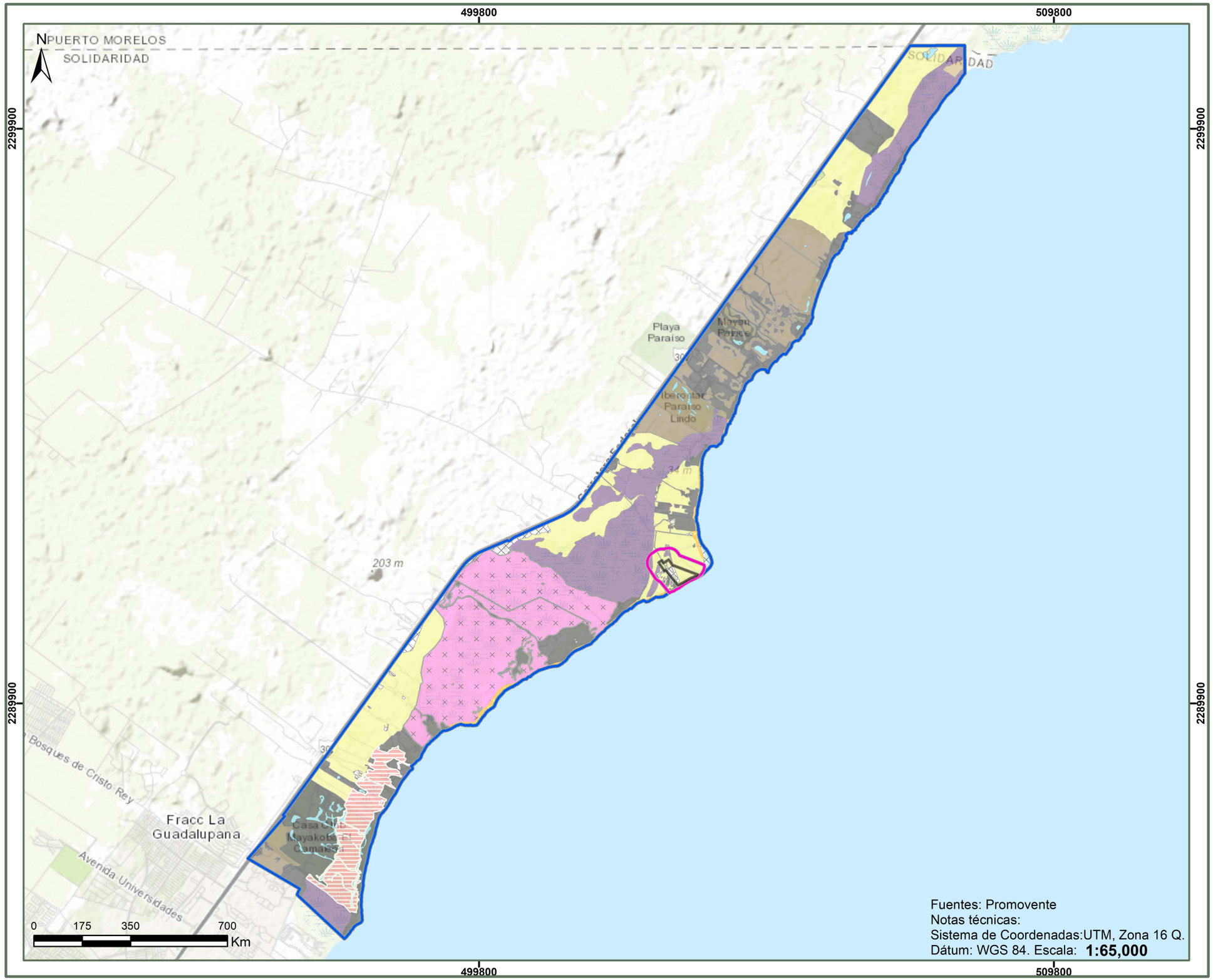
Desprovisto de vegetación

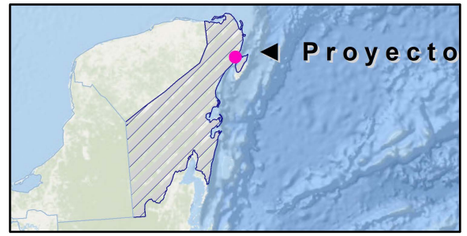
Manglar

Vegetación de Dunas Costeras

Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia

Fuentes: Promovente
Notas técnicas:
Sistema de Coordenadas:UTM, Zona 16 Q.
Dátum: WGS 84. Escala: **1:3,500**



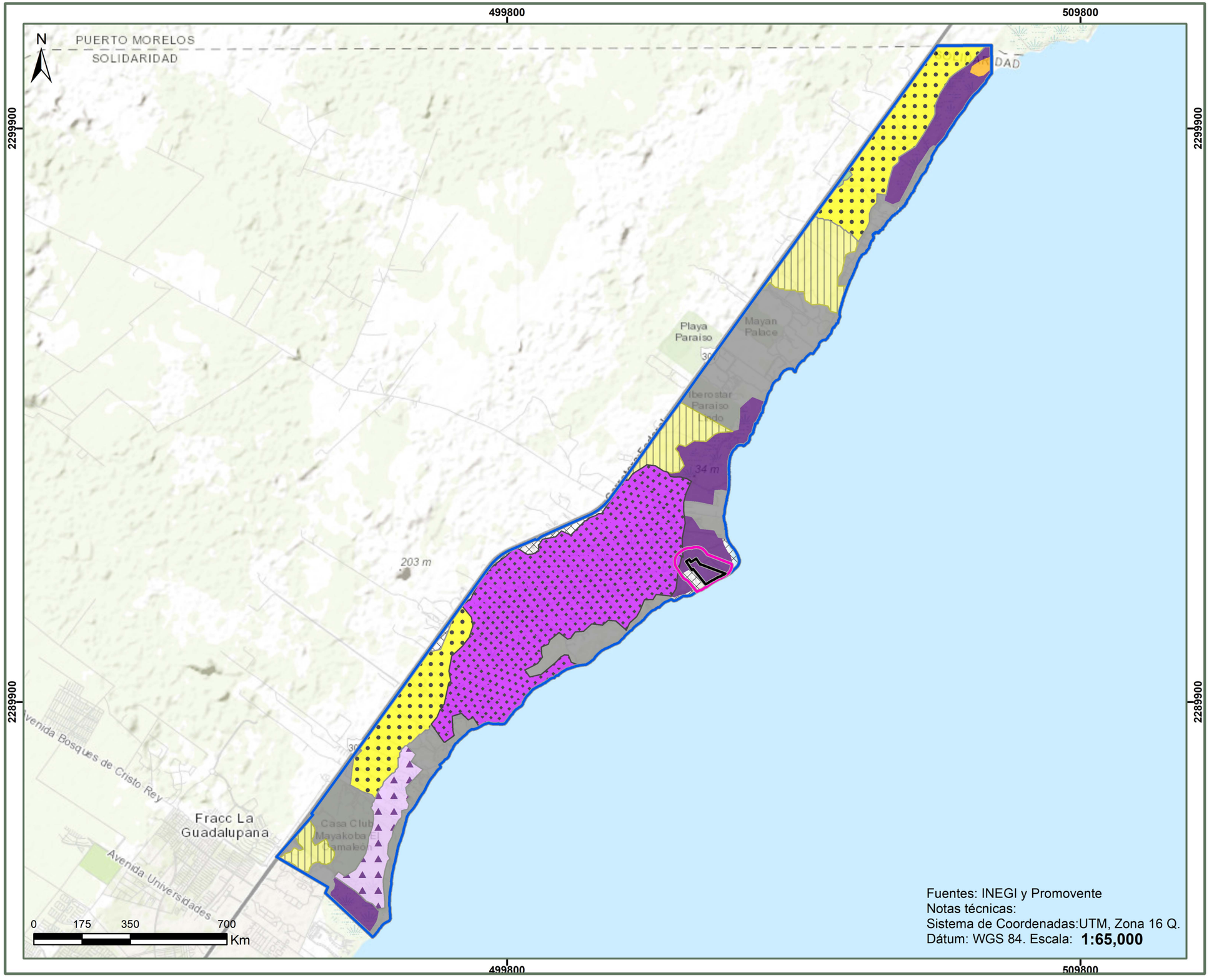


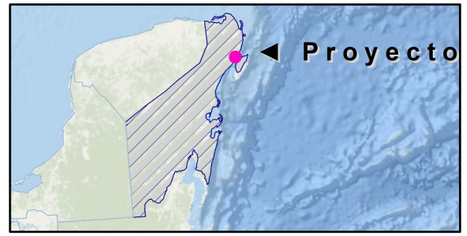
Uso de suelo y vegetación (Clasificación de campo)

- Área del Proyecto
- Área de influencia
- Sistema ambiental regional

Tipo

- Asentamientos humanos
- Cuerpo de agua
- Desprovisto de vegetación
- Manglar
- Pastizal cultivado
- Tular
- Vegetación de Dunas Costeras
- Vegetación secundaria arbustiva de manglar
- Vegetación secundaria arbustiva de selva mediana subperennifolia
- Vegetación secundaria arbórea de manglar
- Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia



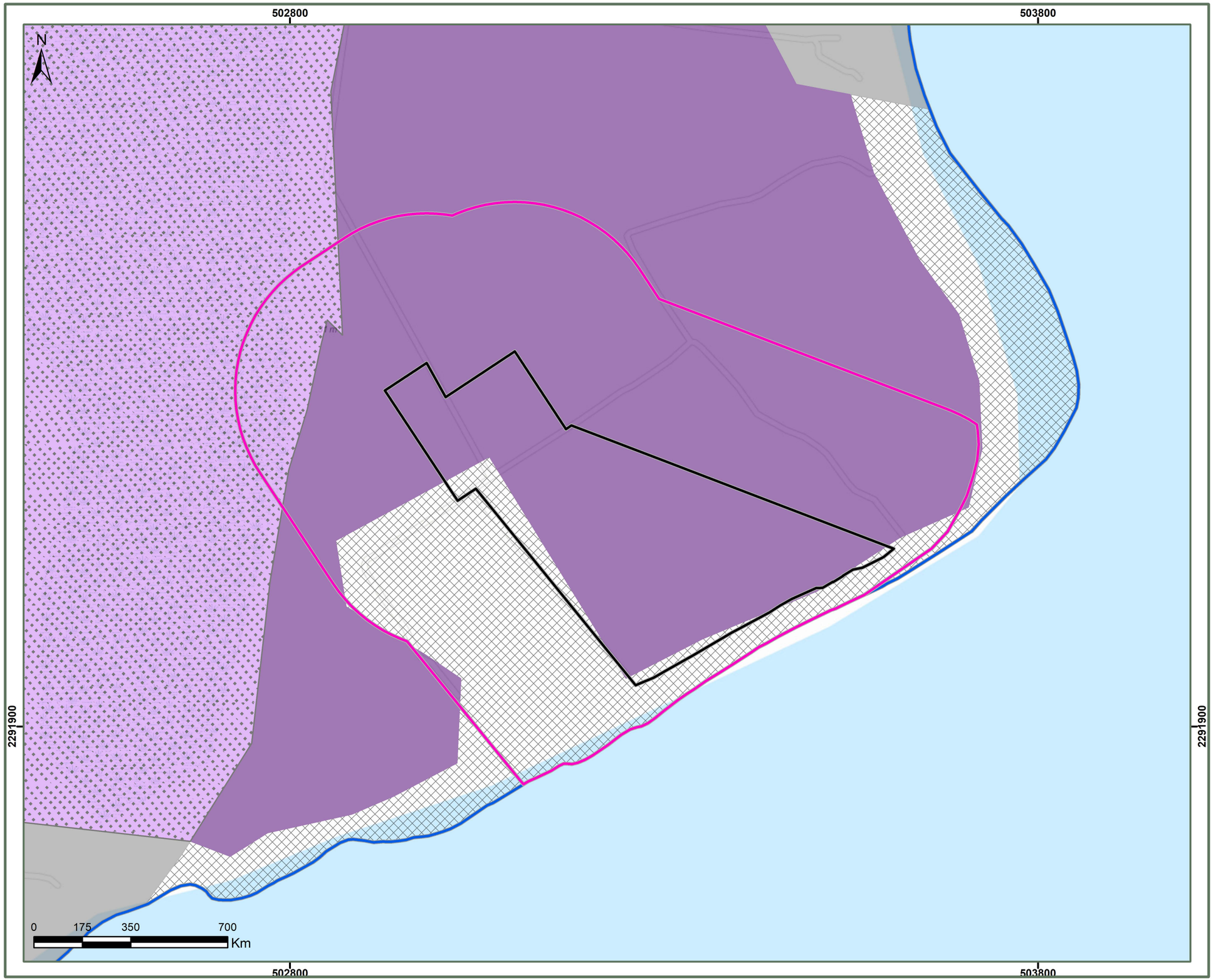


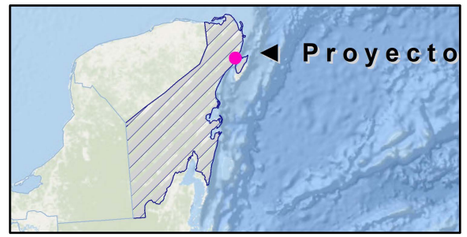
Uso de suelo y vegetación (Clasificación INEGI)

- Área del Proyecto
- Área de influencia
- Sistema ambiental regional

Tipo

- Asentamientos humanos
- Cuerpo de agua
- Desprovisto de vegetación
- Manglar
- Pastizal cultivado
- Tular
- Vegetación secundaria arbustiva de manglar
- Vegetación secundaria arbustiva de selva mediana subperennifolia
- Vegetación secundaria arbórea de manglar
- Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia





Uso de suelo y vegetación (Clasificación INEGI)

- Área del Proyecto
- Área de influencia
- Sistema ambiental regional

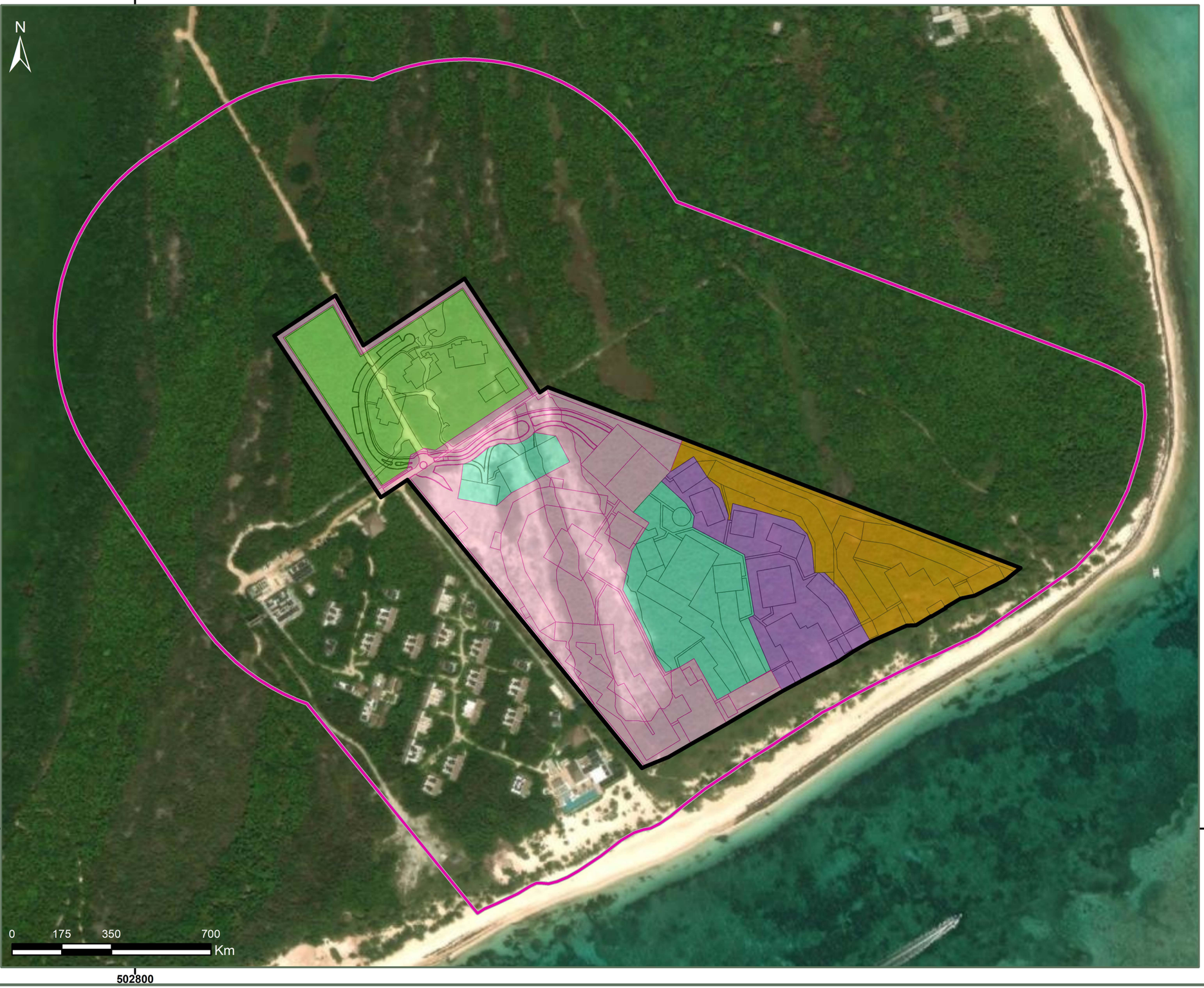
Tipo

- Asentamientos humanos
- Desprovisto de vegetación
- Manglar
- Vegetación secundaria arbórea de manglar

Fuentes: INEGI y Promovente
Notas técnicas:
Sistema de Coordenadas:UTM, Zona 16 Q.
Dátum: WGS 84. Escala: **1:5,000**

502800

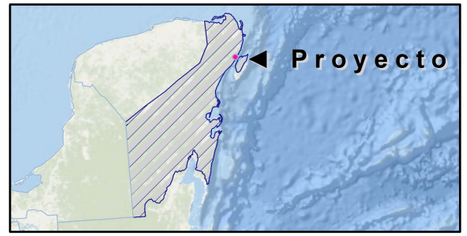
N



502800

2291900

2291900



Ärea del Proyecto y Área de Influencia

Área del Proyecto

Área de influencia

Etapa

Fase 1

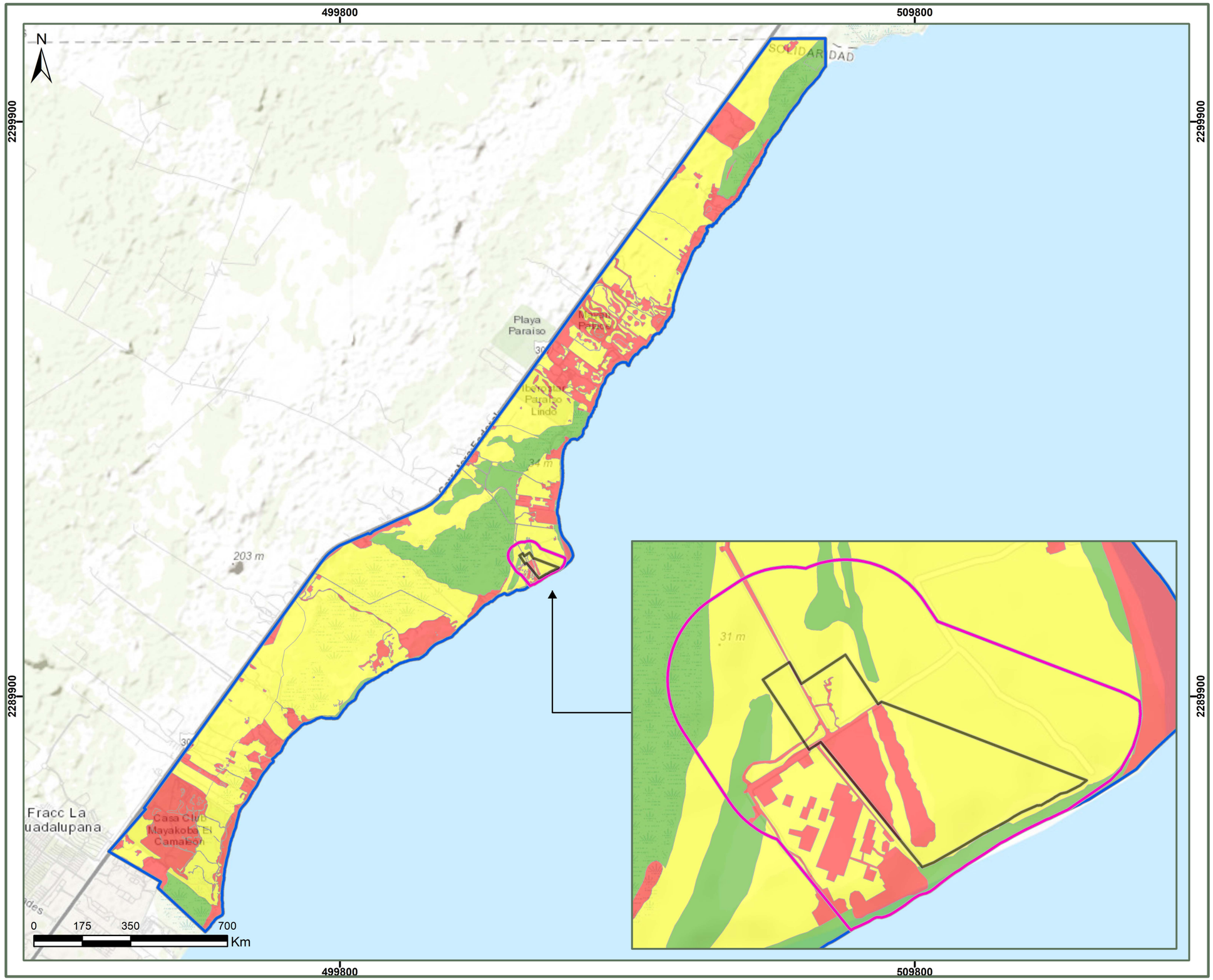
Fase 2

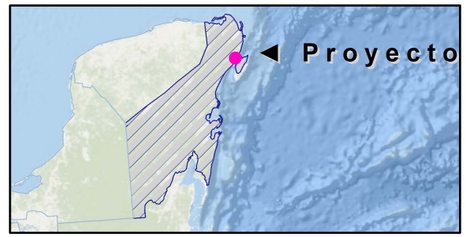
Fase 3

Fase 4

Fase 5

Fuentes: Promovente
Notas técnicas:
Sistema de Coordenadas:UTM, Zona 16 Q.
Dátum: WGS 84. Escala: **1:3,500**





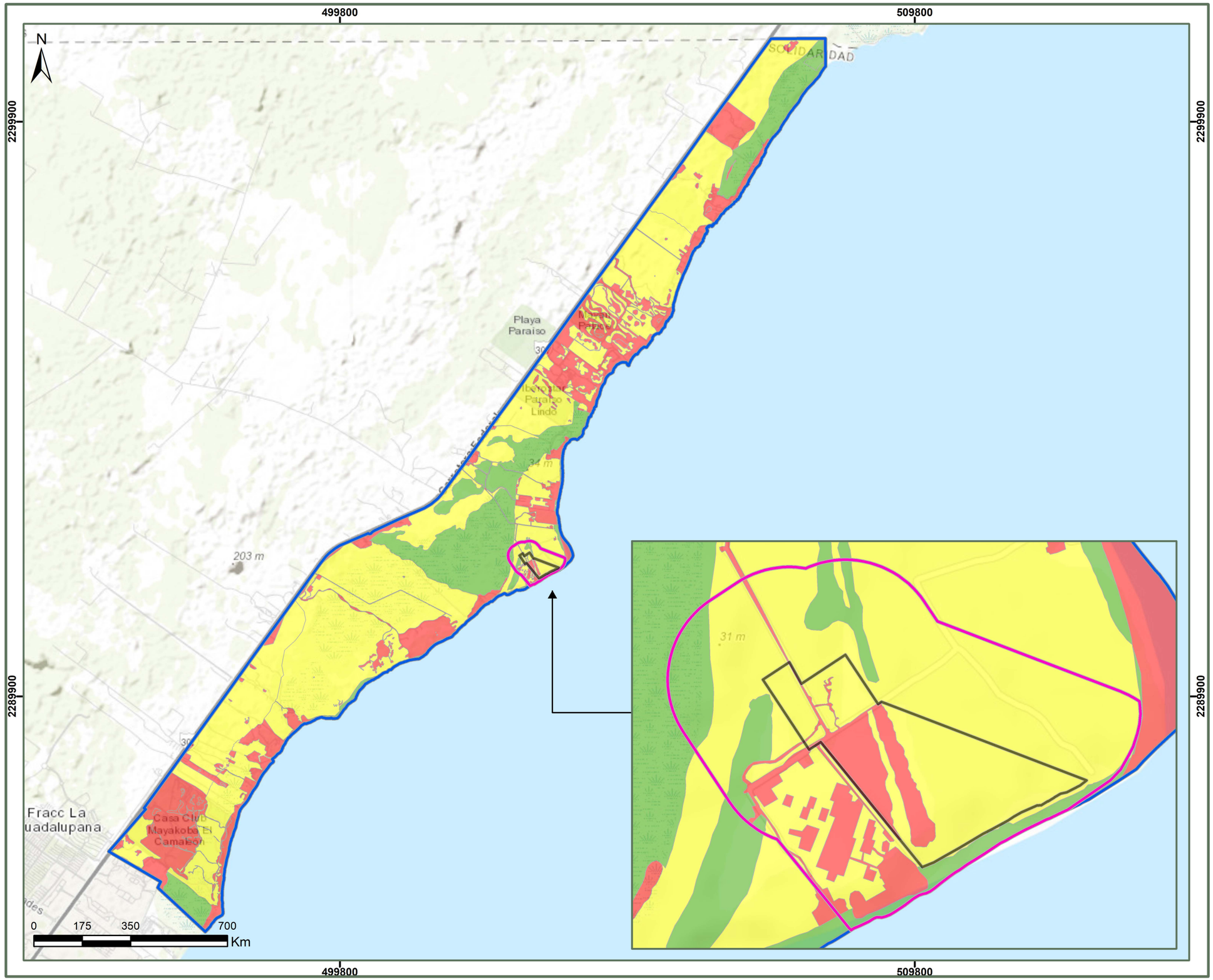
Calidad y fragilidad paisajística

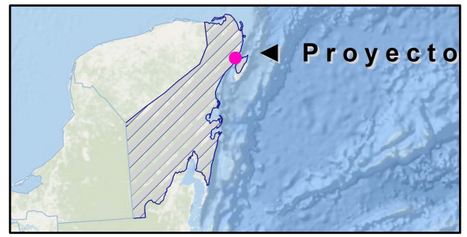
- Área del Proyecto
- Área de influencia
- Sistema ambiental regional

Grado

- Alta
- Media
- Baja

Fuentes: Promovente
Notas técnicas:
Sistema de Coordenadas:UTM, Zona 16 Q.
Dátum: WGS 84. Escala: **1:65,000**





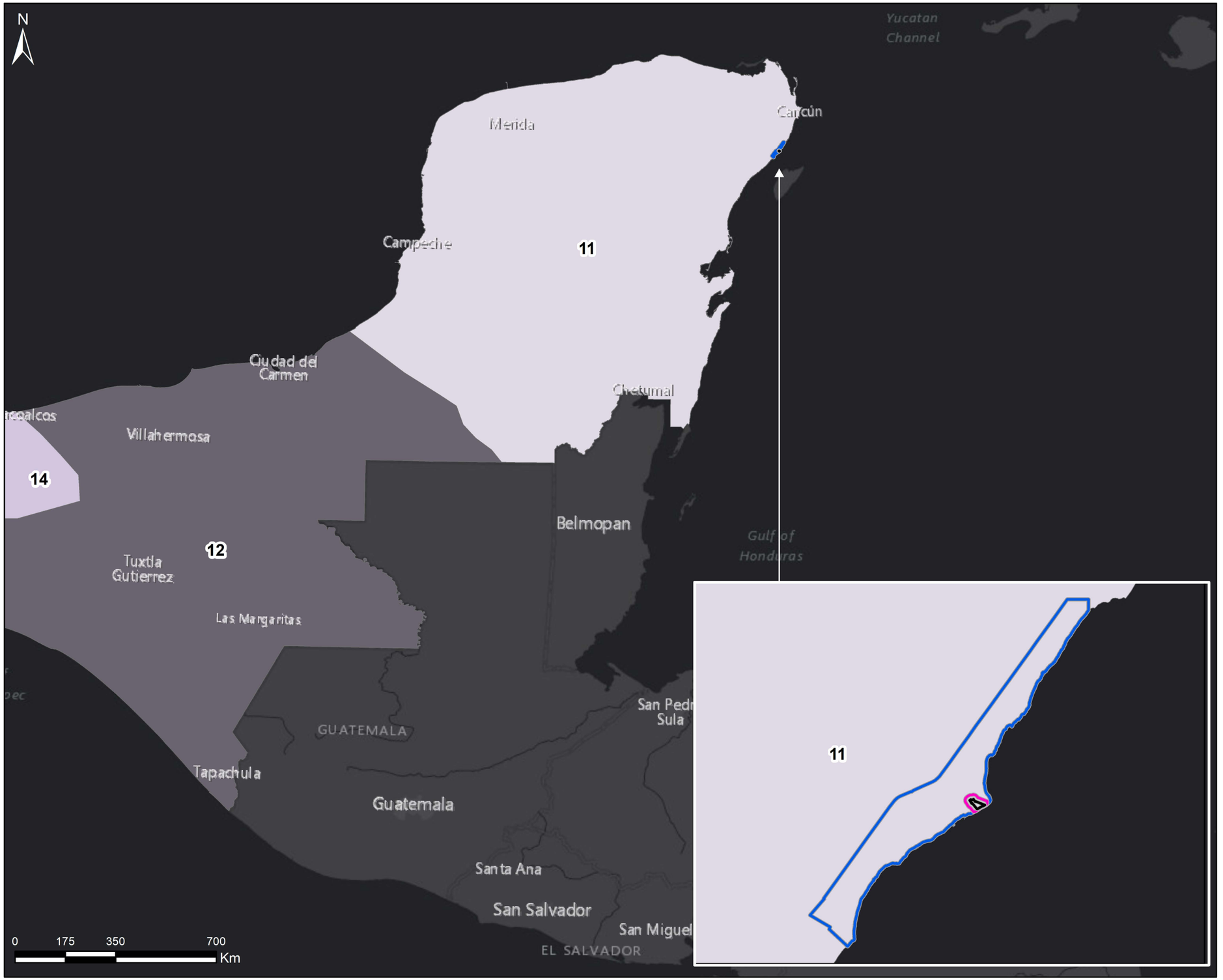
Calidad y fragilidad paisajística

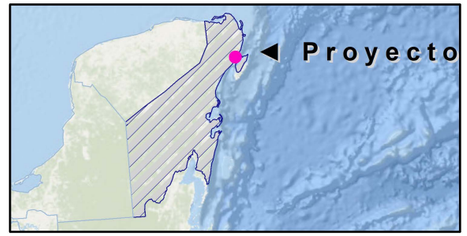
- Área del Proyecto
- Área de influencia
- Sistema ambiental regional

Grado

- Alta
- Media
- Baja

Fuentes: Promovente
Notas técnicas:
Sistema de Coordenadas:UTM, Zona 16 Q.
Dátum: WGS 84. Escala: **1:65,000**





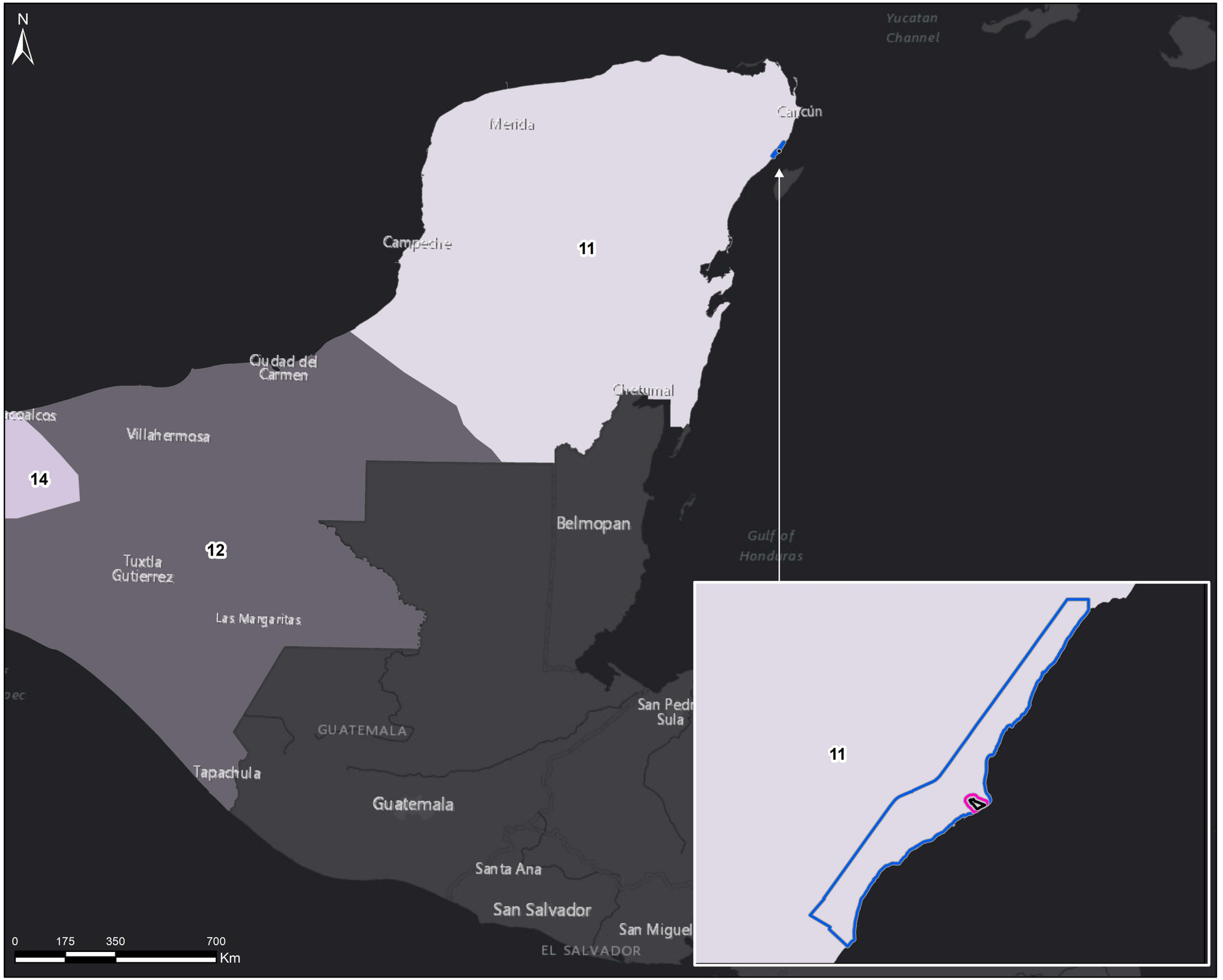
Regionalización Nacional del Factor R

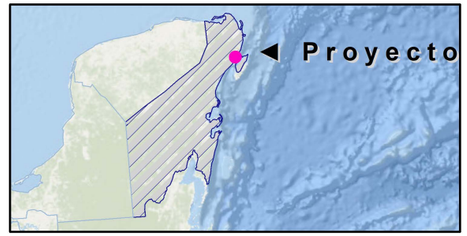
- Área del Proyecto
- Área de influencia
- Sistema ambiental regional

Región

- 11
- 12
- 14

Fuentes:Becerra (1997) y Promovente
Notas técnicas:
Sistema de Coordenadas:UTM, Zona 16 Q.
Dátum: WGS 84. Escala: **1:4,000,000**





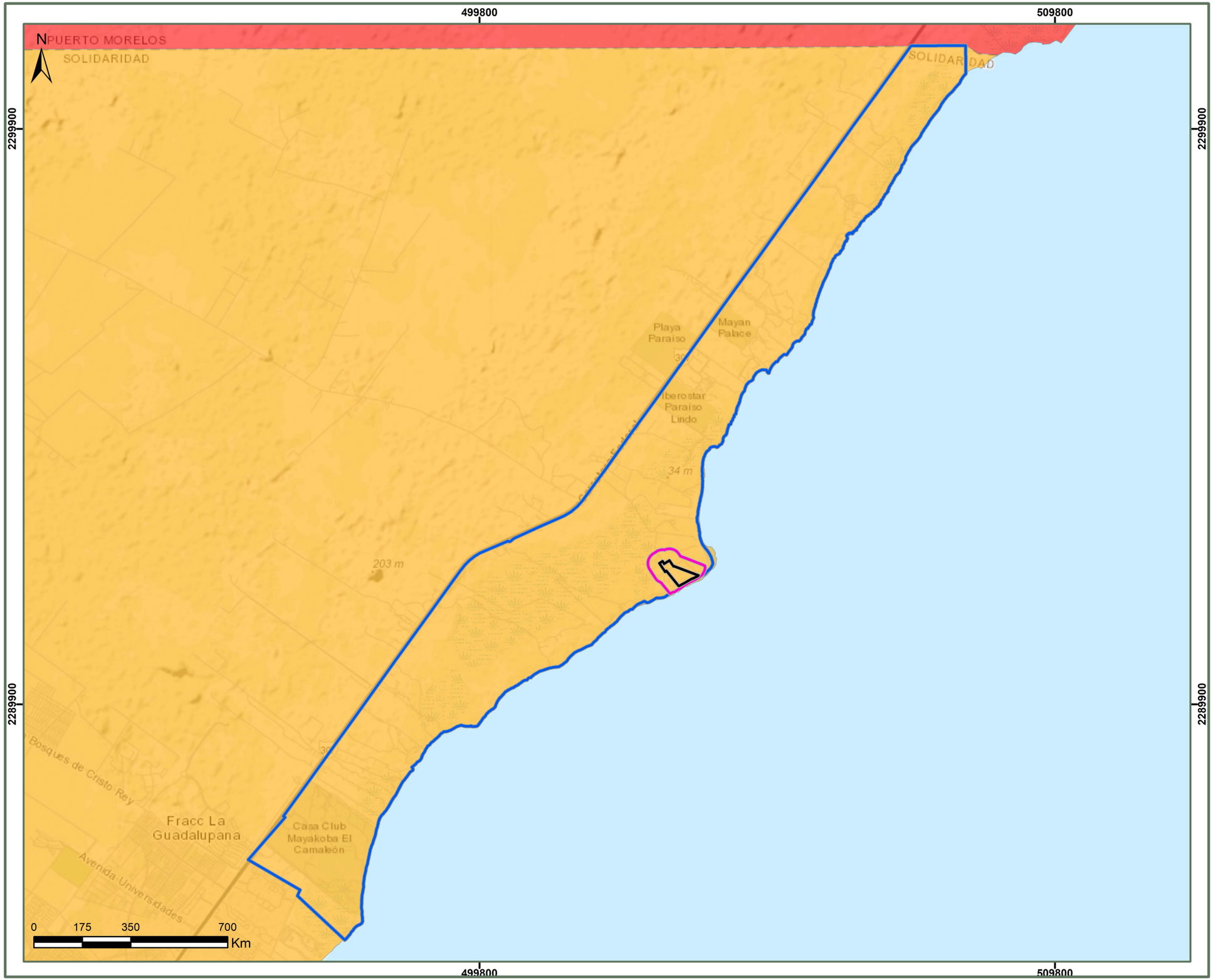
Regionalización Nacional del Factor R

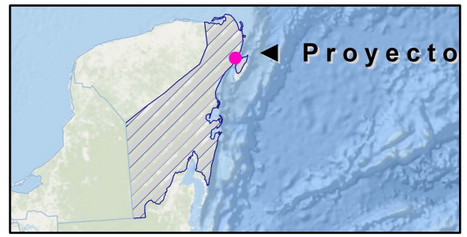
- Área del Proyecto
- Área de influencia
- Sistema ambiental regional

Región

- 11
- 12
- 14

Fuentes:Becerra (1997) y Promovente
Notas técnicas:
Sistema de Coordenadas:UTM, Zona 16 Q.
Dátum: WGS 84. Escala: **1:4,000,000**





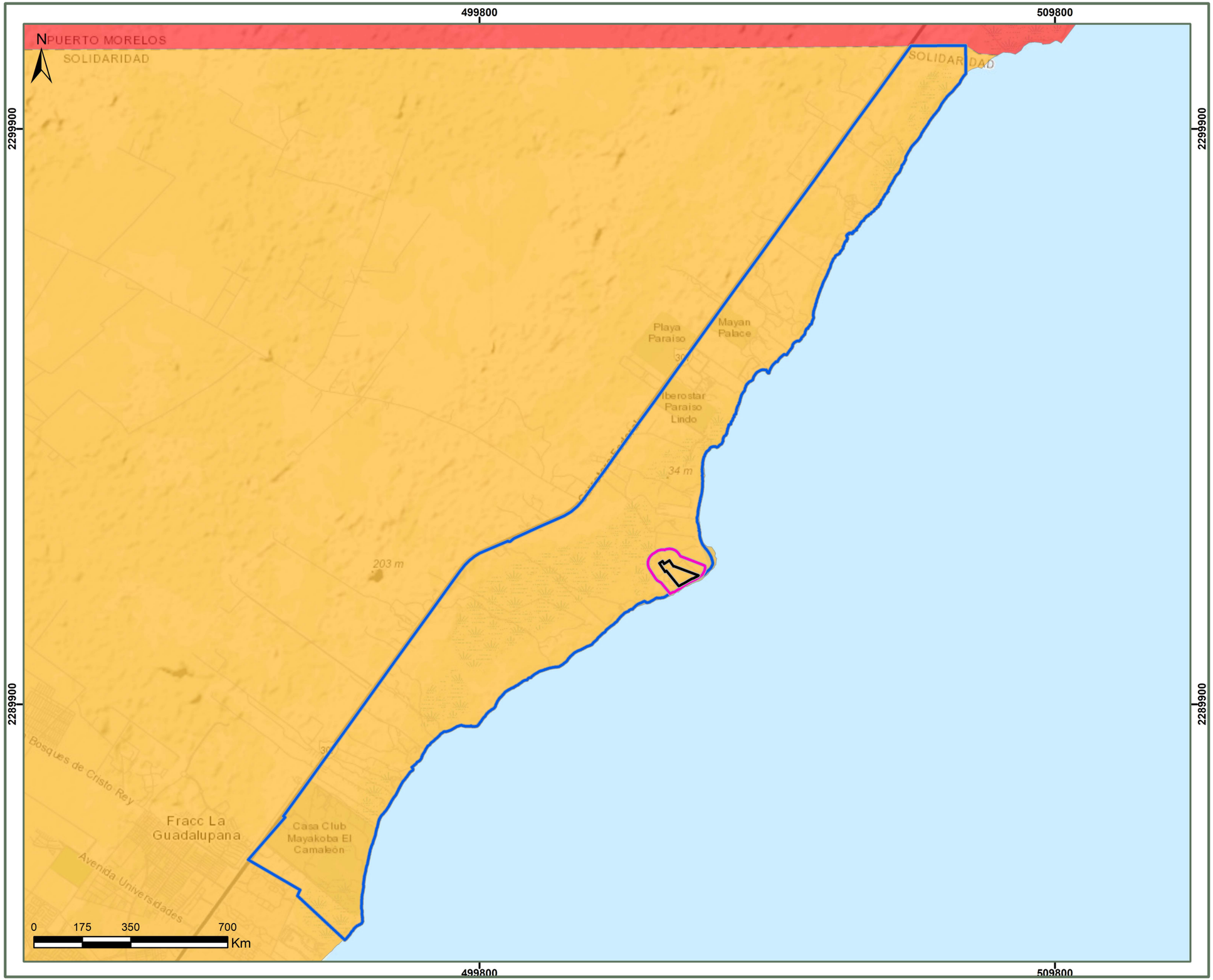
Índice de Desarrollo Humano

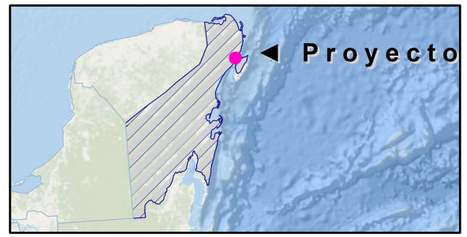
- Área del Proyecto
- Área de influencia
- Sistema ambiental regional

IDH

- Bajo
- Medio
- Alto
- Muy alto
- Sin datos

Fuentes: INEGI y Promovente
Notas técnicas:
Sistema de Coordenadas:UTM, Zona 16 Q.
Dátum: WGS 84. Escala: **1:65,000**





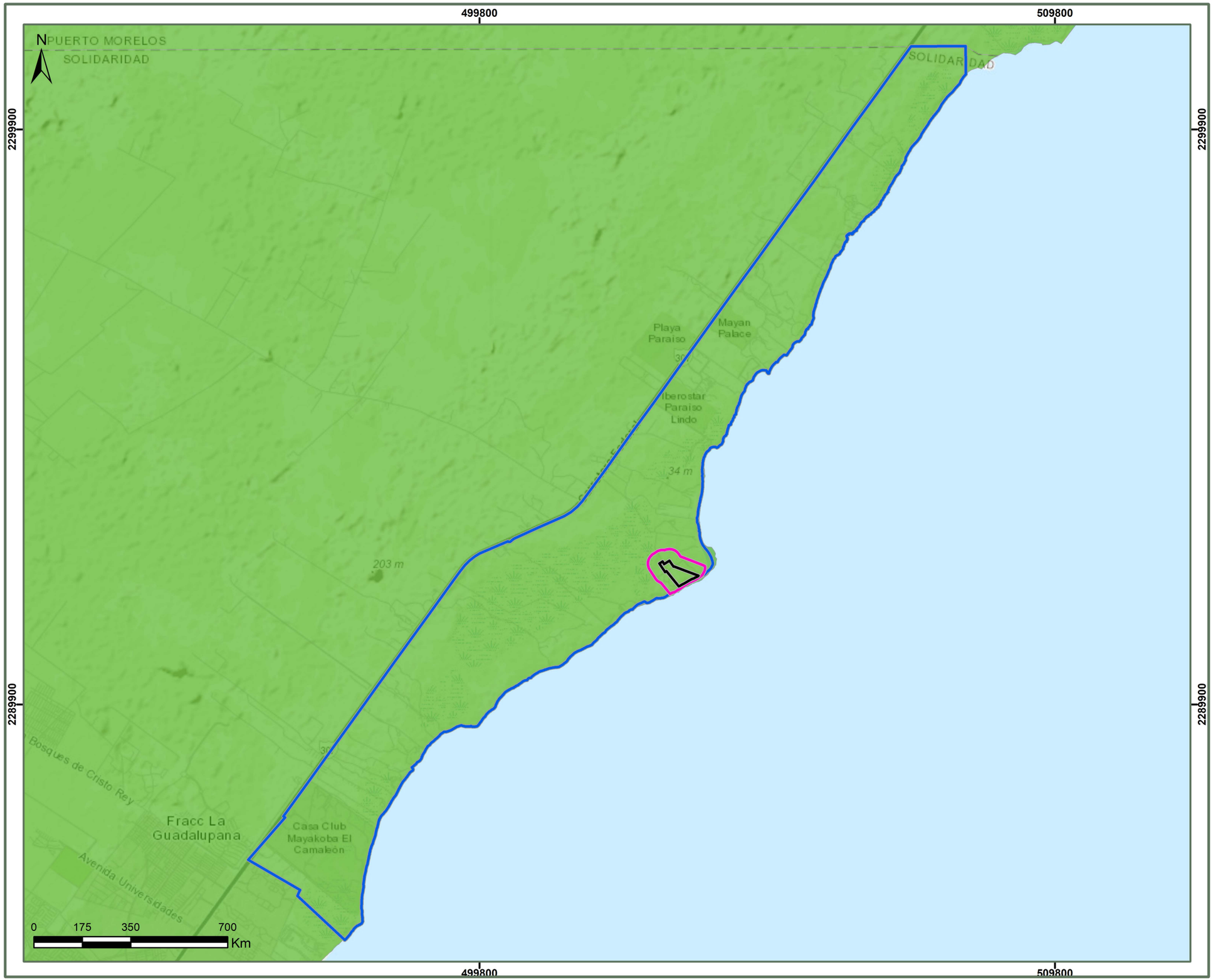
Índice de Desarrollo Humano

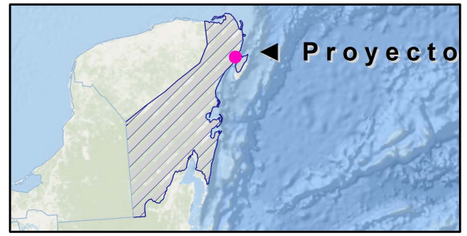
- Área del Proyecto
- Área de influencia
- Sistema ambiental regional

IDH

- Bajo
- Medio
- Alto
- Muy alto
- Sin datos

Fuentes: INEGI y Promovente
Notas técnicas:
Sistema de Coordenadas:UTM, Zona 16 Q.
Dátum: WGS 84. Escala: **1:65,000**





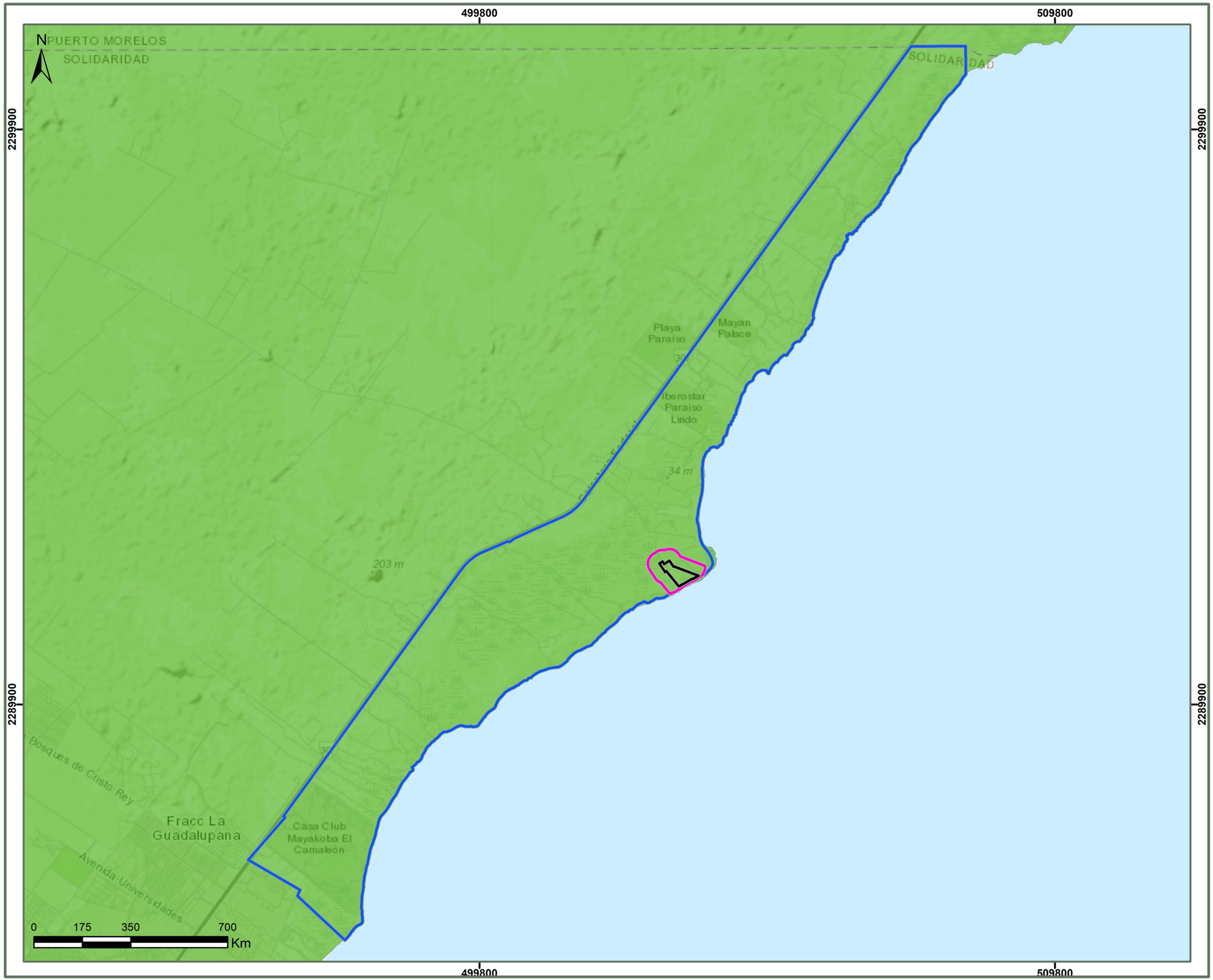
Índice de marginación

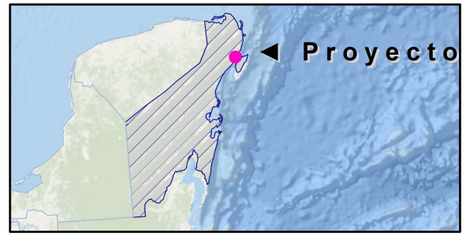
- Área del Proyecto
- Área de influencia
- Sistema ambiental regional

Grado

- Muy bajo

Fuentes: INEGI y Promovente
Notas técnicas:
Sistema de Coordenadas:UTM, Zona 16 Q.
Dátum: WGS 84. Escala: **1:65,000**





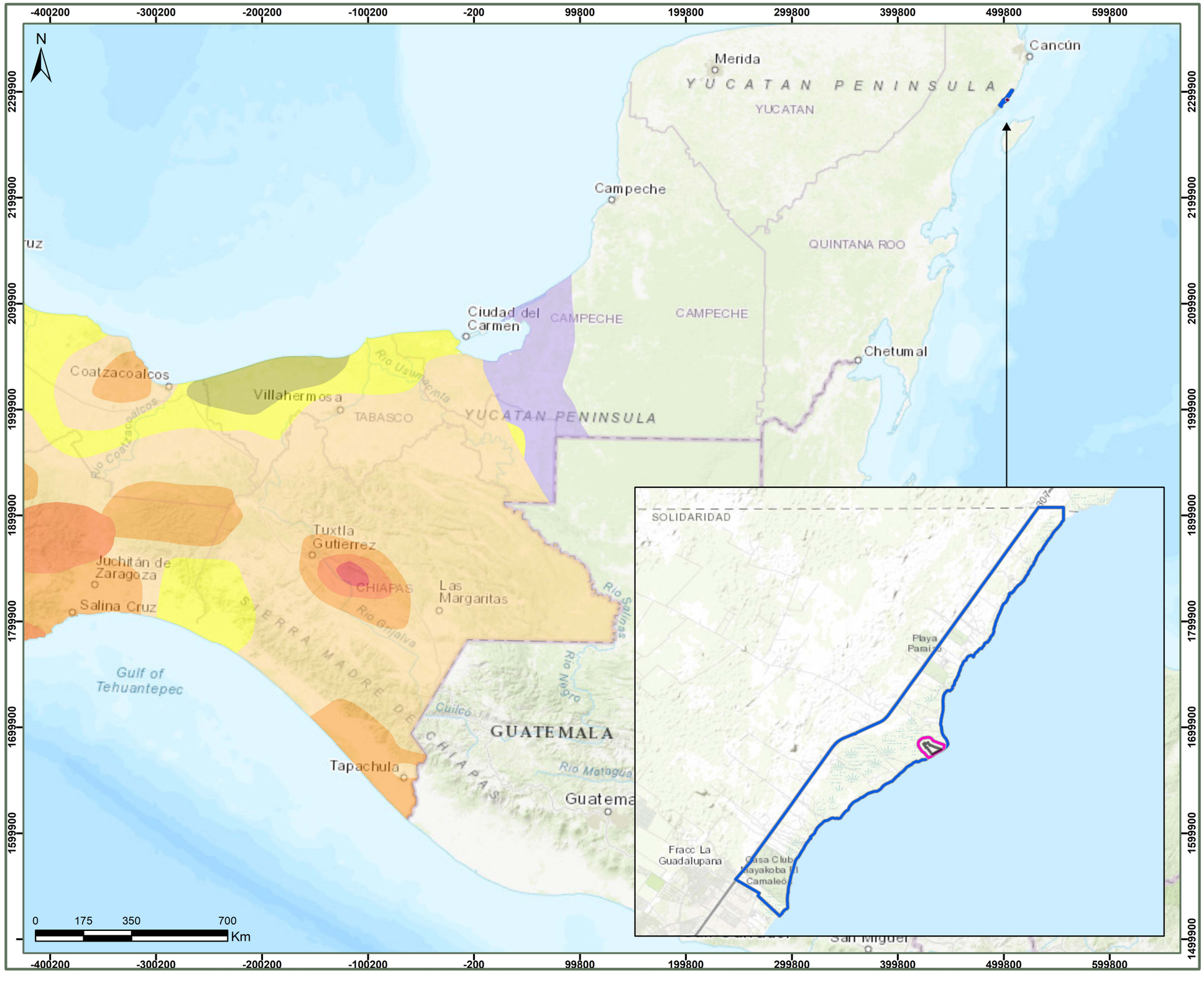
Índice de marginación

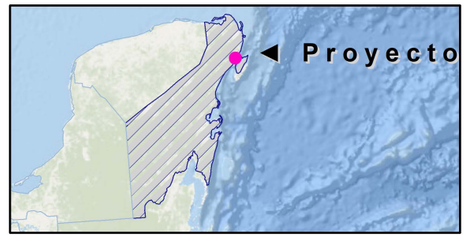
- Área del Proyecto
- Área de influencia
- Sistema ambiental regional

Grado

- Muy bajo

Fuentes: INEGI y Promovente
Notas técnicas:
Sistema de Coordenadas:UTM, Zona 16 Q.
Dátum: WGS 84. Escala: **1:65,000**





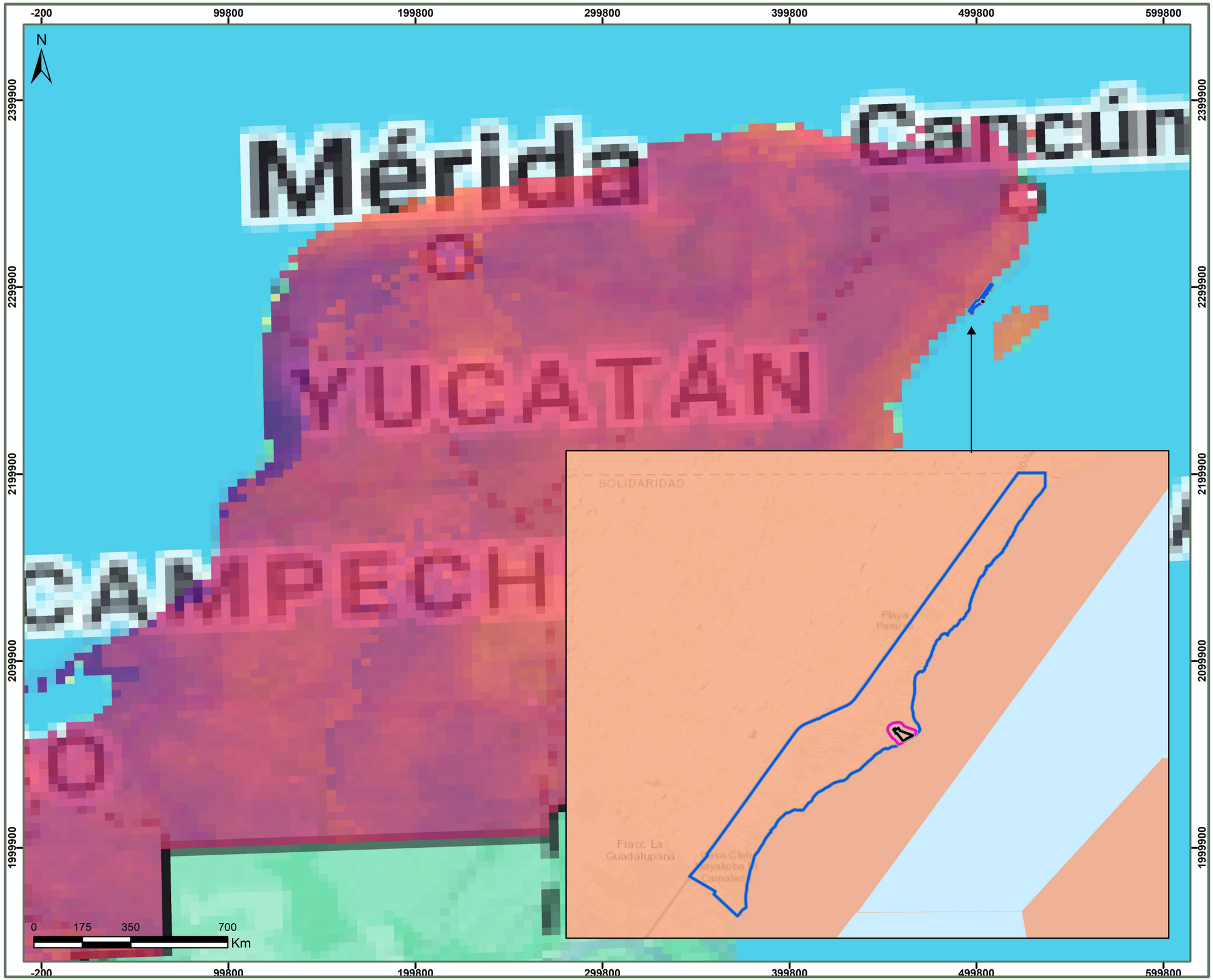
Intensidad sísmica

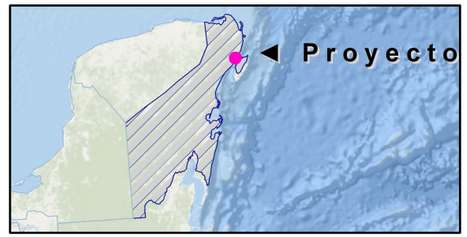
- Área del Proyecto
- Área de influencia
- Sistema ambiental regional

Escala Mercalli

- I
- II
- III
- IV
- V
- VI
- VII
- VIII
- IX
- X
- XI

Fuentes: CENAPRED y Promovente
Notas técnicas:
Sistema de Coordenadas:UTM, Zona 16 Q.
Dátum: WGS 84. Escala: **1:3,500,000**



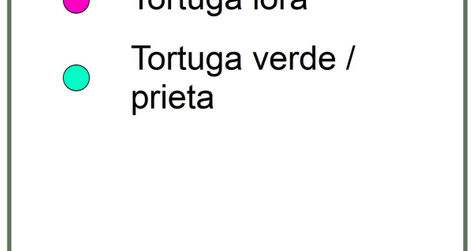


Especies mamíferos futuro (2021-2040)

- Área del Proyecto
- Área de influencia
- Sistema ambiental regional

Fuentes: INEGI y Promovente
Notas técnicas:
Sistema de Coordenadas:UTM, Zona 16 Q.
Dátum: WGS 84. Escala: **1:2,000,000**

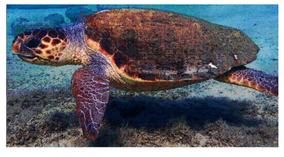




Principales especies de tortugas en México

Especie

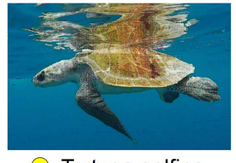
- Tortuga carey
- Tortuga caguama
- Tortuga golfina
- Tortuga laúd
- Tortuga lora
- Tortuga verde / prieta



Tortuga caguama
Caretta caretta



Tortuga carey
Eretmochelys imbricata



Tortuga golfina
Lepidochelys olivacea



Tortuga laúd
Dermochelys coriacea



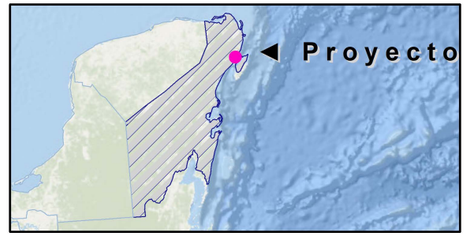
Tortuga lora
Lepidochelys kempii



Tortuga verde / prieta
Chelonia

Fuentes: SEMARNAT, CONANP, WWF MÉXICO y Promovente
Notas técnicas:
Sistema de Coordenadas:UTM, Zona 16 Q.
Dátum: WGS 84. Escala: **1:12,000,000**

399800
499800
2299900
2199900
N
Canakihuic
Aventuras DIF
Punta Venado
Chemuyil
Xcacel
Xel-Ha
Punta Cadena
Tankah
Kanzul
Cahpechén
Lirios
Balandrín
Yu-Yum
San Juan
Solidaridad
Tulum
Felipe Carrillo Puerto
Cozumel
0 175 350 700
Km



Zonas de anidación de tortugas marinas en Quintana Roo

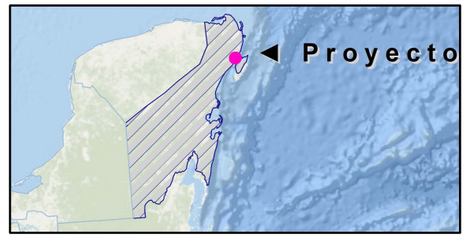
Campamentos tortugueros

Playas protegidas

Municipios

Fuentes: Gob. Quintana Roo y Promovente
Notas técnicas:
Sistema de Coordenadas:UTM, Zona 16 Q.
Dátum: WGS 84. Escala: **1:600,000**

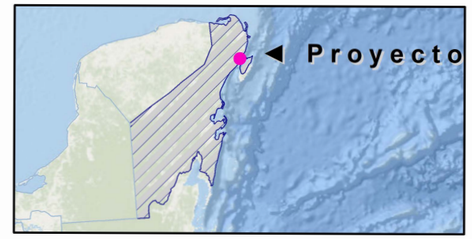




Zonas de calentamiento global

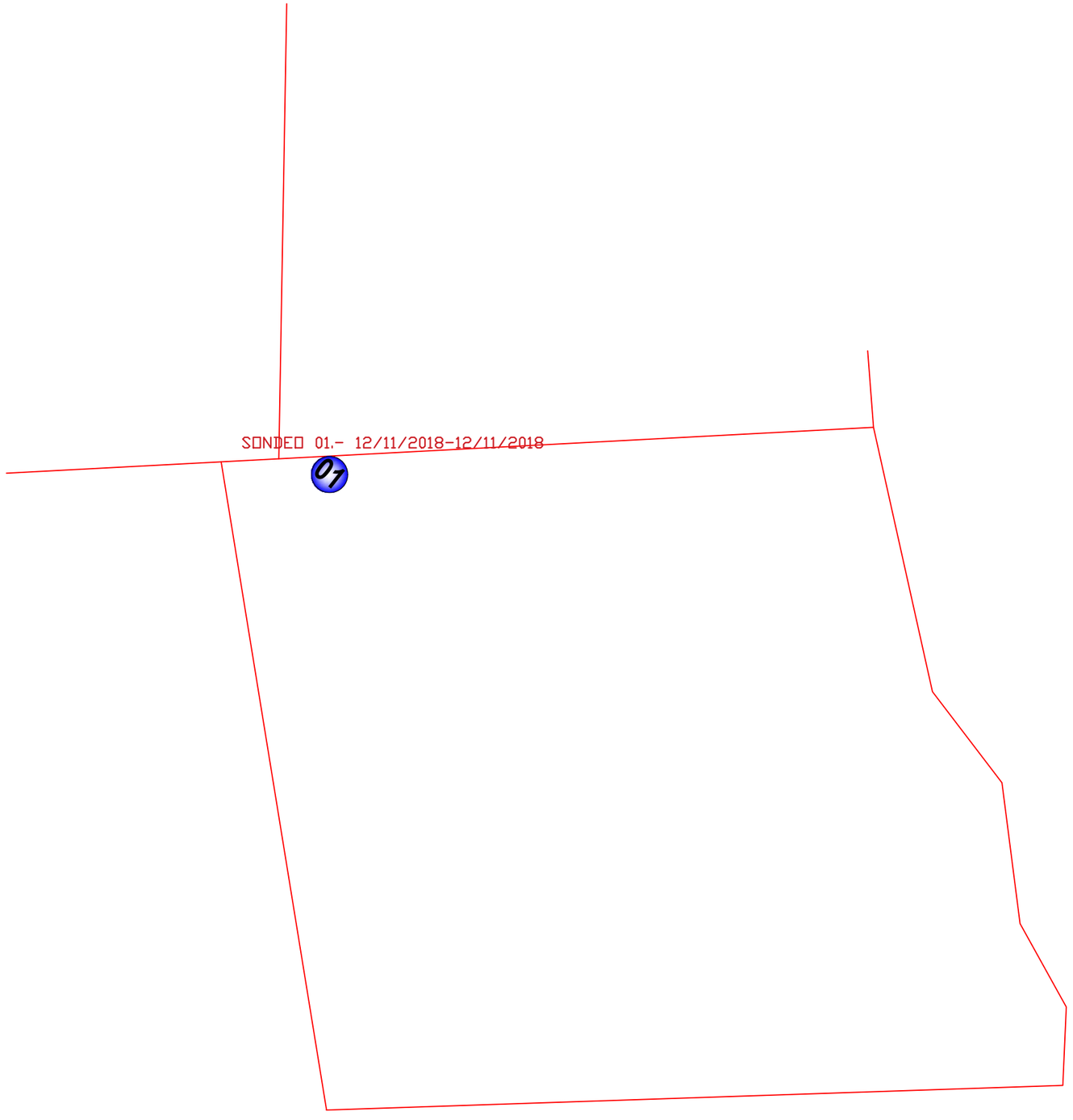
- Área del Proyecto
- Área de influencia
- Sistema ambiental regional
- Aumento entre 1 y 1.5°C de temperatura y reducción de precipitación entre 0 y 30%
- Aumento mayor a 1.5°C de temperatura y reducción de precipitación entre 0 y 30%
- Aumento mayor a 1.5°C de temperatura y reducción de precipitación mayor a 30%





Zonas de calentamiento global

- Área del Proyecto
- Área de influencia
- Sistema ambiental regional
- Aumento entre 1 y 1.5°C de temperatura y reducción de precipitación entre 0 y 30%
- Aumento mayor a 1.5°C de temperatura y reducción de precipitación entre 0 y 30%
- Aumento mayor a 1.5°C de temperatura y reducción de precipitación mayor a 30%



MECANICA DE SUELOS

NORTE

INS-MS-277-2018

PREDIO RIVIERA MAYA

LAZKI S.A. DE C.V.

PLAYA DEL CARMEN, QUINTANA ROO

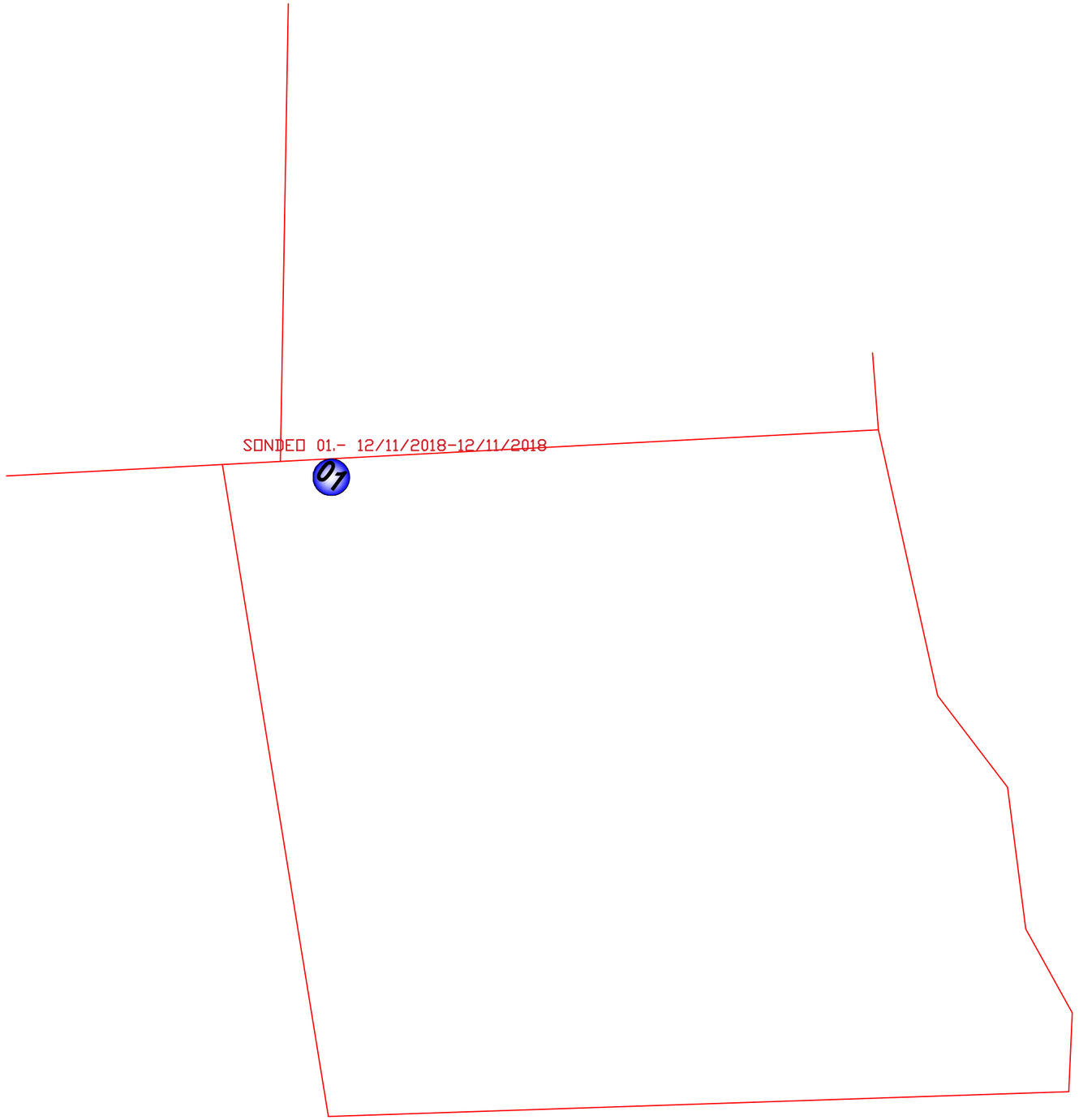
CROQUIS DE SONDEOS

SONDEO EXPLORATORIO TIPO MIXTO (SM)

ACOTAMIENTO :	ESCALA :
S.A.	S.E.

TOTAL DE SONDEOS :

01 SONDEO



INSET

MECANICA DE SUELOS

NORTE

INFORME

INS-MS-277-2018

OBRA / PROYECTO

PREDIO RIVIERA MAYA

CLIENTE

LAZKI S.A. DE C.V.

UBICACION

PLAYA DEL CARMEN, QUINTANA ROO

PLANO

CROQUIS DE SONDEOS

SIMBOLOGIA

SONDEO EXPLORATORIO TIPO MIXTO (SM)

DIBUJO

ING. RAFAEL MARTINEZ MARTINEZ

ACOTAMIENTO :	ESCALA :
S.A.	S.E.

TOTAL DE SONDEOS :

01 SONDEO

SOCIO ACTIVO
analisec

Hoja no. 1 de 1

REGISTRO DE CAMPO

TOMA DE MUESTRA ALTERADA E INALTERADA

METODO DE PRUEBA UTILIZADO: NMX-C-431-ONNCCE-2002

Sondeo No. SM-01

N: 25° 99´ 30"
E: 22° 35´ 96"
Z: 2.00 m

Cliente:	LAZKI S.A. DE C.V.	Fecha de inicio:	2018-11-17
Obra:	PUEBLO BONITO	Hora de inicio:	08:30:00 a. m.
Localizacion:	PLAYA DEL CARMEN, SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.		
Fecha de terminacion:	2018-11-20		
Hora de terminacion:	10:25:00 a. m.		

EXPLORACION PROFUNDA:

TIPO DE SONDEO:
- [x] CONTINUO
- [ ] SPE
- [ ] SELECTIVO

PROFUNDIDAD MAX EXPLORACION: 30.00 (m)
No. MUESTRAS ALTERADAS: 16
No. MUESTRAS INALTERADAS: --
Ø MUESTREADOR SHELBY: --

METODO PARA MANTENER EL SONDEO ABIERTO

- [x] ADEME
- [x] POLIMERO

DATOS ADICIONALES:
PROF. ADEME (m) : 9.00
Ø ADEME: 4"

CONDICIONES AMBIENTALES

- [ ] NEVADO
- [x] SECO
- [ ] NUBLADO
- [ ] LLUVIOSO

EQUIPO UTILIZADO

TIPO:
- [x] MAQUINA JOY
- [ ] SPE MANUAL
- [ ] OTRO: ____ MARCA/ MODELO: ____

1.- TIPO DE BARRA ***AW***, PARA ESPECIFICACIONES VER REGISTROS DE VERIFICACION

2.-TIPO DE MUESTREADOR UTILIZADO TUBO PARTIDO MEDIA CAÑA Y SHELBY GALVANIZADO, PARA ESPECIFICACIONES VER REGISTROS DE VERIFICACION

FLUIDO DE PERFORACION

SE UTILIZO FLUIDO DE PERFORACION? (SI/NO) --
PROFUNDIDAD DE LA SUPERFICIE AL FLUIDO: -- (m) FECHA: --
TIEMPO DE PERDIDA DE FLUJO DEL FLUIDO: -- (mins) HORA --

MUESTRA Nº	PROFUNDIDAD (m) DE	A	AVANCE	RECUPERACION m	%	PENETRACION ESTANDAR 15 cm	15 cm	15 cm	15 cm	N campo	METODO DE AVANCE	DESCRIPCION
1	0.00	0.60	0.60	0.41	68	1	2	2	4	4	TUBO PARTIDO	ARENA FINA CON POCO RAICILLAS COLOR CAFÉ GRISACEO OSCURO
2	0.60	1.20	0.60	0.40	67	3	8	12	12	20	TUBO PARTIDO	ARENA FINA COLOR CAFÉ GRISACEO CON ARENA COLO CAFÉ AMARILLO CLARO
3	1.20	1.80	0.60	0.30	50	5	9	10	12	19	TUBO PARTIDO	ARENA FINA COLO CAFÉ AMARILLO CLARO
4	1.80	2.40	0.60	0.34	57	7	6	8	5	14	TUBO PARTIDO	ARENA FINA COLOR CAFÉ AMARILLO (14 CM)
5	2.40	3.00	0.60	0.25	42	3	4	5	5	9	TUBO PARTIDO	ARENA FINA COLOR CAFÉ AMARILLO CLARO
6	3.00	3.60	0.60	0.30	50	4	5	4	6	9	TUBO PARTIDO	ARENA FINA COLOR CAFÉ AMARILLO CLARO
7	3.60	4.20	0.60	0.29	48	9	5	5	--	10	TUBO PARTIDO	ARENA FINA COLOR CAFÉ AMARILLO CLARO Y ARENA FINA COLOR GRIS OSCURO CON GRAVA MEDIA
8	4.20	4.80	0.60	0.30	50	7	4	4	10	8	TUBO PARTIDO	ARENA FINA COLOR GRIS OSCURO CON GRAVA MEDIA
--	4.80	9.00	4.20	--	--	--	--	--	--	--	TRICONICA	SE LAVO HASTA LOS 9.00 M PARA ESTABILIZAR PERFORACION HASTA LA ROCA
--	0.00	9.00	9.00	--	--	--	--	--	--	--	A D E M E	PARA ESTABILIZAR PERFORACION
9	9.00	10.00	1.00	0.38	38	--	--	--	--	--	BARRIL	1 NUCLEO DE ROCA CALIZA CON FRAGMENTOS DE ROCA
10	10.00	11.00	1.00	0.39	39	--	--	--	--	--	BARRIL	FRAGMENTOS DE ROCA CALIZA Y GRAVAS DE ROCA
11	11.00	12.00	1.00	0.43	43	--	--	--	--	--	BARRIL	FRAGEMTNOS DE ROCA CALIZA Y GRAVAS DE ROCA CALIZA
12	12.00	13.00	1.00	0.50	--	--	--	--	--	--	BARRIL	FRAGMENTOS DE ROCA CALIZA CON POROSIDADES Y GRAVAS
13	13.00	14.00	1.00	0.34	34	--	--	--	--	--	BARRIL	FRAGMENTOS DE ROCA CALIZA CON POROSIDADES Y GRAVAS
14	14.00	15.00	1.00	0.23	23	--	--	--	--	--	BARRIL	FRAGMENTOS DE ROCA CALIZA CON POROSIDADES Y GRAVAS
15	15.00	16.00	1.00	0.25	25	--	--	--	--	--	BARRIL	GRAVAS DE ROCA CALIZA
--	16.00	17.00	1.00	--	--	--	--	--	--	--	BARRIL	CAVERNA
--	17.00	18.00	1.00	--	--	--	--	--	--	--	BARRIL	CAVERNA
--	18.00	19.50	1.50	--	--	--	--	--	--	--	BARRIL	CAVERNA
16	19.50	20.50	1.00	0.45	45	--	--	--	--	--	BARRIL	FRAGMENTO DE ROCA Y GRAVAS DE ROCA CALIZA

RESPONSABLE DE LA EXPLORACION (NOMBRE): JOSE LUIS RUIZ MEJIA

N.A.F: 1.50 M

TECNICO PERFORISTA (NOMBRE): EVER JESUS MUÑOZ ZAPATA

OBSERVACIONES:
LA CABEZA DE GATO GIRA A 100 RPM. SE UTILIZÓ MARTINETE INS-MAR-03

REVISO Y AUTORIZO (NOMBRE Y FIRMA): **ING. DANIEL ARRIAGA RENTERIA**

REGISTRO SOLO AFECTA A LOS ESPECIMENES SOMETIDOS A PRUEBA, PROHIBIDA LA REPRODUCCION TOTAL O PARCIAL DE ESTE REGISTRO SIN LA AUTORIZACION DEL LABORATORIO

ESTE

N: 25° 99' 30"
E: 22° 35' 96"
Z: 2.00 m

REGISTRO DE CAMPO

TOMA DE MUESTRA ALTERADA E INALTERADA

METODO DE PRUEBA UTILIZADO: NMX-C-431-ONNCCE-2002

Cliente:	LAZKI S.A. DE C.V.	Fecha de inicio:	2018-11-17
Obra:	PUEBLO BONITO	Hora de inicio:	08:30:00 a. m.
Localizacion:	PLAYA DEL CARMEN, SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.	Fecha de terminacion:	2018-11-20
		Hora de terminacion:	10:25:00 a. m.

EXPLORACION PROFUNDA:

TIPO DE SONDEO: ☒ CONTINUO ☐ SPE ☐ SELECTIVO

PROFUNDIDAD MAX EXPLORACION: 30.00 (m)
No. MUESTRAS ALTERADAS: 16
No. MUESTRAS INALTERADAS: --
Ø MUESTREADOR SHELBY: --

METODO PARA MANTENER EL SONDEO ABIERTO

DATOS ADICIONALES:
☒ ADEME — PROF. ADEME (m): 9.00
☒ POLIMERO — Ø ADEME: 4"

CONDICIONES AMBIENTALES

☐ NEVADO ☒ SECO
☐ NUBLADO ☐ LLUVIOSO

EQUIPO UTILIZADO

TIPO: ☒ MAQUINA JOY ☐ SPE MANUAL ☐ OTRO: ____ MARCA/ MODELO: ____

1.- TIPO DE BARRA *AW*, PARA ESPECIFICACIONES VER REGISTROS DE VERIFICACION
2.-TIPO DE MUESTREADOR UTILIZADO TUBO PARTIDO MEDIA CAÑA Y SHELBY GALVANIZADO, PARA ESPECIFICACIONES VER REGISTROS DE VERIFICACION

FLUIDO DE PERFORACION

SE UTILIZO FLUIDO DE PERFORACION? (SI/NO) --
PROFUNDIDAD DE LA SUPERFICIE AL FLUIDO: -- (m) FECHA: --
TIEMPO DE PERDIDA DE FLUJO DEL FLUIDO: -- (mins) HORA --

MUESTRA Nº	PROFUNDIDAD (m) DE	A	AVANCE	RECUPERACION m	%	PENETRACION ESTANDAR 15 cm	15 cm	15 cm	15 cm	N campo	METODO DE AVANCE	DESCRIPCION
17	A	21.50	#¡VALOR!	0.31	#######	--	--	--	--	--	BARRIL	FRAGMENTO DE ROCA Y GRAVAS DE ROCA CALIZA
18	21.50	23.00	1.50	0.28	19	--	--	--	--	--	BARRIL	FRAGMENTO DE ROCA Y GRAVAS DE ROCA CALIZA
19	23.00	24.00	1.00	0.33	33	--	--	--	--	--	BARRIL	FRAGMENTOS DE ROCA CALIZA
20	24.00	25.00	1.00	0.37	37	--	--	--	--	--	BARRIL	FRAGMENTO DE ROCA CALIZA Y GRAVAS DE ROCA
21	25.00	26.00	1.00	0.36	36	--	--	--	--	--	BARRIL	FRAGMENTOS DE ROCA CORALINA
22	26.00	27.00	1.00	0.40	40	--	--	--	--	--	BARRIL	FRAGMENTOS DE ROCA CALIZA CON GRAVAS DE ROCA
23	27.00	28.50	1.50	1.11	74	--	--	--	--	--	BARRIL	NUCLEOS DE ROCA CALIZA Y FRAGMENTOS DE ROCA
24	28.50	30.00	1.50	0.17	11	--	--	--	--	--	BARRIL	FRAGMENTOS DE ROCA CALIZA
FIN DE SONDEO												

RESPONSABLE DE LA EXPLORACION (NOMBRE): JOSE LUIS RUIZ MEJIA

N.A.F: 1.50 M

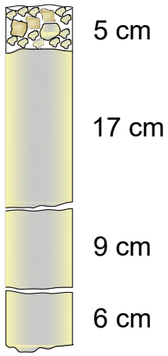
TECNICO PERFORISTA (NOMBRE): EVER JESUS MUÑOZ ZAPATA

OBSERVACIONES:
LA CABEZA DE GATO GIRA A 100 RPM. SE UTILIZÓ MARTINETE INS-MAR-03

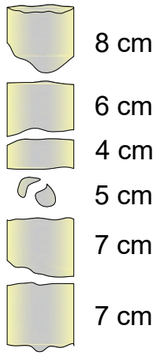
REVISO Y AUTORIZO (NOMBRE Y FIRMA): ING. DANIEL ARRIAGA RENTERIA

REGISTRO SOLO AFECTA A LOS ESPECIMENES SOMETIDOS A PRUEBA, PROHIBIDA LA REPRODUCCION TOTAL O PARCIAL DE ESTE REGISTRO SIN LA AUTORIZACION DEL LABORATORIO

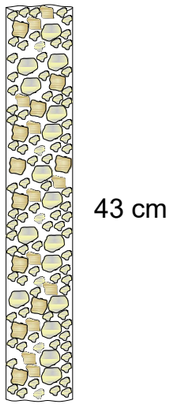
PROFUNDIDAD:	9.00 m a 10.00 m	10.00 m a 11.00 m	11.00 m a 12.00 m	12.00 m a 13.00 m	13.00 m a 14.00 m	14.00 m a 15.00 m	15.00 m a 16.00 m
AVANCE:	100 cm	100 cm	100 cm	100 cm	100 cm	100 cm	100 cm
LONG:	38 cm	39 cm	43 cm	50 cm	34 cm	23 cm	25 cm
%RECUP:	38 %	39 %	43 %	50 %	34 %	23 %	25 %
∑RQD:	17 cm	---	---	---	---	---	---
%RQD:	17 %	---	---	---	---	---	---
ENSAYO:	P.M	---	---	---	---	---	---



MTA. 1



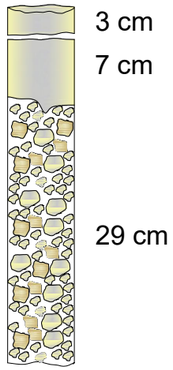
MTA. 2



MTA. 3



MTA. 4



MTA. 5



MTA. 6



MTA. 7

SIMBOLOGIA I :FRACTURA INDUCIDA H :FRACTURA INHERENTE PS :PARTE SUPERIOR PM :PARTE MEDIA PI :PARTE INFERIOR S/E :SIN ENSAYE A COMPRESION SIMPLE

INSET

OBRA:
" PUEBLO BONITO "

ESC: S.E. ACOT: S.A.

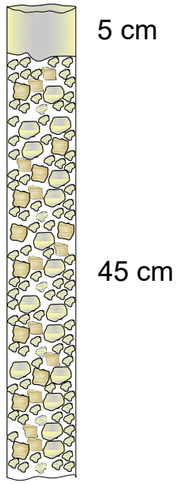
DISEÑO: ING. IGNACIO CRUZ PEREZ

CLIENTE: " LAZKI S.A. DE C.V. "

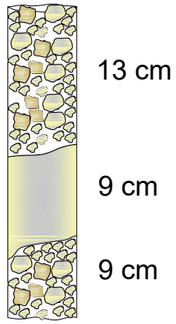
LUGAR: PLAYA DEL CARMEN, SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

NOMBRE DEL PLANO: MUESTRA 04 a la 07 SONDEO MIXTO 01 (01)

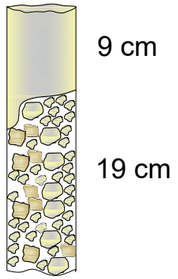
PROFUNDIDAD:	19.50 m a 20.50 m	20.50 m a 21.50 m	21.50 m a 23.00 m	23.00 m a 24.00 m	24.00 m a 25.00 m	25.00 m a 26.00 m	26.00 m a 27.00 m
AVANCE:	100 cm	100 cm	150 cm	100 cm	100 cm	100 cm	100 cm
LONG:	45 cm	31 cm	28 cm	33 cm	37 cm	36 cm	40 cm
%RECUP:	45 %	31 %	18 %	33 %	37 %	36 %	40 %
∑RQD:	---	---	---	---	---	12 cm	---
%RQD:	---	---	---	---	---	12 %	---
ENSAYO:	---	---	---	---	---	P.M	---



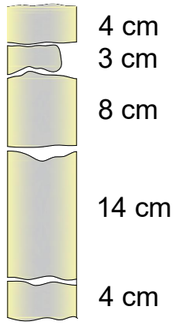
MTA. 8



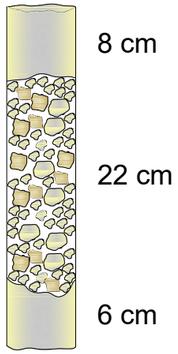
MTA. 9



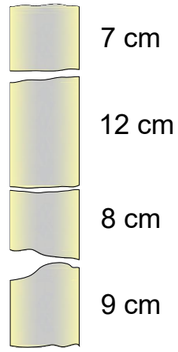
MTA. 10



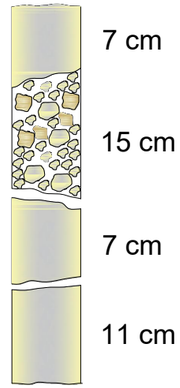
MTA. 11



MTA. 12



MTA. 13



MTA. 14

SIMBOLOGIA I :FRACTURA INDUCIDA H :FRACTURA INHERENTE PS :PARTE SUPERIOR PM :PARTE MEDIA PI :PARTE INFERIOR S/E :SIN ENSAYE A COMPRESION SIMPLE

INSET

OBRA: **" PUEBLO BONITO "**

ESC: **S.E.** ACOT: **S.A.**

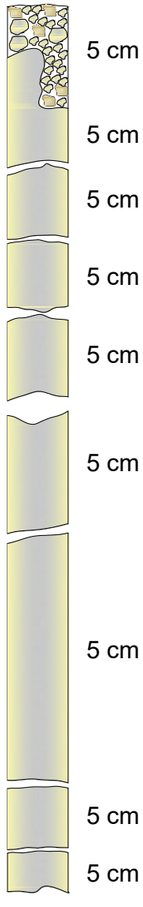
DISEÑO: **ING. IGNACIO CRUZ PEREZ**

CLIENTE: **" LAZKI S.A. DE C.V."**

LUGAR: **PLAYA DEL CARMEN, SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.**

NOMBRE DEL PLANO: **MUESTRA 08 a la 14 SONDEO MIXTO 01 (02)**

PROFUNDIDAD:	27.00 m a 28.50 m	28.50 m a 30.00 m
AVANCE:	150 cm	150 cm
LONG:	111 cm	17 cm
%RECUP:	74 %	11 %
∑RQD:	57 cm	---
%RQD:	38 %	---
ENSAYO:	P.M-P.I	---



MTA. 15



MTA. 16

SIMBOLOGIA I :FRACTURA INDUCIDA H :FRACTURA INHERENTE PS :PARTE SUPERIOR PM :PARTE MEDIA PI :PARTE INFERIOR S/E :SIN ENSAYE A COMPRESION SIMPLE

INSET

OBRA: **" PUEBLO BONITO "**

ESC: **S.E.** ACOT: **S.A.**

DISEÑO: **ING. IGNACIO CRUZ PEREZ**

CLIENTE: **" LAZKI S.A. DE C.V."**

LUGAR: **PLAYA DEL CARMEN, SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.**

NOMBRE DEL PLANO: **MUESTRA 15 a la 16 SONDEO MIXTO 01 (03)**

PRUEBA DE CORAZONES

NORMAS: NMX-169, NMX-C-083, NMX-C-109, NMX-C-191 ONNCCE VIGENTES

Cliente: **LAZKI S.A. DE C.V.** Obra: **PUEBLO BONITO**

Elementos: **NÚCLEOS DE ROCA** Fecha de extracción: **2018-12-01** Fecha de ensaye: **2018-12-06**

Resistencia especificada: --- kg/cm² a ---- días. Informe No. INS-MS-277

Profundidad del sondeo: 30 Sondeo no. SM - 01

Especimen			Diametro (cm)	Altura sin cabecear (cm)	Altura cabeceado (cm)	H/D	Factor de Corrección	Área (cm²)	Volumen (cm³)	Masa (grs)	Masa Vol. (kg/m³)	Carga Máx. (kg)	Resistencia (kg/cm²)	
NÚCLEOS DE ROCA														Correg.
NUCLEOS	Prof. (m)	No.												
M - 01 P.M	***9.50***	**1**	4.60	8.10	9.05	1.97	1.00	16.62	134.6	212.20	1,576	1,118	67.27	67.3
M - 13 P.M.	***25.50***	**2**	4.60	8.50	9.20	2.00	1.00	16.62	141.3	297.20	2,104	6,289	378.42	378.4
M - 15 P.M.	***27.70***	**3**	4.60	8.46	9.18	2.00	1.00	16.62	140.6	252.60	1,797	2,203	132.56	132.6
M - 15 P.I.	***28.20***	**4**	4.60	8.20	9.10	1.98	1.00	16.62	136.3	234.20	1,719	1,718	103.38	103.4
												PROMEDIO:		**170.41**

OBSERVACIONES:

LABORATORISTA:	JEFE DE LABORATORIO	SIGNATARIO AUTORIZADO:
[redacted]		

PROHIBIDA LA REPRODUCCION TOTAL DE ESTE INFORME SIN LA AUTORIZACION DEL LABORATORIO.
ESTE INFORME SOLO AFECTA A LOS ESPECIMENES Y/O MUESTRAS SOMETIDOS A PRUEBA.

[redacted]

LABORATORIO DE MATERIALES, MECÁNICA DE SUELOS E INGENIERÍA ESTRUCTURAL

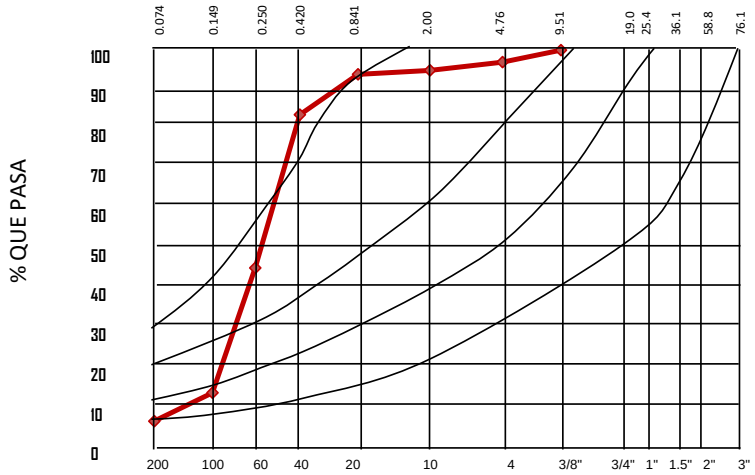
INFORME DE ENSAYE DE MATERIALES

socio activo analisec

OBRA:	**PUEBLO BONITO**	No. DE SONDEO	**SM-01**
CLIENTE:	**LAZKI S.A. DE C.V.**	PROF. (m)	0.00 - 0.60
LOCALIZACIÓN	**PLAYA DL CARMEN, SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.**	MUESTRA:	1
TRAMO:	--		
FECHA:	2018/11/12 - 2018/12/13	RESPONSABLE.	--

ZONAS DE ESPECIFICACIONES GRANULOMETRICAS

MALLA No.	MATERIAL QUE PASA (%)
3" (76.2)	
2" (50.8)	
1 1/2" (38.1)	
1" (25.4)	
3/4" (19.0)	
3/8" (9.51)	**100**
No. 4 (4.76)	**97**
No. 10 (2.00)	**95**
No. 20 (0.841)	**94**
No. 40 (0.420)	**84**
No. 60 (0.250)	**46**
No. 100 (0.149)	**15**
No. 200 (0.074)	**8**



RESULTADOS OBTENIDOS DE LOS ENSAYES EFECTUADOS			
MUESTRA No	PESO HUMEDO (grs)	PESO SECO (grs)	HUMEDAD (%)
1	242.80	168.20	44.35

PRUEBAS SOBRE MATERIAL TAMIZADO POR MALLA Nº 40			
LIMITE LIQUIDO (%)	42.70	CONTRACCION LINEAL (%)	1.20
LIMITE PLASTICO (%)	N.P.	S.U.C.S	**SM**
INIDICE PLASTICO (%)	N.P.	CLASIF:	

LABORATORISTA Vo. Bo. SIGNATORIO RECIBIO

PROHIBIDA LA REPRODUCCION TOTAL DE ESTE INFORME SIN LA AUTORIZACION DEL LABORATORIO.
ESTE INFORME SOLO AFECTA A LOS ESPECIMENES Y/O MUESTRAS SOMETIDOS A PRUEBA.
MIEMBRO NUMERO No. 70 DE LA ASOCIACION NACIONAL DE LABORATORIOS INDEPENDIENTES AL SERVICIO DE LA CONSTRUCCION A.C.

LABORATORIO DE MATERIALES, MECÁNICA DE SUELOS E INGENIERÍA ESTRUCTURAL

OBRA:	**PUEBLO BONITO**	No. SONDEO:	SM.01
CLIENTE:	LAZKI S.A. DE C.V.	Profundidad (m)	0.60 - 1.20
LOCALIZACION:	PLAYA DEL CARMEN, SOILIDARIDAD, QUINTANA ROO.	MUESTRA:	1
TRAMO:	---	RESPONSABLE:	
FECHA:	2018/11/12 - 2018/12/13		

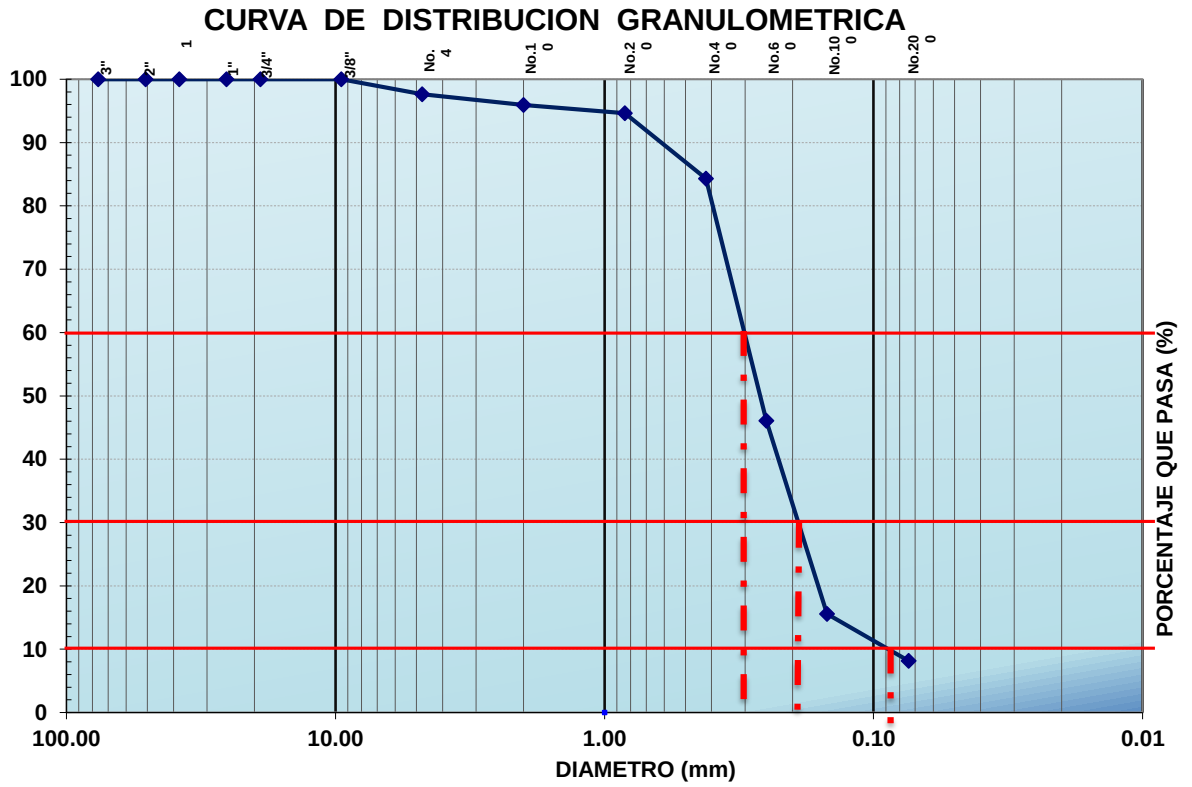
INFORME DE CURVA GRANULOMETRICA

COMPOSICION DEL MATERIAL RETENIDO EN LA MALLA No.4

No. MALLA	ABERTURA(mm)	P. S. RET.(gr)	(%)RETENIDO	(%)ACUMULADO	(%) QUE PASA
3"	76.20	0.00	0	0	100
2"	50.80	0.00	0	0	100
1 1/2"	38.10	0.00	0	0	100
1"	25.40	0.00	0	0	100
3/4"	19.00	0.00	0	0	100
3/8"	9.51	0.00	0	0	100
No.4	4.76	4.00	2	2	98

COMPOSICION DEL MATERIAL QUE PASA LA MALLA No.4

No. MALLA	ABERTURA(mm)	P. S. RET.(gr)	(%)RETENIDO	(%)ACUMULADO	(%) QUE PASA
No.10	2.00	2.80	2	4	96
No.20	0.84	2.20	1	5	95
No.40	0.42	17.40	10	16	84
No.60	0.25	64.30	38	54	46
No.100	0.15	51.30	30	84	16
No.200	0.07	12.50	7	92	8
Pasa malla No.200		13.70	8	100	0
Suma		168.20	100		



D_{10}	D_{30}	D_{60}
0.090	**0.190**	**0.300**

C_C	**0.1**
C_U	**3.3**

Vo. Bo. SIGNATORIO

[redacted]

RECIBIO

NOMBRE Y FIRMA

PROHIBIDA LA REPRODUCCION TOTAL DE ESTE INFORME SIN LA AUTORIZACION DEL LABORATORIO.
ESTE INFORME SOLO AFECTA A LOS ESPECIMENES Y/O MUESTRAS SOMETIDOS A PRUEBA.
MIEMBRO NUMERO No. 70 DE LA ASOCIACION NACIONAL DE LABORATORIOS INDEPENDIENTES AL SERVICIO DE LA CONSTRUCCION A.C.

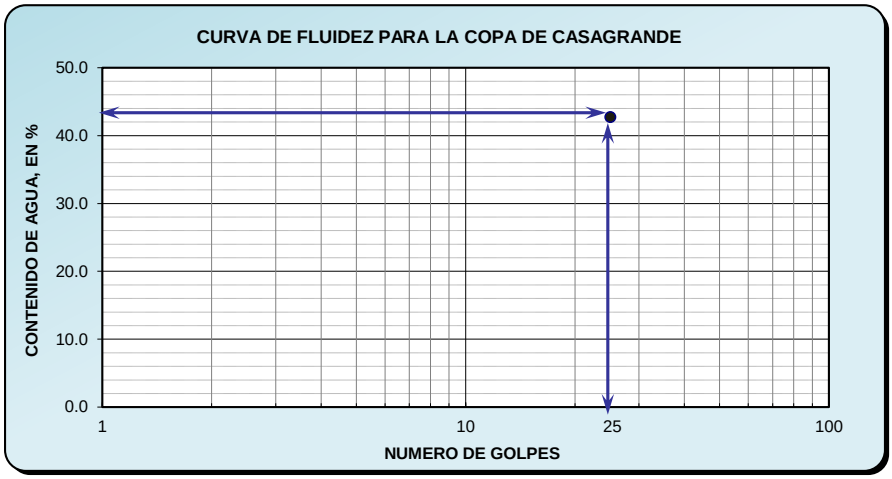
[redacted]

Límites de Atterberg

PROYECTO:	PUEBLO BONITO				
PROCEDENCIA:	PLAYA DEL CARMEN, SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.				
SONDEO:	SM-01	MUESTRA	01	Fecha	2018/11/12 - 2018/12/13

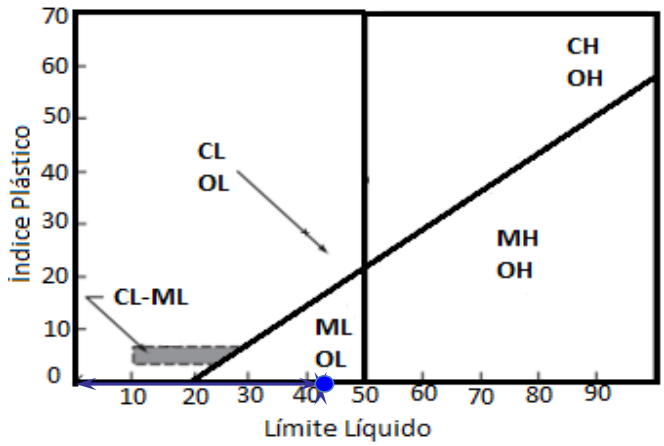
LÍMITE LÍQUIDO

CÁPSULA No.	Peso Cápsula + Muestra Húmeda (gr)	Peso Cápsula + Muestra Seca (gr)	Peso Cápsula (gr)	Peso del Agua Ww (gr)	Peso de Sólidos Ws (gr)	Contenido de Agua W%	No de golpes
15	72.60	59.35	28.35	13.25	31.00	**42.7**	25



Límite Plástico	
Cápsula No.	--
Peso Cápsula + Muestra Húmeda (gr)	0.00
Peso Cápsula + Muestra Seca (gr)	0.00
Peso Cápsula (gr)	0.00
PESO DEL AGUA Ww (gr)	0.00
PESO DE SÓLIDOS Ws (gr)	0.00
CONTENIDO DE AGUA W (%)	--

CARTA DE PLASTICIDAD



CONTRACCIÓN LINEAL

Recipiente	Longitud Inicial (mm)	Longitud Final (mm)	Contracción Lineal %
01	99.98	98.77	1.2

RESUMEN	
LL (%)	42.7
LP (%)	N.P.
IP (%)	N.P.
CL (%)	1.2

[redacted]

LABORATORIO DE MATERIALES, MECÁNICA DE SUELOS E INGENIERÍA ESTRUCTURAL

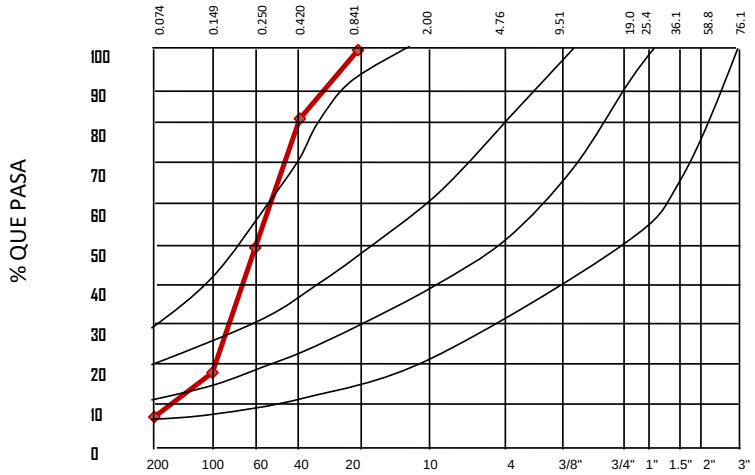
INFORME DE ENSAYE DE MATERIALES

METODOS DE PRUEBA VIGENTES EMPLEADOS: (*AASHTO-T) 99, 180; (*NMX - C)30, 170, 77, 164, 166, 73, 84

OBRA:	**PUEBLO BONITO**	No. DE SONDEO	**SM-01**
CLIENTE:	**LAZKI S.A. DE C.V.**	PROF. (m)	0.60 - 1.20
LOCALIZACIÓN	**PLAYA DL CARMEN, SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.**	MUESTRA:	2 (INFERIOR)
TRAMO:	--		
FECHA:	2018/11/12 - 2018/12/13	RESPONSABLE.	--

ZONAS DE ESPECIFICACIONES GRANULOMETRICAS

MALLA No.	MATERIAL QUE PASA (%)
3" (76.2)	
2" (50.8)	
1 1/2" (38.1)	
1" (25.4)	
3/4" (19.0)	
3/8" (9.51)	
No. 4 (4.76)	
No. 10 (2.00)	
No. 20 (0.841)	**100**
No. 40 (0.420)	**83**
No. 60 (0.250)	**51**
No. 100 (0.149)	**20**
No. 200 (0.074)	**9**



RESULTADOS OBTENIDOS DE LOS ENSAYES EFECTUADOS			
MUESTRA No	PESO HUMEDO (grs)	PESO SECO (grs)	HUMEDAD (%)
2 (INFERIOR)	195.00	145.00	34.48

PRUEBAS SOBRE MATERIAL TAMIZADO POR MALLA Nº 40			
LIMITE LIQUIDO (%)	36.00	CONTRACCION LINEAL (%)	0.00
LIMITE PLASTICO (%)	N.P.	S.U.C.S	**SM**
INIDICE PLASTICO (%)	N.P.	CLASIF:	

LABORATORISTA

Vo. Bo. SIGNATORIO

RECIBIO

NOMBRE Y FIRMA

PROHIBIDA LA REPRODUCCION TOTAL DE ESTE INFORME SIN LA AUTORIZACION DEL LABORATORIO.
ESTE INFORME SOLO AFECTA A LOS ESPECIMENES Y/O MUESTRAS SOMETIDOS A PRUEBA.
MIEMBRO NUMERO No. 70 DE LA ASOCIACION NACIONAL DE LABORATORIOS INDEPENDIENTES AL SERVICIO DE LA CONSTRUCCION A.C.

LABORATORIO DE MATERIALES, MECÁNICA DE SUELOS E INGENIERÍA ESTRUCTURAL

OBRA:	**PUEBLO BONITO**	No. SONDEO:	SM.01
CLIENTE:	LAZKI S.A. DE C.V.	Profundidad (m)	0.60 - 1.20
LOCALIZACION:	PLAYA DEL CARMEN, SOILIDARIDAD, QUINTANA ROO.	MUESTRA:	2 (INFERIOR)
TRAMO:	---	RESPONSABLE:	
FECHA:	2018/11/12 - 2018/12/13		

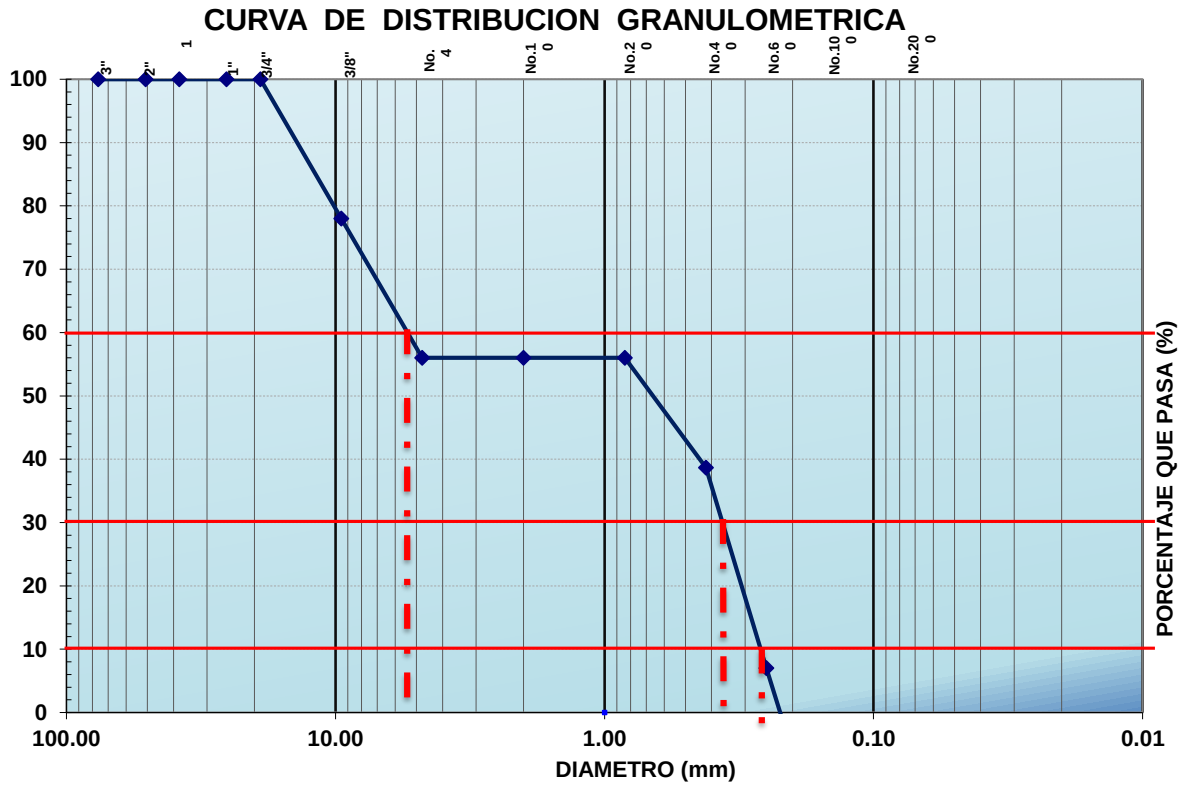
INFORME DE CURVA GRANULOMETRICA

COMPOSICION DEL MATERIAL RETENIDO EN LA MALLA No.4

No. MALLA	ABERTURA(mm)	P. S. RET.(gr)	(%)RETENIDO	(%)ACUMULADO	(%) QUE PASA
3"	76.20	0.00	0	0	100
2"	50.80	0.00	0	0	100
1 1/2"	38.10	0.00	0	0	100
1"	25.40	0.00	0	0	100
3/4"	19.00	0.00	0	0	100
3/8"	9.51	0.00	22	22	78
No.4	4.76	0.00	22	44	56

COMPOSICION DEL MATERIAL QUE PASA LA MALLA No.4

No. MALLA	ABERTURA(mm)	P. S. RET.(gr)	(%)RETENIDO	(%)ACUMULADO	(%) QUE PASA
No.10	2.00	0.00	0	44	56
No.20	0.84	0.00	0	44	56
No.40	0.42	25.10	17	61	39
No.60	0.25	45.90	32	93	7
No.100	0.15	44.70	31	124	-24
No.200	0.07	16.20	11	135	-35
Pasa malla No.200		13.10	9	144	-44
Suma		145.00	100		



D_{10}	D_{30}	D_{60}
0.260	**0.350**	**5.500**

C_C	**0.2**
C_U	**21.2**

Vo. Bo. SIGNATORIO

[redacted]

NOMBRE Y FIRMA

RECIBIO

NOMBRE Y FIRMA

PROHIBIDA LA REPRODUCCION TOTAL DE ESTE INFORME SIN LA AUTORIZACION DEL LABORATORIO.
ESTE INFORME SOLO AFECTA A LOS ESPECIMENES Y/O MUESTRAS SOMETIDOS A PRUEBA.
MIEMBRO NUMERO No. 70 DE LA ASOCIACION NACIONAL DE LABORATORIOS INDEPENDIENTES AL SERVICIO DE LA CONSTRUCCION A.C.

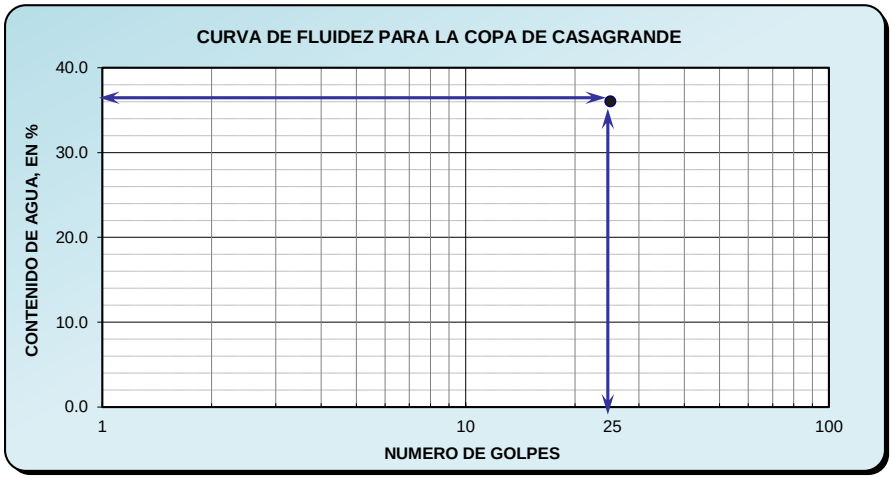
[redacted]

Límites de Atterberg

PROYECTO:	PUEBLO BONITO				
PROCEDENCIA:	PLAYA DEL CARMEN, SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.				
SONDEO:	SM-01	MUESTRA	2 (INFERIOR)	Fecha	2018/11/12 - 2018/12/13

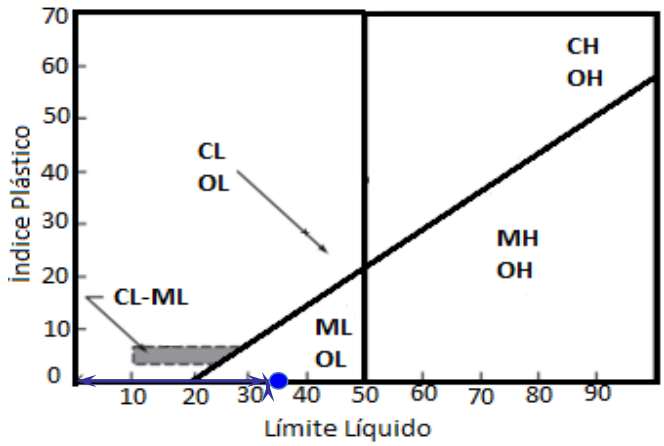
LÍMITE LÍQUIDO

CÁPSULA No.	Peso Cápsula + Muestra Húmeda (gr)	Peso Cápsula + Muestra Seca (gr)	Peso Cápsula (gr)	Peso del Agua Ww (gr)	Peso de Sólidos Ws (gr)	Contenido de Agua W%	No de golpes
1-A	75.50	63.00	28.32	12.50	34.68	**36.0**	25



Límite Plástico	
Cápsula No.	--
Peso Cápsula + Muestra Húmeda (gr)	0.00
Peso Cápsula + Muestra Seca (gr)	0.00
Peso Cápsula (gr)	0.00
PESO DEL AGUA Ww (gr)	0.00
PESO DE SÓLIDOS Ws (gr)	0.00
CONTENIDO DE AGUA W (%)	--

CARTA DE PLASTICIDAD



CONTRACCIÓN LINEAL

Recipiente	Longitud Inicial (mm)	Longitud Final (mm)	Contracción Lineal %
01	99.99	99.99	**0.00**

RESUMEN	
LL (%)	36.0
LP (%)	N.P.
IP (%)	N.P.
CL (%)	0.0

[redacted]

LABORATORIO DE MATERIALES, MECÁNICA DE SUELOS E INGENIERÍA ESTRUCTURAL

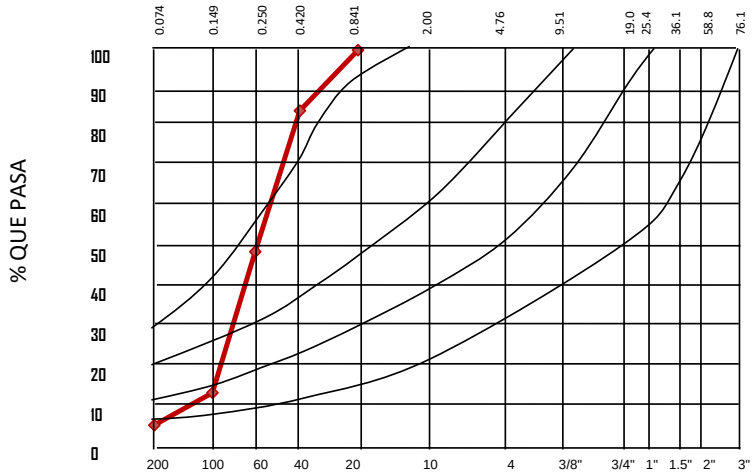
INFORME DE ENSAYE DE MATERIALES

METODOS DE PRUEBA VIGENTES EMPLEADOS: (*AASHTO-T) 99, 180; (*NMX - C)30, 170, 77, 164, 166, 73, 84

OBRA:	**PUEBLO BONITO**	No. DE SONDEO	**SM-01**
CLIENTE:	**LAZKI S.A. DE C.V.**	PROF. (m)	0.60 - 1.20
LOCALIZACIÓN	**PLAYA DL CARMEN, SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.**	MUESTRA:	2 (SUPERIOR)
TRAMO:	--		
FECHA:	2018/11/12 - 2018/12/13	RESPONSABLE.	--

ZONAS DE ESPECIFICACIONES GRANULOMETRICAS

MALLA No.	MATERIAL QUE PASA (%)
3" (76.2)	
2" (50.8)	
1 1/2" (38.1)	
1" (25.4)	
3/4" (19.0)	
3/8" (9.51)	
No. 4 (4.76)	
No. 10 (2.00)	
No. 20 (0.841)	**100**
No. 40 (0.420)	**85**
No. 60 (0.250)	**50**
No. 100 (0.149)	**15**
No. 200 (0.074)	**7**



RESULTADOS OBTENIDOS DE LOS ENSAYES EFECTUADOS			
MUESTRA No	PESO HUMEDO (grs)	PESO SECO (grs)	HUMEDAD (%)
2 (SUPERIOR)	177.50	124.30	42.80

PRUEBAS SOBRE MATERIAL TAMIZADO POR MALLA Nº 40			
LIMITE LIQUIDO (%)	42.70	CONTRACCION LINEAL (%)	1.20
LIMITE PLASTICO (%)	N.P.	S.U.C.S	**SM**
INIDICE PLASTICO (%)	N.P.	CLASIF:	

LABORATORISTA

Vo. Bo. SIGNATORIO

RECIBIO

[redacted]

NOMBRE Y FIRMA

PROHIBIDA LA REPRODUCCION TOTAL DE ESTE INFORME SIN LA AUTORIZACION DEL LABORATORIO.
ESTE INFORME SOLO AFECTA A LOS ESPECIMENES Y/O MUESTRAS SOMETIDOS A PRUEBA.
MIEMBRO NUMERO No. 70 DE LA ASOCIACION NACIONAL DE LABORATORIOS INDEPENDIENTES AL SERVICIO DE LA CONSTRUCCION A.C.
DIRECCION [redacted]

LABORATORIO DE MATERIALES, MECÁNICA DE SUELOS E INGENIERÍA ESTRUCTURAL

OBRA:	**PUEBLO BONITO**	No. SONDEO:	SM.01
CLIENTE:	LAZKI S.A. DE C.V.	Profundidad (m)	0.60 - 1.20
LOCALIZACION:	PLAYA DEL CARMEN, SOILIDARIDAD, QUINTANA ROO.	MUESTRA:	2 (SUPERIOR)
TRAMO:	---	RESPONSABLE:	
FECHA:	2018/11/12 - 2018/12/13		

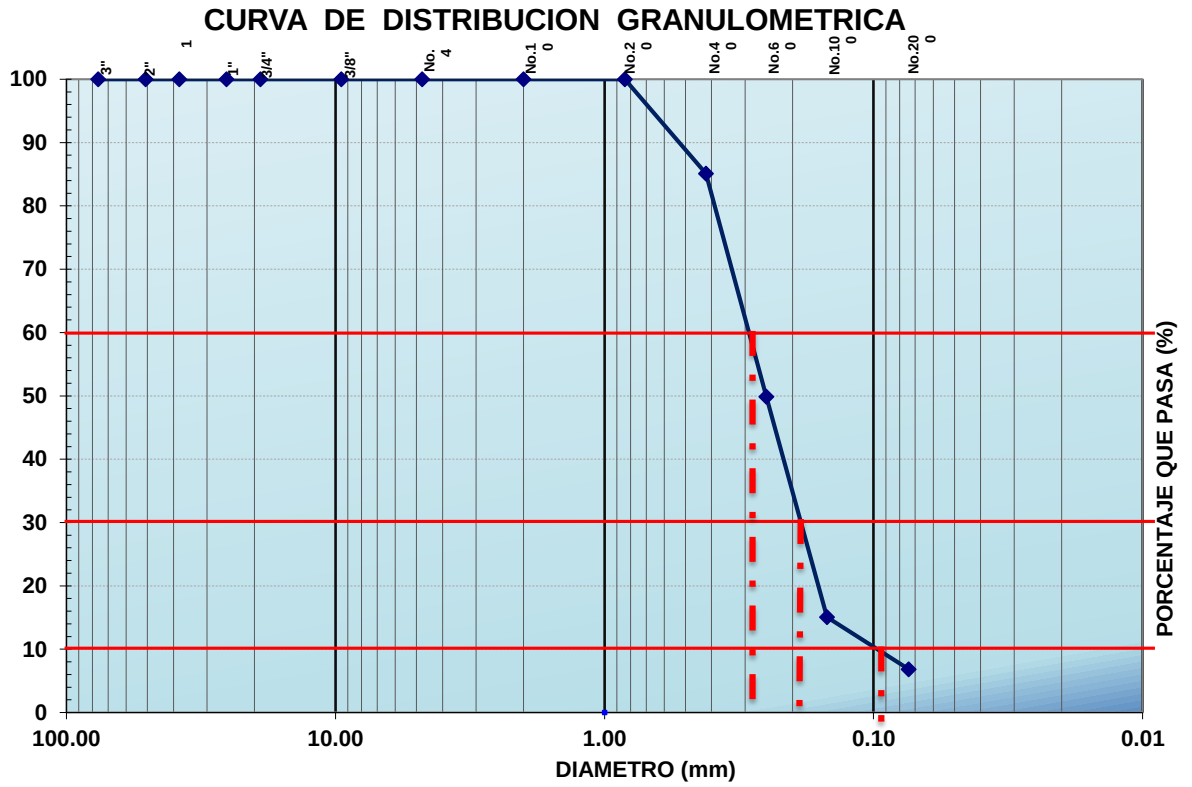
INFORME DE CURVA GRANULOMETRICA

COMPOSICION DEL MATERIAL RETENIDO EN LA MALLA No.4

No. MALLA	ABERTURA(mm)	P. S. RET.(gr)	(%)RETENIDO	(%)ACUMULADO	(%) QUE PASA
3"	76.20	0.00	0	0	100
2"	50.80	0.00	0	0	100
1 1/2"	38.10	0.00	0	0	100
1"	25.40	0.00	0	0	100
3/4"	19.00	0.00	0	0	100
3/8"	9.51	0.00	0	0	100
No.4	4.76	0.00	0	0	100

COMPOSICION DEL MATERIAL QUE PASA LA MALLA No.4

No. MALLA	ABERTURA(mm)	P. S. RET.(gr)	(%)RETENIDO	(%)ACUMULADO	(%) QUE PASA
No.10	2.00	0.00	0	0	100
No.20	0.84	0.00	0	0	100
No.40	0.42	18.50	15	15	85
No.60	0.25	43.80	35	50	50
No.100	0.15	43.30	35	85	15
No.200	0.07	10.20	8	93	7
Pasa malla No.200		8.50	7	100	0
Suma		124.30	100		



D_{10}	D_{30}	D_{60}
0.090	**0.190**	**0.290**

C_C	**0.1**
C_U	**3.2**

Vo. Bo. SIGNATORIO

[redacted]

RECIBIO

NOMBRE Y FIRMA

PROHIBIDA LA REPRODUCCION TOTAL DE ESTE INFORME SIN LA AUTORIZACION DEL LABORATORIO.
ESTE INFORME SOLO AFECTA A LOS ESPECIMENES Y/O MUESTRAS SOMETIDOS A PRUEBA.
MIEMBRO NUMERO No. 70 DE LA ASOCIACION NACIONAL DE LABORATORIOS INDEPENDIENTES AL SERVICIO DE LA CONSTRUCCION A.C.

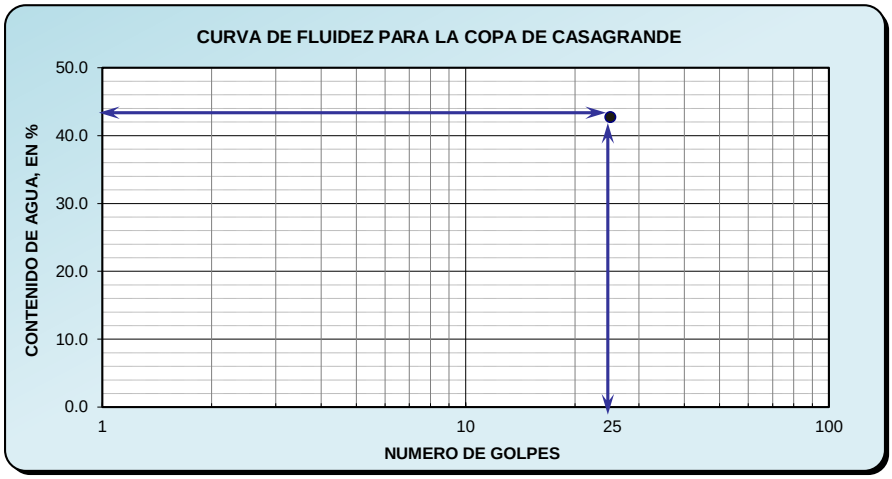
[redacted]

Límites de Atterberg

PROYECTO:	PUEBLO BONITO				
PROCEDENCIA:	PLAYA DEL CARMEN, SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.				
SONDEO:	SM-01	MUESTRA	2 (SUPERIOR)	Fecha	2018/11/12 - 2018/12/13

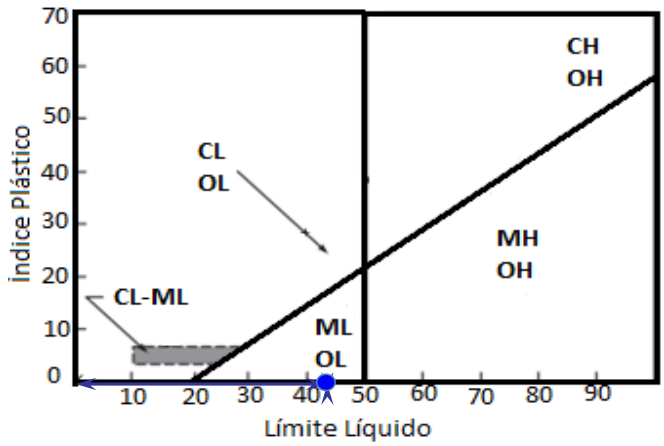
LÍMITE LÍQUIDO

CÁPSULA No.	Peso Cápsula + Muestra Húmeda (gr)	Peso Cápsula + Muestra Seca (gr)	Peso Cápsula (gr)	Peso del Agua Ww (gr)	Peso de Sólidos Ws (gr)	Contenido de Agua W%	No de golpes
15	72.60	59.35	28.35	13.25	31.00	**42.7**	25



Límite Plástico	
Cápsula No.	--
Peso Cápsula + Muestra Húmeda (gr)	0.00
Peso Cápsula + Muestra Seca (gr)	0.00
Peso Cápsula (gr)	0.00
PESO DEL AGUA Ww (gr)	0.00
PESO DE SÓLIDOS Ws (gr)	0.00
CONTENIDO DE AGUA W (%)	--

CARTA DE PLASTICIDAD



CONTRACCIÓN LINEAL

Recipiente	Longitud Inicial (mm)	Longitud Final (mm)	Contracción Lineal %
03	99.98	98.77	**1.21**

RESUMEN	
LL (%)	42.7
LP (%)	N.P.
IP (%)	N.P.
CL (%)	1.2

[redacted]

LABORATORIO DE MATERIALES, MECÁNICA DE SUELOS E INGENIERÍA ESTRUCTURAL

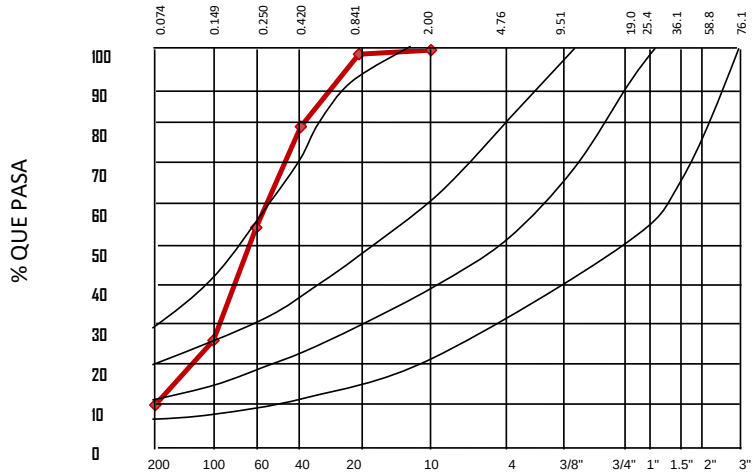
INFORME DE ENSAYE DE MATERIALES

METODOS DE PRUEBA VIGENTES EMPLEADOS: (*AASHTO-T) 99, 180; (*NMX - C)30, 170, 77, 164, 166, 73, 84

OBRA:	**PUEBLO BONITO**	No. DE SONDEO	**SM-01**
CLIENTE:	**LAZKI S.A. DE C.V.**	PROF. (m)	1.20 - 1.80
LOCALIZACIÓN	**PLAYA DL CARMEN, SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.**	MUESTRA:	3
TRAMO:	--		
FECHA:	2018/11/12 - 2018/12/13	RESPONSABLE.	--

ZONAS DE ESPECIFICACIONES GRANULOMETRICAS

MALLA No.	MATERIAL QUE PASA (%)
3" (76.2)	
2" (50.8)	
1 1/2" (38.1)	
1" (25.4)	
3/4" (19.0)	
3/8" (9.51)	
No. 4 (4.76)	
No. 10 (2.00)	**100**
No. 20 (0.841)	**99**
No. 40 (0.420)	**81**
No. 60 (0.250)	**56**
No. 100 (0.149)	**28**
No. 200 (0.074)	**12**



RESULTADOS OBTENIDOS DE LOS ENSAYES EFECTUADOS			
MUESTRA No	PESO HUMEDO (grs)	PESO SECO (grs)	HUMEDAD (%)
3	266.30	198.90	33.89

PRUEBAS SOBRE MATERIAL TAMIZADO POR MALLA Nº 40			
LIMITE LIQUIDO (%)	36.00	CONTRACCION LINEAL (%)	0.00
LIMITE PLASTICO (%)	N.P.	S.U.C.S	**SM**
INIDICE PLASTICO (%)	N.P.	CLASIF:	

LABORATORISTA

Vo. Bo. SIGNATORIO

RECIBIO

NOMBRE Y FIRMA

PROHIBIDA LA REPRODUCCION TOTAL DE ESTE INFORME SIN LA AUTORIZACION DEL LABORATORIO.
ESTE INFORME SOLO AFECTA A LOS ESPECIMENES Y/O MUESTRAS SOMETIDOS A PRUEBA.
MIEMBRO NUMERO No. 70 DE LA ASOCIACION NACIONAL DE LABORATORIOS INDEPENDIENTES AL SERVICIO DE LA CONSTRUCCION A.C.

LABORATORIO DE MATERIALES, MECÁNICA DE SUELOS E INGENIERÍA ESTRUCTURAL

socio activo analisec

OBRA:	**PUEBLO BONITO**	No. SONDEO:	SM.01
CLIENTE:	LAZKI S.A. DE C.V.	Profundidad (m)	1.20 - 1.80
LOCALIZACION:	PLAYA DEL CARMEN, SOILIDARIDAD, QUINTANA ROO.	MUESTRA:	3
TRAMO:	---	RESPONSABLE:	
FECHA:	2018/11/12 - 2018/12/13		

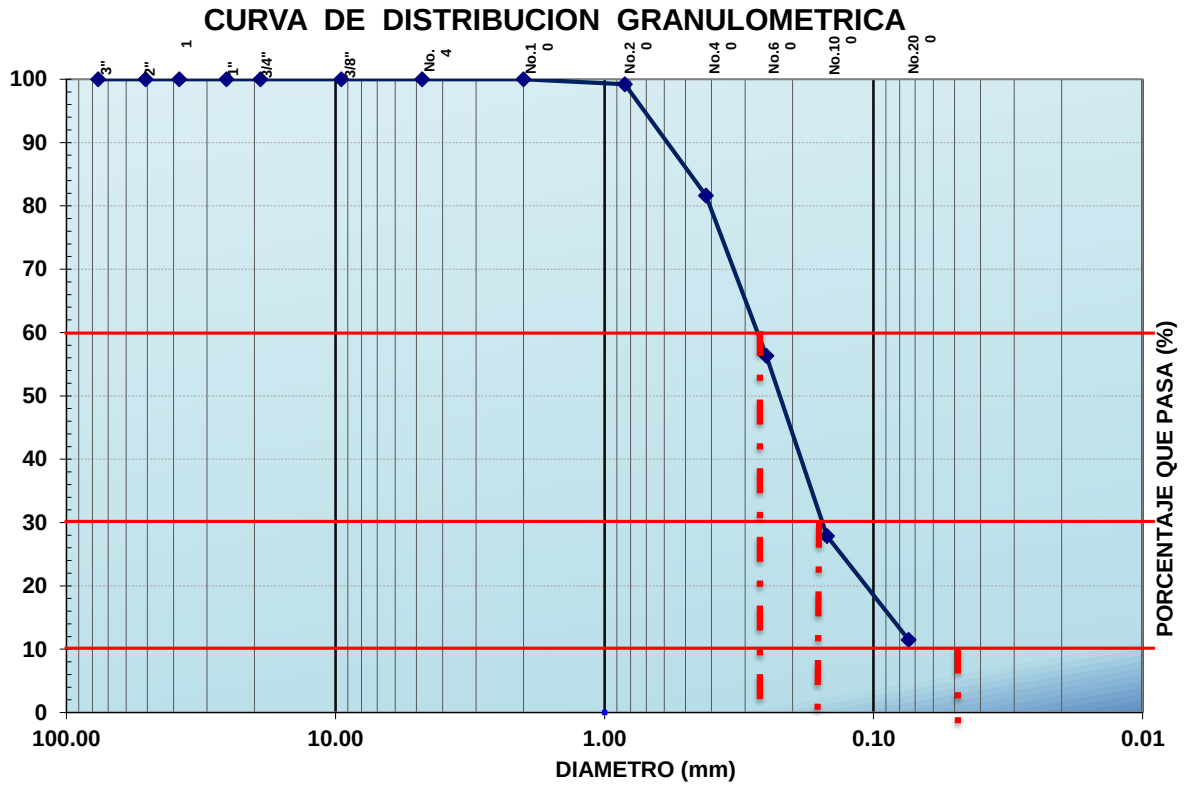
INFORME DE CURVA GRANULOMETRICA

COMPOSICION DEL MATERIAL RETENIDO EN LA MALLA No.4

No. MALLA	ABERTURA(mm)	P. S. RET.(gr)	(%)RETENIDO	(%)ACUMULADO	(%) QUE PASA
3"	76.20	0.00	0	0	100
2"	50.80	0.00	0	0	100
1 1/2"	38.10	0.00	0	0	100
1"	25.40	0.00	0	0	100
3/4"	19.00	0.00	0	0	100
3/8"	9.51	0.00	0	0	100
No.4	4.76	0.00	0	0	100

COMPOSICION DEL MATERIAL QUE PASA LA MALLA No.4

No. MALLA	ABERTURA(mm)	P. S. RET.(gr)	(%)RETENIDO	(%)ACUMULADO	(%) QUE PASA
No.10	2.00	0.00	0	0	100
No.20	0.84	1.60	1	1	99
No.40	0.42	34.90	18	18	82
No.60	0.25	50.40	25	44	56
No.100	0.15	56.60	28	72	28
No.200	0.07	32.60	16	89	11
Pasa malla No.200		22.80	11	100	0
Suma		198.90	100		



D_{10}	D_{30}	D_{60}
--	**0.160**	**0.270**

C_C	--
C_U	--

Vo. Bo. SIGNATORIO

[redacted]

NOMBRE Y FIRMA

RECIBIO

NOMBRE Y FIRMA

PROHIBIDA LA REPRODUCCION TOTAL DE ESTE INFORME SIN LA AUTORIZACION DEL LABORATORIO.
ESTE INFORME SOLO AFECTA A LOS ESPECIMENES Y/O MUESTRAS SOMETIDOS A PRUEBA.
MIEMBRO NUMERO No. 70 DE LA ASOCIACION NACIONAL DE LABORATORIOS INDEPENDIENTES AL SERVICIO DE LA CONSTRUCCION A.C.

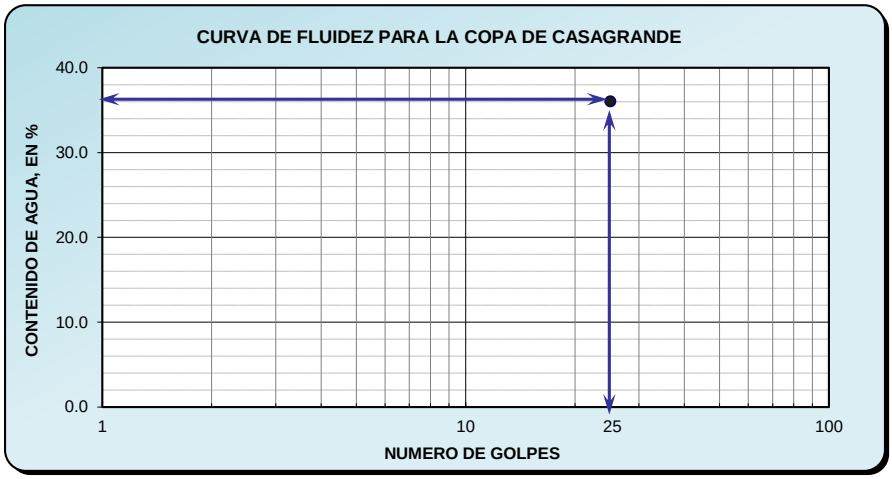
[redacted]

Límites de Atterberg

PROYECTO:	PUEBLO BONITO				
PROCEDENCIA:	PLAYA DEL CARMEN, SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.				
SONDEO:	SM-01	MUESTRA	03	Fecha	2018/11/12 - 2018/12/13

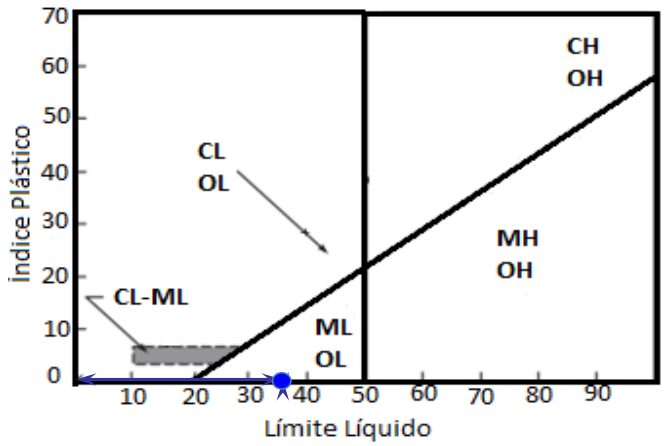
LÍMITE LÍQUIDO

CÁPSULA No.	Peso Cápsula + Muestra Húmeda (gr)	Peso Cápsula + Muestra Seca (gr)	Peso Cápsula (gr)	Peso del Agua Ww (gr)	Peso de Sólidos Ws (gr)	Contenido de Agua W%	No de golpes
1-A	75.50	63.00	28.32	12.50	34.68	**36.0**	25



Límite Plástico	
Cápsula No.	--
Peso Cápsula + Muestra Húmeda (gr)	0.00
Peso Cápsula + Muestra Seca (gr)	0.00
Peso Cápsula (gr)	0.00
PESO DEL AGUA Ww (gr)	0.00
PESO DE SÓLIDOS Ws (gr)	0.00
CONTENIDO DE AGUA W (%)	--

CARTA DE PLASTICIDAD



CONTRACCIÓN LINEAL

Recipiente	Longitud Inicial (mm)	Longitud Final (mm)	Contracción Lineal %
02	100.00	100.00	**0.00**

RESUMEN	
LL (%)	36.0
LP (%)	N.P.
IP (%)	N.P.
CL (%)	0.0

[redacted]

LABORATORIO DE MATERIALES, MECÁNICA DE SUELOS E INGENIERÍA ESTRUCTURAL

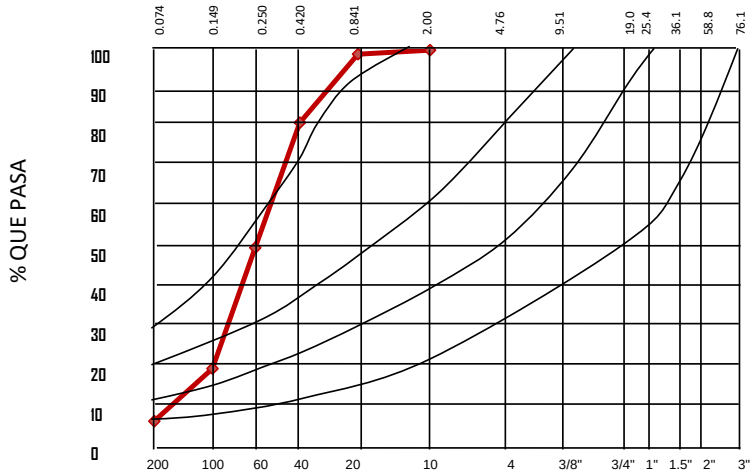
INFORME DE ENSAYE DE MATERIALES

METODOS DE PRUEBA VIGENTES EMPLEADOS: (*AASHTO-T) 99, 180; (*NMX - C)30, 170, 77, 164, 166, 73, 84

OBRA:	**PUEBLO BONITO**	No. DE SONDEO	**SM-01**
CLIENTE:	**LAZKI S.A. DE C.V.**	PROF. (m)	1.80 - 2.40
LOCALIZACIÓN	**PLAYA DL CARMEN, SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.**	MUESTRA:	4
TRAMO:	--		
FECHA:	2018/11/12 - 2018/12/13	RESPONSABLE.	--

ZONAS DE ESPECIFICACIONES GRANULOMETRICAS

MALLA No.	MATERIAL QUE PASA (%)
3" (76.2)	
2" (50.8)	
1 1/2" (38.1)	
1" (25.4)	
3/4" (19.0)	
3/8" (9.51)	
No. 4 (4.76)	
No. 10 (2.00)	**100**
No. 20 (0.841)	**99**
No. 40 (0.420)	**82**
No. 60 (0.250)	**51**
No. 100 (0.149)	**21**
No. 200 (0.074)	**8**



RESULTADOS OBTENIDOS DE LOS ENSAYES EFECTUADOS			
MUESTRA No	PESO HUMEDO (grs)	PESO SECO (grs)	HUMEDAD (%)
4	271.90	201.90	34.67

PRUEBAS SOBRE MATERIAL TAMIZADO POR MALLA Nº 40			
LIMITE LIQUIDO (%)	36.00	CONTRACCION LINEAL (%)	0.00
LIMITE PLASTICO (%)	N.P.	S.U.C.S	**SM**
INIDICE PLASTICO (%)	N.P.	CLASIF:	

LABORATORISTA

Vo. Bo. SIGNATORIO

RECIBIO

NOMBRE Y FIRMA

PROHIBIDA LA REPRODUCCION TOTAL DE ESTE INFORME SIN LA AUTORIZACION DEL LABORATORIO.
ESTE INFORME SOLO AFECTA A LOS ESPECIMENES Y/O MUESTRAS SOMETIDOS A PRUEBA.
MIEMBRO NUMERO No. 70 DE LA ASOCIACION NACIONAL DE LABORATORIOS INDEPENDIENTES AL SERVICIO DE LA CONSTRUCCION A.C.

LABORATORIO DE MATERIALES, MECÁNICA DE SUELOS E INGENIERÍA ESTRUCTURAL

OBRA:	**PUEBLO BONITO**	No. SONDEO:	SM.01
CLIENTE:	LAZKI S.A. DE C.V.	Profundidad (m)	1.80 - 2.40
LOCALIZACION:	PLAYA DEL CARMEN, SOILIDARIDAD, QUINTANA ROO.	MUESTRA:	4
TRAMO:	---	RESPONSABLE:	
FECHA:	2018/11/12 - 2018/12/13		

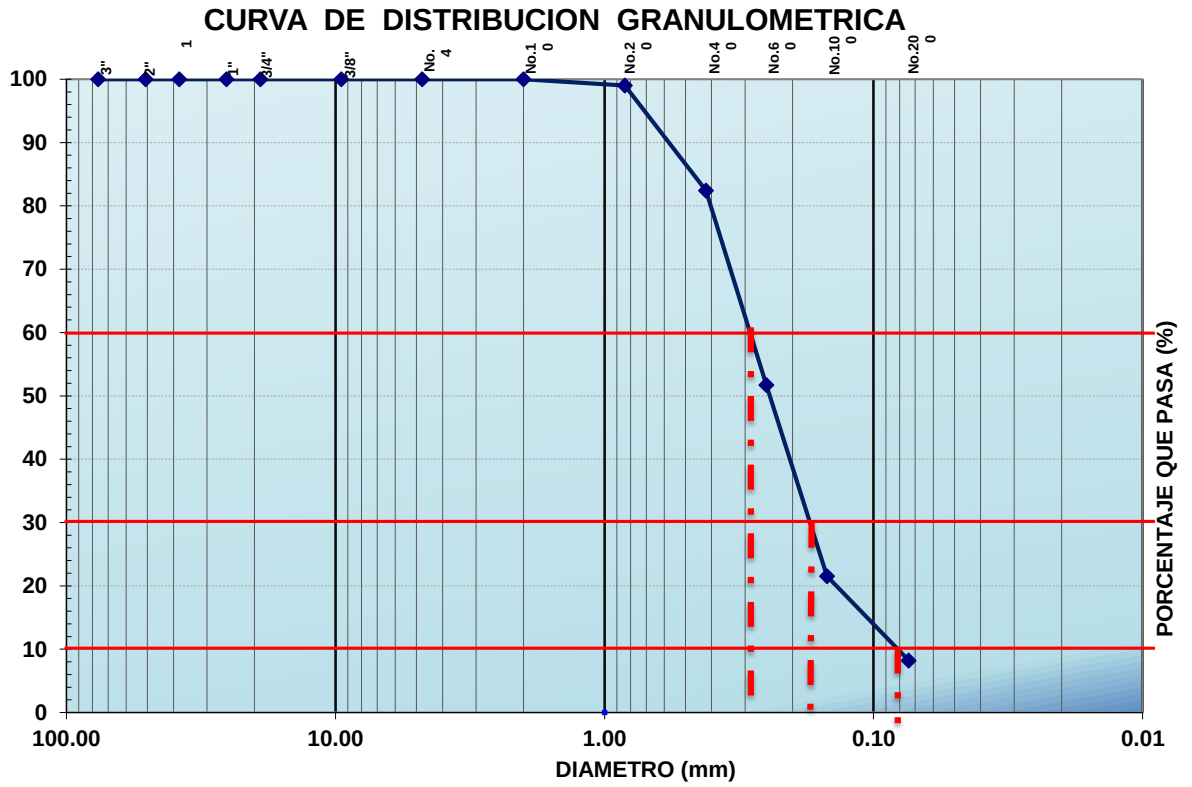
INFORME DE CURVA GRANULOMETRICA

COMPOSICION DEL MATERIAL RETENIDO EN LA MALLA No.4

No. MALLA	ABERTURA(mm)	P. S. RET.(gr)	(%)RETENIDO	(%)ACUMULADO	(%) QUE PASA
3"	76.20	0.00	0.00	0.00	100
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100
1 1/2"	38.10	0.00	0.00	0.00	100
1"	25.40	0.00	0.00	0.00	100
3/4"	19.00	0.00	0.00	0.00	100
3/8"	9.51	0.00	0.00	0.00	100
No.4	4.76	0.00	0.00	0.00	100

COMPOSICION DEL MATERIAL QUE PASA LA MALLA No.4

No. MALLA	ABERTURA(mm)	P. S. RET.(gr)	(%)RETENIDO	(%)ACUMULADO	(%) QUE PASA
No.10	2.00	0.00	0.00	0.00	100
No.20	0.84	2.00	0.99	0.99	99
No.40	0.42	33.50	16.59	17.58	82
No.60	0.25	62.00	30.71	48.29	52
No.100	0.15	60.90	30.16	78.45	22
No.200	0.07	26.90	13.32	91.78	8
Pasa malla No.200		16.60	8.22	100.00	0
Suma		201.90	100.00		



D_{10}	D_{30}	D_{60}
0.080	**0.180**	**0.290**

C_C	**0.1**
C_U	**3.6**

RECIBIO

NOMBRE Y FIRMA

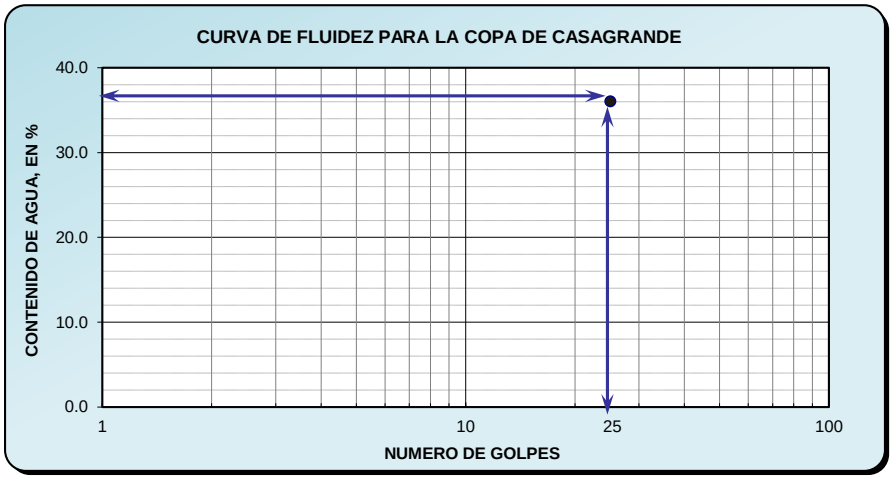
PROHIBIDA LA REPRODUCCION TOTAL DE ESTE INFORME SIN LA AUTORIZACION DEL LABORATORIO.
ESTE INFORME SOLO AFECTA A LOS ESPECIMENES Y/O MUESTRAS SOMETIDOS A PRUEBA.
MIEMBRO NUMERO No. 70 DE LA ASOCIACION NACIONAL DE LABORATORIOS INDEPENDIENTES AL SERVICIO DE LA CONSTRUCCION A.C.

Límites de Atterberg

PROYECTO:	PUEBLO BONITO				
PROCEDENCIA:	PLAYA DEL CARMEN, SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.				
SONDEO:	SM-01	MUESTRA	4	Fecha	2018/11/12 - 2018/12/13

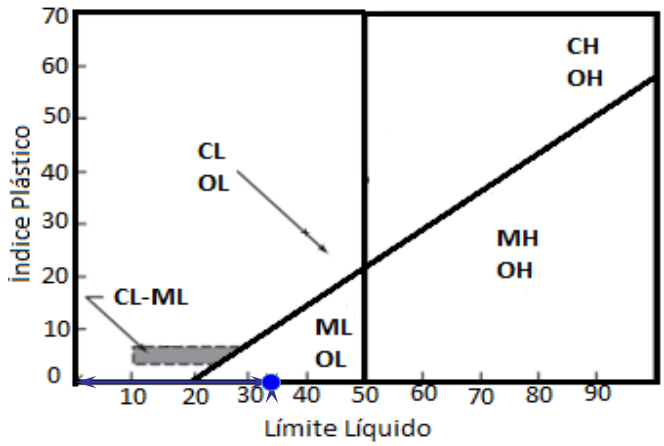
LÍMITE LÍQUIDO

CÁPSULA No.	Peso Cápsula + Muestra Húmeda (gr)	Peso Cápsula + Muestra Seca (gr)	Peso Cápsula (gr)	Peso del Agua Ww (gr)	Peso de Sólidos Ws (gr)	Contenido de Agua W%	No de golpes
1 - A	75.50	63.00	28.32	12.50	34.68	**36.0**	25



Límite Plástico	
Cápsula No.	--
Peso Cápsula + Muestra Húmeda (gr)	0.00
Peso Cápsula + Muestra Seca (gr)	0.00
Peso Cápsula (gr)	0.00
PESO DEL AGUA Ww (gr)	0.00
PESO DE SÓLIDOS Ws (gr)	0.00
CONTENIDO DE AGUA W (%)	#¡DIV/0!

CARTA DE PLASTICIDAD



CONTRACCIÓN LINEAL

Recipiente	Longitud Inicial (mm)	Longitud Final (mm)	Contracción Lineal %
02	100.00	100.00	**0.00**

RESUMEN	
LL (%)	36.0
LP (%)	N.P.
IP (%)	N.P.
CL (%)	N.P.

[redacted]

LABORATORIO DE MATERIALES, MECÁNICA DE SUELOS E INGENIERÍA ESTRUCTURAL

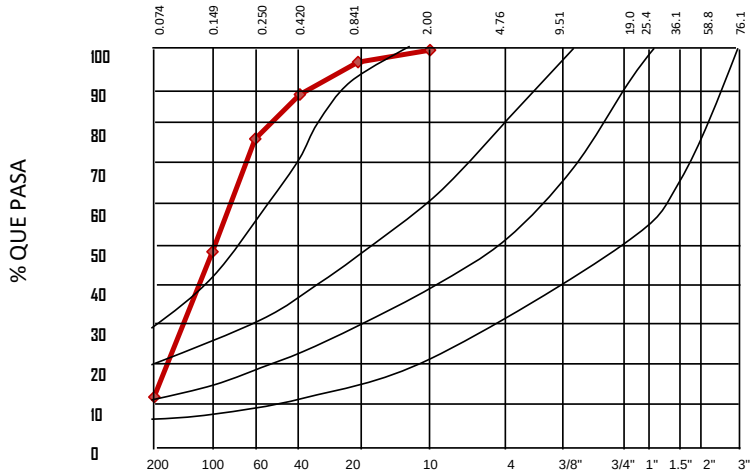
INFORME DE ENSAYE DE MATERIALES

METODOS DE PRUEBA VIGENTES EMPLEADOS: (*AASHTO-T) 99, 180; (*NMX - C)30, 170, 77, 164, 166, 73, 84

OBRA:	**PUEBLO BONITO**	No. DE SONDEO	**SM-01**
CLIENTE:	**LAZKI S.A. DE C.V.**	PROF. (m)	2.40 - 3.00
LOCALIZACIÓN	**PLAYA DL CARMEN, SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.**	MUESTRA:	5
TRAMO:	--		
FECHA:	2018/11/12 - 2018/12/13	RESPONSABLE.	--

ZONAS DE ESPECIFICACIONES GRANULOMETRICAS

MALLA No.	MATERIAL QUE PASA (%)
3" (76.2)	
2" (50.8)	
1 1/2" (38.1)	
1" (25.4)	
3/4" (19.0)	
3/8" (9.51)	
No. 4 (4.76)	
No. 10 (2.00)	**100**
No. 20 (0.841)	**97**
No. 40 (0.420)	**89**
No. 60 (0.250)	**78**
No. 100 (0.149)	**50**
No. 200 (0.074)	**14**



RESULTADOS OBTENIDOS DE LOS ENSAYES EFECTUADOS			
MUESTRA No	PESO HUMEDO (grs)	PESO SECO (grs)	HUMEDAD (%)
5	190.40	135.60	40.41

PRUEBAS SOBRE MATERIAL TAMIZADO POR MALLA Nº 40			
LIMITE LIQUIDO (%)	36.00	CONTRACCION LINEAL (%)	0.00
LIMITE PLASTICO (%)	N.P.	S.U.C.S	**SM**
INIDICE PLASTICO (%)	N.P.	CLASIF:	

LABORATORISTA

Vo. Bo. SIGNATORIO

RECIBIO

NOMBRE Y FIRMA

PROHIBIDA LA REPRODUCCION TOTAL DE ESTE INFORME SIN LA AUTORIZACION DEL LABORATORIO.
ESTE INFORME SOLO AFECTA A LOS ESPECIMENES Y/O MUESTRAS SOMETIDOS A PRUEBA.
MIEMBRO NUMERO No. 70 DE LA ASOCIACION NACIONAL DE LABORATORIOS INDEPENDIENTES AL SERVICIO DE LA CONSTRUCCION A.C.

LABORATORIO DE MATERIALES, MECÁNICA DE SUELOS E INGENIERÍA ESTRUCTURAL

OBRA:	**PUEBLO BONITO**	No. SONDEO:	SM.01
CLIENTE:	LAZKI S.A. DE C.V.	Profundidad (m)	2.40 - 3.00
LOCALIZACION:	PLAYA DEL CARMEN, SOILIDARIDAD, QUINTANA ROO.	MUESTRA:	5
TRAMO:	---	RESPONSABLE:	
FECHA:	2018/11/12 - 2018/12/13		

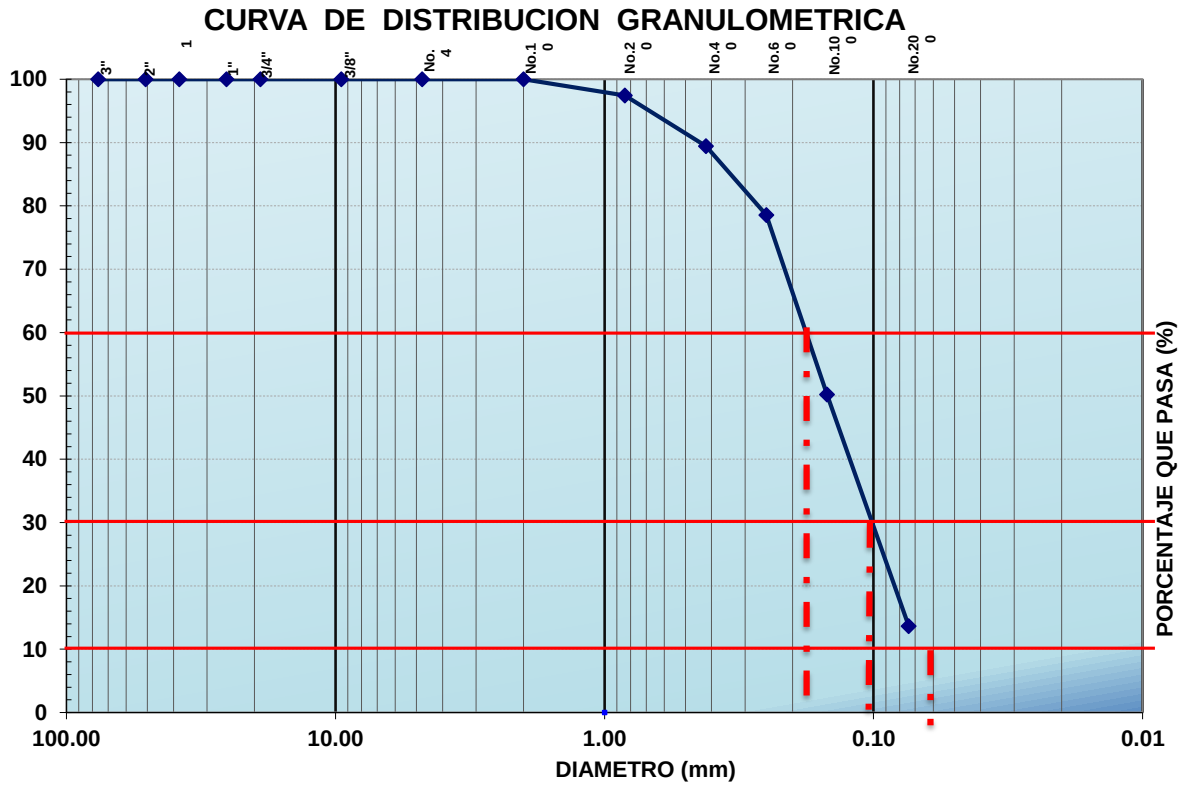
INFORME DE CURVA GRANULOMETRICA

COMPOSICION DEL MATERIAL RETENIDO EN LA MALLA No.4

No. MALLA	ABERTURA(mm)	P. S. RET.(gr)	(%)RETENIDO	(%)ACUMULADO	(%) QUE PASA
3"	76.20	0.00	0.00	0.00	100
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100
1 1/2"	38.10	0.00	0.00	0.00	100
1"	25.40	0.00	0.00	0.00	100
3/4"	19.00	0.00	0.00	0.00	100
3/8"	9.51	0.00	0.00	0.00	100
No.4	4.76	0.00	0.00	0.00	100

COMPOSICION DEL MATERIAL QUE PASA LA MALLA No.4

No. MALLA	ABERTURA(mm)	P. S. RET.(gr)	(%)RETENIDO	(%)ACUMULADO	(%) QUE PASA
No.10	2.00	0.00	0.00	0.00	100
No.20	0.84	3.50	2.58	2.58	97
No.40	0.42	10.80	7.96	10.55	89
No.60	0.25	14.80	10.91	21.46	79
No.100	0.15	38.40	28.32	49.78	50
No.200	0.07	49.60	36.58	86.36	14
Pasa malla No.200		18.50	13.64	100.00	0
Suma		135.60	100.00		



D_{10}	D_{30}	D_{60}
--	**0.110**	**0.180**

C_C	--
C_U	--

Vo. Bo. SIGNATORIO

[redacted]

RECIBIO

NOMBRE Y FIRMA

PROHIBIDA LA REPRODUCCION TOTAL DE ESTE INFORME SIN LA AUTORIZACION DEL LABORATORIO.
ESTE INFORME SOLO AFECTA A LOS ESPECIMENES Y/O MUESTRAS SOMETIDOS A PRUEBA.
MIEMBRO NUMERO No. 70 DE LA ASOCIACION NACIONAL DE LABORATORIOS INDEPENDIENTES AL SERVICIO DE LA CONSTRUCCION A.C.

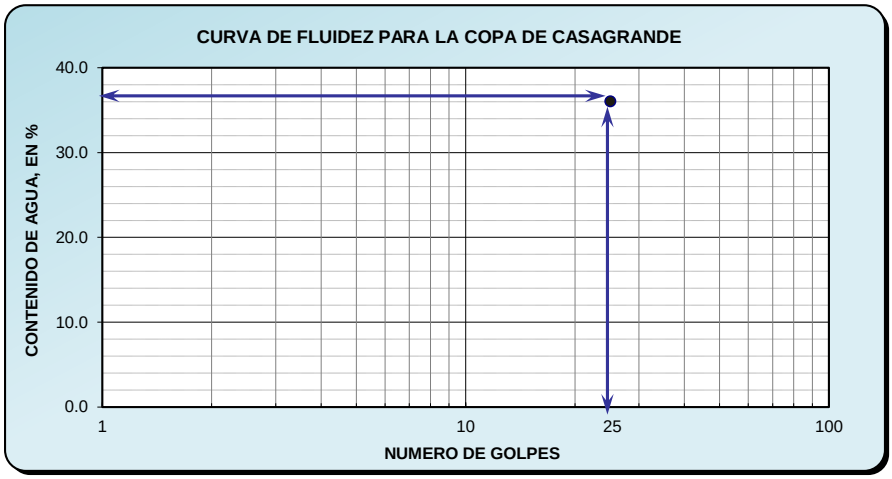
[redacted]

Límites de Atterberg

PROYECTO:	PUEBLO BONITO				
PROCEDENCIA:	PLAYA DEL CARMEN, SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.				
SONDEO:	SM-01	MUESTRA	5	Fecha	2018/11/12 - 2018/12/13

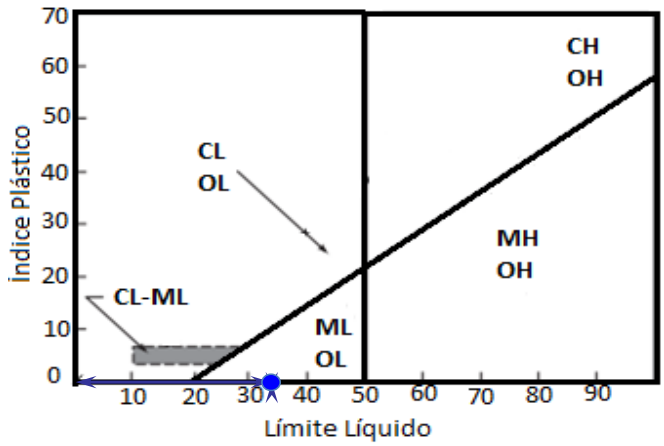
LÍMITE LÍQUIDO

CÁPSULA No.	Peso Cápsula + Muestra Húmeda (gr)	Peso Cápsula + Muestra Seca (gr)	Peso Cápsula (gr)	Peso del Agua Ww (gr)	Peso de Sólidos Ws (gr)	Contenido de Agua W%	No de golpes
1 - A	75.50	63.00	28.32	12.50	34.68	**36.0**	25



Límite Plástico	
Cápsula No.	--
Peso Cápsula + Muestra Húmeda (gr)	0.00
Peso Cápsula + Muestra Seca (gr)	0.00
Peso Cápsula (gr)	0.00
PESO DEL AGUA Ww (gr)	0.00
PESO DE SÓLIDOS Ws (gr)	0.00
CONTENIDO DE AGUA W (%)	#¡DIV/0!

CARTA DE PLASTICIDAD



CONTRACCIÓN LINEAL

Recipiente	Longitud Inicial (mm)	Longitud Final (mm)	Contracción Lineal %
02	100.00	100.00	**0.00**

RESUMEN	
LL (%)	36.0
LP (%)	N.P.
IP (%)	N.P.
CL (%)	N.P.

[redacted]

LABORATORIO DE MATERIALES, MECÁNICA DE SUELOS E INGENIERÍA ESTRUCTURAL

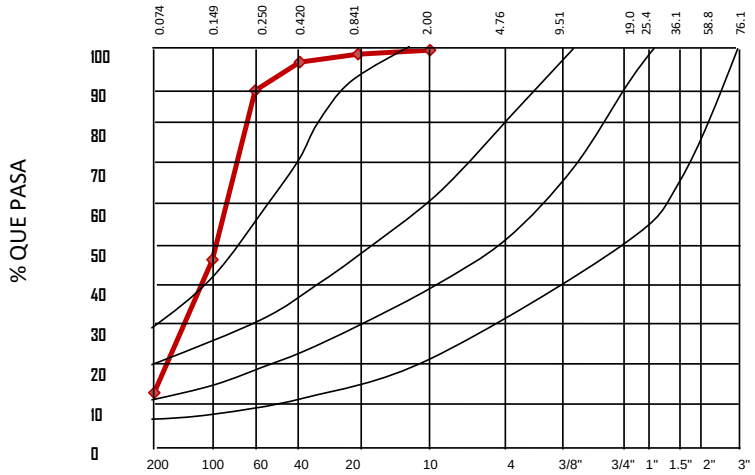
INFORME DE ENSAYE DE MATERIALES

METODOS DE PRUEBA VIGENTES EMPLEADOS: (*AASHTO-T) 99, 180; (*NMX - C)30, 170, 77, 164, 166, 73, 84

OBRA:	**PUEBLO BONITO**	No. DE SONDEO	**SM-01**
CLIENTE:	**LAZKI S.A. DE C.V.**	PROF. (m)	3.00 - 3.60
LOCALIZACIÓN	**PLAYA DL CARMEN, SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.**	MUESTRA:	6
TRAMO:	--		
FECHA:	2018/11/12 - 2018/12/13	RESPONSABLE.	--

ZONAS DE ESPECIFICACIONES GRANULOMETRICAS

MALLA No.	MATERIAL QUE PASA (%)
3" (76.2)	
2" (50.8)	
1 1/2" (38.1)	
1" (25.4)	
3/4" (19.0)	
3/8" (9.51)	
No. 4 (4.76)	
No. 10 (2.00)	**100**
No. 20 (0.841)	**99**
No. 40 (0.420)	**97**
No. 60 (0.250)	**90**
No. 100 (0.149)	**48**
No. 200 (0.074)	**15**



RESULTADOS OBTENIDOS DE LOS ENSAYES EFECTUADOS			
MUESTRA No	PESO HUMEDO (grs)	PESO SECO (grs)	HUMEDAD (%)
6	218.60	158.40	38.01

PRUEBAS SOBRE MATERIAL TAMIZADO POR MALLA Nº 40			
LIMITE LIQUIDO (%)	36.00	CONTRACCION LINEAL (%)	0.00
LIMITE PLASTICO (%)	N.P.	S.U.C.S	**SM**
INIDICE PLASTICO (%)	N.P.	CLASIF:	

LABORATORISTA

Vo. Bo. SIGNATORIO

RECIBIO

NOMBRE Y FIRMA

PROHIBIDA LA REPRODUCCION TOTAL DE ESTE INFORME SIN LA AUTORIZACION DEL LABORATORIO.
ESTE INFORME SOLO AFECTA A LOS ESPECIMENES Y/O MUESTRAS SOMETIDOS A PRUEBA.
MIEMBRO NUMERO No. 70 DE LA ASOCIACION NACIONAL DE LABORATORIOS INDEPENDIENTES AL SERVICIO DE LA CONSTRUCCION A.C.

LABORATORIO DE MATERIALES, MECÁNICA DE SUELOS E INGENIERÍA ESTRUCTURAL

OBRA:	**PUEBLO BONITO**	No. SONDEO:	SM.01
CLIENTE:	LAZKI S.A. DE C.V.	Profundidad (m)	3.00 - 3.60
LOCALIZACION:	PLAYA DEL CARMEN, SOILIDARIDAD, QUINTANA ROO.	MUESTRA:	6
TRAMO:	---	RESPONSABLE:	
FECHA:	2018/11/12 - 2018/12/13		

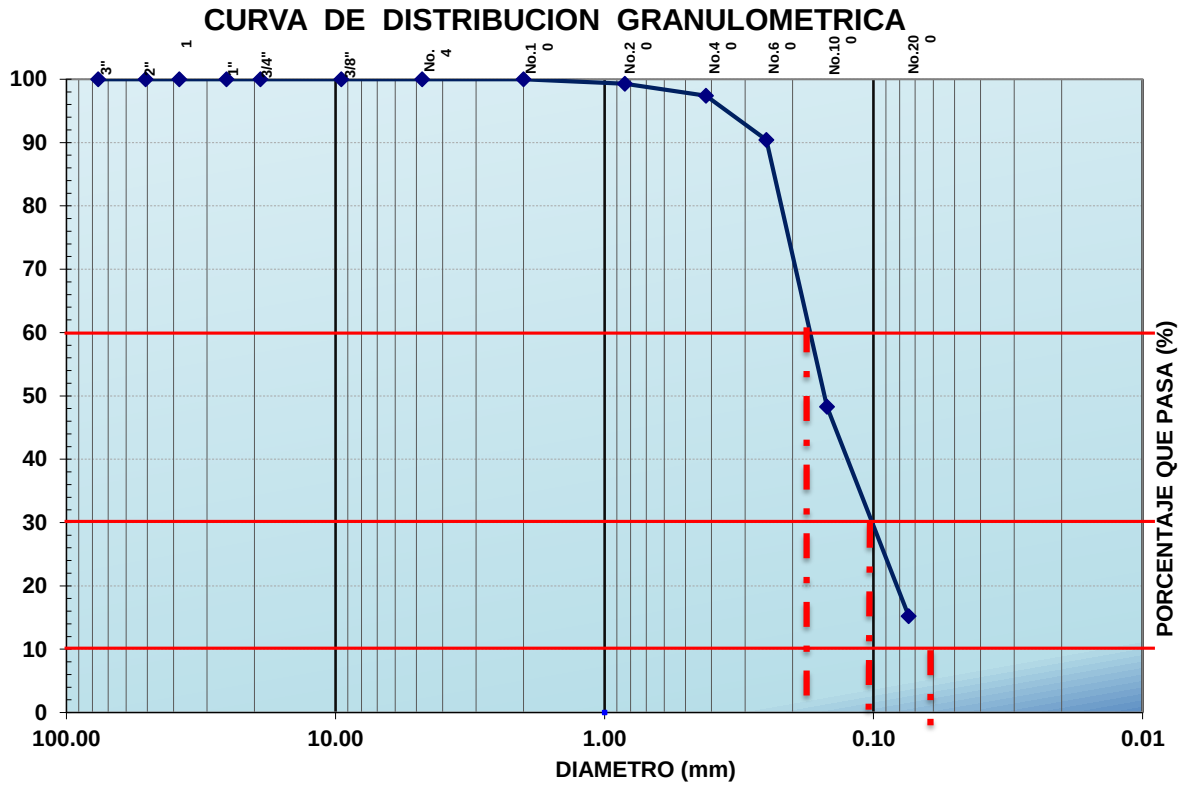
INFORME DE CURVA GRANULOMETRICA

COMPOSICION DEL MATERIAL RETENIDO EN LA MALLA No.4

No. MALLA	ABERTURA(mm)	P. S. RET.(gr)	(%)RETENIDO	(%)ACUMULADO	(%) QUE PASA
3"	76.20	0.00	0	0	100
2"	50.80	0.00	0	0	100
1 1/2"	38.10	0.00	0	0	100
1"	25.40	0.00	0	0	100
3/4"	19.00	0.00	0	0	100
3/8"	9.51	0.00	0	0	100
No.4	4.76	0.00	0	0	100

COMPOSICION DEL MATERIAL QUE PASA LA MALLA No.4

No. MALLA	ABERTURA(mm)	P. S. RET.(gr)	(%)RETENIDO	(%)ACUMULADO	(%) QUE PASA
No.10	2.00	0.00	0	0	100
No.20	0.84	1.10	1	1	99
No.40	0.42	3.00	2	3	97
No.60	0.25	11.10	7	10	90
No.100	0.15	66.70	42	52	48
No.200	0.07	52.40	33	85	15
Pasa malla No.200		24.10	15	100	0
Suma		158.40	100		



D_{10}	D_{30}	D_{60}
--	**0.110**	**0.290**

C_C	--
C_U	--

Vo. Bo. SIGNATORIO

[redacted]

RECIBIO

NOMBRE Y FIRMA

PROHIBIDA LA REPRODUCCION TOTAL DE ESTE INFORME SIN LA AUTORIZACION DEL LABORATORIO.
ESTE INFORME SOLO AFECTA A LOS ESPECIMENES Y/O MUESTRAS SOMETIDOS A PRUEBA.
MIEMBRO NUMERO No. 70 DE LA ASOCIACION NACIONAL DE LABORATORIOS INDEPENDIENTES AL SERVICIO DE LA CONSTRUCCION A.C.

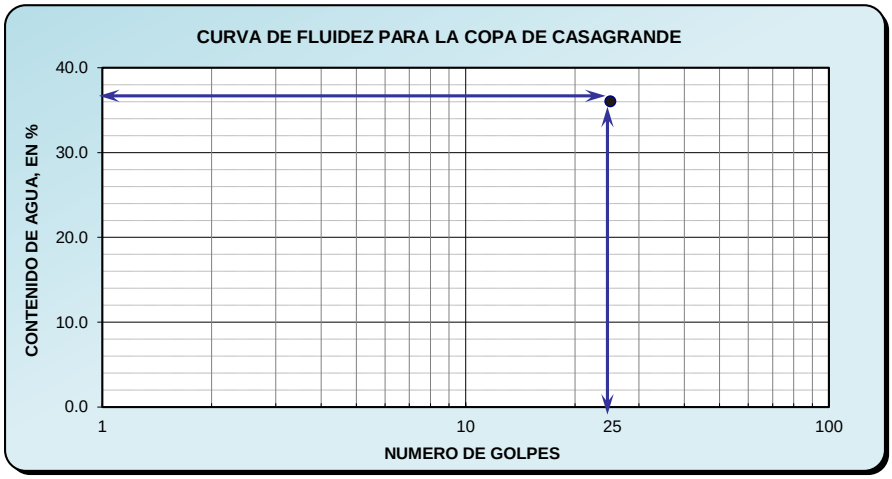
[redacted]

Límites de Atterberg

PROYECTO:	PUEBLO BONITO				
PROCEDENCIA:	PLAYA DEL CARMEN, SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.				
SONDEO:	SM-01	MUESTRA	5	Fecha	2018/11/12 - 2018/12/13

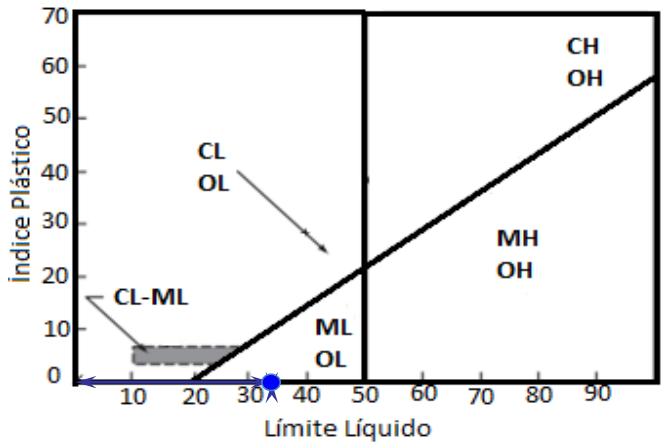
LÍMITE LÍQUIDO

CÁPSULA No.	Peso Cápsula + Muestra Húmeda (gr)	Peso Cápsula + Muestra Seca (gr)	Peso Cápsula (gr)	Peso del Agua Ww (gr)	Peso de Sólidos Ws (gr)	Contenido de Agua W%	No de golpes
1 - A	75.50	63.00	28.32	12.50	34.68	**36.0**	25



Límite Plástico	
Cápsula No.	--
Peso Cápsula + Muestra Húmeda (gr)	0.00
Peso Cápsula + Muestra Seca (gr)	0.00
Peso Cápsula (gr)	0.00
PESO DEL AGUA Ww (gr)	0.00
PESO DE SÓLIDOS Ws (gr)	0.00
CONTENIDO DE AGUA W (%)	#¡DIV/0!

CARTA DE PLASTICIDAD



CONTRACCIÓN LINEAL

Recipiente	Longitud Inicial (mm)	Longitud Final (mm)	Contracción Lineal %
02	100.00	100.00	**0.00**

RESUMEN	
LL (%)	36.0
LP (%)	N.P.
IP (%)	N.P.
CL (%)	N.P.

[redacted]

LABORATORIO DE MATERIALES, MECÁNICA DE SUELOS E INGENIERÍA ESTRUCTURAL

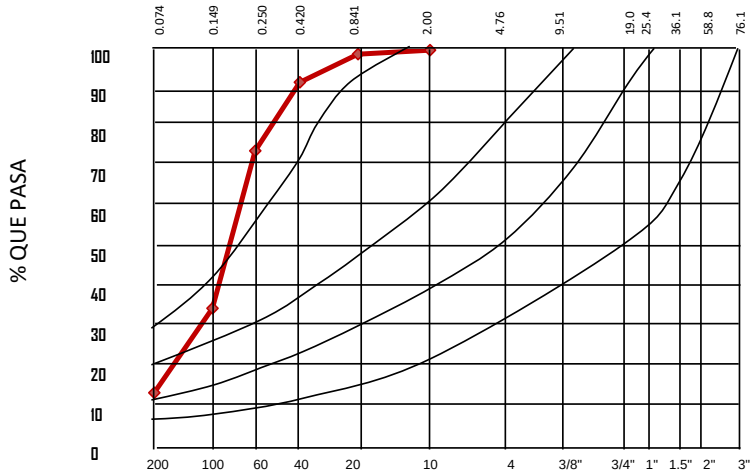
INFORME DE ENSAYE DE MATERIALES

METODOS DE PRUEBA VIGENTES EMPLEADOS: (*AASHTO-T) 99, 180; (*NMX - C)30, 170, 77, 164, 166, 73, 84

OBRA:	**PUEBLO BONITO**	No. DE SONDEO	**SM-01**
CLIENTE:	**LAZKI S.A. DE C.V.**	PROF. (m)	3.60 - 4.10
LOCALIZACIÓN	**PLAYA DL CARMEN, SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.**	MUESTRA:	7
TRAMO:	--		
FECHA:	2018/11/12 - 2018/12/13	RESPONSABLE.	--

ZONAS DE ESPECIFICACIONES GRANULOMETRICAS

MALLA No.	MATERIAL QUE PASA (%)
3" (76.2)	
2" (50.8)	
1 1/2" (38.1)	
1" (25.4)	
3/4" (19.0)	
3/8" (9.51)	
No. 4 (4.76)	
No. 10 (2.00)	**100**
No. 20 (0.841)	**99**
No. 40 (0.420)	**92**
No. 60 (0.250)	**75**
No. 100 (0.149)	**36**
No. 200 (0.074)	**15**



RESULTADOS OBTENIDOS DE LOS ENSAYES EFECTUADOS			
MUESTRA No	PESO HUMEDO (grs)	PESO SECO (grs)	HUMEDAD (%)
7	267.00	198.00	34.85

PRUEBAS SOBRE MATERIAL TAMIZADO POR MALLA Nº 40			
LIMITE LIQUIDO (%)	36.00	CONTRACCION LINEAL (%)	0.00
LIMITE PLASTICO (%)	N.P.	S.U.C.S	**SM**
INIDICE PLASTICO (%)	N.P.	CLASIF:	

LABORATORISTA

Vo. Bo. SIGNATORIO

RECIBIO

NOMBRE Y FIRMA

PROHIBIDA LA REPRODUCCION TOTAL DE ESTE INFORME SIN LA AUTORIZACION DEL LABORATORIO.
ESTE INFORME SOLO AFECTA A LOS ESPECIMENES Y/O MUESTRAS SOMETIDOS A PRUEBA.
MIEMBRO NUMERO No. 70 DE LA ASOCIACION NACIONAL DE LABORATORIOS INDEPENDIENTES AL SERVICIO DE LA CONSTRUCCION A.C.

LABORATORIO DE MATERIALES, MECÁNICA DE SUELOS E INGENIERÍA ESTRUCTURAL

socio activo analisec

OBRA:	**PUEBLO BONITO**	No. SONDEO:	SM.01
CLIENTE:	LAZKI S.A. DE C.V.	Profundidad (m)	3.60 - 4.10
LOCALIZACION:	PLAYA DEL CARMEN, SOILIDARIDAD, QUINTANA ROO.	MUESTRA:	7
TRAMO:	---	RESPONSABLE:	
FECHA:	2018/11/12 - 2018/12/13		

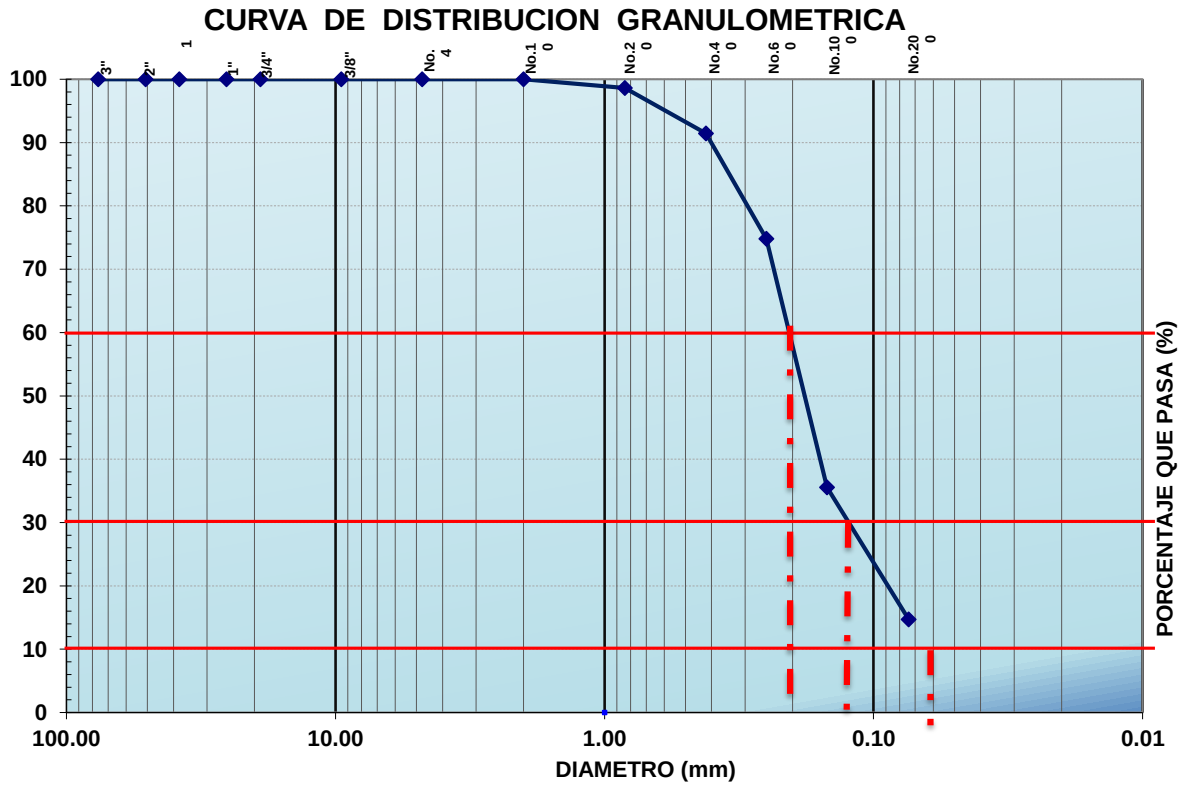
INFORME DE CURVA GRANULOMETRICA

COMPOSICION DEL MATERIAL RETENIDO EN LA MALLA No.4

No. MALLA	ABERTURA(mm)	P. S. RET.(gr)	(%)RETENIDO	(%)ACUMULADO	(%) QUE PASA
3"	76.20	0.00	0	0	100
2"	50.80	0.00	0	0	100
1 1/2"	38.10	0.00	0	0	100
1"	25.40	0.00	0	0	100
3/4"	19.00	0.00	0	0	100
3/8"	9.51	0.00	0	0	100
No.4	4.76	0.00	0	0	100

COMPOSICION DEL MATERIAL QUE PASA LA MALLA No.4

No. MALLA	ABERTURA(mm)	P. S. RET.(gr)	(%)RETENIDO	(%)ACUMULADO	(%) QUE PASA
No.10	2.00	0.00	0	0	100
No.20	0.84	2.70	1	1	99
No.40	0.42	14.20	7	9	91
No.60	0.25	33.00	17	25	75
No.100	0.15	77.70	39	64	36
No.200	0.07	41.30	21	85	15
Pasa malla No.200		29.10	15	100	0
Suma		198.00	100		



D_{10}	D_{30}	D_{60}
--	**0.140**	**0.210**

C_C	--
C_U	--

[redacted]

RECIBIO

NOMBRE Y FIRMA

PROHIBIDA LA REPRODUCCION TOTAL DE ESTE INFORME SIN LA AUTORIZACION DEL LABORATORIO.
ESTE INFORME SOLO AFECTA A LOS ESPECIMENES Y/O MUESTRAS SOMETIDOS A PRUEBA.
MIEMBRO NUMERO No. 70 DE LA ASOCIACION NACIONAL DE LABORATORIOS INDEPENDIENTES AL SERVICIO DE LA CONSTRUCCION A.C.

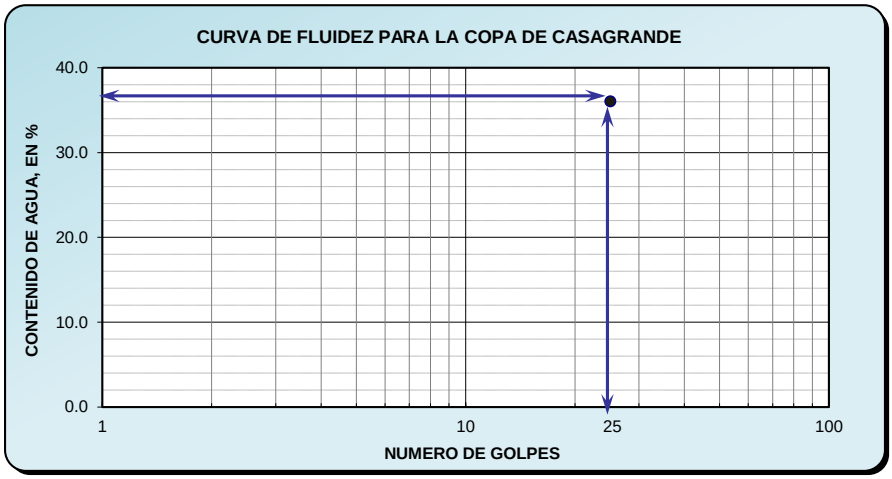
[redacted]

Límites de Atterberg

PROYECTO:	PUEBLO BONITO				
PROCEDENCIA:	PLAYA DEL CARMEN, SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.				
SONDEO:	SM-01	MUESTRA	7	Fecha	2018/11/12 - 2018/12/13

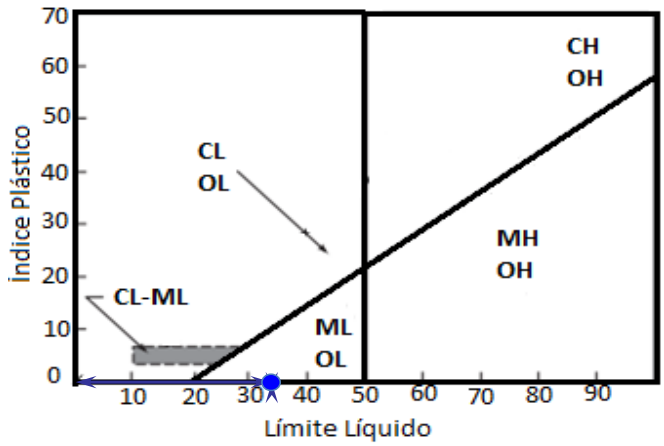
LÍMITE LÍQUIDO

CÁPSULA No.	Peso Cápsula + Muestra Húmeda (gr)	Peso Cápsula + Muestra Seca (gr)	Peso Cápsula (gr)	Peso del Agua Ww (gr)	Peso de Sólidos Ws (gr)	Contenido de Agua W%	No de golpes
1 - A	75.50	63.00	28.32	12.50	34.68	**36.0**	25



Límite Plástico	
Cápsula No.	--
Peso Cápsula + Muestra Húmeda (gr)	0.00
Peso Cápsula + Muestra Seca (gr)	0.00
Peso Cápsula (gr)	0.00
PESO DEL AGUA Ww (gr)	0.00
PESO DE SÓLIDOS Ws (gr)	0.00
CONTENIDO DE AGUA W (%)	--

CARTA DE PLASTICIDAD



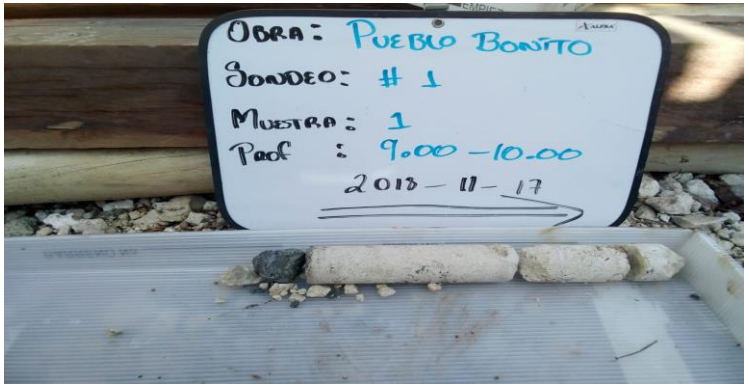
CONTRACCIÓN LINEAL

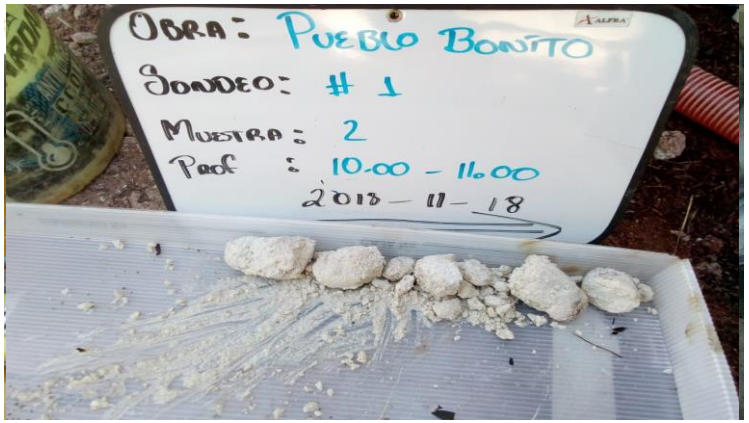
Recipiente	Longitud Inicial (mm)	Longitud Final (mm)	Contracción Lineal %
02	100.00	100.00	**0.00**

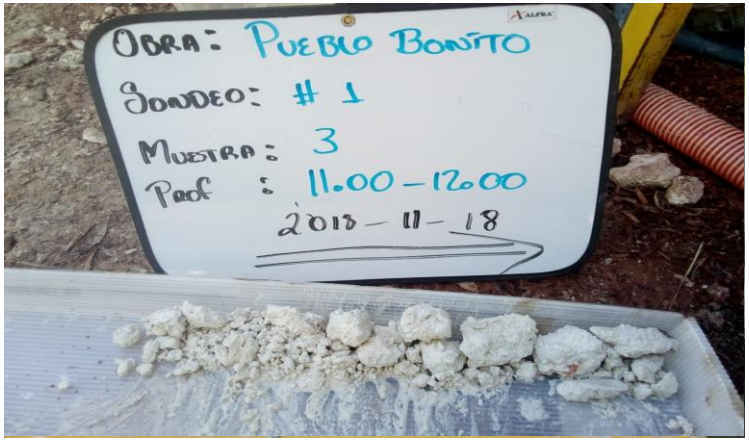
RESUMEN

LL (%)	36.0
LP (%)	N.P.
IP (%)	N.P.
CL (%)	N.P.

[redacted]









INSET

Foto No. 1

Vista panorámica de la realización de los sondeos :

SONDEO MIXTO 01

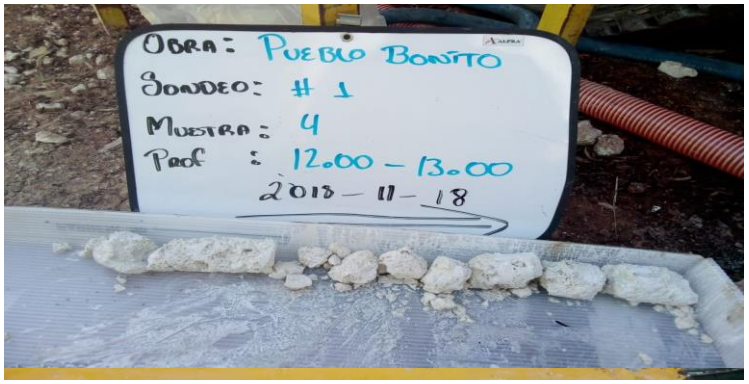
“PUEBLO BONITO”

“LAZKI S.A. DE C.V.”

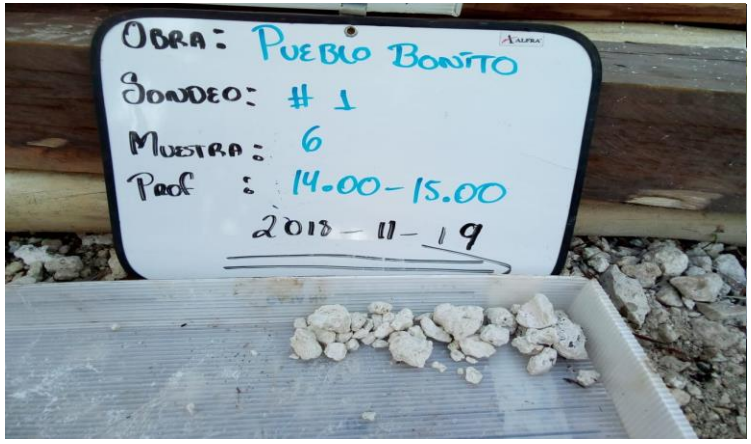
INSET

[redacted]

Fecha: NOVIEMBRE DEL 2019









INSET

Foto No. 1

Vista panorámica de la realización de los sondeos :

SONDEO MIXTO 01

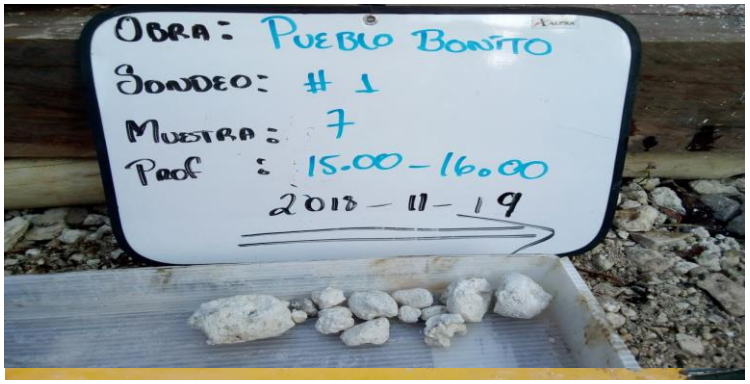
“PUEBLO BONITO”

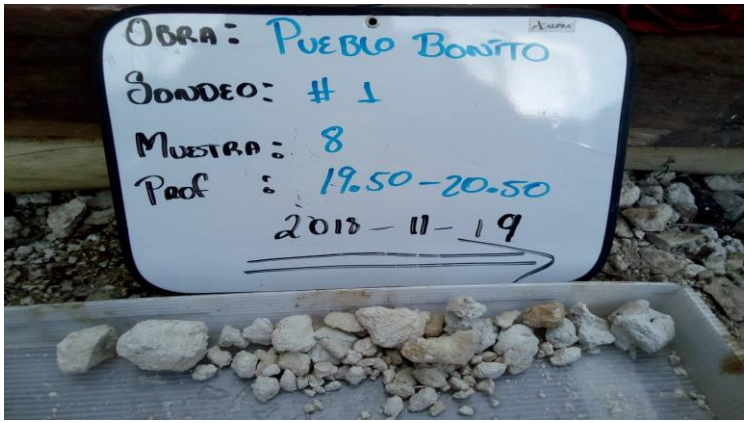
“LAZKI S.A. DE C.V.”

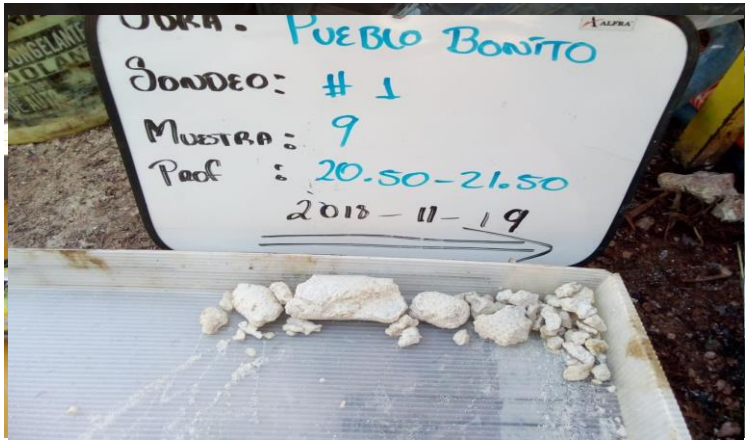
INSET

[redacted]

Fecha: NOVIEMBRE DEL 2019









INSET

Foto No. 1

Vista panorámica de la realización de los sondeos :

SONDEO MIXTO 01

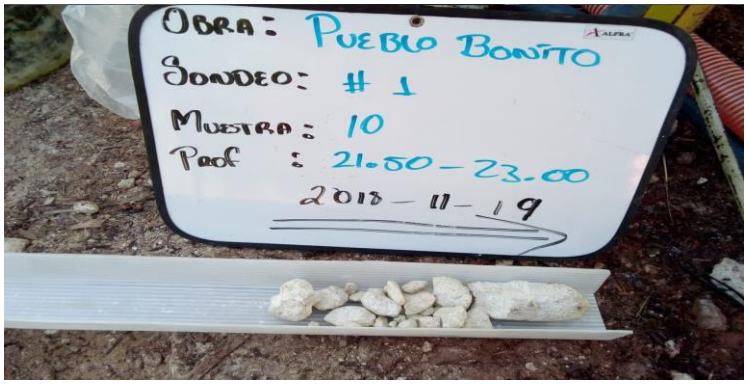
"PUEBLO BONITO"

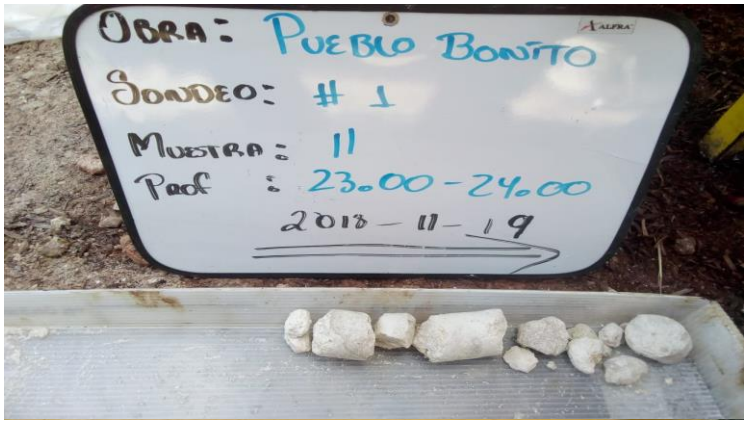
"LAZKI S.A. DE C.V."

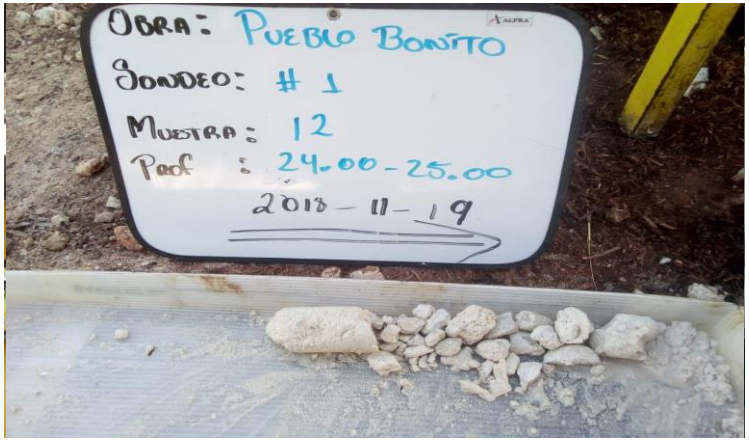
INSET

[redacted]

Fecha: NOVIEMBRE DEL 2019









INSET

Foto No. 1

Vista panorámica de la realización de los sondeos :

SONDEO MIXTO 01

"PUEBLO BONITO"

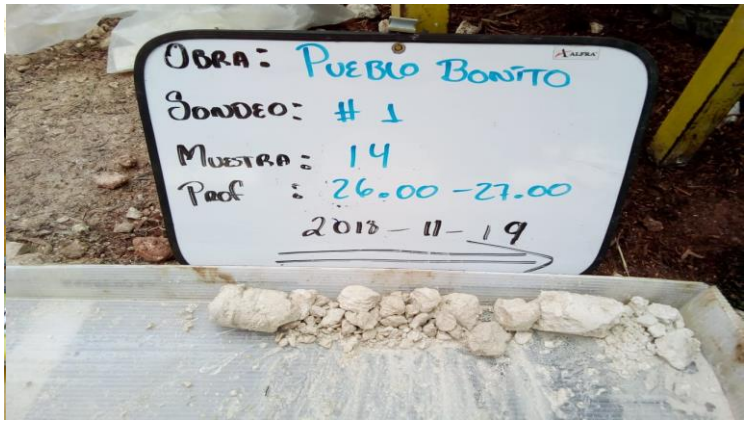
"LAZKI S.A. DE C.V."

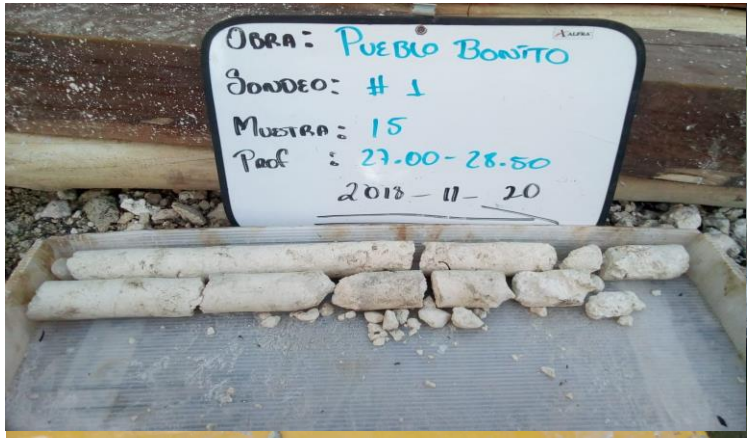
INSET

[redacted]

Fecha: NOVIEMBRE DEL 2019









INSET

Foto No. 1

Vista panorámica de la realización de los sondeos :

SONDEO MIXTO 01

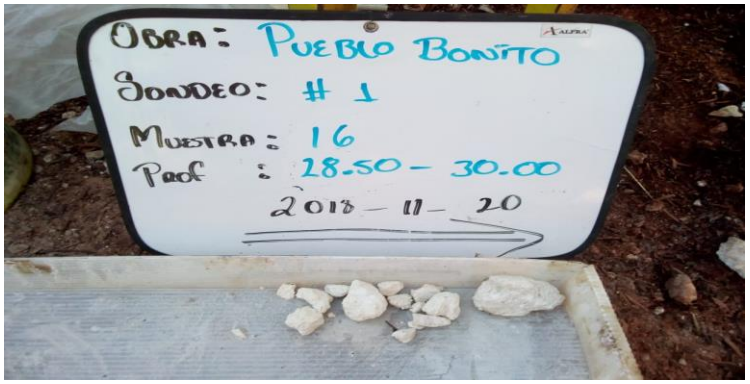
"PUEBLO BONITO"

"LAZKI S.A. DE C.V."

INSET

[redacted]

Fecha: NOVIEMBRE DEL 2019





INSET

Foto No. 1

Vista panorámica de la realización de los sondeos :

SONDEO MIXTO 01

"PUEBLO BONITO"

"LAZKI S.A. DE C.V."

INSET

[redacted]

Fecha: NOVIEMBRE DEL 2019



INSET

MECANICA DE SUELOS

NORTE

INS-MS-277-2018

PREDIO RIVIERA MAYA

LAZKI S.A. DE C.V.

PLAYA DEL CARMEN, QUINTANA ROO

CROQUIS DE SONDEOS

SONDEO EXPLORATORIO TIPO MIXTO (SM)

[redacted]

ACOTAMIENTO :	ESCALA :
S.A.	S.E.

TOTAL DE SONDEOS :

1 SONDEO

REGISTRO DE CAMPO

TOMA DE MUESTRA ALTERADA E INALTERADA

METODO DE PRUEBA UTILIZADO: NMX-C-431-ONNCCE-2002

N: 20° 72´ 81"
E: 86° 96´ 95"
Z: 1.0 m

Cliente:	LAZKI S.A. DE C.V.	Fecha de inicio:	2019-02-21	Fecha de terminacion:	2019-02-23
Obra:	PUEBLO BONITO	Hora de inicio:	01:10:00 p. m.	Hora de terminacion:	11:20:00 a. m.
Localizacion:	PLAYA DEL CARMEN, SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.				

EXPLORACION PROFUNDA:

TIPO DE SONDEO:
- [x] CONTINUO
- [ ] SPE
- [ ] SELECTIVO

PROFUNDIDAD MAX EXPLORACION: 30.00 (m)
No. MUESTRAS ALTERADAS: 27
No. MUESTRAS INALTERADAS: --
Ø MUESTREADOR SHELBY: --

METODO PARA MANTENER EL SONDEO ABIERTO

DATOS ADICIONALES:
- [x] ADEME — PROF. ADEME (m): 6.00
- [x] POLIMERO — Ø ADEME: 4"

CONDICIONES AMBIENTALES
- [ ] NEVADO
- [x] SECO
- [ ] NUBLADO
- [ ] LLUVIOSO

EQUIPO UTILIZADO

TIPO:
- [x] MAQUINA JOY
- [ ] SPE MANUAL
- [ ] OTRO: ____ MARCA/ MODELO: ____

1.- TIPO DE BARRA ***AW***, PARA ESPECIFICACIONES VER REGISTROS DE VERIFICACION
2.-TIPO DE MUESTREADOR UTILIZADO TUBO PARTIDO MEDIA CAÑA Y SHELBY GALVANIZADO, PARA ESPECIFICACIONES VER REGISTROS DE VERIFICACION

FLUIDO DE PERFORACION

SE UTILIZO FLUIDO DE PERFORACION? (SI/NO) --
PROFUNDIDAD DE LA SUPERFICIE AL FLUIDO: -- (m) FECHA: --
TIEMPO DE PERDIDA DE FLUJO DEL FLUIDO: -- (mins) HORA --

MUESTRA Nº	PROFUNDIDAD (m) DE	A	AVANCE	RECUPERACION m	%	PENETRACION ESTANDAR 15 cm	15 cm	15 cm	15 cm	N campo	METODO DE AVANCE	DESCRIPCION
1	0.00	0.60	0.60	0.37	62	2	1	2	6	3	TUBO PARTIDO	27 CM DE MATERIAL DE RELLENO, 10 CM DE ARENA FINA
2	0.60	1.20	0.60	0.49	82	4	3	3	2	6	TUBO PARTIDO	ARENA FINA CON CONCHUELAS
3	1.20	1.80	0.60	0.28	47	1	1	6	6	7	TUBO PARTIDO	ARENA FINA CON CONCHUELAS
4	1.80	2.40	0.60	0.27	45	6	6	6	9	12	TUBO PARTIDO	ARENA FINA CON CONCHUELAS
5	2.40	3.00	0.60	0.27	45	7	6	6	7	12	TUBO PARTIDO	ARENA FINA CON CONCHUELAS
6	3.00	3.60	0.60	0.24	40	8	6	6	6	12	TUBO PARTIDO	ARENA FINA CON CONCHUELAS
7	3.60	4.20	0.60	0.30	50	8	4	4	6	8	TUBO PARTIDO	ARENA FINA CON CONCHUELAS
--	0.00	4.00	4.00	--	--	--	--	--	--	--	A D E M E	PARA QUE NO SE CIERRE EL BARRENO
8	4.00	4.80	0.80	0.37	46	3	4	2	3	6	TUBO PARTIDO	ARENA FINA CON POCA ARENA MEDIA Y CONCHUELAS
9	4.80	4.95	0.15	0.13	87	50/15	--	--	--	--	TUBO PARTIDO	ARENA FINA CEMENTADA Y GRAVAS DE ROCA
10	4.95	6.00	1.05	0.15	14	--	--	--	--	--	BARRIL	FRAGMENTOS DE ROCA ARENISCA
--	4.00	6.00	2.00	--	--	--	--	--	--	--	A D E M E	PARA QUE NO SE CIERRE EL BARRENO
11	6.00	7.00	1.00	1.00	100	--	--	--	--	--	BARRIL	NUCLEOS DE RPOCA CALIZA Y FRAGMENTOS DE ROCA
12	7.00	8.50	1.50	1.47	98	--	--	--	--	--	BARRIL	NUCLEOS DE ROCA CALIZA Y FRAGMETNOS DE ROCA
13	8.50	10.00	1.50	1.50	100	--	--	--	--	--	BARRIL	NUCLEOS DE ROCA CORALINA Y FRAGMENTOS DE ROCA
14	10.00	11.50	1.50	0.94	63	--	--	--	--	--	BARRIL	FRAGMENTOS DE ROCA CALIZA Y GRAVAS DE ROCA
15	11.50	13.00	1.50	0.28	19	--	--	--	--	--	BARRIL	FRAGMENTOS DE ROCA CALIZA
16	13.00	14.50	1.50	0.36	24	--	--	--	--	--	BARRIL	FRAGMENTOS Y GRAVAS DE ROCA CALIZA
17	14.50	16.00	1.50	0.60	40	--	--	--	--	--	BARRIL	1 NUCLEO DE ROCA CALIZA Y FRAGMENTOS DE ROCA
18	16.00	17.50	1.50	0.84	56	--	--	--	--	--	BARRIL	FRAGMENTOS DE ROCA CALIZA Y GRAVAS DE ROCA
19	17.50	19.00	1.50	0.26	17	--	--	--	--	--	BARRIL	FRAGMENTOS DE ROCA CALIZA Y GRAVAS DE ROCA

CONTINUA

[redacted]

N.A.F: 2.00 M

OBSERVACIONES:
LA CABEZA DE GATO GIRA A 100 RPM. SE UTILIZO MARTINETE INS-MAR-03

[redacted]

REGISTRO SOLO AFECTA A LOS ESPECIMENES SOMETIDOS A PRUEBA, PROHIBIDA LA REPRODUCCION TOTAL O PARCIAL DE ESTE REGISTRO SIN LA AUTORIZACION DEL LABORATORIO

N: 20° 72´ 81"
E: 86° 96´ 95"

REGISTRO DE CAMPO

TOMA DE MUESTRA ALTERADA E INALTERADA

METODO DE PRUEBA UTILIZADO: NMX-C-431-ONNCCE-2002

Cliente:	LAZKI S.A. DE C.V.		Fecha de inicio:	2019-02-21	Fecha de terminacion:	2019-02-23
Obra:	PUEBLO BONITO		Hora de inicio:	01:10:00 p. m.	Hora de terminacion:	11:20:00 a. m.
Localizacion:	PLAYA DEL CARMEN, SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.					

EXPLORACION PROFUNDA:

TIPO DE SONDEO:
- [x] CONTINUO
- [ ] SPE
- [ ] SELECTIVO

PROFUNDIDAD MAX EXPLORACION: 30.00 (m)
No. MUESTRAS ALTERADAS: 27
No. MUESTRAS INALTERADAS: --
Ø MUESTREADOR SHELBY: --

METODO PARA MANTENER EL SONDEO ABIERTO

DATOS ADICIONALES:
- [x] ADEME — PROF. ADEME (m): 6.00
- [x] POLIMERO — Ø ADEME: 4"

CONDICIONES AMBIENTALES
- [ ] NEVADO
- [x] SECO
- [ ] NUBLADO
- [ ] LLUVIOSO

EQUIPO UTILIZADO

TIPO:
- [x] MAQUINA JOY
- [ ] SPE MANUAL
- [ ] OTRO: ____ MARCA/ MODELO: ____

1.- TIPO DE BARRA ***AW***, PARA ESPECIFICACIONES VER REGISTROS DE VERIFICACION
2.-TIPO DE MUESTREADOR UTILIZADO TUBO PARTIDO MEDIA CAÑA Y SHELBY GALVANIZADO, PARA ESPECIFICACIONES VER REGISTROS DE VERIFICACION

FLUIDO DE PERFORACION

SE UTILIZO FLUIDO DE PERFORACION? (SI/NO) --
PROFUNDIDAD DE LA SUPERFICIE AL FLUIDO: -- (m) FECHA: --
TIEMPO DE PERDIDA DE FLUJO DEL FLUIDO: -- (mins) HORA --

MUESTRA Nº	PROFUNDIDAD (m) DE	A	AVANCE	RECUPERACION m	%	PENETRACION ESTANDAR 15 cm	15 cm	15 cm	15 cm	N campo	METODO DE AVANCE	DESCRIPCION
20	19.00	20.50	1.50	0.20	13	--	--	--	--	--	BARRIL	FRAGMENTOS DE ROCA CALIZA
21	20.50	22.00	1.50	0.26	17	--	--	--	--	--	BARRIL	FRAGMENTOS DE ROCA CALIZA CON POROSIDADES
22	22.00	23.50	1.50	0.32	21	--	--	--	--	--	BARRIL	FRAGMENTOS DE ROCA CALIZA CON POROSIDADES
23	23.50	25.00	1.50	0.32	21	--	--	--	--	--	BARRIL	FRAGMENTOS DE ROCA CALIZA CON POROSIDADES
24	25.00	26.50	1.50	0.58	39	--	--	--	--	--	BARRIL	NUCLEOS DE ROCA CALIZA
25	26.50	28.00	1.50	0.83	55	--	--	--	--	--	BARRIL	NUCLEOS DE ROCA CALIZA Y FRAGMENTOS DE ROCA CON POROSIDADES
26	28.00	29.00	1.00	0.30	30	--	--	--	--	--	BARRIL	FRAGMENTO DE ROCA CALIZA CON POROSIDADES
27	29.00	30.00	1.00	0.31	31	--	--	--	--	--	BARRIL	FRAGMENTO DE ROCA CALIZA CON POROSIDADES
FIN DE SONDEO												

[redacted]

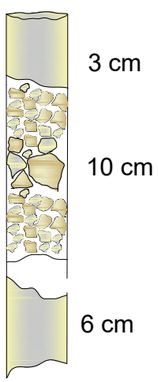
N.A.F: 2.00 M

OBSERVACIONES:
LA CABEZA DE GATO GIRA A 100 RPM. SE UTILIZO MARTINETE INS-MAR-03

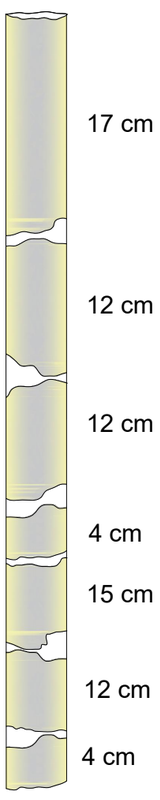
[redacted]

REGISTRO SOLO AFECTA A LOS ESPECIMENES SOMETIDOS A PRUEBA, PROHIBIDA LA REPRODUCCION TOTAL O PARCIAL DE ESTE REGISTRO SIN LA AUTORIZACION DEL LABORATORIO

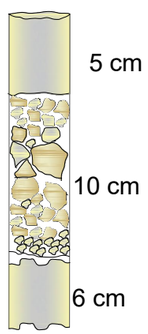
PROFUNDIDAD:	4.95 a 6.00 m	6.00 a 7.00 m	---	7.00 m a 8.50 m	---	8.50 m a 10.50 m	---
AVANCE:	105 cm	100 cm	---	150 cm	---	150 cm	---
LONG:	15 cm	100 cm	---	147 cm	---	150 cm	---
%RECUP:	85%	100%	---	98%	---	100%	---
∑RQD:	---	32 cm	---	47 cm	---	35 cm	---
%RQD:	---	32%	---	37%	---	23%	---
ENSAYO:	---	P.S - P.M	---	P.S - P.M - P.I	---	P.M-P.I	---



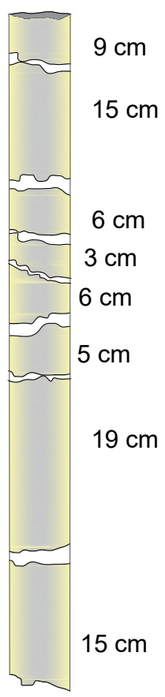
MTA. 10



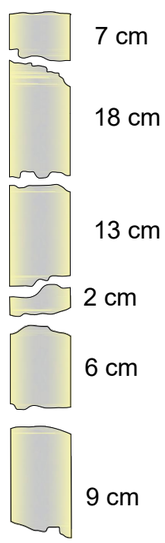
MTA. 11



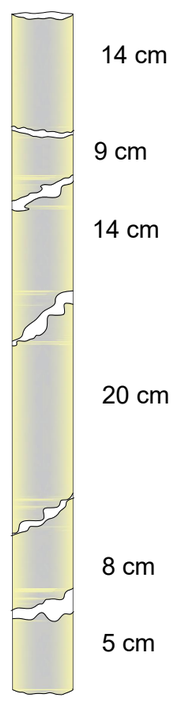
MTA. 11



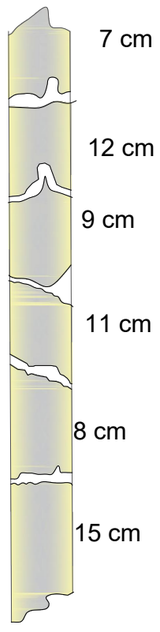
MTA. 12



MTA. 12



MTA. 13



MTA. 13

SIMBOLOGIA I :FRACTURA INDUCIDA H :FRACTURA INHERENTE PS :PARTE SUPERIOR PM :PARTE MEDIA PI :PARTE INFERIOR S/E :SIN ENSAYE A COMPRESION SIMPLE

INSET

OBRA: **" PUEBLO BONITO "**

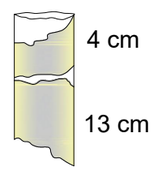
ESC: **S.E.** ACOT: **S.A.**

CLIENTE: **" LAZKI S.A. DE C.V."**

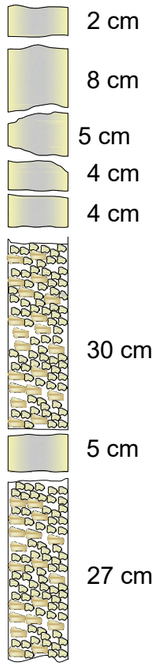
LUGAR: **PLAYA DEL CARMEN, SOLIDARIDAD, Q.ROO.**

NOMBRE DEL PLANO: **MUESTRA 10 a la 13 SONDEO MIXTO 02**

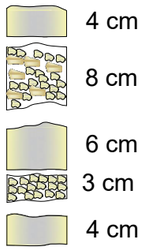
PROFUNDIDAD:	---	10.00 m a 11.50 m	11.50 m a 13.00 m	13.00 m a 14.50 m	14.50 m a 16.00 m	16.00 m a 17.50 m	---
AVANCE:	---	150 cm	150 cm	150 cm	150 cm	150 cm	----
LONG:	---	94 cm	28cm	36 cm	60 cm	84 cm	---
%RECUP:	---	62 %	18 %	36 %	40 %	56 %	---
∑RQD:	---	---	---	---	---	---	---
%RQD:	---	---	---	---	---	---	---
ENSAYO:	---	---	---	---	---	---	---



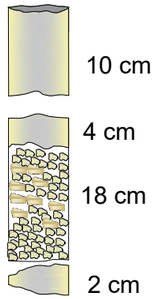
MTA. 13



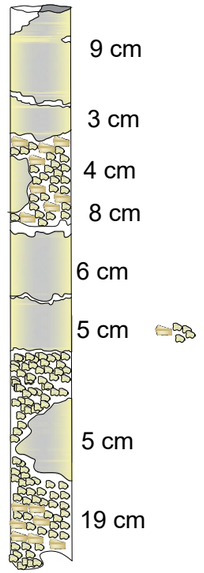
MTA. 14



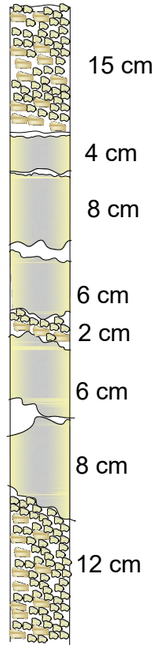
MTA. 15



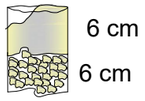
MTA. 16



MTA. 17



MTA. 18



MTA. 18

SIMBOLOGIA I :FRACTURA INDUCIDA H :FRACTURA INHERENTE PS :PARTE SUPERIOR PM :PARTE MEDIA PI :PARTE INFERIOR S/E :SIN ENSAYE A COMPRESION SIMPLE

INSET

OBRA: **" PUEBLO BONITO "**

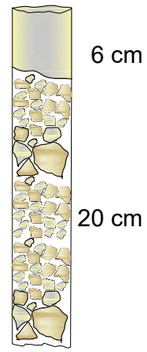
ESC: **S.E.** ACOT: **S.A.**

CLIENTE: **" LAZKI S.A. DE C.V."**

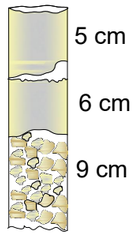
LUGAR: **PLAYA DEL CARMEN, SOLIDARIDAD, Q.ROO.**

NOMBRE DEL PLANO: **MUESTRA 13 a la 18 SONDEO MIXTO 02 (2)**

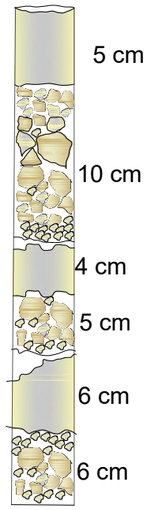
PROFUNDIDAD:	17.50 m a 19.00 m	19.00 m a 20.50 m	20.50 m a 22.00 m	22.00 m a 23.50 m	23.50 m a 25.00 m	25.00 m a 26.50 m	26.50 m 28.00 m
AVANCE:	105 cm	150 cm	150 cm	150 cm	150 cm	150 cm	150 cm
LONG:	26 cm	20 cm	36 cm	32 cm	32 cm	58 cm	83 cm
%RECUP:	17%	13%	24 %	21 %	21%	38 %	55 %
∑RQD:	---	---	---	---	---	58 cm	39 cm
%RQD:	---	---	---	---	---	38 %	26 %
ENSAYO:	---	---	---	---	---	P.S	P.S



MTA. 19

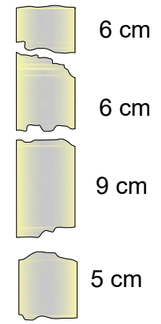


MTA. 20

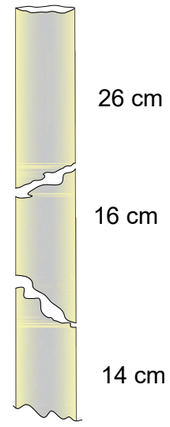


MTA. 21

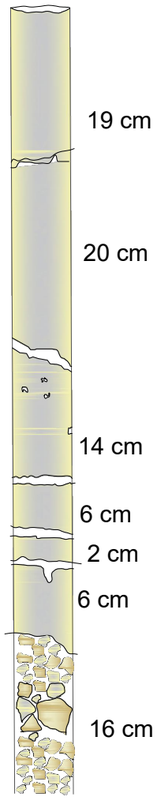
MTA. 22



MTA. 23



MTA. 24



MTA. 25

SIMBOLOGIA I :FRACTURA INDUCIDA H :FRACTURA INHERENTE PS :PARTE SUPERIOR PM :PARTE MEDIA PI :PARTE INFERIOR S/E :SIN ENSAYE A COMPRESION SIMPLE

INSET

OBRA: **" PUEBLO BONITO "**

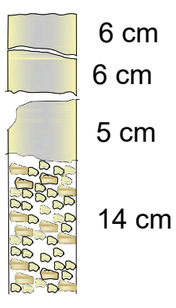
ESC: **S.E.** ACOT: **S.A.**

CLIENTE: **" LAZKI S.A. DE C.V."**

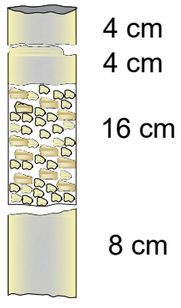
LUGAR: **PLAYA DEL CARMEN, SOLIDARIDAD, Q.ROO.**

NOMBRE DEL PLANO: **MUESTRA 19 a la 25 SONDEO MIXTO 02 (3)**

PROFUNDIDAD:	28.00 m a 29.00 m	29.00 m a 30.00 m
AVANCE:	100 cm	100 cm
LONG:	30 cm	31 cm
%RECUP:	30 %	31 %
∑RQD:	---	---
%RQD:	---	---
ENSAYO:	---	---



MTA. 26



MTA. 27

SIMBOLOGIA I :FRACTURA INDUCIDA H :FRACTURA INHERENTE PS :PARTE SUPERIOR PM :PARTE MEDIA PI :PARTE INFERIOR S/E :SIN ENSAYE A COMPRESION SIMPLE

INSET

OBRA: **" PUEBLO BONITO "**

ESC: **S.E.** ACOT: **S.A.**

CLIENTE: **" LAZKI S.A. DE C.V."**

LUGAR: **PLAYA DEL CARMEN, SOLIDARIDAD, Q.ROO.**

NOMBRE DEL PLANO: **MUESTRA 26 a la 27 SONDEO MIXTO 02 (4)**

PRUEBA DE CORAZONES

NORMAS: NMX-169, NMX-C-083, NMX-C-109, NMX-C-191 ONNCCE VIGENTES

Cliente: **LAZKI S.A. DE C.V.** Obra: **PUEBLO BONITO**

Elementos: **NÚCLEOS DE ROCA** Fecha de extracción: **2019-02-24** Fecha de ensaye: **2019-03-07**

Resistencia especificada: --- kg/cm² a ---- días. Informe No. INS-MS-277

Profundidad del sondeo: 30 Sondeo no. 2

Especimen			Diametro (cm)	Altura sin cabecear (cm)	Altura cabeceado (cm)	H/D	Factor de Corrección	Área (cm²)	Volumen (cm³)	Masa (grs)	Masa Vol. (kg/m³)	Carga Máx. (kg)	Resistencia (kg/cm²)	
NÚCLEOS DE ROCA														Correg.
NUCLEOS	Prof. (m)	No.												
M-11 P.S.	***6.00***	**1**	4.60	8.60	9.20	2.00	1.00	16.62	142.9	273.00	1,915	1,959	117.88	117.9
M-11 P.M.	***6.40***	**2**	4.60	8.50	9.20	2.00	1.00	16.62	141.3	249.20	1,764	1,032	62.10	62.1
M-12 P.S.	***7.10***	**3**	4.60	8.49	9.18	2.00	1.00	16.62	141.1	275.60	1,953	3,072	184.85	184.8
M-12 P.M.	***7.40***	**4**	4.60	8.59	9.20	2.00	1.00	16.62	142.8	306.00	2,143	3,548	213.49	213.5
M-12 P.I.	***8.10***	**5**	4.60	8.50	9.20	2.00	1.00	16.62	141.3	255.40	1,808	3,169	190.68	190.7
M-13 P.M.	***8.90***	**6**	4.60	8.35	9.12	1.98	1.00	16.62	138.8	233.10	1,680	2,867	172.51	172.5
M-13 P.I.	***9.75***	**7**	4.60	8.44	9.10	1.98	1.00	16.62	140.3	263.10	1,876	3,357	202.00	202.0
M-24 P.S.	***25.00***	**8**	4.60	8.50	9.20	2.00	1.00	16.62	141.3	358.30	2,536	11,298	679.82	679.8
M-25 P.S.	***26.50***	**9**	4.60	8.51	9.20	2.00	1.00	16.62	141.4	315.90	2,234	4,428	266.44	266.4
												PROMEDIO:		**232.20**

OBSERVACIONES:

LABORATORISTA: JEFE DE LABORATORIO SIGNATARIO AUTORIZADO:

[redacted]

PROHIBIDA LA REPRODUCCION TOTAL DE ESTE INFORME SIN LA AUTORIZACION DEL LABORATORIO.
ESTE INFORME SOLO AFECTA A LOS ESPECIMENES Y/O MUESTRAS SOMETIDOS A PRUEBA.
MIEMBRO NUMERO No. 70 DE LA ASOCIACION NACIONAL DE LABORATORIOS INDEPENDIENTES AL SERVICIO DE LA CONSTRUCCION A.C.

[redacted]

LABORATORIO DE MATERIALES, MECÁNICA DE SUELOS E INGENIERÍA ESTRUCTURAL

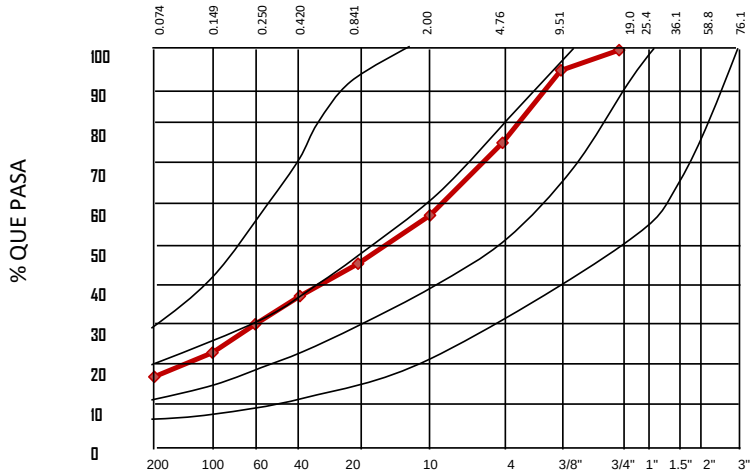
INFORME DE ENSAYE DE MATERIALES

METODOS DE PRUEBA VIGENTES EMPLEADOS: (*AASHTO-T) 99, 180; (*NMX - C)30, 170, 77, 164, 166, 73, 84

OBRA:	**PUEBLO BONITO**	No. DE SONDEO	**SM-02**
CLIENTE:	**LAZKI S.A. DE C.V.**	PROF. (m)	0.00 - 0.60
LOCALIZACIÓN	**PLAYA DEL CARMEN, SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.**	MUESTRA:	01 (SUPERIOR)
TRAMO:	--		
FECHA:	2019/02/23 - 2019/03/08	RESPONSABLE.	--

ZONAS DE ESPECIFICACIONES GRANULOMETRICAS

MALLA No.	MATERIAL QUE PASA (%)
3" (76.2)	
2" (50.8)	
1 1/2" (38.1)	
1" (25.4)	
3/4" (19.0)	**100**
3/8" (9.51)	**95**
No. 4 (4.76)	**77**
No. 10 (2.00)	**59**
No. 20 (0.841)	**47**
No. 40 (0.420)	**39**
No. 60 (0.250)	**32**
No. 100 (0.149)	**25**
No. 200 (0.074)	**19**



RESULTADOS OBTENIDOS DE LOS ENSAYES EFECTUADOS			
MUESTRA No	PESO HUMEDO (grs)	PESO SECO (grs)	HUMEDAD (%)
01 (SUPERIOR)	243.30	212.10	14.71

PRUEBAS SOBRE MATERIAL TAMIZADO POR MALLA Nº 40			
LIMITE LIQUIDO (%)	27.60	CONTRACCION LINEAL (%)	0.00
LIMITE PLASTICO (%)	N.P.	S.U.C.S	**SM**
INIDICE PLASTICO (%)	N.P.	CLASIF:	

LABORATORISTA

Vo. Bo. SIGNATORIO

RECIBIO

[redacted]

NOMBRE Y FIRMA

PROHIBIDA LA REPRODUCCION TOTAL DE ESTE INFORME SIN LA AUTORIZACION DEL LABORATORIO.
ESTE INFORME SOLO AFECTA A LOS ESPECIMENES Y/O MUESTRAS SOMETIDOS A PRUEBA.
MIEMBRO NUMERO No. 70 DE LA ASOCIACION NACIONAL DE LABORATORIOS INDEPENDIENTES AL SERVICIO DE LA CONSTRUCCION A.C.

[redacted]

LABORATORIO DE MATERIALES, MECÁNICA DE SUELOS E INGENIERÍA ESTRUCTURAL

OBRA:	**PUEBLO BONITO**	No. SONDEO:	SM.02
CLIENTE:	LAZKI S.A. DE C.V.	Profundidad (m)	0.00 - 0.60
LOCALIZACION:	PLAYA DEL CARMEN, SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.	MUESTRA:	1 (SUPERIOR)
TRAMO:	---	RESPONSABLE:	
FECHA:	2019/02/23 - 2019/03/08		

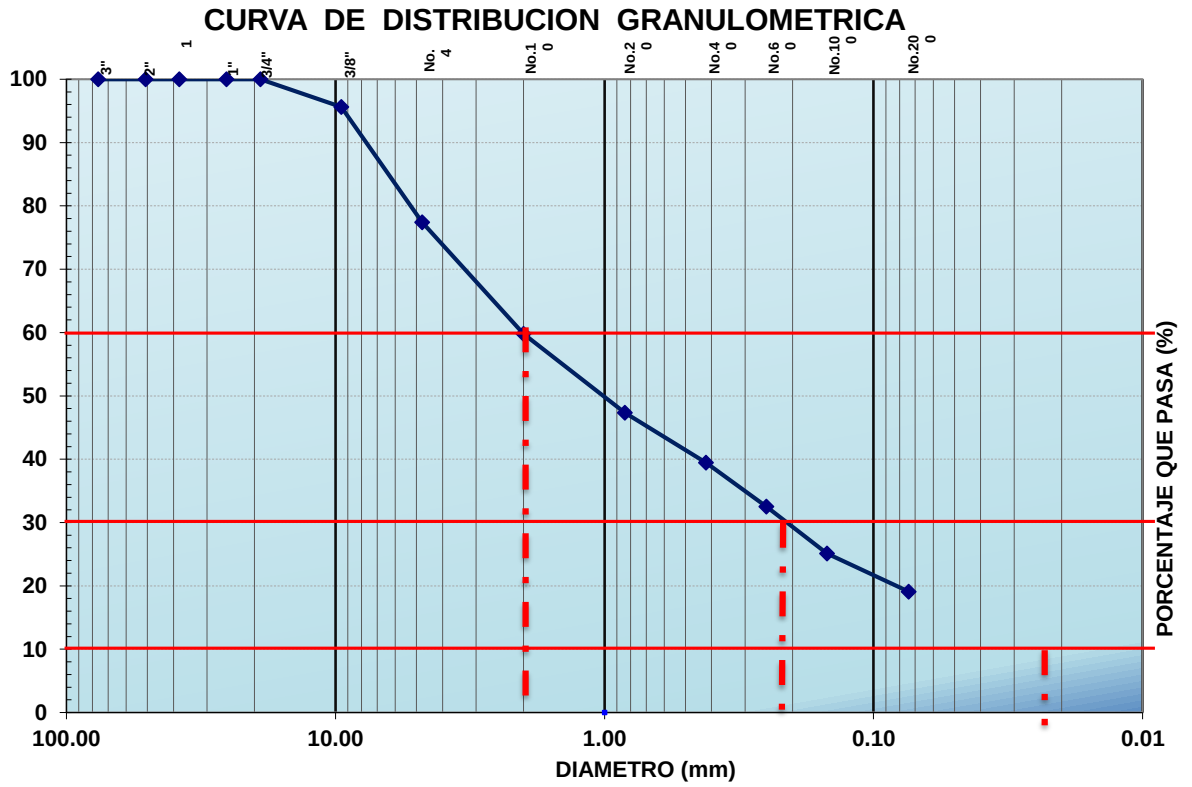
INFORME DE CURVA GRANULOMETRICA

COMPOSICION DEL MATERIAL RETENIDO EN LA MALLA No.4

No. MALLA	ABERTURA(mm)	P. S. RET.(gr)	(%)RETENIDO	(%)ACUMULADO	(%) QUE PASA
3"	76.20	0.00	0	0	100
2"	50.80	0.00	0	0	100
1 1/2"	38.10	0.00	0	0	100
1"	25.40	0.00	0	0	100
3/4"	19.00	0.00	0	0	100
3/8"	9.51	9.30	4	4	96
No.4	4.76	38.60	18	23	77

COMPOSICION DEL MATERIAL QUE PASA LA MALLA No.4

No. MALLA	ABERTURA(mm)	P. S. RET.(gr)	(%)RETENIDO	(%)ACUMULADO	(%) QUE PASA
No.10	2.00	37.40	18	40	60
No.20	0.84	26.40	12	53	47
No.40	0.42	16.70	8	61	39
No.60	0.25	14.70	7	67	33
No.100	0.15	15.70	7	75	25
No.200	0.07	12.80	6	81	19
Pasa malla No.200		40.50	19	100	0
Suma		212.10	100		



D_{10}	D_{30}	D_{60}
0.000	**0.120**	**2.000**

C_C	**N.P.**
C_U	**N.P.**

Vo. Bo. SIGNATORIO

NOMBRE Y FIRMA

RECIBIO

NOMBRE Y FIRMA

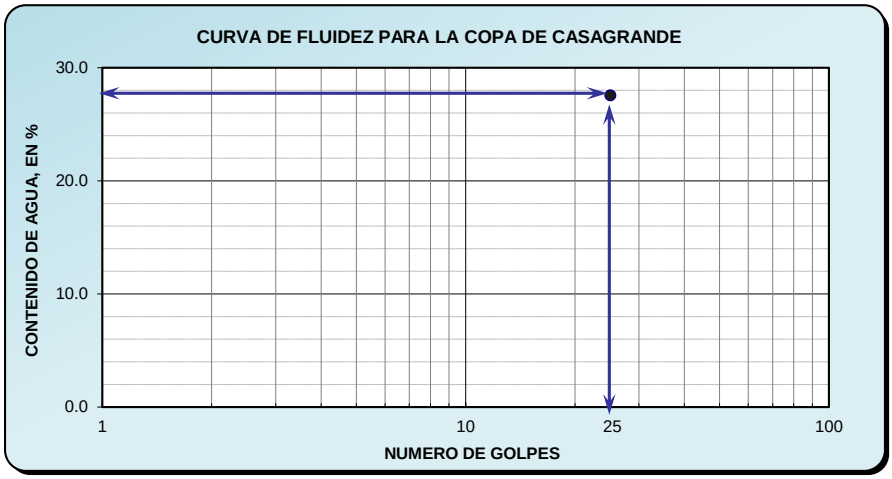
PROHIBIDA LA REPRODUCCION TOTAL DE ESTE INFORME SIN LA AUTORIZACION DEL LABORATORIO.
ESTE INFORME SOLO AFECTA A LOS ESPECIMENES Y/O MUESTRAS SOMETIDOS A PRUEBA.
MIEMBRO NUMERO No. 70 DE LA ASOCIACION NACIONAL DE LABORATORIOS INDEPENDIENTES AL SERVICIO DE LA CONSTRUCCION A.C.

Límites de Atterberg

PROYECTO:	PUEBLO BONITO				
PROCEDENCIA:	PLAYA DEL CARMEN, SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.				
SONDEO:	SM-02	MUESTRA	01 (SUPERIOR)	Fecha	2019/20/23 - 2019/03/08

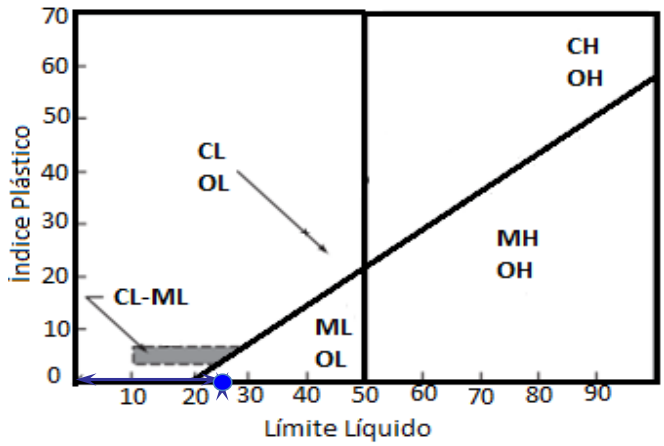
LÍMITE LÍQUIDO

CÁPSULA No.	Peso Cápsula + Muestra Húmeda (gr)	Peso Cápsula + Muestra Seca (gr)	Peso Cápsula (gr)	Peso del Agua Ww (gr)	Peso de Sólidos Ws (gr)	Contenido de Agua W%	No de golpes
1-A	71.90	62.48	28.32	9.42	34.16	**27.6**	25



Límite Plástico	
Cápsula No.	--
Peso Cápsula + Muestra Húmeda (gr)	0.00
Peso Cápsula + Muestra Seca (gr)	0.00
Peso Cápsula (gr)	0.00
PESO DEL AGUA Ww (gr)	0.00
PESO DE SÓLIDOS Ws (gr)	0.00
CONTENIDO DE AGUA W (%)	N.P.

CARTA DE PLASTICIDAD



CONTRACCIÓN LINEAL

Recipiente	Longitud Inicial (mm)	Longitud Final (mm)	Contracción Lineal %
04	100.03	100.03	**0.00**

RESUMEN	
LL (%)	27.6
LP (%)	N.P.
IP (%)	N.P.
CL (%)	0.0

[redacted]

LABORATORIO DE MATERIALES, MECÁNICA DE SUELOS E INGENIERÍA ESTRUCTURAL

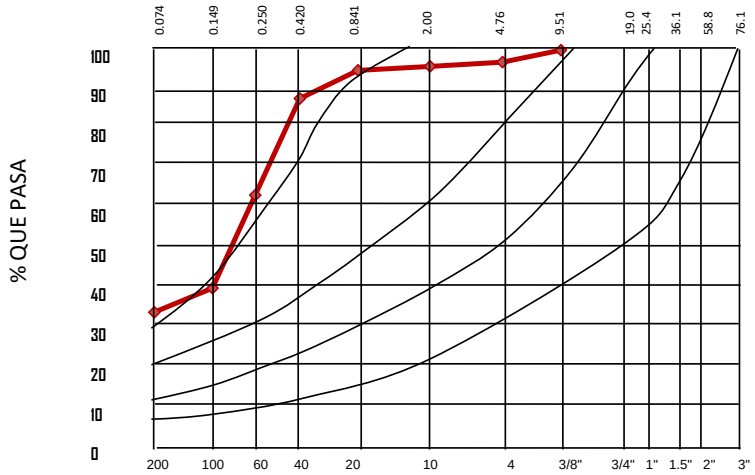
INFORME DE ENSAYE DE MATERIALES

METODOS DE PRUEBA VIGENTES EMPLEADOS: (*AASHTO-T) 99, 180; (*NMX - C)30, 170, 77, 164, 166, 73, 84

OBRA:	**PUEBLO BONITO**	No. DE SONDEO	**SM-02**
CLIENTE:	**LAZKI S.A. DE C.V.**	PROF. (m)	0.00 - 0.60
LOCALIZACIÓN	**PLAYA DEL CARMEN, SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.**	MUESTRA:	01 (INFERIOR)
TRAMO:	--		
FECHA:	2019/02/23 - 2019/03/08	RESPONSABLE.	--

ZONAS DE ESPECIFICACIONES GRANULOMETRICAS

MALLA No.	MATERIAL QUE PASA (%)
3" (76.2)	
2" (50.8)	
1 1/2" (38.1)	
1" (25.4)	
3/4" (19.0)	
3/8" (9.51)	**100**
No. 4 (4.76)	**97**
No. 10 (2.00)	**96**
No. 20 (0.841)	**95**
No. 40 (0.420)	**88**
No. 60 (0.250)	**64**
No. 100 (0.149)	**41**
No. 200 (0.074)	**35**



RESULTADOS OBTENIDOS DE LOS ENSAYES EFECTUADOS			
MUESTRA No	PESO HUMEDO (grs)	PESO SECO (grs)	HUMEDAD (%)
01 (INFERIOR)	117.60	86.50	35.95

PRUEBAS SOBRE MATERIAL TAMIZADO POR MALLA Nº 40			
LIMITE LIQUIDO (%)	38.10	CONTRACCION LINEAL (%)	2.00
LIMITE PLASTICO (%)	N.P.	S.U.C.S	**SM**
INIDICE PLASTICO (%)	N.P.	CLASIF:	

LABORATORISTA

Vo. Bo. SIGNATORIO

RECIBIO

NOMBRE Y FIRMA

PROHIBIDA LA REPRODUCCION TOTAL DE ESTE INFORME SIN LA AUTORIZACION DEL LABORATORIO.
ESTE INFORME SOLO AFECTA A LOS ESPECIMENES Y/O MUESTRAS SOMETIDOS A PRUEBA.
MIEMBRO NUMERO No. 70 DE LA ASOCIACION NACIONAL DE LABORATORIOS INDEPENDIENTES AL SERVICIO DE LA CONSTRUCCION A.C.

LABORATORIO DE MATERIALES, MECÁNICA DE SUELOS E INGENIERÍA ESTRUCTURAL

OBRA:	**PUEBLO BONITO**	No. SONDEO:	SM.02
CLIENTE:	LAZKI S.A. DE C.V.	Profundidad (m)	0.00 - 0.60
LOCALIZACION:	PLAYA DEL CARMEN, SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.	MUESTRA:	01 (INFERIOR)
TRAMO:	---	RESPONSABLE:	
FECHA:	2019/02/23 - 2019/03/08		

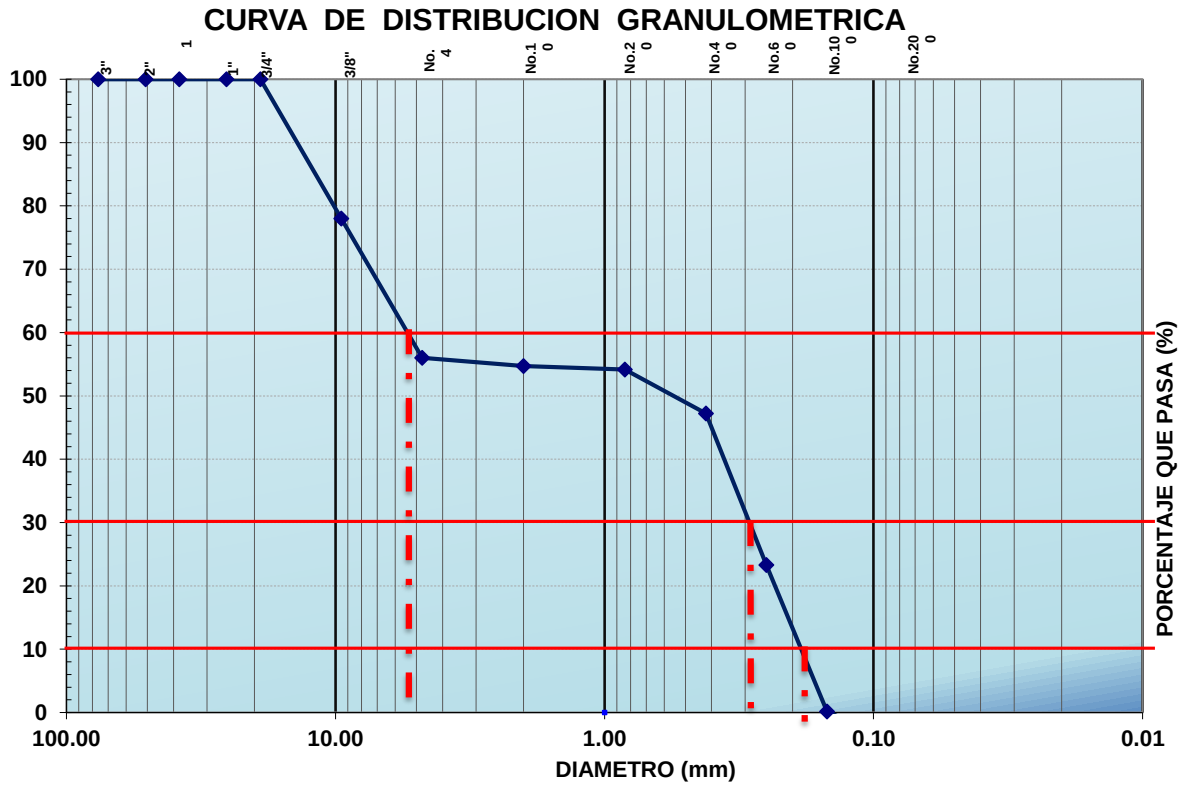
INFORME DE CURVA GRANULOMETRICA

COMPOSICION DEL MATERIAL RETENIDO EN LA MALLA No.4

No. MALLA	ABERTURA(mm)	P. S. RET.(gr)	(%)RETENIDO	(%)ACUMULADO	(%) QUE PASA
3"	76.20	0.00	0	0	100
2"	50.80	0.00	0	0	100
1 1/2"	38.10	0.00	0	0	100
1"	25.40	0.00	0	0	100
3/4"	19.00	0.00	0	0	100
3/8"	9.51	0.00	22	22	78
No.4	4.76	3.10	22	44	56

COMPOSICION DEL MATERIAL QUE PASA LA MALLA No.4

No. MALLA	ABERTURA(mm)	P. S. RET.(gr)	(%)RETENIDO	(%)ACUMULADO	(%) QUE PASA
No.10	2.00	1.10	1	45	55
No.20	0.84	0.50	1	46	54
No.40	0.42	6.00	7	53	47
No.60	0.25	20.70	24	77	23
No.100	0.15	20.00	23	100	0
No.200	0.07	5.00	6	106	-6
Pasa malla No.200		30.10	35	140	-40
Suma		86.50	100		



D_{10}	D_{30}	D_{60}
0.170	**0.290**	**5.100**

C_C	**0.1**
C_U	**30.0**

Vo. Bo. SIGNATORIO

[redacted]

NOMBRE Y FIRMA

RECIBIO

NOMBRE Y FIRMA

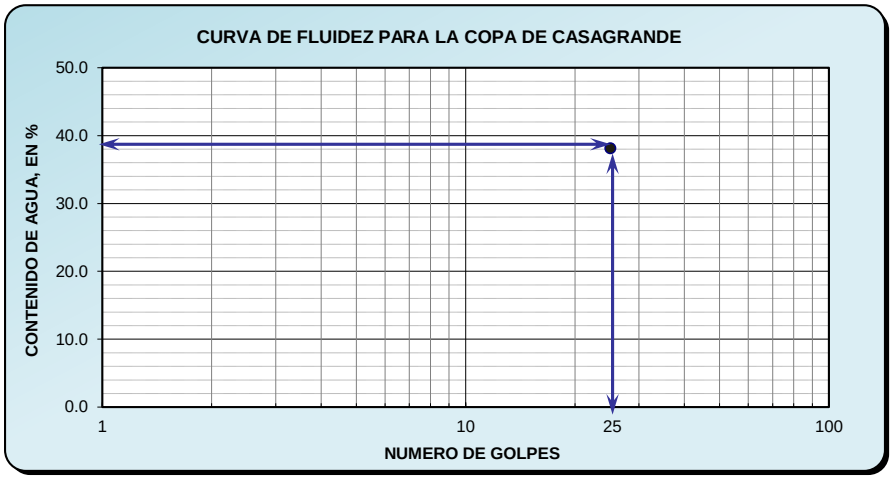
PROHIBIDA LA REPRODUCCION TOTAL DE ESTE INFORME SIN LA AUTORIZACION DEL LABORATORIO.
ESTE INFORME SOLO AFECTA A LOS ESPECIMENES Y/O MUESTRAS SOMETIDOS A PRUEBA.
MIEMBRO NUMERO No. 70 DE LA ASOCIACION NACIONAL DE LABORATORIOS INDEPENDIENTES AL SERVICIO DE LA CONSTRUCCION A.C.

Límites de Atterberg

PROYECTO:	PUEBLO BONITO				
PROCEDENCIA:	PLAYA DEL CARMEN, SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.				
SONDEO:	SM-02	MUESTRA	01 (INFERIOR)	Fecha	2019/20/23 - 2019/03/08

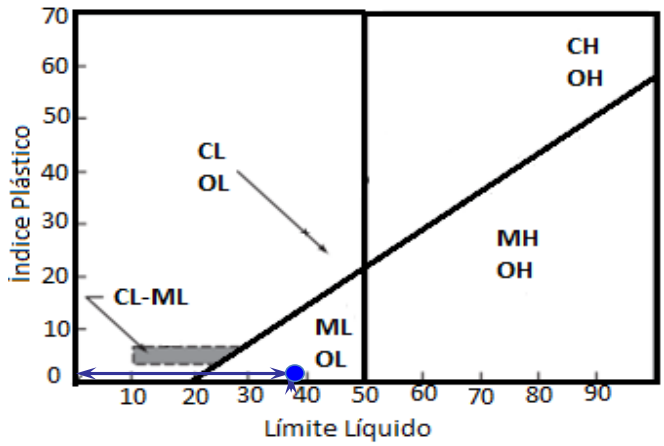
LÍMITE LÍQUIDO

CÁPSULA No.	Peso Cápsula + Muestra Húmeda (gr)	Peso Cápsula + Muestra Seca (gr)	Peso Cápsula (gr)	Peso del Agua Ww (gr)	Peso de Sólidos Ws (gr)	Contenido de Agua W%	No de golpes
6	68.22	55.90	23.60	12.32	32.30	**38.1**	25



Límite Plástico	
Cápsula No.	--
Peso Cápsula + Muestra Húmeda (gr)	0.00
Peso Cápsula + Muestra Seca (gr)	0.00
Peso Cápsula (gr)	0.00
PESO DEL AGUA Ww (gr)	0.00
PESO DE SÓLIDOS Ws (gr)	0.00
CONTENIDO DE AGUA W (%)	#¡DIV/0!

CARTA DE PLASTICIDAD



CONTRACCIÓN LINEAL

Recipiente	Longitud Inicial (mm)	Longitud Final (mm)	Contracción Lineal %
03	99.98	97.96	**2.0**

RESUMEN	
LL (%)	38.1
LP (%)	N.P.
IP (%)	N.P.
CL (%)	2.0

[redacted]

LABORATORIO DE MATERIALES, MECÁNICA DE SUELOS E INGENIERÍA ESTRUCTURAL

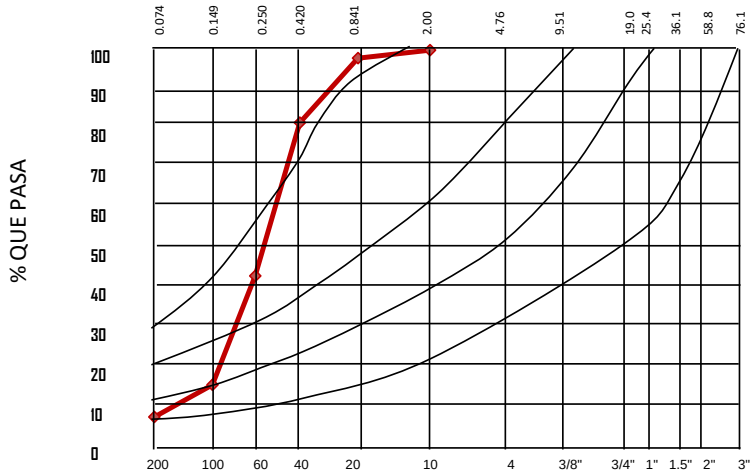
INFORME DE ENSAYE DE MATERIALES

METODOS DE PRUEBA VIGENTES EMPLEADOS: (*AASHTO-T) 99, 180; (*NMX - C)30, 170, 77, 164, 166, 73, 84

OBRA:	**PUEBLO BONITO**	No. DE SONDEO	**SM-02**
CLIENTE:	**LAZKI S.A. DE C.V.**	PROF. (m)	0.00 - 1.20
LOCALIZACIÓN	**PLAYA DEL CARMEN, SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.**	MUESTRA:	2
TRAMO:	--		
FECHA:	2019/02/23 - 2019/03/08	RESPONSABLE.	--

ZONAS DE ESPECIFICACIONES GRANULOMETRICAS

MALLA No.	MATERIAL QUE PASA (%)
3" (76.2)	
2" (50.8)	
1 1/2" (38.1)	
1" (25.4)	
3/4" (19.0)	
3/8" (9.51)	
No. 4 (4.76)	
No. 10 (2.00)	**100**
No. 20 (0.841)	**98**
No. 40 (0.420)	**82**
No. 60 (0.250)	**44**
No. 100 (0.149)	**17**
No. 200 (0.074)	**9**



RESULTADOS OBTENIDOS DE LOS ENSAYES EFECTUADOS			
MUESTRA No	PESO HUMEDO (grs)	PESO SECO (grs)	HUMEDAD (%)
2	297.60	220.70	34.84

PRUEBAS SOBRE MATERIAL TAMIZADO POR MALLA Nº 40			
LIMITE LIQUIDO (%)	38.10	CONTRACCION LINEAL (%)	2.00
LIMITE PLASTICO (%)	N.P.	S.U.C.S	**SM**
INIDICE PLASTICO (%)	N.P.	CLASIF:	

LABORATORISTA

[redacted]

NOMBRE Y FIRMA

Vo. Bo. SIGNATORIO

[redacted]

NOMBRE Y FIRMA

RECIBIO

NOMBRE Y FIRMA

PROHIBIDA LA REPRODUCCION TOTAL DE ESTE INFORME SIN LA AUTORIZACION DEL LABORATORIO.
ESTE INFORME SOLO AFECTA A LOS ESPECIMENES Y/O MUESTRAS SOMETIDOS A PRUEBA.
MIEMBRO NUMERO No. 70 DE LA ASOCIACION NACIONAL DE LABORATORIOS INDEPENDIENTES AL SERVICIO DE LA CONSTRUCCION A.C.

[redacted]

LABORATORIO DE MATERIALES, MECÁNICA DE SUELOS E INGENIERÍA ESTRUCTURAL

OBRA:	**PUEBLO BONITO**	No. SONDEO:	SM.02
CLIENTE:	LAZKI S.A. DE C.V.	Profundidad (m)	0.00 - 1.20
LOCALIZACION:	PLAYA DEL CARMEN, SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.	MUESTRA:	2
TRAMO:	---	RESPONSABLE:	
FECHA:	2019/02/23 - 2019/03/08		

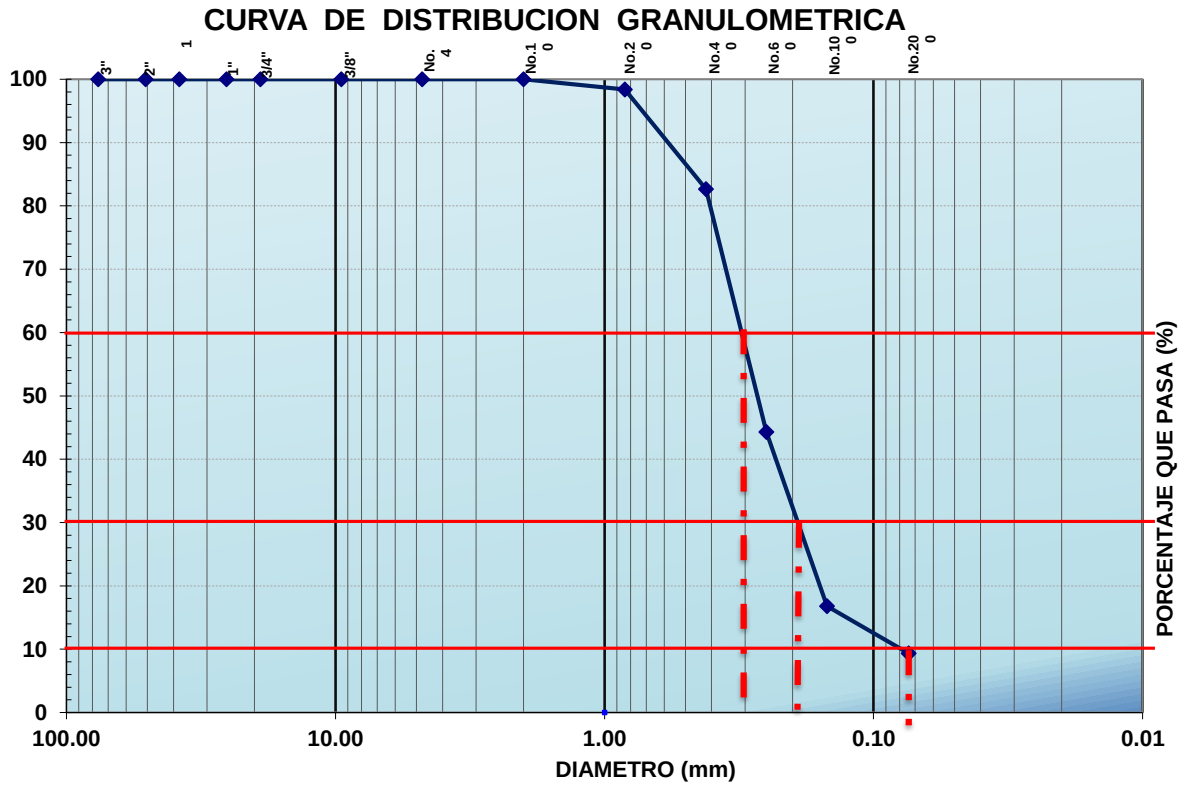
INFORME DE CURVA GRANULOMETRICA

COMPOSICION DEL MATERIAL RETENIDO EN LA MALLA No.4

No. MALLA	ABERTURA(mm)	P. S. RET.(gr)	(%)RETENIDO	(%)ACUMULADO	(%) QUE PASA
3"	76.20	0.00	0	0	100
2"	50.80	0.00	0	0	100
1 1/2"	38.10	0.00	0	0	100
1"	25.40	0.00	0	0	100
3/4"	19.00	0.00	0	0	100
3/8"	9.51	0.00	0	0	100
No.4	4.76	0.00	0	0	100

COMPOSICION DEL MATERIAL QUE PASA LA MALLA No.4

No. MALLA	ABERTURA(mm)	P. S. RET.(gr)	(%)RETENIDO	(%)ACUMULADO	(%) QUE PASA
No.10	2.00	0.00	0	0	100
No.20	0.84	3.60	2	2	98
No.40	0.42	34.70	16	17	83
No.60	0.25	84.60	38	56	44
No.100	0.15	60.70	28	83	17
No.200	0.07	16.50	7	91	9
Pasa malla No.200		20.60	9	100	0
Suma		220.70	100		



D_{10}	D_{30}	D_{60}
0.070	**0.190**	**0.200**

C_C	**0.1**
C_U	**2.9**

Vo. Bo. SIGNATORIO

NOMBRE Y FIRMA

RECIBIO

NOMBRE Y FIRMA

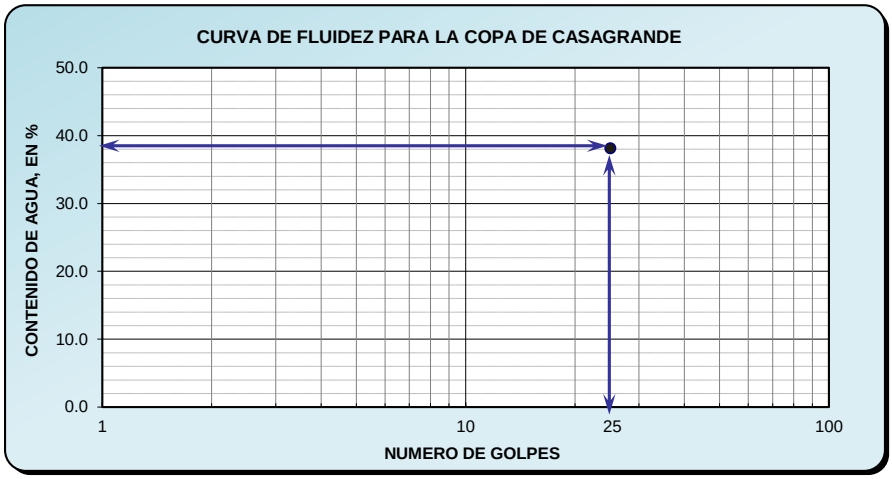
PROHIBIDA LA REPRODUCCION TOTAL DE ESTE INFORME SIN LA AUTORIZACION DEL LABORATORIO.
ESTE INFORME SOLO AFECTA A LOS ESPECIMENES Y/O MUESTRAS SOMETIDOS A PRUEBA.
MIEMBRO NUMERO No. 70 DE LA ASOCIACION NACIONAL DE LABORATORIOS INDEPENDIENTES AL SERVICIO DE LA CONSTRUCCION A.C.

Límites de Atterberg

PROYECTO:	PUEBLO BONITO				
PROCEDENCIA:	PLAYA DEL CARMEN, SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.				
SONDEO:	SM-02	MUESTRA	02	Fecha	2019/20/23 - 2019/03/08

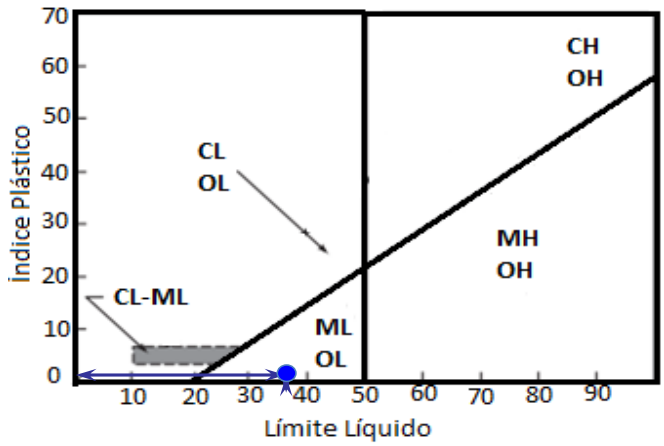
LÍMITE LÍQUIDO

CÁPSULA No.	Peso Cápsula + Muestra Húmeda (gr)	Peso Cápsula + Muestra Seca (gr)	Peso Cápsula (gr)	Peso del Agua Ww (gr)	Peso de Sólidos Ws (gr)	Contenido de Agua W%	No de golpes
6	68.22	55.90	23.60	12.32	32.30	**38.1**	25



Límite Plástico	
Cápsula No.	--
Peso Cápsula + Muestra Húmeda (gr)	0.00
Peso Cápsula + Muestra Seca (gr)	0.00
Peso Cápsula (gr)	0.00
PESO DEL AGUA Ww (gr)	0.00
PESO DE SÓLIDOS Ws (gr)	0.00
CONTENIDO DE AGUA W (%)	N.P.

CARTA DE PLASTICIDAD



CONTRACCIÓN LINEAL

Recipiente	Longitud Inicial (mm)	Longitud Final (mm)	Contracción Lineal %
03	99.98	97.96	**2.0**

RESUMEN	
LL (%)	38.1
LP (%)	N.P.
IP (%)	N.P.
CL (%)	2.0

[redacted]

LABORATORIO DE MATERIALES, MECÁNICA DE SUELOS E INGENIERÍA ESTRUCTURAL

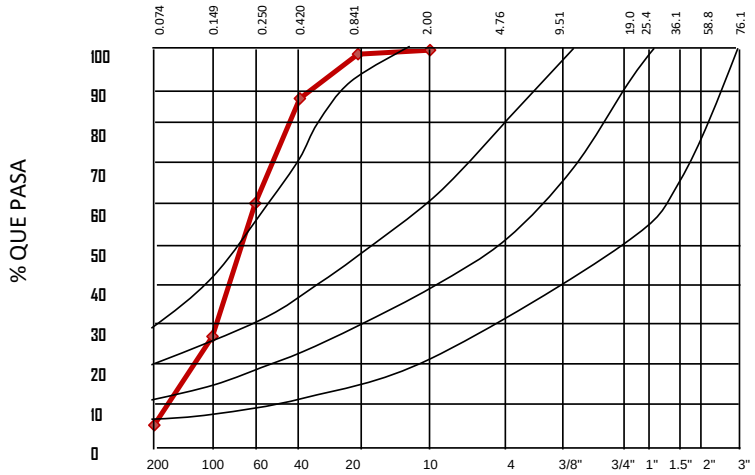
INFORME DE ENSAYE DE MATERIALES

METODOS DE PRUEBA VIGENTES EMPLEADOS: (*AASHTO-T) 99, 180; (*NMX - C)30, 170, 77, 164, 166, 73, 84

OBRA:	**PUEBLO BONITO**	No. DE SONDEO	**SM-02**
CLIENTE:	**LAZKI S.A. DE C.V.**	PROF. (m)	0.20 - 1.80
LOCALIZACIÓN	**PLAYA DEL CARMEN, SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.**	MUESTRA:	3
TRAMO:	--		
FECHA:	2019/02/23 - 2019/03/08	RESPONSABLE.	--

ZONAS DE ESPECIFICACIONES GRANULOMETRICAS

MALLA No.	MATERIAL QUE PASA (%)
3" (76.2)	
2" (50.8)	
1 1/2" (38.1)	
1" (25.4)	
3/4" (19.0)	
3/8" (9.51)	
No. 4 (4.76)	
No. 10 (2.00)	**100**
No. 20 (0.841)	**99**
No. 40 (0.420)	**88**
No. 60 (0.250)	**62**
No. 100 (0.149)	**29**
No. 200 (0.074)	**7**



RESULTADOS OBTENIDOS DE LOS ENSAYES EFECTUADOS			
MUESTRA No	PESO HUMEDO (grs)	PESO SECO (grs)	HUMEDAD (%)
3	207.80	150.70	37.89

PRUEBAS SOBRE MATERIAL TAMIZADO POR MALLA Nº 40			
LIMITE LIQUIDO (%)	45.20	CONTRACCION LINEAL (%)	0.00
LIMITE PLASTICO (%)	N.P.	S.U.C.S	**SM**
INIDICE PLASTICO (%)	N.P.	CLASIF:	

LABORATORISTA | Vo. Bo. SIGNATORIO | RECIBIO

NOMBRE Y FIRMA

PROHIBIDA LA REPRODUCCION TOTAL DE ESTE INFORME SIN LA AUTORIZACION DEL LABORATORIO.
ESTE INFORME SOLO AFECTA A LOS ESPECIMENES Y/O MUESTRAS SOMETIDOS A PRUEBA.
MIEMBRO NUMERO No. 70 DE LA ASOCIACION NACIONAL DE LABORATORIOS INDEPENDIENTES AL SERVICIO DE LA CONSTRUCCION A.C.

LABORATORIO DE MATERIALES, MECÁNICA DE SUELOS E INGENIERÍA ESTRUCTURAL

OBRA:	**PUEBLO BONITO**	No. SONDEO:	SM.02
CLIENTE:	LAZKI S.A. DE C.V.	Profundidad (m)	1.20 - 1.80
LOCALIZACION:	PLAYA DEL CARMEN, SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.	MUESTRA:	3
TRAMO:	---	RESPONSABLE:	
FECHA:	2019/02/23 - 2019/03/08		

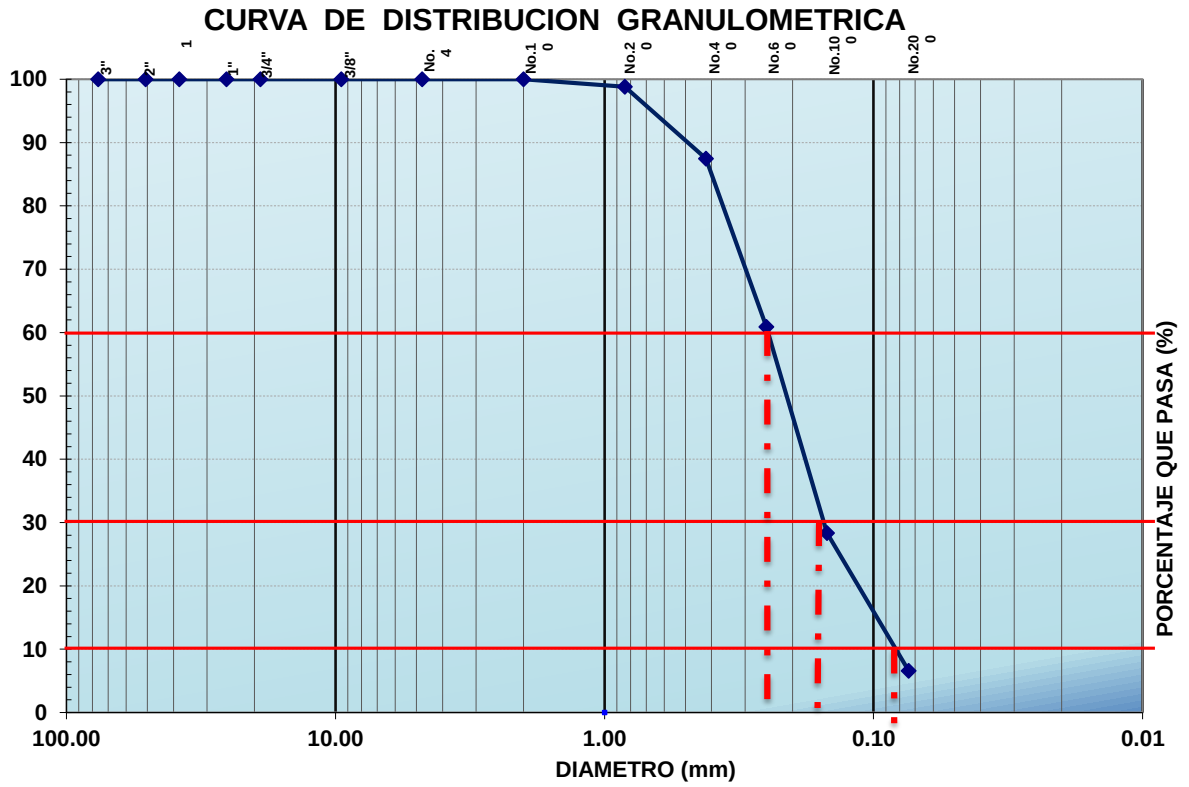
INFORME DE CURVA GRANULOMETRICA

COMPOSICION DEL MATERIAL RETENIDO EN LA MALLA No.4

No. MALLA	ABERTURA(mm)	P. S. RET.(gr)	(%)RETENIDO	(%)ACUMULADO	(%) QUE PASA
3"	76.20	0.00	0.00	0.00	100
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100
1 1/2"	38.10	0.00	0.00	0.00	100
1"	25.40	0.00	0.00	0.00	100
3/4"	19.00	0.00	0.00	0.00	100
3/8"	9.51	0.00	0.00	0.00	100
No.4	4.76	0.00	0.00	0.00	100

COMPOSICION DEL MATERIAL QUE PASA LA MALLA No.4

No. MALLA	ABERTURA(mm)	P. S. RET.(gr)	(%)RETENIDO	(%)ACUMULADO	(%) QUE PASA
No.10	2.00	0.00	0	0	100
No.20	0.84	1.80	1	1	99
No.40	0.42	17.10	11	13	87
No.60	0.25	40.00	27	39	61
No.100	0.15	49.10	33	72	28
No.200	0.07	32.80	22	93	7
Pasa malla No.200		9.90	7	100	0
Suma		150.70	100		



D_{10}	D_{30}	D_{60}
0.080	**0.160**	**0.250**

C_C	**0.1**
C_U	**3.1**

Vo. Bo. SIGNATORIO

[redacted]

NOMBRE Y FIRMA

RECIBIO

NOMBRE Y FIRMA

PROHIBIDA LA REPRODUCCION TOTAL DE ESTE INFORME SIN LA AUTORIZACION DEL LABORATORIO.
ESTE INFORME SOLO AFECTA A LOS ESPECIMENES Y/O MUESTRAS SOMETIDOS A PRUEBA.
MIEMBRO NUMERO No. 70 DE LA ASOCIACION NACIONAL DE LABORATORIOS INDEPENDIENTES AL SERVICIO DE LA CONSTRUCCION A.C.

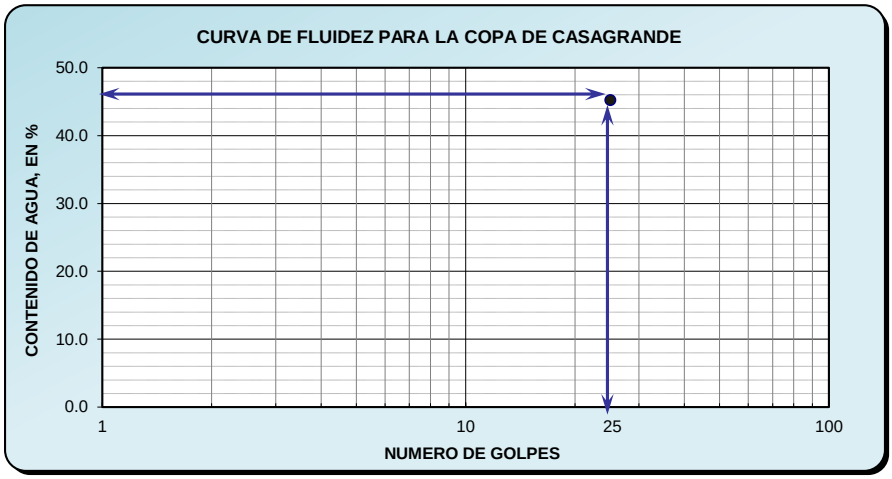
[redacted]

Límites de Atterberg

PROYECTO:	PUEBLO BONITO				
PROCEDENCIA:	PLAYA DEL CARMEN, SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.				
SONDEO:	SM-02	MUESTRA	03	Fecha	2019/20/23 - 2019/03/08

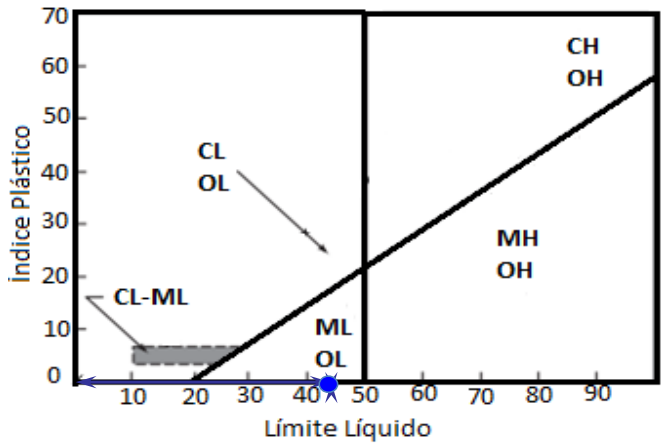
LÍMITE LÍQUIDO

CÁPSULA No.	Peso Cápsula + Muestra Húmeda (gr)	Peso Cápsula + Muestra Seca (gr)	Peso Cápsula (gr)	Peso del Agua Ww (gr)	Peso de Sólidos Ws (gr)	Contenido de Agua W%	No de golpes
X	72.65	58.85	28.35	13.80	30.50	**45.2**	25



Límite Plástico	
Cápsula No.	--
Peso Cápsula + Muestra Húmeda (gr)	0.00
Peso Cápsula + Muestra Seca (gr)	0.00
Peso Cápsula (gr)	0.00
PESO DEL AGUA Ww (gr)	0.00
PESO DE SÓLIDOS Ws (gr)	0.00
CONTENIDO DE AGUA W (%)	N.P.

CARTA DE PLASTICIDAD



CONTRACCIÓN LINEAL

Recipiente	Longitud Inicial (mm)	Longitud Final (mm)	Contracción Lineal %
09	99.96	99.96	**0.00**

RESUMEN	
LL (%)	45.2
LP (%)	N.P.
IP (%)	N.P.
CL (%)	0.0

[redacted]

LABORATORIO DE MATERIALES, MECÁNICA DE SUELOS E INGENIERÍA ESTRUCTURAL

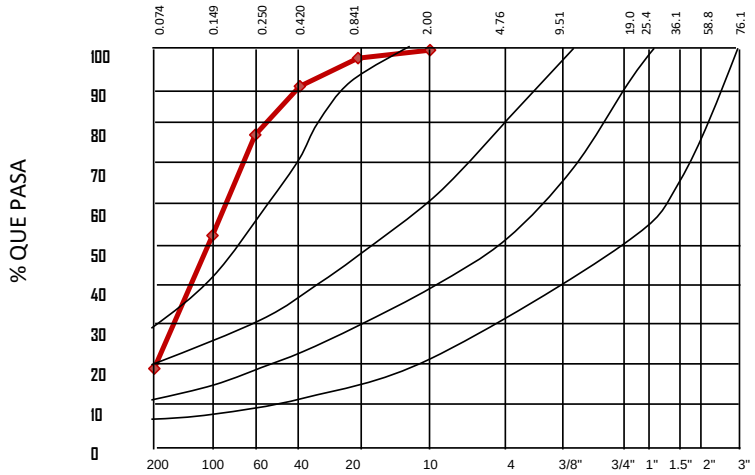
INFORME DE ENSAYE DE MATERIALES

METODOS DE PRUEBA VIGENTES EMPLEADOS: (*AASHTO-T) 99, 180; (*NMX - C)30, 170, 77, 164, 166, 73, 84

OBRA:	**PUEBLO BONITO**	No. DE SONDEO	**SM-02**
CLIENTE:	**LAZKI S.A. DE C.V.**	PROF. (m)	1.80 - 2.40
LOCALIZACIÓN	**PLAYA DEL CARMEN, SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.**	MUESTRA:	4
TRAMO:	--		
FECHA:	2019/02/23 - 2019/03/08	RESPONSABLE.	--

ZONAS DE ESPECIFICACIONES GRANULOMETRICAS

MALLA No.	MATERIAL QUE PASA (%)
3" (76.2)	
2" (50.8)	
1 1/2" (38.1)	
1" (25.4)	
3/4" (19.0)	
3/8" (9.51)	
No. 4 (4.76)	
No. 10 (2.00)	**100**
No. 20 (0.841)	**98**
No. 40 (0.420)	**91**
No. 60 (0.250)	**79**
No. 100 (0.149)	**54**
No. 200 (0.074)	**21**



RESULTADOS OBTENIDOS DE LOS ENSAYES EFECTUADOS			
MUESTRA No	PESO HUMEDO (grs)	PESO SECO (grs)	HUMEDAD (%)
4	207.50	149.70	38.61

PRUEBAS SOBRE MATERIAL TAMIZADO POR MALLA Nº 40			
LIMITE LIQUIDO (%)	45.20	CONTRACCION LINEAL (%)	0.00
LIMITE PLASTICO (%)	N.P.	S.U.C.S	**SM**
INIDICE PLASTICO (%)	N.P.	CLASIF:	

LABORATORISTA | Vo. Bo. SIGNATORIO | RECIBIO

[redacted]

NOMBRE Y FIRMA | NOMBRE Y FIRMA | NOMBRE Y FIRMA

PROHIBIDA LA REPRODUCCION TOTAL DE ESTE INFORME SIN LA AUTORIZACION DEL LABORATORIO.
ESTE INFORME SOLO AFECTA A LOS ESPECIMENES Y/O MUESTRAS SOMETIDOS A PRUEBA.
MIEMBRO NUMERO No. 70 DE LA ASOCIACION NACIONAL DE LABORATORIOS INDEPENDIENTES AL SERVICIO DE LA CONSTRUCCION A.C.

[redacted]

LABORATORIO DE MATERIALES, MECÁNICA DE SUELOS E INGENIERÍA ESTRUCTURAL

socio activo analisec

OBRA:	**PUEBLO BONITO**	No. SONDEO:	SM.02
CLIENTE:	LAZKI S.A. DE C.V.	Profundidad (m)	1.80 - 2.40
LOCALIZACION:	PLAYA DEL CARMEN, SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.	MUESTRA:	4
TRAMO:	---	RESPONSABLE:	
FECHA:	2019/02/23 - 2019/03/08		

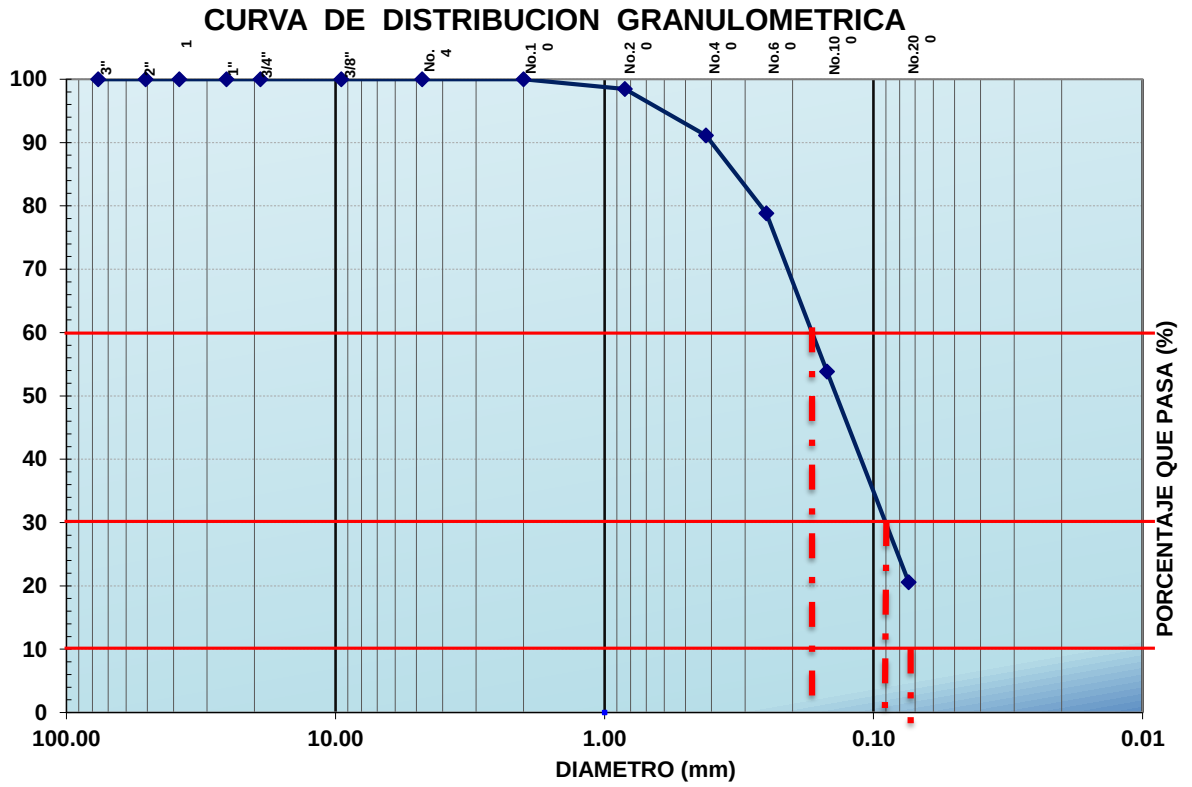
INFORME DE CURVA GRANULOMETRICA

COMPOSICION DEL MATERIAL RETENIDO EN LA MALLA No.4

No. MALLA	ABERTURA(mm)	P. S. RET.(gr)	(%)RETENIDO	(%)ACUMULADO	(%) QUE PASA
3"	76.20	0.00	0.00	0.00	100
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100
1 1/2"	38.10	0.00	0.00	0.00	100
1"	25.40	0.00	0.00	0.00	100
3/4"	19.00	0.00	0.00	0.00	100
3/8"	9.51	0.00	0.00	0.00	100
No.4	4.76	0.00	0.00	0.00	100

COMPOSICION DEL MATERIAL QUE PASA LA MALLA No.4

No. MALLA	ABERTURA(mm)	P. S. RET.(gr)	(%)RETENIDO	(%)ACUMULADO	(%) QUE PASA
No.10	2.00	0.00	0	0	100
No.20	0.84	2.30	2	2	98
No.40	0.42	11.00	7	9	91
No.60	0.25	18.40	12	21	79
No.100	0.15	37.40	25	46	54
No.200	0.07	49.80	33	79	21
Pasa malla No.200		30.80	21	100	0
Suma		149.70	100		



D_{10}	D_{30}	D_{60}
0.000	**0.090**	**0.170**

C_C	**N.P.**
C_U	**N.P.**

Vo. Bo. SIGNATORIO

[redacted]

NOMBRE Y FIRMA

RECIBIO

NOMBRE Y FIRMA

PROHIBIDA LA REPRODUCCION TOTAL DE ESTE INFORME SIN LA AUTORIZACION DEL LABORATORIO.
ESTE INFORME SOLO AFECTA A LOS ESPECIMENES Y/O MUESTRAS SOMETIDOS A PRUEBA.
MIEMBRO NUMERO No. 70 DE LA ASOCIACION NACIONAL DE LABORATORIOS INDEPENDIENTES AL SERVICIO DE LA CONSTRUCCION A.C.

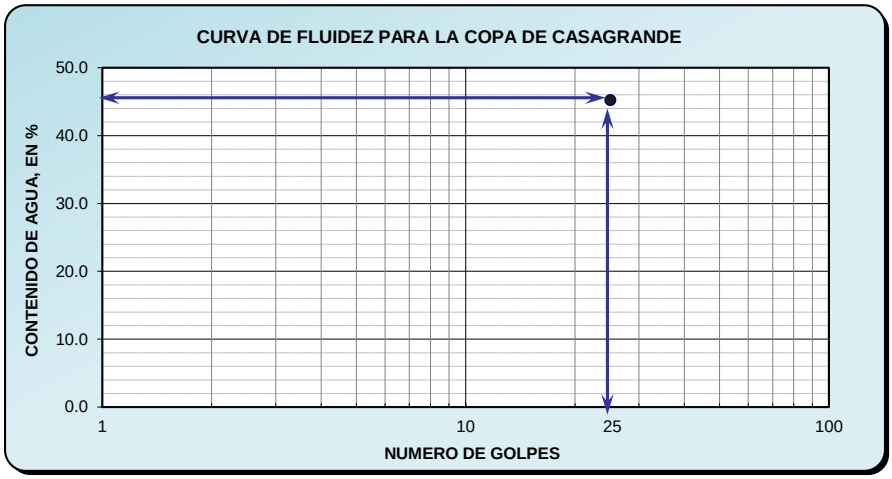
[redacted]

Límites de Atterberg

PROYECTO:	PUEBLO BONITO				
PROCEDENCIA:	PLAYA DEL CARMEN, SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.				
SONDEO:	SM-02	MUESTRA	4	Fecha	2019/20/23 - 2019/03/08

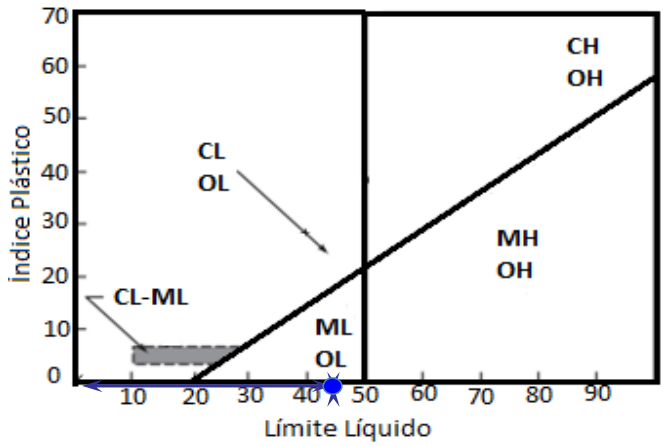
LÍMITE LÍQUIDO

CÁPSULA No.	Peso Cápsula + Muestra Húmeda (gr)	Peso Cápsula + Muestra Seca (gr)	Peso Cápsula (gr)	Peso del Agua Ww (gr)	Peso de Sólidos Ws (gr)	Contenido de Agua W%	No de golpes
X	72.65	58.85	28.35	13.80	30.50	**45.2**	25



Límite Plástico	
Cápsula No.	--
Peso Cápsula + Muestra Húmeda (gr)	0.00
Peso Cápsula + Muestra Seca (gr)	0.00
Peso Cápsula (gr)	0.00
PESO DEL AGUA Ww (gr)	0.00
PESO DE SÓLIDOS Ws (gr)	0.00
CONTENIDO DE AGUA W (%)	#¡DIV/0!

CARTA DE PLASTICIDAD



CONTRACCIÓN LINEAL

Recipiente	Longitud Inicial (mm)	Longitud Final (mm)	Contracción Lineal %
09	99.96	99.96	**0.00**

RESUMEN	
LL (%)	45.2
LP (%)	N.P.
IP (%)	N.P.
CL (%)	0.0

[redacted]

LABORATORIO DE MATERIALES, MECÁNICA DE SUELOS E INGENIERÍA ESTRUCTURAL

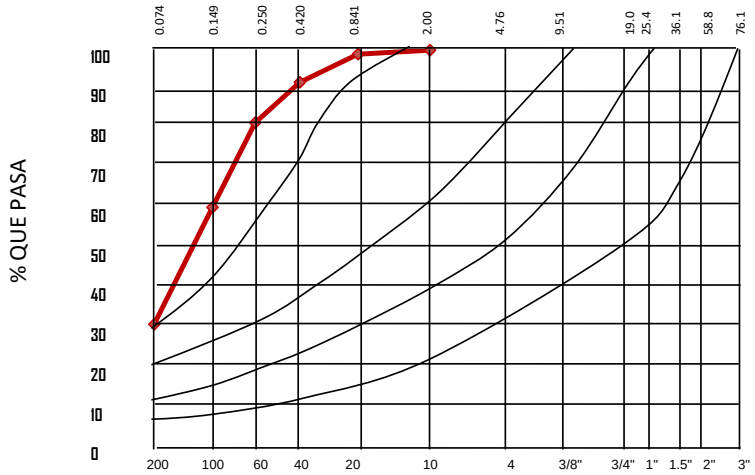
INFORME DE ENSAYE DE MATERIALES

METODOS DE PRUEBA VIGENTES EMPLEADOS: (*AASHTO-T) 99, 180; (*NMX - C)30, 170, 77, 164, 166, 73, 84

OBRA:	**PUEBLO BONITO**	No. DE SONDEO	**SM-02**
CLIENTE:	**LAZKI S.A. DE C.V.**	PROF. (m)	2.40 - 3.00
LOCALIZACIÓN	**PLAYA DEL CARMEN, SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.**	MUESTRA:	5
TRAMO:	--		
FECHA:	2019/02/23 - 2019/03/08	RESPONSABLE.	--

ZONAS DE ESPECIFICACIONES GRANULOMETRICAS

MALLA No.	MATERIAL QUE PASA (%)
3" (76.2)	
2" (50.8)	
1 1/2" (38.1)	
1" (25.4)	
3/4" (19.0)	
3/8" (9.51)	
No. 4 (4.76)	
No. 10 (2.00)	**100**
No. 20 (0.841)	**99**
No. 40 (0.420)	**92**
No. 60 (0.250)	**82**
No. 100 (0.149)	**61**
No. 200 (0.074)	**32**



RESULTADOS OBTENIDOS DE LOS ENSAYES EFECTUADOS			
MUESTRA No	PESO HUMEDO (grs)	PESO SECO (grs)	HUMEDAD (%)
5	212.30	161.90	31.13

PRUEBAS SOBRE MATERIAL TAMIZADO POR MALLA Nº 40			
LIMITE LIQUIDO (%)	45.20	CONTRACCION LINEAL (%)	0.00
LIMITE PLASTICO (%)	N.P.	S.U.C.S	**SM**
INIDICE PLASTICO (%)	N.P.	CLASIF:	

LABORATORISTA	Vo. Bo. SIGNATORIO	RECIBIO
[redacted]	[redacted]	
NOMBRE Y FIRMA	NOMBRE Y FIRMA	NOMBRE Y FIRMA

PROHIBIDA LA REPRODUCCION TOTAL DE ESTE INFORME SIN LA AUTORIZACION DEL LABORATORIO.
ESTE INFORME SOLO AFECTA A LOS ESPECIMENES Y/O MUESTRAS SOMETIDOS A PRUEBA.
MIEMBRO NUMERO No. 70 DE LA ASOCIACION NACIONAL DE LABORATORIOS INDEPENDIENTES AL SERVICIO DE LA CONSTRUCCION A.C.

[redacted]

LABORATORIO DE MATERIALES, MECÁNICA DE SUELOS E INGENIERÍA ESTRUCTURAL

socio activo analisec

OBRA:	**PUEBLO BONITO**	No. SONDEO:	SM.02
CLIENTE:	LAZKI S.A. DE C.V.	Profundidad (m)	2.40 - 3.0
LOCALIZACION:	PLAYA DEL CARMEN, SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.	MUESTRA:	5
TRAMO:	---	RESPONSABLE:	
FECHA:	2019/02/23 - 2019/03/08		

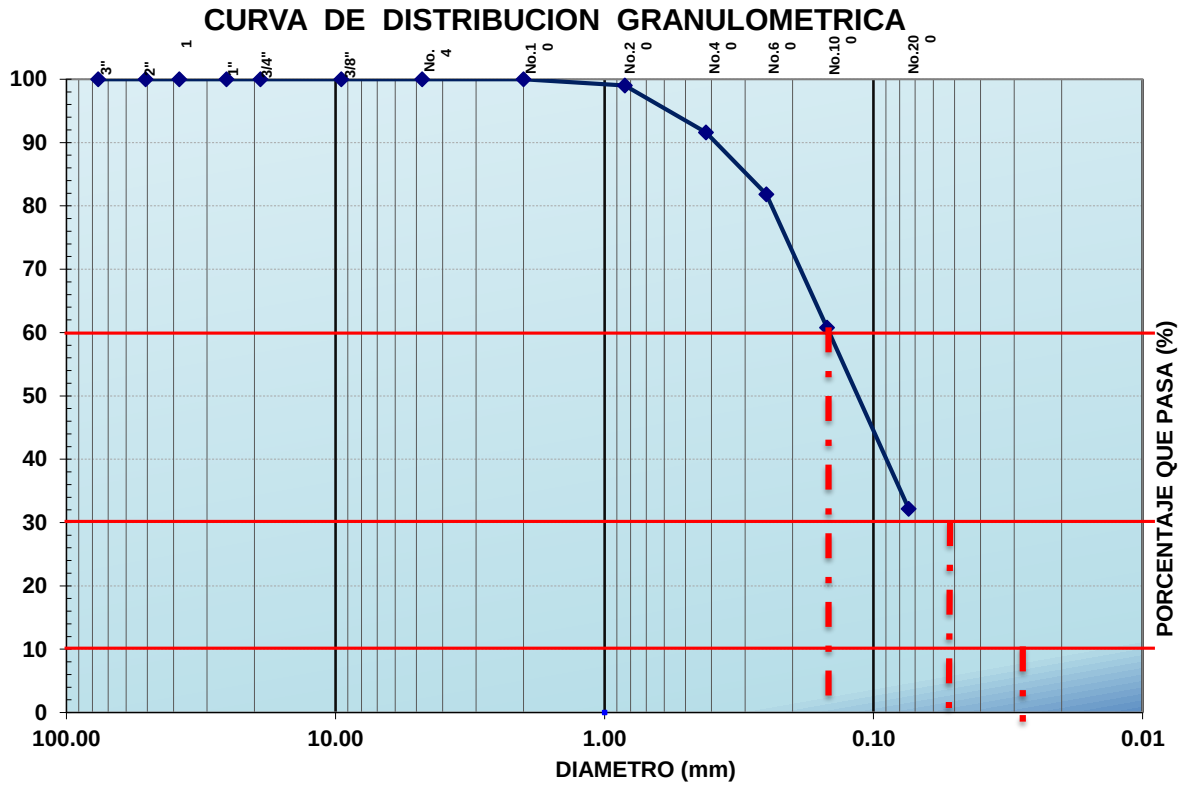
INFORME DE CURVA GRANULOMETRICA

COMPOSICION DEL MATERIAL RETENIDO EN LA MALLA No.4

No. MALLA	ABERTURA(mm)	P. S. RET.(gr)	(%)RETENIDO	(%)ACUMULADO	(%) QUE PASA
3"	76.20	0.00	0	0	100
2"	50.80	0.00	0	0	100
1 1/2"	38.10	0.00	0	0	100
1"	25.40	0.00	0	0	100
3/4"	19.00	0.00	0	0	100
3/8"	9.51	0.00	0	0	100
No.4	4.76	0.00	0	0	100

COMPOSICION DEL MATERIAL QUE PASA LA MALLA No.4

No. MALLA	ABERTURA(mm)	P. S. RET.(gr)	(%)RETENIDO	(%)ACUMULADO	(%) QUE PASA
No.10	2.00	0.00	0	0	100
No.20	0.84	1.60	1	1	99
No.40	0.42	12.00	7	8	92
No.60	0.25	15.80	10	18	82
No.100	0.15	34.10	21	39	61
No.200	0.07	46.30	29	68	32
Pasa malla No.200		52.10	32	100	0
Suma		161.90	100		



D_{10}	D_{30}	D_{60}
0.000	**0.000**	**0.150**

C_C	**N.P.**
C_U	**N.P.**

Vo. Bo. SIGNATORIO

NOMBRE Y FIRMA

RECIBIO

NOMBRE Y FIRMA

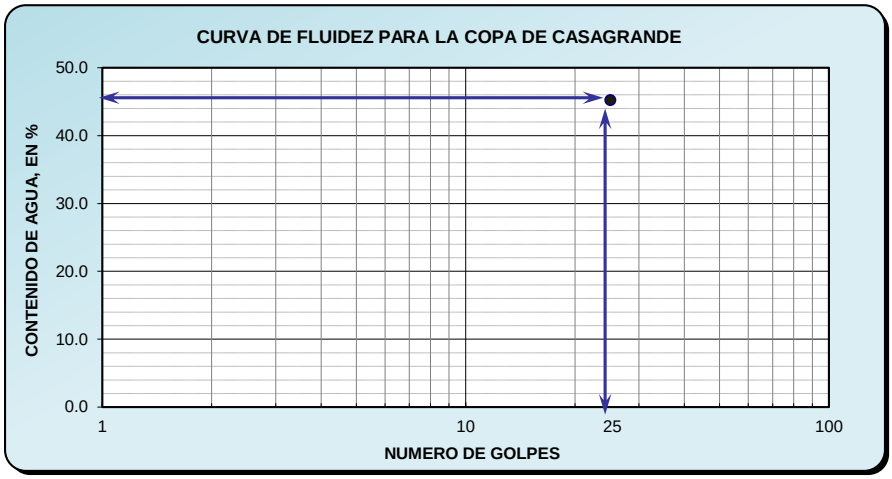
PROHIBIDA LA REPRODUCCION TOTAL DE ESTE INFORME SIN LA AUTORIZACION DEL LABORATORIO.
ESTE INFORME SOLO AFECTA A LOS ESPECIMENES Y/O MUESTRAS SOMETIDOS A PRUEBA.
MIEMBRO NUMERO No. 70 DE LA ASOCIACION NACIONAL DE LABORATORIOS INDEPENDIENTES AL SERVICIO DE LA CONSTRUCCION A.C.

Límites de Atterberg

PROYECTO:	PUEBLO BONITO				
PROCEDENCIA:	PLAYA DEL CARMEN, SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.				
SONDEO:	SM-02	MUESTRA	05	Fecha	2019/20/23 - 2019/03/08

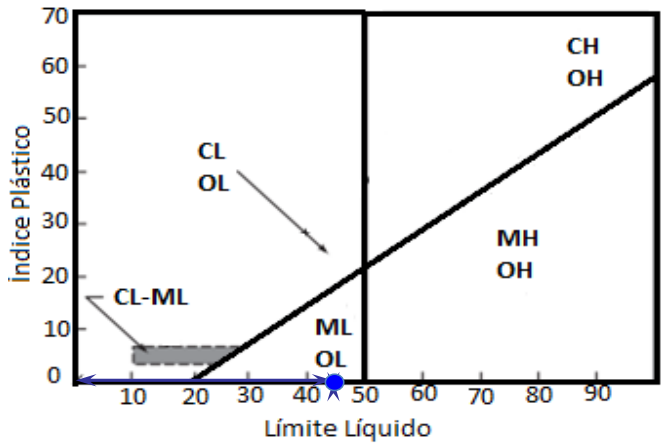
LÍMITE LÍQUIDO

CÁPSULA No.	Peso Cápsula + Muestra Húmeda (gr)	Peso Cápsula + Muestra Seca (gr)	Peso Cápsula (gr)	Peso del Agua Ww (gr)	Peso de Sólidos Ws (gr)	Contenido de Agua W%	No de golpes
X	72.65	58.85	28.35	13.80	30.50	**45.2**	25



Límite Plástico	
Cápsula No.	--
Peso Cápsula + Muestra Húmeda (gr)	0.00
Peso Cápsula + Muestra Seca (gr)	0.00
Peso Cápsula (gr)	0.00
PESO DEL AGUA Ww (gr)	0.00
PESO DE SÓLIDOS Ws (gr)	0.00
CONTENIDO DE AGUA W (%)	#¡DIV/0!

CARTA DE PLASTICIDAD



CONTRACCIÓN LINEAL

Recipiente	Longitud Inicial (mm)	Longitud Final (mm)	Contracción Lineal %
09	99.96	99.96	**0.00**

RESUMEN	
LL (%)	45.2
LP (%)	N.P.
IP (%)	N.P.
CL (%)	0.0

[redacted]
Técnico Lab

[redacted]
Vo.Bo. Signatario

LABORATORIO DE MATERIALES, MECÁNICA DE SUELOS E INGENIERÍA ESTRUCTURAL

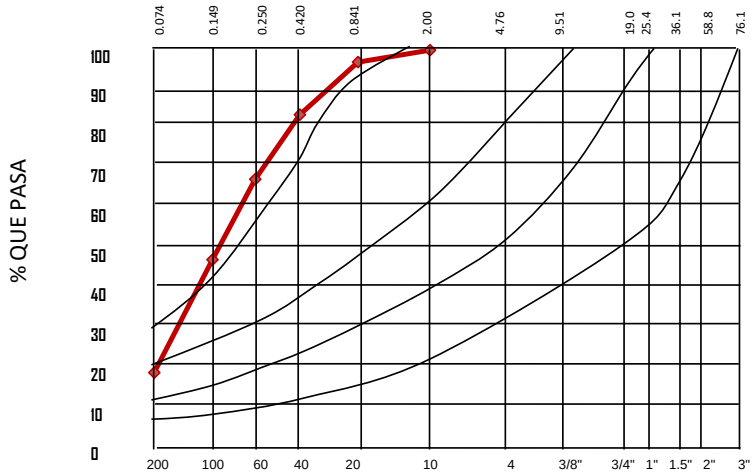
INFORME DE ENSAYE DE MATERIALES

METODOS DE PRUEBA VIGENTES EMPLEADOS: (*AASHTO-T) 99, 180; (*NMX - C)30, 170, 77, 164, 166, 73, 84

OBRA:	**PUEBLO BONITO**	No. DE SONDEO	**SM-02**
CLIENTE:	**LAZKI S.A. DE C.V.**	PROF. (m)	3.00 - 3.60
LOCALIZACIÓN	**PLAYA DEL CARMEN, SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.**	MUESTRA:	6
TRAMO:	--		
FECHA:	2019/02/23 - 2019/03/08	RESPONSABLE.	--

ZONAS DE ESPECIFICACIONES GRANULOMETRICAS

MALLA No.	MATERIAL QUE PASA (%)
3" (76.2)	
2" (50.8)	
1 1/2" (38.1)	
1" (25.4)	
3/4" (19.0)	
3/8" (9.51)	
No. 4 (4.76)	
No. 10 (2.00)	**100**
No. 20 (0.841)	**97**
No. 40 (0.420)	**84**
No. 60 (0.250)	**68**
No. 100 (0.149)	**48**
No. 200 (0.074)	**20**



RESULTADOS OBTENIDOS DE LOS ENSAYES EFECTUADOS			
MUESTRA No	PESO HUMEDO (grs)	PESO SECO (grs)	HUMEDAD (%)
6	209.70	157.20	33.40

PRUEBAS SOBRE MATERIAL TAMIZADO POR MALLA Nº 40			
LIMITE LIQUIDO (%)	45.20	CONTRACCION LINEAL (%)	0.00
LIMITE PLASTICO (%)	N.P.	S.U.C.S	**SM**
INIDICE PLASTICO (%)	N.P.	CLASIF:	

LABORATORISTA

[redacted] Y FIRMA

Vo. Bo. SIGNATORIO

[redacted] NOMBRE Y FIRMA

RECIBIO

NOMBRE Y FIRMA

PROHIBIDA LA REPRODUCCION TOTAL DE ESTE INFORME SIN LA AUTORIZACION DEL LABORATORIO.
ESTE INFORME SOLO AFECTA A LOS ESPECIMENES Y/O MUESTRAS SOMETIDOS A PRUEBA.
MIEMBRO NUMERO No. 70 DE LA ASOCIACION NACIONAL DE LABORATORIOS INDEPENDIENTES AL SERVICIO DE LA CONSTRUCCION A.C.
[redacted]

LABORATORIO DE MATERIALES, MECÁNICA DE SUELOS E INGENIERÍA ESTRUCTURAL

OBRA:	**PUEBLO BONITO**	No. SONDEO:	SM.02
CLIENTE:	LAZKI S.A. DE C.V.	Profundidad (m)	3.00 - 3.60
LOCALIZACION:	PLAYA DEL CARMEN, SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.	MUESTRA:	6
TRAMO:	---	RESPONSABLE:	
FECHA:	2019/02/23 - 2019/03/08		

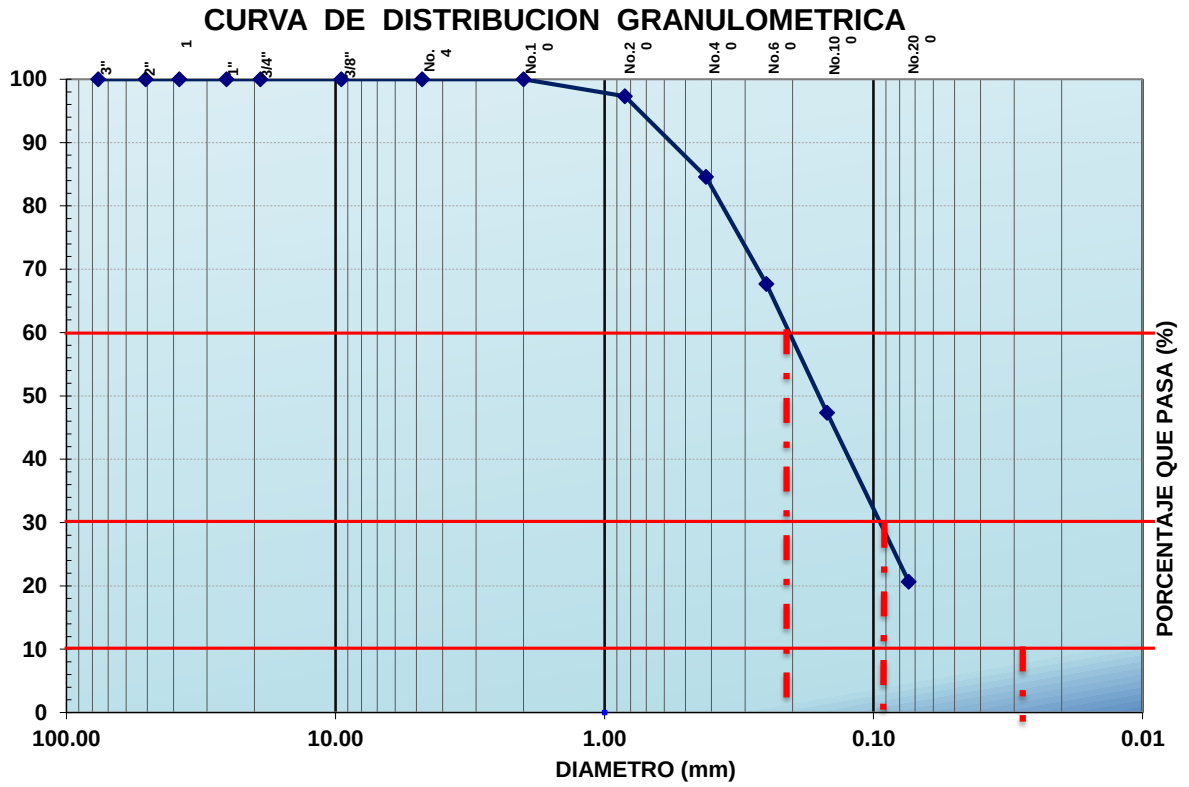
INFORME DE CURVA GRANULOMETRICA

COMPOSICION DEL MATERIAL RETENIDO EN LA MALLA No.4

No. MALLA	ABERTURA(mm)	P. S. RET.(gr)	(%)RETENIDO	(%)ACUMULADO	(%) QUE PASA
3"	76.20	0.00	0	0	100
2"	50.80	0.00	0	0	100
1 1/2"	38.10	0.00	0	0	100
1"	25.40	0.00	0	0	100
3/4"	19.00	0.00	0	0	100
3/8"	9.51	0.00	0	0	100
No.4	4.76	0.00	0	0	100

COMPOSICION DEL MATERIAL QUE PASA LA MALLA No.4

No. MALLA	ABERTURA(mm)	P. S. RET.(gr)	(%)RETENIDO	(%)ACUMULADO	(%) QUE PASA
No.10	2.00	0.00	0	0	100
No.20	0.84	4.20	3	3	97
No.40	0.42	20.00	13	15	85
No.60	0.25	26.60	17	32	68
No.100	0.15	32.00	20	53	47
No.200	0.07	41.90	27	79	21
Pasa malla No.200		32.50	21	100	0
Suma		157.20	100		



D_{10}	D_{30}	D_{60}
0.000	**0.090**	**0.210**

C_C	**N.P.**
C_U	**N.P.**

Vo. Bo. SIGNATORIO

[redacted]

NOMBRE Y FIRMA

RECIBIO

NOMBRE Y FIRMA

PROHIBIDA LA REPRODUCCION TOTAL DE ESTE INFORME SIN LA AUTORIZACION DEL LABORATORIO.
ESTE INFORME SOLO AFECTA A LOS ESPECIMENES Y/O MUESTRAS SOMETIDOS A PRUEBA.
MIEMBRO NUMERO No. 70 DE LA ASOCIACION NACIONAL DE LABORATORIOS INDEPENDIENTES AL SERVICIO DE LA CONSTRUCCION A.C.

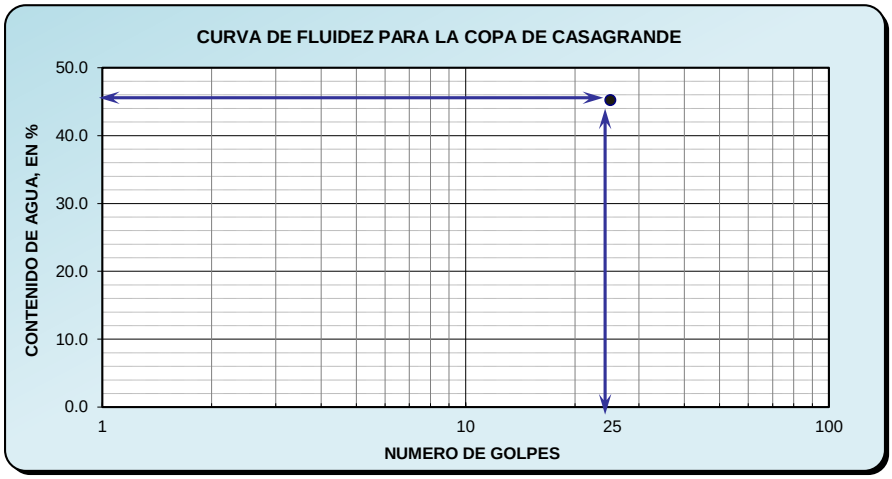
[redacted]

Límites de Atterberg

PROYECTO:	PUEBLO BONITO				
PROCEDENCIA:	PLAYA DEL CARMEN, SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.				
SONDEO:	SM-02	MUESTRA	06	Fecha	2019/20/23 - 2019/03/08

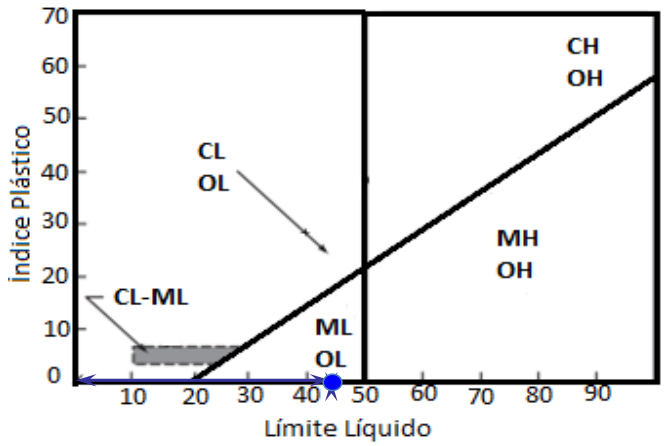
LÍMITE LÍQUIDO

CÁPSULA No.	Peso Cápsula + Muestra Húmeda (gr)	Peso Cápsula + Muestra Seca (gr)	Peso Cápsula (gr)	Peso del Agua Ww (gr)	Peso de Sólidos Ws (gr)	Contenido de Agua W%	No de golpes
X	72.65	58.85	28.35	13.80	30.50	**45.2**	25



Límite Plástico	
Cápsula No.	--
Peso Cápsula + Muestra Húmeda (gr)	0.00
Peso Cápsula + Muestra Seca (gr)	0.00
Peso Cápsula (gr)	0.00
PESO DEL AGUA Ww (gr)	0.00
PESO DE SÓLIDOS Ws (gr)	0.00
CONTENIDO DE AGUA W (%)	#¡DIV/0!

CARTA DE PLASTICIDAD



CONTRACCIÓN LINEAL

Recipiente	Longitud Inicial (mm)	Longitud Final (mm)	Contracción Lineal %
09	99.96	99.96	**0.00**

RESUMEN	
LL (%)	45.2
LP (%)	N.P.
IP (%)	N.P.
CL (%)	0.0

[redacted]

LABORATORIO DE MATERIALES, MECÁNICA DE SUELOS E INGENIERÍA ESTRUCTURAL

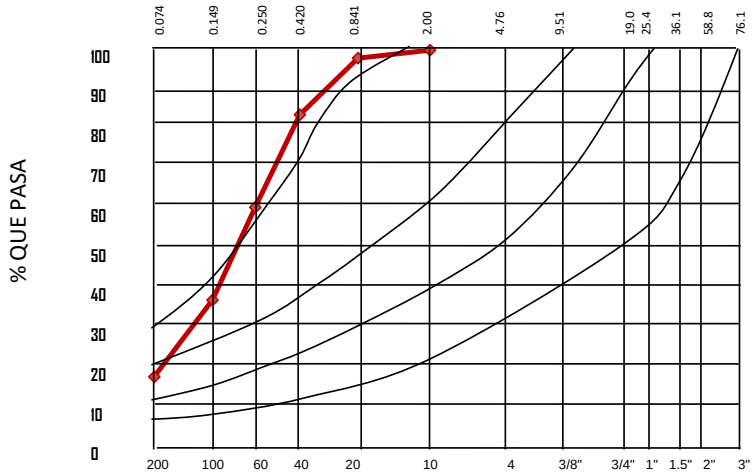
INFORME DE ENSAYE DE MATERIALES

METODOS DE PRUEBA VIGENTES EMPLEADOS: (*AASHTO-T) 99, 180; (*NMX - C)30, 170, 77, 164, 166, 73, 84

OBRA:	**PUEBLO BONITO**	No. DE SONDEO	**SM-02**
CLIENTE:	**LAZKI S.A. DE C.V.**	PROF. (m)	3.60 - 4.20
LOCALIZACIÓN	**PLAYA DEL CARMEN, SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.**	MUESTRA:	7
TRAMO:	--		
FECHA:	2019/02/23 - 2019/03/08	RESPONSABLE.	--

ZONAS DE ESPECIFICACIONES GRANULOMETRICAS

MALLA No.	MATERIAL QUE PASA (%)
3" (76.2)	
2" (50.8)	
1 1/2" (38.1)	
1" (25.4)	
3/4" (19.0)	
3/8" (9.51)	
No. 4 (4.76)	
No. 10 (2.00)	**100**
No. 20 (0.841)	**98**
No. 40 (0.420)	**84**
No. 60 (0.250)	**61**
No. 100 (0.149)	**38**
No. 200 (0.074)	**19**



RESULTADOS OBTENIDOS DE LOS ENSAYES EFECTUADOS			
MUESTRA No	PESO HUMEDO (grs)	PESO SECO (grs)	HUMEDAD (%)
7	208.50	152.00	37.17

PRUEBAS SOBRE MATERIAL TAMIZADO POR MALLA Nº 40			
LIMITE LIQUIDO (%)	45.20	CONTRACCION LINEAL (%)	0.00
LIMITE PLASTICO (%)	N.P.	S.U.C.S	**SM**
INIDICE PLASTICO (%)	N.P.	CLASIF:	

LABORATORISTA

[redacted]

NOMBRE Y FIRMA

Vo. Bo. SIGNATORIO

[redacted]

NOMBRE Y FIRMA

RECIBIO

NOMBRE Y FIRMA

PROHIBIDA LA REPRODUCCION TOTAL DE ESTE INFORME SIN LA AUTORIZACION DEL LABORATORIO.
ESTE INFORME SOLO AFECTA A LOS ESPECIMENES Y/O MUESTRAS SOMETIDOS A PRUEBA.
MIEMBRO NUMERO No. 70 DE LA ASOCIACION NACIONAL DE LABORATORIOS INDEPENDIENTES AL SERVICIO DE LA CONSTRUCCION A.C.

[redacted]

LABORATORIO DE MATERIALES, MECÁNICA DE SUELOS E INGENIERÍA ESTRUCTURAL

OBRA:	**PUEBLO BONITO**	No. SONDEO:	SM.02
CLIENTE:	LAZKI S.A. DE C.V.	Profundidad (m)	3.60 - 4.20
LOCALIZACION:	PLAYA DEL CARMEN, SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.	MUESTRA:	7
TRAMO:	---	RESPONSABLE:	
FECHA:	2019/02/23 - 2019/03/08		

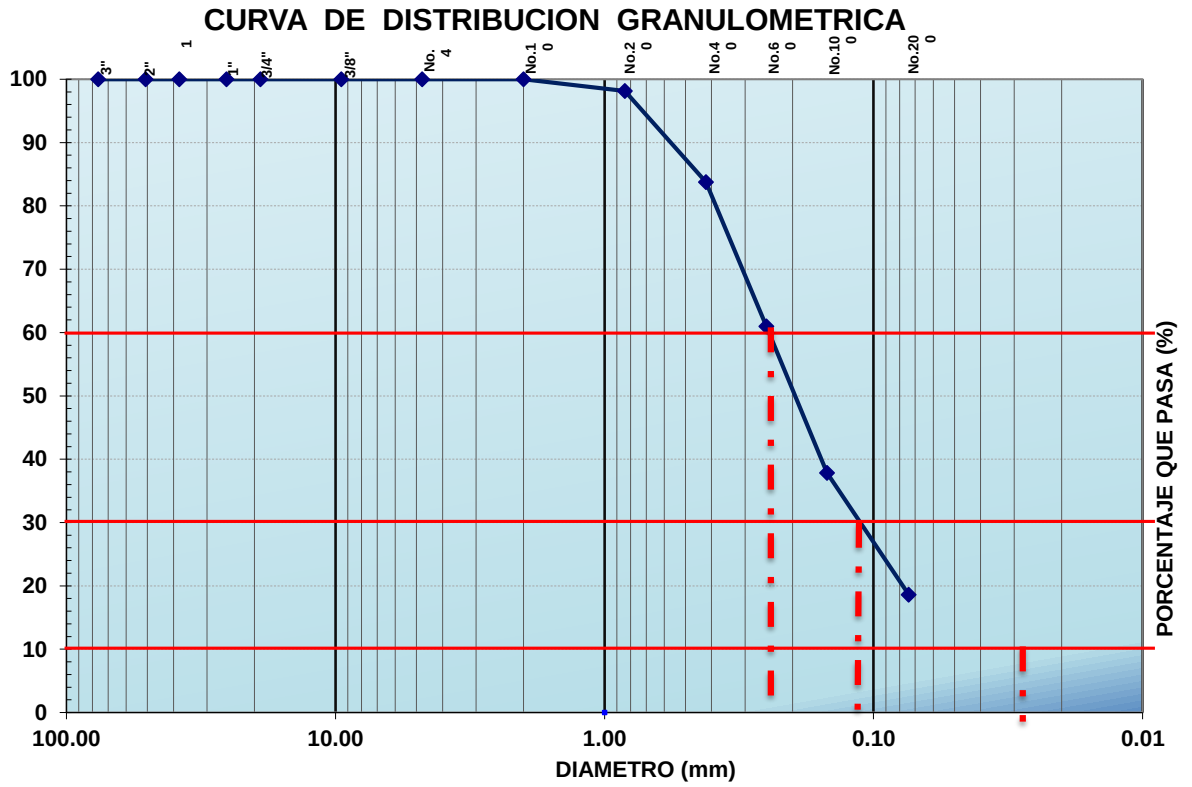
INFORME DE CURVA GRANULOMETRICA

COMPOSICION DEL MATERIAL RETENIDO EN LA MALLA No.4

No. MALLA	ABERTURA(mm)	P. S. RET.(gr)	(%)RETENIDO	(%)ACUMULADO	(%) QUE PASA
3"	76.20	0.00	0	0	100
2"	50.80	0.00	0	0	100
1 1/2"	38.10	0.00	0	0	100
1"	25.40	0.00	0	0	100
3/4"	19.00	0.00	0	0	100
3/8"	9.51	0.00	0	0	100
No.4	4.76	0.00	0	0	100

COMPOSICION DEL MATERIAL QUE PASA LA MALLA No.4

No. MALLA	ABERTURA(mm)	P. S. RET.(gr)	(%)RETENIDO	(%)ACUMULADO	(%) QUE PASA
No.10	2.00	0.00	0	0	100
No.20	0.84	2.80	2	2	98
No.40	0.42	21.90	14	16	84
No.60	0.25	34.60	23	39	61
No.100	0.15	35.20	23	62	38
No.200	0.07	29.20	19	81	19
Pasa malla No.200		28.30	19	100	0
Suma		152.00	100		



D_{10}	D_{30}	D_{60}
0.000	**0.120**	**0.240**

C_C	**N.P.**
C_U	**N.P.**

Vo. Bo. SIGNATORIO

[redacted]

NOMBRE Y FIRMA

RECIBIO

NOMBRE Y FIRMA

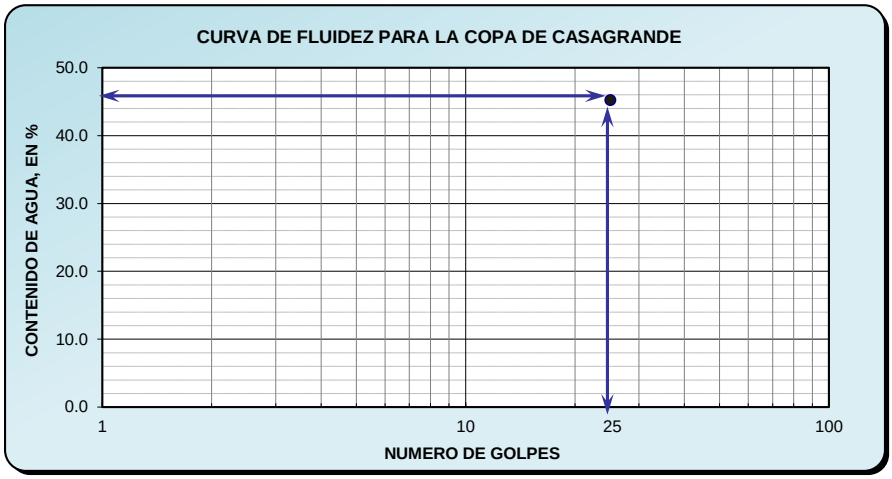
PROHIBIDA LA REPRODUCCION TOTAL DE ESTE INFORME SIN LA AUTORIZACION DEL LABORATORIO.
ESTE INFORME SOLO AFECTA A LOS ESPECIMENES Y/O MUESTRAS SOMETIDOS A PRUEBA.
MIEMBRO NUMERO No. 70 DE LA ASOCIACION NACIONAL DE LABORATORIOS INDEPENDIENTES AL SERVICIO DE LA CONSTRUCCION A.C.
DIRECCION: [redacted]

Límites de Atterberg

PROYECTO:	PUEBLO BONITO				
PROCEDENCIA:	PLAYA DEL CARMEN, SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.				
SONDEO:	SM-02	MUESTRA	07	Fecha	2019/20/23 - 2019/03/08

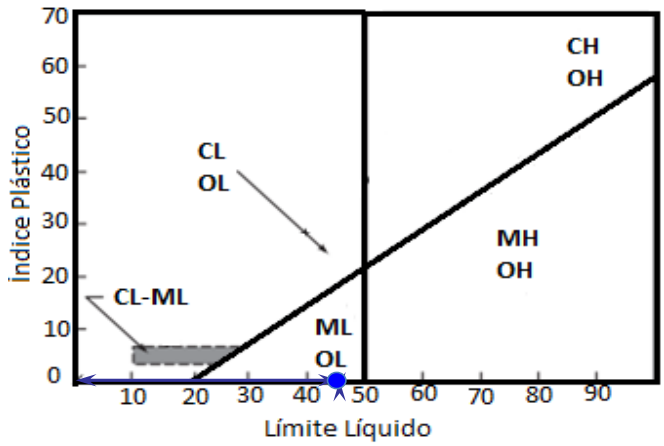
LÍMITE LÍQUIDO

CÁPSULA No.	Peso Cápsula + Muestra Húmeda (gr)	Peso Cápsula + Muestra Seca (gr)	Peso Cápsula (gr)	Peso del Agua Ww (gr)	Peso de Sólidos Ws (gr)	Contenido de Agua W%	No de golpes
X	72.65	58.85	28.35	13.80	30.50	**45.2**	25



Límite Plástico	
Cápsula No.	--
Peso Cápsula + Muestra Húmeda (gr)	0.00
Peso Cápsula + Muestra Seca (gr)	0.00
Peso Cápsula (gr)	0.00
PESO DEL AGUA Ww (gr)	0.00
PESO DE SÓLIDOS Ws (gr)	0.00
CONTENIDO DE AGUA W (%)	N.P.

CARTA DE PLASTICIDAD



CONTRACCIÓN LINEAL

Recipiente	Longitud Inicial (mm)	Longitud Final (mm)	Contracción Lineal %
09	99.96	99.96	**0.00**

RESUMEN	
LL (%)	45.2
LP (%)	N.P.
IP (%)	N.P.
CL (%)	0.0

[redacted]

LABORATORIO DE MATERIALES, MECÁNICA DE SUELOS E INGENIERÍA ESTRUCTURAL

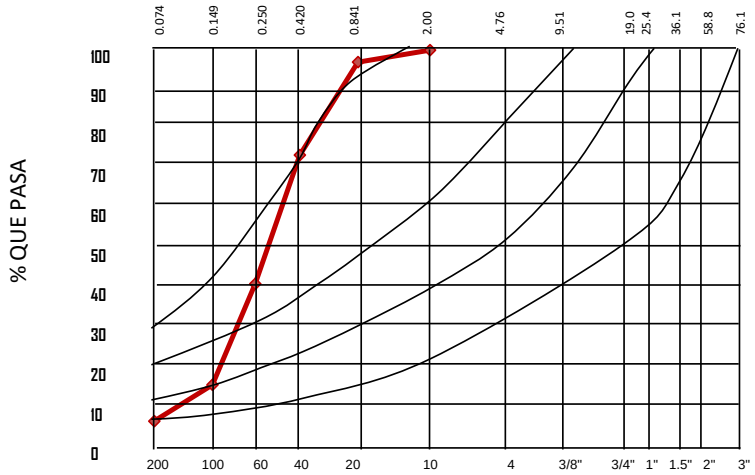
INFORME DE ENSAYE DE MATERIALES

METODOS DE PRUEBA VIGENTES EMPLEADOS: (*AASHTO-T) 99, 180; (*NMX - C)30, 170, 77, 164, 166, 73, 84

OBRA:	**PUEBLO BONITO**	No. DE SONDEO	**SM-02**
CLIENTE:	**LAZKI S.A. DE C.V.**	PROF. (m)	4.20 - 4.80
LOCALIZACIÓN	**PLAYA DEL CARMEN, SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.**	MUESTRA:	8
TRAMO:	--		
FECHA:	2019/02/23 - 2019/03/08	RESPONSABLE.	--

ZONAS DE ESPECIFICACIONES GRANULOMETRICAS

MALLA No.	MATERIAL QUE PASA (%)
3" (76.2)	
2" (50.8)	
1 1/2" (38.1)	
1" (25.4)	
3/4" (19.0)	
3/8" (9.51)	
No. 4 (4.76)	
No. 10 (2.00)	**100**
No. 20 (0.841)	**97**
No. 40 (0.420)	**74**
No. 60 (0.250)	**42**
No. 100 (0.149)	**17**
No. 200 (0.074)	**8**



RESULTADOS OBTENIDOS DE LOS ENSAYES EFECTUADOS			
MUESTRA No	PESO HUMEDO (grs)	PESO SECO (grs)	HUMEDAD (%)
8	215.30	134.10	60.55

PRUEBAS SOBRE MATERIAL TAMIZADO POR MALLA Nº 40			
LIMITE LIQUIDO (%)	45.20	CONTRACCION LINEAL (%)	0.00
LIMITE PLASTICO (%)	N.P.	S.U.C.S	**SM**
INIDICE PLASTICO (%)	N.P.	CLASIF:	

LABORATORISTA | Vo. Bo. SIGNATORIO | RECIBIO

[redacted]

NOMBRE Y FIRMA | NOMBRE Y FIRMA | NOMBRE Y FIRMA

PROHIBIDA LA REPRODUCCION TOTAL DE ESTE INFORME SIN LA AUTORIZACION DEL LABORATORIO.
ESTE INFORME SOLO AFECTA A LOS ESPECIMENES Y/O MUESTRAS SOMETIDOS A PRUEBA.
MIEMBRO NUMERO No. 70 DE LA ASOCIACION NACIONAL DE LABORATORIOS INDEPENDIENTES AL SERVICIO DE LA CONSTRUCCION A.C.

[redacted]

LABORATORIO DE MATERIALES, MECÁNICA DE SUELOS E INGENIERÍA ESTRUCTURAL

socio activo analisec

OBRA:	**PUEBLO BONITO**	No. SONDEO:	SM.02
CLIENTE:	LAZKI S.A. DE C.V.	Profundidad (m)	4.20 - 4.80
LOCALIZACION:	PLAYA DEL CARMEN, SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.	MUESTRA:	8
TRAMO:	---	RESPONSABLE:	
FECHA:	2019/02/23 - 2019/03/08		

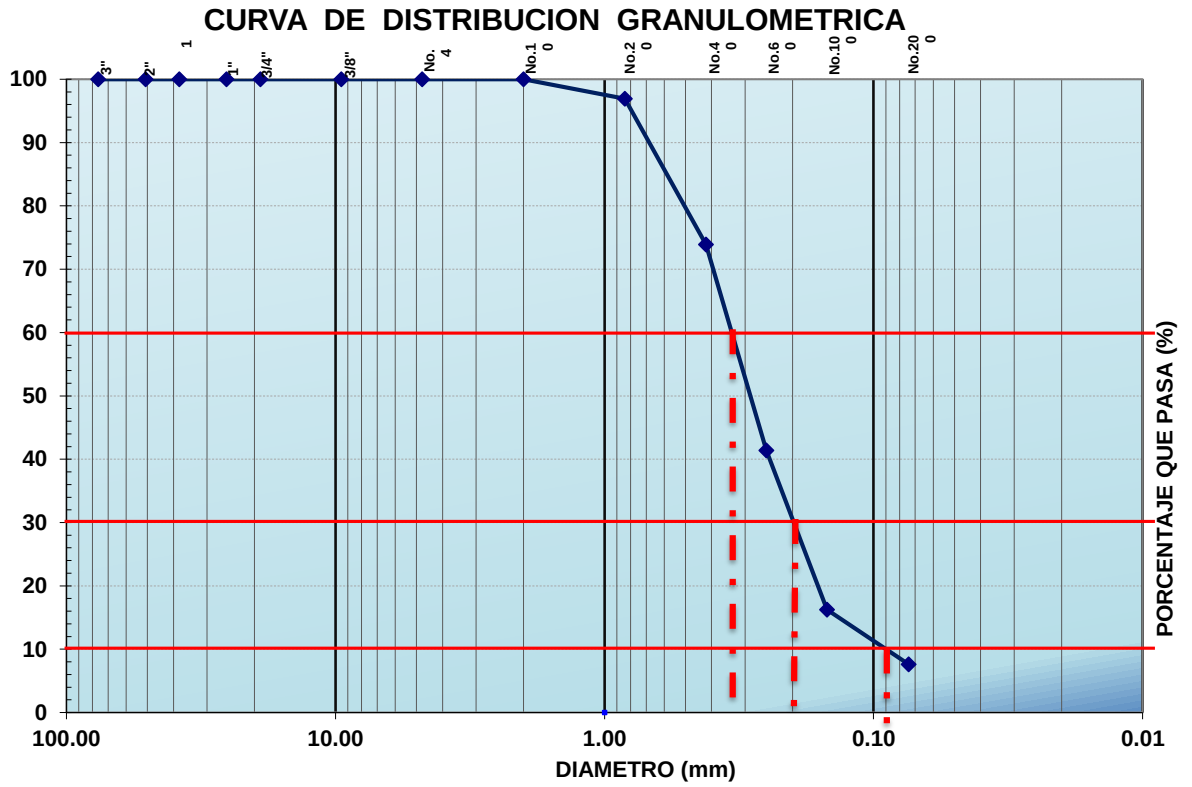
INFORME DE CURVA GRANULOMETRICA

COMPOSICION DEL MATERIAL RETENIDO EN LA MALLA No.4

No. MALLA	ABERTURA(mm)	P. S. RET.(gr)	(%)RETENIDO	(%)ACUMULADO	(%) QUE PASA
3"	76.20	0.00	0	0	100
2"	50.80	0.00	0	0	100
1 1/2"	38.10	0.00	0	0	100
1"	25.40	0.00	0	0	100
3/4"	19.00	0.00	0	0	100
3/8"	9.51	0.00	0	0	100
No.4	4.76	0.00	0	0	100

COMPOSICION DEL MATERIAL QUE PASA LA MALLA No.4

No. MALLA	ABERTURA(mm)	P. S. RET.(gr)	(%)RETENIDO	(%)ACUMULADO	(%) QUE PASA
No.10	2.00	0.00	0	0	100
No.20	0.84	4.10	3	3	97
No.40	0.42	30.90	23	26	74
No.60	0.25	43.60	33	59	41
No.100	0.15	33.70	25	84	16
No.200	0.07	11.60	9	92	8
Pasa malla No.200		10.20	8	100	0
Suma		134.10	100		



D_{10}	D_{30}	D_{60}
0.090	**0.200**	**0.330**

C_C	**0.1**
C_U	**3.7**

Vo. Bo. SIGNATORIO

[redacted]

NOMBRE Y FIRMA

RECIBIO

NOMBRE Y FIRMA

PROHIBIDA LA REPRODUCCION TOTAL DE ESTE INFORME SIN LA AUTORIZACION DEL LABORATORIO.
ESTE INFORME SOLO AFECTA A LOS ESPECIMENES Y/O MUESTRAS SOMETIDOS A PRUEBA.
MIEMBRO NUMERO No. 70 DE LA ASOCIACION NACIONAL DE LABORATORIOS INDEPENDIENTES AL SERVICIO DE LA CONSTRUCCION A.C.

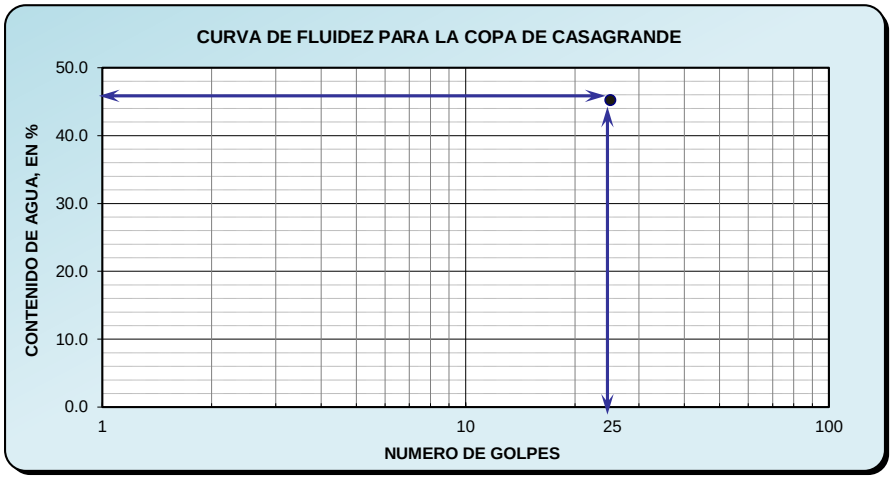
[redacted]

Límites de Atterberg

PROYECTO:	PUEBLO BONITO				
PROCEDENCIA:	PLAYA DEL CARMEN, SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.				
SONDEO:	SM-02	MUESTRA	08	Fecha	2019/20/23 - 2019/03/08

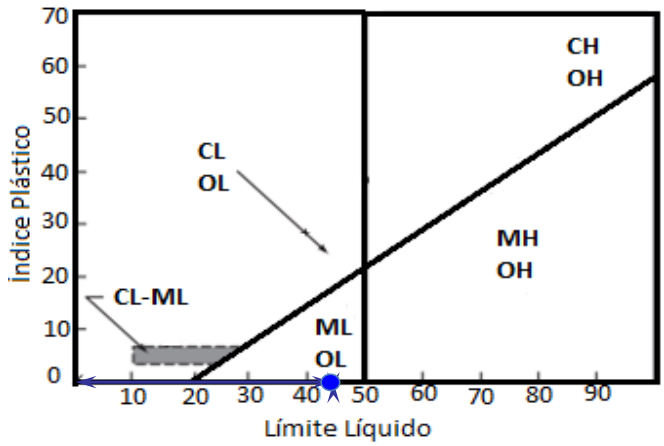
LÍMITE LÍQUIDO

CÁPSULA No.	Peso Cápsula + Muestra Húmeda (gr)	Peso Cápsula + Muestra Seca (gr)	Peso Cápsula (gr)	Peso del Agua Ww (gr)	Peso de Sólidos Ws (gr)	Contenido de Agua W%	No de golpes
X	72.65	58.85	28.35	13.80	30.50	**45.2**	25



Límite Plástico	
Cápsula No.	--
Peso Cápsula + Muestra Húmeda (gr)	0.00
Peso Cápsula + Muestra Seca (gr)	0.00
Peso Cápsula (gr)	0.00
PESO DEL AGUA Ww (gr)	0.00
PESO DE SÓLIDOS Ws (gr)	0.00
CONTENIDO DE AGUA W (%)	#¡DIV/0!

CARTA DE PLASTICIDAD



CONTRACCIÓN LINEAL

Recipiente	Longitud Inicial (mm)	Longitud Final (mm)	Contracción Lineal %
09	99.96	99.96	**0.00**

RESUMEN	
LL (%)	45.2
LP (%)	N.P.
IP (%)	N.P.
CL (%)	0.0

[redacted]
Técnico Lab

[redacted]
Vo.Bo. Signatario

LABORATORIO DE MATERIALES, MECÁNICA DE SUELOS E INGENIERÍA ESTRUCTURAL

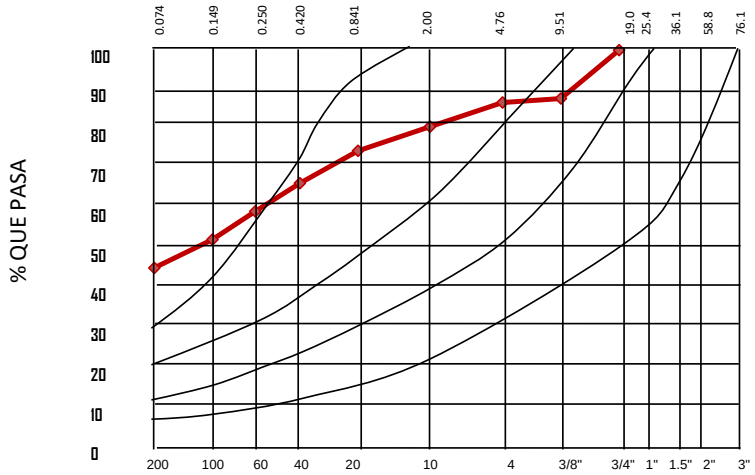
INFORME DE ENSAYE DE MATERIALES

METODOS DE PRUEBA VIGENTES EMPLEADOS: (*AASHTO-T) 99, 180; (*NMX - C)30, 170, 77, 164, 166, 73, 84

OBRA:	**PUEBLO BONITO**	No. DE SONDEO	**SM-02**
CLIENTE:	**LAZKI S.A. DE C.V.**	PROF. (m)	4.80 - 4.95
LOCALIZACIÓN	**PLAYA DEL CARMEN, SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.**	MUESTRA:	9
TRAMO:	--		
FECHA:	2019/02/23 - 2019/03/08	RESPONSABLE.	--

ZONAS DE ESPECIFICACIONES GRANULOMETRICAS

MALLA No.	MATERIAL QUE PASA (%)
3" (76.2)	
2" (50.8)	
1 1/2" (38.1)	
1" (25.4)	
3/4" (19.0)	**100**
3/8" (9.51)	**88**
No. 4 (4.76)	**87**
No. 10 (2.00)	**81**
No. 20 (0.841)	**75**
No. 40 (0.420)	**67**
No. 60 (0.250)	**60**
No. 100 (0.149)	**53**
No. 200 (0.074)	**46**



RESULTADOS OBTENIDOS DE LOS ENSAYES EFECTUADOS			
MUESTRA No	PESO HUMEDO (grs)	PESO SECO (grs)	HUMEDAD (%)
9	117.50	93.50	25.67

MATERIAL INSUFICIENTE

PRUEBAS SOBRE MATERIAL TAMIZADO POR MALLA Nº 40			
LIMITE LIQUIDO (%)	N.P.	CONTRACCION LINEAL (%)	N.P.
LIMITE PLASTICO (%)	N.P.	S.U.C.S	**SM**
INIDICE PLASTICO (%)	N.P.	CLASIF:	

LABORATORISTA	Vo. Bo. SIGNATORIO	RECIBIO
[redacted]	[redacted]	
NOMBRE Y FIRMA	NOMBRE Y FIRMA	NOMBRE Y FIRMA

PROHIBIDA LA REPRODUCCION TOTAL DE ESTE INFORME SIN LA AUTORIZACION DEL LABORATORIO.
ESTE INFORME SOLO AFECTA A LOS ESPECIMENES Y/O MUESTRAS SOMETIDOS A PRUEBA.
MIEMBRO NUMERO No. 70 DE LA ASOCIACION NACIONAL DE LABORATORIOS INDEPENDIENTES AL SERVICIO DE LA CONSTRUCCION A.C.

[redacted]

LABORATORIO DE MATERIALES, MECÁNICA DE SUELOS E INGENIERÍA ESTRUCTURAL

socio activo analisec

OBRA:	**PUEBLO BONITO**	No. SONDEO:	SM.02
CLIENTE:	LAZKI S.A. DE C.V.	Profundidad (m)	4.80 - 4.95
LOCALIZACION:	PLAYA DEL CARMEN, SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.	MUESTRA:	9
TRAMO:	---	RESPONSABLE:	
FECHA:	2019/02/23 - 2019/03/08		

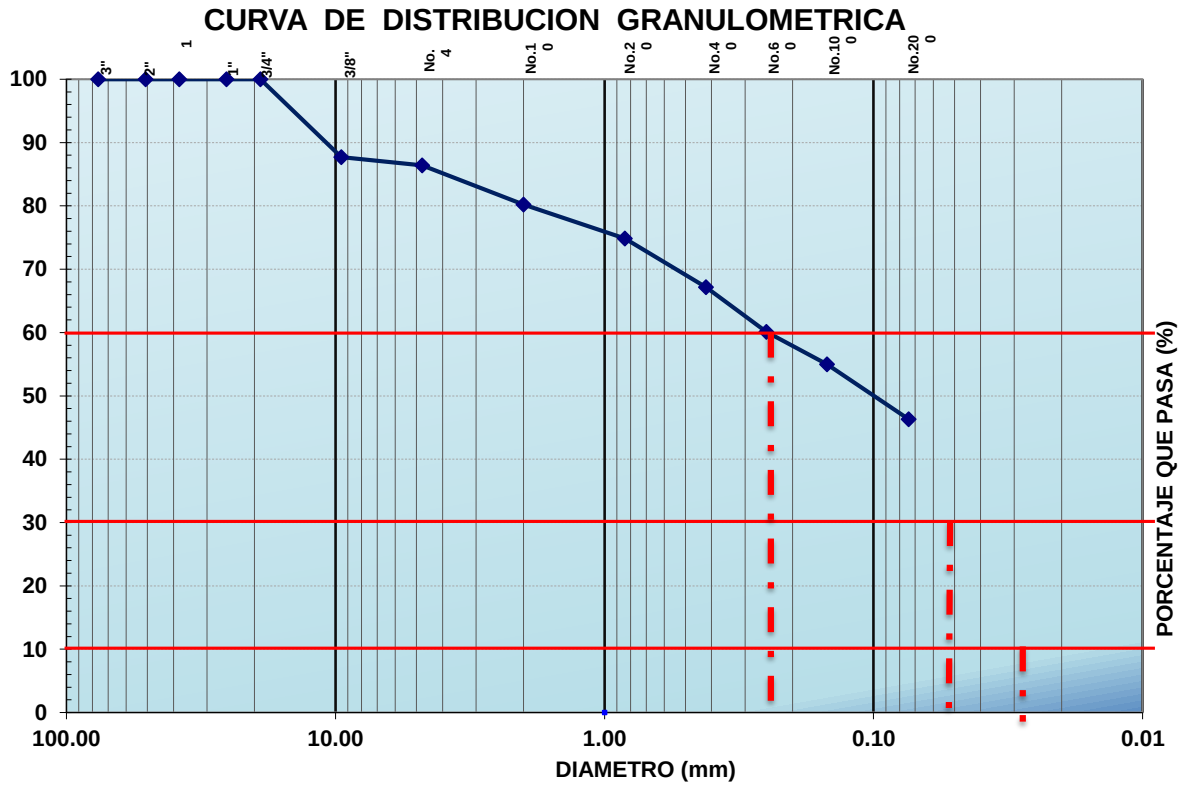
INFORME DE CURVA GRANULOMETRICA

COMPOSICION DEL MATERIAL RETENIDO EN LA MALLA No.4

No. MALLA	ABERTURA(mm)	P. S. RET.(gr)	(%)RETENIDO	(%)ACUMULADO	(%) QUE PASA
3"	76.20	0.00	0	0	100
2"	50.80	0.00	0	0	100
1 1/2"	38.10	0.00	0	0	100
1"	25.40	0.00	0	0	100
3/4"	19.00	0.00	0	0	100
3/8"	9.51	11.50	12	12	88
No.4	4.76	1.20	1	14	86

COMPOSICION DEL MATERIAL QUE PASA LA MALLA No.4

No. MALLA	ABERTURA(mm)	P. S. RET.(gr)	(%)RETENIDO	(%)ACUMULADO	(%) QUE PASA
No.10	2.00	5.80	6	20	80
No.20	0.84	5.00	5	25	75
No.40	0.42	7.20	8	33	67
No.60	0.25	6.60	7	40	60
No.100	0.15	4.80	5	45	55
No.200	0.07	8.10	9	54	46
Pasa malla No.200		43.30	46	100	0
Suma		93.50	100		



D_{10}	D_{30}	D_{60}
0.000	**0.000**	**0.240**

C_C	**N.P.**
C_U	**N.P.**

Vo. Bo. SIGNATORIO

[redacted]

NOMBRE Y FIRMA

RECIBIO

NOMBRE Y FIRMA

PROHIBIDA LA REPRODUCCION TOTAL DE ESTE INFORME SIN LA AUTORIZACION DEL LABORATORIO.
ESTE INFORME SOLO AFECTA A LOS ESPECIMENES Y/O MUESTRAS SOMETIDOS A PRUEBA.
MIEMBRO NUMERO No. 70 DE LA ASOCIACION NACIONAL DE LABORATORIOS INDEPENDIENTES AL SERVICIO DE LA CONSTRUCCION A.C.

[redacted]

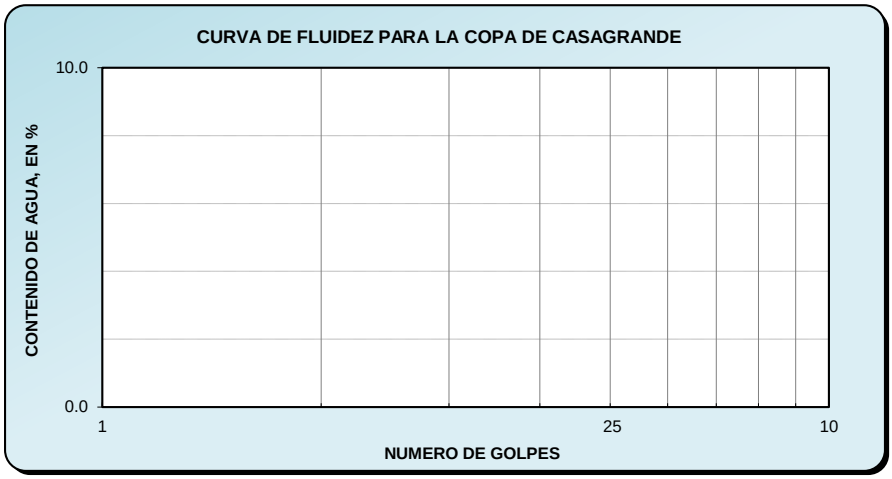
Límites de Atterberg

MATERIAL INSUFICIENTE

PROYECTO:	PUEBLO BONITO				
PROCEDENCIA:	PLAYA DEL CARMEN, SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.				
SONDEO:	SM-02	MUESTRA	09	Fecha	2019/20/23 - 2019/03/08

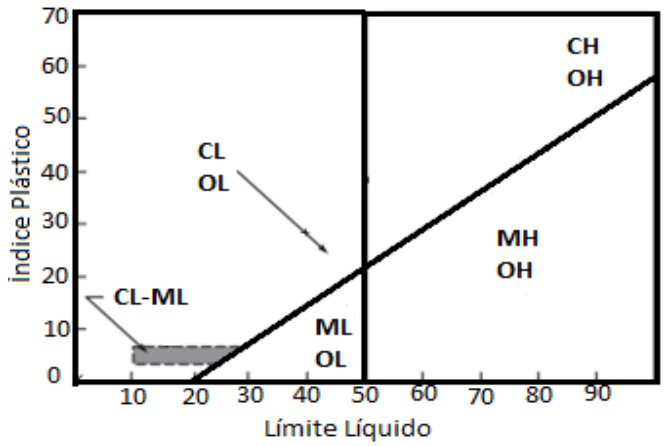
LÍMITE LÍQUIDO

CÁPSULA No.	Peso Cápsula + Muestra Húmeda (gr)	Peso Cápsula + Muestra Seca (gr)	Peso Cápsula (gr)	Peso del Agua Ww (gr)	Peso de Sólidos Ws (gr)	Contenido de Agua W%	No de golpes



Límite Plástico	
Cápsula No.	--
Peso Cápsula + Muestra Húmeda (gr)	0.00
Peso Cápsula + Muestra Seca (gr)	0.00
Peso Cápsula (gr)	0.00
PESO DEL AGUA Ww (gr)	0.00
PESO DE SÓLIDOS Ws (gr)	0.00
CONTENIDO DE AGUA W (%)	N.P.

CARTA DE PLASTICIDAD



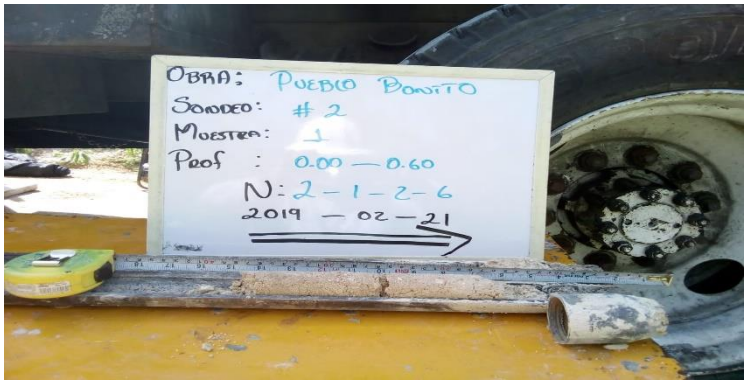
CONTRACCIÓN LINEAL

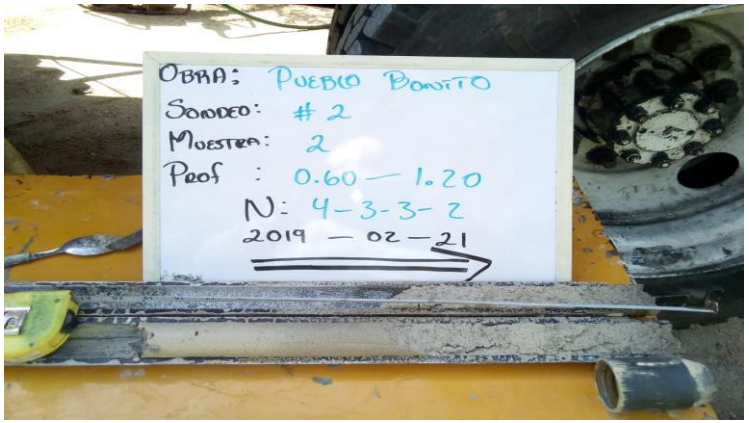
Recipiente	Longitud Inicial (mm)	Longitud Final (mm)	Contracción Lineal %
0	0.00	0.00	N.P.

RESUMEN	
LL (%)	N.P.
LP (%)	N.P.
IP (%)	N.P.
CL (%)	N.P.

Técnico Lab

Vo.Bo. Signatario









INSET

Foto No. 1

Vista panorámica de la realización de los sondeos :

SONDEO MIXTO 02

“PUEBLO BONITO”

“LAZKI S.A. DE C.V.”

INSET

[redacted]

Fecha: FEBRERO DEL 2019









INSET

Foto No. 2

Vista panorámica de la realización de los sondeos :

SONDEO MIXTO 02

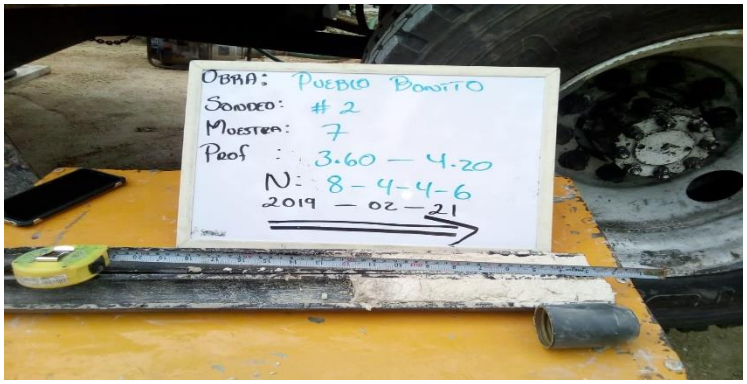
"PUEBLO BONITO"

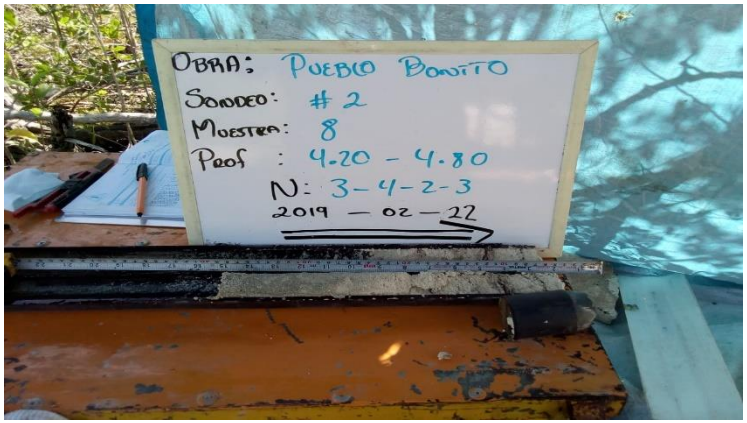
"LAZKI S.A. DE C.V."

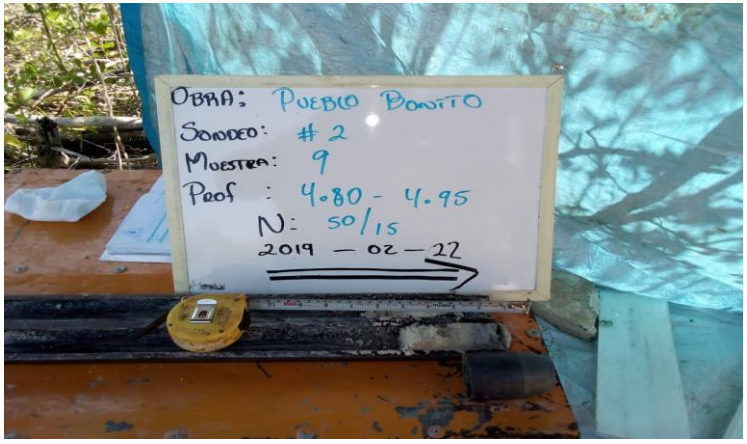
INSET

[redacted]

Fecha: FEBRERO DEL 2019









INSET

Foto No. 3

Vista panorámica de la realización de los sondeos :

SONDEO MIXTO 02

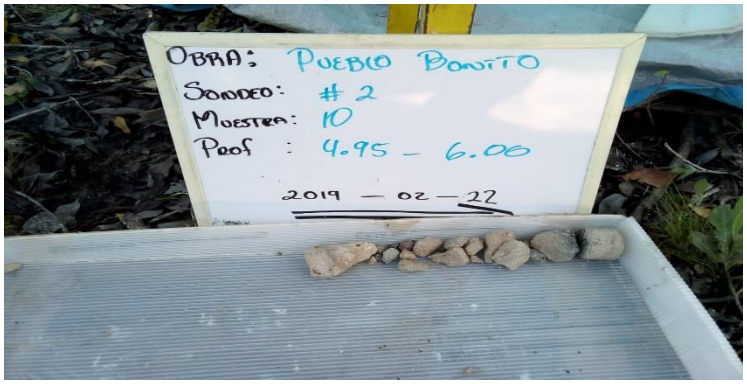
“PUEBLO BONITO”

“LAZKI S.A. DE C.V.”

INSET

[redacted]

Fecha: FEBRERO DEL 2019









INSET

Foto No. 4

Vista panorámica de la realización de los sondeos :

SONDEO MIXTO 02

“PUEBLO BONITO”

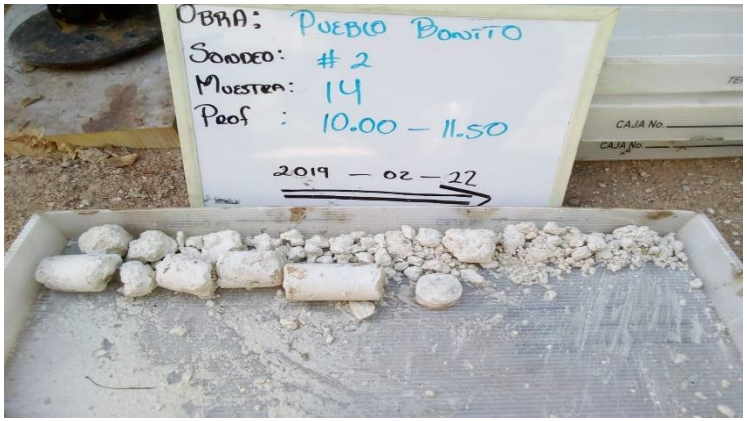
“LAZKI S.A. DE C.V.”

INSET

[redacted]

Fecha: FEBRERO DEL 2019





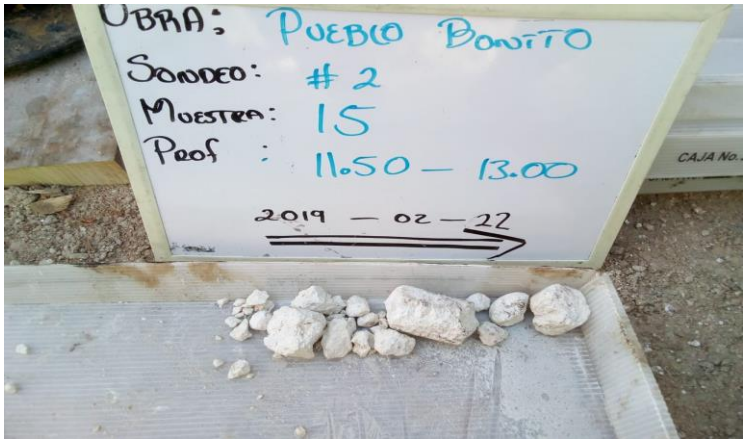




Foto No. 5

Vista panorámica de la realización de los sondeos :

SONDEO MIXTO 02

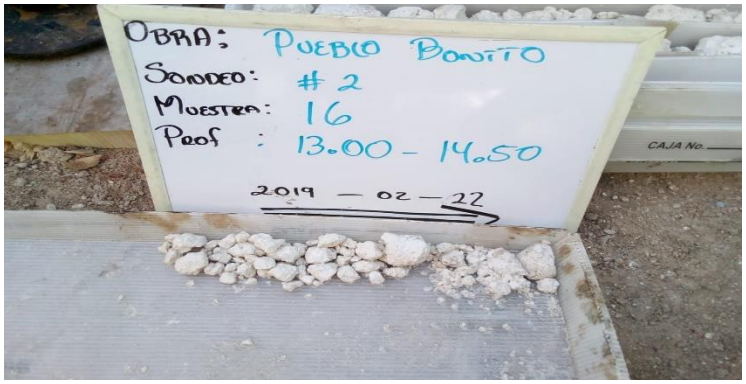
“PUEBLO BONITO”

“LAZKI S.A. DE C.V.”

INSET

[redacted]

Fecha: FEBRERO DEL 2019









INSET

Foto No. 6

Vista panorámica de la realización de los sondeos :

SONDEO MIXTO 02

"PUEBLO BONITO"

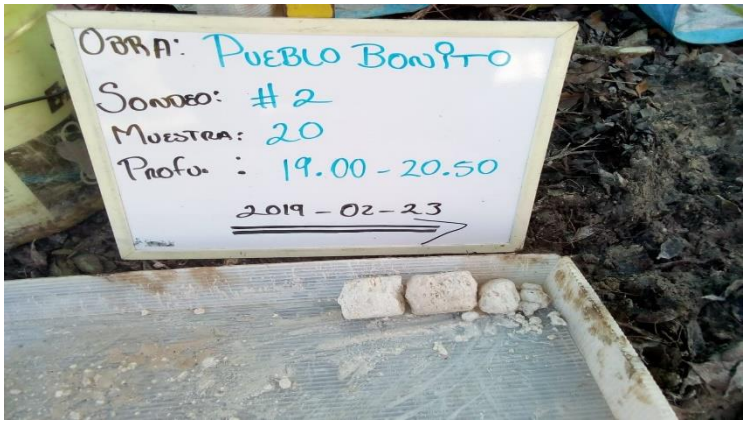
"LAZKI S.A. DE C.V."

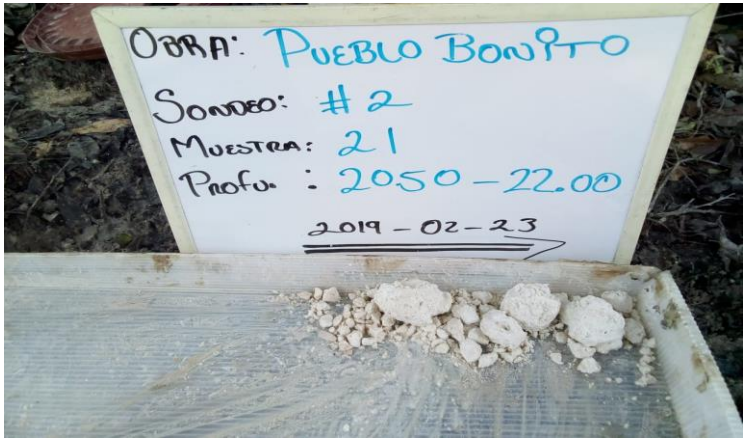
INSET

[redacted]

Fecha: FEBRERO DEL 2019









INSET

Foto No. 7

Vista panorámica de la realización de los sondeos :

SONDEO MIXTO 02

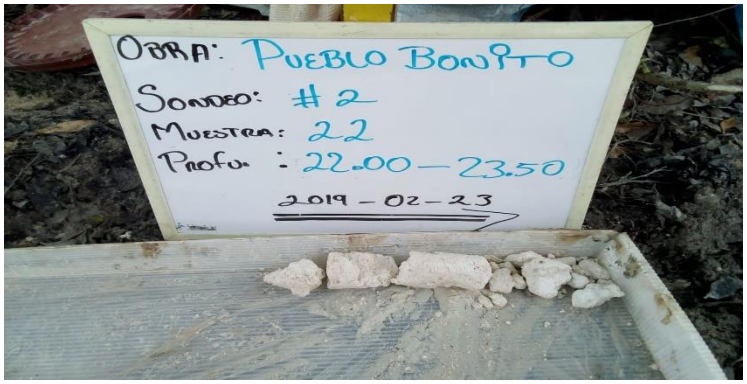
"PUEBLO BONITO"

"LAZKI S.A. DE C.V."

INSET

[redacted]

Fecha: FEBRERO DEL 2019









INSET

Foto No. 8

Vista panorámica de la realización de los sondeos :

SONDEO MIXTO 02

“PUEBLO BONITO”

“LAZKI S.A. DE C.V.”

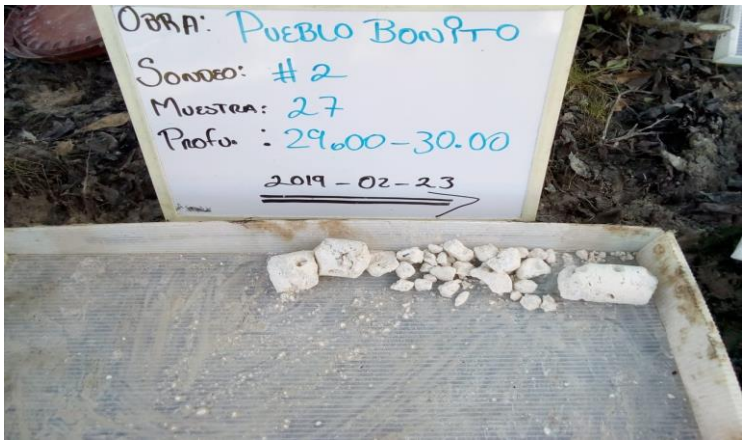
INSET

[redacted]

Fecha: FEBRERO DEL 2019









INSET

Foto No. 9

Vista panorámica de la realización de los sondeos :

SONDEO MIXTO 02

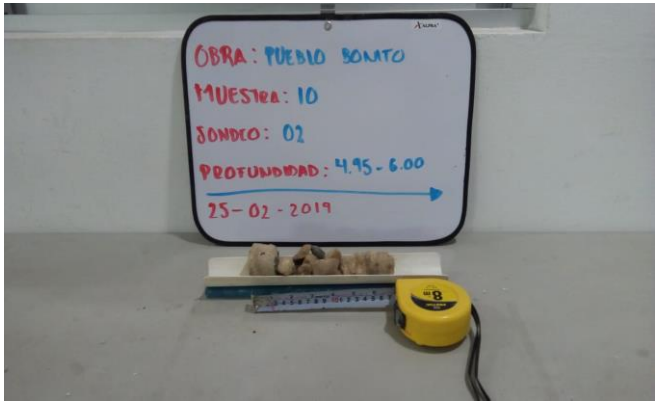
“PUEBLO BONITO”

“LAZKI S.A. DE C.V.”

INSET

[redacted]

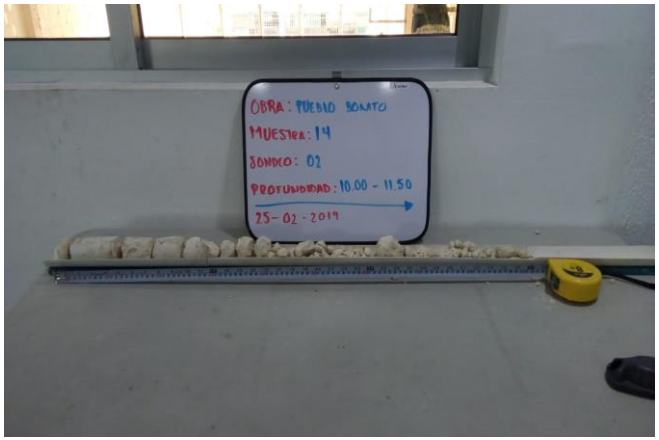
Fecha: FEBRERO DEL 2019

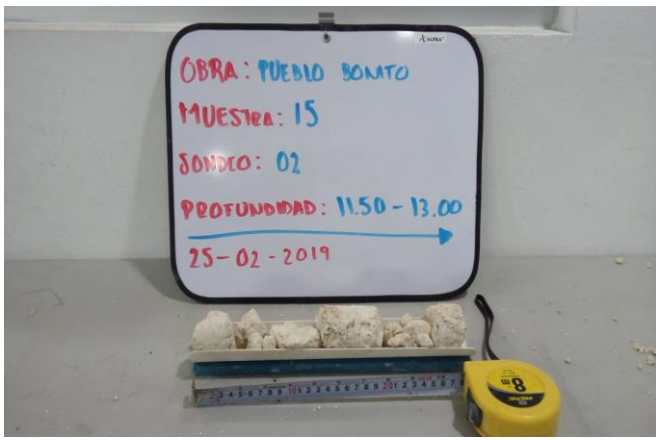












INSET

Foto No. 10

Vista panorámica de la realización de los sondeos :

RQD MIXTO 02

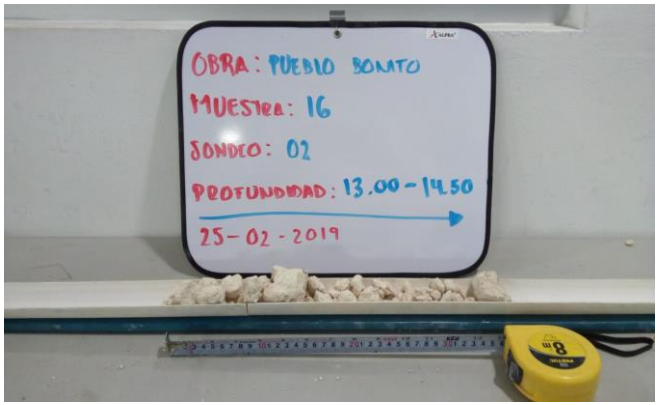
"PUEBLO BONITO"

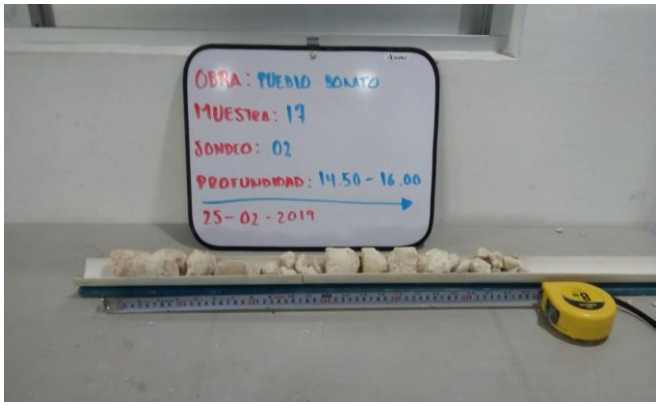
"LAZKI S.A. DE C.V."

INSET

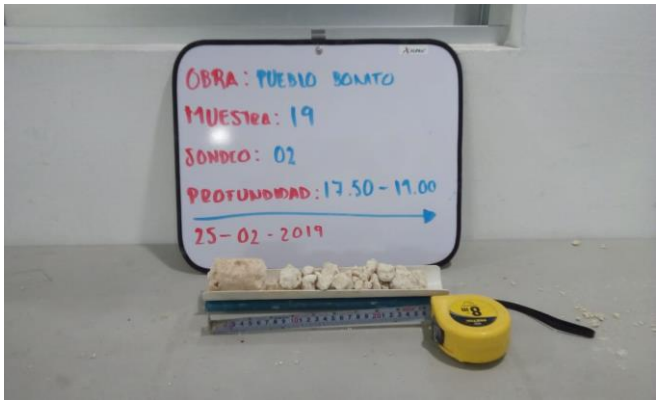
[redacted]

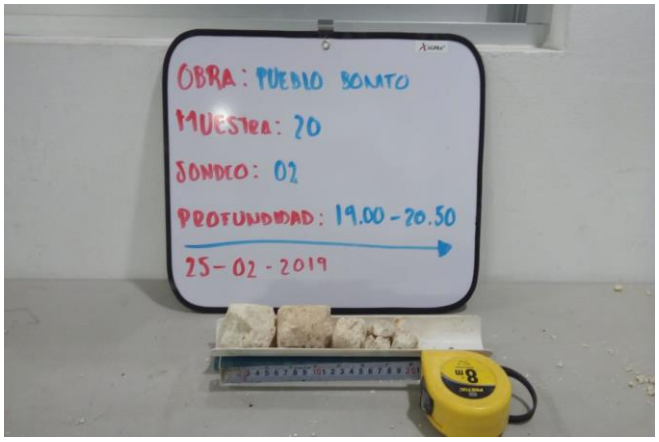
Fecha: FEBRERO DEL 2019











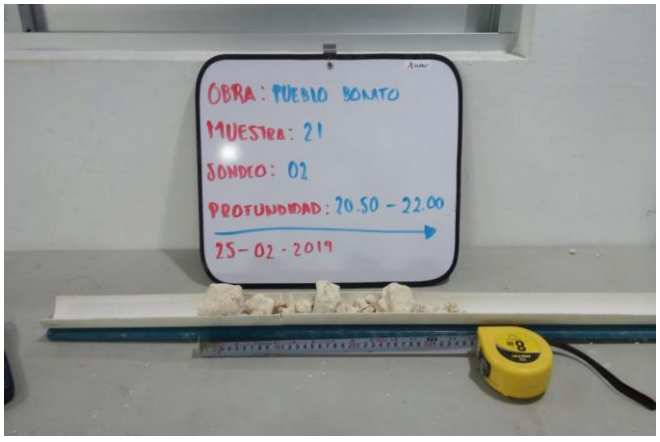


Foto No. 11

Vista panorámica de la realización de los sondeos :

RQD MIXTO 02

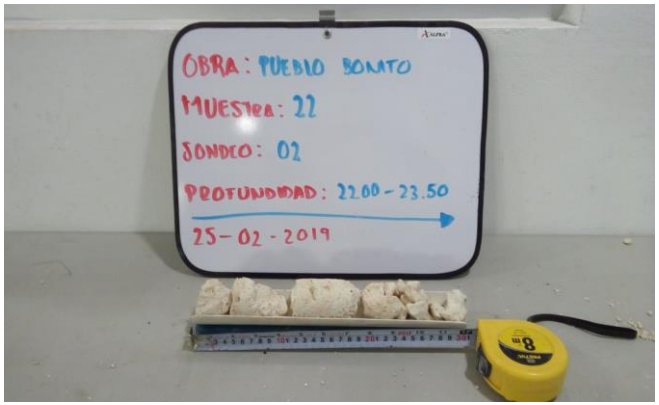
"PUEBLO BONITO"

"LAZKI S.A. DE C.V."

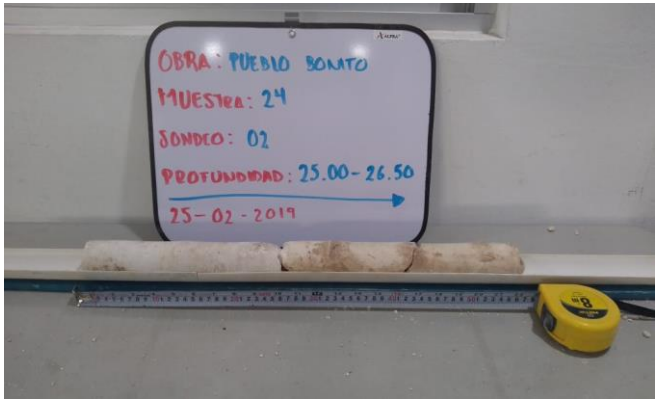
INSET

[redacted]

Fecha: FEBRERO DEL 2019

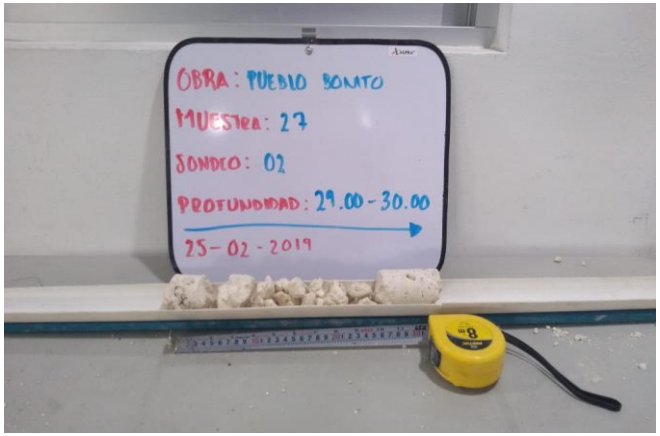












INSET

Foto No. 12

Vista panorámica de la realización de los sondeos :

RQD MIXTO 02

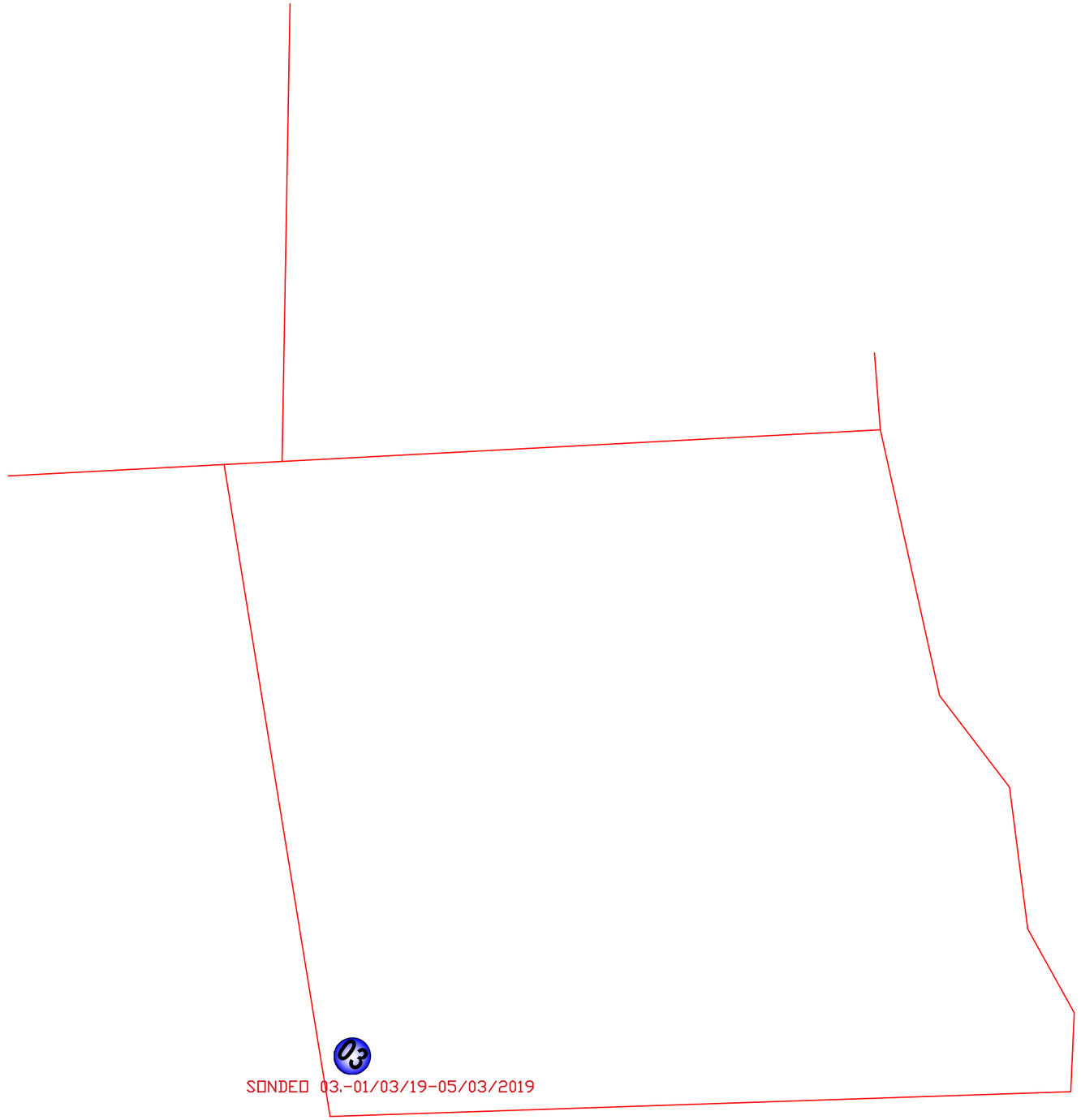
"PUEBLO BONITO"

"LAZKI S.A. DE C.V."

INSET

[redacted]

Fecha: FEBRERO DEL 2019



INSET

MECANICA DE SUELOS

NORTE

INFORME

INS-MS-277-2018

OBRA / PROYECTO

PREDIO RIVIERA MAYA

CLIENTE

LAZKI S.A. DE C.V.

UBICACION

PLAYA DEL CARMEN, QUINTANA ROO

PLANO

CROQUIS DE SONDEOS

SIMBOLOGIA

SONDEO EXPLORATORIO TIPO MIXTO (SM)

DIBUJO

ING. RAFAEL MARTINEZ MARTINEZ

ACOTAMIENTO :	ESCALA :
S.A.	S.E.

TOTAL DE SONDEOS :

1 SONDEO

SOCIO ACTIVO

analisec

Sondeo No. 3

REGISTRO DE CAMPO

TOMA DE MUESTRA ALTERADA E INALTERADA

METODO DE PRUEBA UTILIZADO: NMX-C-431-ONNCCE-2002

N: 20° 43´ 44.66"
E: 86° 58´ 01.65"
Z: 1.60 m

Cliente:	LAZKI S.A. DE C.V.	Fecha de inicio:	2019-03-01
Obra:	PUEBLO BONITO	Hora de inicio:	01:10:00 p. m.
Localizacion:	PLAYA DEL CARMEN, SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.		
		Fecha de terminacion:	2019-03-05
		Hora de terminacion:	04:20:00 p. m.

EXPLORACION PROFUNDA:

TIPO DE SONDEO:
- [x] CONTINUO
- [ ] SPE
- [ ] SELECTIVO

PROFUNDIDAD MAX EXPLORACION: 30.00 (m)
No. MUESTRAS ALTERADAS: 23
No. MUESTRAS INALTERADAS: --
Ø MUESTREADOR SHELBY: --

METODO PARA MANTENER EL SONDEO ABIERTO

DATOS ADICIONALES:
- [x] ADEME — PROF. ADEME (m): 6.00
- [x] POLIMERO — Ø ADEME: 4"

CONDICIONES AMBIENTALES
- [ ] NEVADO
- [x] SECO
- [ ] NUBLADO
- [ ] LLUVIOSO

EQUIPO UTILIZADO

TIPO:
- [x] MAQUINA JOY
- [ ] SPE MANUAL
- [ ] OTRO: ____ MARCA/ MODELO: ____

1.- TIPO DE BARRA ***AW***, PARA ESPECIFICACIONES VER REGISTROS DE VERIFICACION

2.-TIPO DE MUESTREADOR UTILIZADO TUBO PARTIDO MEDIA CAÑA Y SHELBY GALVANIZADO, PARA ESPECIFICACIONES VER REGISTROS DE VERIFICACION

FLUIDO DE PERFORACION

SE UTILIZO FLUIDO DE PERFORACION? (SI/NO) --

PROFUNDIDAD DE LA SUPERFICIE AL FLUIDO: -- (m) FECHA: --

TIEMPO DE PERDIDA DE FLUJO DEL FLUIDO: -- (mins) HORA --

MUESTRA Nº	PROFUNDIDAD (m) DE	A	AVANCE	RECUPERACION m	%	PENETRACION ESTANDAR 15 cm	15 cm	15 cm	15 cm	N campo	METODO DE AVANCE	DESCRIPCION
1	0.00	0.60	0.60	0.45	75	2	3	3	4	6	TUBO PARTIDO	ARENA FINA CAFÉ CLARO
2	0.60	1.20	0.60	0.40	67	3	6	10	10	16	TUBO PARTIDO	ARENA FINA CAFÉ CLARO
3	1.20	1.80	0.60	0.30	50	6	7	7	10	19	TUBO PARTIDO	ARENA FINA CAFÉ CLARO
4	1.80	2.40	0.60	0.43	72	10	13	15	15	28	TUBO PARTIDO	ARENA FINA CAFÉ CLARO
5	2.40	3.00	0.60	0.35	58	8	11	10	11	21	TUBO PARTIDO	ARENA FINA CAFÉ CLARO
6	3.00	3.60	0.60	0.58	97	6	11	8	8	19	TUBO PARTIDO	ARENA FINA CON CONCHUELAS
7	3.60	4.20	0.60	0.48	80	7	8	7	8	15	TUBO PARTIDO	ARENA FINA CON CONCHUELAS
8	4.20	4.80	0.60	0.44	73	10	9	7	8	16	TUBO PARTIDO	ARENA FINA CON CONCHUELAS
--	0.00	6.00	6.00	--	--	--	--	--	--	--	A D E M E	PARA QUE NO SE CIERRE EL BARRENO
9	6.00	7.50	1.50	0.89	59	--	--	--	--	--	BARRIL	NUCLEOS DE ROCA CALIZA POROSA Y GRAVAS DE ROCA
10	7.50	9.00	1.50	0.50	33	--	--	--	--	--	BARRIL	FRAGMENTOS DE ROCA CALIZA Y GRAVAS DE ROCA
11	9.00	10.50	1.50	0.39	26	--	--	--	--	--	BARRIL	FRAGMENTOS DE ROCA CALIZA CON POROSIDADES
12	10.50	12.00	1.50	0.40	27	--	--	--	--	--	BARRIL	FRAGMENTOS DE ROCA CALIZA CON POROSIDADES Y GRAVAS DE ROCA
13	12.00	13.50	1.50	0.46	31	--	--	--	--	--	BARRIL	FRAGMENTOS DE ROCA CALIZA CON POROSIDADES Y GRAVAS DE ROCA
14	13.50	15.00	1.50	0.37	25	--	--	--	--	--	BARRIL	FRAGMENTOS DE ROCA CALIZA Y GRAVAS DE ROCA POROSA
15	15.00	16.50	1.50	0.43	29	--	--	--	--	--	BARRIL	FRAGMENTOS DE ROCA CALIZA CON POROSIDADES
16	16.50	18.00	1.50	0.39	26	--	--	--	--	--	BARRIL	FRAGMENTOS DE ROCA CALIZA CON POROSIDADES Y GRAVAS DE ROCA
17	18.00	19.50	1.50	0.36	24	--	--	--	--	--	BARRIL	FRAGMENTOS DE ROCA CALIZA CON POROSIDADES
18	19.50	21.00	1.50	0.34	23	--	--	--	--	--	BARRIL	ARENA FINA CON CONCHUELAS
19	21.00	22.50	1.50	0.30	20	--	--	--	--	--	BARRIL	NUCLEO DE ROCA CALIZA Y GRAVAS DE ROCA
20	22.50	24.00	1.50	0.24	16	--	--	--	--	--	BARRIL	FRAGMENTO DE ROCA CALIZA Y GRAVAS DE ROCA

CONTINUA

RESPONSABLE DE LA EXPLORACION (NOMBRE): JOSE LUIS RUIZ MEJIA

N.A.F: 2.30 M

TECNICO PERFORISTA (NOMBRE): ALEJANDRO ZUMARRAGA CRUZ

OBSERVACIONES:
LA CABEZA DE GATO GIRA A 100 RPM. SE
UTILIZO MARTINETE INS-MAR-03

REVISO Y AUTORIZO (NOMBRE Y FIRMA): **ING. DANIEL ARRIAGA RENTERIA**

REGISTRO SOLO AFECTA A LOS ESPECIMENES SOMETIDOS A PRUEBA, PROHIBIDA LA REPRODUCCION TOTAL O PARCIAL DE ESTE REGISTRO SIN LA AUTORIZACION DEL LABORATORIO

ESTE

REGISTRO DE CAMPO

TOMA DE MUESTRA ALTERADA E INALTERADA

METODO DE PRUEBA UTILIZADO: NMX-C-431-ONNCCE-2002

N: 20° 43´ 44.66"
E: 86° 58´ 01.65"
Z: 1.60 m

Cliente:	LAZKI S.A. DE C.V.	Fecha de inicio:	2019-03-01	Fecha de terminacion:	2019-03-05
Obra:	PUEBLO BONITO	Hora de inicio:	01:10:00 p. m.	Hora de terminacion:	04:20:00 p. m.
Localizacion:	PLAYA DEL CARMEN, SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.				

EXPLORACION PROFUNDA:

TIPO DE SONDEO:
- [x] CONTINUO
- [ ] SPE
- [ ] SELECTIVO

PROFUNDIDAD MAX EXPLORACION: 30.00 (m)
No. MUESTRAS ALTERADAS: 27
No. MUESTRAS INALTERADAS: --
Ø MUESTREADOR SHELBY: --

METODO PARA MANTENER EL SONDEO ABIERTO

DATOS ADICIONALES:
- [x] ADEME — PROF. ADEME (m): 6.00
- [x] POLIMERO — Ø ADEME: 4"

CONDICIONES AMBIENTALES
- [ ] NEVADO
- [x] SECO
- [ ] NUBLADO
- [ ] LLUVIOSO

EQUIPO UTILIZADO

TIPO:
- [x] MAQUINA JOY
- [ ] SPE MANUAL
- [ ] OTRO: ____ MARCA/ MODELO: ____

1.- TIPO DE BARRA ***AW***, PARA ESPECIFICACIONES VER REGISTROS DE VERIFICACION
2.-TIPO DE MUESTREADOR UTILIZADO TUBO PARTIDO MEDIA CAÑA Y SHELBY GALVANIZADO, PARA ESPECIFICACIONES VER REGISTROS DE VERIFICACION

FLUIDO DE PERFORACION

SE UTILIZO FLUIDO DE PERFORACION? (SI/NO) --
PROFUNDIDAD DE LA SUPERFICIE AL FLUIDO: -- (m) FECHA: --
TIEMPO DE PERDIDA DE FLUJO DEL FLUIDO: -- (mins) HORA --

MUESTRA Nº	PROFUNDIDAD (m) DE	A	AVANCE	RECUPERACION m	%	PENETRACION ESTANDAR 15 cm	15 cm	15 cm	15 cm	N campo	METODO DE AVANCE	DESCRIPCION
21	24.00	25.50	1.50	0.20	13	--	--	--	--	--	BARRIL	FRAGMENTOS DE ROCA CALIZA Y GRAVAS DE ROCA
--	25.50	27.00	1.50	--	--	--	--	--	--	--	BARRIL	SIN RECUPERACION
22	27.00	28.50	1.50	0.32	21	--	--	--	--	--	BARRIL	FRAGMENTOS DE ROCA CALIZA Y GRAVAS DE ROCA
23	28.50	30.00	1.50	0.32	21	--	--	--	--	--	BARRIL	NUCLEOS DE ROCA CALIZA CON POROSIDADES Y FRAGMENTOS DE ROCA CALIZA
FIN DE SONDEO												

RESPONSABLE DE LA EXPLORACION (NOMBRE): JOSE LUIS RUIZ MEJIA

N.A.F: 2.30 M

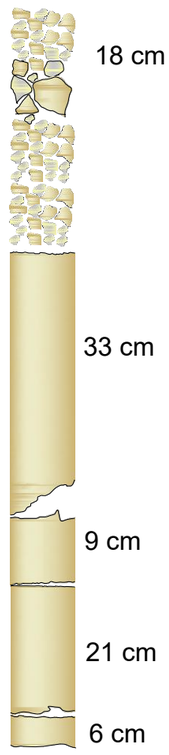
TECNICO PERFORISTA (NOMBRE): ALEJANDRO ZUMARRAGA CRUZ

OBSERVACIONES:
LA CABEZA DE GATO GIRA A 100 RPM.
UTILIZO MARTINETE INS-MAR-03

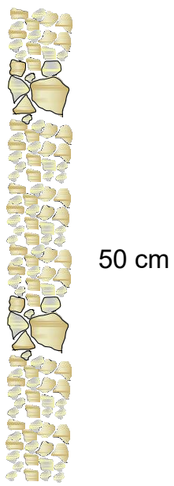
REVISO Y AUTORIZO (NOMBRE Y FIRMA): **ING. DANIEL ARRIAGA RENTERIA**

REGISTRO SOLO AFECTA A LOS ESPECIMENES SOMETIDOS A PRUEBA, PROHIBIDA LA REPRODUCCION TOTAL O PARCIAL DE ESTE REGISTRO SIN LA AUTORIZACION DEL LABORATORIO

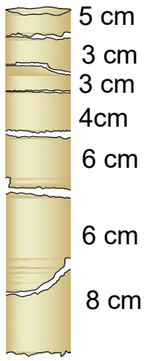
PROFUNDIDAD:	6.00 a 7.50 m	7.50 a 9.00 m	9.00 a 10.50 m	7.00 m a 8.50 m	12.00 a 13.50 m	13.50 a 15.00 m	15.00 a 16.50 m
AVANCE:	150 cm	150 cm	150 cm	150 cm	150 cm	150 cm	150 cm
LONG:	89 cm	50 cm	39 cm	147 cm	40 cm	37 cm	43 cm
%RECUP:	59 %	33 %	26 %	98%	26 %	24 %	28 %
∑RQD:	54 cm	---	---	47 cm	---	---	---
%RQD:	36 %	---	---	37%	---	---	---
ENSAYO:	P.M - P.I	---	---	P.S - P.M - P.I	---	---	---



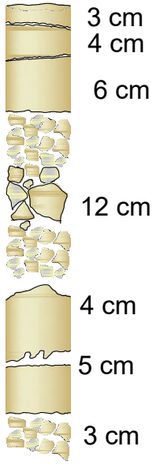
MTA. 9



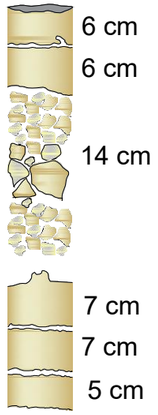
MTA. 10



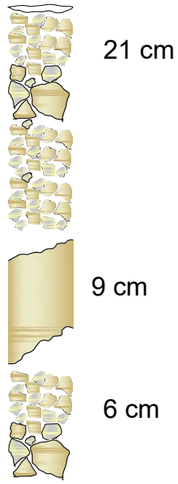
MTA. 11



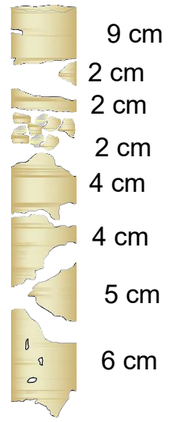
MTA. 12



MTA. 13



MTA. 14



MTA. 15

SIMBOLOGIA I :FRACTURA INDUCIDA H :FRACTURA INHERENTE PS :PARTE SUPERIOR PM :PARTE MEDIA PI :PARTE INFERIOR S/E :SIN ENSAYE A COMPRESION SIMPLE

INSET

OBRA: **" PUEBLO BONITO "**

ESC: **S.E.** ACOT: **S.A.**

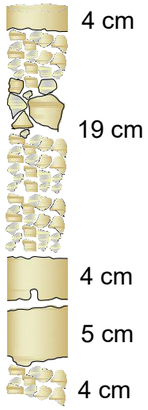
DISEÑO: **ING. MARCOS ROJAS HERRERA**

CLIENTE: **" LASKI S.A DE C.V "**

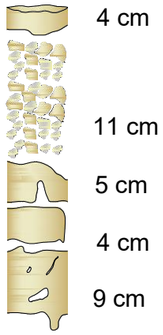
LUGAR: **PLAYA DEL CARMEN, SOLIDARIDAD, Q.ROO.**

NOMBRE DEL PLANO: **MUESTRA 09 a la 15 SONDEO MIXTO 03 (01)**

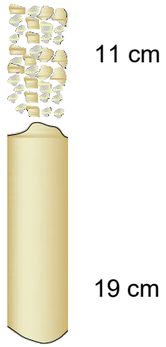
PROFUNDIDAD:	16.50 a 18.00 m	18.00 a 19.50 m	21.00 a 22.50 m	22.50 a 24.00 m	24.00 a 25.50 m	25.50 a 27.00 m	28.50 a 30.00 m
AVANCE:	150 cm	150 cm	150 cm	150 cm	150 cm	150 cm	150 cm
LONG:	39 cm	36 cm	30 cm	24 cm	24 cm	29 cm	115 cm
%RECUP:	26 %	24 %	20%	16%	16%	19%	76%
∑RQD:	---	---	19 cm	---	---	---	34 cm
%RQD:	---	---	12 cm	---	---	---	22%
ENSAYO:	---	---	P.I	---	---	---	P.M- P.I



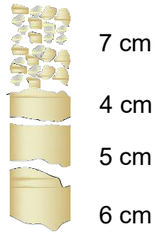
MTA. 16



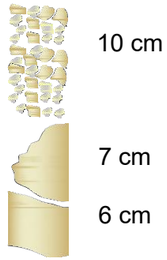
MTA. 17



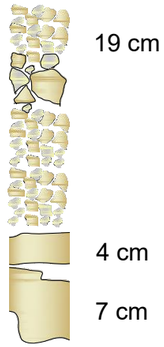
MTA. 19



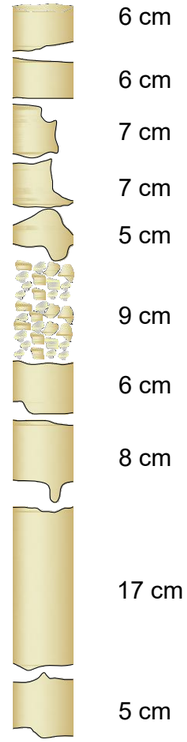
MTA. 20



MTA. 21



MTA. 22



MTA. 23

SIMBOLOGIA I :FRACTURA INDUCIDA H :FRACTURA INHERENTE PS :PARTE SUPERIOR PM :PARTE MEDIA PI :PARTE INFERIOR S/E :SIN ENSAYE A COMPRESION SIMPLE

INSET

OBRA: " PUEBLO BONITO "

ESC: S.E. ACOT: S.A.

DISEÑO: ING. MARCOS ROJAS HERRERA

CLIENTE: " LASKI S.A DE C.V "

LUGAR: PLAYA DEL CARMEN, SOLIDARIDAD, Q.ROO.

NOMBRE DEL PLANO: MUESTRA 16 a la 23 SONDEO MIXTO 03 (02)

PRUEBA DE CORAZONES

NORMAS: NMX-169, NMX-C-083, NMX-C-109, NMX-C-191 ONNCCE VIGENTES

Cliente: **LAZKI S.A. DE C.V.** Obra: **PUEBLO BONITO**

Elementos: **NÚCLEOS DE ROCA** Fecha de extracción: **2019-03-07** Fecha de ensaye: **2019-03-11**

Resistencia especificada: --- kg/cm² a ---- días. Informe No. INS-MS-277

Profundidad del sondeo: 30 Sondeo no. SM-03

Especimen			Diametro (cm)	Altura sin cabecear (cm)	Altura cabeceado (cm)	H/D	Factor de Corrección	Área (cm²)	Volumen (cm³)	Masa (grs)	Masa Vol. (kg/m³)	Carga Máx. (kg)	Resistencia (kg/cm²)	
NÚCLEOS DE ROCA														Correg.
NUCLEOS	Prof. (m)	No.												
M-9 P.M.	***6.18***	**1**	4.40	7.81	8.62	1.96	1.00	15.21	118.8	240.90	2,029	1,076	70.76	70.8
M-9 P.I.	***6.60***	**2**	4.40	7.73	8.43	1.92	1.00	15.21	117.5	246.90	2,101	1,546	101.67	101.7
M-19 P.I.	***22.30***	**3**	4.40	7.94	8.80	2.00	1.00	15.21	120.7	260.40	2,157	1,668	109.70	109.7
M-23 P.M.	***29.00***	**4**	4.40	7.66	8.50	1.93	1.00	15.21	116.5	256.20	2,200	2,241	147.38	147.4
M-23 P.I.	***29.80***	**5**	4.40	7.80	8.47	1.93	1.00	15.21	118.6	249.90	2,107	1,914	125.88	125.9
												PROMEDIO:		**111.08**

OBSERVACIONES:

LABORATORISTA:	JEFE DE LABORATORIO	SIGNATARIO AUTORIZADO:
[redacted]		

PROHIBIDA LA REPRODUCCION TOTAL DE ESTE INFORME SIN LA AUTORIZACION DEL LABORATORIO.
ESTE INFORME SOLO AFECTA A LOS ESPECIMENES Y/O MUESTRAS SOMETIDOS A PRUEBA.
MIEMBRO NUMERO No. 70 DE LA ASOCIACION NACIONAL DE LABORATORIOS INDEPENDIENTES AL SERVICIO DE LA CONSTRUCCION A.C.

[redacted]

LABORATORIO DE MATERIALES, MECÁNICA DE SUELOS E INGENIERÍA ESTRUCTURAL

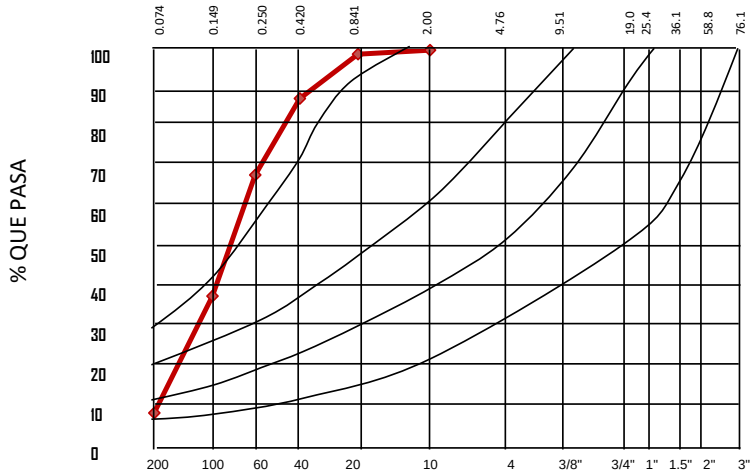
INFORME DE ENSAYE DE MATERIALES

METODOS DE PRUEBA VIGENTES EMPLEADOS: (*AASHTO-T) 99, 180; (*NMX - C)30, 170, 77, 164, 166, 73, 84

OBRA:	**PUEBLO BONITO**	No. DE SONDEO	**SM-03**
CLIENTE:	**LAZKI S.A. DE C.V.**	PROF. (m)	0.00 - 0.60
LOCALIZACIÓN	**PLAYA DEL CARMEN, SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.**	MUESTRA:	1
TRAMO:	--		
FECHA:	2019-03-05 -- 2019-03-22	RESPONSABLE.	--

ZONAS DE ESPECIFICACIONES GRANULOMETRICAS

MALLA No.	MATERIAL QUE PASA (%)
3" (76.2)	
2" (50.8)	
1 1/2" (38.1)	
1" (25.4)	
3/4" (19.0)	
3/8" (9.51)	
No. 4 (4.76)	
No. 10 (2.00)	**100**
No. 20 (0.841)	**99**
No. 40 (0.420)	**88**
No. 60 (0.250)	**69**
No. 100 (0.149)	**39**
No. 200 (0.074)	**10**



RESULTADOS OBTENIDOS DE LOS ENSAYES EFECTUADOS			
MUESTRA No	PESO HUMEDO (grs)	PESO SECO (grs)	HUMEDAD (%)
1	260.40	209.70	24.2

PRUEBAS SOBRE MATERIAL TAMIZADO POR MALLA Nº 40			
LIMITE LIQUIDO (%)	27.80	CONTRACCION LINEAL (%)	0.00
LIMITE PLASTICO (%)	N.P.	S.U.C.S	**SM**
INIDICE PLASTICO (%)	N.P.	CLASIF:	

LABORATORISTA

[redacted]

NOMBRE Y FIRMA

Vo. Bo. SIGNATORIO

[redacted]

NOMBRE Y FIRMA

RECIBIO

NOMBRE Y FIRMA

PROHIBIDA LA REPRODUCCION TOTAL DE ESTE INFORME SIN LA AUTORIZACION DEL LABORATORIO.
ESTE INFORME SOLO AFECTA A LOS ESPECIMENES Y/O MUESTRAS SOMETIDOS A PRUEBA.
MIEMBRO NUMERO No. 70 DE LA ASOCIACION NACIONAL DE LABORATORIOS INDEPENDIENTES AL SERVICIO DE LA CONSTRUCCION A.C.

[redacted]

LABORATORIO DE MATERIALES, MECÁNICA DE SUELOS E INGENIERÍA ESTRUCTURAL

OBRA:	**PUEBLO BONITO**	No. SONDEO:	SM.03
CLIENTE:	LAZKI S.A. DE C.V.	Profundidad (m)	0.00 - 0.60
LOCALIZACION:	PLAYA DEL CARMEN, SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.	MUESTRA:	1
TRAMO:	---	RESPONSABLE:	
FECHA:	2019-03-05 -- 2019-03-22		

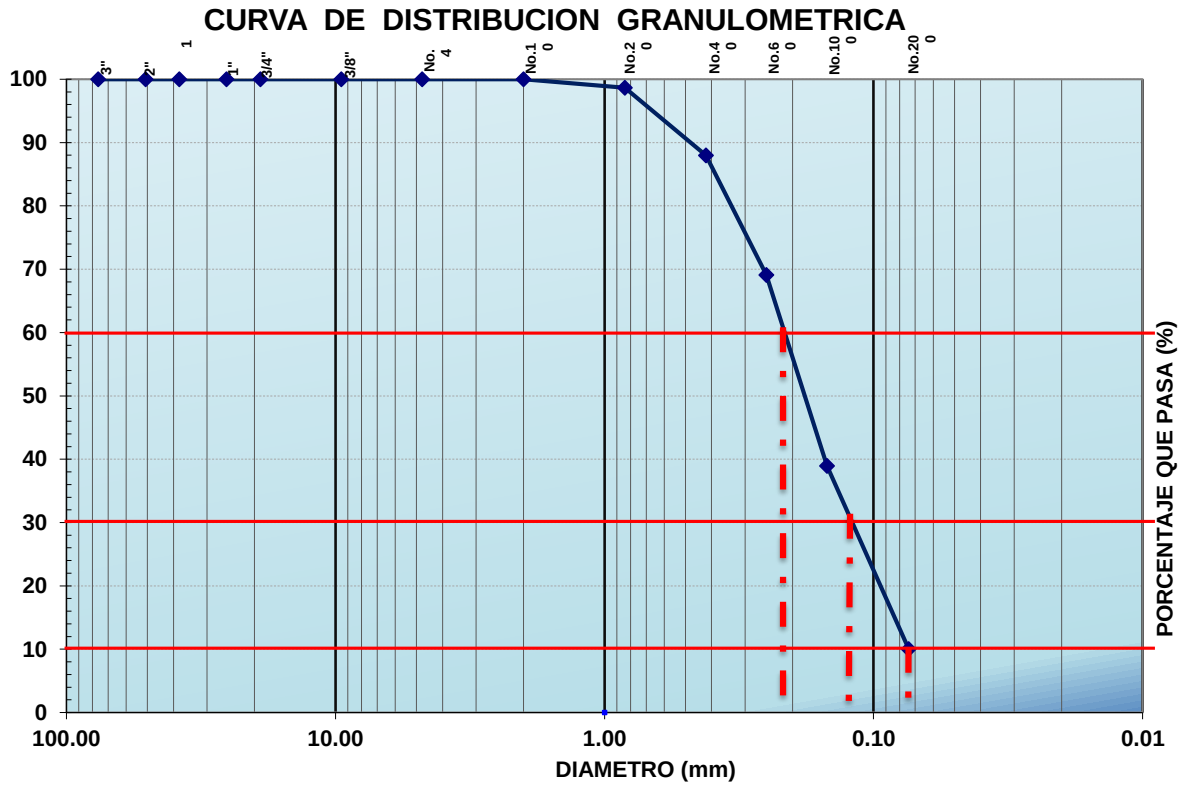
INFORME DE CURVA GRANULOMETRICA

COMPOSICION DEL MATERIAL RETENIDO EN LA MALLA No.4

No. MALLA	ABERTURA(mm)	P. S. RET.(gr)	(%)RETENIDO	(%)ACUMULADO	(%) QUE PASA
3"	76.20	0.00	0	0	100
2"	50.80	0.00	0	0	100
1 1/2"	38.10	0.00	0	0	100
1"	25.40	0.00	0	0	100
3/4"	19.00	0.00	0	0	100
3/8"	9.51	0.00	0	0	100
No.4	4.76	0.00	0	0	100

COMPOSICION DEL MATERIAL QUE PASA LA MALLA No.4

No. MALLA	ABERTURA(mm)	P. S. RET.(gr)	(%)RETENIDO	(%)ACUMULADO	(%) QUE PASA
No.10	2.00	0.00	0	0	100
No.20	0.84	2.80	1	1	99
No.40	0.42	22.40	11	12	88
No.60	0.25	39.60	19	31	69
No.100	0.15	63.20	30	61	39
No.200	0.07	60.70	29	90	10
Pasa malla No.200		21.00	10	100	0
Suma		209.70	100		



D_{10}	D_{30}	D_{60}
0.070	**0.130**	**0.210**

C_C	**0.03**
C_U	**3.00**

Vo. Bo. SIGNATORIO

NOMBRE Y FIRMA

RECIBIO

NOMBRE Y FIRMA

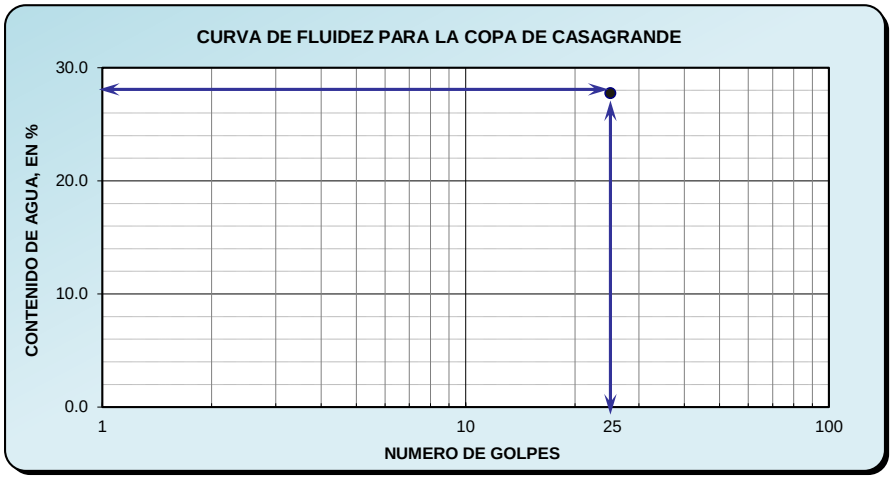
PROHIBIDA LA REPRODUCCION TOTAL DE ESTE INFORME SIN LA AUTORIZACION DEL LABORATORIO.
ESTE INFORME SOLO AFECTA A LOS ESPECIMENES Y/O MUESTRAS SOMETIDOS A PRUEBA.
MIEMBRO NUMERO No. 70 DE LA ASOCIACION NACIONAL DE LABORATORIOS INDEPENDIENTES AL SERVICIO DE LA CONSTRUCCION A.C.

Límites de Atterberg

PROYECTO:	PUEBLO BONITO				
PROCEDENCIA:	PLAYA DEL CARMEN, SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.				
SONDEO:	SM-03	MUESTRA	1	Fecha	2019-03-05 - 2019-03-22

LÍMITE LÍQUIDO

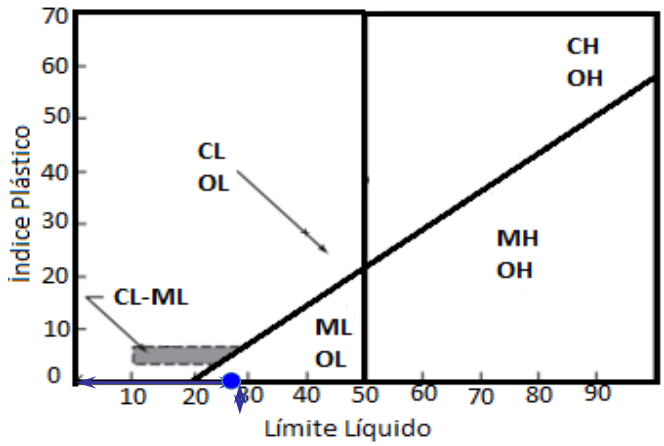
CÁPSULA No.	Peso Cápsula + Muestra Húmeda (gr)	Peso Cápsula + Muestra Seca (gr)	Peso Cápsula (gr)	Peso del Agua Ww (gr)	Peso de Sólidos Ws (gr)	Contenido de Agua W%	No de golpes
X	79.20	68.15	28.35	11.05	39.80	**27.8**	25



Límite Plástico	
Cápsula No.	--
Peso Cápsula + Muestra Húmeda (gr)	0.00
Peso Cápsula + Muestra Seca (gr)	0.00
Peso Cápsula (gr)	0.00
PESO DEL AGUA Ww (gr)	0.00
PESO DE SÓLIDOS Ws (gr)	0.00
CONTENIDO DE AGUA W (%)	#¡DIV/0!

NO PLASTICO

CARTA DE PLASTICIDAD



CONTRACCIÓN LINEAL

Recipiente	Longitud Inicial (mm)	Longitud Final (mm)	Contracción Lineal %
09	99.96	99.96	**0.00**

RESUMEN	
LL (%)	27.8
LP (%)	N.P.
IP (%)	N.P.
CL (%)	0.0

[redacted]
Técnico Lab

[redacted]
Vo.Bo. Signatario

LABORATORIO DE MATERIALES, MECÁNICA DE SUELOS E INGENIERÍA ESTRUCTURAL

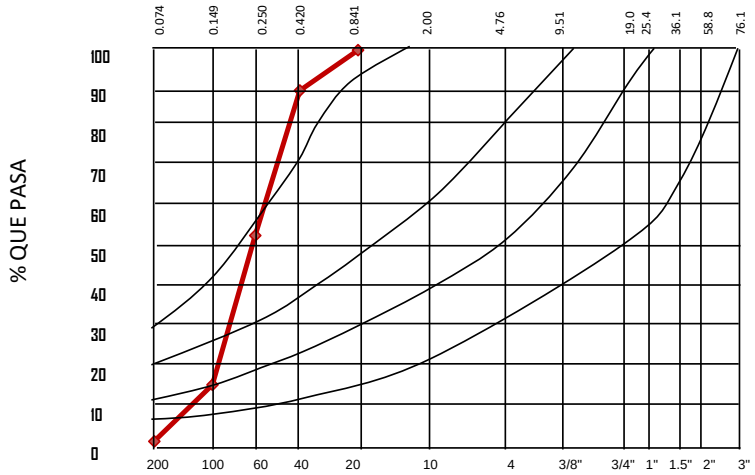
INFORME DE ENSAYE DE MATERIALES

METODOS DE PRUEBA VIGENTES EMPLEADOS: (*AASHTO-T) 99, 180; (*NMX - C)30, 170, 77, 164, 166, 73, 84

OBRA:	**PUEBLO BONITO**	No. DE SONDEO	**SM-03**
CLIENTE:	**LAZKI S.A. DE C.V.**	PROF. (m)	0.60 - 1.20
LOCALIZACIÓN	**PLAYA DEL CARMEN, SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.**	MUESTRA:	2
TRAMO:	--		
FECHA:	2019-03-05 -- 2019-03-22	RESPONSABLE.	--

ZONAS DE ESPECIFICACIONES GRANULOMETRICAS

MALLA No.	MATERIAL QUE PASA (%)
3" (76.2)	
2" (50.8)	
1 1/2" (38.1)	
1" (25.4)	
3/4" (19.0)	
3/8" (9.51)	
No. 4 (4.76)	
No. 10 (2.00)	
No. 20 (0.841)	**100**
No. 40 (0.420)	**90**
No. 60 (0.250)	**54**
No. 100 (0.149)	**17**
No. 200 (0.074)	**3**



RESULTADOS OBTENIDOS DE LOS ENSAYES EFECTUADOS			
MUESTRA No	PESO HUMEDO (grs)	PESO SECO (grs)	HUMEDAD (%)
2	277.60	252.00	10.2

PRUEBAS SOBRE MATERIAL TAMIZADO POR MALLA Nº 40			
LIMITE LIQUIDO (%)	27.80	CONTRACCION LINEAL (%)	0.00
LIMITE PLASTICO (%)	N.P.	S.U.C.S	**SM**
INIDICE PLASTICO (%)	N.P.	CLASIF:	

LABORATORISTA	Vo. Bo. SIGNATORIO	RECIBIO
[redacted]	[redacted]	
NOMBRE Y FIRMA	NOMBRE Y FIRMA	NOMBRE Y FIRMA

PROHIBIDA LA REPRODUCCION TOTAL DE ESTE INFORME SIN LA AUTORIZACION DEL LABORATORIO.
ESTE INFORME SOLO AFECTA A LOS ESPECIMENES Y/O MUESTRAS SOMETIDOS A PRUEBA.
MIEMBRO NUMERO No. 70 DE LA ASOCIACION NACIONAL DE LABORATORIOS INDEPENDIENTES AL SERVICIO DE LA CONSTRUCCION A.C.

[redacted]

LABORATORIO DE MATERIALES, MECÁNICA DE SUELOS E INGENIERÍA ESTRUCTURAL

OBRA:	**PUEBLO BONITO**	No. SONDEO:	SM.03
CLIENTE:	LAZKI S.A. DE C.V.	Profundidad (m)	0.60 - 1.20
LOCALIZACION:	PLAYA DEL CARMEN, SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.	MUESTRA:	2
TRAMO:	---	RESPONSABLE:	
FECHA:	2019-03-05 -- 2019-03-22		

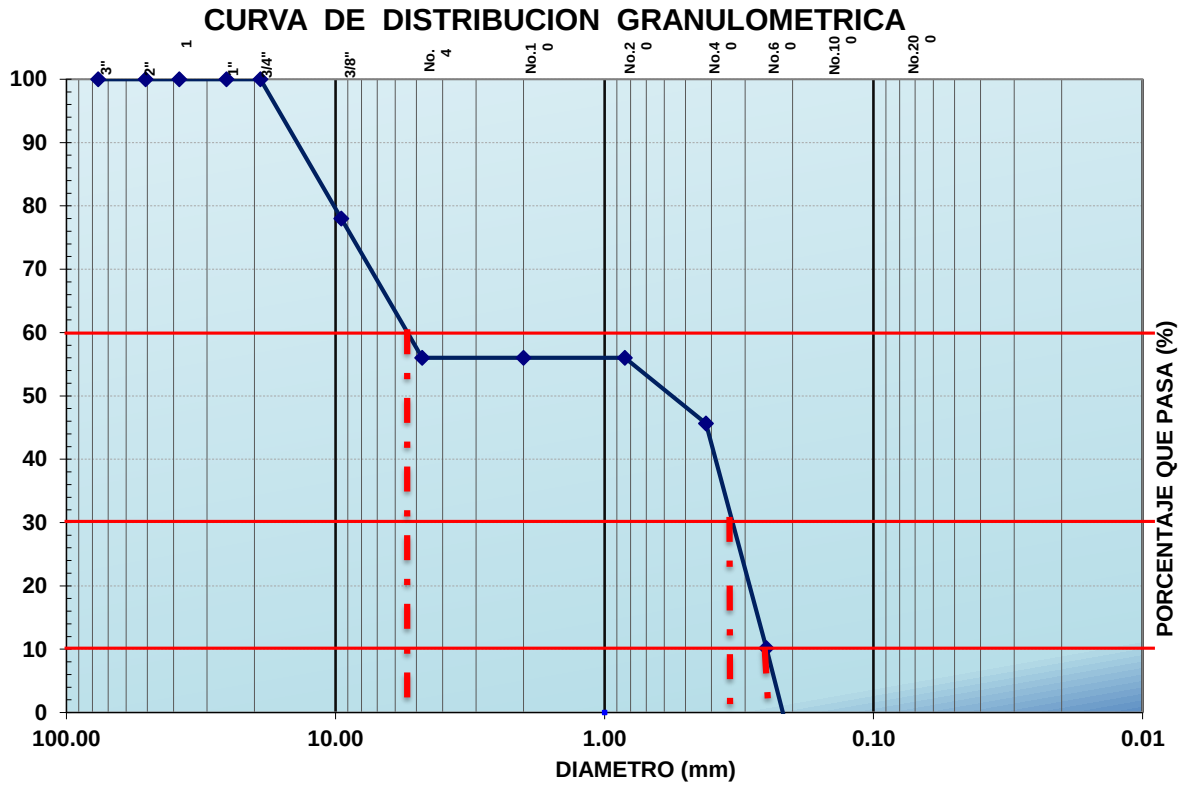
INFORME DE CURVA GRANULOMETRICA

COMPOSICION DEL MATERIAL RETENIDO EN LA MALLA No.4

No. MALLA	ABERTURA(mm)	P. S. RET.(gr)	(%)RETENIDO	(%)ACUMULADO	(%) QUE PASA
3"	76.20	0.00	0	0	100
2"	50.80	0.00	0	0	100
1 1/2"	38.10	0.00	0	0	100
1"	25.40	0.00	0	0	100
3/4"	19.00	0.00	0	0	100
3/8"	9.51	0.00	22	22	78
No.4	4.76	0.00	22	44	56

COMPOSICION DEL MATERIAL QUE PASA LA MALLA No.4

No. MALLA	ABERTURA(mm)	P. S. RET.(gr)	(%)RETENIDO	(%)ACUMULADO	(%) QUE PASA
No.10	2.00	0.00	0	44	56
No.20	0.84	0.00	0	44	56
No.40	0.42	26.10	10	54	46
No.60	0.25	89.40	35	90	10
No.100	0.15	94.30	37	127	-27
No.200	0.07	35.20	14	141	-41
Pasa malla No.200		7.00	3	144	-44
Suma		252.00	100		



D_{10}	D_{30}	D_{60}
0.250	**0.350**	**5.200**

C_C	**0.2**
C_U	**20.8**

Vo. Bo. SIGNATORIO

[redacted]

NOMBRE Y FIRMA

RECIBIO

NOMBRE Y FIRMA

PROHIBIDA LA REPRODUCCION TOTAL DE ESTE INFORME SIN LA AUTORIZACION DEL LABORATORIO.
ESTE INFORME SOLO AFECTA A LOS ESPECIMENES Y/O MUESTRAS SOMETIDOS A PRUEBA.
MIEMBRO NUMERO No. 70 DE LA ASOCIACION NACIONAL DE LABORATORIOS INDEPENDIENTES AL SERVICIO DE LA CONSTRUCCION A.C.

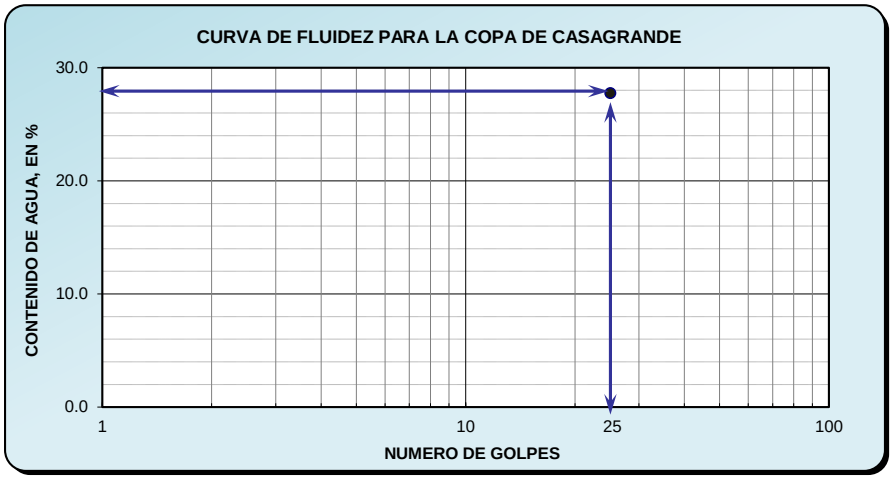
[redacted]

Límites de Atterberg

PROYECTO:	PUEBLO BONITO				
PROCEDENCIA:	PLAYA DEL CARMEN, SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.				
SONDEO:	SM-03	MUESTRA	2	Fecha	209-03-05 - 2019-03-22

LÍMITE LÍQUIDO

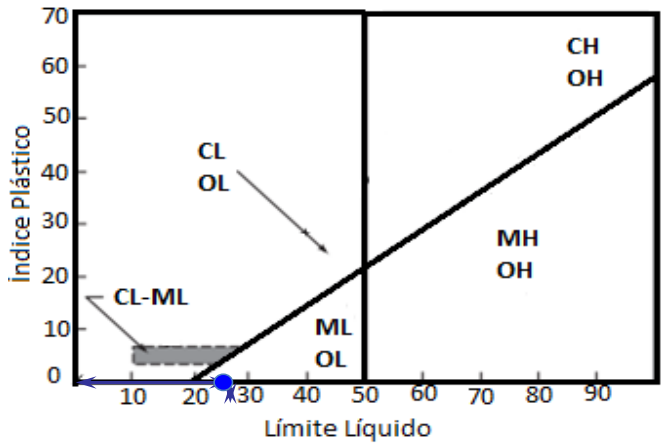
CÁPSULA No.	Peso Cápsula + Muestra Húmeda (gr)	Peso Cápsula + Muestra Seca (gr)	Peso Cápsula (gr)	Peso del Agua Ww (gr)	Peso de Sólidos Ws (gr)	Contenido de Agua W%	No de golpes
X	79.20	68.15	28.35	11.05	39.80	**27.8**	25



Límite Plástico	
Cápsula No.	--
Peso Cápsula + Muestra Húmeda (gr)	0.00
Peso Cápsula + Muestra Seca (gr)	0.00
Peso Cápsula (gr)	0.00
PESO DEL AGUA Ww (gr)	0.00
PESO DE SÓLIDOS Ws (gr)	0.00
CONTENIDO DE AGUA W (%)	#¡DIV/0!

NO PLASTICO

CARTA DE PLASTICIDAD



CONTRACCIÓN LINEAL

Recipiente	Longitud Inicial (mm)	Longitud Final (mm)	Contracción Lineal %
09	99.96	99.96	**0.00**

RESUMEN	
LL (%)	27.8
LP (%)	N.P.
IP (%)	N.P.
CL (%)	0.0

[redacted]
Técnico Lab

[redacted]
Vo.Bo. Signatario

LABORATORIO DE MATERIALES, MECÁNICA DE SUELOS E INGENIERÍA ESTRUCTURAL

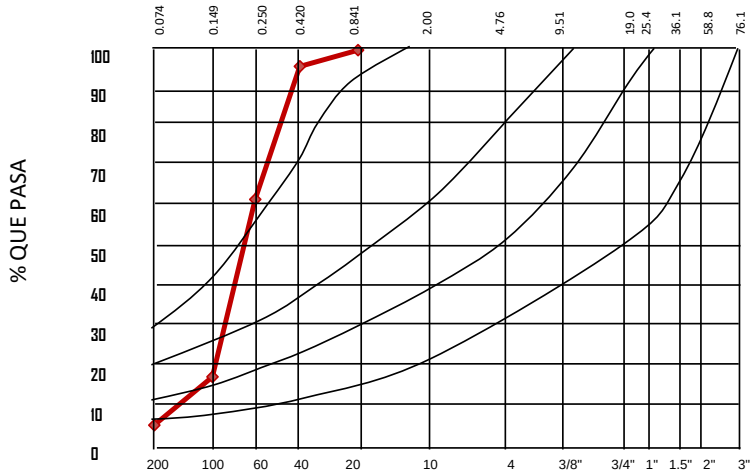
INFORME DE ENSAYE DE MATERIALES

METODOS DE PRUEBA VIGENTES EMPLEADOS: (*AASHTO-T) 99, 180; (*NMX - C)30, 170, 77, 164, 166, 73, 84

OBRA:	**PUEBLO BONITO**	No. DE SONDEO	**SM-03**
CLIENTE:	**LAZKI S.A. DE C.V.**	PROF. (m)	1.20 - 1.80
LOCALIZACIÓN	**PLAYA DEL CARMEN, SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.**	MUESTRA:	3
TRAMO:	--		
FECHA:	2019-03-05 -- 2019-03-22	RESPONSABLE.	--

ZONAS DE ESPECIFICACIONES GRANULOMETRICAS

MALLA No.	MATERIAL QUE PASA (%)
3" (76.2)	
2" (50.8)	
1 1/2" (38.1)	
1" (25.4)	
3/4" (19.0)	
3/8" (9.51)	
No. 4 (4.76)	
No. 10 (2.00)	
No. 20 (0.841)	**100**
No. 40 (0.420)	**96**
No. 60 (0.250)	**63**
No. 100 (0.149)	**19**
No. 200 (0.074)	**7**



RESULTADOS OBTENIDOS DE LOS ENSAYES EFECTUADOS			
MUESTRA No	PESO HUMEDO (grs)	PESO SECO (grs)	HUMEDAD (%)
3	204.00	181.00	12.71

PRUEBAS SOBRE MATERIAL TAMIZADO POR MALLA Nº 40			
LIMITE LIQUIDO (%)	27.80	CONTRACCION LINEAL (%)	0.00
LIMITE PLASTICO (%)	N.P.	S.U.C.S	**SM**
INIDICE PLASTICO (%)	N.P.	CLASIF:	

LABORATORISTA

T[redacted]

NOMBRE Y FIRMA

Vo. Bo. SIGNATORIO

[redacted]

NOMBRE Y FIRMA

RECIBIO

NOMBRE Y FIRMA

PROHIBIDA LA REPRODUCCION TOTAL DE ESTE INFORME SIN LA AUTORIZACION DEL LABORATORIO.
ESTE INFORME SOLO AFECTA A LOS ESPECIMENES Y/O MUESTRAS SOMETIDOS A PRUEBA.
MIEMBRO NUMERO No. 70 DE LA ASOCIACION NACIONAL DE LABORATORIOS INDEPENDIENTES AL SERVICIO DE LA CONSTRUCCION A.C.
[redacted]

LABORATORIO DE MATERIALES, MECÁNICA DE SUELOS E INGENIERÍA ESTRUCTURAL

OBRA:	**PUEBLO BONITO**	No. SONDEO:	SM.03
CLIENTE:	LAZKI S.A. DE C.V.	Profundidad (m)	1.20 - 1.80
LOCALIZACION:	PLAYA DEL CARMEN, SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.	MUESTRA:	3
TRAMO:	---	RESPONSABLE:	
FECHA:	2019-03-05 -- 2019-03-22		

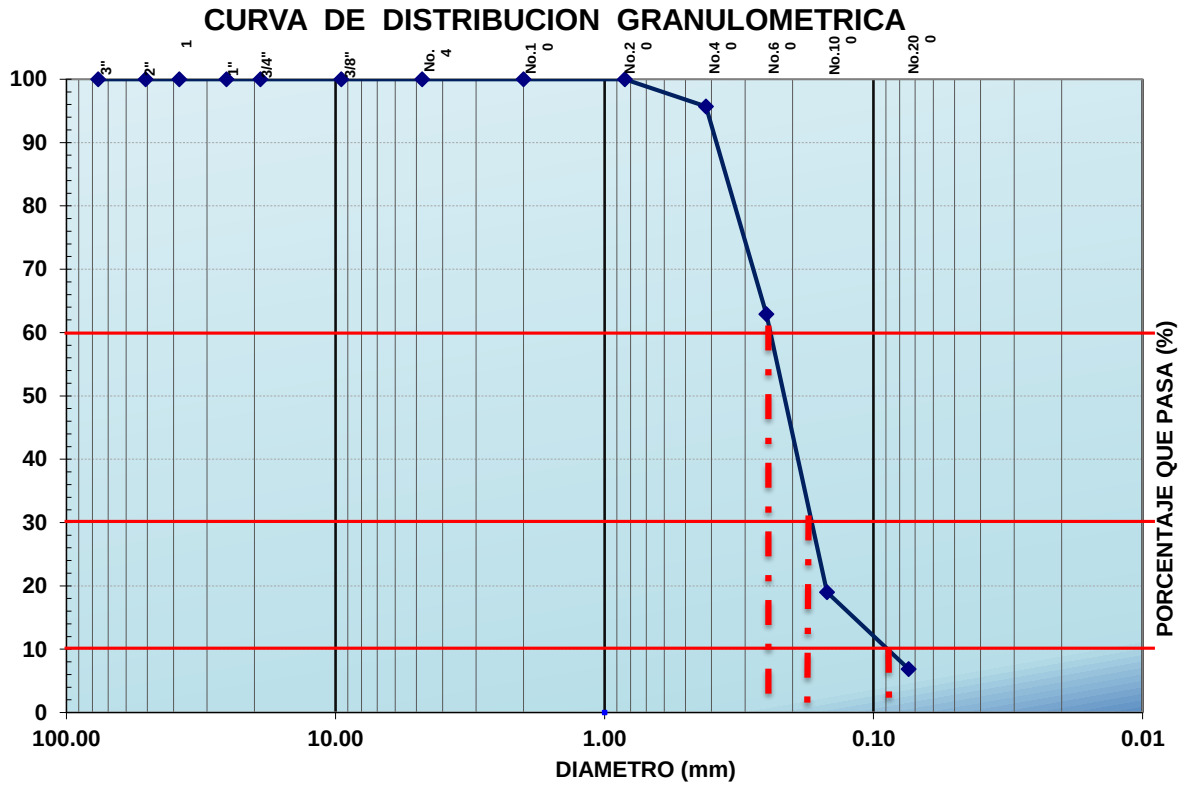
INFORME DE CURVA GRANULOMETRICA

COMPOSICION DEL MATERIAL RETENIDO EN LA MALLA No.4

No. MALLA	ABERTURA(mm)	P. S. RET.(gr)	(%)RETENIDO	(%)ACUMULADO	(%) QUE PASA
3"	76.20	0.00	0	0	100
2"	50.80	0.00	0	0	100
1 1/2"	38.10	0.00	0	0	100
1"	25.40	0.00	0	0	100
3/4"	19.00	0.00	0	0	100
3/8"	9.51	0.00	0	0	100
No.4	4.76	0.00	0	0	100

COMPOSICION DEL MATERIAL QUE PASA LA MALLA No.4

No. MALLA	ABERTURA(mm)	P. S. RET.(gr)	(%)RETENIDO	(%)ACUMULADO	(%) QUE PASA
No.10	2.00	0.00	0	0	100
No.20	0.84	0.00	0	0	100
No.40	0.42	7.80	4	4	96
No.60	0.25	59.30	33	37	63
No.100	0.15	79.50	44	81	19
No.200	0.07	22.00	12	93	7
Pasa malla No.200		12.40	7	100	0
Suma		181.00	100		



D_{10}	D_{30}	D_{60}
0.090	**0.180**	**0.250**

C_C	**0.1**
C_U	**2.8**

Vo. Bo. SIGNATORIO

[redacted]

NOMBRE Y FIRMA

RECIBIO

NOMBRE Y FIRMA

PROHIBIDA LA REPRODUCCION TOTAL DE ESTE INFORME SIN LA AUTORIZACION DEL LABORATORIO.
ESTE INFORME SOLO AFECTA A LOS ESPECIMENES Y/O MUESTRAS SOMETIDOS A PRUEBA.
MIEMBRO NUMERO No. 70 DE LA ASOCIACION NACIONAL DE LABORATORIOS INDEPENDIENTES AL SERVICIO DE LA CONSTRUCCION A.C.

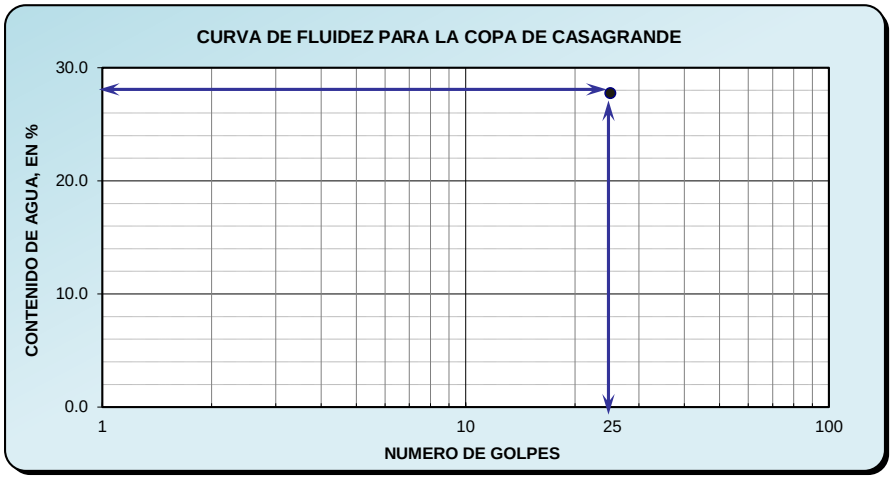
[redacted]

Límites de Atterberg

PROYECTO:	PUEBLO BONITO				
PROCEDENCIA:	PLAYA DEL CARMEN, SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.				
SONDEO:	SM-03	MUESTRA	3	Fecha	2018/11/07 - 2018/11/22

LÍMITE LÍQUIDO

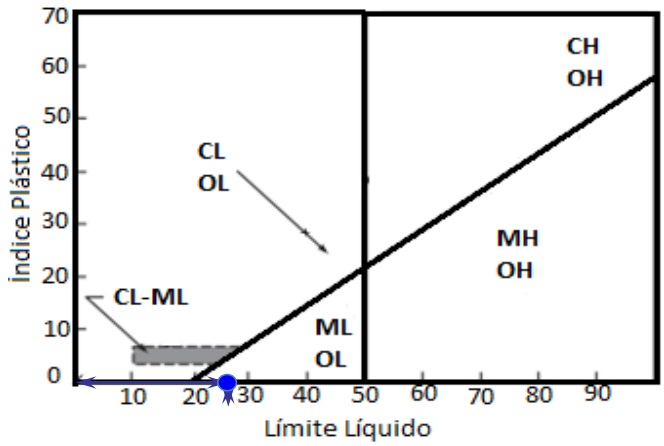
CÁPSULA No.	Peso Cápsula + Muestra Húmeda (gr)	Peso Cápsula + Muestra Seca (gr)	Peso Cápsula (gr)	Peso del Agua Ww (gr)	Peso de Sólidos Ws (gr)	Contenido de Agua W%	No de golpes
X	79.20	68.15	28.35	11.05	39.80	**27.8**	25



Límite Plástico	
Cápsula No.	--
Peso Cápsula + Muestra Húmeda (gr)	0.00
Peso Cápsula + Muestra Seca (gr)	0.00
Peso Cápsula (gr)	0.00
PESO DEL AGUA Ww (gr)	0.00
PESO DE SÓLIDOS Ws (gr)	0.00
CONTENIDO DE AGUA W (%)	#¡DIV/0!

NO PLASTICO

CARTA DE PLASTICIDAD



CONTRACCIÓN LINEAL

Recipiente	Longitud Inicial (mm)	Longitud Final (mm)	Contracción Lineal %
09	99.96	99.96	**0.00**

RESUMEN	
LL (%)	27.8
LP (%)	N.P.
IP (%)	N.P.
CL (%)	0.0

[redacted]
Técnico Lab

[redacted]
Vo.Bo. Signatario

LABORATORIO DE MATERIALES, MECÁNICA DE SUELOS E INGENIERÍA ESTRUCTURAL

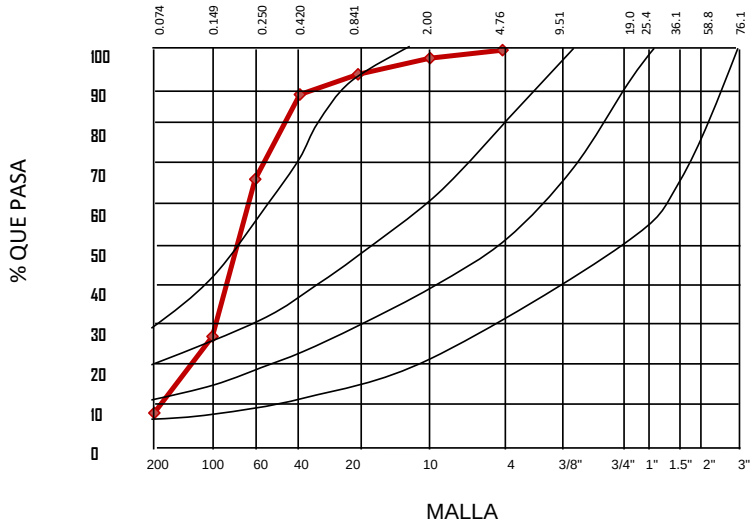
INFORME DE ENSAYE DE MATERIALES

METODOS DE PRUEBA VIGENTES EMPLEADOS: (*AASHTO-T) 99, 180; (*NMX - C)30, 170, 77, 164, 166, 73, 84

OBRA:	**PUEBLO BONITO**	No. DE SONDEO	**SM-03**
CLIENTE:	**LAZKI S.A. DE C.V.**	PROF. (m)	1.80 - 2.40
LOCALIZACIÓN	**PLAYA DEL CARMEN, SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.**	MUESTRA:	4
TRAMO:	--		
FECHA:	2019-03-05 -- 2019-03-22	RESPONSABLE.	--

ZONAS DE ESPECIFICACIONES GRANULOMETRICAS

MALLA No.	MATERIAL QUE PASA (%)
3" (76.2)	
2" (50.8)	
1 1/2" (38.1)	
1" (25.4)	
3/4" (19.0)	
3/8" (9.51)	
No. 4 (4.76)	**100**
No. 10 (2.00)	**98**
No. 20 (0.841)	**94**
No. 40 (0.420)	**89**
No. 60 (0.250)	**68**
No. 100 (0.149)	**29**
No. 200 (0.074)	**10**



RESULTADOS OBTENIDOS DE LOS ENSAYES EFECTUADOS			
MUESTRA No	PESO HUMEDO (grs)	PESO SECO (grs)	HUMEDAD (%)
4	281.90	228.40	23.42

PRUEBAS SOBRE MATERIAL TAMIZADO POR MALLA Nº 40			
LIMITE LIQUIDO (%)	27.80	CONTRACCION LINEAL (%)	0.00
LIMITE PLASTICO (%)	N.P.	S.U.C.S	**SM**
INIDICE PLASTICO (%)	N.P.	CLASIF:	

LABORATORISTA | Vo. Bo. SIGNATORIO | RECIBIO

[redacted] | [redacted]

NOMBRE Y FIRMA | NOMBRE Y FIRMA | NOMBRE Y FIRMA

PROHIBIDA LA REPRODUCCION TOTAL DE ESTE INFORME SIN LA AUTORIZACION DEL LABORATORIO.
ESTE INFORME SOLO AFECTA A LOS ESPECIMENES Y/O MUESTRAS SOMETIDOS A PRUEBA.
MIEMBRO NUMERO No. 70 DE LA ASOCIACION NACIONAL DE LABORATORIOS INDEPENDIENTES AL SERVICIO DE LA CONSTRUCCION A.C.

[redacted]

LABORATORIO DE MATERIALES, MECÁNICA DE SUELOS E INGENIERÍA ESTRUCTURAL

OBRA:	**PUEBLO BONITO**	No. SONDEO:	SM.03
CLIENTE:	LAZKI S.A. DE C.V.	Profundidad (m)	1.80 - 2.40
LOCALIZACION:	PLAYA DEL CARMEN, SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.	MUESTRA:	4
TRAMO:	---	RESPONSABLE:	
FECHA:	2019-03-05 -- 2019-03-22		

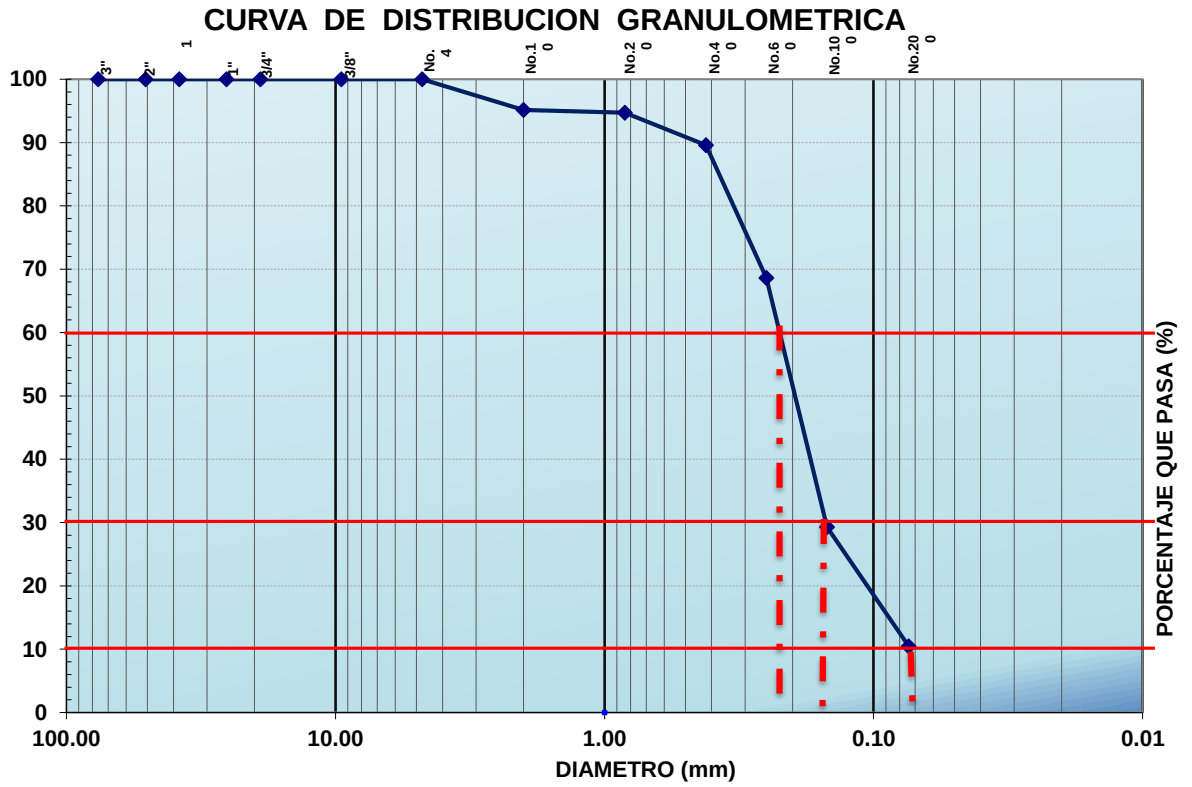
INFORME DE CURVA GRANULOMETRICA

COMPOSICION DEL MATERIAL RETENIDO EN LA MALLA No.4

No. MALLA	ABERTURA(mm)	P. S. RET.(gr)	(%)RETENIDO	(%)ACUMULADO	(%) QUE PASA
3"	76.20	0.00	0	0	100
2"	50.80	0.00	0	0	100
1 1/2"	38.10	0.00	0	0	100
1"	25.40	0.00	0	0	100
3/4"	19.00	0.00	0	0	100
3/8"	9.51	0.00	0	0	100
No.4	4.76	0.00	0	0	100

COMPOSICION DEL MATERIAL QUE PASA LA MALLA No.4

No. MALLA	ABERTURA(mm)	P. S. RET.(gr)	(%)RETENIDO	(%)ACUMULADO	(%) QUE PASA
No.10	2.00	11.00	5	5	95
No.20	0.84	1.00	0	5	95
No.40	0.42	11.70	5	10	90
No.60	0.25	47.70	21	31	69
No.100	0.15	89.50	39	71	29
No.200	0.07	42.80	19	90	10
Pasa malla No.200		23.80	10	100	0
Suma		227.50	100		



D_{10}	D_{30}	D_{60}
0.070	**0.160**	**0.230**

C_C	**0.1**
C_U	**3.3**

Vo. Bo. SIGNATORIO

[redacted]

NOMBRE Y FIRMA

RECIBIO

NOMBRE Y FIRMA

PROHIBIDA LA REPRODUCCION TOTAL DE ESTE INFORME SIN LA AUTORIZACION DEL LABORATORIO.
ESTE INFORME SOLO AFECTA A LOS ESPECIMENES Y/O MUESTRAS SOMETIDOS A PRUEBA.
MIEMBRO NUMERO No. 70 DE LA ASOCIACION NACIONAL DE LABORATORIOS INDEPENDIENTES AL SERVICIO DE LA CONSTRUCCION A.C.

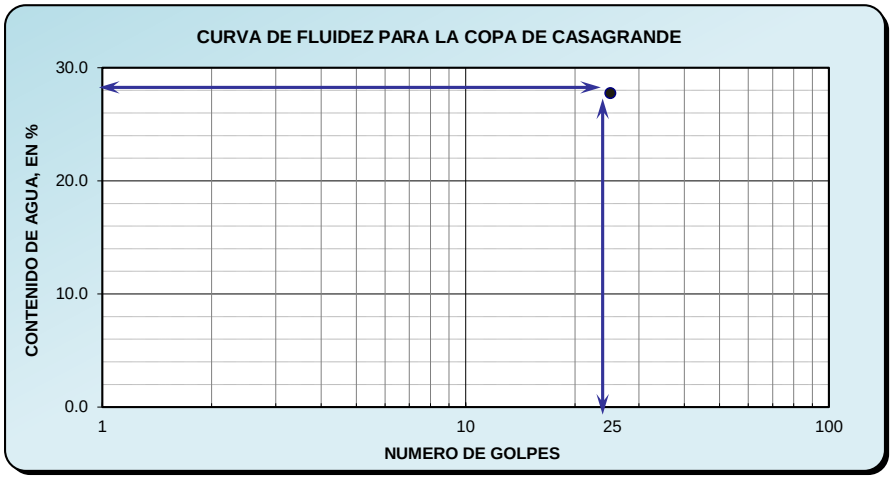
[redacted]

Límites de Atterberg

PROYECTO:	PUEBLO BONITO				
PROCEDENCIA:	PLAYA DEL CARMEN, SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.				
SONDEO:	SM-03	MUESTRA	4	Fecha	2019-03-05 - 2019-03-22

LÍMITE LÍQUIDO

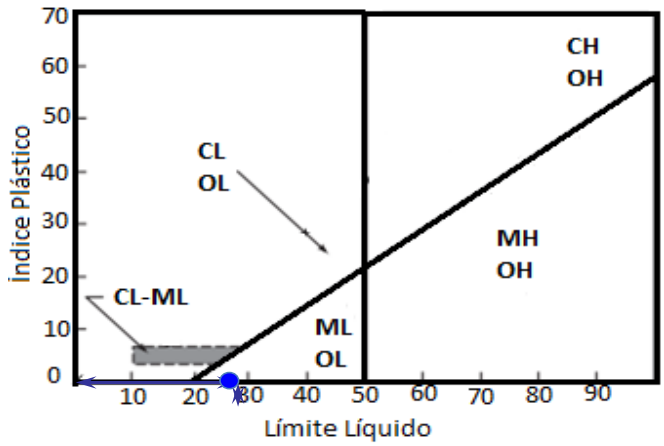
CÁPSULA No.	Peso Cápsula + Muestra Húmeda (gr)	Peso Cápsula + Muestra Seca (gr)	Peso Cápsula (gr)	Peso del Agua Ww (gr)	Peso de Sólidos Ws (gr)	Contenido de Agua W%	No de golpes
X	79.20	68.15	28.35	11.05	39.80	**27.8**	25



Límite Plástico	
Cápsula No.	--
Peso Cápsula + Muestra Húmeda (gr)	0.00
Peso Cápsula + Muestra Seca (gr)	0.00
Peso Cápsula (gr)	0.00
PESO DEL AGUA Ww (gr)	0.00
PESO DE SÓLIDOS Ws (gr)	0.00
CONTENIDO DE AGUA W (%)	#¡DIV/0!

NO PLASTICO

CARTA DE PLASTICIDAD



CONTRACCIÓN LINEAL

Recipiente	Longitud Inicial (mm)	Longitud Final (mm)	Contracción Lineal %
09	99.96	99.96	**0.00**

RESUMEN	
LL (%)	27.8
LP (%)	N.P.
IP (%)	N.P.
CL (%)	N.P.

[redacted]
Técnico Lab

[redacted]
Vo.Bo. Signatario

LABORATORIO DE MATERIALES, MECÁNICA DE SUELOS E INGENIERÍA ESTRUCTURAL

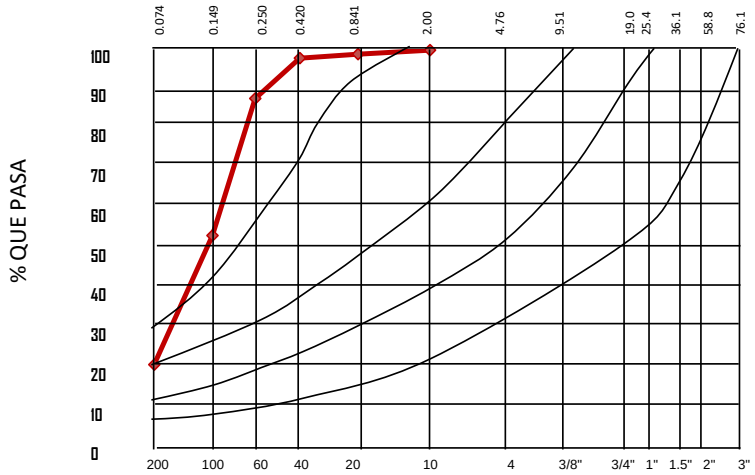
INFORME DE ENSAYE DE MATERIALES

METODOS DE PRUEBA VIGENTES EMPLEADOS: (*AASHTO-T) 99, 180; (*NMX - C)30, 170, 77, 164, 166, 73, 84

OBRA:	**PUEBLO BONITO**	No. DE SONDEO	**SM-03**
CLIENTE:	**LAZKI S.A. DE C.V.**	PROF. (m)	2.40 - 3.00
LOCALIZACIÓN	**PLAYA DEL CARMEN, SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.**	MUESTRA:	5
TRAMO:	--		
FECHA:	2019-03-05 -- 2019-03-22	RESPONSABLE.	--

ZONAS DE ESPECIFICACIONES GRANULOMETRICAS

MALLA No.	MATERIAL QUE PASA (%)
3" (76.2)	
2" (50.8)	
1 1/2" (38.1)	
1" (25.4)	
3/4" (19.0)	
3/8" (9.51)	
No. 4 (4.76)	
No. 10 (2.00)	**100**
No. 20 (0.841)	**99**
No. 40 (0.420)	**98**
No. 60 (0.250)	**88**
No. 100 (0.149)	**54**
No. 200 (0.074)	**22**



RESULTADOS OBTENIDOS DE LOS ENSAYES EFECTUADOS			
MUESTRA No	PESO HUMEDO (grs)	PESO SECO (grs)	HUMEDAD (%)
5	282.60	217.80	29.8

PRUEBAS SOBRE MATERIAL TAMIZADO POR MALLA Nº 40			
LIMITE LIQUIDO (%)	27.80	CONTRACCION LINEAL (%)	0.00
LIMITE PLASTICO (%)	N.P.	S.U.C.S	**SM**
INIDICE PLASTICO (%)	N.P.	CLASIF:	

LABORATORISTA [redacted] NOMBRE Y FIRMA

Vo. Bo. SIGNATORIO [redacted] NOMBRE Y FIRMA

RECIBIO _____ NOMBRE Y FIRMA

PROHIBIDA LA REPRODUCCION TOTAL DE ESTE INFORME SIN LA AUTORIZACION DEL LABORATORIO.
ESTE INFORME SOLO AFECTA A LOS ESPECIMENES Y/O MUESTRAS SOMETIDOS A PRUEBA.
MIEMBRO NUMERO No. 70 DE LA ASOCIACION NACIONAL DE LABORATORIOS INDEPENDIENTES AL SERVICIO DE LA CONSTRUCCION A.C.
DIRECCION: AV. MIGUEL HIDALGO (RUTA 5) No. 450 , REGION 91, MZA. 48, LOTE 30, CANCUN Q.ROO TELS. : (01998) 888-4431 , 888-5459

LABORATORIO DE MATERIALES, MECÁNICA DE SUELOS E INGENIERÍA ESTRUCTURAL

OBRA:	**PUEBLO BONITO**	No. SONDEO:	SM.03
CLIENTE:	LAZKI S.A. DE C.V.	Profundidad (m)	2.40 - 3.00
LOCALIZACION:	PLAYA DEL CARMEN, SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.	MUESTRA:	5
TRAMO:	---	RESPONSABLE:	
FECHA:	2019-03-05 -- 2019-03-22		

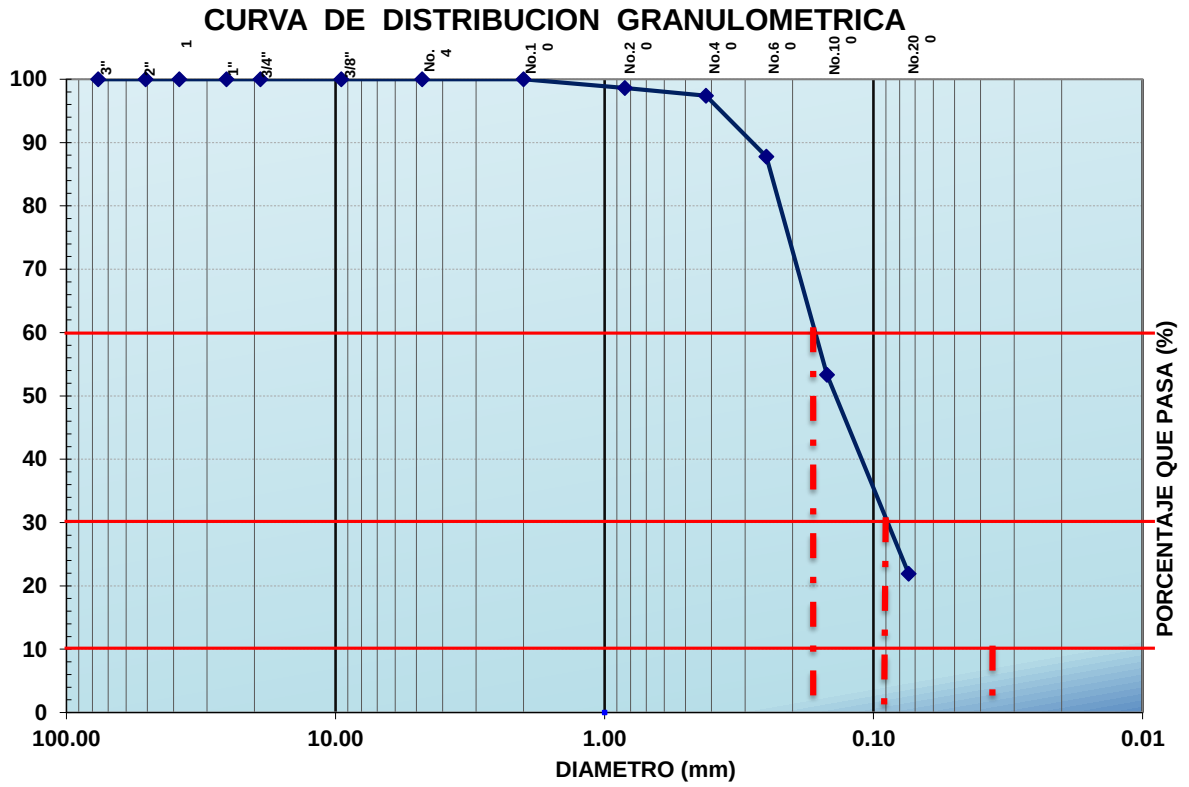
INFORME DE CURVA GRANULOMETRICA

COMPOSICION DEL MATERIAL RETENIDO EN LA MALLA No.4

No. MALLA	ABERTURA(mm)	P. S. RET.(gr)	(%)RETENIDO	(%)ACUMULADO	(%) QUE PASA
3"	76.20	0.00	0	0	100
2"	50.80	0.00	0	0	100
1 1/2"	38.10	0.00	0	0	100
1"	25.40	0.00	0	0	100
3/4"	19.00	0.00	0	0	100
3/8"	9.51	0.00	0	0	100
No.4	4.76	0.00	0	0	100

COMPOSICION DEL MATERIAL QUE PASA LA MALLA No.4

No. MALLA	ABERTURA(mm)	P. S. RET.(gr)	(%)RETENIDO	(%)ACUMULADO	(%) QUE PASA
No.10	2.00	0.00	0	0	100
No.20	0.84	3.00	1	1	99
No.40	0.42	2.70	1	3	97
No.60	0.25	20.90	10	12	88
No.100	0.15	75.00	34	47	53
No.200	0.07	68.50	31	78	22
Pasa malla No.200		47.70	22	100	0
Suma		217.80	100		



D_{10}	D_{30}	D_{60}
0.000	**0.090**	**0.170**

C_C	**N.P.**
C_U	**N.P.**

Vo. Bo. SIGNATORIO

NOMBRE Y FIRMA

RECIBIO

NOMBRE Y FIRMA

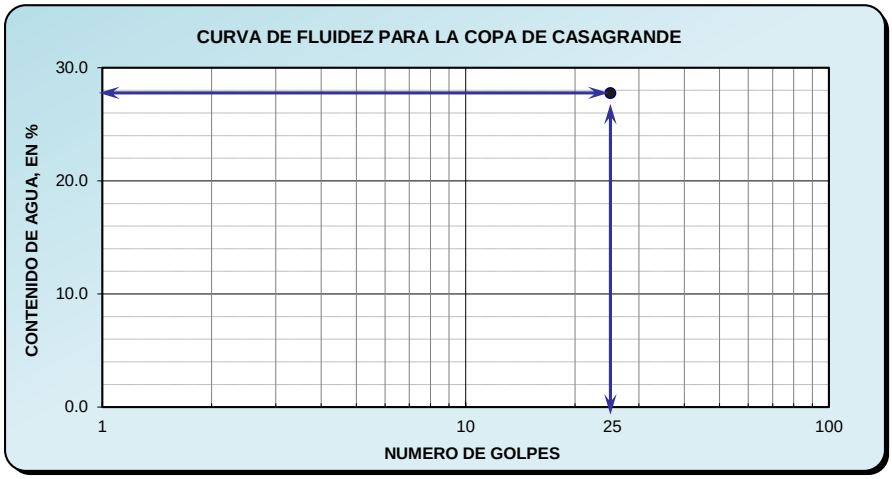
PROHIBIDA LA REPRODUCCION TOTAL DE ESTE INFORME SIN LA AUTORIZACION DEL LABORATORIO.
ESTE INFORME SOLO AFECTA A LOS ESPECIMENES Y/O MUESTRAS SOMETIDOS A PRUEBA.
MIEMBRO NUMERO No. 70 DE LA ASOCIACION NACIONAL DE LABORATORIOS INDEPENDIENTES AL SERVICIO DE LA CONSTRUCCION A.C.

Límites de Atterberg

PROYECTO:	PUEBLO BONITO				
PROCEDENCIA:	PLAYA DEL CARMEN, SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.				
SONDEO:	SM-03	MUESTRA	5	Fecha	2019-03-05 - 2019-03-22

LÍMITE LÍQUIDO

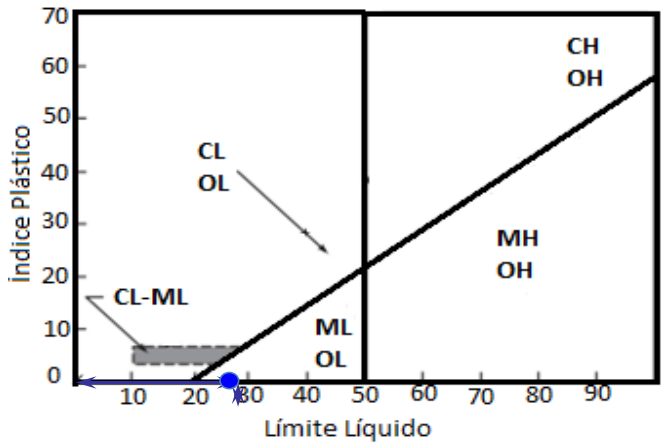
CÁPSULA No.	Peso Cápsula + Muestra Húmeda (gr)	Peso Cápsula + Muestra Seca (gr)	Peso Cápsula (gr)	Peso del Agua Ww (gr)	Peso de Sólidos Ws (gr)	Contenido de Agua W%	No de golpes
X	79.20	68.15	28.35	11.05	39.80	**27.8**	25



Límite Plástico	
Cápsula No.	--
Peso Cápsula + Muestra Húmeda (gr)	0.00
Peso Cápsula + Muestra Seca (gr)	0.00
Peso Cápsula (gr)	0.00
PESO DEL AGUA Ww (gr)	0.00
PESO DE SÓLIDOS Ws (gr)	0.00
CONTENIDO DE AGUA W (%)	N.P.

NO PLASTICO

CARTA DE PLASTICIDAD



CONTRACCIÓN LINEAL

Recipiente	Longitud Inicial (mm)	Longitud Final (mm)	Contracción Lineal %
09	99.96	99.96	**0.00**

RESUMEN	
LL (%)	27.8
LP (%)	N.P.
IP (%)	N.P.
CL (%)	0.0

[redacted]
Técnico Lab

[redacted]
Vo.Bo. Signatario

LABORATORIO DE MATERIALES, MECÁNICA DE SUELOS E INGENIERÍA ESTRUCTURAL

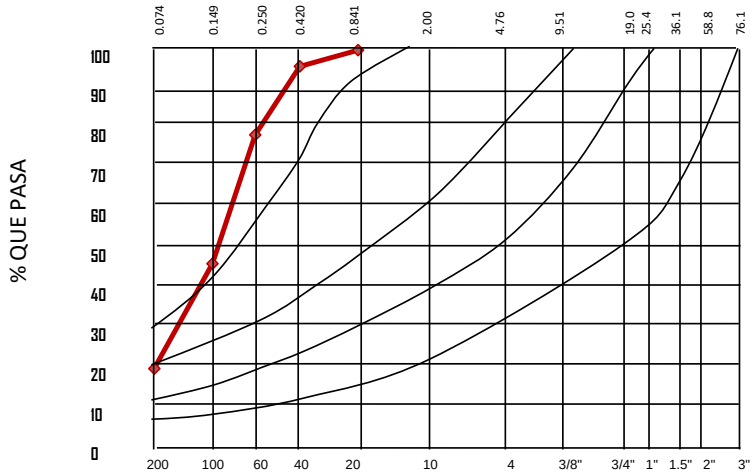
INFORME DE ENSAYE DE MATERIALES

METODOS DE PRUEBA VIGENTES EMPLEADOS: (*AASHTO-T) 99, 180; (*NMX - C)30, 170, 77, 164, 166, 73, 84

OBRA:	**PUEBLO BONITO**	No. DE SONDEO	**SM-03**
CLIENTE:	**LAZKI S.A. DE C.V.**	PROF. (m)	3.00 - 3.60
LOCALIZACIÓN	**PLAYA DEL CARMEN, SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.**	MUESTRA:	6
TRAMO:	--		
FECHA:	2019-03-05 -- 2019-03-22	RESPONSABLE.	--

ZONAS DE ESPECIFICACIONES GRANULOMETRICAS

MALLA No.	MATERIAL QUE PASA (%)
3" (76.2)	
2" (50.8)	
1 1/2" (38.1)	
1" (25.4)	
3/4" (19.0)	
3/8" (9.51)	
No. 4 (4.76)	
No. 10 (2.00)	
No. 20 (0.841)	**100**
No. 40 (0.420)	**96**
No. 60 (0.250)	**79**
No. 100 (0.149)	**47**
No. 200 (0.074)	**21**



RESULTADOS OBTENIDOS DE LOS ENSAYES EFECTUADOS			
MUESTRA No	PESO HUMEDO (grs)	PESO SECO (grs)	HUMEDAD (%)
6	401.30	309.40	29.7

PRUEBAS SOBRE MATERIAL TAMIZADO POR MALLA Nº 40			
LIMITE LIQUIDO (%)	27.80	CONTRACCION LINEAL (%)	0.00
LIMITE PLASTICO (%)	N.P.	S.U.C.S	**SM**
INIDICE PLASTICO (%)	N.P.	CLASIF:	

LABORATORISTA | Vo. Bo. SIGNATORIO | RECIBIO

NOMBRE Y FIRMA | NOMBRE Y FIRMA | NOMBRE Y FIRMA

PROHIBIDA LA REPRODUCCION TOTAL DE ESTE INFORME SIN LA AUTORIZACION DEL LABORATORIO.
ESTE INFORME SOLO AFECTA A LOS ESPECIMENES Y/O MUESTRAS SOMETIDOS A PRUEBA.
MIEMBRO NUMERO No. 70 DE LA ASOCIACION NACIONAL DE LABORATORIOS INDEPENDIENTES AL SERVICIO DE LA CONSTRUCCION A.C.
DIRECCION: AV. MIGUEL HIDALGO (RUTA 5) No. 450 , REGION 91, MZA. 48, LOTE 30, CANCUN Q.ROO TELS. : (01998) 888-4431 , 888-5459

LABORATORIO DE MATERIALES, MECÁNICA DE SUELOS E INGENIERÍA ESTRUCTURAL

OBRA:	**PUEBLO BONITO**	No. SONDEO:	SM.03
CLIENTE:	LAZKI S.A. DE C.V.	Profundidad (m)	3.00 - 3.60
LOCALIZACION:	PLAYA DEL CARMEN, SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.	MUESTRA:	6
TRAMO:	---	RESPONSABLE:	
FECHA:	2019-03-05 -- 2019-03-22		

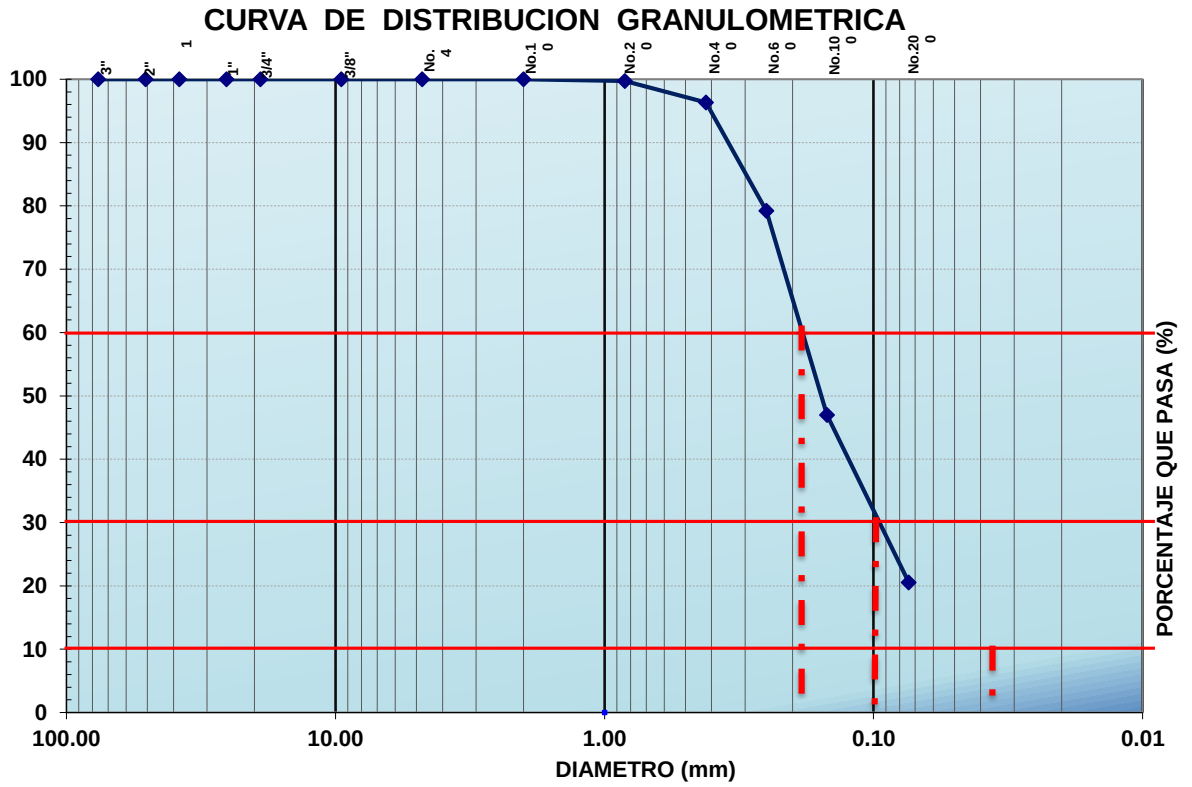
INFORME DE CURVA GRANULOMETRICA

COMPOSICION DEL MATERIAL RETENIDO EN LA MALLA No.4

No. MALLA	ABERTURA(mm)	P. S. RET.(gr)	(%)RETENIDO	(%)ACUMULADO	(%) QUE PASA
3"	76.20	0.00	0	0	100
2"	50.80	0.00	0	0	100
1 1/2"	38.10	0.00	0	0	100
1"	25.40	0.00	0	0	100
3/4"	19.00	0.00	0	0	100
3/8"	9.51	0.00	0	0	100
No.4	4.76	0.00	0	0	100

COMPOSICION DEL MATERIAL QUE PASA LA MALLA No.4

No. MALLA	ABERTURA(mm)	P. S. RET.(gr)	(%)RETENIDO	(%)ACUMULADO	(%) QUE PASA
No.10	2.00	0.00	0	0	100
No.20	0.84	0.90	0	0	100
No.40	0.42	10.50	3	4	96
No.60	0.25	52.90	17	21	79
No.100	0.15	99.70	32	53	47
No.200	0.07	81.80	26	79	21
Pasa malla No.200		63.60	21	100	0
Suma		309.40	100		



D_{10}	D_{30}	D_{60}
0.000	**0.099**	**0.190**

C_C	**N.P.**
C_U	**N.P.**

Vo. Bo. SIGNATORIO

[redacted]

NOMBRE Y FIRMA

RECIBIO

NOMBRE Y FIRMA

PROHIBIDA LA REPRODUCCION TOTAL DE ESTE INFORME SIN LA AUTORIZACION DEL LABORATORIO.
ESTE INFORME SOLO AFECTA A LOS ESPECIMENES Y/O MUESTRAS SOMETIDOS A PRUEBA.
MIEMBRO NUMERO No. 70 DE LA ASOCIACION NACIONAL DE LABORATORIOS INDEPENDIENTES AL SERVICIO DE LA CONSTRUCCION A.C.

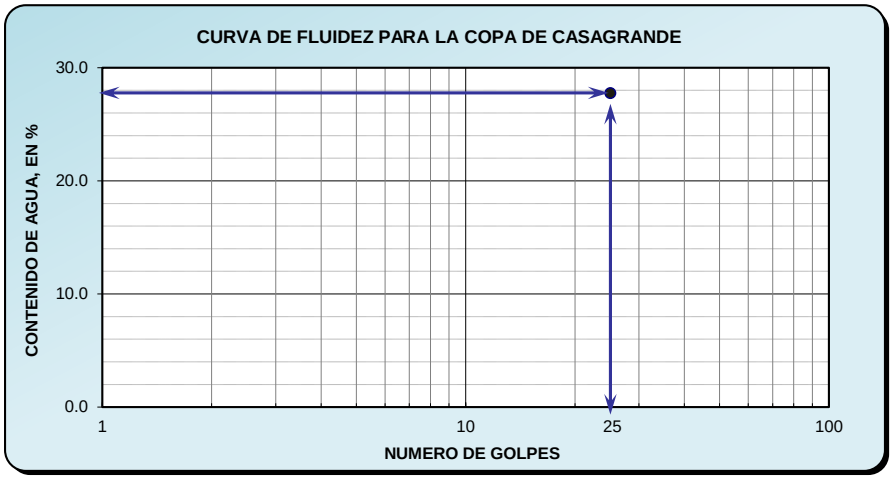
[redacted]

Límites de Atterberg

PROYECTO:	PUEBLO BONITO				
PROCEDENCIA:	PLAYA DEL CARMEN, SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.				
SONDEO:	SM-03	MUESTRA	6	Fecha	2019-03-05 - 2019-03-22

LÍMITE LÍQUIDO

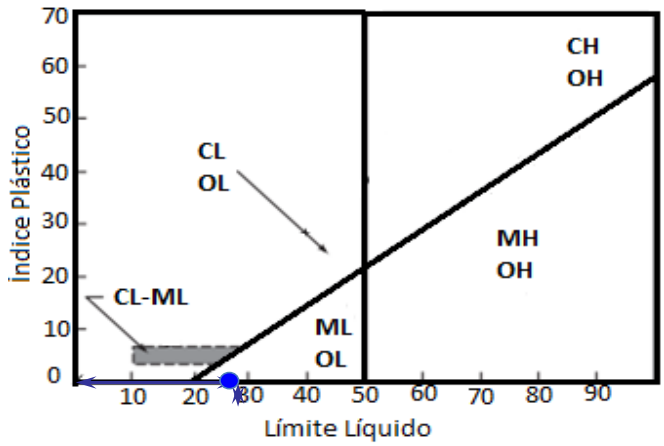
CÁPSULA No.	Peso Cápsula + Muestra Húmeda (gr)	Peso Cápsula + Muestra Seca (gr)	Peso Cápsula (gr)	Peso del Agua Ww (gr)	Peso de Sólidos Ws (gr)	Contenido de Agua W%	No de golpes
X	79.20	68.15	28.35	11.05	39.80	**27.8**	25



Límite Plástico	
Cápsula No.	--
Peso Cápsula + Muestra Húmeda (gr)	0.00
Peso Cápsula + Muestra Seca (gr)	0.00
Peso Cápsula (gr)	0.00
PESO DEL AGUA Ww (gr)	0.00
PESO DE SÓLIDOS Ws (gr)	0.00
CONTENIDO DE AGUA W (%)	N.P.

NO PLASTICO

CARTA DE PLASTICIDAD



CONTRACCIÓN LINEAL

Recipiente	Longitud Inicial (mm)	Longitud Final (mm)	Contracción Lineal %
09	99.96	99.96	**0.00**

RESUMEN	
LL (%)	27.8
LP (%)	N.P.
IP (%)	N.P.
CL (%)	0.0

[redacted]
Técnico Lab

[redacted]
Vo.Bo. Signatario

LABORATORIO DE MATERIALES, MECÁNICA DE SUELOS E INGENIERÍA ESTRUCTURAL

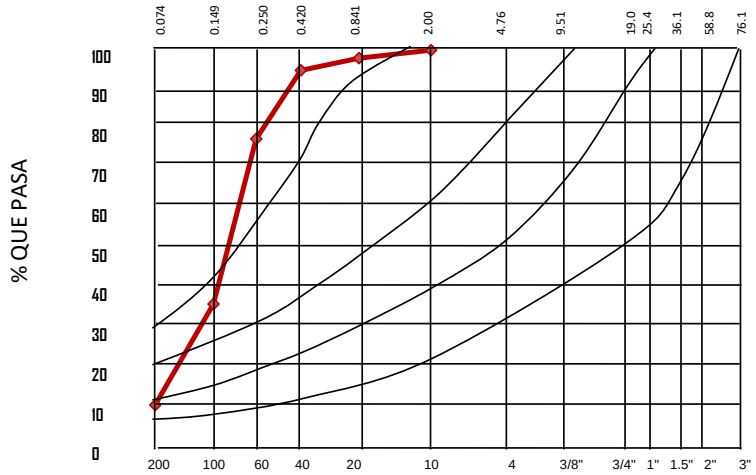
INFORME DE ENSAYE DE MATERIALES

METODOS DE PRUEBA VIGENTES EMPLEADOS: (*AASHTO-T) 99, 180; (*NMX - C)30, 170, 77, 164, 166, 73, 84

OBRA:	**PUEBLO BONITO**	No. DE SONDEO	**SM-03**
CLIENTE:	**LAZKI S.A. DE C.V.**	PROF. (m)	3.60 - 4.20
LOCALIZACIÓN	**PLAYA DEL CARMEN, SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.**	MUESTRA:	7
TRAMO:	--		
FECHA:	2019-03-05 -- 2019-03-22	RESPONSABLE.	--

ZONAS DE ESPECIFICACIONES GRANULOMETRICAS

MALLA No.	MATERIAL QUE PASA (%)
3" (76.2)	
2" (50.8)	
1 1/2" (38.1)	
1" (25.4)	
3/4" (19.0)	
3/8" (9.51)	
No. 4 (4.76)	
No. 10 (2.00)	**100**
No. 20 (0.841)	**98**
No. 40 (0.420)	**95**
No. 60 (0.250)	**78**
No. 100 (0.149)	**37**
No. 200 (0.074)	**12**



RESULTADOS OBTENIDOS DE LOS ENSAYES EFECTUADOS			
MUESTRA No	PESO HUMEDO (grs)	PESO SECO (grs)	HUMEDAD (%)
7	406.90	319.70	27.3

PRUEBAS SOBRE MATERIAL TAMIZADO POR MALLA Nº 40			
LIMITE LIQUIDO (%)	27.80	CONTRACCION LINEAL (%)	0.00
LIMITE PLASTICO (%)	N.P.	S.U.C.S	**SM**
INIDICE PLASTICO (%)	N.P.	CLASIF:	

LABORATORISTA [redacted] NOMBRE Y FIRMA

Vo. Bo. SIGNATORIO [redacted] NOMBRE Y FIRMA

RECIBIO _____ NOMBRE Y FIRMA

PROHIBIDA LA REPRODUCCION TOTAL DE ESTE INFORME SIN LA AUTORIZACION DEL LABORATORIO.
ESTE INFORME SOLO AFECTA A LOS ESPECIMENES Y/O MUESTRAS SOMETIDOS A PRUEBA.
MIEMBRO NUMERO No. 70 DE LA ASOCIACION NACIONAL DE LABORATORIOS INDEPENDIENTES AL SERVICIO DE LA CONSTRUCCION A.C.
[redacted]

LABORATORIO DE MATERIALES, MECÁNICA DE SUELOS E INGENIERÍA ESTRUCTURAL

socio activo analisec

OBRA:	**PUEBLO BONITO**	No. SONDEO:	SM.03
CLIENTE:	LAZKI S.A. DE C.V.	Profundidad (m)	3.60 - 4.20
LOCALIZACION:	PLAYA DEL CARMEN, SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.	MUESTRA:	7
TRAMO:	---	RESPONSABLE:	
FECHA:	2019-03-05 -- 2019-03-22		

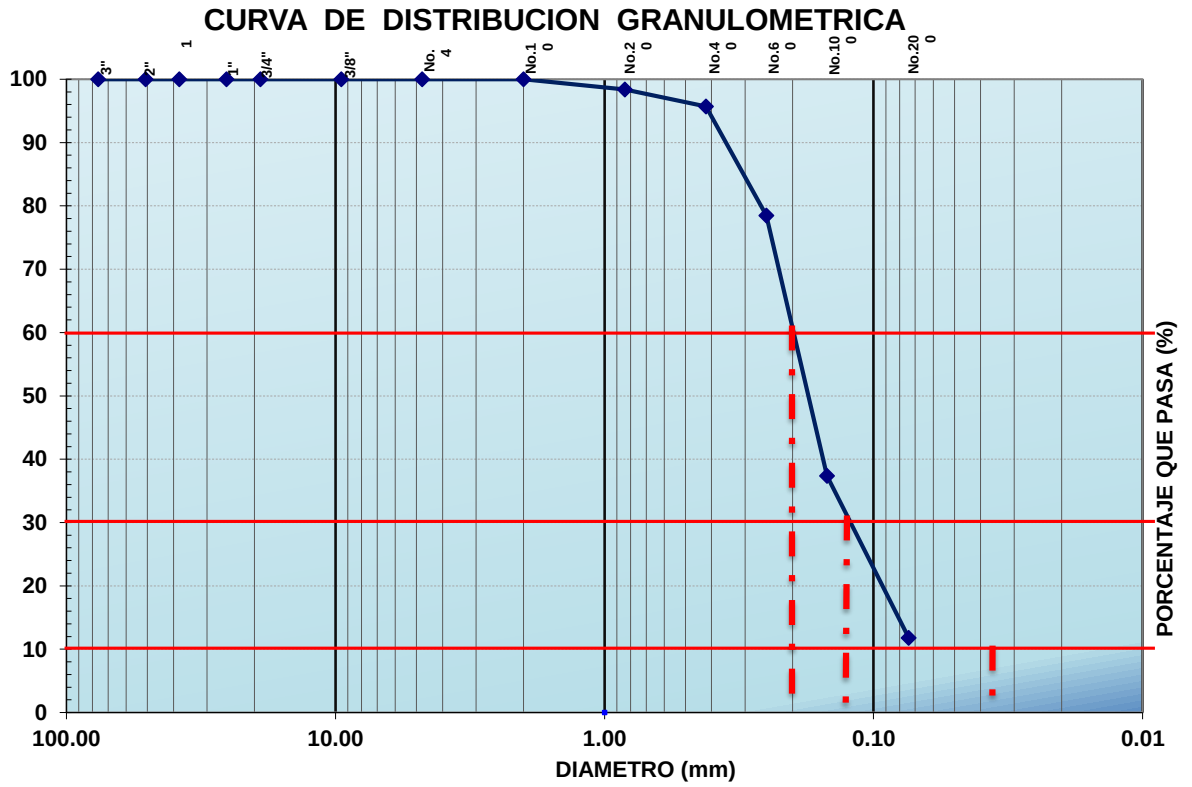
INFORME DE CURVA GRANULOMETRICA

COMPOSICION DEL MATERIAL RETENIDO EN LA MALLA No.4

No. MALLA	ABERTURA(mm)	P. S. RET.(gr)	(%)RETENIDO	(%)ACUMULADO	(%) QUE PASA
3"	76.20	0.00	0	0	100
2"	50.80	0.00	0	0	100
1 1/2"	38.10	0.00	0	0	100
1"	25.40	0.00	0	0	100
3/4"	19.00	0.00	0	0	100
3/8"	9.51	0.00	0	0	100
No.4	4.76	0.00	0	0	100

COMPOSICION DEL MATERIAL QUE PASA LA MALLA No.4

No. MALLA	ABERTURA(mm)	P. S. RET.(gr)	(%)RETENIDO	(%)ACUMULADO	(%) QUE PASA
No.10	2.00	0.00	0	0	100
No.20	0.84	5.20	2	2	98
No.40	0.42	8.50	3	4	96
No.60	0.25	55.10	17	22	78
No.100	0.15	131.40	41	63	37
No.200	0.07	81.80	26	88	12
Pasa malla No.200		37.70	12	100	0
Suma		319.70	100		



D_{10}	D_{30}	D_{60}
0.000	**0.140**	**0.200**

C_C	**N.P.**
C_U	**N.P.**

Vo. Bo. SIGNATORIO

[redacted]

NOMBRE Y FIRMA

RECIBIO

NOMBRE Y FIRMA

PROHIBIDA LA REPRODUCCION TOTAL DE ESTE INFORME SIN LA AUTORIZACION DEL LABORATORIO.
ESTE INFORME SOLO AFECTA A LOS ESPECIMENES Y/O MUESTRAS SOMETIDOS A PRUEBA.
MIEMBRO NUMERO No. 70 DE LA ASOCIACION NACIONAL DE LABORATORIOS INDEPENDIENTES AL SERVICIO DE LA CONSTRUCCION A.C.

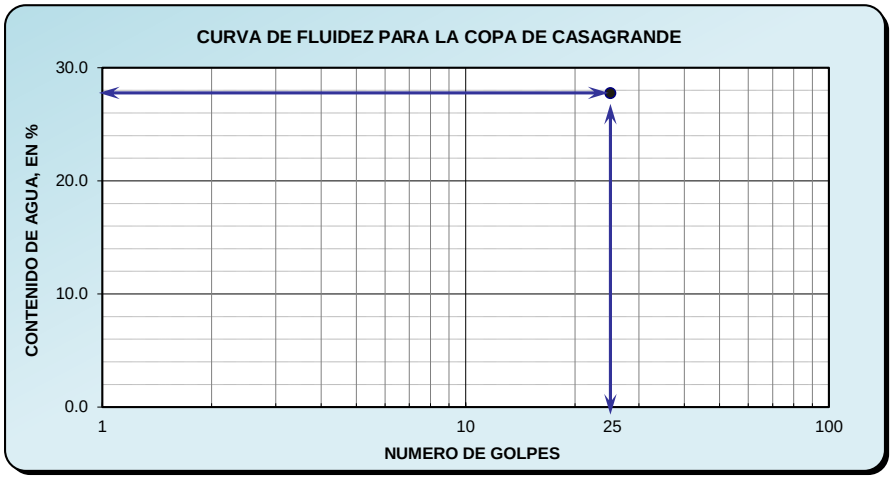
[redacted]

Límites de Atterberg

PROYECTO:	PUEBLO BONITO				
PROCEDENCIA:	PLAYA DEL CARMEN, SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.				
SONDEO:	SM-03	MUESTRA	7	Fecha	2019-03-05 - 2019-03-22

LÍMITE LÍQUIDO

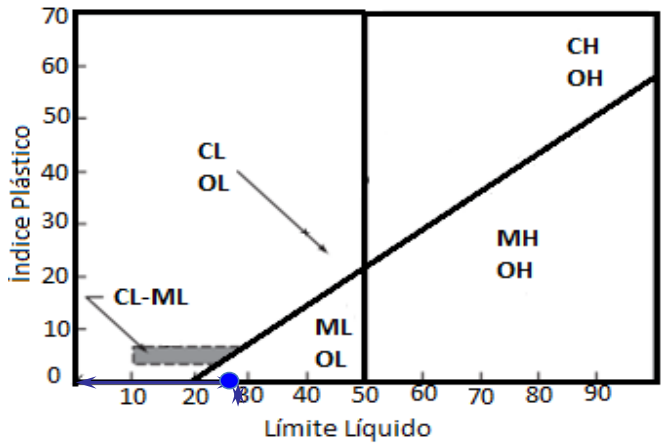
CÁPSULA No.	Peso Cápsula + Muestra Húmeda (gr)	Peso Cápsula + Muestra Seca (gr)	Peso Cápsula (gr)	Peso del Agua Ww (gr)	Peso de Sólidos Ws (gr)	Contenido de Agua W%	No de golpes
X	79.20	68.15	28.35	11.05	39.80	**27.8**	25



Límite Plástico	
Cápsula No.	--
Peso Cápsula + Muestra Húmeda (gr)	0.00
Peso Cápsula + Muestra Seca (gr)	0.00
Peso Cápsula (gr)	0.00
PESO DEL AGUA Ww (gr)	0.00
PESO DE SÓLIDOS Ws (gr)	0.00
CONTENIDO DE AGUA W (%)	#¡DIV/0!

NO PLASTICO

CARTA DE PLASTICIDAD



CONTRACCIÓN LINEAL

Recipiente	Longitud Inicial (mm)	Longitud Final (mm)	Contracción Lineal %
09	99.96	99.96	**0.00**

RESUMEN	
LL (%)	27.8
LP (%)	N.P.
IP (%)	N.P.
CL (%)	0.0

[redacted]
Técnico Lab

[redacted]
Vo.Bo. Signatario

LABORATORIO DE MATERIALES, MECÁNICA DE SUELOS E INGENIERÍA ESTRUCTURAL

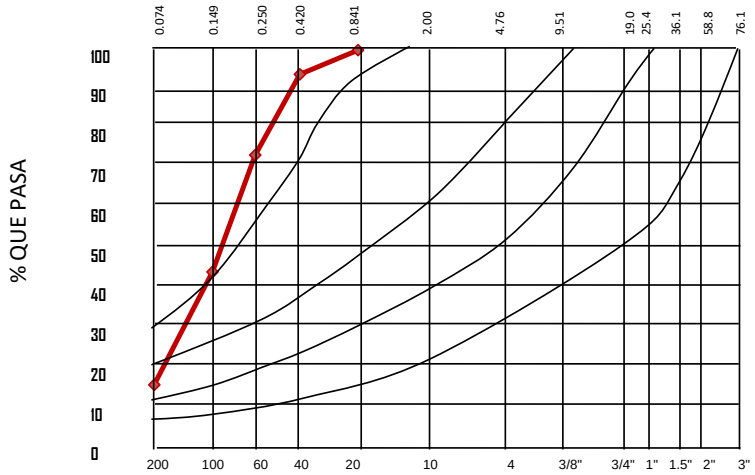
INFORME DE ENSAYE DE MATERIALES

METODOS DE PRUEBA VIGENTES EMPLEADOS: (*AASHTO-T) 99, 180; (*NMX - C)30, 170, 77, 164, 166, 73, 84

OBRA:	**PUEBLO BONITO**	No. DE SONDEO	**SM-03**
CLIENTE:	**LAZKI S.A. DE C.V.**	PROF. (m)	4.20 - 4.80
LOCALIZACIÓN	**PLAYA DEL CARMEN, SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.**	MUESTRA:	8
TRAMO:	--		
FECHA:	2019-03-05 -- 2019-03-22	RESPONSABLE.	--

ZONAS DE ESPECIFICACIONES GRANULOMETRICAS

MALLA No.	MATERIAL QUE PASA (%)
3" (76.2)	
2" (50.8)	
1 1/2" (38.1)	
1" (25.4)	
3/4" (19.0)	
3/8" (9.51)	
No. 4 (4.76)	
No. 10 (2.00)	
No. 20 (0.841)	**100**
No. 40 (0.420)	**94**
No. 60 (0.250)	**74**
No. 100 (0.149)	**45**
No. 200 (0.074)	**17**



RESULTADOS OBTENIDOS DE LOS ENSAYES EFECTUADOS			
MUESTRA No	PESO HUMEDO (grs)	PESO SECO (grs)	HUMEDAD (%)
8	264.90	207.40	27.7

PRUEBAS SOBRE MATERIAL TAMIZADO POR MALLA Nº 40			
LIMITE LIQUIDO (%)	27.80	CONTRACCION LINEAL (%)	0.00
LIMITE PLASTICO (%)	N.P.	S.U.C.S	**SM**
INIDICE PLASTICO (%)	N.P.	CLASIF:	

LABORATORISTA | Vo. Bo. SIGNATORIO | RECIBIO

T. [redacted]
NOMBRE Y FIRMA

[redacted]
NOMBRE Y FIRMA

NOMBRE Y FIRMA

PROHIBIDA LA REPRODUCCION TOTAL DE ESTE INFORME SIN LA AUTORIZACION DEL LABORATORIO.
ESTE INFORME SOLO AFECTA A LOS ESPECIMENES Y/O MUESTRAS SOMETIDOS A PRUEBA.
MIEMBRO NUMERO No. 70 DE LA ASOCIACION NACIONAL DE LABORATORIOS INDEPENDIENTES AL SERVICIO DE LA CONSTRUCCION A.C.
[redacted]

LABORATORIO DE MATERIALES, MECÁNICA DE SUELOS E INGENIERÍA ESTRUCTURAL

socio activo analisec

OBRA:	**PUEBLO BONITO**	No. SONDEO:	SM.03
CLIENTE:	LAZKI S.A. DE C.V.	Profundidad (m)	4.20 - 4.80
LOCALIZACION:	PLAYA DEL CARMEN, SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.	MUESTRA:	8
TRAMO:	---	RESPONSABLE:	
FECHA:	2019-03-05 -- 2019-03-22		

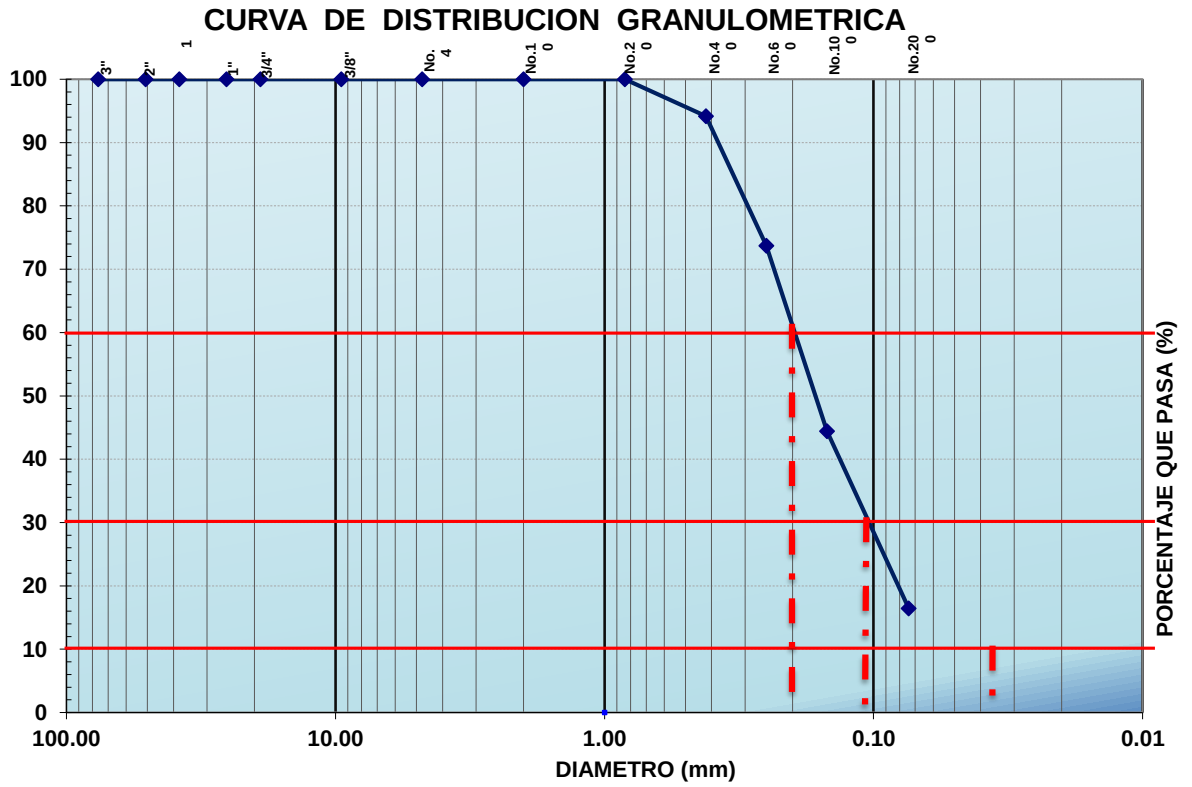
INFORME DE CURVA GRANULOMETRICA

COMPOSICION DEL MATERIAL RETENIDO EN LA MALLA No.4

No. MALLA	ABERTURA(mm)	P. S. RET.(gr)	(%)RETENIDO	(%)ACUMULADO	(%) QUE PASA
3"	76.20	0.00	0	0	100
2"	50.80	0.00	0	0	100
1 1/2"	38.10	0.00	0	0	100
1"	25.40	0.00	0	0	100
3/4"	19.00	0.00	0	0	100
3/8"	9.51	0.00	0	0	100
No.4	4.76	0.00	0	0	100

COMPOSICION DEL MATERIAL QUE PASA LA MALLA No.4

No. MALLA	ABERTURA(mm)	P. S. RET.(gr)	(%)RETENIDO	(%)ACUMULADO	(%) QUE PASA
No.10	2.00	0.00	0	0	100
No.20	0.84	0.00	0	0	100
No.40	0.42	12.10	6	6	94
No.60	0.25	42.40	20	26	74
No.100	0.15	60.80	29	56	44
No.200	0.07	58.00	28	84	16
Pasa malla No.200		34.10	16	100	0
Suma		207.40	100		



D_{10}	D_{30}	D_{60}
0.000	**0.110**	**0.200**

C_C	**N.P.**
C_U	**N.P.**

Vo. Bo. SIGNATORIO

[redacted]

NOMBRE Y FIRMA

RECIBIO

NOMBRE Y FIRMA

PROHIBIDA LA REPRODUCCION TOTAL DE ESTE INFORME SIN LA AUTORIZACION DEL LABORATORIO.
ESTE INFORME SOLO AFECTA A LOS ESPECIMENES Y/O MUESTRAS SOMETIDOS A PRUEBA.
MIEMBRO NUMERO No. 70 DE LA ASOCIACION NACIONAL DE LABORATORIOS INDEPENDIENTES AL SERVICIO DE LA CONSTRUCCION A.C.

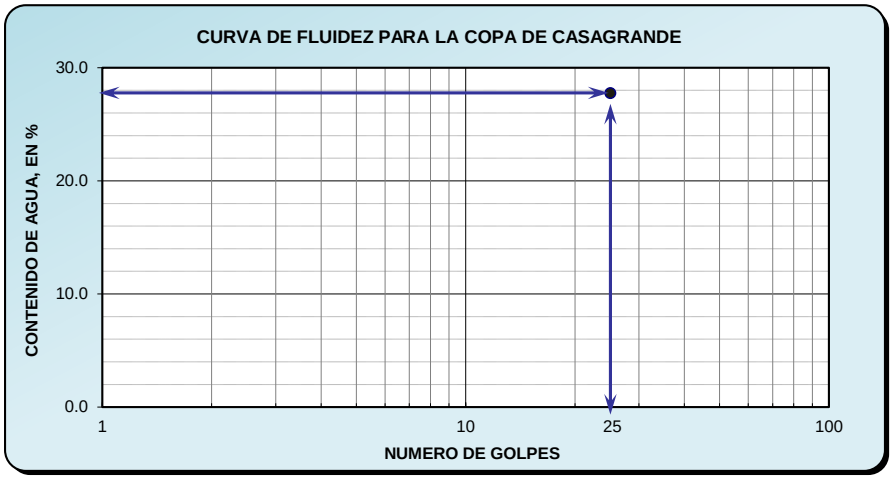
[redacted]

Límites de Atterberg

PROYECTO:	PUEBLO BONITO				
PROCEDENCIA:	PLAYA DEL CARMEN, SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.				
SONDEO:	SM-03	MUESTRA	8	Fecha	2019-03-05 - 2019-03-22

LÍMITE LÍQUIDO

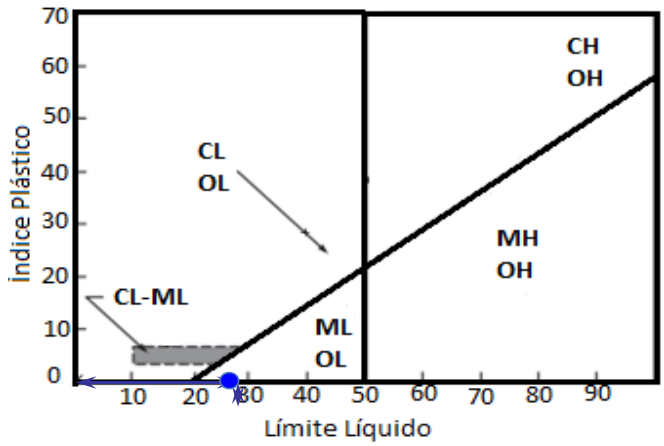
CÁPSULA No.	Peso Cápsula + Muestra Húmeda (gr)	Peso Cápsula + Muestra Seca (gr)	Peso Cápsula (gr)	Peso del Agua Ww (gr)	Peso de Sólidos Ws (gr)	Contenido de Agua W%	No de golpes
X	79.20	68.15	28.35	11.05	39.80	**27.8**	25



Límite Plástico	
Cápsula No.	--
Peso Cápsula + Muestra Húmeda (gr)	0.00
Peso Cápsula + Muestra Seca (gr)	0.00
Peso Cápsula (gr)	0.00
PESO DEL AGUA Ww (gr)	0.00
PESO DE SÓLIDOS Ws (gr)	0.00
CONTENIDO DE AGUA W (%)	#¡DIV/0!

NO PLASTICO

CARTA DE PLASTICIDAD



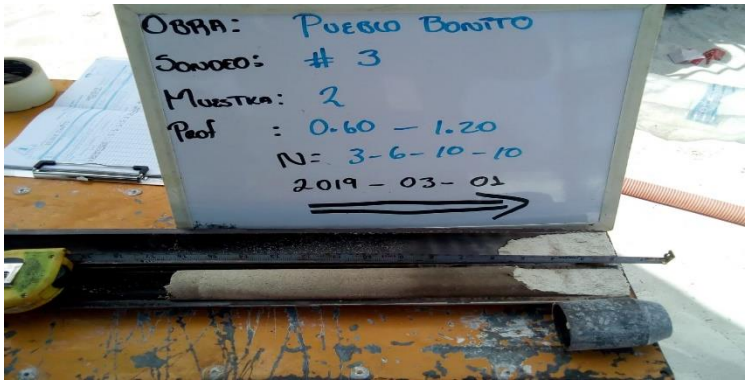
CONTRACCIÓN LINEAL

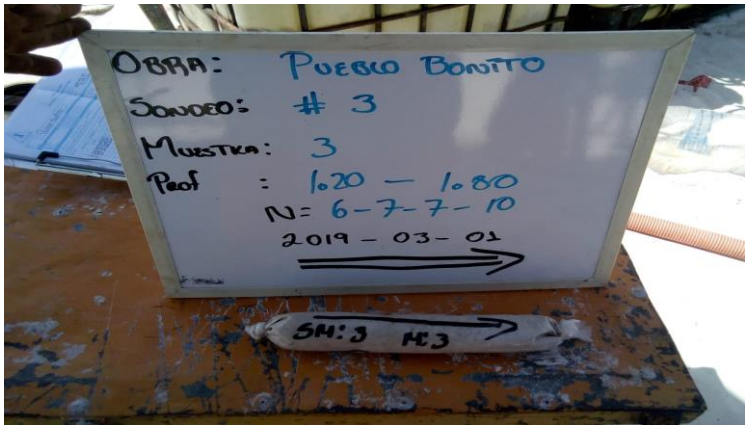
Recipiente	Longitud Inicial (mm)	Longitud Final (mm)	Contracción Lineal %
09	99.96	99.96	**0.00**

RESUMEN	
LL (%)	27.8
LP (%)	N.P.
IP (%)	N.P.
CL (%)	0.0

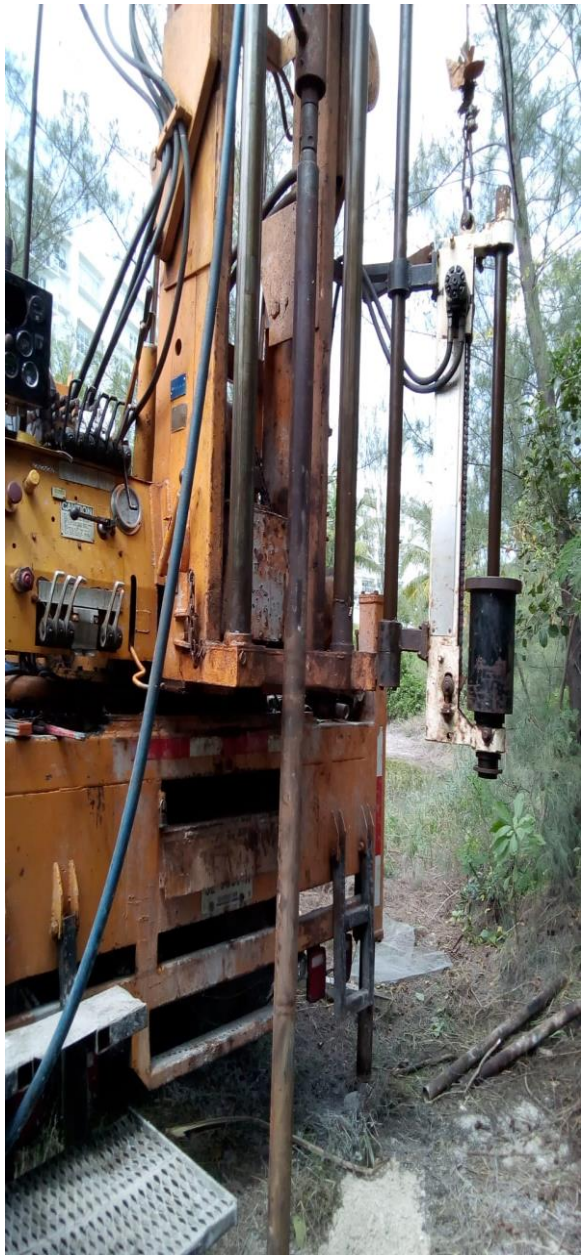
[redacted]
Técnico Lab

[redacted]
Vo.Bo. Signatario









INSET

Foto No. 1

Vista panorámica de la realización de los sondeos :

SONDEO MIXTO 03

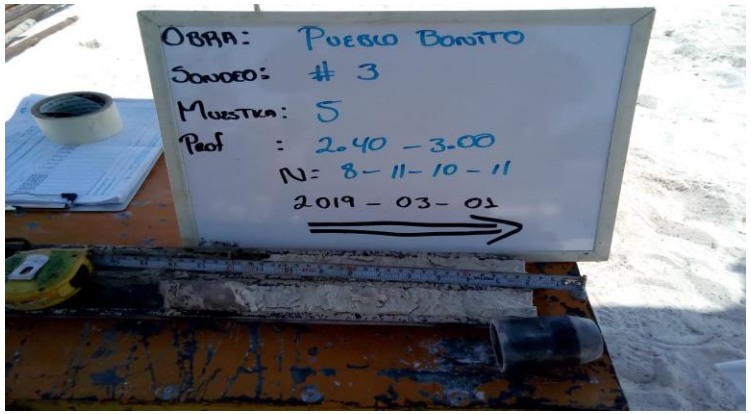
"PUEBLO BONITO"

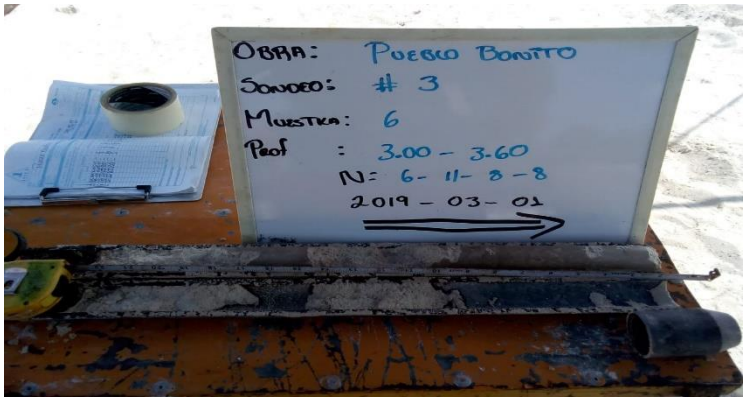
"LAZKI S.A. DE C.V."

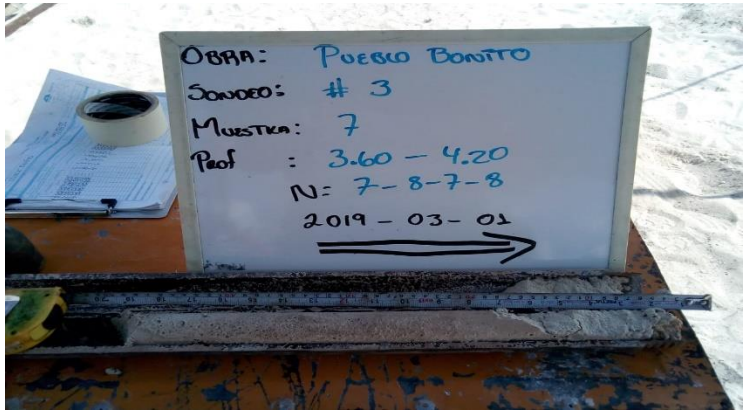
INSET

[redacted]

Fecha: MARZO DEL 2019







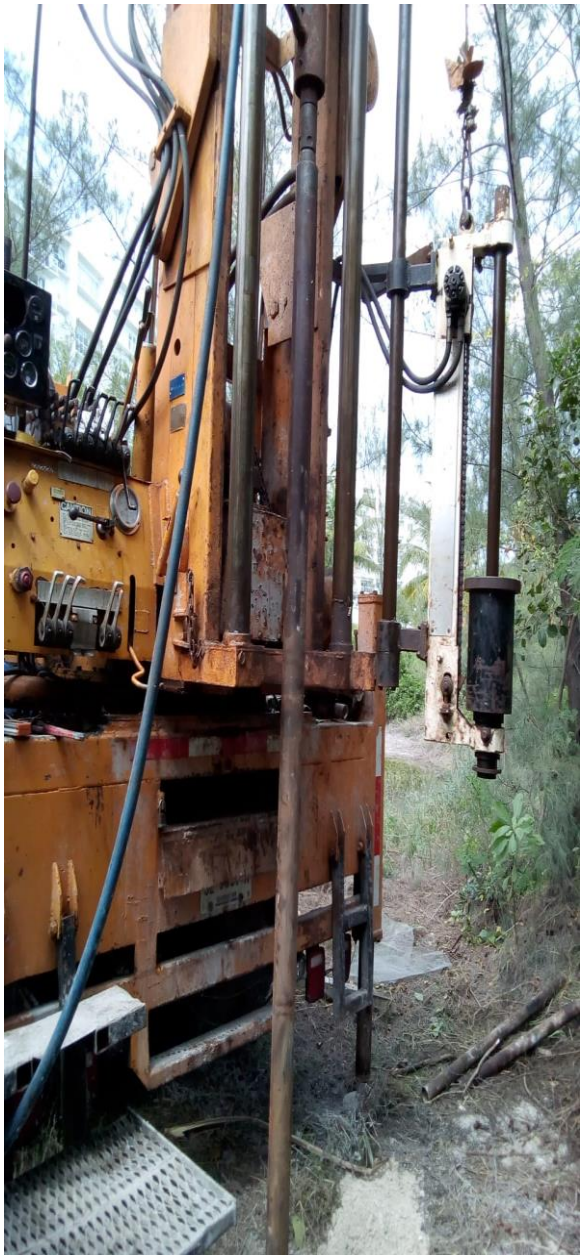


Foto No. 2

Vista panorámica de la realización de los sondeos :

SONDEO MIXTO 03

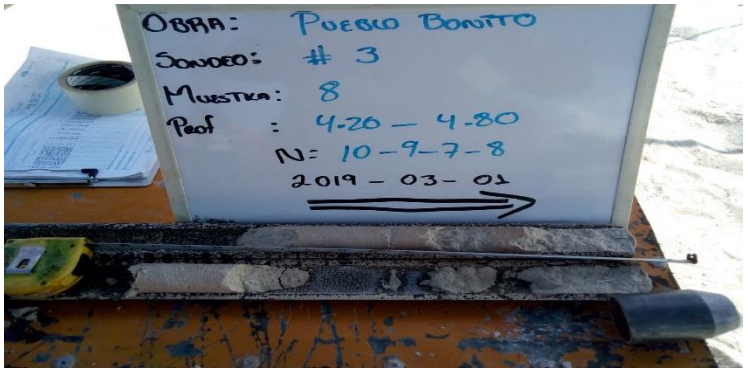
“PUEBLO BONITO”

“LAZKI S.A. DE C.V.”

INSET

[redacted]

Fecha: MARZO DEL 2019









INSET

Foto No. 3

Vista panorámica de la realización de los sondeos :

SONDEO MIXTO 03

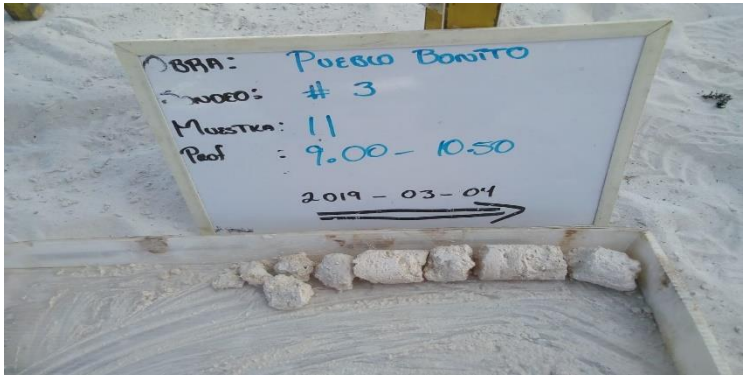
"PUEBLO BONITO"

"LAZKI S.A. DE C.V."

INSET

[redacted]

Fecha: MARZO DEL 2019









INSET

Foto No. 4

Vista panorámica de la realización de los sondeos :

SONDEO MIXTO 03

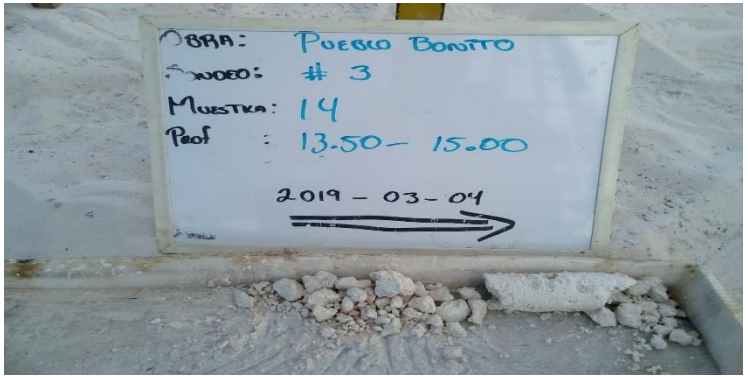
"PUEBLO BONITO"

"LAZKI S.A. DE C.V."

INSET

[redacted]

Fecha: MARZO DEL 2019









INSET

Foto No. 4

Vista panorámica de la realización de los sondeos :

SONDEO MIXTO 03

“PUEBLO BONITO”

“LAZKI S.A. DE C.V.”

INSET

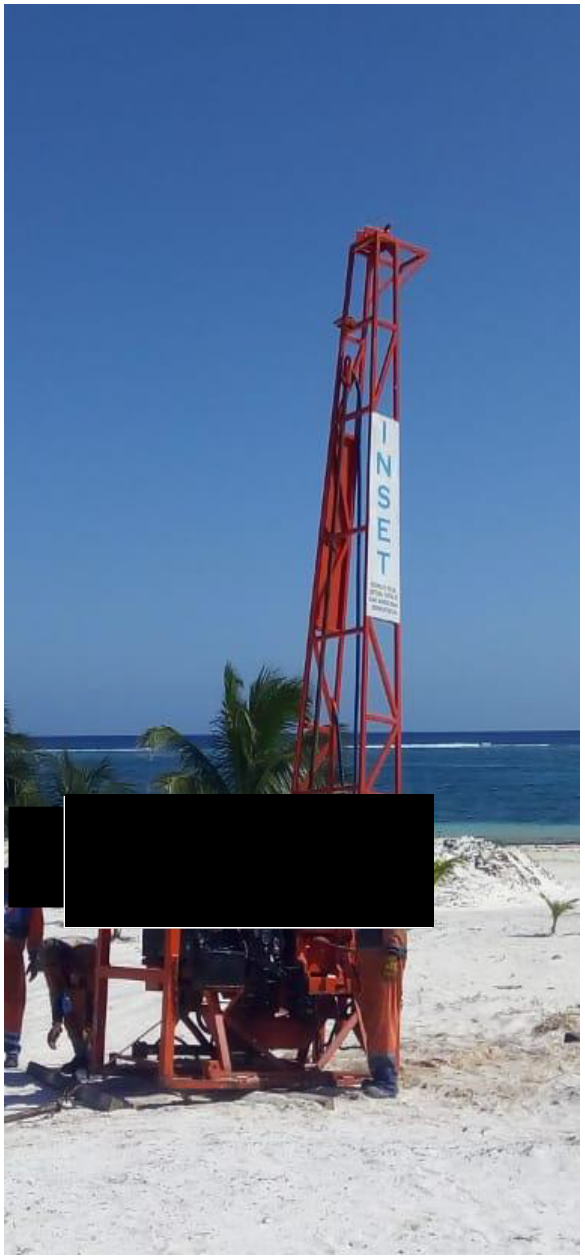
[redacted]

Fecha: MARZO DEL 2019









INSET

Foto No. 6

Vista panorámica de la realización de los sondeos :

SONDEO MIXTO 03

"PUEBLO BONITO"

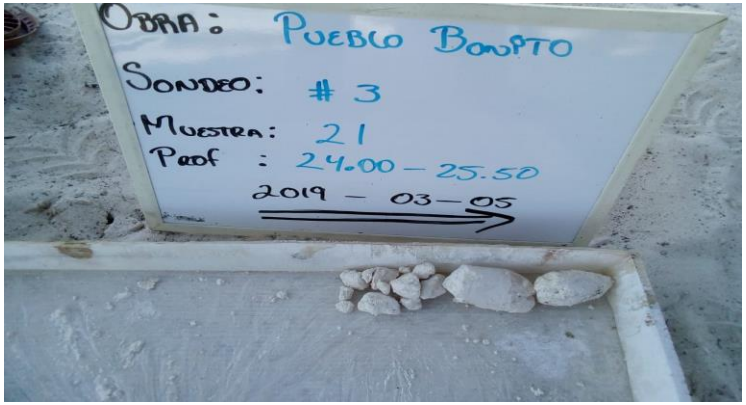
"LAZKI S.A. DE C.V."

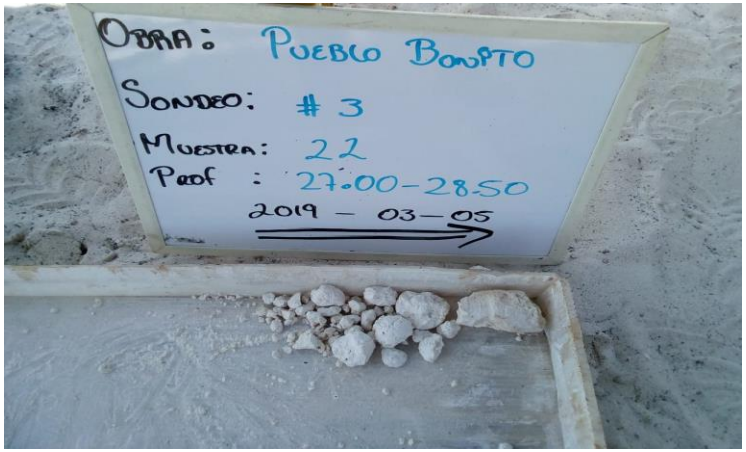
INSET

[redacted]

Fecha: MARZO DEL 2019









INSET

Foto No. 7

Vista panorámica de la realización de los sondeos :

SONDEO MIXTO 03

"PUEBLO BONITO"

"LAZKI S.A. DE C.V."

INSET

[redacted]

Fecha: MARZO DEL 2019





Foto No. 7

Vista panorámica de la realización de los sondeos :

SONDEO MIXTO 03

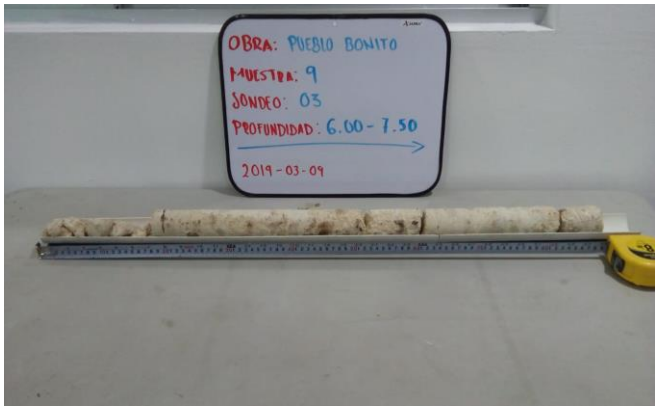
“PUEBLO BONITO”

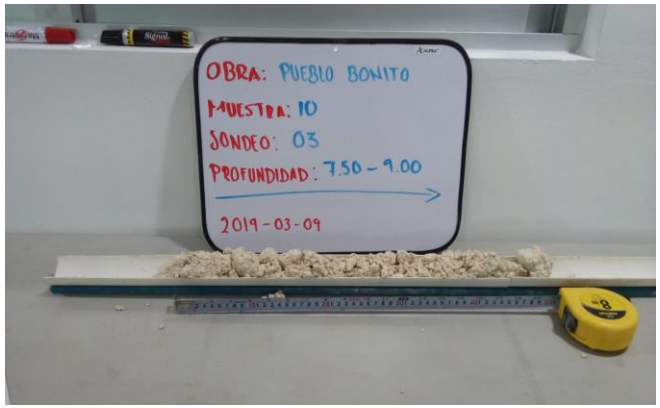
“LAZKI S.A. DE C.V.”

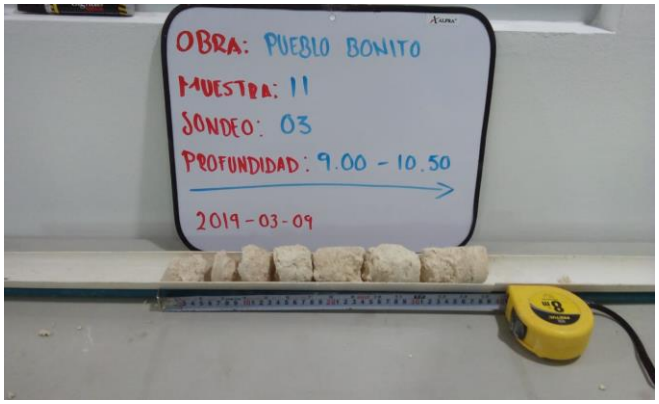
INSET

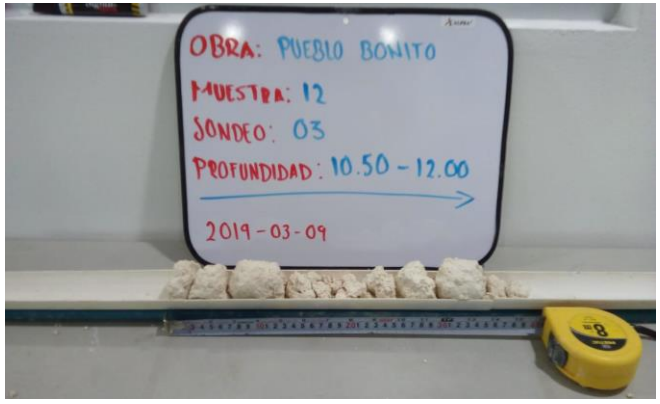
[redacted]

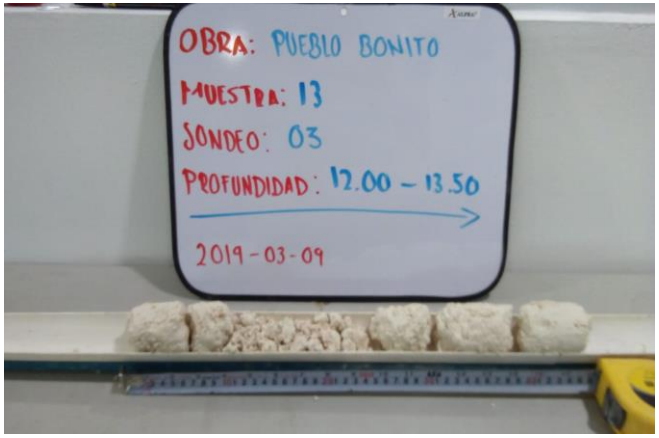
Fecha: MARZO DEL 2019

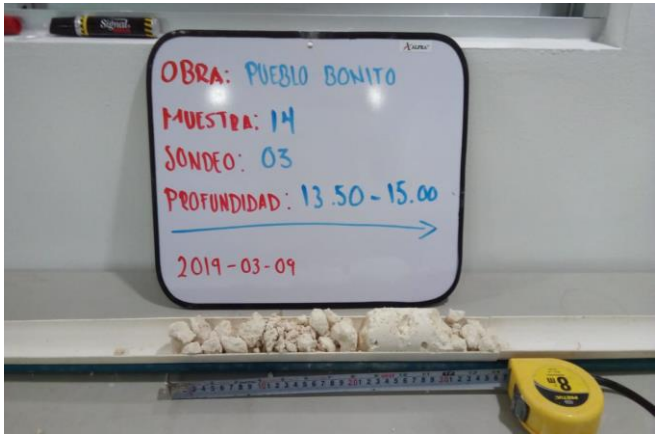












INSET

Foto No. 9

Vista panorámica de la realización de los sondeos :

RQD MIXTO 03

"PUEBLO BONITO"

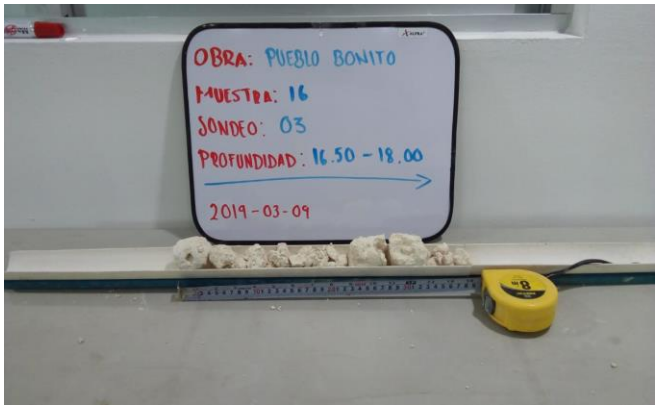
"LAZKI S.A. DE C.V."

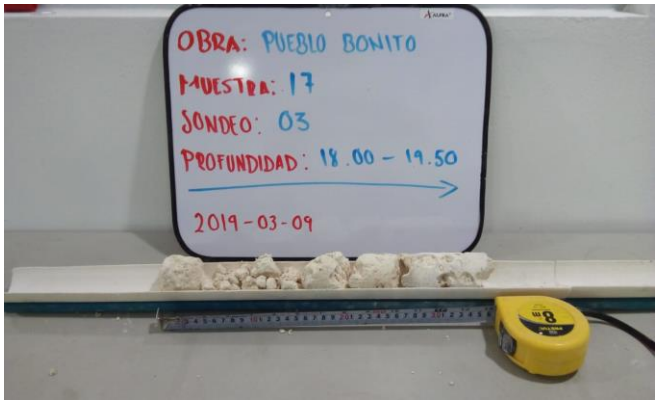
INSET

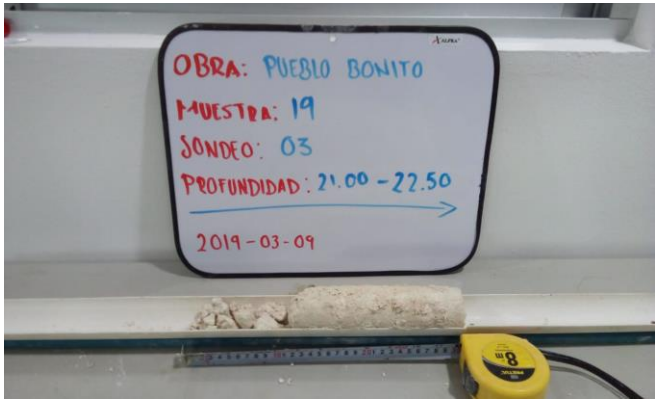
[redacted]

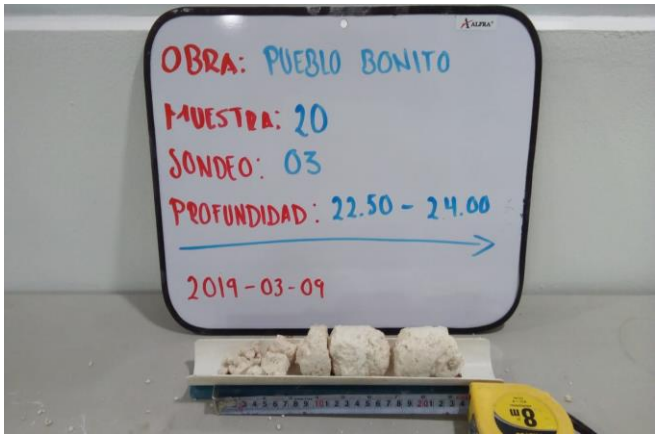
Fecha: MARZO DEL 2019

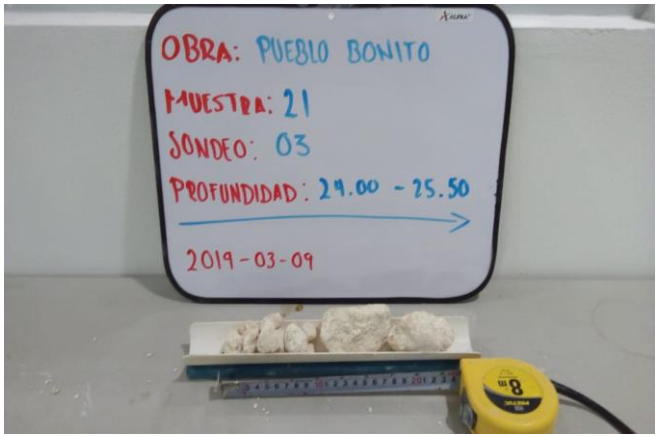












INSET

Foto No. 10

Vista panorámica de la realización de los sondeos :

RQD MIXTO 03

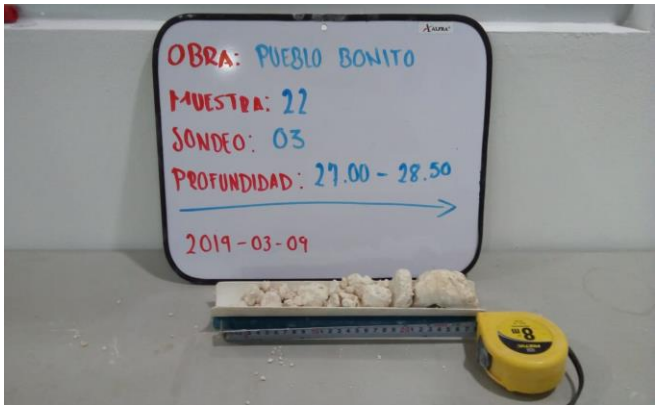
"PUEBLO BONITO"

"LAZKI S.A. DE C.V."

INSET

[redacted]

Fecha: MARZO DEL 2019





INSET

Foto No. 11

Vista panorámica de la realización de los sondeos :

RQD MIXTO 03

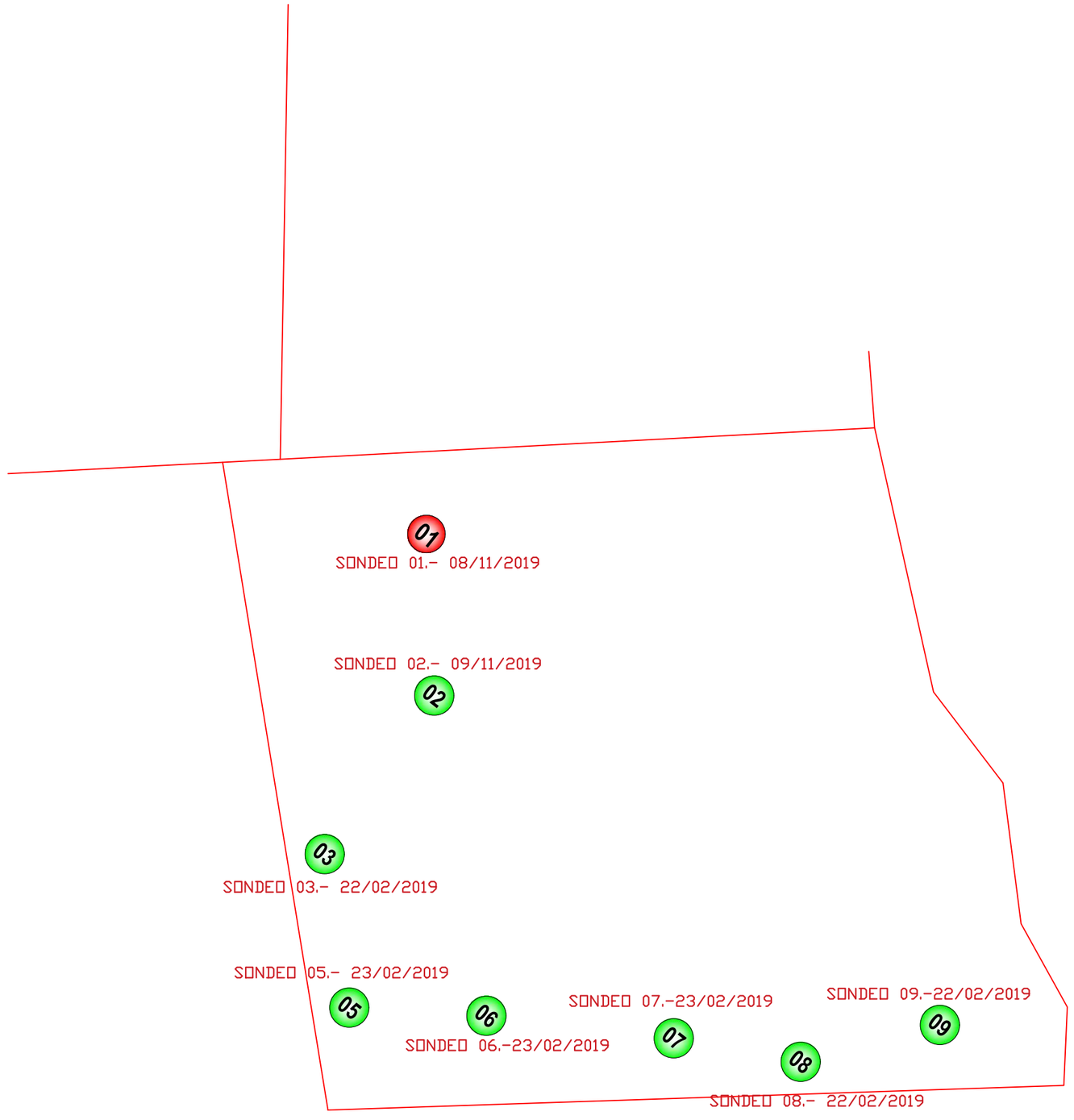
"PUEBLO BONITO"

"LAZKI S.A. DE C.V."

INSET

[redacted]

Fecha: MARZO DEL 2019



INSET

MECANICA DE SUELOS

NORTE

INS-MS-277-2018

PREDIO RIVIERA MAYA

LAZKI S.A. DE C.V.

PLAYA DEL CARMEN, QUINTANA ROO

CROQUIS DE SONDEOS

SONDEOS EXPLORATORIOS TIPO AVANCE CONTROLADO (SAC)

SONDEOS EXPLORATORIOS CON PRESENCIA DE CAVIDAD

[redacted]

ACOTAMIENTO :	ESCALA :
S.A.	S.E.

TOTAL DE SONDEOS :

08 SONDEOS

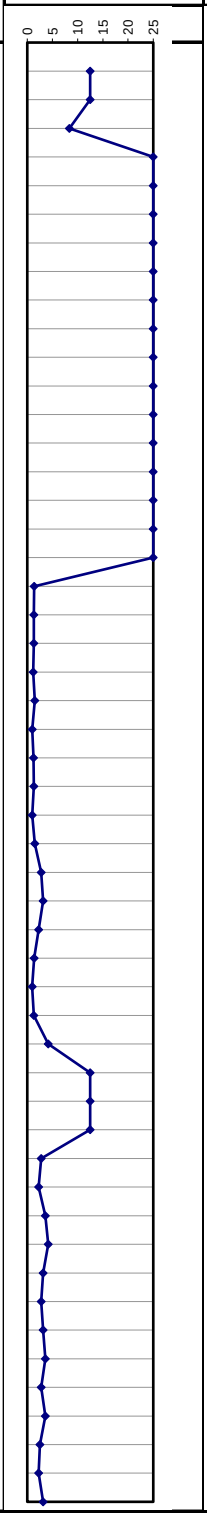
REPORTE DE PERFORACION

Obra:	PUEBLO BONITO	Sondeo No.	SAC 01
Localización:	PLAYA DEL CARMEN, SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.	N.A.F. (m)	---
Cliente:	LAZKI S.A. DE C.V.	Responsable:	[redacted]
Fecha:	jueves, 8 de noviembre de 2018	Operador:	

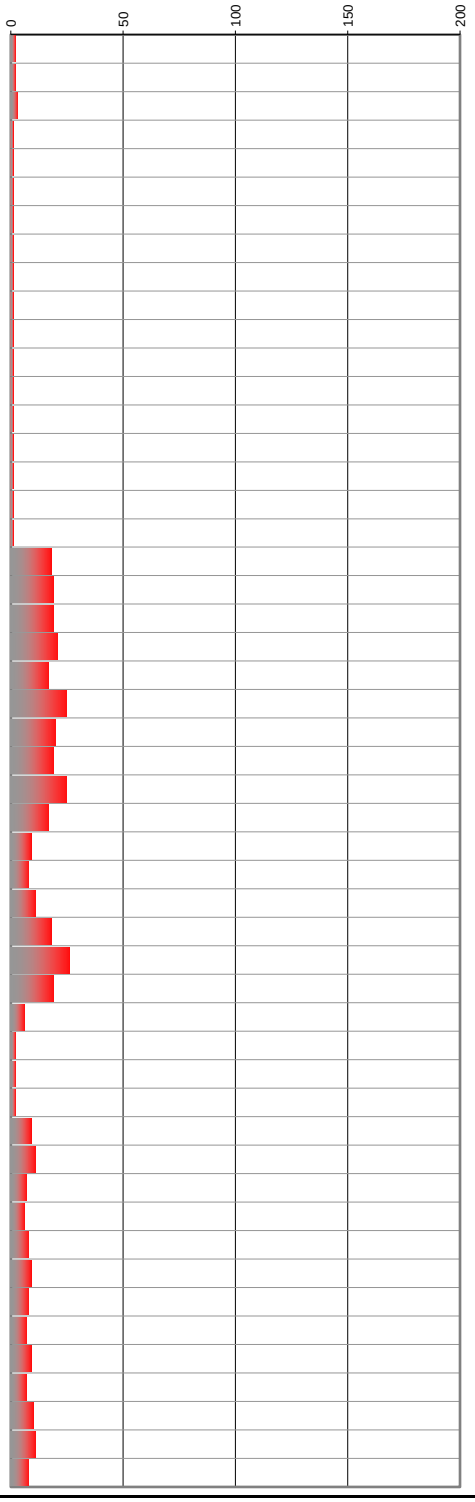
Profundidad m De:	Profundidad m A:	Tiempo s	Descripción del material
0.00	0.25	2	Arena Poco Cementada
0.25	0.50	2	Arena Poco Cementada
0.50	0.75	3	Arena Poco Cementada
0.75	1.00	1	Arena Fina Suelta
1.00	1.25	1	Arena Fina Suelta
1.25	1.50	1	Arena Fina Suelta
1.50	1.75	1	Arena Fina Suelta
1.75	2.00	1	Arena Fina Suelta
2.00	2.25	1	Arena Fina Suelta
2.25	2.50	1	Arena Fina Suelta
2.50	2.75	1	Arena Fina Suelta
2.75	3.00	1	Arena Fina Suelta
3.00	3.25	1	Arena Fina Suelta
3.25	3.50	1	Arena Fina Suelta
3.50	3.75	1	Arena Fina Suelta
3.75	4.00	1	Arena Fina Suelta
4.00	4.25	1	Arena Fina Suelta
4.25	4.50	1	Arena Fina Suelta
4.50	4.75	18	Roca Caliza Media
4.75	5.00	19	Roca Caliza Media
5.00	5.25	19	Roca Caliza Suave
5.25	5.50	21	Roca Caliza Suave
5.50	5.75	17	Roca Caliza Suave
5.75	6.00	25	Roca Caliza Suave
6.00	6.25	20	Roca Caliza Suave
6.25	6.50	19	Roca Caliza Suave
6.50	6.75	25	Roca Caliza Suave
6.75	7.00	17	Roca Caliza Suave
7.00	7.25	9	Roca Sahcabosa
7.25	7.50	8	Roca Sahcabosa
7.50	7.75	11	Roca Sahcabosa
7.75	8.00	18	Roca Caliza Suave
8.00	8.25	26	Roca Caliza Suave
8.25	8.50	19	Roca Caliza Suave
8.50	8.75	6	Roca Sahcabosa
8.75	9.00	2	Roca Porosa
9.00	9.25	2	Roca Porosa
9.25	9.50	2	Roca Porosa
9.50	9.75	9	Roca Sahcabosa
9.75	10.00	11	Roca Sahcabosa
10.00	10.25	7	Roca Sahcabosa
10.25	10.50	6	Roca Sahcabosa
10.50	10.75	8	Roca Sahcabosa
10.75	11.00	9	Roca Sahcabosa
11.00	11.25	8	Roca Sahcabosa
11.25	11.50	7	Roca Sahcabosa
11.50	11.75	9	Roca Sahcabosa
11.75	12.00	7	Roca Sahcabosa
12.00	12.25	10	Roca Sahcabosa
12.25	12.50	11	Roca Sahcabosa
12.50	12.75	8	Roca Sahcabosa

CONTINUA

Velocidad de avance cm/s



Gráfica de perforación
Eje X: tiempo (s), eje Y: profundidad (m)



[redacted]

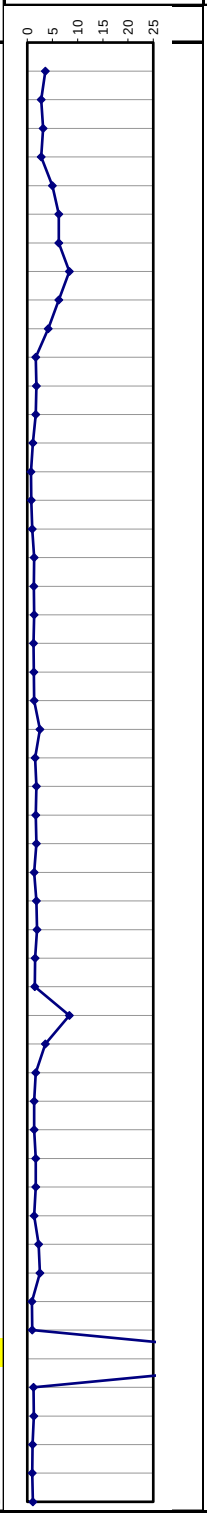
REPORTE DE PERFORACION

Obra:	PUEBLO BONITO	Sondeo No.	SAC 01 (2)
Localización:	PLAYA DEL CARMEN, SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.	N.A.F. (m)	---
Cliente:	LAZKI S.A. DE C.V.	Responsable:	[redacted]
Fecha:	jueves, 8 de noviembre de 2018	Operador:	

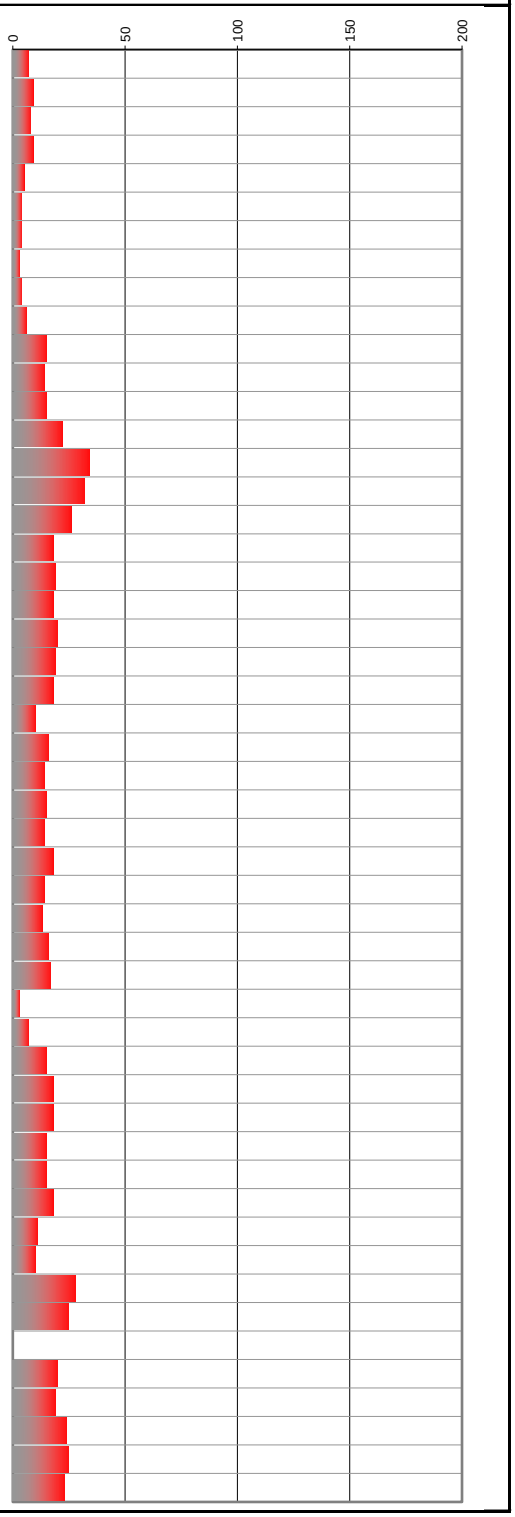
Profundidad m De:	Profundidad m A:	Tiempo s	Descripción del material
12.75	13.00	7	Roca Sahcabosa
13.00	13.25	9	Roca Sahcabosa
13.25	13.50	8	Roca Sahcabosa
13.50	13.75	9	Roca Sahcabosa
13.75	14.00	5	Roca Porosa
14.00	14.25	4	Roca Porosa
14.25	14.50	4	Roca Porosa
14.50	14.75	3	Roca Porosa
14.75	15.00	4	Roca Porosa
15.00	15.25	6	Roca Porosa
15.25	15.50	15	Roca Caliza Suave
15.50	15.75	14	Roca Caliza Suave
15.75	16.00	15	Roca Caliza Suave
16.00	16.25	22	Roca Caliza Suave
16.25	16.50	34	Roca Caliza Media
16.50	16.75	32	Roca Caliza Media
16.75	17.00	26	Roca Caliza Suave
17.00	17.25	18	Roca Caliza Suave
17.25	17.50	19	Roca Caliza Suave
17.50	17.75	18	Roca Caliza Suave
17.75	18.00	20	Roca Caliza Suave
18.00	18.25	19	Roca Caliza Suave
18.25	18.50	18	Roca Caliza Suave
18.50	18.75	10	Roca Sahcabosa
18.75	19.00	16	Roca Caliza Suave Poco Porosa
19.00	19.25	14	Roca Caliza Suave Poco Porosa
19.25	19.50	15	Roca Caliza Suave Poco Porosa
19.50	19.75	14	Roca Caliza Suave Poco Porosa
19.75	20.00	18	Roca Caliza Suave Poco Porosa
20.00	20.25	14	Roca Caliza Suave Poco Porosa
20.25	20.50	13	Roca Sahcabosa
20.50	20.75	16	Roca Caliza Suave Poco Porosa
20.75	21.00	17	Roca Caliza Suave Poco Porosa
21.00	21.25	3	Roca Porosa
21.25	21.50	7	Roca Porosa
21.50	21.75	15	Roca Caliza Suave
21.75	22.00	18	Roca Caliza Suave
22.00	22.25	18	Roca Caliza Suave
22.25	22.50	15	Roca Caliza Suave
22.50	22.75	15	Roca Caliza Suave
22.75	23.00	18	Roca Caliza Suave
23.00	23.25	11	Roca Sahcabosa
23.25	23.50	10	Roca Sahcabosa
23.50	23.75	28	Roca Caliza Suave
23.75	24.00	25	Roca Caliza Suave
24.00	24.25	0	O Q U E D A D
24.25	24.50	20	Roca Caliza Suave
24.50	24.75	19	Roca Caliza Suave
24.75	25.00	24	Roca Caliza Suave
25.00	25.25	25	Roca Caliza Suave
25.25	25.50	23	Roca Caliza Suave

CONTINUA

Velocidad de avance cm/s



Gráfica de perforación
Eje X: tiempo (s), eje Y: profundidad (m)



[redacted]

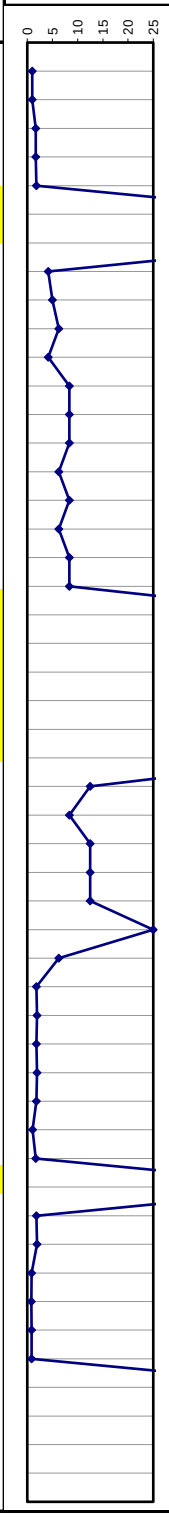
REPORTE DE PERFORACION

Obra:	PUEBLO BONITO	Sondeo No.	SAC 01 (3)
Localización:	PLAYA DEL CARMEN, SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.	N.A.F. (m)	---
Cliente:	LAZKI S.A. DE C.V.	Responsable:	[redacted]
Fecha:	jueves, 8 de noviembre de 2018	Operador:	

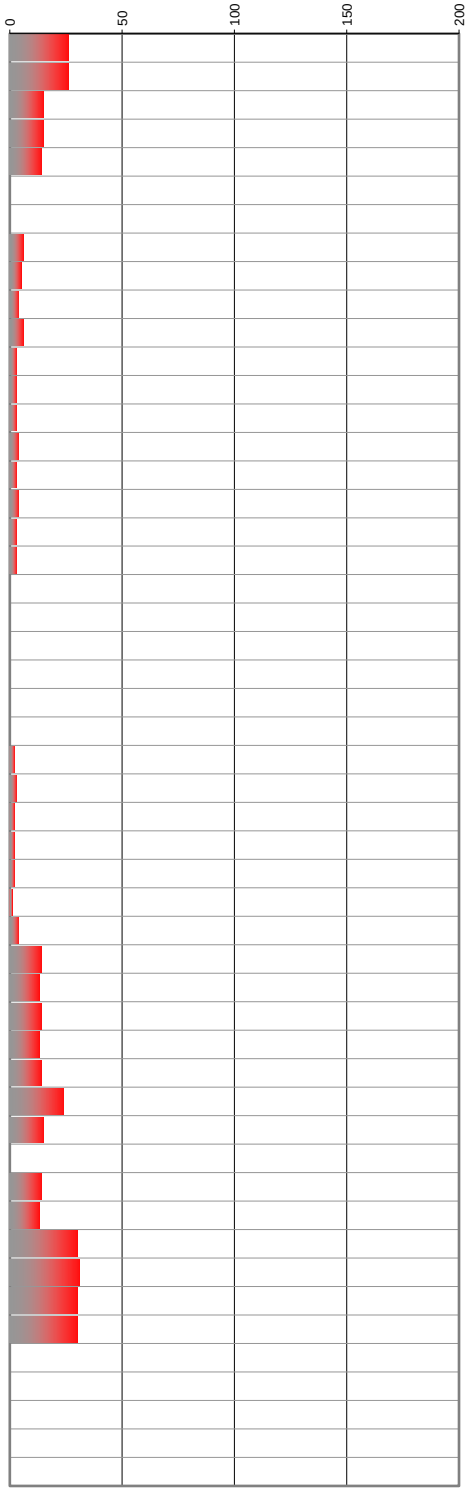
Profundidad m De:	Profundidad m A:	Tiempo s	Descripción del material
25.50	25.75	26	Roca Caliza Suave
25.75	26.00	26	Roca Caliza Suave
26.00	26.25	15	Roca Caliza Suave
26.25	26.50	15	Roca Caliza Suave
26.50	26.75	14	Roca Caliza Suave
26.75	27.00	0	O Q U E D A D
27.00	27.25	0	O Q U E D A D
27.25	27.50	6	Roca Sahcabosa
27.50	27.75	5	Roca Porosa
27.75	28.00	4	Roca Porosa
28.00	28.25	6	Roca Sahcabosa
28.25	28.50	3	Roca Porosa
28.50	28.75	3	Roca Porosa
28.75	29.00	3	Roca Porosa
29.00	29.25	4	Roca Porosa
29.25	29.50	3	Roca Porosa
29.50	29.75	4	Roca Porosa
29.75	30.00	3	Roca Porosa
30.00	30.25	3	Roca Porosa
30.25	30.50	0	O Q U E D A D
30.50	30.75	0	O Q U E D A D
30.75	31.00	0	O Q U E D A D
31.00	31.25	0	O Q U E D A D
31.25	31.50	0	O Q U E D A D
31.50	31.75	0	O Q U E D A D
31.75	32.00	2	Roca Porosa
32.00	32.25	3	Roca Porosa
32.25	32.50	2	Roca Porosa
32.50	32.75	2	Roca Porosa
32.75	33.00	2	Roca Porosa
33.00	33.25	1	Roca Porosa
33.25	33.50	4	Roca Porosa
33.50	33.75	14	Roca Caliza Suave
33.75	34.00	13	Roca Sahcabosa
34.00	34.25	14	Roca Caliza Suave
34.25	34.50	13	Roca Sahcabosa
34.50	34.75	14	Roca Caliza Suave
34.75	35.00	24	Roca Caliza Suave
35.00	35.25	15	Roca Caliza Suave
35.25	35.50	0	O Q U E D A D
35.50	35.75	14	Roca Caliza Suave
35.75	36.00	13	Roca Sahcabosa
36.00	36.25	30	Roca Caliza Suave
36.25	36.50	31	Roca Caliza Media
36.50	36.75	30	Roca Caliza Suave
36.75	37.00	30	Roca Caliza Suave

FIN DE SONDEO

Velocidad de avance cm/s



Gráfica de perforación
Eje X: tiempo (s), eje Y: profundidad (m)



[redacted]

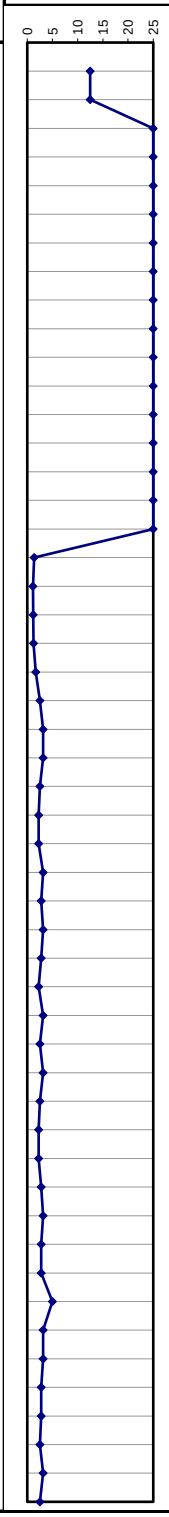
REPORTE DE PERFORACION

Obra:	PUEBLO BONITO	Sondeo No.	SAC 02
Localización:	PLAYA DEL CARMEN, SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.	N.A.F. (m)	0.25
Cliente:	LAZKI S.A. DE C.V.	Responsable:	[redacted]
Fecha:	viernes, 9 de noviembre de 2018	Operador:	

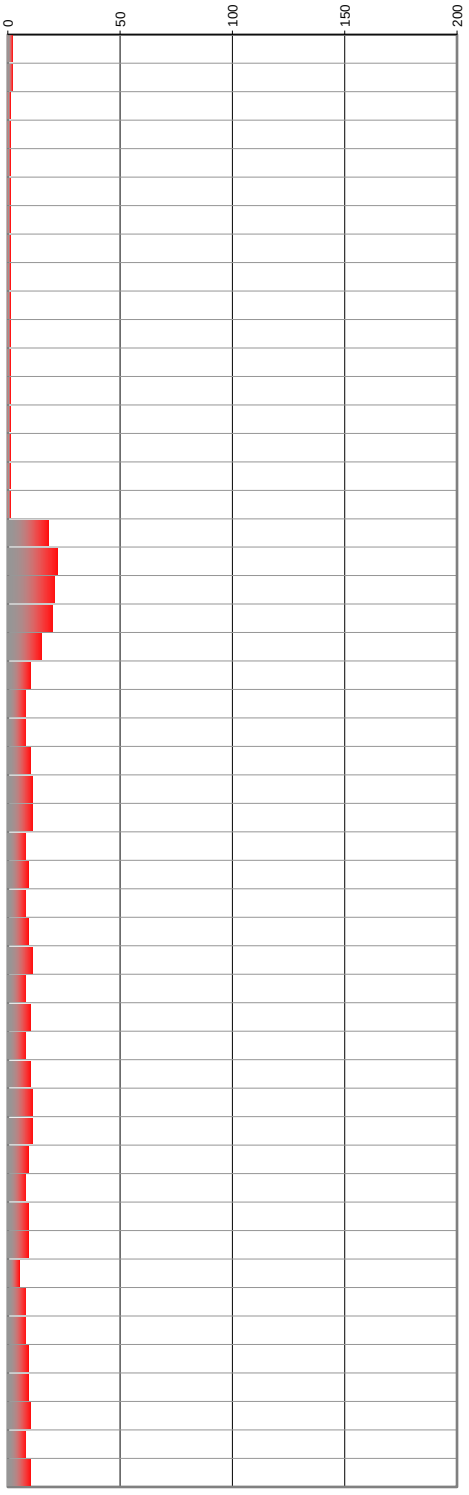
Profundidad m De:	Profundidad m A:	Tiempo s	Descripción del material
0.00	0.25	2	ARENA MUY POCO CEMENTADA
0.25	0.50	2	ARENA MUY POCO CEMENTADA
0.50	0.75	1	Arena Fina Suelta
0.75	1.00	1	Arena Fina Suelta
1.00	1.25	1	Arena Fina Suelta
1.25	1.50	1	Arena Fina Suelta
1.50	1.75	1	Arena Fina Suelta
1.75	2.00	1	Arena Fina Suelta
2.00	2.25	1	Arena Fina Suelta
2.25	2.50	1	Arena Fina Suelta
2.50	2.75	1	Arena Fina Suelta
2.75	3.00	1	Arena Fina Suelta
3.00	3.25	1	Arena Fina Suelta
3.25	3.50	1	Arena Fina Suelta
3.50	3.75	1	Arena Fina Suelta
3.75	4.00	1	Arena Fina Suelta
4.00	4.25	1	Arena Fina Suelta
4.25	4.50	18	Roca Caliza Suave
4.50	4.75	22	Roca Caliza Suave
4.75	5.00	21	Roca Caliza Suave
5.00	5.25	20	Roca Caliza Suave
5.25	5.50	15	Roca Caliza Suave
5.50	5.75	10	Roca Sahcabosa
5.75	6.00	8	Roca Sahcabosa
6.00	6.25	8	Roca Sahcabosa
6.25	6.50	10	Roca Sahcabosa
6.50	6.75	11	Roca Sahcabosa
6.75	7.00	11	Roca Sahcabosa
7.00	7.25	8	Roca Sahcabosa
7.25	7.50	9	Roca Sahcabosa
7.50	7.75	8	Roca Sahcabosa
7.75	8.00	9	Roca Sahcabosa
8.00	8.25	11	Roca Sahcabosa
8.25	8.50	8	Roca Sahcabosa
8.50	8.75	10	Roca Sahcabosa
8.75	9.00	8	Roca Sahcabosa
9.00	9.25	10	Roca Sahcabosa
9.25	9.50	11	Roca Sahcabosa
9.50	9.75	11	Roca Sahcabosa
9.75	10.00	9	Roca Sahcabosa
10.00	10.25	8	Roca Sahcabosa
10.25	10.50	9	Roca Sahcabosa
10.50	10.75	9	Roca Sahcabosa
10.75	11.00	5	Roca Sahcabosa
11.00	11.25	8	Roca Sahcabosa
11.25	11.50	8	Roca Sahcabosa
11.50	11.75	9	Roca Sahcabosa
11.75	12.00	9	Roca Sahcabosa
12.00	12.25	10	Roca Sahcabosa
12.25	12.50	8	Roca Sahcabosa
12.50	12.75	10	Roca Sahcabosa

CONTINUA

Velocidad de avance cm/s



Gráfica de perforación
Eje X: tiempo (s), eje Y: profundidad (m)



[redacted]

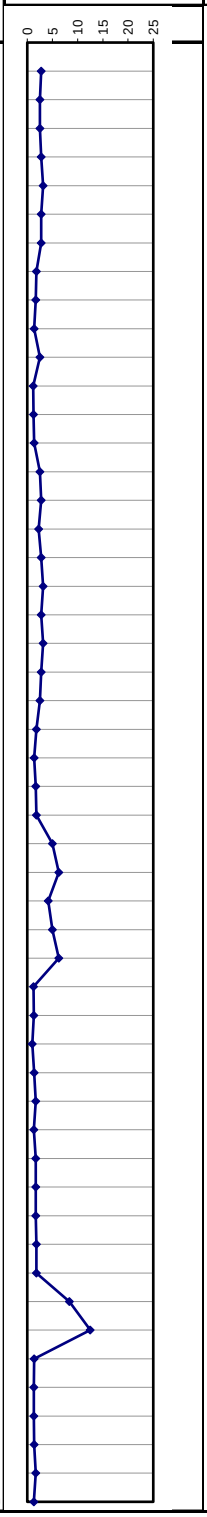
REPORTE DE PERFORACION

Obra:	PUEBLO BONITO	Sondeo No.	SAC 02 (2)
Localización:	PLAYA DEL CARMEN, SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.	N.A.F. (m)	0.25
Cliente:	LAZKI S.A. DE C.V.	Responsable:	[redacted]
Fecha:	viernes, 9 de noviembre de 2018	Operador:	

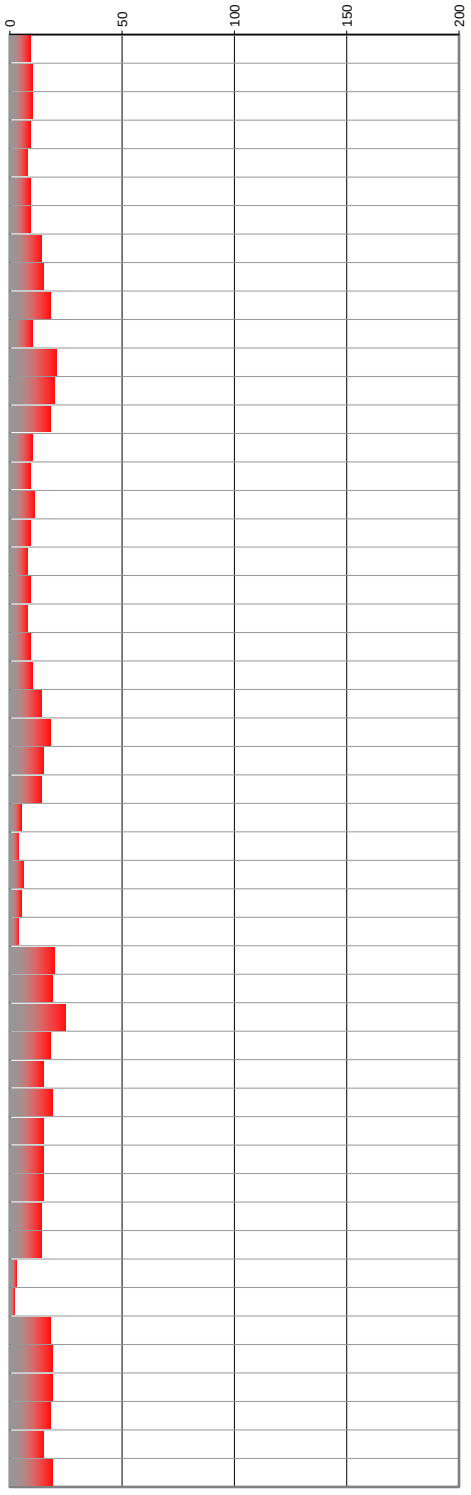
Profundidad m De:	Profundidad m A:	Tiempo s	Descripción del material
12.75	13.00	9	Roca Sahcabosa
13.00	13.25	10	Roca Sahcabosa
13.25	13.50	10	Roca Sahcabosa
13.50	13.75	9	Roca Sahcabosa
13.75	14.00	8	Roca Sahcabosa
14.00	14.25	9	Roca Sahcabosa
14.25	14.50	9	Roca Sahcabosa
14.50	14.75	14	Roca Caliza Suave
14.75	15.00	15	Roca Caliza Suave
15.00	15.25	18	Roca Caliza Suave
15.25	15.50	10	Roca Sahcabosa
15.50	15.75	21	Roca Caliza Suave
15.75	16.00	20	Roca Caliza Suave
16.00	16.25	18	Roca Caliza Suave
16.25	16.50	10	Roca Sahcabosa
16.50	16.75	9	Roca Sahcabosa
16.75	17.00	11	Roca Sahcabosa
17.00	17.25	9	Roca Sahcabosa
17.25	17.50	8	Roca Sahcabosa
17.50	17.75	9	Roca Sahcabosa
17.75	18.00	8	Roca Sahcabosa
18.00	18.25	9	Roca Sahcabosa
18.25	18.50	10	Roca Sahcabosa
18.50	18.75	14	Roca Caliza Suave
18.75	19.00	18	Roca Caliza Suave
19.00	19.25	15	Roca Caliza Suave
19.25	19.50	14	Roca Caliza Suave
19.50	19.75	5	Roca Porosa
19.75	20.00	4	Roca Porosa
20.00	20.25	6	Roca Porosa
20.25	20.50	5	Roca Porosa
20.50	20.75	4	Roca Porosa
20.75	21.00	20	Roca Caliza Suave
21.00	21.25	19	Roca Caliza Suave
21.25	21.50	25	Roca Caliza Suave
21.50	21.75	18	Roca Caliza Suave
21.75	22.00	15	Roca Caliza Suave
22.00	22.25	19	Roca Caliza Suave
22.25	22.50	15	Roca Caliza Suave
22.50	22.75	15	Roca Caliza Suave
22.75	23.00	15	Roca Caliza Suave
23.00	23.25	14	Roca Caliza Suave
23.25	23.50	14	Roca Caliza Suave
23.50	23.75	3	Roca Porosa
23.75	24.00	2	Roca Porosa
24.00	24.25	18	Roca Caliza Suave
24.25	24.50	19	Roca Caliza Suave
24.50	24.75	19	Roca Caliza Suave
24.75	25.00	18	Roca Caliza Suave
25.00	25.25	15	Roca Caliza Suave
25.25	25.50	19	Roca Caliza Suave

CONTINUA

Velocidad de avance cm/s



Gráfica de perforación
Eje X: tiempo (s), eje Y: profundidad (m)



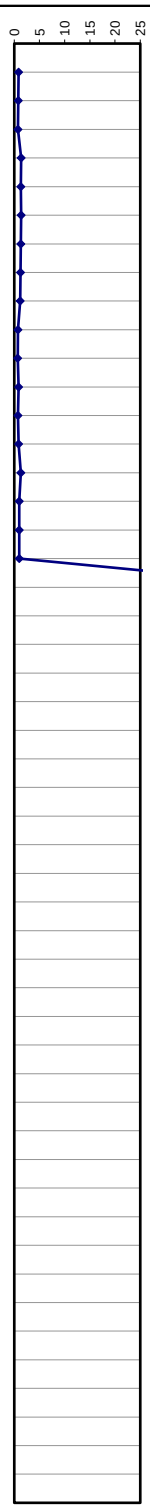
[redacted]

REPORTE DE PERFORACION

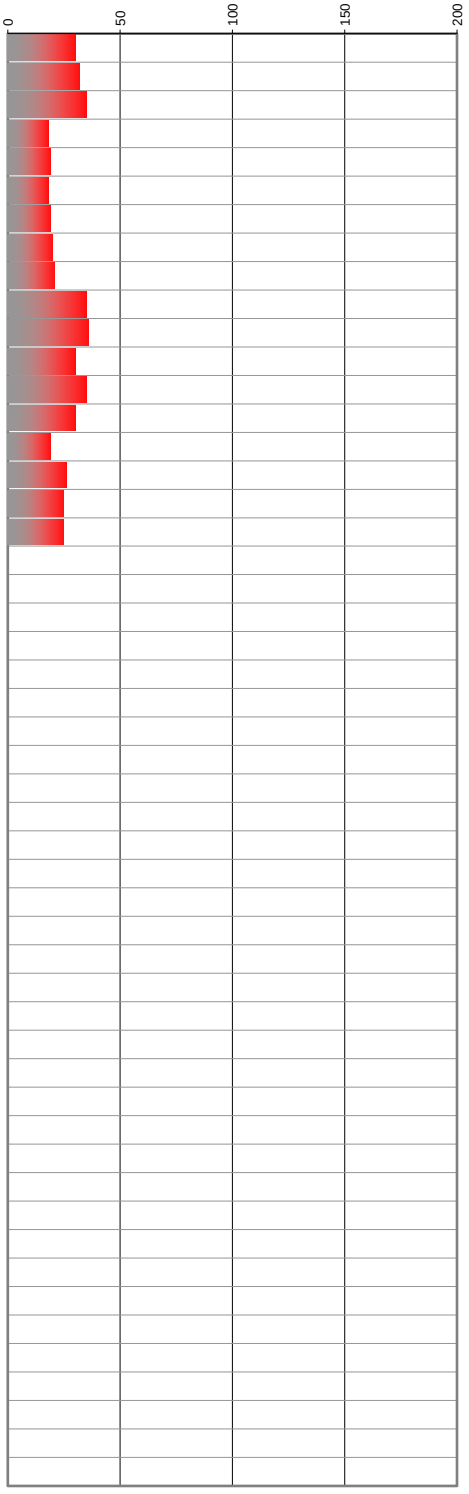
Obra:	PUEBLO BONITO	Sondeo No.	SAC 02 (3)
Localización:	PLAYA DEL CARMEN, SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.	N.A.F. (m)	0.25
Cliente:	LAZKI S.A. DE C.V.	Responsable:	[redacted]
Fecha:	viernes, 9 de noviembre de 2018	Operador:	

Profundidad m De:	Profundidad m A:	Tiempo s	Descripción del material
25.50	25.75	30	Roca Caliza Suave
25.75	26.00	32	Roca Caliza Media
26.00	26.25	35	Roca Caliza Media
26.25	26.50	18	Roca Caliza Suave
26.50	26.75	19	Roca Caliza Suave
26.75	27.00	18	Roca Caliza Suave
27.00	27.25	19	Roca Caliza Suave
27.25	27.50	20	Roca Caliza Suave
27.50	27.75	21	Roca Caliza Suave
27.75	28.00	35	Roca Caliza Media
28.00	28.25	36	Roca Caliza Media
28.25	28.50	30	Roca Caliza Suave
28.50	28.75	35	Roca Caliza Media
28.75	29.00	30	Roca Caliza Suave
29.00	29.25	19	Roca Caliza Suave
29.25	29.50	26	Roca Caliza Suave
29.50	29.75	25	Roca Caliza Suave
29.75	30.00	25	Roca Caliza Suave
			FIN DE SONDEO

Velocidad de avance cm/s



Gráfica de perforación
Eje X: tiempo (s), eje Y: profundidad (m)



[redacted]

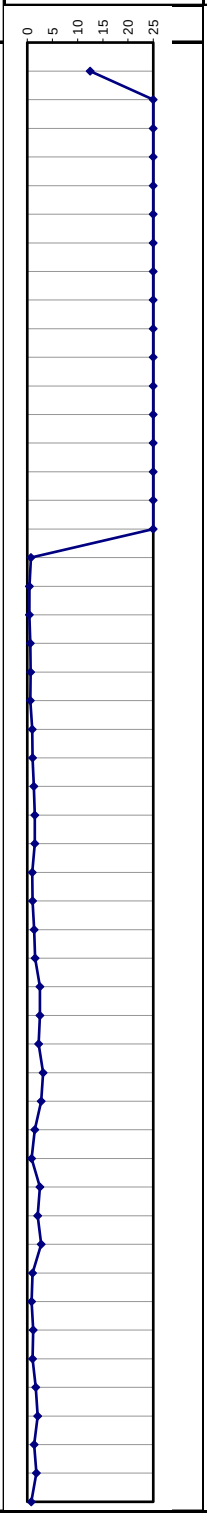
REPORTE DE PERFORACION

Obra:	PUEBLO BONITO	Sondeo No.	SAC 03
Localización:	PLAYA DEL CARMEN, SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.	N.A.F. (m)	--
Cliente:	LAZKI S.A. DE C.V.	Responsable:	[redacted]
Fecha:	sábado, 23 de febrero de 2019	Operador:	

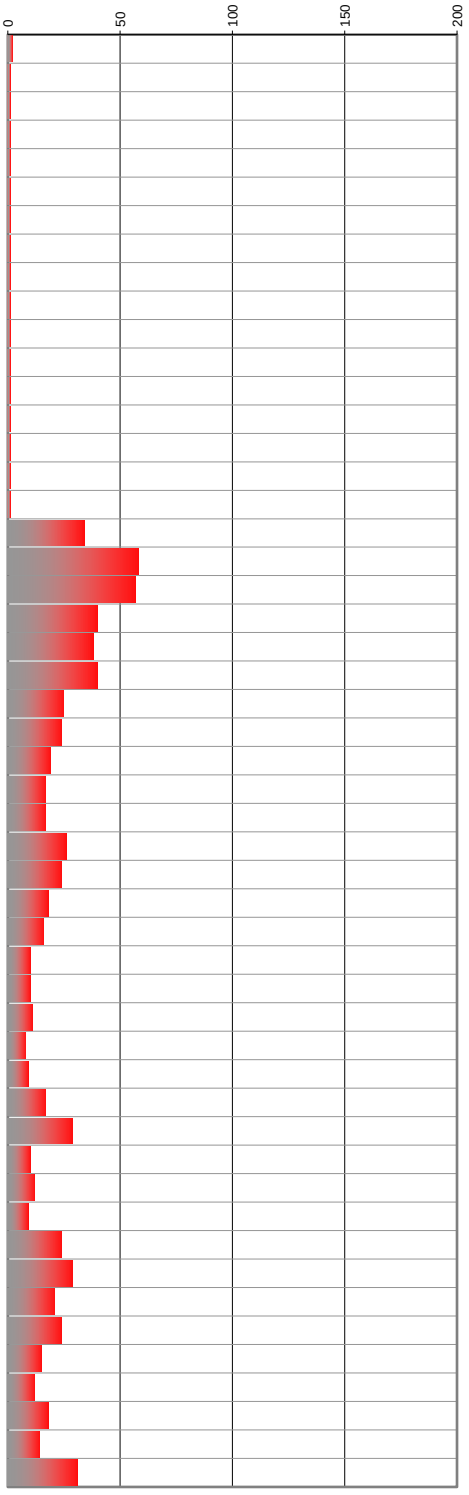
Profundidad m De:	Profundidad m A:	Tiempo s	Descripción del material
0.00	0.25	2	Arena Fina Suelta
0.25	0.50	1	Arena Fina Suelta
0.50	0.75	1	Arena Fina Suelta
0.75	1.00	1	Arena Fina Suelta
1.00	1.25	1	Arena Fina Suelta
1.25	1.50	1	Arena Fina Suelta
1.50	1.75	1	Arena Fina Suelta
1.75	2.00	1	Arena Fina Suelta
2.00	2.25	1	Arena Fina Suelta
2.25	2.50	1	Arena Fina Suelta
2.50	2.75	1	Arena Fina Suelta
2.75	3.00	1	Arena Fina Suelta
3.00	3.25	1	Arena Fina Suelta
3.25	3.50	1	Arena Fina Suelta
3.50	3.75	1	Arena Fina Suelta
3.75	4.00	1	Arena Fina Suelta
4.00	4.25	1	Arena Fina Suelta
4.25	4.50	34	Roca Caliza Media
4.50	4.75	58	Roca Caliza Media
4.75	5.00	57	Roca Caliza Media
5.00	5.25	40	Roca Caliza Media
5.25	5.50	38	Roca Caliza Media
5.50	5.75	40	Roca Caliza Media
5.75	6.00	25	Roca Caliza Suave
6.00	6.25	24	Roca Caliza Suave
6.25	6.50	19	Roca Caliza Suave
6.50	6.75	17	Roca Caliza Suave
6.75	7.00	17	Roca Caliza Suave
7.00	7.25	26	Roca Caliza Suave
7.25	7.50	24	Roca Caliza Suave
7.50	7.75	18	Roca Caliza Suave
7.75	8.00	16	Roca Caliza Suave
8.00	8.25	10	Roca Sahcabosa
8.25	8.50	10	Roca Sahcabosa
8.50	8.75	11	Roca Sahcabosa
8.75	9.00	8	Roca Sahcabosa
9.00	9.25	9	Roca Sahcabosa
9.25	9.50	17	Roca Caliza Suave
9.50	9.75	29	Roca Caliza Suave
9.75	10.00	10	Roca Sahcabosa
10.00	10.25	12	Roca Sahcabosa
10.25	10.50	9	Roca Sahcabosa
10.50	10.75	24	Roca Caliza Suave
10.75	11.00	29	Roca Caliza Suave
11.00	11.25	21	Roca Caliza Suave
11.25	11.50	24	Roca Caliza Suave
11.50	11.75	15	Roca Caliza Suave
11.75	12.00	12	Roca Sahcabosa
12.00	12.25	18	Roca Caliza Suave
12.25	12.50	14	Roca Caliza Suave
12.50	12.75	31	Roca Caliza Media

CONTINUA

Velocidad de avance cm/s



Gráfica de perforación
Eje X: tiempo (s), eje Y: profundidad (m)



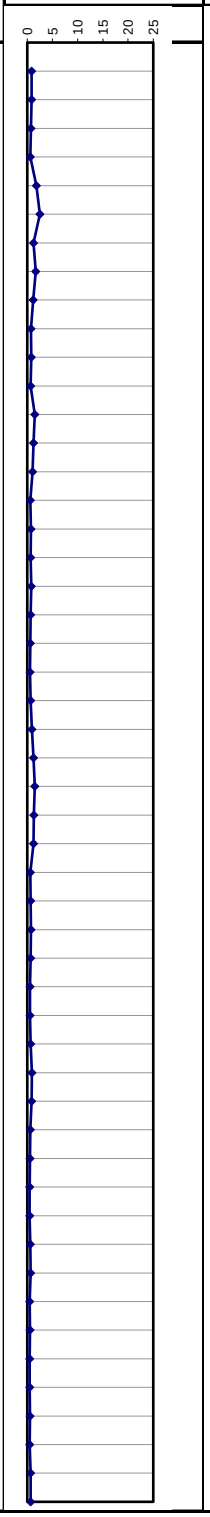
[redacted]

REPORTE DE PERFORACION

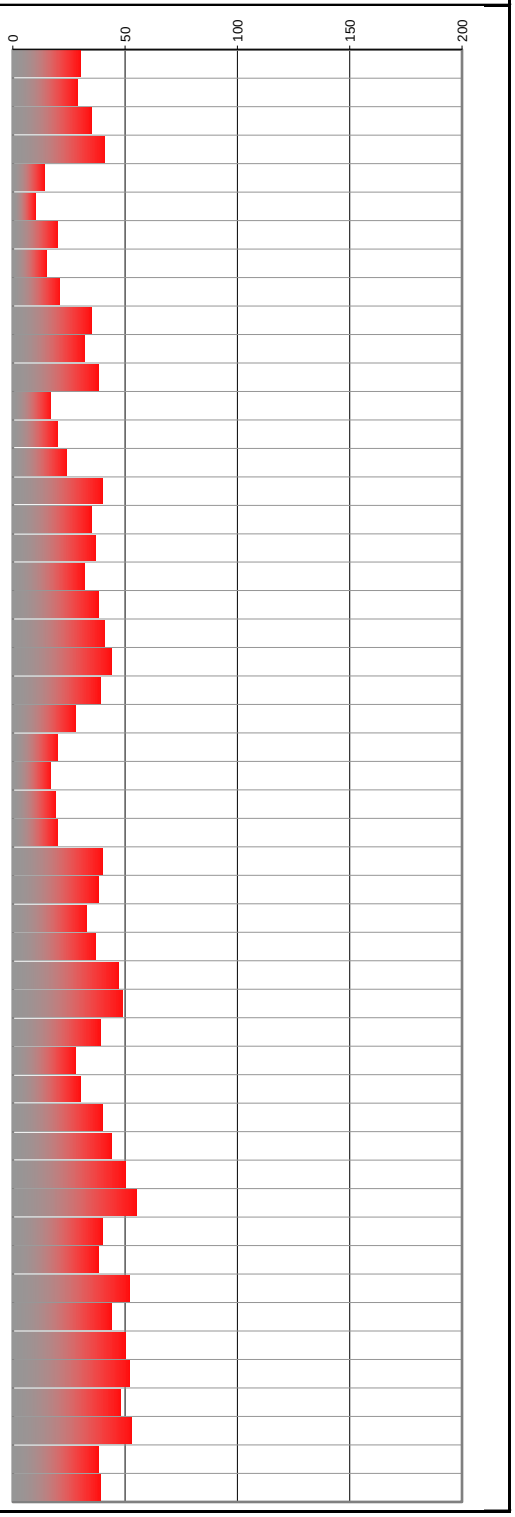
Obra:	PUEBLO BONITO	Sondeo No.	SAC 03 (2)
Localización:	PLAYA DEL CARMEN, SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.	N.A.F. (m)	--
Cliente:	LAZKI S.A. DE C.V.	Responsable:	[redacted]
Fecha:	sábado, 23 de febrero de 2019	Operador:	

Profundidad m De:	Profundidad m A:	Tiempo s	Descripción del material
12.75	13.00	30	Roca Caliza Suave
13.00	13.25	29	Roca Caliza Suave
13.25	13.50	35	Roca Caliza Media
13.50	13.75	41	Roca Caliza Media
13.75	14.00	14	Roca Caliza Suave
14.00	14.25	10	Roca Sahcabosa
14.25	14.50	20	Roca Caliza Suave
14.50	14.75	15	Roca Caliza Suave
14.75	15.00	21	Roca Caliza Suave
15.00	15.25	35	Roca Caliza Media
15.25	15.50	32	Roca Caliza Media
15.50	15.75	38	Roca Caliza Media
15.75	16.00	17	Roca Caliza Suave
16.00	16.25	20	Roca Caliza Suave
16.25	16.50	24	Roca Caliza Suave
16.50	16.75	40	Roca Caliza Media
16.75	17.00	35	Roca Caliza Media
17.00	17.25	37	Roca Caliza Media
17.25	17.50	32	Roca Caliza Media
17.50	17.75	38	Roca Caliza Media
17.75	18.00	41	Roca Caliza Media
18.00	18.25	44	Roca Caliza Media
18.25	18.50	39	Roca Caliza Media
18.50	18.75	28	Roca Caliza Suave
18.75	19.00	20	Roca Caliza Suave
19.00	19.25	17	Roca Caliza Suave
19.25	19.50	19	Roca Caliza Suave
19.50	19.75	20	Roca Caliza Suave
19.75	20.00	40	Roca Caliza Media
20.00	20.25	38	Roca Caliza Media
20.25	20.50	33	Roca Caliza Media
20.50	20.75	37	Roca Caliza Media
20.75	21.00	47	Roca Caliza Media
21.00	21.25	49	Roca Caliza Media
21.25	21.50	39	Roca Caliza Media
21.50	21.75	28	Roca Caliza Suave
21.75	22.00	30	Roca Caliza Suave
22.00	22.25	40	Roca Caliza Media
22.25	22.50	44	Roca Caliza Media
22.50	22.75	50	Roca Caliza Media
22.75	23.00	55	Roca Caliza Media
23.00	23.25	40	Roca Caliza Media
23.25	23.50	38	Roca Caliza Media
23.50	23.75	52	Roca Caliza Media
23.75	24.00	44	Roca Caliza Media
24.00	24.25	50	Roca Caliza Media
24.25	24.50	52	Roca Caliza Media
24.50	24.75	48	Roca Caliza Media
24.75	25.00	53	Roca Caliza Media
25.00	25.25	38	Roca Caliza Media
25.25	25.50	39	Roca Caliza Media

Velocidad de avance cm/s



Gráfica de perforación
Eje X: tiempo (s), eje Y: profundidad (m)



CONTINUA

[redacted]

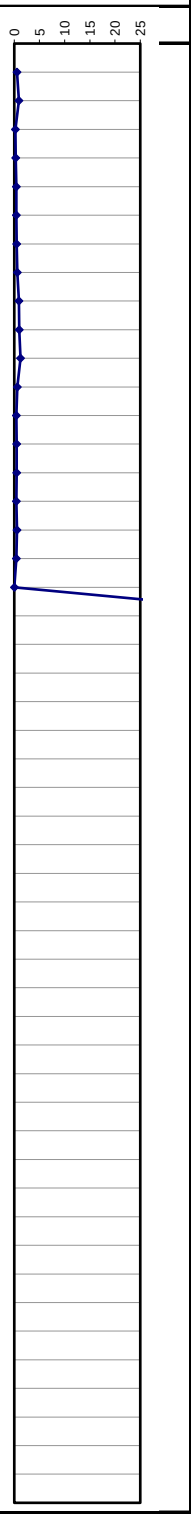
REPORTE DE PERFORACION

Obra:	PUEBLO BONITO	Sondeo No.	SAC 03 (3)
Localización:	PLAYA DEL CARMEN, SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.	N.A.F. (m)	--
Cliente:	LAZKI S.A. DE C.V.	Responsable:	[redacted]
Fecha:	sábado, 23 de febrero de 2019	Operador:	

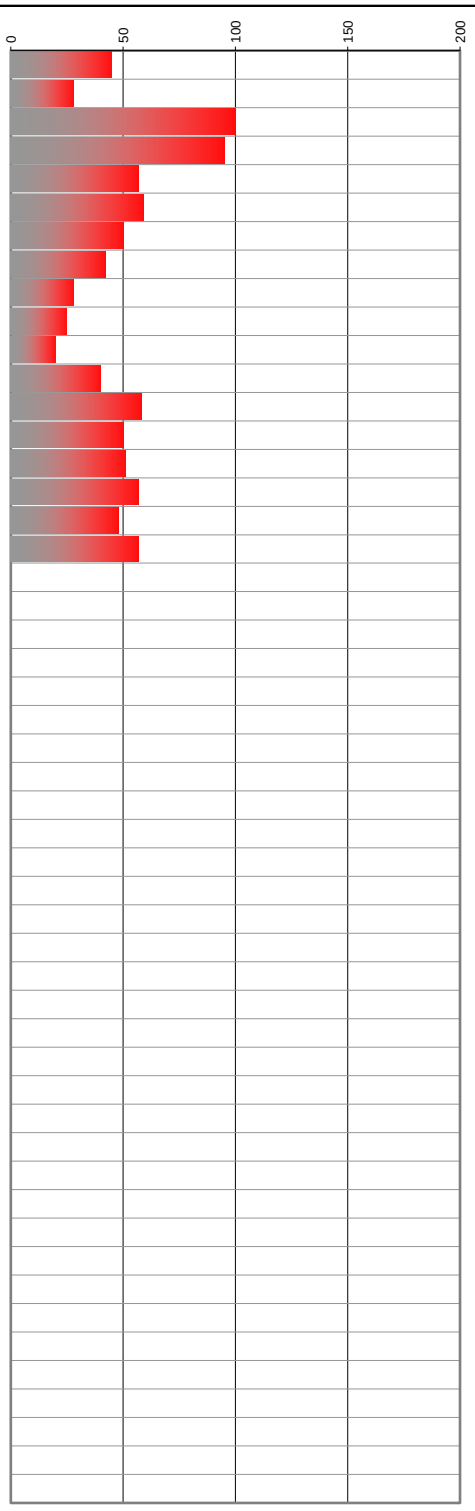
Profundidad m De:	Profundidad m A:	Tiempo s	Descripción del material
25.50	25.75	45	Roca Caliza Media
25.75	26.00	28	Roca Caliza Suave
26.00	26.25	100	Roca Caliza Dura
26.25	26.50	95	Roca Caliza Dura
26.50	26.75	57	Roca Caliza Media
26.75	27.00	59	Roca Caliza Media
27.00	27.25	50	Roca Caliza Media
27.25	27.50	42	Roca Caliza Media
27.50	27.75	28	Roca Caliza Suave
27.75	28.00	25	Roca Caliza Suave
28.00	28.25	20	Roca Caliza Suave
28.25	28.50	40	Roca Caliza Media
28.50	28.75	58	Roca Caliza Media
28.75	29.00	50	Roca Caliza Media
29.00	29.25	51	Roca Caliza Media
29.25	29.50	57	Roca Caliza Media
29.50	29.75	48	Roca Caliza Media
29.75	30.00	57	Roca Caliza Media
		.	

FIN DE SONDEO

Velocidad de avance cm/s



Gráfica de perforación
Eje X: tiempo (s), eje Y: profundidad (m)



[redacted]

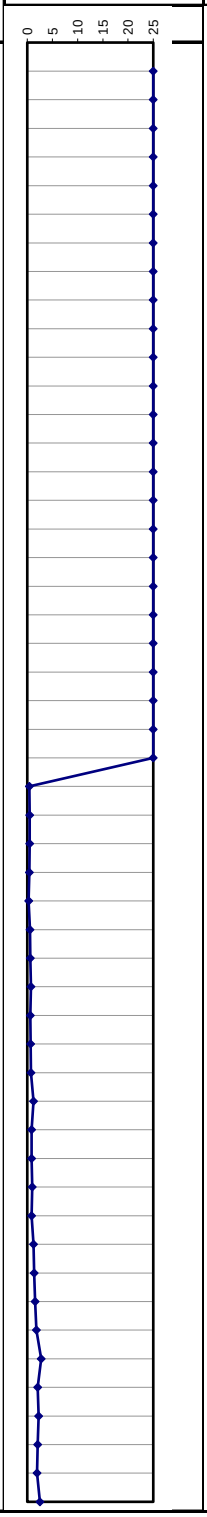
REPORTE DE PERFORACION

Obra:	PUEBLO BONITO	Sondeo No.	SAC 05
Localización:	PLAYA DEL CARMEN, SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.	N.A.F. (m)	--
Cliente:	LAZKI S.A. DE C.V.	Responsable:	[redacted]
Fecha:	sábado, 23 de febrero de 2019	Operador:	

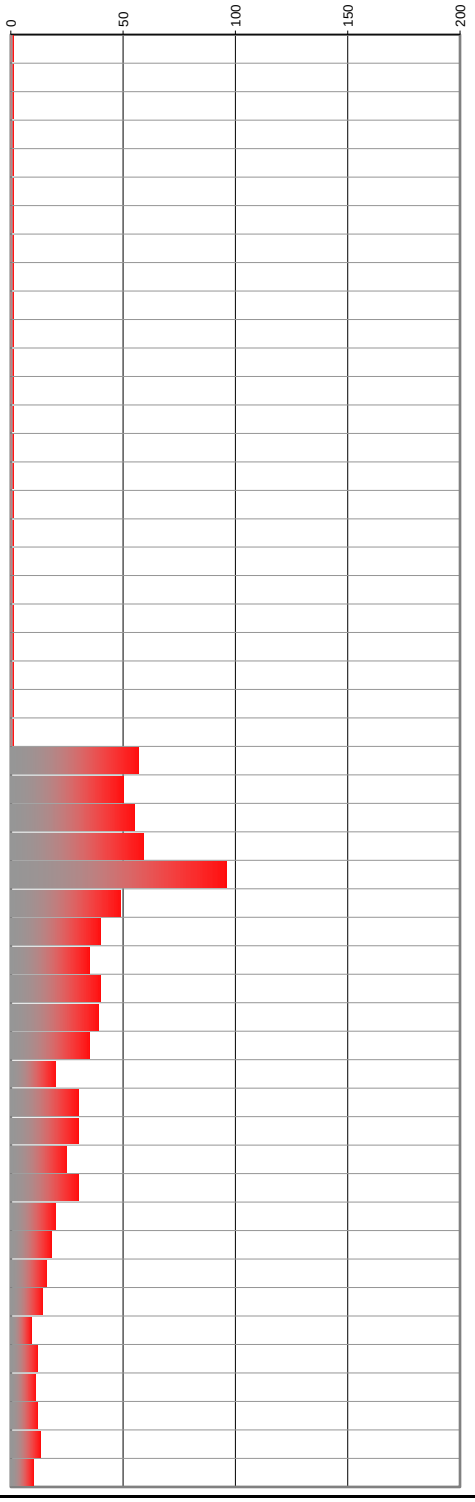
Profundidad m De:	Profundidad m A:	Tiempo s	Descripción del material
0.00	0.25	1	Arena Fina Suelta
0.25	0.50	1	Arena Fina Suelta
0.50	0.75	1	Arena Fina Suelta
0.75	1.00	1	Arena Fina Suelta
1.00	1.25	1	Arena Fina Suelta
1.25	1.50	1	Arena Fina Suelta
1.50	1.75	1	Arena Fina Suelta
1.75	2.00	1	Arena Fina Suelta
2.00	2.25	1	Arena Fina Suelta
2.25	2.50	1	Arena Fina Suelta
2.50	2.75	1	Arena Fina Suelta
2.75	3.00	1	Arena Fina Suelta
3.00	3.25	1	Arena Fina Suelta
3.25	3.50	1	Arena Fina Suelta
3.50	3.75	1	Arena Fina Suelta
3.75	4.00	1	Arena Fina Suelta
4.00	4.25	1	Arena Fina Suelta
4.25	4.50	1	Arena Fina Suelta
4.50	4.75	1	Arena Fina Suelta
4.75	5.00	1	Arena Fina Suelta
5.00	5.25	1	Arena Fina Suelta
5.25	5.50	1	Arena Fina Suelta
5.50	5.75	1	Arena Fina Suelta
5.75	6.00	1	Arena Fina Suelta
6.00	6.25	1	Arena Fina Suelta
6.25	6.50	57	Roca Caliza Media
6.50	6.75	50	Roca Caliza Media
6.75	7.00	55	Roca Caliza Media
7.00	7.25	59	Roca Caliza Media
7.25	7.50	96	Roca Caliza Dura
7.50	7.75	49	Roca Caliza Media
7.75	8.00	40	Roca Caliza Media
8.00	8.25	35	Roca Caliza Media
8.25	8.50	40	Roca Caliza Media
8.50	8.75	39	Roca Caliza Media
8.75	9.00	35	Roca Caliza Media
9.00	9.25	20	Roca Caliza Suave
9.25	9.50	30	Roca Caliza Suave
9.50	9.75	30	Roca Caliza Suave
9.75	10.00	25	Roca Caliza Suave
10.00	10.25	30	Roca Caliza Suave
10.25	10.50	20	Roca Caliza Suave
10.50	10.75	18	Roca Caliza Suave
10.75	11.00	16	Roca Caliza Suave
11.00	11.25	14	Roca Caliza Suave
11.25	11.50	9	Roca Sahcabosa
11.50	11.75	12	Roca Sahcabosa
11.75	12.00	11	Roca Sahcabosa
12.00	12.25	12	Roca Sahcabosa
12.25	12.50	13	Roca Sahcabosa
12.50	12.75	10	Roca Sahcabosa

CONTINUA

Velocidad de avance cm/s



Gráfica de perforación
Eje X: tiempo (s), eje Y: profundidad (m)



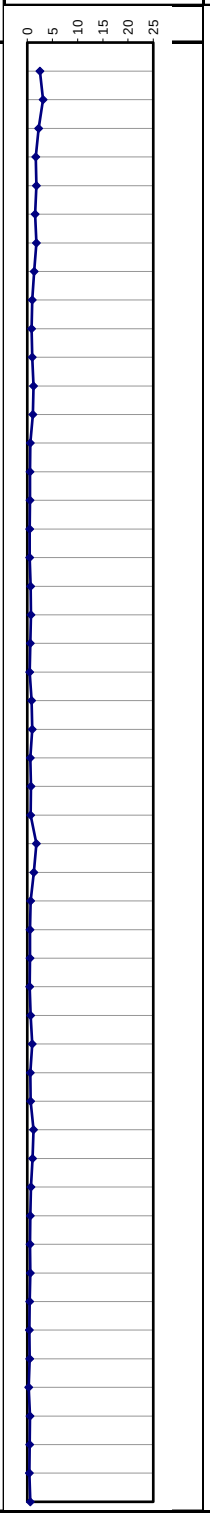
[redacted]

REPORTE DE PERFORACION

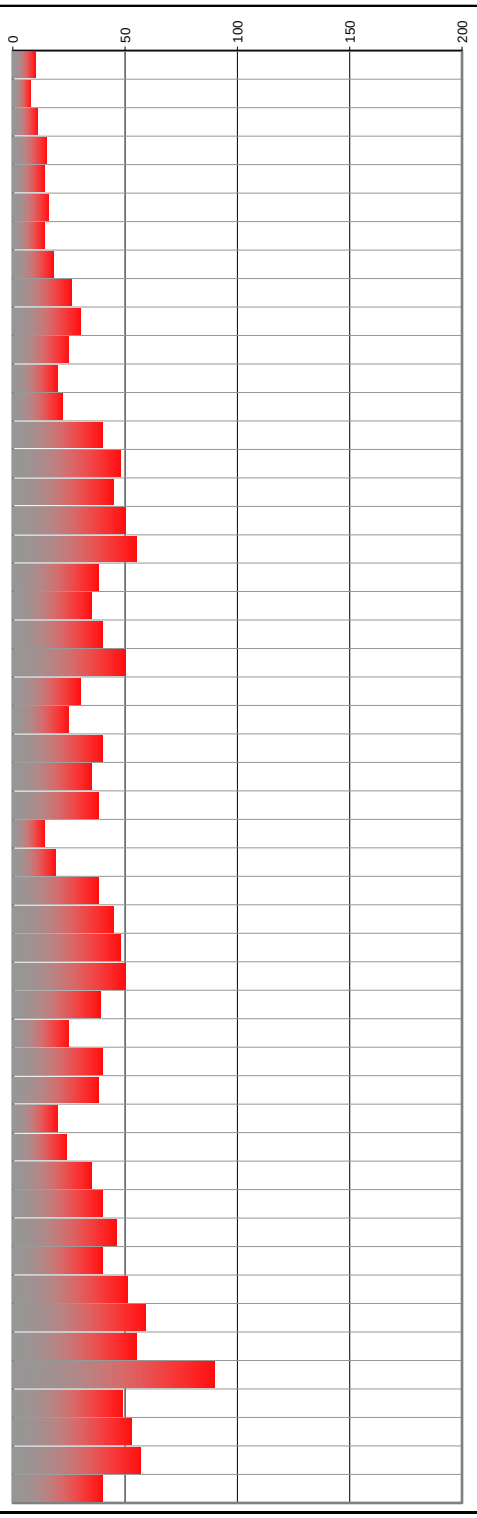
Obra:	PUEBLO BONITO	Sondeo No.	SAC 05 (2)
Localización:	PLAYA DEL CARMEN, SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.	N.A.F. (m)	--
Cliente:	LAZKI S.A. DE C.V.	Responsable:	[redacted]
Fecha:	sábado, 23 de febrero de 2019	Operador:	

Profundidad m De:	Profundidad m A:	Tiempo s	Descripción del material
12.75	13.00	10	Roca Sahcabosa
13.00	13.25	8	Roca Sahcabosa
13.25	13.50	11	Roca Sahcabosa
13.50	13.75	15	Roca Caliza Suave
13.75	14.00	14	Roca Caliza Suave
14.00	14.25	16	Roca Caliza Suave
14.25	14.50	14	Roca Caliza Suave
14.50	14.75	18	Roca Caliza Suave
14.75	15.00	26	Roca Caliza Suave
15.00	15.25	30	Roca Caliza Suave
15.25	15.50	25	Roca Caliza Suave
15.50	15.75	20	Roca Caliza Suave
15.75	16.00	22	Roca Caliza Suave
16.00	16.25	40	Roca Caliza Media
16.25	16.50	48	Roca Caliza Media
16.50	16.75	45	Roca Caliza Media
16.75	17.00	50	Roca Caliza Media
17.00	17.25	55	Roca Caliza Media
17.25	17.50	38	Roca Caliza Media
17.50	17.75	35	Roca Caliza Media
17.75	18.00	40	Roca Caliza Media
18.00	18.25	50	Roca Caliza Media
18.25	18.50	30	Roca Caliza Suave
18.50	18.75	25	Roca Caliza Suave
18.75	19.00	40	Roca Caliza Media
19.00	19.25	35	Roca Caliza Media
19.25	19.50	38	Roca Caliza Media
19.50	19.75	14	Roca Caliza Suave
19.75	20.00	19	Roca Caliza Suave
20.00	20.25	38	Roca Caliza Media
20.25	20.50	45	Roca Caliza Media
20.50	20.75	48	Roca Caliza Media
20.75	21.00	50	Roca Caliza Media
21.00	21.25	39	Roca Caliza Media
21.25	21.50	25	Roca Caliza Suave
21.50	21.75	40	Roca Caliza Media
21.75	22.00	38	Roca Caliza Media
22.00	22.25	20	Roca Caliza Suave
22.25	22.50	24	Roca Caliza Suave
22.50	22.75	35	Roca Caliza Media
22.75	23.00	40	Roca Caliza Media
23.00	23.25	46	Roca Caliza Media
23.25	23.50	40	Roca Caliza Media
23.50	23.75	51	Roca Caliza Media
23.75	24.00	59	Roca Caliza Media
24.00	24.25	55	Roca Caliza Media
24.25	24.50	90	Roca Caliza Dura
24.50	24.75	49	Roca Caliza Media
24.75	25.00	53	Roca Caliza Media
25.00	25.25	57	Roca Caliza Media
25.25	25.50	40	Roca Caliza Media

Velocidad de avance cm/s



Gráfica de perforación
Eje X: tiempo (s), eje Y: profundidad (m)



CONTINUA

[redacted]

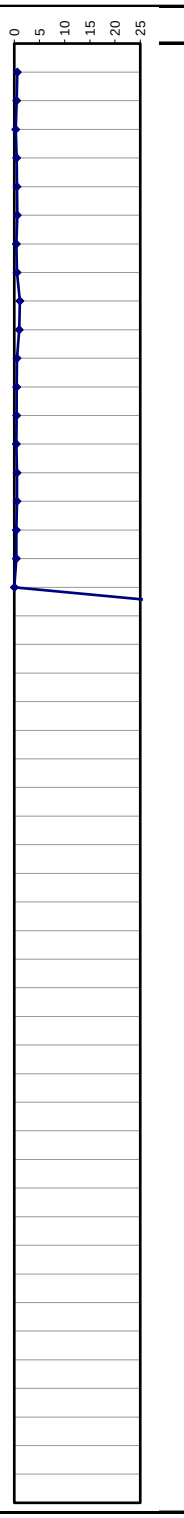
REPORTE DE PERFORACION

Obra:	PUEBLO BONITO	Sondeo No.	SAC 05 (3)
Localización:	PLAYA DEL CARMEN, SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.	N.A.F. (m)	--
Cliente:	LAZKI S.A. DE C.V.	Responsable:	[redacted]
Fecha:	sábado, 23 de febrero de 2019	Operador:	

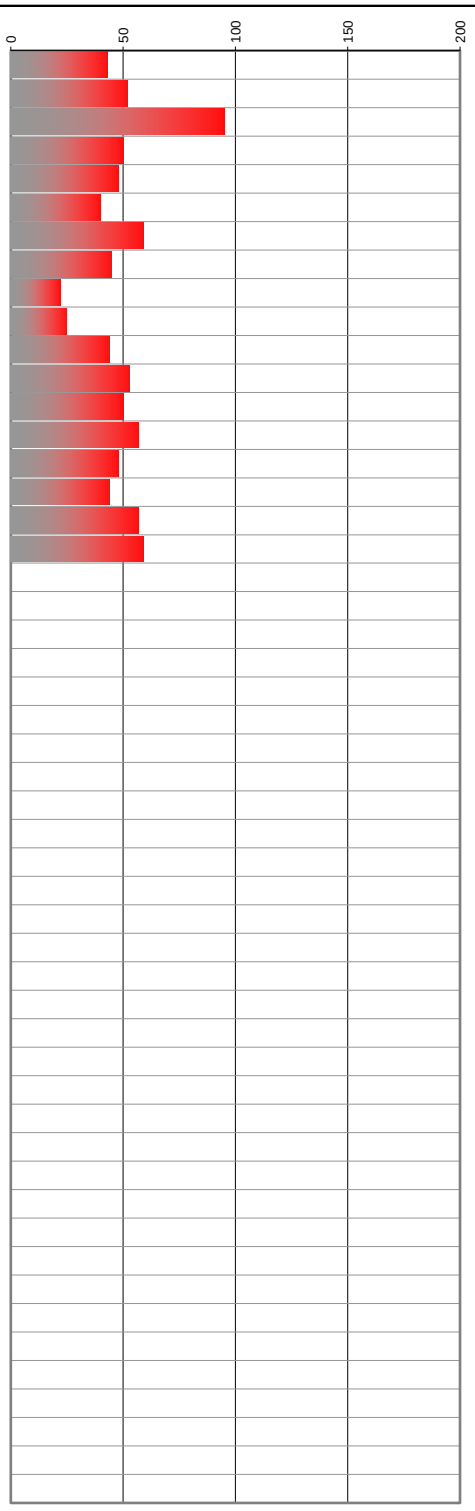
Profundidad m De:	Profundidad m A:	Tiempo s	Descripción del material
25.50	25.75	43	Roca Caliza Media
25.75	26.00	52	Roca Caliza Media
26.00	26.25	95	Roca Caliza Dura
26.25	26.50	50	Roca Caliza Media
26.50	26.75	48	Roca Caliza Media
26.75	27.00	40	Roca Caliza Media
27.00	27.25	59	Roca Caliza Media
27.25	27.50	45	Roca Caliza Media
27.50	27.75	22	Roca Caliza Suave
27.75	28.00	25	Roca Caliza Suave
28.00	28.25	44	Roca Caliza Media
28.25	28.50	53	Roca Caliza Media
28.50	28.75	50	Roca Caliza Media
28.75	29.00	57	Roca Caliza Media
29.00	29.25	48	Roca Caliza Media
29.25	29.50	44	Roca Caliza Media
29.50	29.75	57	Roca Caliza Media
29.75	30.00	59	Roca Caliza Media
		.	

FIN DE SONDEO

Velocidad de avance cm/s



Gráfica de perforación
Eje X: tiempo (s), eje Y: profundidad (m)



[redacted]

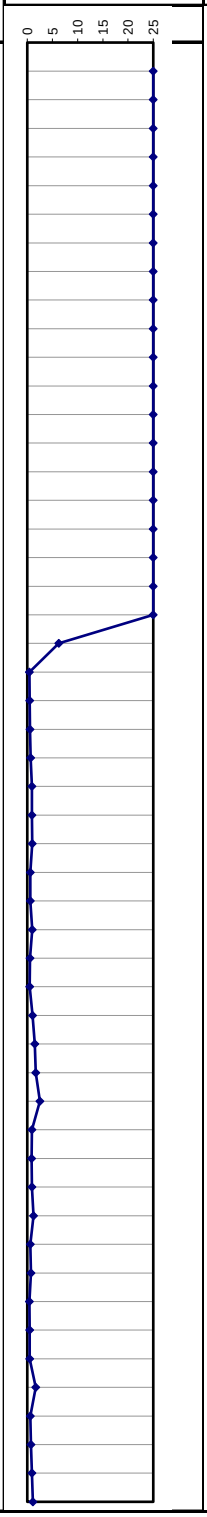
REPORTE DE PERFORACION

Obra:	PUEBLO BONITO	Sondeo No.	SAC 06
Localización:	PLAYA DEL CARMEN, SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.	N.A.F. (m)	--
Cliente:	LAZKI S.A. DE C.V.	Responsable:	[redacted]
Fecha:	sábado, 23 de febrero de 2019	Operador:	

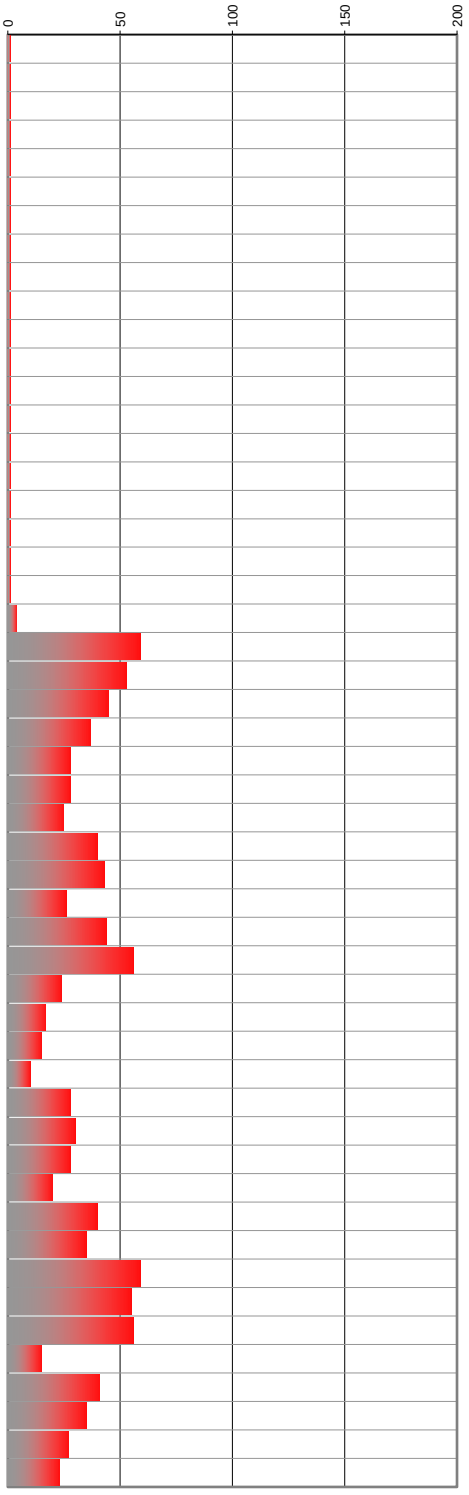
Profundidad m De:	Profundidad m A:	Tiempo s	Descripción del material
0.00	0.25	1	Arena Fina Suelta
0.25	0.50	1	Arena Fina Suelta
0.50	0.75	1	Arena Fina Suelta
0.75	1.00	1	Arena Fina Suelta
1.00	1.25	1	Arena Fina Suelta
1.25	1.50	1	Arena Fina Suelta
1.50	1.75	1	Arena Fina Suelta
1.75	2.00	1	Arena Fina Suelta
2.00	2.25	1	Arena Fina Suelta
2.25	2.50	1	Arena Fina Suelta
2.50	2.75	1	Arena Fina Suelta
2.75	3.00	1	Arena Fina Suelta
3.00	3.25	1	Arena Fina Suelta
3.25	3.50	1	Arena Fina Suelta
3.50	3.75	1	Arena Fina Suelta
3.75	4.00	1	Arena Fina Suelta
4.00	4.25	1	Arena Fina Suelta
4.25	4.50	1	Arena Fina Suelta
4.50	4.75	1	Arena Fina Suelta
4.75	5.00	1	Arena Fina Suelta
5.00	5.25	4	Arena Cementada
5.25	5.50	59	Roca Caliza Media
5.50	5.75	53	Roca Caliza Media
5.75	6.00	45	Roca Caliza Media
6.00	6.25	37	Roca Caliza Media
6.25	6.50	28	Roca Caliza Suave
6.50	6.75	28	Roca Caliza Suave
6.75	7.00	25	Roca Caliza Suave
7.00	7.25	40	Roca Caliza Media
7.25	7.50	43	Roca Caliza Media
7.50	7.75	26	Roca Caliza Suave
7.75	8.00	44	Roca Caliza Media
8.00	8.25	56	Roca Caliza Media
8.25	8.50	24	Roca Caliza Suave
8.50	8.75	17	Roca Caliza Suave
8.75	9.00	15	Roca Caliza Suave
9.00	9.25	10	Roca Sahcabosa
9.25	9.50	28	Roca Caliza Suave
9.50	9.75	30	Roca Caliza Suave
9.75	10.00	28	Roca Caliza Suave
10.00	10.25	20	Roca Caliza Suave
10.25	10.50	40	Roca Caliza Media
10.50	10.75	35	Roca Caliza Media
10.75	11.00	59	Roca Caliza Media
11.00	11.25	55	Roca Caliza Media
11.25	11.50	56	Roca Caliza Media
11.50	11.75	15	Roca Caliza Suave
11.75	12.00	41	Roca Caliza Media
12.00	12.25	35	Roca Caliza Media
12.25	12.50	27	Roca Caliza Suave
12.50	12.75	23	Roca Caliza Suave

CONTINUA

Velocidad de avance cm/s



Gráfica de perforación
Eje X: tiempo (s), eje Y: profundidad (m)



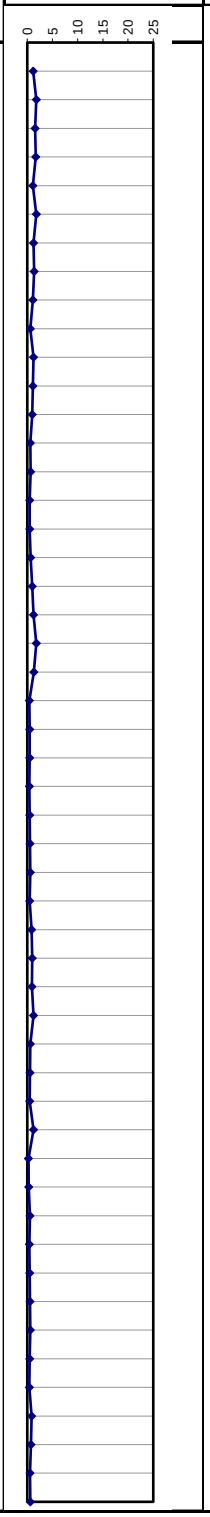
[redacted]

REPORTE DE PERFORACION

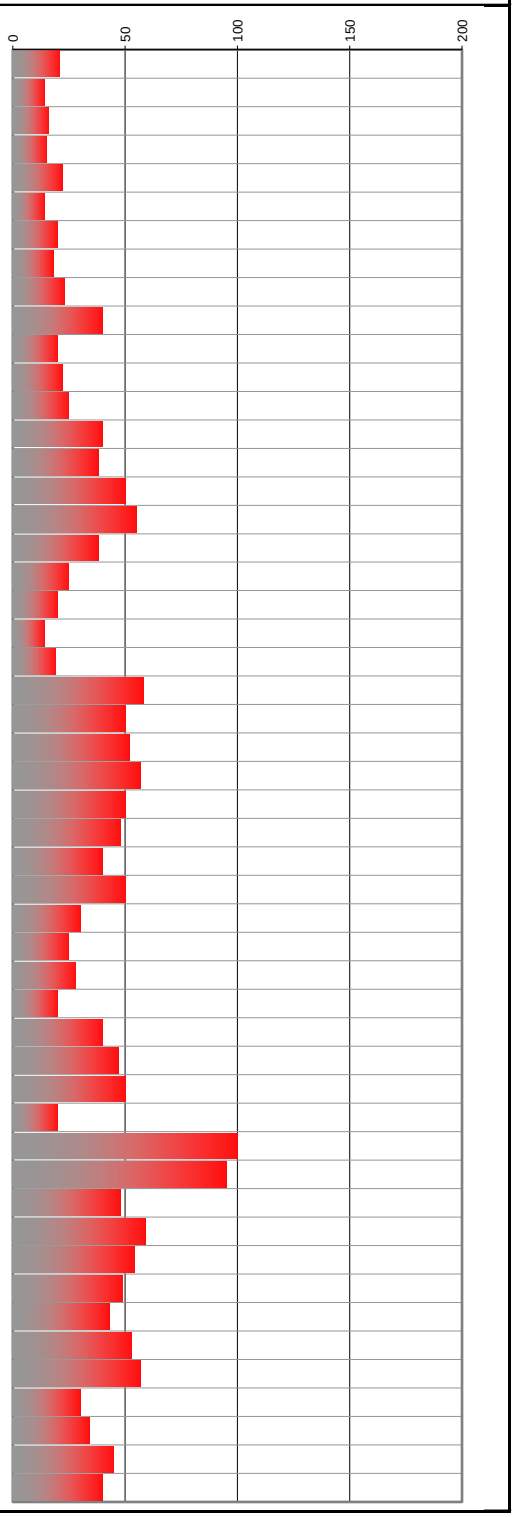
Obra:	PUEBLO BONITO	Sondeo No.	SAC 06 (2)
Localización:	PLAYA DEL CARMEN, SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.	N.A.F. (m)	--
Cliente:	LAZKI S.A. DE C.V.	Responsable:	[redacted]
Fecha:	sábado, 23 de febrero de 2019	Operador:	

Profundidad m De:	Profundidad m A:	Tiempo s	Descripción del material
12.75	13.00	21	Roca Caliza Suave
13.00	13.25	14	Roca Caliza Suave
13.25	13.50	16	Roca Caliza Suave
13.50	13.75	15	Roca Caliza Suave
13.75	14.00	22	Roca Caliza Suave
14.00	14.25	14	Roca Caliza Suave
14.25	14.50	20	Roca Caliza Suave
14.50	14.75	18	Roca Caliza Suave
14.75	15.00	23	Roca Caliza Suave
15.00	15.25	40	Roca Caliza Media
15.25	15.50	20	Roca Caliza Suave
15.50	15.75	22	Roca Caliza Suave
15.75	16.00	25	Roca Caliza Suave
16.00	16.25	40	Roca Caliza Media
16.25	16.50	38	Roca Caliza Media
16.50	16.75	50	Roca Caliza Media
16.75	17.00	55	Roca Caliza Media
17.00	17.25	38	Roca Caliza Media
17.25	17.50	25	Roca Caliza Suave
17.50	17.75	20	Roca Caliza Suave
17.75	18.00	14	Roca Caliza Suave
18.00	18.25	19	Roca Caliza Suave
18.25	18.50	58	Roca Caliza Media
18.50	18.75	50	Roca Caliza Media
18.75	19.00	52	Roca Caliza Media
19.00	19.25	57	Roca Caliza Media
19.25	19.50	50	Roca Caliza Media
19.50	19.75	48	Roca Caliza Media
19.75	20.00	40	Roca Caliza Media
20.00	20.25	50	Roca Caliza Media
20.25	20.50	30	Roca Caliza Suave
20.50	20.75	25	Roca Caliza Suave
20.75	21.00	28	Roca Caliza Suave
21.00	21.25	20	Roca Caliza Suave
21.25	21.50	40	Roca Caliza Media
21.50	21.75	47	Roca Caliza Media
21.75	22.00	50	Roca Caliza Media
22.00	22.25	20	Roca Caliza Suave
22.25	22.50	100	Roca Caliza Dura
22.50	22.75	95	Roca Caliza Dura
22.75	23.00	48	Roca Caliza Media
23.00	23.25	59	Roca Caliza Media
23.25	23.50	54	Roca Caliza Media
23.50	23.75	49	Roca Caliza Media
23.75	24.00	43	Roca Caliza Media
24.00	24.25	53	Roca Caliza Media
24.25	24.50	57	Roca Caliza Media
24.50	24.75	30	Roca Caliza Suave
24.75	25.00	34	Roca Caliza Media
25.00	25.25	45	Roca Caliza Media
25.25	25.50	40	Roca Caliza Media

Velocidad de avance cm/s



Gráfica de perforación
Eje X: tiempo (s), eje Y: profundidad (m)



CONTINUA

[redacted]

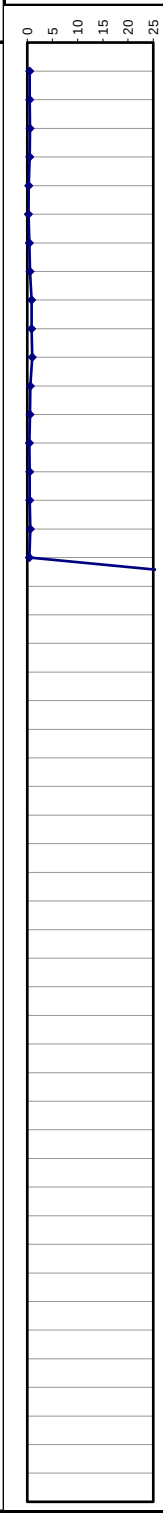
REPORTE DE PERFORACION

Obra:	PUEBLO BONITO	Sondeo No.	SAC 06 (3)
Localización:	PLAYA DEL CARMEN, SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.	N.A.F. (m)	--
Cliente:	LAZKI S.A. DE C.V.	Responsable:	[redacted]
Fecha:	sábado, 23 de febrero de 2019	Operador:	

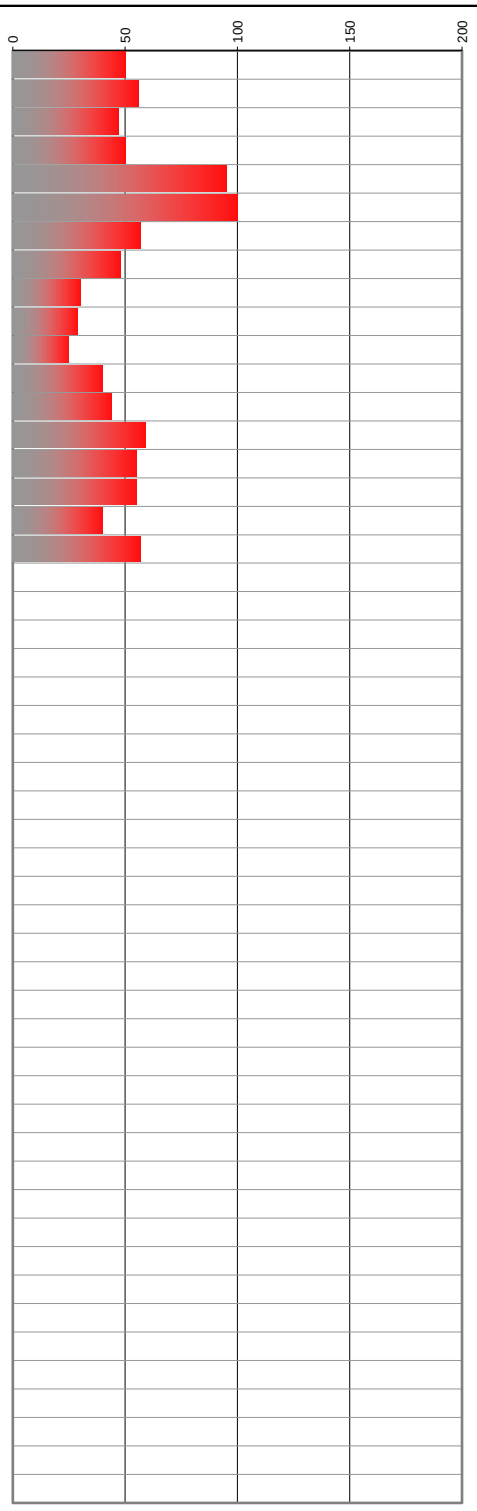
Profundidad m De:	Profundidad m A:	Tiempo s	Descripción del material
25.50	25.75	50	Roca Caliza Media
25.75	26.00	56	Roca Caliza Media
26.00	26.25	47	Roca Caliza Media
26.25	26.50	50	Roca Caliza Media
26.50	26.75	95	Roca Caliza Dura
26.75	27.00	100	Roca Caliza Dura
27.00	27.25	57	Roca Caliza Media
27.25	27.50	48	Roca Caliza Media
27.50	27.75	30	Roca Caliza Suave
27.75	28.00	29	Roca Caliza Suave
28.00	28.25	25	Roca Caliza Suave
28.25	28.50	40	Roca Caliza Media
28.50	28.75	44	Roca Caliza Media
28.75	29.00	59	Roca Caliza Media
29.00	29.25	55	Roca Caliza Media
29.25	29.50	55	Roca Caliza Media
29.50	29.75	40	Roca Caliza Media
29.75	30.00	57	Roca Caliza Media

FIN DE SONDEO

Velocidad de avance cm/s



Gráfica de perforación
Eje X: tiempo (s), eje Y: profundidad (m)



[redacted]

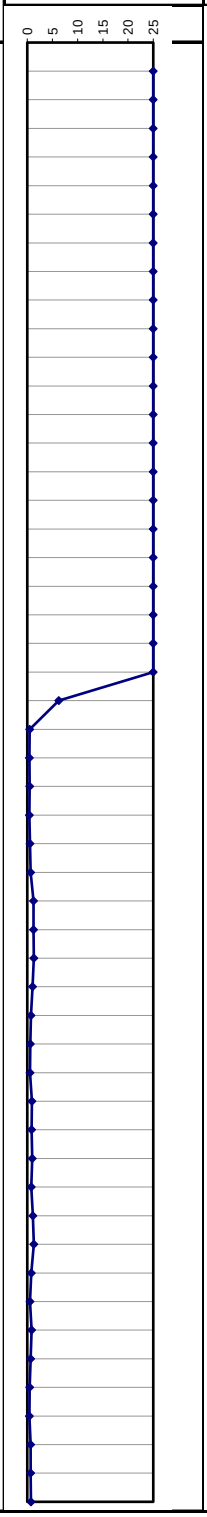
REPORTE DE PERFORACION

Obra:	PUEBLO BONITO	Sondeo No.	SAC 07
Localización:	PLAYA DEL CARMEN, SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.	N.A.F. (m)	--
Cliente:	LAZKI S.A. DE C.V.	Responsable:	[redacted]
Fecha:	sábado, 23 de febrero de 2019	Operador:	

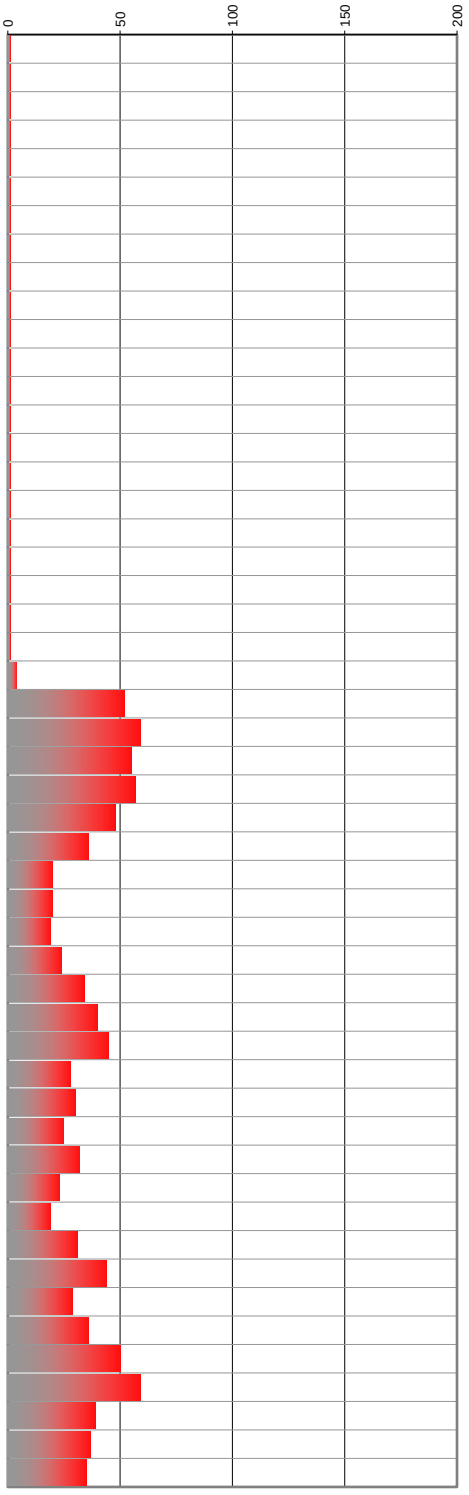
Profundidad m De:	Profundidad m A:	Tiempo s	Descripción del material
0.00	0.25	1	Arena Fina Suelta
0.25	0.50	1	Arena Fina Suelta
0.50	0.75	1	Arena Fina Suelta
0.75	1.00	1	Arena Fina Suelta
1.00	1.25	1	Arena Fina Suelta
1.25	1.50	1	Arena Fina Suelta
1.50	1.75	1	Arena Fina Suelta
1.75	2.00	1	Arena Fina Suelta
2.00	2.25	1	Arena Fina Suelta
2.25	2.50	1	Arena Fina Suelta
2.50	2.75	1	Arena Fina Suelta
2.75	3.00	1	Arena Fina Suelta
3.00	3.25	1	Arena Fina Suelta
3.25	3.50	1	Arena Fina Suelta
3.50	3.75	1	Arena Fina Suelta
3.75	4.00	1	Arena Fina Suelta
4.00	4.25	1	Arena Fina Suelta
4.25	4.50	1	Arena Fina Suelta
4.50	4.75	1	Arena Fina Suelta
4.75	5.00	1	Arena Fina Suelta
5.00	5.25	1	Arena Cementada
5.25	5.50	1	Arena Cementada
5.50	5.75	4	Arena Cementada
5.75	6.00	52	Roca Caliza Media
6.00	6.25	59	Roca Caliza Media
6.25	6.50	55	Roca Caliza Media
6.50	6.75	57	Roca Caliza Media
6.75	7.00	48	Roca Caliza Media
7.00	7.25	36	Roca Caliza Media
7.25	7.50	20	Roca Caliza Suave
7.50	7.75	20	Roca Caliza Suave
7.75	8.00	19	Roca Caliza Suave
8.00	8.25	24	Roca Caliza Suave
8.25	8.50	34	Roca Caliza Media
8.50	8.75	40	Roca Caliza Media
8.75	9.00	45	Roca Caliza Media
9.00	9.25	28	Roca Caliza Suave
9.25	9.50	30	Roca Caliza Suave
9.50	9.75	25	Roca Caliza Suave
9.75	10.00	32	Roca Caliza Media
10.00	10.25	23	Roca Caliza Suave
10.25	10.50	19	Roca Caliza Suave
10.50	10.75	31	Roca Caliza Media
10.75	11.00	44	Roca Caliza Media
11.00	11.25	29	Roca Caliza Suave
11.25	11.50	36	Roca Caliza Media
11.50	11.75	50	Roca Caliza Media
11.75	12.00	59	Roca Caliza Media
12.00	12.25	39	Roca Caliza Media
12.25	12.50	37	Roca Caliza Media
12.50	12.75	35	Roca Caliza Media

CONTINUA

Velocidad de avance cm/s



Gráfica de perforación
Eje X: tiempo (s), eje Y: profundidad (m)



[redacted]

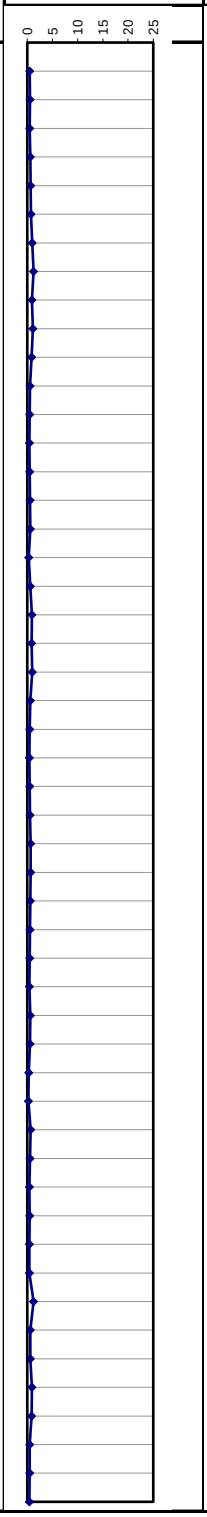
REPORTE DE PERFORACION

Obra:	PUEBLO BONITO	Sondeo No.	SAC 07 (2)
Localización:	PLAYA DEL CARMEN, SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.	N.A.F. (m)	--
Cliente:	LAZKI S.A. DE C.V.	Responsable:	[redacted]
Fecha:	sábado, 23 de febrero de 2019	Operador:	

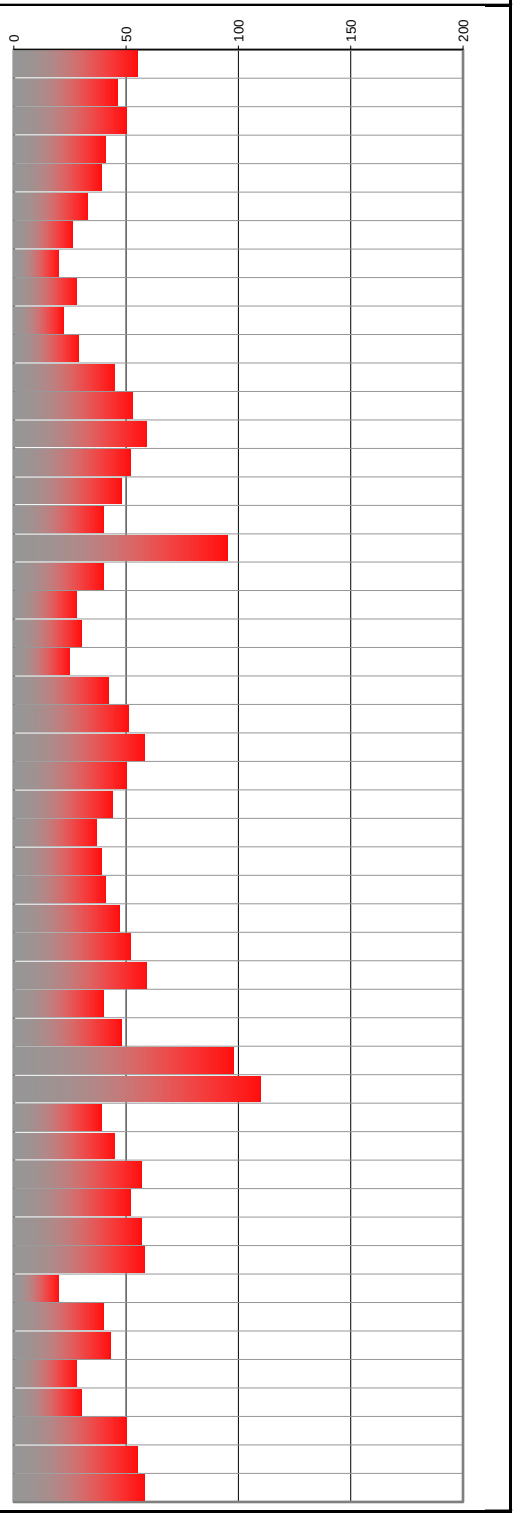
Profundidad m De:	Profundidad m A:	Tiempo s	Descripción del material
12.75	13.00	55	Roca Caliza Media
13.00	13.25	46	Roca Caliza Media
13.25	13.50	50	Roca Caliza Media
13.50	13.75	41	Roca Caliza Media
13.75	14.00	39	Roca Caliza Media
14.00	14.25	33	Roca Caliza Media
14.25	14.50	26	Roca Caliza Suave
14.50	14.75	20	Roca Caliza Suave
14.75	15.00	28	Roca Caliza Suave
15.00	15.25	22	Roca Caliza Suave
15.25	15.50	29	Roca Caliza Suave
15.50	15.75	45	Roca Caliza Media
15.75	16.00	53	Roca Caliza Media
16.00	16.25	59	Roca Caliza Media
16.25	16.50	52	Roca Caliza Media
16.50	16.75	48	Roca Caliza Media
16.75	17.00	40	Roca Caliza Media
17.00	17.25	95	Roca Caliza Dura
17.25	17.50	40	Roca Caliza Media
17.50	17.75	28	Roca Caliza Suave
17.75	18.00	30	Roca Caliza Suave
18.00	18.25	25	Roca Caliza Suave
18.25	18.50	42	Roca Caliza Media
18.50	18.75	51	Roca Caliza Media
18.75	19.00	58	Roca Caliza Media
19.00	19.25	50	Roca Caliza Media
19.25	19.50	44	Roca Caliza Media
19.50	19.75	37	Roca Caliza Media
19.75	20.00	39	Roca Caliza Media
20.00	20.25	41	Roca Caliza Media
20.25	20.50	47	Roca Caliza Media
20.50	20.75	52	Roca Caliza Media
20.75	21.00	59	Roca Caliza Media
21.00	21.25	40	Roca Caliza Media
21.25	21.50	48	Roca Caliza Media
21.50	21.75	98	Roca Caliza Dura
21.75	22.00	110	Roca Caliza Dura
22.00	22.25	39	Roca Caliza Media
22.25	22.50	45	Roca Caliza Media
22.50	22.75	57	Roca Caliza Media
22.75	23.00	52	Roca Caliza Media
23.00	23.25	57	Roca Caliza Media
23.25	23.50	58	Roca Caliza Media
23.50	23.75	20	Roca Caliza Suave
23.75	24.00	40	Roca Caliza Media
24.00	24.25	43	Roca Caliza Media
24.25	24.50	28	Roca Caliza Suave
24.50	24.75	30	Roca Caliza Suave
24.75	25.00	50	Roca Caliza Media
25.00	25.25	55	Roca Caliza Media
25.25	25.50	58	Roca Caliza Media

CONTINUA

Velocidad de avance cm/s



Gráfica de perforación
Eje X: tiempo (s), eje Y: profundidad (m)



[redacted]

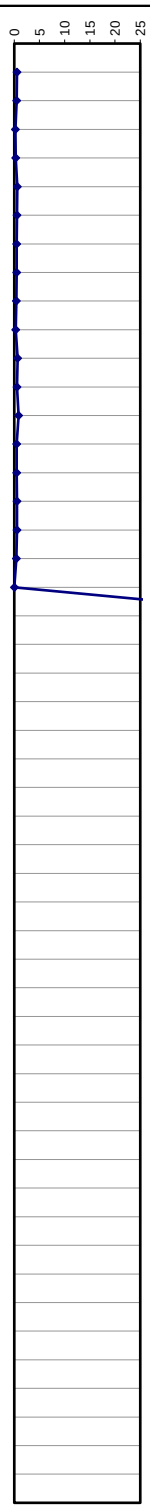
REPORTE DE PERFORACION

Obra:	PUEBLO BONITO	Sondeo No.	SAC 08 (3)
Localización:	PLAYA DEL CARMEN, SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.	N.A.F. (m)	--
Cliente:	LAZKI S.A. DE C.V.	Responsable:	[redacted]
Fecha:	sábado, 23 de febrero de 2019	Operador:	

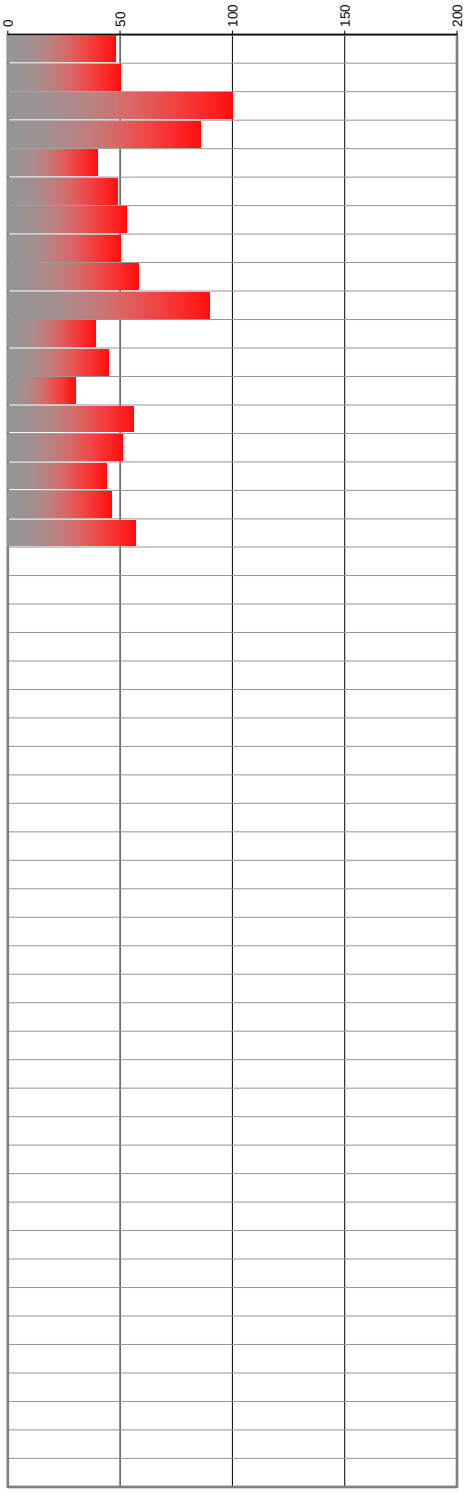
Profundidad m De:	Profundidad m A:	Tiempo s	Descripción del material
25.50	25.75	48	Roca Caliza Media
25.75	26.00	50	Roca Caliza Media
26.00	26.25	100	Roca Caliza Dura
26.25	26.50	86	Roca Caliza Dura
26.50	26.75	40	Roca Caliza Media
26.75	27.00	49	Roca Caliza Media
27.00	27.25	53	Roca Caliza Media
27.25	27.50	50	Roca Caliza Media
27.50	27.75	58	Roca Caliza Media
27.75	28.00	90	Roca Caliza Dura
28.00	28.25	39	Roca Caliza Media
28.25	28.50	45	Roca Caliza Media
28.50	28.75	30	Roca Caliza Suave
28.75	29.00	56	Roca Caliza Media
29.00	29.25	51	Roca Caliza Media
29.25	29.50	44	Roca Caliza Media
29.50	29.75	46	Roca Caliza Media
29.75	30.00	57	Roca Caliza Media

FIN DE SONDEO

Velocidad de avance cm/s



Gráfica de perforación
Eje X: tiempo (s), eje Y: profundidad (m)



[redacted]

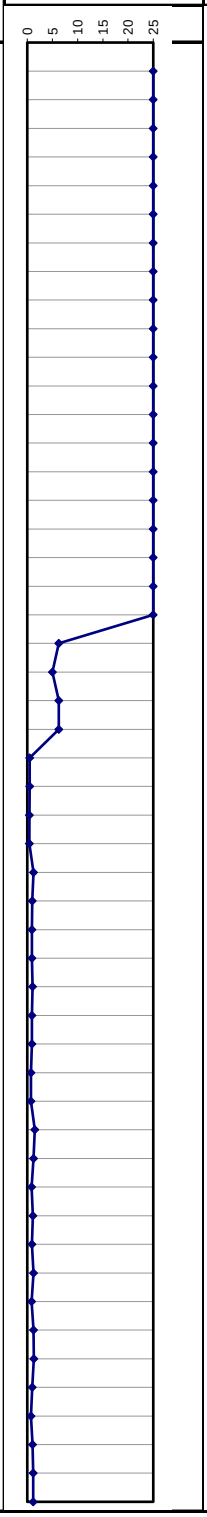
REPORTE DE PERFORACION

Obra:	PUEBLO BONITO	Sondeo No.	SAC 08
Localización:	PLAYA DEL CARMEN, SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.	N.A.F. (m)	--
Cliente:	LAZKI S.A. DE C.V.	Responsable:	[redacted]
Fecha:	sábado, 23 de febrero de 2019	Operador:	

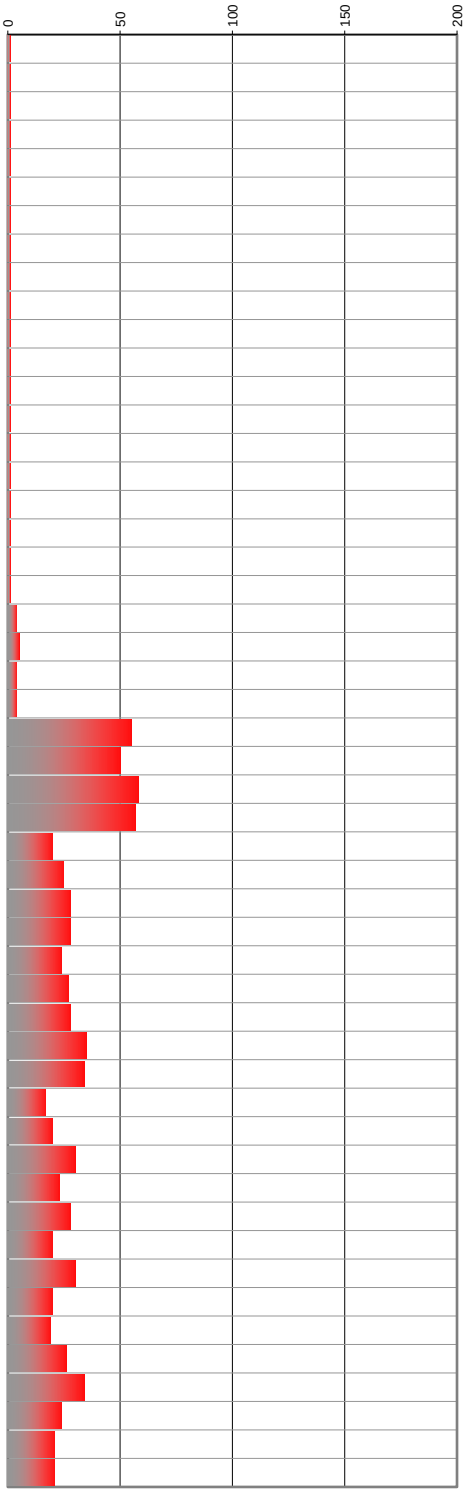
Profundidad m De:	Profundidad m A:	Tiempo s	Descripción del material
0.00	0.25	1	Arena Fina Suelta
0.25	0.50	1	Arena Fina Suelta
0.50	0.75	1	Arena Fina Suelta
0.75	1.00	1	Arena Fina Suelta
1.00	1.25	1	Arena Fina Suelta
1.25	1.50	1	Arena Fina Suelta
1.50	1.75	1	Arena Fina Suelta
1.75	2.00	1	Arena Fina Suelta
2.00	2.25	1	Arena Fina Suelta
2.25	2.50	1	Arena Fina Suelta
2.50	2.75	1	Arena Fina Suelta
2.75	3.00	1	Arena Fina Suelta
3.00	3.25	1	Arena Fina Suelta
3.25	3.50	1	Arena Fina Suelta
3.50	3.75	1	Arena Fina Suelta
3.75	4.00	1	Arena Fina Suelta
4.00	4.25	1	Arena Fina Suelta
4.25	4.50	1	Arena Fina Suelta
4.50	4.75	1	Arena Fina Suelta
4.75	5.00	1	Arena Fina Suelta
5.00	5.25	4	Arena Cementada
5.25	5.50	5	Arena Cementada
5.50	5.75	4	Arena Cementada
5.75	6.00	4	Arena Cementada
6.00	6.25	55	Roca Caliza Media
6.25	6.50	50	Roca Caliza Media
6.50	6.75	58	Roca Caliza Media
6.75	7.00	57	Roca Caliza Media
7.00	7.25	20	Roca Caliza Suave
7.25	7.50	25	Roca Caliza Suave
7.50	7.75	28	Roca Caliza Suave
7.75	8.00	28	Roca Caliza Suave
8.00	8.25	24	Roca Caliza Suave
8.25	8.50	27	Roca Caliza Suave
8.50	8.75	28	Roca Caliza Suave
8.75	9.00	35	Roca Caliza Media
9.00	9.25	34	Roca Caliza Media
9.25	9.50	17	Roca Caliza Suave
9.50	9.75	20	Roca Caliza Suave
9.75	10.00	30	Roca Caliza Suave
10.00	10.25	23	Roca Caliza Suave
10.25	10.50	28	Roca Caliza Suave
10.50	10.75	20	Roca Caliza Suave
10.75	11.00	30	Roca Caliza Suave
11.00	11.25	20	Roca Caliza Suave
11.25	11.50	19	Roca Caliza Suave
11.50	11.75	26	Roca Caliza Suave
11.75	12.00	34	Roca Caliza Media
12.00	12.25	24	Roca Caliza Suave
12.25	12.50	21	Roca Caliza Suave
12.50	12.75	21	Roca Caliza Suave

CONTINUA

Velocidad de avance cm/s



Gráfica de perforación
Eje X: tiempo (s), eje Y: profundidad (m)



[redacted]

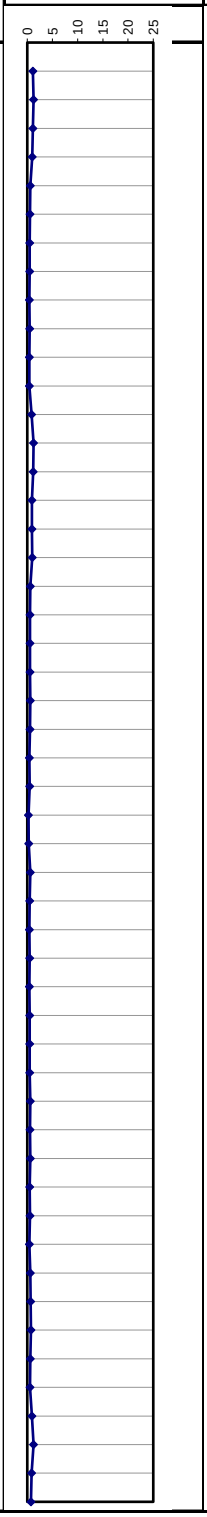
REPORTE DE PERFORACION

Obra:	PUEBLO BONITO	Sondeo No.	SAC 03 (2)
Localización:	PLAYA DEL CARMEN, SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.	N.A.F. (m)	--
Cliente:	LAZKI S.A. DE C.V.	Responsable:	[redacted]
Fecha:	sábado, 23 de febrero de 2019	Operador:	

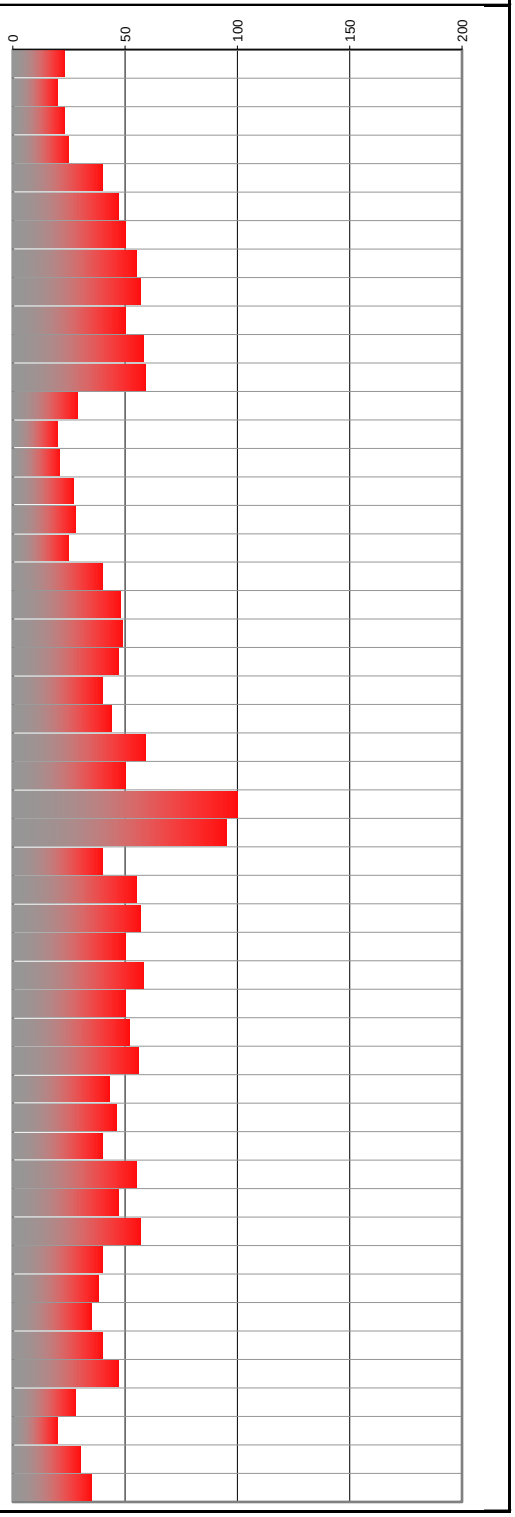
Profundidad m De:	Profundidad m A:	Tiempo s	Descripción del material
12.75	13.00	23	Roca Caliza Suave
13.00	13.25	20	Roca Caliza Suave
13.25	13.50	23	Roca Caliza Suave
13.50	13.75	25	Roca Caliza Suave
13.75	14.00	40	Roca Caliza Media
14.00	14.25	47	Roca Caliza Media
14.25	14.50	50	Roca Caliza Media
14.50	14.75	55	Roca Caliza Media
14.75	15.00	57	Roca Caliza Media
15.00	15.25	50	Roca Caliza Media
15.25	15.50	58	Roca Caliza Media
15.50	15.75	59	Roca Caliza Media
15.75	16.00	29	Roca Caliza Suave
16.00	16.25	20	Roca Caliza Suave
16.25	16.50	21	Roca Caliza Suave
16.50	16.75	27	Roca Caliza Suave
16.75	17.00	28	Roca Caliza Suave
17.00	17.25	25	Roca Caliza Suave
17.25	17.50	40	Roca Caliza Media
17.50	17.75	48	Roca Caliza Media
17.75	18.00	49	Roca Caliza Media
18.00	18.25	47	Roca Caliza Media
18.25	18.50	40	Roca Caliza Media
18.50	18.75	44	Roca Caliza Media
18.75	19.00	59	Roca Caliza Media
19.00	19.25	50	Roca Caliza Media
19.25	19.50	100	Roca Caliza Dura
19.50	19.75	95	Roca Caliza Dura
19.75	20.00	40	Roca Caliza Media
20.00	20.25	55	Roca Caliza Media
20.25	20.50	57	Roca Caliza Media
20.50	20.75	50	Roca Caliza Media
20.75	21.00	58	Roca Caliza Media
21.00	21.25	50	Roca Caliza Media
21.25	21.50	52	Roca Caliza Media
21.50	21.75	56	Roca Caliza Media
21.75	22.00	43	Roca Caliza Media
22.00	22.25	46	Roca Caliza Media
22.25	22.50	40	Roca Caliza Media
22.50	22.75	55	Roca Caliza Media
22.75	23.00	47	Roca Caliza Media
23.00	23.25	57	Roca Caliza Media
23.25	23.50	40	Roca Caliza Media
23.50	23.75	38	Roca Caliza Media
23.75	24.00	35	Roca Caliza Media
24.00	24.25	40	Roca Caliza Media
24.25	24.50	47	Roca Caliza Media
24.50	24.75	28	Roca Caliza Suave
24.75	25.00	20	Roca Caliza Suave
25.00	25.25	30	Roca Caliza Suave
25.25	25.50	35	Roca Caliza Media

CONTINUA

Velocidad de avance cm/s



Gráfica de perforación
Eje X: tiempo (s), eje Y: profundidad (m)



[redacted]

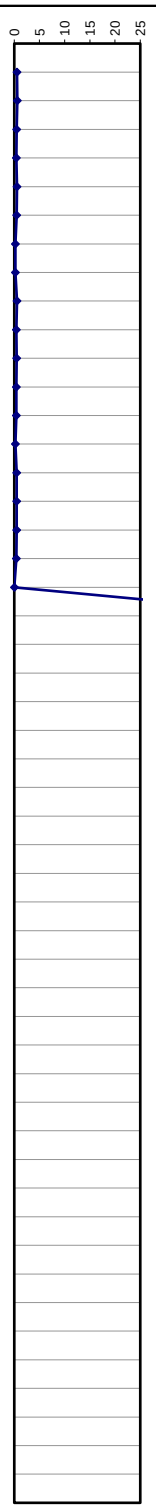
REPORTE DE PERFORACION

Obra:	PUEBLO BONITO	Sondeo No.	SAC 08 (3)
Localización:	PLAYA DEL CARMEN, SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.	N.A.F. (m)	--
Cliente:	LAZKI S.A. DE C.V.	Responsable:	[redacted]
Fecha:	sábado, 23 de febrero de 2019	Operador:	

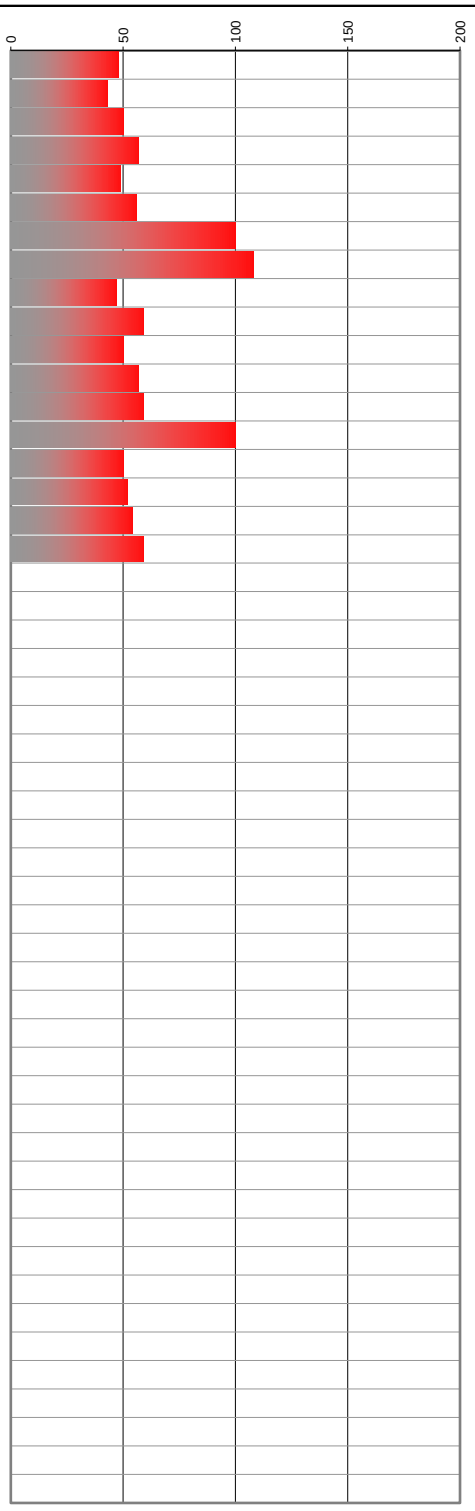
Profundidad m De:	Profundidad m A:	Tiempo s	Descripción del material
25.50	25.75	48	Roca Caliza Media
25.75	26.00	43	Roca Caliza Media
26.00	26.25	50	Roca Caliza Media
26.25	26.50	57	Roca Caliza Media
26.50	26.75	49	Roca Caliza Media
26.75	27.00	56	Roca Caliza Media
27.00	27.25	100	Roca Caliza Dura
27.25	27.50	108	Roca Caliza Dura
27.50	27.75	47	Roca Caliza Media
27.75	28.00	59	Roca Caliza Media
28.00	28.25	50	Roca Caliza Media
28.25	28.50	57	Roca Caliza Media
28.50	28.75	59	Roca Caliza Media
28.75	29.00	100	Roca Caliza Dura
29.00	29.25	50	Roca Caliza Media
29.25	29.50	52	Roca Caliza Media
29.50	29.75	54	Roca Caliza Media
29.75	30.00	59	Roca Caliza Media
		.	

FIN DE SONDEO

Velocidad de avance cm/s



Gráfica de perforación
Eje X: tiempo (s), eje Y: profundidad (m)



[redacted]

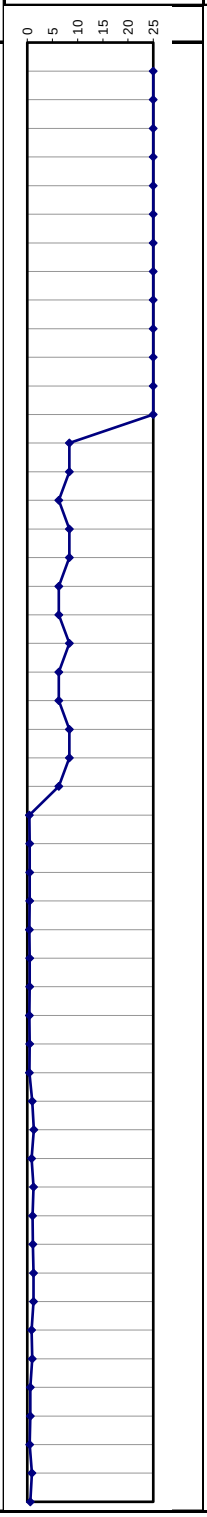
REPORTE DE PERFORACION

Obra:	PUEBLO BONITO	Sondeo No.	SAC 09
Localización:	PLAYA DEL CARMEN, SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.	N.A.F. (m)	--
Cliente:	LAZKI S.A. DE C.V.	Responsable:	[redacted]
Fecha:	viernes, 22 de febrero de 2019	Operador:	

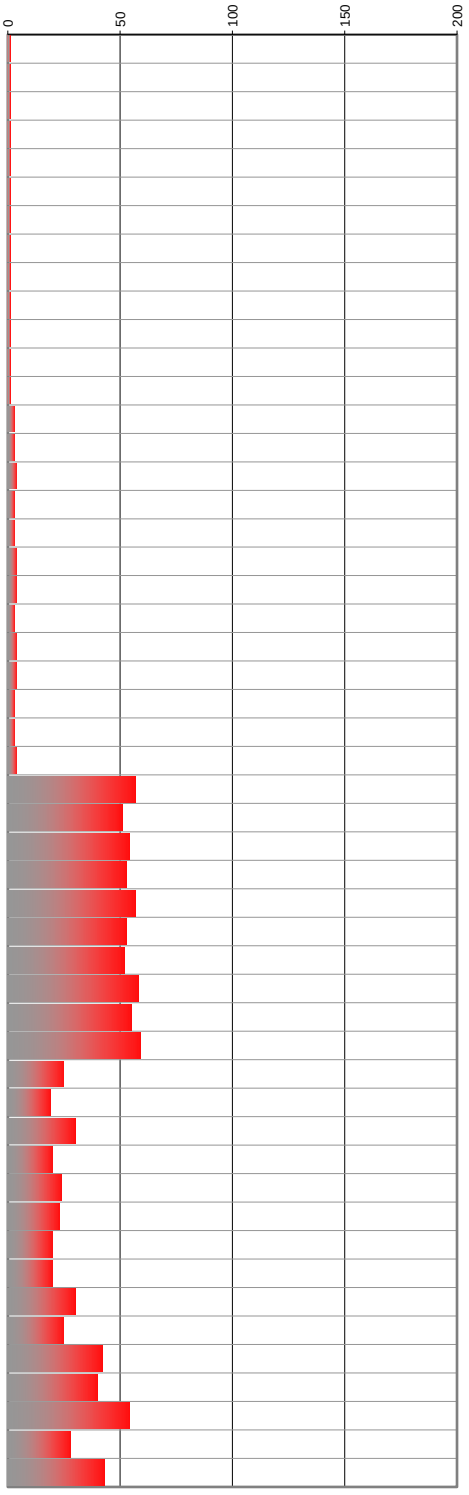
Profundidad m De:	Profundidad m A:	Tiempo s	Descripción del material
0.00	0.25	1	Arena Fina Suelta
0.25	0.50	1	Arena Fina Suelta
0.50	0.75	1	Arena Fina Suelta
0.75	1.00	1	Arena Fina Suelta
1.00	1.25	1	Arena Fina Suelta
1.25	1.50	1	Arena Fina Suelta
1.50	1.75	1	Arena Fina Suelta
1.75	2.00	1	Arena Fina Suelta
2.00	2.25	1	Arena Fina Suelta
2.25	2.50	1	Arena Fina Suelta
2.50	2.75	1	Arena Fina Suelta
2.75	3.00	1	Arena Fina Suelta
3.00	3.25	1	Arena Fina Suelta
3.25	3.50	3	Arena Poco Cementada
3.50	3.75	3	Arena Poco Cementada
3.75	4.00	4	Arena Poco Cementada
4.00	4.25	3	Arena Poco Cementada
4.25	4.50	3	Arena Poco Cementada
4.50	4.75	4	Arena Poco Cementada
4.75	5.00	4	Arena Poco Cementada
5.00	5.25	3	Arena Poco Cementada
5.25	5.50	4	Arena Poco Cementada
5.50	5.75	4	Arena Poco Cementada
5.75	6.00	3	Arena Poco Cementada
6.00	6.25	3	Arena Poco Cementada
6.25	6.50	4	Arena Poco Cementada
6.50	6.75	57	Roca Caliza Media
6.75	7.00	51	Roca Caliza Media
7.00	7.25	54	Roca Caliza Media
7.25	7.50	53	Roca Caliza Media
7.50	7.75	57	Roca Caliza Media
7.75	8.00	53	Roca Caliza Media
8.00	8.25	52	Roca Caliza Media
8.25	8.50	58	Roca Caliza Media
8.50	8.75	55	Roca Caliza Media
8.75	9.00	59	Roca Caliza Media
9.00	9.25	25	Roca Caliza Suave
9.25	9.50	19	Roca Caliza Suave
9.50	9.75	30	Roca Caliza Suave
9.75	10.00	20	Roca Caliza Suave
10.00	10.25	24	Roca Caliza Suave
10.25	10.50	23	Roca Caliza Suave
10.50	10.75	20	Roca Caliza Suave
10.75	11.00	20	Roca Caliza Suave
11.00	11.25	30	Roca Caliza Suave
11.25	11.50	25	Roca Caliza Suave
11.50	11.75	42	Roca Caliza Media
11.75	12.00	40	Roca Caliza Media
12.00	12.25	54	Roca Caliza Media
12.25	12.50	28	Roca Caliza Suave
12.50	12.75	43	Roca Caliza Media

CONTINUA

Velocidad de avance cm/s



Gráfica de perforación
Eje X: tiempo (s), eje Y: profundidad (m)



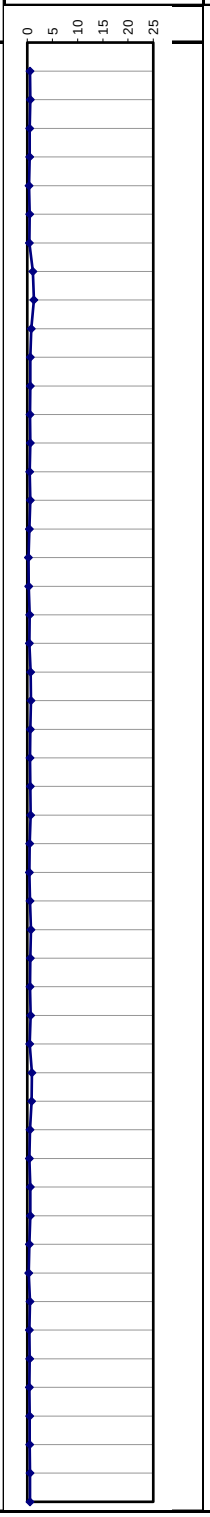
[redacted]

REPORTE DE PERFORACION

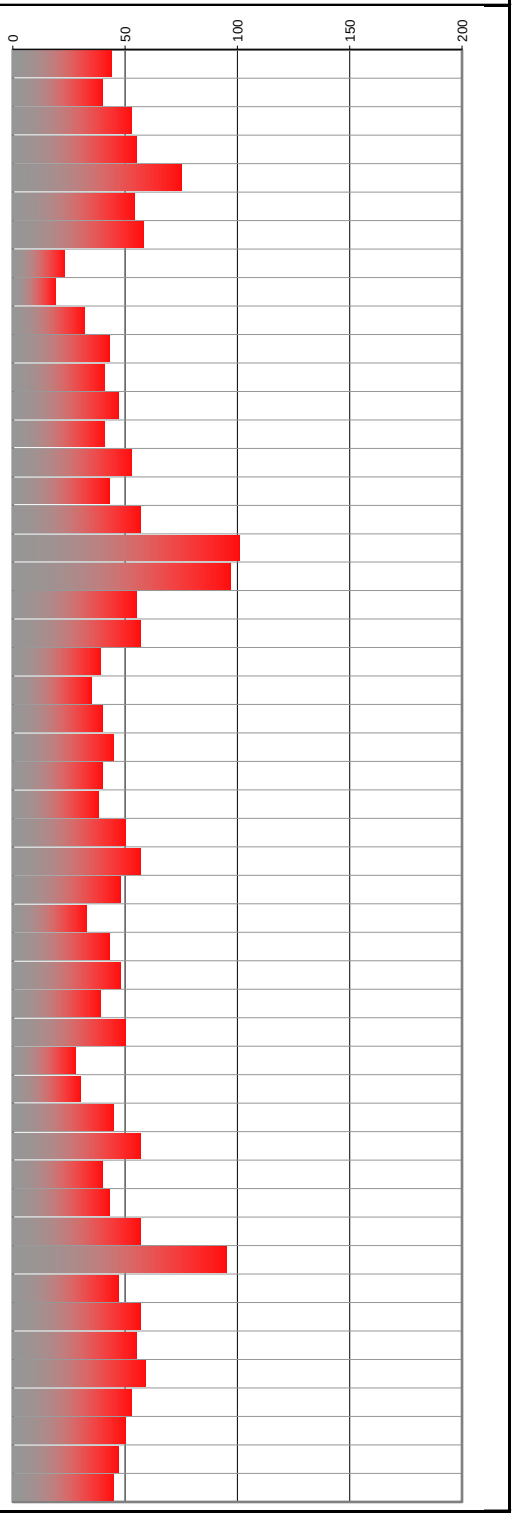
Obra:	PUEBLO BONITO	Sondeo No.	SAC 09 (2)
Localización:	PLAYA DEL CARMEN, SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.	N.A.F. (m)	--
Cliente:	LAZKI S.A. DE C.V.	Responsable:	[redacted]
Fecha:	viernes, 22 de febrero de 2019	Operador:	

Profundidad m De:	Profundidad m A:	Tiempo s	Descripción del material
12.75	13.00	44	Roca Caliza Media
13.00	13.25	40	Roca Caliza Media
13.25	13.50	53	Roca Caliza Media
13.50	13.75	55	Roca Caliza Media
13.75	14.00	75	Roca Caliza Dura
14.00	14.25	54	Roca Caliza Media
14.25	14.50	58	Roca Caliza Media
14.50	14.75	23	Roca Caliza Suave
14.75	15.00	19	Roca Caliza Suave
15.00	15.25	32	Roca Caliza Media
15.25	15.50	43	Roca Caliza Media
15.50	15.75	41	Roca Caliza Media
15.75	16.00	47	Roca Caliza Media
16.00	16.25	41	Roca Caliza Media
16.25	16.50	53	Roca Caliza Media
16.50	16.75	43	Roca Caliza Media
16.75	17.00	57	Roca Caliza Media
17.00	17.25	101	Roca Caliza Dura
17.25	17.50	97	Roca Caliza Dura
17.50	17.75	55	Roca Caliza Media
17.75	18.00	57	Roca Caliza Media
18.00	18.25	39	Roca Caliza Media
18.25	18.50	35	Roca Caliza Media
18.50	18.75	40	Roca Caliza Media
18.75	19.00	45	Roca Caliza Media
19.00	19.25	40	Roca Caliza Media
19.25	19.50	38	Roca Caliza Media
19.50	19.75	50	Roca Caliza Media
19.75	20.00	57	Roca Caliza Media
20.00	20.25	48	Roca Caliza Media
20.25	20.50	33	Roca Caliza Media
20.50	20.75	43	Roca Caliza Media
20.75	21.00	48	Roca Caliza Media
21.00	21.25	39	Roca Caliza Media
21.25	21.50	50	Roca Caliza Media
21.50	21.75	28	Roca Caliza Suave
21.75	22.00	30	Roca Caliza Suave
22.00	22.25	45	Roca Caliza Media
22.25	22.50	57	Roca Caliza Media
22.50	22.75	40	Roca Caliza Media
22.75	23.00	43	Roca Caliza Media
23.00	23.25	57	Roca Caliza Media
23.25	23.50	95	Roca Caliza Dura
23.50	23.75	47	Roca Caliza Media
23.75	24.00	57	Roca Caliza Media
24.00	24.25	55	Roca Caliza Media
24.25	24.50	59	Roca Caliza Media
24.50	24.75	53	Roca Caliza Media
24.75	25.00	50	Roca Caliza Media
25.00	25.25	47	Roca Caliza Media
25.25	25.50	45	Roca Caliza Media

Velocidad de avance cm/s



Gráfica de perforación
Eje X: tiempo (s), eje Y: profundidad (m)



CONTINUA

[redacted]

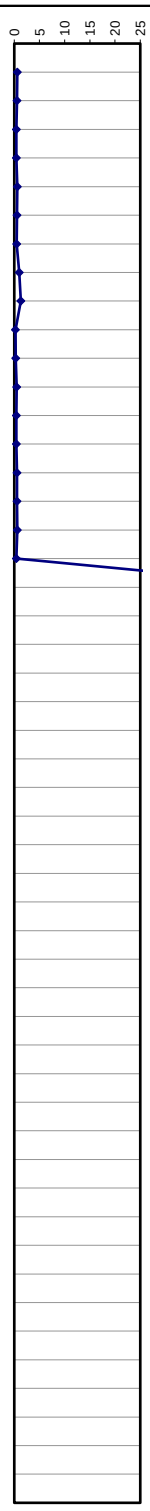
REPORTE DE PERFORACION

Obra:	PUEBLO BONITO	Sondeo No.	SAC 09 (3)
Localización:	PLAYA DEL CARMEN, SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.	N.A.F. (m)	--
Cliente:	LAZKI S.A. DE C.V.	Responsable:	[redacted]
Fecha:	viernes, 22 de febrero de 2019	Operador:	

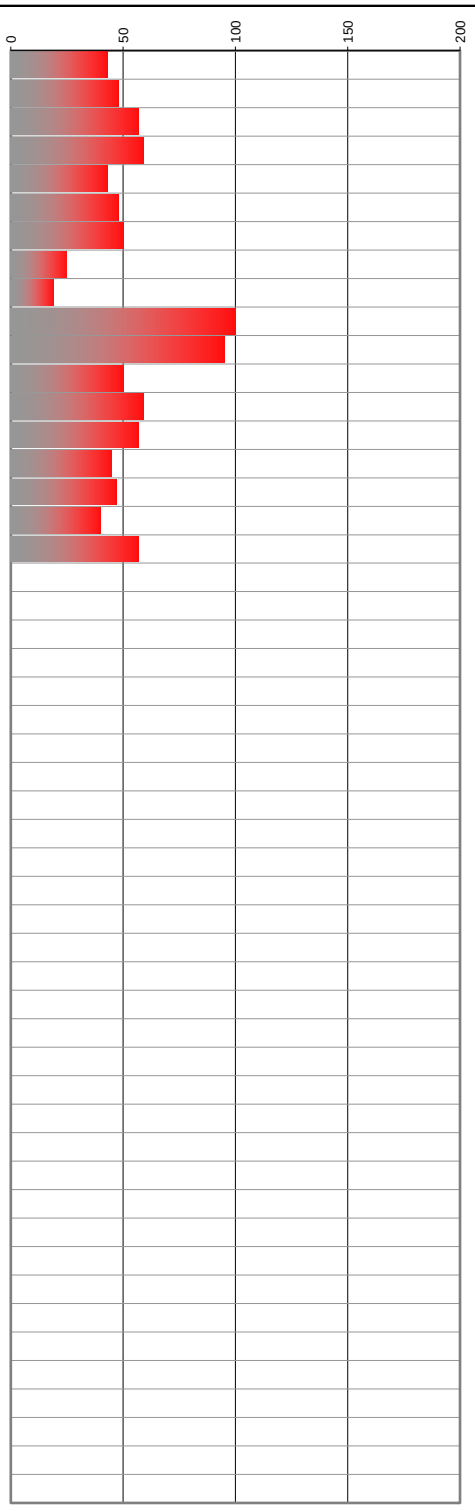
Profundidad m De:	Profundidad m A:	Tiempo s	Descripción del material
25.50	25.75	43	Roca Caliza Media
25.75	26.00	48	Roca Caliza Media
26.00	26.25	57	Roca Caliza Media
26.25	26.50	59	Roca Caliza Media
26.50	26.75	43	Roca Caliza Media
26.75	27.00	48	Roca Caliza Media
27.00	27.25	50	Roca Caliza Media
27.25	27.50	25	Roca Caliza Suave
27.50	27.75	19	Roca Caliza Suave
27.75	28.00	100	Roca Caliza Dura
28.00	28.25	95	Roca Caliza Dura
28.25	28.50	50	Roca Caliza Media
28.50	28.75	59	Roca Caliza Media
28.75	29.00	57	Roca Caliza Media
29.00	29.25	45	Roca Caliza Media
29.25	29.50	47	Roca Caliza Media
29.50	29.75	40	Roca Caliza Media
29.75	30.00	57	Roca Caliza Media

FIN DE SONDEO

Velocidad de avance cm/s



Gráfica de perforación
Eje X: tiempo (s), eje Y: profundidad (m)



[redacted]





Foto No. 1

Vista general del sitio donde se realizara el proyecto denominado:

SONDEO #01

“PUEBLO BONITO”

“LASKI S.A DE C.V”

INSET

[redacted]

Fecha: FEBRERO DEL 2019





Foto No. 1

Vista general del sitio donde se realizara el proyecto denominado:

SONDEO #02

"PUEBLO BONITO"

"LASKI S.A DE C.V"

INSET

[redacted]

Fecha: FEBRERO DEL 2019









Foto No. 1

Vista general del sitio donde se realizara el proyecto denominado:

SONDEO # 03

“PUEBLO BONITO”

“LASKI S.A DE C.V”

INSET

[redacted]

Fecha: FEBRERO DEL 2019





Foto No. 1

Vista general del sitio donde se realizara el proyecto denominado:

SONDEO # 05

“PUEBLO BONITO”

“LASKI S.A DE C.V”

INSET

[redacted]

Fecha: FEBRERO DEL 2019





Foto No. 1

Vista general del sitio donde se realizara el proyecto denominado:

SONDEO # 06

“PUEBLO BONITO”

“LASKI S.A DE C.V”

INSET

[redacted]

Fecha: FEBRERO DEL 2019









Foto No. 1

Vista general del sitio donde se realizara el proyecto denominado:

SONDEO # 07

“PUEBLO BONITO”

“LASKI S.A DE C.V”

INSET

[redacted]

Fecha: FEBRERO DEL 2019



Foto No. 1

Vista general del sitio donde se realizara el proyecto denominado:

SONDEO # 08

“PUEBLO BONITO”

“LASKI S.A DE C.V”

INSET

[redacted]

Fecha: FEBRERO DEL 2019





Foto No. 1

Vista general del sitio donde se realizara el proyecto denominado:

SONDEO # 09

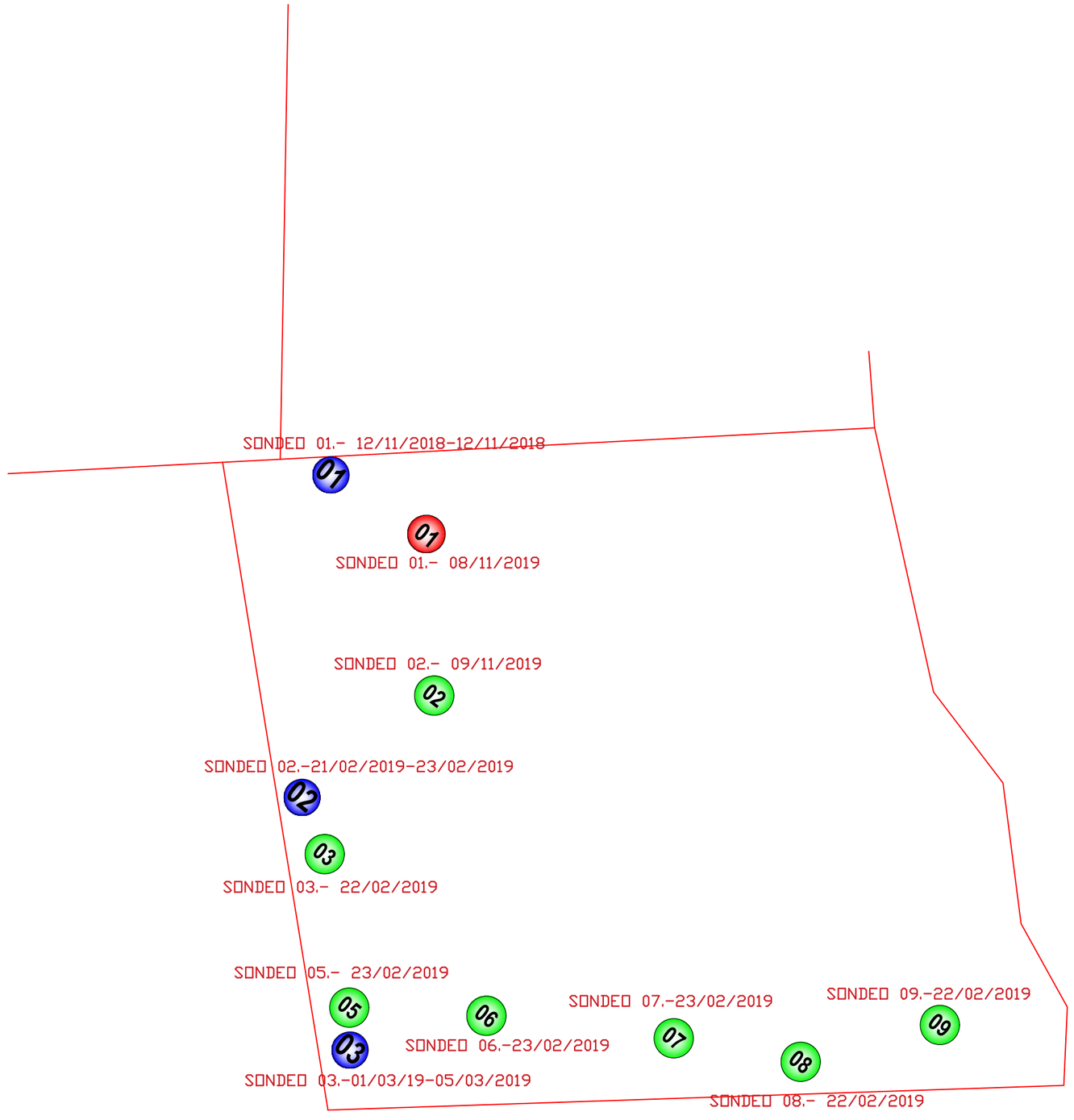
“PUEBLO BONITO”

“LASKI S.A DE C.V”

INSET

[redacted]

Fecha: FEBRERO DEL 2019



INSET

MECANICA DE SUELOS

NORTE

INS-MS-277-2018

PREDIO RIVIERA MAYA

LAZKI S.A. DE C.V.

PLAYA DEL CARMEN, QUINTANA ROO

CROQUIS DE SONDEOS

- SONDEOS EXPLORATORIOS TIPO AVANCE CONTROLADO (SAC)
- SONDEOS EXPLORATORIOS CON PRESENCIA DE CAVIDAD
- SONDEO EXPLORATORIO TIPO MIXTO (SM)

[redacted]

ACOTAMIENTO :	ESCALA :
S.A.	S.E.

TOTAL DE SONDEOS :

11 SONDEOS