

NOVIEMBRE 2021



**DOCUMENTO TECNICO UNIFICADO MODALIDAD B PARTICULAR PARA EL CAMBIO DE USO DE SUELO FORESTAL PROYECTO “PARQUE ECOTURISTICO COSTA MAYA”**

***PROMOVENTE : CORPORATIVO GOBAL CONSTRUCCIONES SOCIEDAD ANONIMA DE CAPITAL VARIABLE A TRAVÉS DE SU ADMINISTRADOR ÚNICO EL C. JESUS GONZÁLO BALCAZAR BERNAL.***

Av. Aaron Merino sobre Calle Jesús Carmichel, Mza 35, Lt 24; Col. Forjadores, Codigo Postal 77025, Ciudad Chetumal, Municipio de Othon P Blanco, Estado de Quintana Roo.



# Indice

## CAPITULO I 18

<b>DATOS GENERALES DEL PROYECTO Y DEL PROMOVENTE .....</b>	<b>18</b>
I.1 DATOS GENERALES DEL PROYECTO .....	19
I.2 DATOS GENERALES DEL PROMOVENTE.....	20
I.3 RESPONSABLE DE LA ELABORACIÓN DEL DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO .....	20

## CAPITULO II 22

<b>DESCRIPCION DEL PROYECTO .....</b>	<b>22</b>
II.1 INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO.....	23
II.2 CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DEL PROYECTO.....	32

## CAPITULO III 109

<b>VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y, EN SU CASO, CON LA REGULACIÓN SOBRE USO DEL SUELO.....</b>	<b>109</b>
CONSTITUCIÓN POLÍTICA DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS.....	110
LEY GENERAL DE EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE .....	111
REGLAMENTO DE LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLOGICO Y LA PROTECCION AL AMBIENTE EN MATERIA DE EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL .....	113
LEY GENERAL DE DESARROLLO FORESTAL SUSTENTABLE .....	115
REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DE DESARROLLO FORESTAL SUSTENTABLE .....	117
LEY GENERAL PARA LA PREVENCIÓN Y GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS.....	119
PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO LOCAL DEL MUNICIPIO DE OTHÓN P. BLANCO .....	119
VESTIGIOS ARQUEOLÓGICOS DETECTADOS Y SU DIAGNÓSTICO POR PARTE DEL INSTITUTO NACIONAL DE ANTROPOLOGÍA E HISTORIA.....	188

## CAPITULO IV 201

<b>DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO .....</b>	<b>201</b>
IV.1 DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO DONDE PRETENDE ESTABLECERSE EL PROYECTO.....	202
IV.2 CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL .....	206

## CAPITULO V 292

<b>IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES .....</b>	<b>292</b>
---	------------

V.1 IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS.....	293
V2. CARACTERIZACION DE LOS IMPACTOS .....	293
V.3 VALORACION DE LOS IMPACTOS.....	295
V.4 CONCLUSIONES .....	326
<b>CAPITULO VI 328</b>	
<b>MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS SOBRE LOS RECURSOS FORESTALES .....</b>	<b>328</b>
VI.1. DESCRIPCIÓN DE LAS MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN .....	329
COLOCACIÓN DE CINTA PRECAUTORIA O MALLA DELIMITADORA.....	332
VI.2 IMPACTOS RESIDUALES .....	334
VI.3. INFORMACIÓN NECESARIA PARA LA FIJACIÓN DE MONTOS PARA FIANZAS .....	346
VI.4. ESTIMACIÓN DEL COSTO DE LAS ACTIVIDADES DE RESTAURACIÓN CON MOTIVO DEL CAMBIO DE USO DEL SUELO.....	347
<b>CAPITULO VII 349</b>	
<b>PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y, EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS .....</b>	<b>349</b>
VII.1. DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL ESCENARIO SIN PROYECTO .....	350
VII.2 DESCRIPCION Y ANÁLISIS DEL ESCENARIO CON PROYECTO .....	350
VII.3 PRONOSTICO AMBIENTAL .....	351
VII.4 DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL ESCENARIO CONSIDERANDO LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN .....	357
VII.5 PROGRAMA DE MANEJO AMBIENTAL .....	360
VII.6 SEGUIMIENTO Y CONTROL .....	361
<b>CAPITULO VIII BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>362</b>
<b>CAPITULO IX IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLOGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN SEÑALADA EN LAS FRACCIONES ANTERIORES.....</b>	<b>369</b>



## Indice de figuras

FIGURA 1.	- MACRO LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO "PARQUE ECOTURISTICO COSTA MAYA" EN EL CONTEXTO GEOGRÁFICO.	19
FIGURA 2.	MAPA DE UBICACIÓN EN EL CONTEXTO DEL POEL O.P.B EN EL ÁREA DE INTERÉS (TOMADO DEL POEL O.P.B EXPEDIDO POR LA SEMA Q.ROO).	24
FIGURA 3.	RASGOS ARQUEOLÓGICOS REGISTRADOS Y PROTEGIDOS POR EL CENTRO INAH QUINTANA ROO EN CONTEXTO CON EL PREDIO "TRES HERMANOS" DONDE SE DESARROLLA EL PROYECTO "PARQUE ECOTURÍSTICO COSTA MAYA".	25
FIGURA 4.	SERVICIOS UBICADOS (A, C) CARRETERA MAHAHUAL-UVERO, AEROPUERTO INTERNACIONAL MAHAHUAL; (B, D) CARRETERA MAHAHUAL-CAFETAL CERCANO A LA ZONA TURÍSTICA DE MAHAHUAL, MUELLE INTERNACIONAL DE CRUCEROS.	26
FIGURA 5.	MACRO LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO "PARQUE ECOTURISTICO COSTA MAYA" EN EL CONTEXTO GEOGRÁFICO.	27
FIGURA 6.	RASGOS GEOGRÁFICOS EN CONTEXTO CON EL PREDIO "TRES HERMANOS" DONDE SE DESARROLLA EL PROYECTO "PARQUE ECOTURÍSTICO COSTA MAYA" DONDE FIGURAN EL ECOSISTEMA DE MANGLAR Y EL MAR CARIBE.	29
FIGURA 7.	SERVICIOS UBICADOS (A, C) CARRETERA MAHAHUAL-UVERO, AEROPUERTO INTERNACIONAL MAHAHUAL; (B, D) CARRETERA MAHAHUAL-CAFETAL CERCANO A LA ZONA TURÍSTICA DE MAHAHUAL, MUELLE INTERNACIONAL DE CRUCEROS.	29
FIGURA 8.	DETALLE DE LA COLUMNA DE FACHADA PRINCIPAL, DIMENSIONES Y MÉTODO CONSTRUCTIVO EMPLEADO.	34
FIGURA 9.	VISTA ACCESO PRINCIPAL DEL PROYECTO "PARQUE ECOTURÍSTICO", SE PUEDE APRECIAR LAS DIMENSIONES DE LAS COLUMNAS DE CARGA 4.00 M POR 2.70 M, ASÍ COMO LA GLORIETA PRINCIPAL QUE CONTIENE UNA PIRÁMIDE SECUNDARIA DE 21.20 M DE DIÁMETRO.	35
FIGURA 10.	FACHADA PRINCIPAL DEL ACCESO SE PUEDEN APRECIAR LAS DIEZ COLUMNAS MONOLÍTICAS, LA ALTURA DE LA FACHA DE 8 METROS POR 78.42 METROS DE LONGITUD Y DOS MUROS A LOS EXTREMOS DE ESTA DE LA MISMA ALTURA Y DOS MUROS DE 21.81 M2 Y 20.7 M2.	36
FIGURA 11.	DIMENSIONES Y ESTRCUTURA DE LA PIRAMIDE SECUNDARIA UBICADA EN EL ACCESO PRINCIPAL.	36

FIGURA 12.	AVENIDA DE ACCESO PRINCIPAL CON GLORIETAS, GUARNICIONES Y CAMELLÓN, 4 PASOS DE AGUA Y 7 REDUCTORES DE VELOCIDAD SEÑALIZADOS PARA EL CRUCE DE FAUNA SILVESTRE. ....	38
FIGURA 13.	DISEÑO DE PASOS DE AGUA, SE LOCALIZAN CRUZANDO LA AVENIDA PRINCIPAL PRESENTAN CADA UNO DOS CABEZALES DE CONCRETO CON UNA APERTURA DE 18" PARA EL LIBRE FLUJO DE AGUA DE ESCORRENTÍA.	38
FIGURA 14.	DETALLE DE LOS REDUCTORES DE VELOCIDAD SE CONTARÁ CON 7 UNIDADES A LO LARGO DE LA AVENIDA PRINCIPAL PARA REDUCIR LA VELOCIDAD DE LOS VEHÍCULOS ASIMISMO SE ENCUENTRAN UBICADOS ANTES Y DESPUÉS DE LAS GLORIETAS Y SEÑALIZADOS PARA FACILITAR EL CRUCE DE FAUNA SILVESTRE. ....	38
FIGURA 15.	DISEÑO DE CONSTRUCCIÓN DE LA PIRÁMIDE PRINCIPAL CON DIMENSIONES DE 53.55 M POR 57.52, CUATRO ESCALINATAS DE 31.70 METROS Y UNA CÚPULA DE 13.50 METROS SIENDO UNA ALTURA TOTAL DE 45.23 METROS, QUE SERVIRÁ COMO ATRACTIVO EN EL RECORRIDO DEL PARQUE ECOTURÍSTICO. ....	39
FIGURA 16.	ACCESO A PIRÁMIDE PRINCIPAL, CONECTA LA AVENIDA PRINCIPAL A LA PIRÁMIDE PARA VISITA Y RECREACIÓN.	39
FIGURA 17.	PIRÁMIDE ATLANTES DE TULA, DE 15.82 X 23.56 M DE BASE, CON 2 PLATAFORMAS, 4 FIGURAS MONOLÍTICAS DE LOS FALTANTES UNA ALTURA DE 4.4 MTS Y UNA ALTURA TOTAL DE 6.75 M. ....	40
FIGURA 18.	PIRÁMIDE ATLANTES DE TULA, DE 15.82 X 23.56 M DE BASE, CON 2 PLATAFORMAS, 4 FIGURAS MONOLÍTICAS DE LOS FALTANTES UNA ALTURA DE 4.4 MTS Y UNA ALTURA TOTAL DE 5.22 M. ....	41
FIGURA 19.	PUERTA MAYA DE 31.16 M DE LARGO, DECORADA CON ORNAMENTOS MAYA CON 2 COLUMNAS MONOLÍTICAS CON UNA ALTURA TOTAL DE 9.70 M. ....	42
FIGURA 20.	MODULO DE BAÑOS, SE ENCUENTRA SEPARADOS EN HOMBRES-MUJERES; EL BAÑO DE MUJERES CONSTA DE 6 SANITARIOS Y 4 LAVABOS, ASIMISMO 3 SANITARIOS, 4 MINGITORIOS Y 4 LAVABOS. ....	42
FIGURA 21.	SISTEMA DE PLANTA DE TRATAMIENTO (PTAR) PROPUESTO PARA EL MANEJO DE LOS MÓDULOS DE SANITARIOS. ....	43
FIGURA 22.	SISTEMA DE TRATAMIENTO QUE INVOLUCRA PROCESOS ANAEROBIOS Y AEROBIOS. ....	44
FIGURA 23.	UBICACIÓN DEL POZO EN RELACIÓN CON EL PROYECTO "PARQUE ECOTURÍSTICO" CERCANO AL PRIMER MÓDULO DE BAÑOS. ....	45
FIGURA 24.	ÁREA DE SENDERO Y DE PRÁCTICA DE YOGA "PROYECTO PARQUE ECOTURÍSTICO". ....	45
FIGURA 25.	SE PRESENTAN LAS OBRAS PROVISIONALES EN CONTEXTO CON EL PROYECTO "PARQUE ECOTURÍSTICO" ASÍ COMO SU UBICACIÓN RESPECTIVA ENTRE ELLAS. ....	47
FIGURA 26.	DETALLE DE LAS OBRAS PROVISIONALES Y LA FUNCIÓN QUE DESEMPEÑARAN DURANTE LA ETAPA DE CONSTRUCCIÓN DEL PROYECTO "PARQUE ECOTURÍSTICO" ....	48

FIGURA 27. ÁREAS PROPUESTAS A CUSTF EN EL PREDIO TRES HERMANOS PARA EL PROYECTO “PARQUE ECOTURÍSTICO COSTA MAYA” .....	75
FIGURA 28. DISEÑO DE LOS SITIOS DE MUESTREO PARA LA PROPUESTA DE CAMBIO DE USO DE SUELO DEL PROYECTO “PARQUE ECOTURÍSTICO COSTA MAYA” .....	76
FIGURA 29. UBICACIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE LOS SITIOS DE MUESTREO. ....	78
FIGURA 30. MEDICIÓN DEL DIÁMETRO NORMAL .....	84
FIGURA 31. MEDICIÓN DE LA ALTURA DE FUSTE LIMPIO. ....	85
FIGURA 32. MEDICIÓN DE LA ALTURA TOTAL .....	85
FIGURA 33. MAPA DE UBICACIÓN EN EL CONTEXTO DEL POEL O.P.B EN EL ÁREA DE INTERÉS (TOMADO DEL POEL O.P.B EXPEDIDO POR LA SEMA Q.ROO). ....	120
FIGURA 34. UBICACIÓN DEL PROYECTO EN LA UGA 156 “COSTA MAYA” DENOTADO COMO UN PUNTO ROJO. 158	
FIGURA 35. ELEMENTOS ARQUEOLÓGICOS Y DE FORMACIONES NATURALES ENCONTRADOS POR EL INAH .	197
FIGURA 36. UBICACIÓN EN LA REGIÓN 33 YUCATÁN ESTE Y EN LA SUBCUENCA XCALAK-EL UVERO COMO ÁREA DE INFLUENCIA DONDE SE VE INMERSO EL PROYECTO “PARQUE ECOTURÍSTICO COSTA MAYA” .....	203
FIGURA 37. UBICACIÓN DEL PREDIO EN EL CONTEXTO DE LAS UGAS 40 Y 49-A PARA DEFINIR EL SISTEMA AMBIENTAL QUE INFLUYE EN EL PROYECTO “PARQUE ECOTURÍSTICO COSTA MAYA” .....	206
FIGURA 38. EL CLIMA EN EL SISTEMA AMBIENTAL ESTÁ CLASIFICADO COMO DE TIPO A (HÚMEDO) W2, LO CUAL LE CONFIERE TEMPERATURAS CÁLIDAS Y AIRE CON UN IMPORTANTE CONTENIDO DE HUMEDAD, ASÍ COMO PRECIPITACIONES IMPORTANTES QUE PERMITE ESTABLECER BAJOS INUNDABLES Y EL DESARROLLO DEL ECOSISTEMA DE MANGLAR. ....	207
FIGURA 39. MAPA DE PRECIPITACIÓN MEDIA ANUAL PARA EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL SISTEMA AMBIENTAL. 208	
FIGURA 40. SUBPROVINCIA FISIGRÁFICA COSTA BAJA DE QUINTANA ROO EN LA CUAL SE UBICA EL PROYECTO “PARQUE ECOTURÍSTICO COSTA MAYA”. ....	211
FIGURA 41. COEFICIENTES DE ESCURRIMIENTO PARA EL SISTEMA AMBIENTAL DONDE SE UBICA EL PREDIO TRES HERMANOS SITIO DONDE SE REALIZARÁ EL CAMBIO DE USO DEL SUELO PARA EL PROYECTO “PARQUE ECOTURÍSTICO COSTA MAYA” .....	212
FIGURA 42. COMPOSICIÓN GEOLÓGICA DE LAS ROCAS DEL PREDIO DE INTERÉS Y ZONAS ALEDAÑAS. FUENTE CONABO, 2014 ELABORADO EN QGIS 3.6. ....	213

FIGURA 43.	TIPOS DE SUELOS LOCALIZADOS EN EL SISTEMA AMBIENTAL, ENTRE LOS CUALES SE ENCUENTRAN LOS REGOSILES CALCÁREOS Y RENDZINA. ....	215
FIGURA 44.	ESTIMACIÓN DE LA EROSIÓN HÍDRICA DEL SUELO EN MÉXICO. TOMADO DE INEGI,2015. ....	217
FIGURA 45.	CUADRO COMPARATIVO DE LA SUPERFICIE AFECTADA POR EROSIÓN SEVERA POR ENTIDAD FEDERATIVA. TOMADO DE BOLAÑOS-GONZALES ET AL., 2016. ....	218
FIGURA 46.	MAPA DE LA REGIONALIZACIÓN DEL FACTOR R (TOMADO DE MONTES-LEÓN, 2011).....	226
FIGURA 47.	PRECIPITACIÓN ANUAL MEDIA EN LA REPÚBLICA MEXICANA DE 1979-2007. TOMADO DE MONTES-LEON,2011.	226
FIGURA 48.	CUADRO DE FACTORES K, DEL SUELO DESARROLLADOS POR LA FAO, 2015 EN EL WRB. ....	229
FIGURA 49.	TIPOS DE USO DEL SUELO Y VEGETACIÓN EN EL SISTEMA AMBIENTAL, DE ACUERDO A LA CARTA TEMÁTICA SERIE VI INEGI. ....	233
FIGURA 50.	DISPOSICIÓN DE LAS PARCELAS ANIDADAS PARA LA REALIZACIÓN DEL INVENTARIO FORESTAL EN EL PREDIO REPRESENTATIVO. ....	235
FIGURA 51.	UBICACIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE LAS PARCELAS PARA REALIZAR EL LEVANTAMIENTO FORESTAL DEL PREDIO.	238
FIGURA 52.	ÍNDICES DE CURVA ESPECIES-ÁREA PARA DETERMINAR EL PORCENTAJE DE REPRESENTATIVIDAD DEL MUESTREO REALIZADO. ....	242
FIGURA 53.	ABUNDANCIA DE LAS ESPECIES ARBÓREAS EN EL PREDIO DE INTERÉS. ....	247
FIGURA 54.	A) DETALLE HOJAS DE T. PAUCIDENTATA, B) FOLIOLOS DE P. PISCIPULA, C) FRUTOS Y HOJAS DE S. CUBENSIS, D) FRUTOS Y HOJAS DE V. GAUMMERI. FOTOS: CICY, 2012; ECOYDS, 2019. ....	248
FIGURA 55.	ESPECIES Y SUS ABUNDANCIAS EN EL ESTRATO ARBUSTIVO REGISTRADAS EN EL PREDIO DE INTERÉS.	249
FIGURA 56.	REGISTRO DE ESPECIES Y SU ABUNDANCIA PARA EL ESTRATO ARBÓREO EN EL PREDIO DE INTERÉS.	251
FIGURA 57.	A) HOJAS DE G. LUCIDA ESPECIE MEJOR REPRESENTADA EN EL ESTRATO HERBÁCEO, B) PLÁNTULA DE G. LUCIDA, C) FRUTOS Y HOJAS DE M. ZAPOTA, D) FOLIOLO DE S. YAPA (ARECACEA) DISTRIBUIDA EN TODA LA ZONA DE ESTUDIO. FOTOS: CONABIO, 201; ECOYDS, 2019. ....	252
FIGURA 58.	FORMULA ÍNDICE DE SHANNON-WIENER .....	254
FIGURA 59.	FORMULA ÍNDICE DE DOMINANCIA DE SIMPSON.....	255
FIGURA 60.	FORMULA ÍNDICE DE EQUIDAD DE PIELOU. ....	255

FIGURA 61.	DENDOGRAMA EN EL CUAL PUEDEN OBSERVARSE EL PORCENTAJE DE SIMILITUD ENTRE SITIOS DE MUESTRO	256
FIGURA 62.	ABUNDANCIA DE MANGLE EN LAS PARCELAS DE ESTUDIO EN EL PREDIO DE INTERÉS ZONA DE MANGLAR.	258
FIGURA 63.	COMPARACIÓN DE LAS ABUNDANCIAS TOTALES EN LAS PARCELAS DE MANGLAR.....	259
FIGURA 64.	TRANSECTOS EMPLEADOS DURANTE EL LEVANTAMIENTO DE FAUNA REALIZADO EN EL PREDIO SUJETO A CUSTF. ....	261
FIGURA 65.	FAUNA OBSERVADA DENTRO DEL PREDIO, EN GRIS MAMÍFEROS, VERDE; REPTILES, ROJO; AVES Y AZUL; CRUSTÁCEOS. ELABORACIÓN: ECOYDS. ....	267
FIGURA 66.	FOTOGRAFÍAS IN SITU DE FAUNA DEL PREDIO DE INTERÉS ATRAÍDAS A LA CÁMARA MEDIANTE CEBO.	267
FIGURA 67.	FAUNA TERRESTRE REGISTRADA EN EL PREDIO Y SU REPRESENTATIVIDAD EN EL PREDIO.....	268
FIGURA 68.	LA IGUANA O TAMBIÉN LLAMADA GARROBO (CTENOSAURA SIMILIS). ....	269
FIGURA 69.	ZOPILOTE SABANERO (C. BURROVIANUS) FECHA ROJA SEÑALANDO PUNTA NEGRA DEL PICO, SEÑA CARACTERÍSTICA EN JUVENILES DE ESTA AVE. FOTO: ECOYDS, CÁMARA TRAMPA. ....	271
FIGURA 70.	C. AURA DETALLE EN ZOOM DEL FLANCO DE CABEZA (COLOR ROJO Y PICO BLANCO CARACTERÍSTICO) B) C.BURROVIANUS DETALLE CABEZA (COLOR CAFÉ Y PICO NEGRO CARACTERÍSTICO). FOTO: ECOYDS.	272
FIGURA 71.	MAZAMA AMERICANA O TAMBIÉN LLAMADO VENADO YUC. FOTOGRAFIA ECOYDS, 2019.....	273

## Indice de tablas

TABLA 1.	DATOS DE COORDENADAS DEL PREDIO. ....	27
TABLA 2.	CUADRO CON COSTOS DE CONSTRUCCIÓN DE LA OBRA.....	30
TABLA 3.	DESCRIPCIÓN OBRAS A REALIZARSE EN EL PROYECTO "PARQUE ECOTURÍSTICO COSTA MAYA" ..	32
TABLA 4.	CARACTERÍSTICAS DEL CONCRETO PERMEABLE.....	36
TABLA 5.	OBRAS PROVISIONALES DEL PROYECTO "PARQUE ECOTURÍSTICO" Y SUS DIMENSIONES.....	46
TABLA 6.	CUADRO DE CONSTRUCCIÓN DE LAS SUPERFICIES SOMETIDAS A CUSTF .....	48
TABLA 7.	COORDENADAS EN SISTEMA (UTM, WGS84, 16Q NORTE), DE LOS SITIOS DE MUESTREO UTILIZADOS DURANTE EL INVENTARIO FORESTAL DENTRO DEL PREDIO DEL PROYECTO.....	77
TABLA 8.	PARÁMETROS UTILIZADOS PARA AL CÁLCULO DE VOLUMEN, (FUENTE: SISTEMA BIOMETICO PARA LA PLANEACIÓN DEL MANEJO FORESTAL SUSTENTABLE DE LOS ECOSISTEMAS CON POTENCIAL MADERABLE EN MÉXICO (QUINTANA ROO). ....	86
TABLA 9.	CALCULO DE VOLUMEN DEL INVENTARIO NACIONAL FORESTAL DEL ESTADO DE CAMPECHE .....	87
TABLA 10.	CÁLCULO DE VOLUMEN DE LAS MATERIAS PRIMAS FORESTALES, POR ESTRATO Y POR ESPECIE ..	88
TABLA 11.	CONSIDERANDO EL NÚMERO DE INDIVIDUOS .....	93
TABLA 12.	CONSIDERANDO EL ÁREA BASAL: .....	93
TABLA 13.	CONSIDERANDO EL VOLUMEN TOTAL ÁRBOL: .....	93
TABLA 14.	CÁLCULO DE VOLUMEN PARA EL MANGLE .....	95
TABLA 15.	RELACIÓN DE LOS REQUERIMIENTOS DE MANO DE OBRA DURANTE LA ETAPA DE CONSTRUCCIÓN DEL PROYECTO "PARQUE ECOTURÍSTICO COSTA MAYA". .....	97
TABLA 16.	PARÁMETROS A MONITOREAR EN LA ETAPA DE OPERACIÓN DEL PROYECTO. ....	98
TABLA 17.	PROGRAMA GENERAL DE TRABAJO PARA LA PREPARACIÓN DEL SITIO Y CONSTRUCCIÓN DEL PROYECTO "PARQUE ECOTURÍSTICO COSTA MAYA COSTA MAYA". ....	101
TABLA 18.	PARÁMETROS A MONITOREAR EN LA ETAPA DE OPERACIÓN DEL PROYECTO. ....	106
TABLA 19.	USOS DE SUELO DE LA UNIDAD DE GESTIÓN AMBIENTAL 40 .....	121
TABLA 20.	TABLA DE CRITERIOS GENERALES QUE LE APLICAN A AMBAS UNIDADES DE GESTIÓN AMBIENTAL	

TABLA 21.	CRITERIOS UGA 40 POEL O.P.B. 2015 .....	136
TABLA 22.	UNIDAD DE GESTIÓN AMBIENTAL 49 Y SUS USOS DE SUELO .....	145
TABLA 23.	CONDICIONES DE LA VEGETACIÓN Y USO DE SUELO .....	146
TABLA 24.	ACCIONES ESPECÍFICAS PARA LA UGA-156.....	158
TABLA 25.	ACCIONES GENERALES QUE LE APLICAN AL PROYECTO “PARQUE ECOTURÍSTICO COSTA MAYA”. 160	
TABLA 26.	LAS ACCIONES ESPECÍFICAS Y SU VINCULACIÓN PARA EL PROYECTO “PARQUE ECOTURÍSTICO COSTA MAYA”. 169	
TABLA 27.	CRITERIOS DE LA ZONA COSTERA INMEDIATA DEL MAR CARIBE.....	182
TABLA 28.	AL PROYECTO LE APLICAN NORMAS OFICIALES MEXICANAS, QUE SERÁN TOMADAS EN CONSIDERACIÓN EN LAS DIVERSAS ETAPAS DEL PROYECTO .....	186
TABLA 29.	INSTRUMENTO NORMATIVO DE APOYO PARA CARACTERIZAR EL SISTEMA AMBIENTAL.....	205
TABLA 30.	RESULTADOS DE LA ESTIMACIÓN DEL MÉTODO DE CLAVOS Y RONDANAS EN 12 SITIOS DE LEVANTAMIENTO EN EL PREDIO SUJETO A CUSTF.....	220
TABLA 31.	REGISTRO DE LOS DATOS PARA EL CALCULO DE LA DENSIDAD APARENTE DEL SUELO BASADOS EN MUESTRAS SISTEMÁTICAS EN EL PREDIO.....	221
TABLA 32.	ECUACIONES REGIONALIZADAS PARA LA REPUBLICA MEXICANA (TOMADO DE BECERRA 1997, MODIFICADO POR MONTES-LEÓN, 2011). .....	227
TABLA 33.	COORDENADAS EN SISTEMA (UTM, WGS84, 16Q NORTE), DE LOS SITIOS DE MUESTREO UTILIZADOS DURANTE EL INVENTARIO FORESTAL DENTRO DEL PREDIO DEL PROYECTO.....	236
TABLA 34.	INDICADORES NO PARAMÉTRICOS COMPARADOS PARA DETERMINAR EL NÚMERO DE ESPECIES ESTIMADAS SEGÚN LA ACUMULACIÓN DE N. ....	242
TABLA 35.	REGISTRO DE ESPECIES Y SUS ABUNDANCIAS REPRESENTATIVAS EN EL PREDIO. ....	244
TABLA 36.	ÍNDICES ECOLÓGICOS DE EQUITATIVIDAD, RIQUEZA Y DOMINANCIA BASADO EN LOS MUESTREOS REALIZADOS EN EL PREDIO. ....	253
TABLA 37.	GRUPOS DE ACUERDO CON EL SIMPER (CONTRIBUCIÓN DE SPP EN LA FORMACIÓN DE GRUPOS) 257	
TABLA 38.	MÉTODOS DE MUESTREO PROPUESTO PARA EL LEVANTAMIENTO FAUNÍSTICO EN EL PREDIO. .	260
TABLA 39.	COORDENADAS DE LOS TRANSECTOS EMPLEADOS EN EL MUESTREO DE FAUNA SILVESTRE. ....	262

TABLA 40.	ESPECIES DE FAUNA REGISTRADOS EN EL PREDIO DE INTERÉS COMO PARTE DE LA CARACTERIZACIÓN IN SITU. ....	264
TABLA 41.	FACTOR K ESTIMADO DE ACUERDO A LA COBERTURA ARBÓREA Y TIPO DE SUELO (IMTA, 1999)	278
TABLA 42.	VOLUMEN ESTIMADO DEL ARBOLADO POR HECTÁREA. ....	279
TABLA 43.	MATRIZ DE CAUSA EFECTO EMPELADA PARA IDENTIFICAR LOS IMPACTOS DE TIPO CUALITATIVOS.	294
TABLA 44.	CRITERIOS DE VALORACIÓN PROPUESTOS PARA EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS DETECTADOS.	296
TABLA 45.	CRITERIOS DE VALORACIÓN DE LOS IMPACTOS. ....	301
TABLA 46.	CRITERIOS DE VALORACIÓN DE LOS IMPACTOS POR REDUCCIÓN DE LA COBERTURA VEGETAL..	303
TABLA 47.	CRITERIOS DE VALORACIÓN DE LOS IMPACTOS POR PERDIDA DEL HÁBITAT. ....	305
TABLA 48.	CRITERIOS DE VALORACIÓN DE LOS IMPACTOS POR PERDIDA DEL SUELO.....	306
TABLA 49.	CRITERIOS DE VALORACIÓN DE LOS IMPACTOS POR SUSPENSIÓN DE PARTICULAS. ....	308
TABLA 50.	CRITERIOS DE VALORACIÓN DE LOS IMPACTOS POR REDUCCIÓN DE LA CALIDAD VISUAL DEL PAISAJE	310
TABLA 51.	CRITERIOS DE VALORACIÓN DE LOS IMPACTOS POR PERTURBACIÓN DEL HÁBITAT. ....	311
TABLA 52.	CRITERIOS DE VALORACIÓN DE LOS IMPACTOS POR CONTAMINACIÓN AMBIENTAL POR RESIDUOS.	313
TABLA 53.	CRITERIOS DE VALORACIÓN DE LOS IMPACTOS POR CONTAMINACIÓN POR RUIDOS. ....	315
TABLA 54.	CRITERIOS DE VALORACIÓN DE LOS IMPACTOS POR REDUCCIÓN DE LOS SERVICIOS AMBIENTALES.	317
TABLA 55.	CRITERIOS DE VALORACIÓN DE LOS IMPACTOS POR DERRAMA ECONÓMICA. ....	318
TABLA 56.	CRITERIOS DE VALORACIÓN DE LOS IMPACTOS POR GENERACIÓN DE EMPLEOS.....	320
TABLA 57.	JERARQUIZACIÓN DE CRITERIOS DE VALORACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES.....	324
TABLA 58.	CLASIFICACION DEL IMPACTO AMBIENTAL GENERADO .....	325
TABLA 59.	MONTOS PARA FIANZAS.....	346
TABLA 60.	COSTO DE LAS ACTIVIDADES DE RESTAURACIÓN CON MOTIVO DEL CAMBIO DE USO DEL SUELO.	348
TABLA 61.	PRONÓSTICO AMBIENTAL A CORTO PLAZO A NIVEL PREDIAL Y PAISAJE.....	351



**TABLA 62. POSIBLES ESCENARIOS DESDE EL PUNTO DE VISTA: SIN PROYECTO, CON PROYECTO (CON Y SIN MEDIDAS DE MITIGACIÓN). ..... 357**

# **CAPITULO I**

## **DATOS GENERALES DEL PROYECTO Y DEL PROMOVENTE**

## I.1 Datos Generales del proyecto

### I.1.1 Nombre del proyecto

El proyecto se denomina "PARQUE ECOTURISTICO COSTA MAYA"

### I.1.2 Ubicación del proyecto

El proyecto se ubicará en el predio denominado "Tres hermanos" ubicado en el municipio de Othón Pompeyo Blanco sobre la carretera Mahahual-Uvero a un costado a 2,500 m del aeropuerto regional de Mahahual y a 4,100 m del muelle internacional de cruceros; con clave catastral número: 1523 con una superficie de 27-45-04.12 Hectáreas.

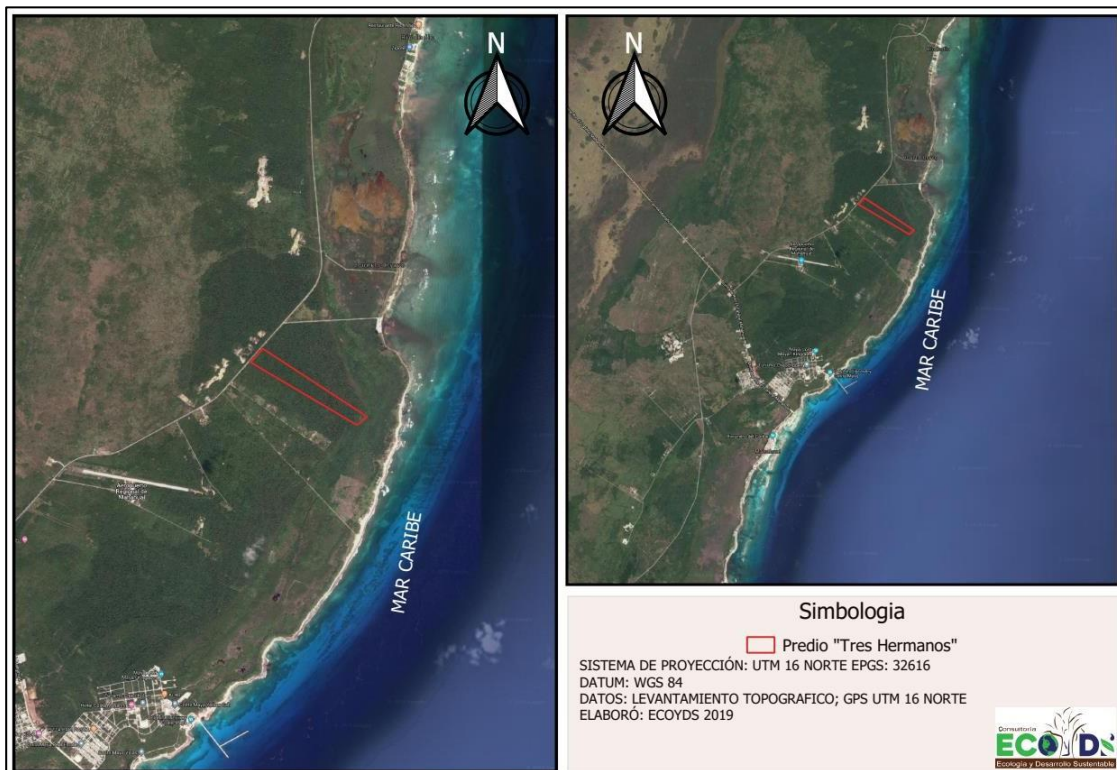


Figura 1. - Macro localización del proyecto "PARQUE ECOTURISTICO COSTA MAYA" en el contexto geográfico.

### I.1.3 Duración del proyecto

La duración del proyecto puede dividirse en dos etapas; la construcción de este se estima en un lapso de 20 meses contados a partir de la obtención de los permisos ambientales, y la etapa de funcionamiento es indeterminada puesto que tendrá un mantenimiento a lo largo de su periodo de vida.

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

### **I.2.1 Nombre o Razón Social**

CORPORATIVO GOBAL CONSTRUCCIONES SOCIEDAD ANONIMA DE CAPITAL VARIABLE

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

RFC CGC170828DC5

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

Sr. Jesús Gonzalo Balcázar Bernal

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

Av. Aaron Merino sobre Calle Jesús Carmichel, Mza 35, Lt 24; Col. Forjadores, Chetumal,

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 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 unificado en materia de impacto ambiental**

MMZC. Alicia del Socorro Coronado Avila con Cedula Profesional 11080934

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

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

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

### **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 la ejecución de uso de suelo**

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

### I.3.5 Nombre de los participantes en la elaboración del documento técnico unificado

MMZC. Alicia del Socorro

elaboración de cartografía

elaboración de los escenar

MMZC. Gregorio Poot Me

cartografía, medidas de compensación y mitigación de impactos, así como la elaboración de los escenarios ambientales del presente documento, recolección de información.

Br Ramón Adrian Cardenas Feliciano, quien participo en la descripción de las obras del proyecto.

Br Jose Antonio Medina Rejon, quien participo en la elaboración de sistema ambiental y planes de manejo de residuos.

Br Emilio Arturo Pérez León, quien participo en la elaboración de monitoreo de flora y fauna del proyecto.

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

## **CAPITULO II**

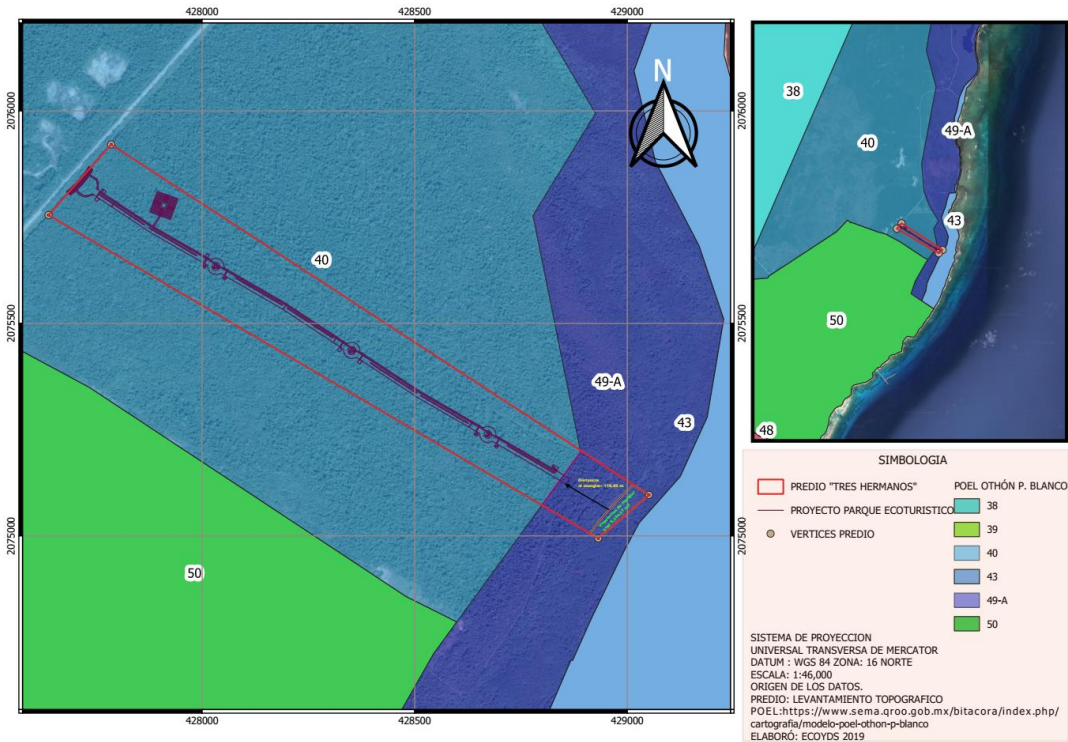
### **DESCRIPCION DEL PROYECTO**

# II.1 Información General del proyecto

## II.1.1 Naturaleza del proyecto

La naturaleza del proyecto es la construcción y operación de un acceso principal a modo de “Parque ecoturístico Costa Maya” que incluye una fachada principal a modo de columnas monolíticas con pergolado de madera, un camino como acceso principal, una escultura en forma de pirámide de tipo “Maya”, otra de mayor tamaño de tipo replica de la pirámide del Templo Mayor, Pirámide de los Atlantes de Tula, Pirámide de las calaveras, una puerta Maya, un área para practica de yoga, así como dos módulos de baños y una planta de tratamiento para la limpieza de las aguas negras generadas acorde a la NOM-001-SEMARNAT-1996.

Cabe mencionar que dicho proyecto esta propuesto en una superficie de **274,504.12 m<sup>2</sup>** la cual se ve intervenida por la delimitación del instrumento normativo ambiental POEL Othón P. Blanco vigente 2015 en las UGAS (Unidades de Gestión ambiental 40 Y 49-A las cuales les asignan un uso del suelo por medio del desmonte de un 10% y 1% respectivamente para las obras proyectadas (Figura 2).



*Figura 2. Mapa de ubicación en el contexto del POEL O.P.B en el área de interés (Tomado del POEL O.P.B expedido por la SEMA Q.ROO).*

De igual manera es de importancia el mencionar que en el predio se encuentran vestigios de la civilización Maya correspondientes al periodo Posclásico de 1200 – 1546 d.c identificados como estructuras 65, 69, 72, 73 y 78 de acuerdo al expediente de resolutive de visto bueno del Centro INAH Quintana Roo DIRQR/401.3S.17.2\_2020/380 Expediente B-20 (P.E. Costa Maya) los cuales forman parte de un extenso asentamiento humano que no se limita al predio sino que ocupa una enorme área de influencia en el área costera de Mahahual.

Cabe mencionar que dichos monumentos arqueológicos ya han sido registrados, delimitados y protegidos por personal adscrito al centro INAH Quintana Roo y una vez realizados estos trabajos de protección (según especificaciones en el oficio DIRQR/401.3S.17.2\_2020/355) en el predio antes mencionado se ha procedido a la liberación del área restringida de 650 a 1050 m una vez observado que el proyecto “Parque Ecoturístico Costa Maya” no interfiere con el perímetro establecido de salvamento de 10 metros de diámetro alrededor de dichos monumentos arqueológicos” (Figura 3).

Finalmente, el uso actual del terreno forestal se proyecta la intervención para CUSTF (Cambio de uso del suelo en terrenos forestales) de una superficie de desmonte en la UGA 40 de **24,815.04** m<sup>2</sup> equivalente al 10% y de **257.95** m<sup>2</sup> que corresponden al 1% acorde al instrumento normativo vigente en materia ambiental.



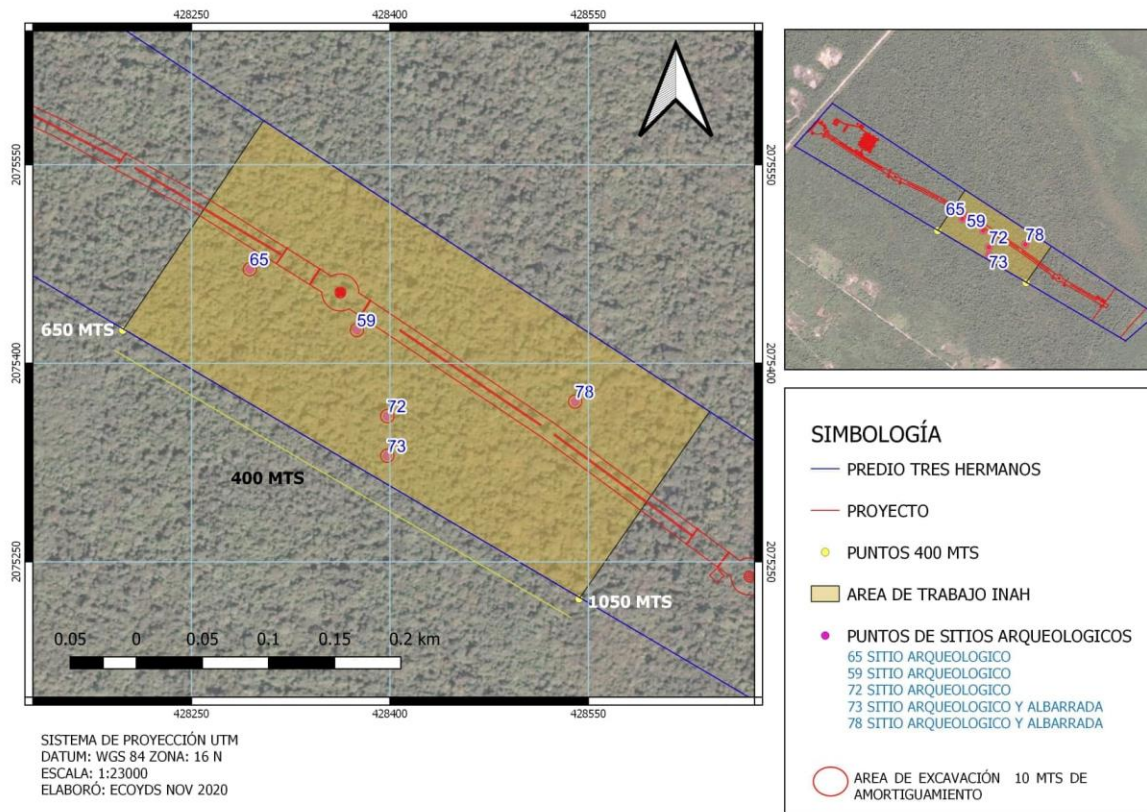


Figura 3. Rasgos arqueológicos registrados y protegidos por el Centro INAH Quintana Roo en contexto con el predio “Tres hermanos” donde se desarrolla el proyecto “Parque ecoturístico Costa Maya”.

### II.1.2 Objetivo del proyecto

El proyecto propuesto contempla la construcción y operación de un parque de tipo ecoturístico el cual tiene como propósito servir de atractivo hacia turistas locales, nacionales e internacionales durante su estancia en la localidad de Mahahual, esto basándose en su relativa cercanía con el aeropuerto internacional de Mahahual, el puerto de cruceros internacional de Mahahual y el desarrollo turístico convencional de Costa Maya ubicado en la misma localidad (Figura 4)



Figura 4. Servicios ubicados (A, C) carretera Mahahual-Uvero, Aeropuerto internacional Mahahual; (B, D) Carretera Mahahual-Cafetal cercano a la zona turística de Mahahual, Muelle internacional de cruceros.

### II.1.3 Ubicación física

Para acceder al predio se puede tomar la Carretera Federal 307 Cafetal-Mahahual, hasta llegar al entronque Mahahual-Uvero a 3976 metros hacia Uvero, a un costado a 2,500 metros del aeropuerto regional de Mahahual y a 4,100 metros del Muelle internacional de Cruceros.

El proyecto se ubicará en el predio denominado “Tres hermanos” ubicado en el municipio de Othón Pompeyo Blanco sobre la carretera Mahahual- Uvero a un costado a 2,500 metros del aeropuerto regional de Mahahual y a 4,100 metros del Muelle internacional de Cruceros; con clave catastral número: 1523 con una superficie de 27-45-04.12 Hectáreas (Figura 5)

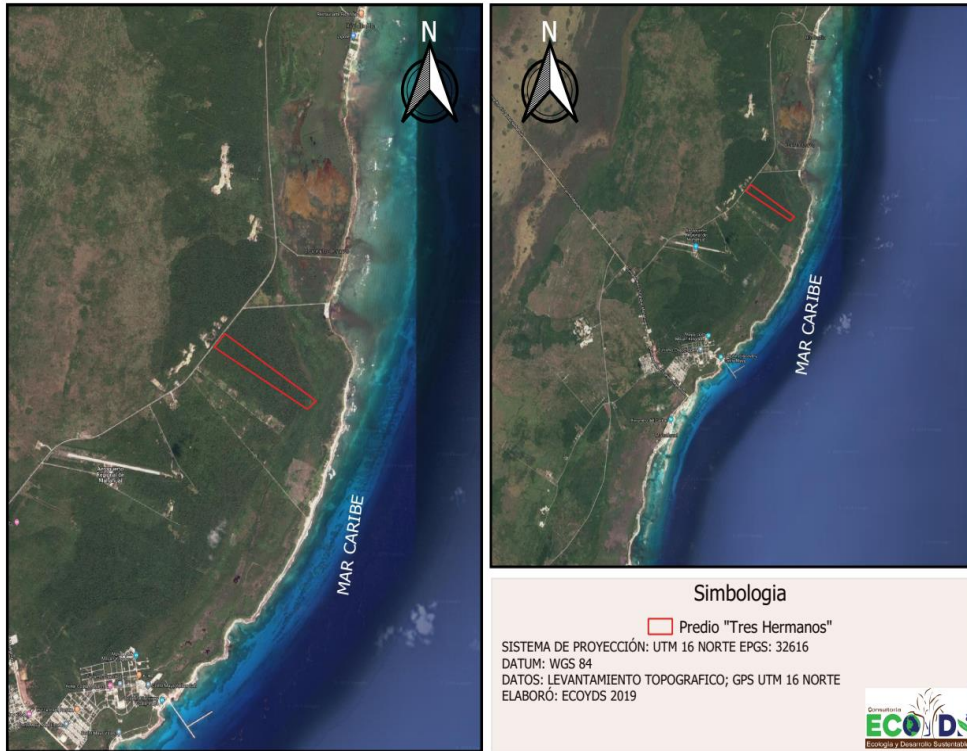


Figura 5. Macro localización del proyecto "PARQUE ECOTURISTICO COSTA MAYA" en el contexto geográfico.

A continuación, se presenta el cuadro de construcción del polígono del predio "Tres hermanos" donde se llevará a cabo el proyecto "Parque ecoturístico Costa Maya" (Tabla 1). Presentando una superficie de 274,504.12 m<sup>2</sup>.

Tabla 1. Datos de coordenadas del predio.

LADO		RUMBO						DISTANCIA	V	COORDENADAS	
										X	Y
EST	PV										
3	4	N	56 °	53 '	46.83 "	W	1,509.77	1	429050.7449	2075096.7684	
4	1	S	41 °	34 '	56.77 "	W	222.19	2	427786.1187	2075921.2829	
1	2	S	59 °	32 '	06.54 "	E	1,500.00	3	427638.6519	2075755.0844	



2	3	N	49 °	23 '	13.32 "	E	157.00	4	429050.7449	2074994.5699
---	---	---	------	------	---------	---	--------	---	-------------	--------------

De acuerdo con el Programa de Ordenamiento Ecológico Local del municipio de Othón Pompeyo Blanco del 7 de octubre 2015 vigente; el predio "Tres hermanos" se ubica en dos Unidades de Gestión Ambiental; la primera denominada (UGA 40) denominada Corredor biológico de Costa Maya el cual presenta una Política Ambiental es de Protección, la segunda UGA es la denominada (UGA 49-A) Manglares de Costa Maya con una política de Restauración.

En lo que respecta a alguna área natural protegida estatal o federal cercana no existen áreas naturales en el área de influencia.

El predio se ubica en un área de vegetación de selva mediana subperennifolia, en la Unidad de Gestión ambiental 40 con un 90.40% del predio en dicha UGA y un 9.60 % de este en la UGA 49-A por lo tanto existe vegetación de mangle a una distancia de 116.13 metros de las obras propuestas y el mangle ocupa un área de 5,394.37 m<sup>2</sup>. (Figura 6).

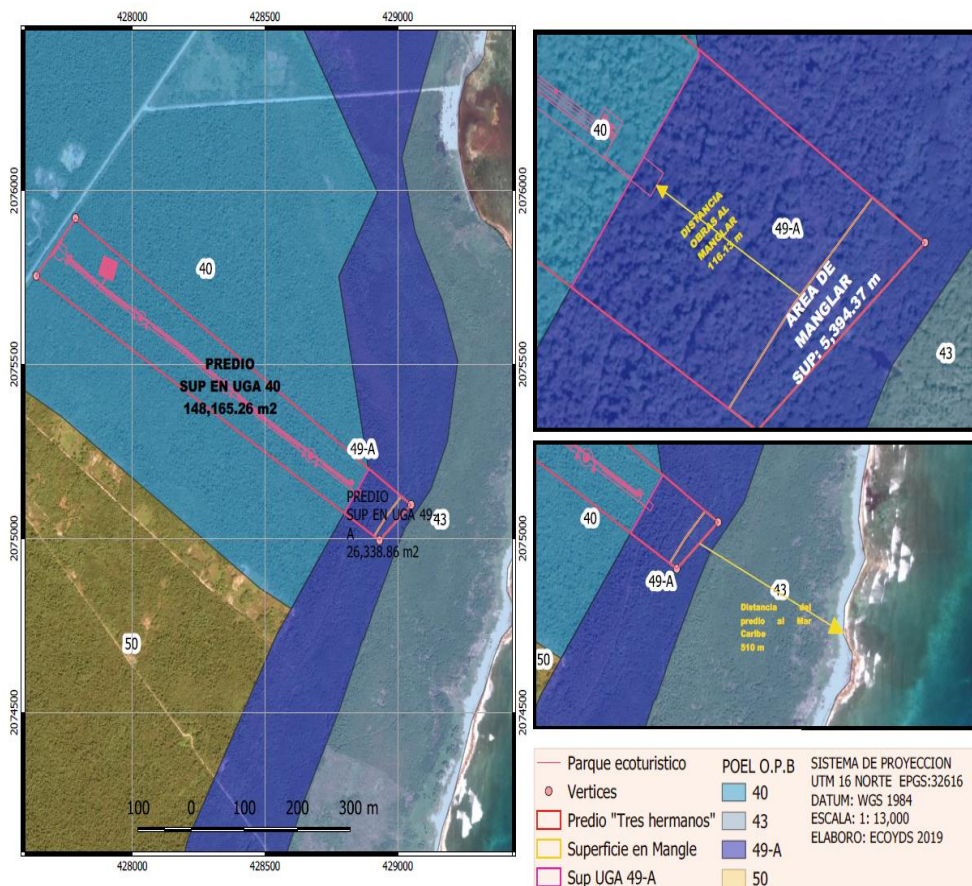


Figura 6. Rasgos geográficos en contexto con el predio “Tres hermanos” donde se desarrolla el proyecto “Parque ecoturístico Costa Maya” donde figuran el ecosistema de manglar y el Mar Caribe.

Asimismo, el predio en su límite Este se encuentra a 510 metros del Mar Caribe siendo estos sus principales rasgos geográficos predominantes.

#### II.1.4 Urbanización del área y descripción de servicios requeridos

El proyecto de Parque Ecoturístico Costa Maya Costa Maya se encuentra a 2,500 m del aeropuerto regional de Mahahual y a 4,100 m del muelle internacional de cruceros.



Figura 7. Servicios ubicados (A, C) carretera Mahahual-Uvero, Aeropuerto internacional Mahahual; (B, D) Carretera Mahahual-Cafetal cercano a la zona turística de Mahahual, Muelle internacional de cruceros.

#### II.1.5 Inversión requerida

Por otro lado, se tiene que la construcción de las obras del proyecto requiere de una inversión aproximada de **\$400'000,000.00** (son cuatrocientos millones de pesos 00/100 M.N.), misma que se destinará a la compra de materiales de construcción, a la contratación de mano de obra, pago de permisos diversos, y la construcción misma de las obras.

Tabla 2. Cuadro con costos de construcción de la obra

CLAVE	Descripción de la actividad	Costos
	<b>GASTOS EN GENERAL</b>	
	<b>Gastos de construcción.</b>	
G-A	ACCESO PRINCIPAL	\$7,972,123.62
G-B	MUROS DE COLINDADIA	\$6,503,032.25
G-C	FACHADA DE ACCESO PRINCIPAL	\$10,010,238.30
G-D	CASETA DE VIGILANCIA	\$921,344.37
G-E	AVENIDA PRINCIPAL	\$97,735,528.88
G-F	CALLES SECUNDARIAS	
	<b>APORT. AREAS COMUNES (35%)(PLUSVALIA)</b>	
G-2	PARQUE COSTA MAYA	\$82,731,628.46
G-3	MUSEO COSTA MAYA	\$32,705,666.28
G-4	Cercado perimetral (muro o arbusto)	\$8,000,000.00
G-5	Casa club (gymnacio, spa)	
G-6	Equipamiento casa club	
G-7	TERRENO DE CASA CLUB	\$6,500,000.00
	TOTAL	\$195,360,914.78
	COSTO DE TERRENO	
G-10	Costo terreno fijado LAS PARTES	\$60,000,000.00
G-11	Comision inmobiliaria	\$2,400,000.00
G-12	Escrituración	\$3,600,000.00
G-13	Indirectos generales busqueda	\$600,000.00
G-14	Gastos extras de escrituración	\$1,200,000.00
		\$67,800,000.00
	Costo por m2 del terreno	
	Presio en USD	
	Gastos de proyecto y permisos	
	Proyecto, permisos y tramites	\$35,313,077.31
G-15	Anteproyecto Arq. General (1.6%)	\$5,016,820.62
G-16	Complemento Proyecto ejecutivo (2.4%)	\$7,525,230.92
	(arquitectonicos, ingenieria, mec. De suelos, topografía.)	
G-17	Proyecto de marqueting.	
	(videos, locaciones, pagina web, redes sociales, productos, fotografía, modelos, diseño)	\$3,135,512.88
g-19	Impacto ambiental vialidad principal (etapa 1)	\$750,000.00

G-20	Gastos y comisiones impacto ambiental (etapa 1)	\$2,500,000.00
G-21	Impacto ambiental proyecto vivienda (etapa 2)	
G-22	Gastos y comisiones impacto ambiental (etapa 2)	
G-23	Licencias de impacto ambiental (etapa 1)	\$2,000,000.00
G-24	Licencia obra vialidades (etapa 1)	\$6,000,000.00
G-25	Comisión licencia obra viaidades (etapa 1)	\$2,500,000.00
G-26	Comisión cambio de uso de suelo (etapa 2)	
G-27	Licencia de uso de suelo (etapa 2)	
	<b>SUB TOTAL</b>	<b>\$29,427,564.42</b>
	Indirectos GOBAL 12%	\$3,531,307.73
	Utilidad GOBAL 8%	\$2,354,205.15
	<b>TOTAL</b>	<b>\$35,313,077.31</b>
G-29	<b>GASTOS DE NOTARIAS</b>	<b>\$10,000,000.00</b>
	<b>OTROS GASTOS</b>	<b>\$54,963,430.84</b>
G-30	FINANCIAMIENTO	\$50,963,430.84
G-31	GASTOS FIDUSUARIOS (BANCOS, FIDUSUARIAS)	\$4,000,000.00
	<b>COSTO TOTAL</b>	<b>\$400,000,000.00</b>

Asimismo, se tiene que la operación del **Parque ecoturístico Costa Maya**, así como de las obras de equipamiento del proyecto, requerirán de mantenimiento periódico, lo que propiciará la generación de empleos temporales a lo largo de toda la vida útil del proyecto. De manera general se requerirá el servicio de plomeros, electricistas, personal de limpieza, albañiles, y cualquier otro trabajador acorde a las necesidades del proyecto. También se debe considerar que los servicios prestados por el parque en la localidad de Mahahual permitirán detonar las ramas turísticas en la zona al brindar una excelente opción para las actividades de fotografía, paisajismo, deportivas y de senderismo.

Por todo lo anterior, resulta importante la construcción del Parque ecoturístico Costa Maya, para ofertar servicios recreativos de calidad para satisfacer la creciente demanda de la población visitante nacional e internacional hacia la localidad. Con infraestructura de buena calidad y servicios básicos aptos para una calidad de vida óptima.

## II.2 Características particulares del Proyecto

### II.2.1 Dimensiones del proyecto

La obra (Tabla 3), consiste en un acceso principal a modo de “Parque ecoturístico Costa Maya” que incluye una fachada principal a modo de columnas monolíticas con pergolado de madera, un camino como acceso principal, una escultura en forma de pirámide de tipo “Maya”, otra de mayor tamaño de tipo réplica de la pirámide del Templo Mayor, Pirámide de los Atlantes de Tula, Pirámide de las calaveras, una puerta Maya, un área para practica de yoga, así como dos módulos de baños y una planta de tratamiento para la limpieza de las aguas negras generadas acorde a la NOM-001-SEMARNAT-1996; mismas que estarán distribuidas de la siguiente manera:

Tabla 3. Descripción obras a realizarse en el proyecto "Parque ecoturístico Costa Maya"

UGA	OBRAS	AREAS (m2)	SUP DESMONT E (m2)	SUP PREDIO (m2)	% DESMONT E	SUP VEGETACIO N NATURAL (m2)
40	ACCESO PRINCIPAL	1,848.52	24,526.541	248,165.2 6	9.88	223,638.719
	PIRAMIDE PRINCIPAL	3,179.49				
	PIAMIDE ATLANTES DE TULA	384.98				
	PIRAMIDE CALAVERAS	323.26				
	PUERTA MAYA	53.01				
	CAMINO PRINCIPAL	18,240.5				



	2 MODULOS DE BAÑOS	99.20				
	POZO	32				
	PLANTA TRATADORA	120				
	MURO DERECHO	21.81				
	MURO IZQUIERDO	20.7				
	ACCESO PIRAMIDE	114.32				
	SENDERO PIRAMIDE	88.71				
49-A	AREA PRACTICA DE YOGA	257.95	257.95	26,338.86	0.98	26,080.91
	TOTAL	24,526.5 4	24,784.491	274,504.1 2		249,719.629

Nota: Dentro del área del acceso principal contendrá una taquilla, estacionamiento de bicicletas, de camiones y el área de alimentos.

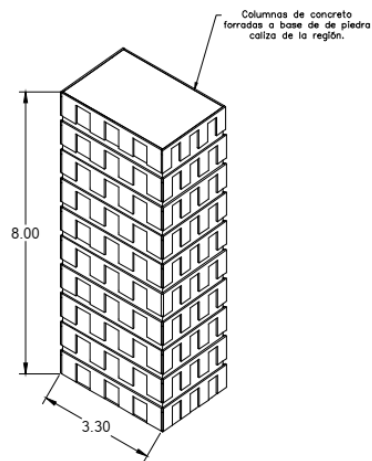
De esta forma puede apreciarse que el proyecto "Parque ecoturístico" presenta un 9.88% de desmonte en la UGA 40; asimismo en la UGA 49-A se planea un desmonte del 0.98%, además que dicho desmonte no afecta el ecosistema de manglar que se localiza a 116.13 metros de las obras en la UGA 49-A.

Por otra parte, se presentan a continuación los cortes y fachadas del proyecto "PARQUE ECOTURISTICO".

- Fachada principal:

La fachada del acceso principal contiene diez columnas monolíticas de 8 metros de altura, se construirá a base de piedra caliza, concreto con una  $F_c=250 \text{ kg/cm}^2$  y estructura de acero de  $\frac{1}{2}$  y  $1''$  con zapatas aisladas (Figura 8), entre cada una de las columnas llevara un Louver a base de vigería de madera dura tropical la cual será adquirida proveniente de un aserradero que cuente con sus respectivos permisos para venta y transporte (Figura 8, Figura 9 y Figura 10).

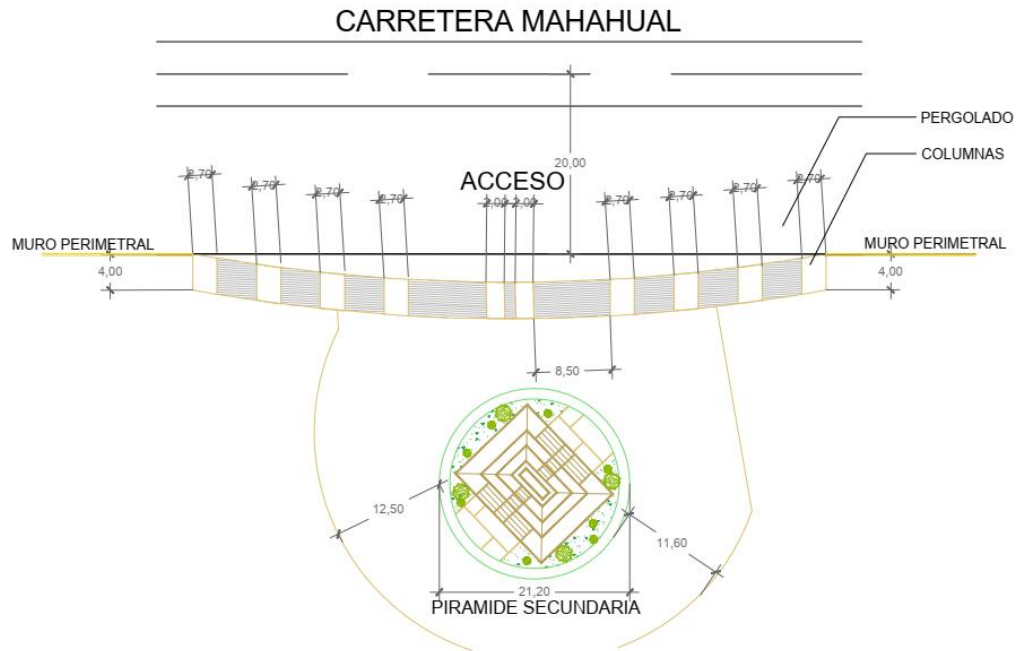
Asimismo, contará con una glorieta, construida de concreto permeable con una pirámide de 13.8 x 11.10 metros en la base y una altura de 17.50 metros que será construida de piedra caliza de la región obtenida de un banco de materiales autorizado.



### DETALLE COLUMNA

Esc.: 1:100

Figura 8. Detalle de la columna de fachada principal, dimensiones y método constructivo empleado.



ACCESO PRINCIPAL

Esc.: 1:1200

Figura 9. Vista acceso principal del proyecto “Parque ecoturístico”, se puede apreciar las dimensiones de las columnas de carga 4.00 m por 2.70 m, así como la glorieta principal que contiene una pirámide secundaria de 21.20 m de diámetro.



FACHADA PRINCIPAL

Esc.: 1:400

Figura 10. Fachada principal del acceso se pueden apreciar las diez columnas monolíticas, la altura de la fachada de 8 metros por 78.42 metros de longitud y dos muros a los extremos de esta de la misma altura y dos muros de 21.81 m<sup>2</sup> y 20.7 m<sup>2</sup>.

- Pirámide secundaria:

Se ubica dentro de la glorieta del acceso principal sus dimensiones son de 11.10 por 13.80 metros en la base y una altura de 17.50 metros construida a base de concreto  $F_c=250 \text{ kg/cm}^2$  y estructura de acero de calibre 1" revestida con piedra caliza de la región (Figura 11).

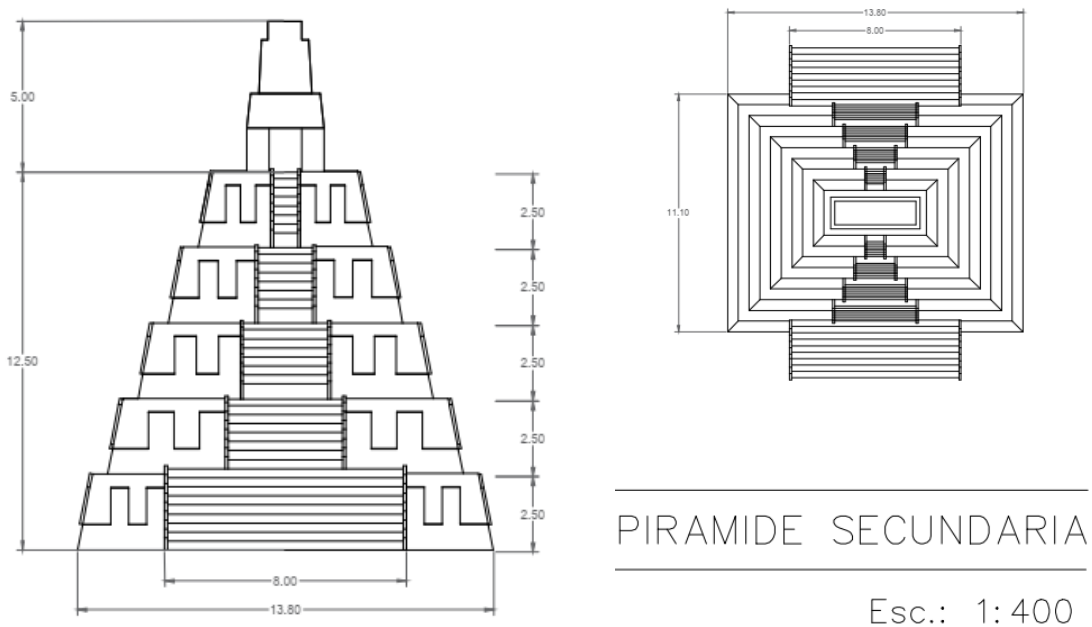


Figura 11. Dimensiones y estructura de la piramide secundaria ubicada en el acceso principal.

- Avenida principal:

La avenida principal consta de banqueta, camellón y guarniciones estará construida a base de concreto permeable el cual presenta las siguientes características (Tabla 4):

Tabla 4. Características del concreto permeable.

CARACTERISTICAS	PROPIEDAD	RANGO
-----------------	-----------	-------

Consistencia	Se suministra	No aplica la prueba de revenimiento
Masa unitaria	Se suministra con un peso determinado	Desde: 1,900 Kg/m <sup>3</sup> Hasta: 2,200 kg/m <sup>3</sup>
Resistencia	Se suministra en módulo de ruptura (Flexión)	Uso peatonal: 36 kg/cm <sup>2</sup> Uso vehicular: 40 kg/cm <sup>2</sup> a los 28 días
Permeabilidad		Desde 81L/min/m <sup>2</sup> Hasta: 730L/min/m <sup>2</sup>

Presenta una superficie de 18,240.50 m<sup>2</sup> y en su longitud cuenta con 4 pasos de agua con un diámetro de 18" elaborado con tubo de concreto y cabezales de concreto para permitir durante periodos intensos de lluvia la escorrentía natural del suelo, así como en su superficie presenta siete reductores de velocidad señalizadas para el cruce de la fauna de un sitio a otro a salvo (Figura 12, Figura 13 y Figura 14).

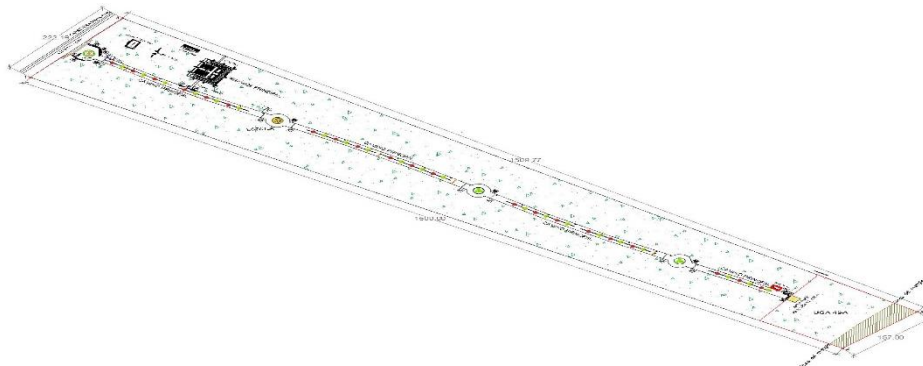


Figura 12. Avenida de acceso principal con glorietas, guarniciones y camellón, 4 pasos de agua y 7 reductores de velocidad señalizados para el cruce de fauna silvestre.

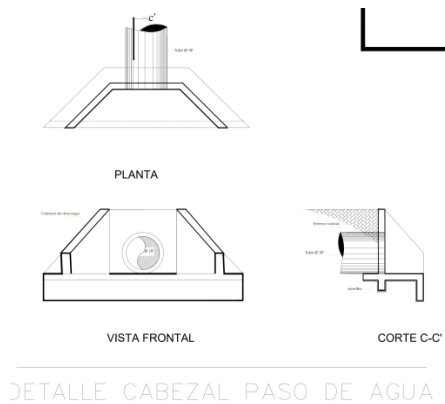


Figura 13. Diseño de pasos de agua, se localizan cruzando la avenida principal presentan cada uno dos cabezales de concreto con una apertura de 18" para el libre flujo de agua de escorrentía.

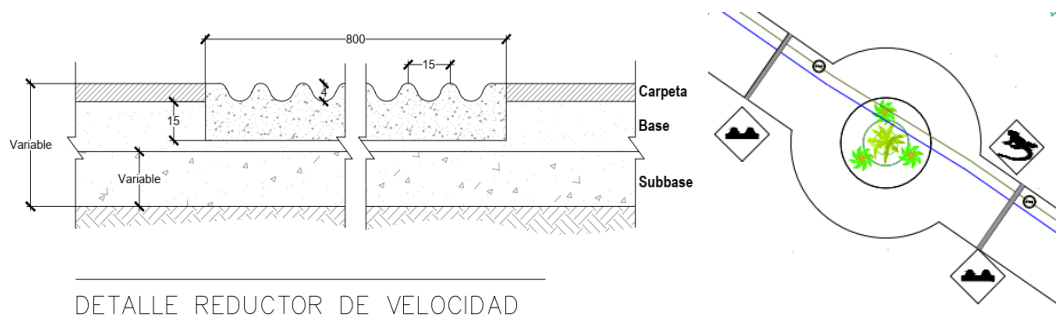


Figura 14. Detalle de los reductores de velocidad se contará con 7 unidades a lo largo de la avenida principal para reducir la velocidad de los vehículos asimismo se encuentran ubicados antes y después de las glorietas y señalizados para facilitar el cruce de fauna silvestre.

- Pirámide principal (Templo Mayor):

Estará construida de piedra caliza de la región de 53.55 m por 57.52 m de base, con dos escaleras con un ancho de 13.50 metros por 31.70 metros de altura dividida en 4 plataformas de 7.55 metros de altura; con una 2 cúpula de 13.50 metros siendo una altura total de 45.23 metros (Figura 15).

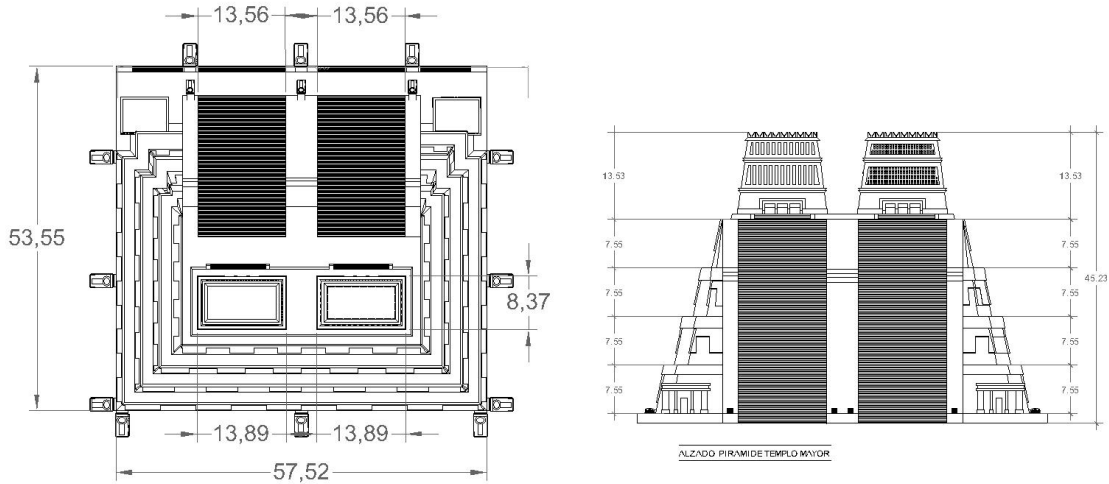


Figura 15. Diseño de construcción de la pirámide principal con dimensiones de 53.55 m por 57.52, cuatro escalinatas de 31.70 metros y una cúpula de 13.50 metros siendo una altura total de 45.23 metros, que servirá como atractivo en el recorrido del parque ecoturístico.

- Acceso pirámide:

Un acceso de 88.71 m<sup>2</sup> elaborado en concreto permeable para acceder a la pirámide principal, su diseño permeable permite la infiltración de agua de lluvia en dicha área (Figura 16).

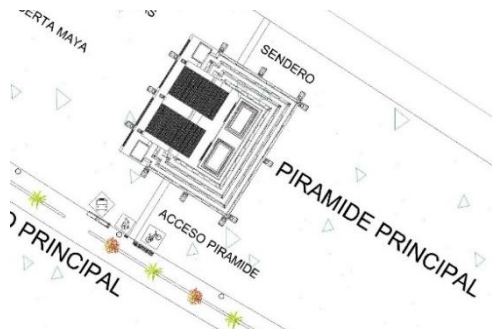


Figura 16. Acceso a pirámide principal, conecta la avenida principal a la pirámide para visita y recreación.

- Pirámide Atlantes de Tula:

Estará construida de piedra caliza de la región con una base de 15.82 m por 23.56 m de base, con una escalera de 7.39 de ancho, dividida en 2 plataformas de 2.38 metros de altura; con 4 figuras monolíticas de los atlantes de Tula, con una altura de 4.40 mts y una altura total de 6.75 m (Figura 17).

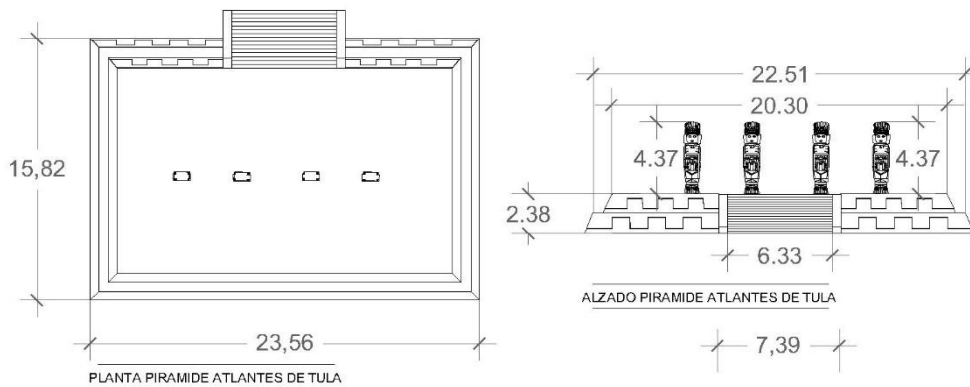


Figura 17. Pirámide Atlantes de Tula, de 15.82 x 23.56 m de base, con 2 plataformas, 4 figuras monolíticas de los Atlantes una altura de 4.4 mts y una altura total de 6.75 m.

- Pirámide Calaveras:

Estará construida de piedra caliza de la región con una base de 10.36 m por 30.38 m de base, con una escalera de 0.44 de ancho, dividida en 2 plataformas de 0.70 metros de altura; y cuenta en la plataforma superior con celosías decoradas con cráneos, con una altura de 4.40 m y una altura total de 5.22 m (Figura 18).



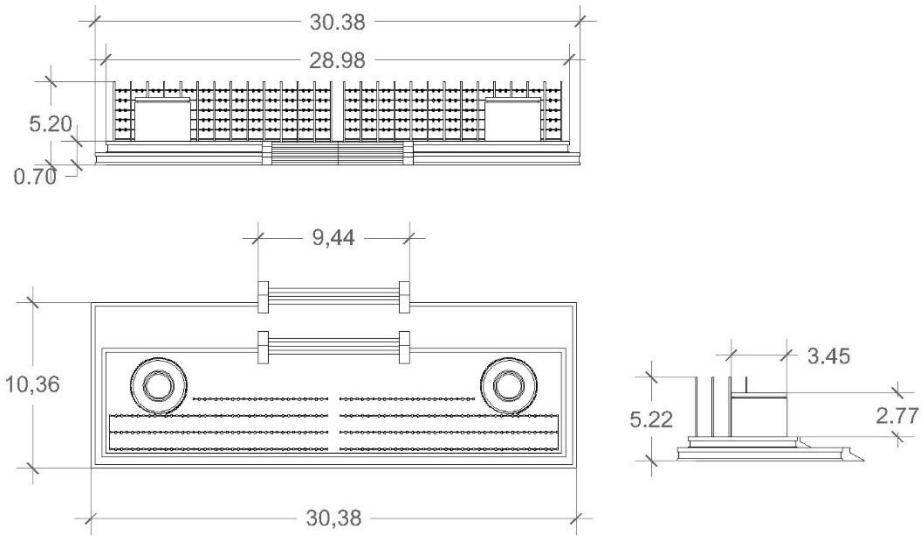


Figura 18. Pirámide Atlantes de Tula, de 15.82 x 23.56 m de base, con 2 plataformas, 4 figuras monolíticas de los Faltantes una altura de 4.4 mts y una altura total de 5.22 m.

- Puerta Maya:

Estará construida de piedra caliza de la región con un largo de 31.16 m, y un vano para acceso de 3.85 m, cuenta con 2 columnas monolíticas de 9.70 m de altura, decoradas con ornamentos maya (Figura 19).

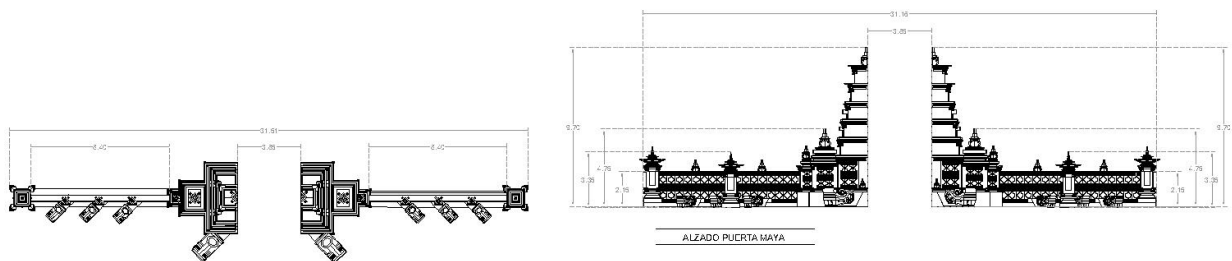


Figura 19. Puerta maya de 31.16 m de largo, decorada con ornamentos maya con 2 columnas monolíticas con una altura total de 9.70 m.

- Módulos de baños:

Construidos con concreto y a base de materiales de la región, cimientos de piedra de la región con mortero con una  $F_c=150 \text{ kg/cm}^2$ , zapatas aisladas de 90 por 90 cm y 1.20 cm de profundidad, cadena, castillos, cerramientos y losa con concreto  $F_c=250 \text{ kg/cm}^2$  muros de block de 20x 20 por 40 cm, con un largo de 8.0 metros por 6.20 m de ancho, con un área de  $99.2 \text{ m}^2$ ; divididos en dos secciones baños hombres con 3 sanitarios, 4 mingitorios y 4 lavabos y sección de mujeres 6 sanitarios y 4 lavabos (Figura 20).

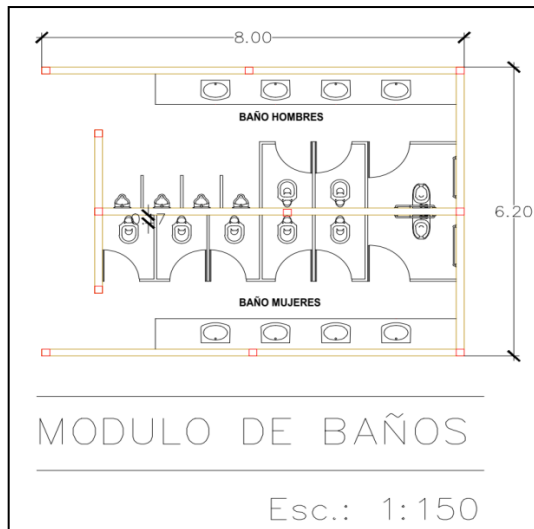


Figura 20. Modulo de baños, se encuentra separados en hombres-Mujeres; el baño de mujeres consta de 6 sanitarios y 4 lavabos, asimismo 3 sanitarios, 4 mingitorios y 4 lavabos.

- Planta de tratamiento:

La planta de tratamiento Rotoplas es de tipo PTAR Tipo C, con procesos aerobios y anaerobio con una superficie de 120 m<sup>2</sup> (Figura 21).

#### Especificaciones técnicas

Se trata de un sistema sustentable que trata los contaminantes físicos y biológicos presentes en el agua residual sanitaria, mejorando así su calidad para favorecer su reutilización o bien, para poder ser descargada sin alterar el equilibrio ecológico al ser reintegrada a un cuerpo de agua. Se encuentra fabricada con tanques de polietileno reforzado de alta densidad HDPE bajo especificaciones ASTM, adecuados para contener aguas residuales.

#### Proceso por módulos

Formadas por diversas unidades de proceso especializadas, que se pueden intercambiar para aumentar el grado de eficiencia del tratamiento, de acuerdo con las necesidades específicas para uso de agua tratada.



Figura 21. Sistema de planta de tratamiento (PTAR) propuesto para el manejo de los módulos de sanitarios.

La planta de tratamiento propuesta constara de 10 módulos:

Contará con: (1) un Sistema de pretratamiento (PTR), (2) Cárcamo de agua cruda (CAC), (3) Reactor UASB anaerobio de flujo ascendente con manto de lodos) tiene como objetivo degradar los contaminantes presentes en el agua residual en ausencia de oxígeno. La tecnología de este reactor permite separar internamente el efluente tratado, la biomasa y el biogás, (4) reactor

aerobio (RAE), (5) Filtro anaerobio (FAN), (6) Sedimentador secundario (CLS), (7) Reactor anóxico (RAX), (8) Filtración (FIL), (9) Desinfección con agente químico (TCC) y (10) Lecho de secado de Lodos (LSL)

De tal manera que el modelo necesario a emplear será el PTAR Rotoplas de tipo C que cumple con la NOM-001-SEMARNAT-1996, Tipo C; para descarga en aguas y bienes nacionales catalogadas como tipo C en la Ley de Aguas nacionales que involucra un proceso Anaerobio y aerobio (Figura 22).

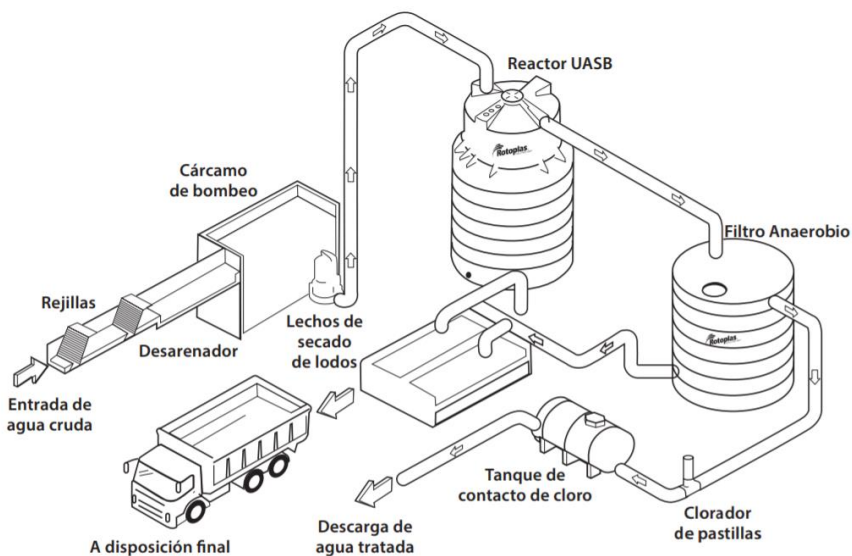


Figura 22. Sistema de tratamiento que involucra procesos anaerobios y aerobios.

Asimismo, los lodos generados por la planta de tratamiento serán dispuestos a una empresa con los permisos ambientales requisitados y el agua de tratamiento será muestreada y dispuesta a un pozo para su inyección al manto freático.

- Pozo

Tiene un área de 32 metros cuadrados servirá para la inyección del agua tratada en la planta PTAR tipo C (Figura 23).

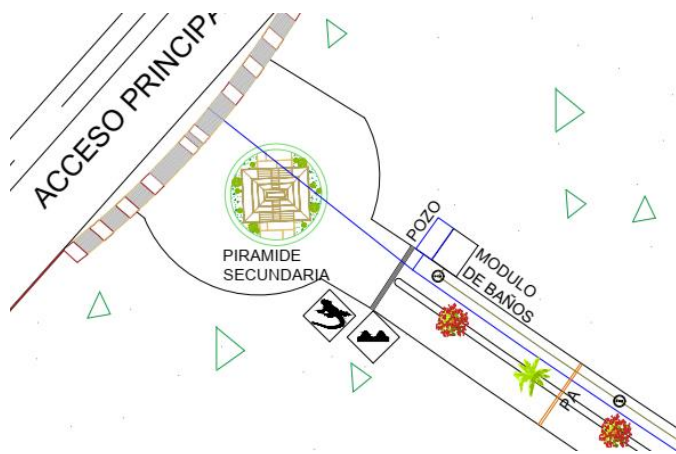


Figura 23. Ubicación del pozo en relación con el proyecto “Parque ecoturístico” cercano al primer módulo de baños.

- Área de Yoga:

Es un área de forma rectangular de 16.5 por 15.62 m con una superficie de 257.95 m<sup>2</sup> realizada en concreto permeable (Figura 24)

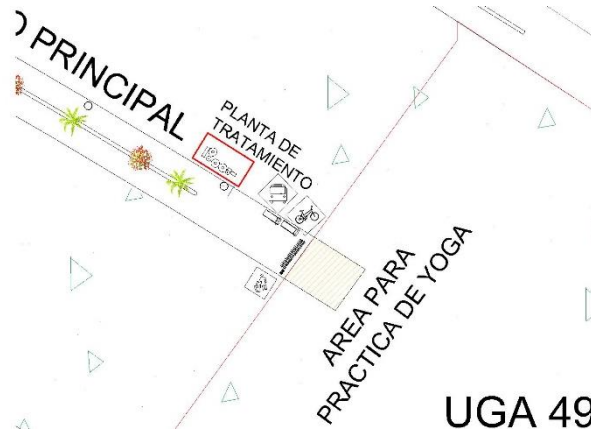


Figura 24. Área de sendero y de práctica de Yoga “Proyecto Parque ecoturístico”.

### II.2.3 Descripción de obras y actividades provisionales del proyecto

Durante la etapa final de preparación del sitio y previo a la etapa de construcción se requerirán obras provisionales cuya función es de almacenamiento, disposición y de materiales de construcción y maquinaria, la cual cabe mencionar no se realizarán actividades de reparación y

mantenimiento con el objetivo de evitar posibles fugas o derrames de aceites o lubricantes (Figura 25).

Asimismo, se instalarán baños portátiles para los trabajadores a razón de una caseta por cada 15 trabajadores.

Las obras provisionales serán las siguientes (Tabla 5):

Tabla 5. Obras provisionales del proyecto “Parque ecoturístico” y sus dimensiones.

<u>Clave</u>	<u>Área</u>	<u>Descripción</u>	<u>Superficie</u> <u>m<sup>2</sup></u>
<u>OFC</u>	<u>Oficina de obra</u>	<u>Dentro de las obras provisionales, se construirá una oficina de obra, con espacio para escritorios, archiveros, mesa para juntas y estará construida a base de una estructura de perfiles metálicos y lámina galvanizada acanalada.</u>	<u>42.0</u>
<u>A1</u>	<u>Almacén de maquinaria pesada</u>	<u>Estará dividido con malla ciclónica en la parte posterior y ambos lados.</u>	<u>350.0</u>
<u>A2</u>	<u>Almacén para agregados pétreos</u>	<u>Se construirá un almacén provisional para agregados pétreos y polvos, para resguardar arena, grava, piedra, etc., estará dividido con malla ciclónica en la parte posterior y en los costados.</u>	<u>140.0</u>
<u>B1</u>	<u>Bodega de materiales, maquinaria ligera y herramientas</u>	<u>Se construirá una bodega provisional para materiales propios de la obra, maquinaria ligera como pulidoras, taladros, rotomartillos, etc. y estará construida a base de una estructura de perfiles metálicos y paneles de lámina acanalada.</u>	<u>70.0</u>
<u>BP</u>	<u>Cabina baño portátil</u>	<u>Para el abastecimiento de los servicios sanitarios de los trabajadores de la obra se van a alquilar módulos de baños portátiles, este módulo portátil se caracteriza por tener una cabina de 1.50 por 1.50 m</u>	<u>13.5</u>

		aproximadamente, que contiene un sanitario y un lavamanos.	
<u>Suma total de superficie de obras provisionales</u>			<u>615.5</u>

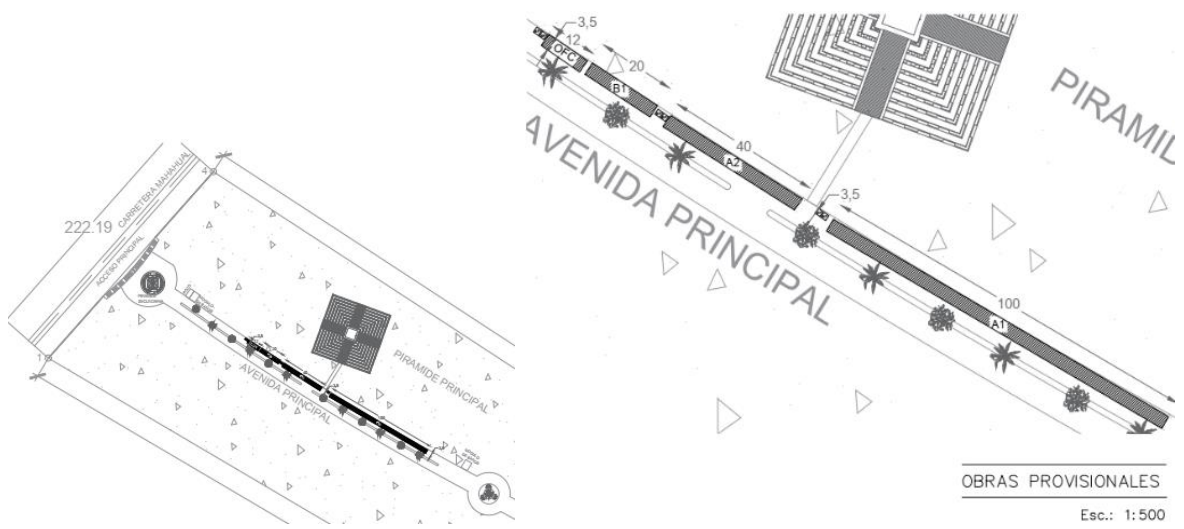


Figura 25. Se presentan las obras provisionales en contexto con el proyecto “Parque ecoturístico” así como su ubicación respectiva entre ellas.

Asimismo, se presentan una descripción ilustrativa a detalle proporcionada en el plano anexo **P1** obras provisionales mostrando a detalle las dimensiones de cada una de las obras provisionales y el objeto de su instalación temporal (Figura 26).

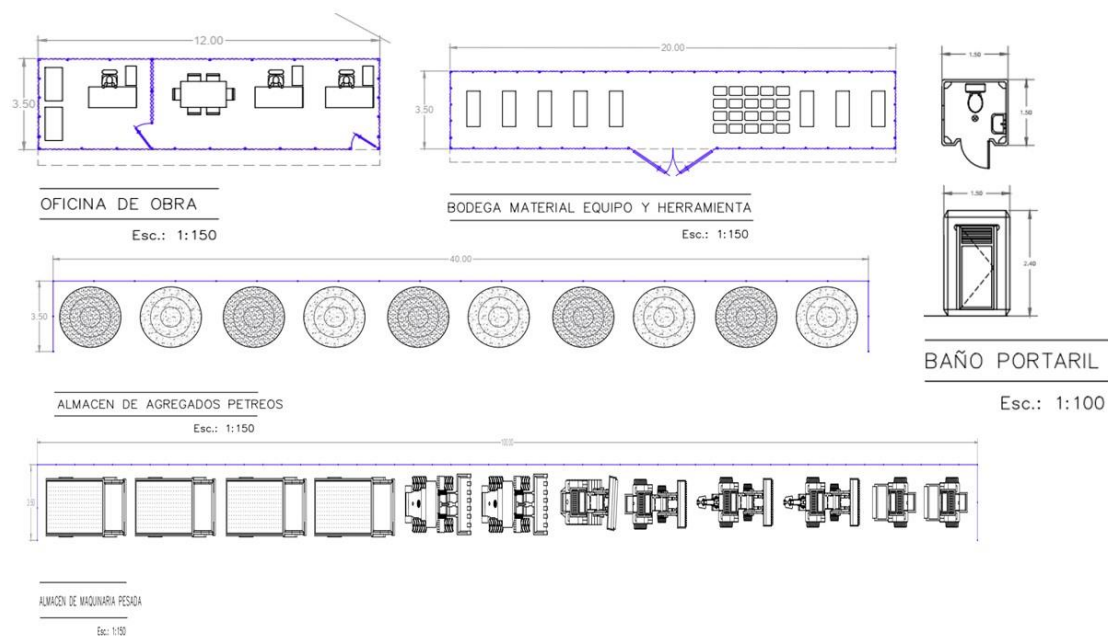


Figura 26. Detalle de las obras provisionales y la función que desempeñaran durante la etapa de construcción del proyecto “Parque ecoturístico”

A continuación, se presentan el cuadro de construcción de las superficies sometidas a CUSTF, así como los planos de aprovechamiento en contexto con el desmonte permitido por el POEL Othón P. Blanco y la presencia del ecosistema de manglar (Tabla 6).

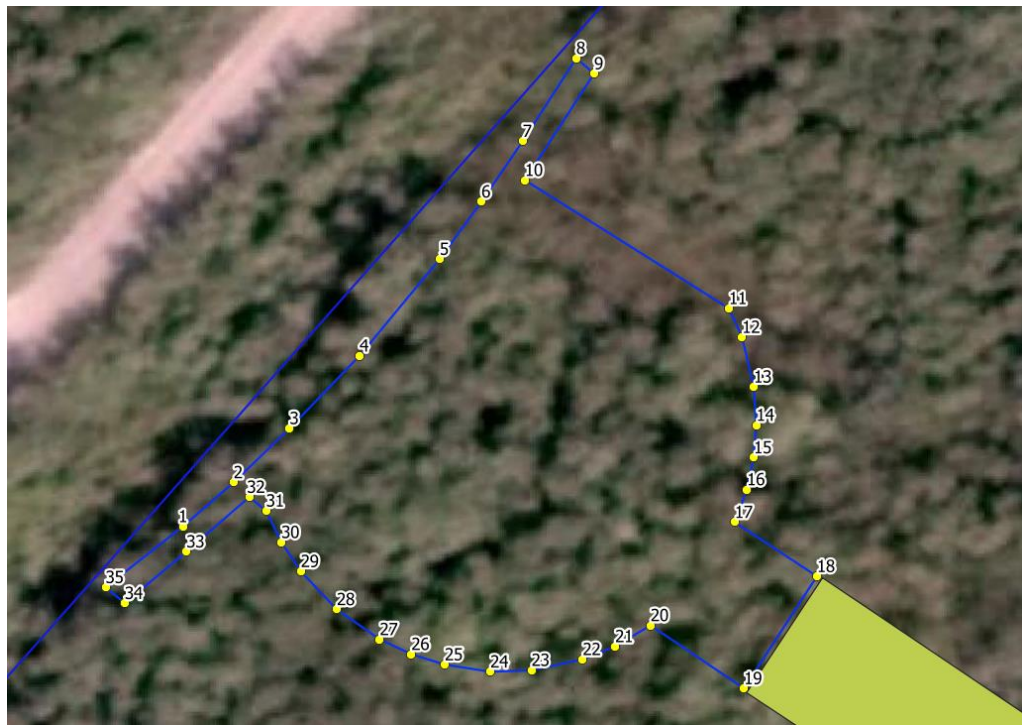
Tabla 6. Cuadro de construcción de las superficies sometidas a CUSTF

OBRA	VERTICE	DISTANCIA (m)	COORD X	COORD Y	SUPERFICIE (m)
ACCESO PRINCIPAL	1	6.68393566	427701	2075820	1848.52
	2	7.75401594	427707	2075825	
	3	10.0244061	427714	2075832	
	4	12.4915988	427722	2075842	
	5	7.05791215	427726	2075848	



6	7.29330815	427730	2075854
7	9.81789356	427736	2075862
8	2.34366156	427737	2075860
9	12.6450113	427730	2075850
10	23.9780038	427751	2075837
11	3.15684911	427752	2075834
12	5.07128287	427753	2075829
13	3.81021052	427753	2075825
14	3.24357945	427753	2075822
15	3.24357945	427753	2075819
16	3.47011922	427751	2075816
17	9.80293701	427760	2075810
18	13.3042058	427752	2075799
19	11.2177775	427743	2075806
20	4.10108255	427739	2075803
21	3.47811404	427736	2075802
22	5.21213948	427731	2075801
23	4.10331816	427727	2075801
24	4.59809163	427722	2075802
25	3.47811404	427719	2075803

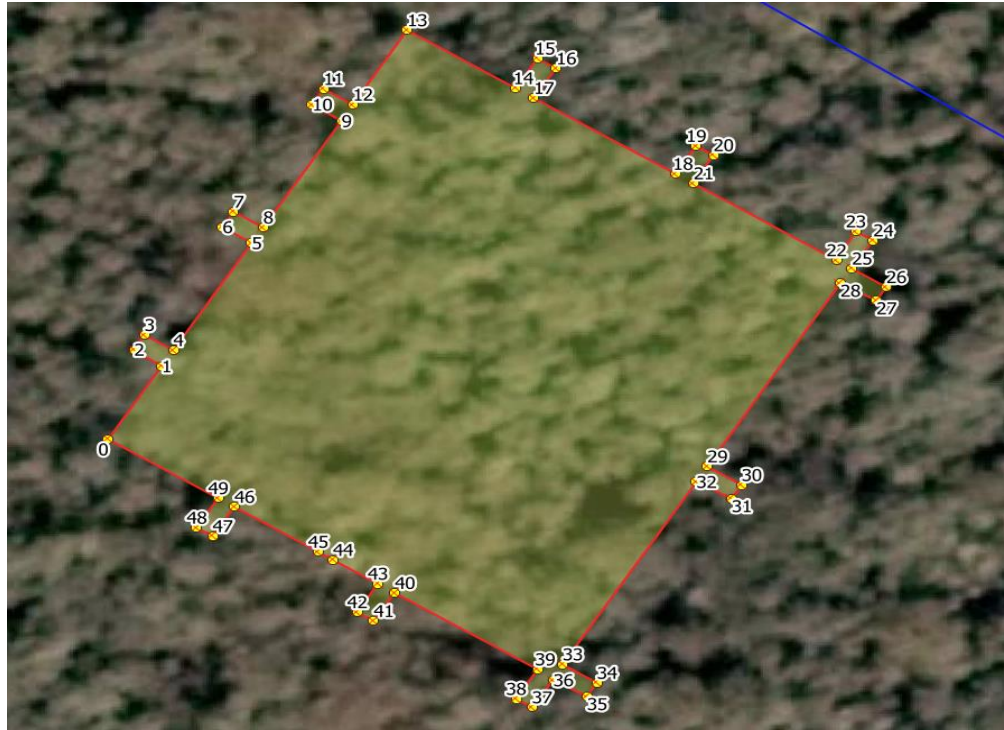
26	3.47811404	427716	2075804
27	5.21213948	427712	2075807
28	5.21213948	427708	2075811
29	3.47811404	427706	2075814
30	3.47818643	427705	2075817
31	2.16726269	427703	2075818
32	8.27960457	427697	2075813
33	8.00098224	427691	2075808
34	2.48111766	427689	2075809
35	9.78646516	427696	2075815



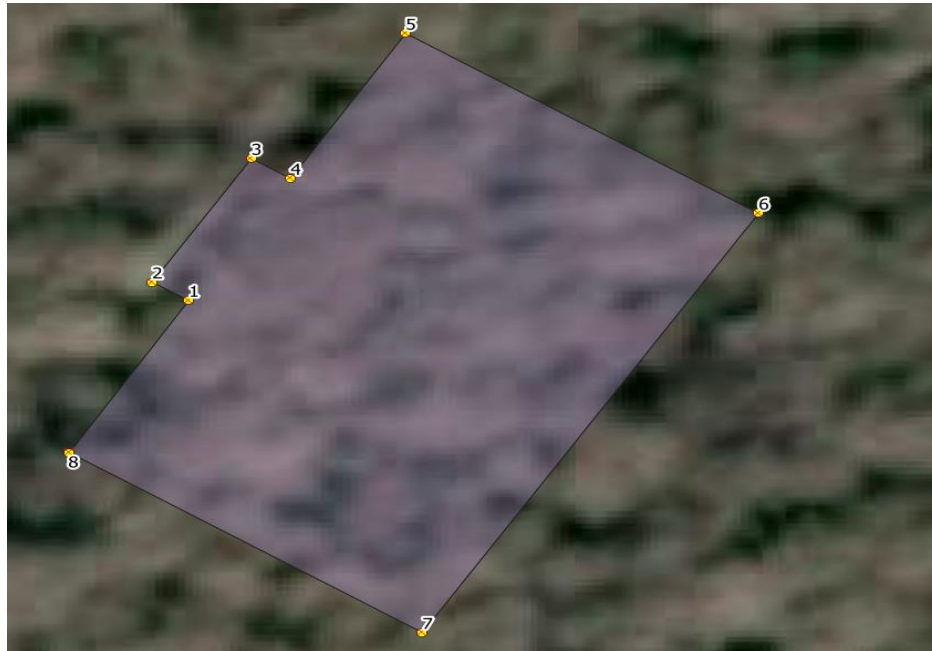
OBRA	VERTICE	DISTANCIA (m)	COORD X	COORD Y	SUPERFICIE (m)
PIRÁMIDE PRINCIPAL	1	10.2622051	427893	2075769	3,179.49
	2	3.42996166	427890	2075771	
	3	2.04608209	427891	2075772	
	4	3.45221327	427894	2075770	
	5	15.0702015	427902	2075783	
	6	3.53073568	427899	2075785	
	7	2.16288702	427900	2075787	
	8	3.54366493	427903	2075785	
	9	15.0041593	427911	2075798	
	10	3.57980508	427908	2075800	
	11	2.19689622	427909	2075802	
	12	3.53372693	427912	2075800	
	13	10.4640919	427918	2075809	
	14	13.0561238	427929	2075802	
	15	4.17618929	427931	2075805	
	16	2.24928115	427933	2075804	
	17	4.19216132	427931	2075801	
	18	17.0539418	427945	2075791	

19	3.94751785	427947	2075795
20	2.08102229	427949	2075794
21	3.92410019	427947	2075790
22	17.2298131	427961	2075781
23	3.96062293	427963	2075785
24	2.07114645	427965	2075784
25	4.00059226	427963	2075780
26	4.14003052	427967	2075778
27	1.90318646	427966	2075776
28	4.23177348	427962	2075778
29	25.7292796	427948	2075757
30	4.14003052	427952	2075754
31	1.90318646	427951	2075753
32	4.11265323	427947	2075755
33	25.6804279	427933	2075733
34	4.14003052	427937	2075731
35	1.90318646	427936	2075729
36	3.95355189	427933	2075731
37	3.90086964	427930	2075728
38	1.90318646	427929	2075729

39	4.14131562	427931	2075732
40	17.1720467	427916	2075742
41	3.97898973	427914	2075738
42	1.98410037	427913	2075739
43	3.99124757	427915	2075743
44	5.38881747	427910	2075745
45	1.7950792	427909	2075746
46	10.0874423	427900	2075752
47	4.14293334	427898	2075748
48	1.90318646	427896	2075749
49	4.14131562	427898	2075753
50	13.2322051	427887	2075760



OBRA	VERTICE	DISTANCIA (m)	COORD X	COORD Y	SUPERFICIE (m)
PIRAMIDE ATLANTES DE TULA	1	8.50015588	427793	2075850	384.98
	2	1.62885351	427792	2075850	
	3	6.94968016	427796	2075856	
	4	1.75510467	427797	2075855	
	5	8.12695516	427801	2075862	
	6	15.8151469	427815	2075854	
	7	23.5609156	427802	2075834	
	8	15.8151469	427789	2075842	



OBRA	VERTICE	DISTANCIA (m)	COORD X	COORD Y	SUPERFICIE (m)
PIRAMIDE CALAVERAS	1	10.4720849	427895	2075829	323.26
	2	1.34361116	427894	2075827	
	3	0.61625293	427894	2075828	
	4	0.45010253	427894	2075828	
	5	9.77897519	427886	2075833	
	6	0.45979171	427885	2075833	
	7	0.6205692	427885	2075833	
	8	1.13980398	427886	2075834	

	9	8.93520936	427878	2075839
	10	10.3938975	427884	2075848
	11	30.1245082	427909	2075832
	12	10.3614051	427904	2075823



OBRA	VERTICE	DISTANCIA (m)	COORD X	COORD Y	SUPERFICIE (m)
PUERTA MAYA POLIGONO 1	1	1.16498117	427837.9	2075826.76	
	2	0.53453377	427838.48	2075827.77	
	3	1.73063983	427837.96	2075827.68	
	4	0.85858026	427837.63	2075829.38	



5	1.46833841	427838.47	2075829.56
6	0.32910618	427838.78	2075828.13
7	1.07214692	427838.92	2075828.43
8	1.54753053	427839.84	2075827.88
9	0.55819568	427840.65	2075829.19
10	2.55994625	427841.12	2075828.89
11	1.40634115	427842.48	2075831.06
12	0.59762059	427842.19	2075832.44
13	0.76709793	427842.78	2075832.56
14	1.21087805	427842.95	2075831.81
15	1.26007383	427843.59	2075832.84
16	0.60056344	427843.31	2075834.07
17	0.62178804	427843.9	2075834.19
18	1.15067615	427844.06	2075833.59
19	1.25225408	427844.67	2075834.57
20	0.57550525	427844.42	2075835.79
21	0.61412744	427844.98	2075835.91
22	2.47986732	427845.14	2075835.32
23	1.08109309	427846.45	2075837.43
24	10.0774077	427847.35	2075836.83

	25	0.52557345	427842.02	2075828.27
	26	1.51467417	427842.48	2075828.01
	27	1.1049555	427841.69	2075826.72
	28	1.98603399	427842.64	2075826.14
	29	44.9375683	427841.54	2075824.49
PUERTA MAYA POLIGONO 2	1	0.99412507	427830.11	2075811.13
	2	2.46010733	427831.28	2075813.29
	3	0.69320372	427830.63	2075813.07
	4	0.61341013	427830.44	2075813.66
	5	1.12998056	427831.55	2075813.89
	6	1.28075223	427832.31	2075814.92
	7	0.68031832	427831.64	2075814.82
	8	0.61233522	427831.56	2075815.42
	9	1.08524699	427832.63	2075815.62
	10	1.26729649	427833.38	2075816.63
	11	0.6642716	427832.72	2075816.53
	12	0.61233522	427832.64	2075817.14
	13	1.08524699	427833.71	2075817.33
	14	2.78720208	427835.35	2075819.59
	15	0.6019327	427834.83	2075819.9

16	1.54753053	427835.66	2075821.2
17	1.11310291	427834.71	2075821.78
18	1.23441079	427833.48	2075821.69
19	1.03712966	427833.28	2075822.71
20	1.71672628	427834.98	2075822.99
21	0.62830444	427835.11	2075822.38
22	1.30279349	427835.85	2075823.45
23	4.31474085	427839.51	2075821.17
24	2.03714616	427838.45	2075819.44
25	1.11310291	427837.52	2075820.04
26	1.55564674	427836.71	2075818.71
27	0.56644844	427836.24	2075819.03
28	0.63163354	427835.92	2075818.49
29	0.07142264	427835.85	2075818.46
30	9.27731126	427830.95	2075810.58



OBRA	VERTICE	DISTANCIA (m)	COORD X	COORD Y	SUPERFICIE (m)
CAMINO PRINCIPAL	1	58.9396194	427809	2075777.41	18,240.50
	2	10.2497817	427817.49	2075771.67	
	3	50.35203	427859.48	2075743.88	
	4	15.7223658	427872.72	2075735.4	
	5	25.1988804	427893.79	2075721.57	
	6	114.046599	427992.75	2075664.89	
	7	23.6725879	428013.39	2075653.29	

8	7.69941585	428020.17	2075649.65
9	6.34386618	428025.68	2075646.5
10	1.87087405	428027.41	2075647.23
11	2.18492738	428029.5	2075647.85
12	4.78173043	428034.28	2075647.93
13	2.87807789	428037.07	2075647.2
14	1.67586392	428038.57	2075646.45
15	1.48357105	428039.84	2075645.69
16	1.51640182	428041.05	2075644.78
17	1.4654683	428042.14	2075643.79
18	2.35050003	428043.67	2075642.01
19	2.03532606	428044.71	2075640.26
20	1.92060418	428045.43	2075638.48
21	1.39485062	428045.81	2075637.14
22	1.48773547	428046.05	2075635.67
23	0.96086804	428046.13	2075634.71
24	0.96086804	428046.14	2075633.75
25	1.14733382	428046.06	2075632.61
26	4.38802583	428050.04	2075630.77
27	82.5887896	428125.11	2075596.35

28	30.4260171	428152.82	2075583.78
29	92.0750671	428233.97	2075540.28
30	27.8543873	428258.23	2075526.58
31	37.6645664	428290.11	2075506.54
32	38.6023755	428322.93	2075486.21
33	28.7322967	428347.45	2075471.22
34	9.98548074	428355.76	2075465.69
35	2.83773159	428358.37	2075466.81
36	3.77858553	428362.09	2075467.44
37	3.77858553	428365.85	2075467.05
38	3.77858553	428369.37	2075465.67
39	3.77858553	428372.39	2075463.4
40	2.83773159	428374.2	2075461.22
41	3.77858553	428375.85	2075457.82
42	2.83773159	428376.46	2075455.05
43	1.89362823	428376.55	2075453.15
44	10.01421	428384.99	2075447.78
45	166.075038	428523.05	2075355.47
46	176.08682	428664.66	2075250.81
47	2.83826058	428667.23	2075252.02

48	2.83826058	428669.99	2075252.68
49	2.83826058	428672.83	2075252.78
50	3.77928802	428676.53	2075252.01
51	4.71598625	428680.65	2075249.72
52	3.77928802	428683.24	2075246.97
53	4.71598625	428685.31	2075242.73
54	4.71598625	428685.85	2075238.05
55	0	428685.85	2075238.05
56	80.9186489	428755.86	2075197.47
57	78.7101486	428823.94	2075157.97
58	30.418228	428850.23	2075142.67
59	14.0344545	428841.98	2075131.31
60	26.3091952	428819.22	2075144.51
61	79.4147261	428750.53	2075184.36
62	83.656715	428678.14	2075226.29
63	2.9029223	428675.42	2075225.27
64	2.9029223	428672.55	2075224.83
65	3.86514897	428668.7	2075225.17
66	3.86514897	428665.09	2075226.56
67	3.86514897	428662	2075228.88

68	3.86514897	428659.66	2075231.95
69	3.86514897	428658.25	2075235.55
70	2.9029223	428657.87	2075238.43
71	176.417371	428515.99	2075343.28
72	176.417371	428369.2	2075441.13
73	3.87104815	428365.57	2075439.78
74	4.83007725	428360.75	2075439.56
75	3.87104815	428357.01	2075440.59
76	3.87104815	428353.7	2075442.59
77	2.9073654	428351.65	2075444.66
78	2.9073654	428350.07	2075447.1
79	1.94018752	428349.31	2075448.88
80	2.9073654	428348.66	2075451.71
81	1.94018752	428348.55	2075453.65
82	12.4967686	428337.97	2075460.3
83	26.4885257	428315.67	2075474.6
84	32.2560137	428288.3	2075491.66
85	45.8782856	428249.43	2075516.03
86	25.7382159	428226.84	2075528.38
87	42.0123235	428189.8	2075548.2



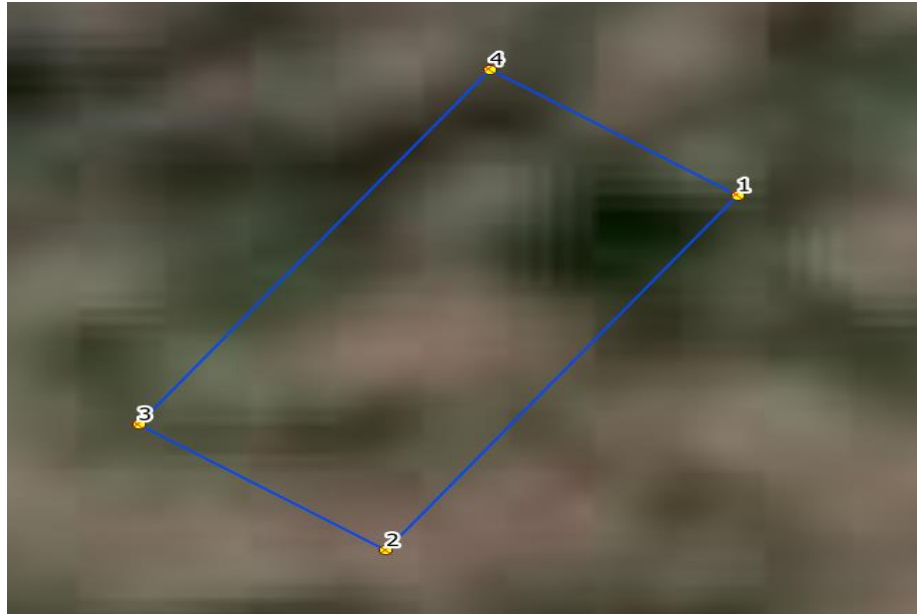
88	50.4196519	428145.53	2075572.32
89	104.814773	428050.16	2075615.82
90	13.3260262	428038.06	2075621.41
91	1.290569	428036.87	2075620.92
92	2.8478969	428034.11	2075620.23
93	3.79208461	428030.31	2075620.22
94	3.79208461	428026.66	2075621.22
95	3.79208461	428023.4	2075623.16
96	3.79208461	428020.79	2075625.91
97	2.8478969	428019.36	2075628.37
98	3.79208461	428018.3	2075632.01
99	3.18769658	428018.21	2075635.2
100	38.9736828	427984.57	2075654.88
101	116.452064	427883.49	2075712.7
102	26.1747553	427861.7	2075727.2
103	67.4451724	427805.26	2075764.12
104	63.1441597	427752.53	2075798.87
105	13.7062836	427760.09	2075810.3



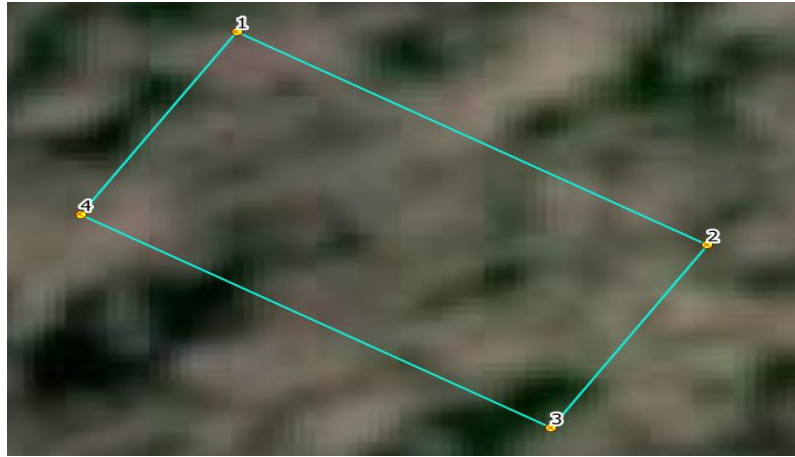
OBRA	VERTICE	DISTANCIA (m)	COORD X	COORD Y	SUPERFICIE (m)
BAÑO MODULO 1	1	7.99	427768.93	2075814.84	
	2	6.19969639	427774	2075811.27	
	3	7.99744793	427769.39	2075804.74	
	4	6.19364656	427764.33	2075808.31	
BAÑO MODULO 2	1	8	428011.54	2075664.65	99.20
	2	6.2	428016.81	2075661.39	
	3	8	428012.61	2075654.59	
	4	6.2	428007.34	2075657.85	



OBRA	VERTICE	DISTANCIA (m)	COORD X	COORD Y	SUPERFICIE (m)
POZO	1	4.00	427768.96	2075814.83	32.0
	2	8.00	427764.33	2075808.31	
	3	4.00	427761.06	2075810.62	
	4	8.00	427765.69	2075817.14	



OBRA	VERTICE	DISTANCIA (m)	COORD X	COORD Y	SUPERFICIE (m)
PLANTA DE TRATAMIENTO	1	8	428820.88	2075171.26	120.0
	2	15	428833.62	2075163.34	
	3	8	428829.39	2075156.55	
	4	15	428816.66	2075164.47	



OBRA	VERTICE	DISTANCIA (m)	COORD X	COORD Y	SUPERFICIE (m)
MURO DERECHO	1	0.28	427734.35	2075863.09	21.81
	2	77.90	427786.05	2075921.36	
	3	0.28	427786.29	2075921.21	
	4	77.94	427734.56	2075862.91	
MURO IZQUIERDO	1	73.87	427687.61	2075810.42	20.70
	2	0.28	427687.82	2075810.23	
	3	73.81	427638.83	2075755.02	
	4	0.29	427638.58	2075755.16	

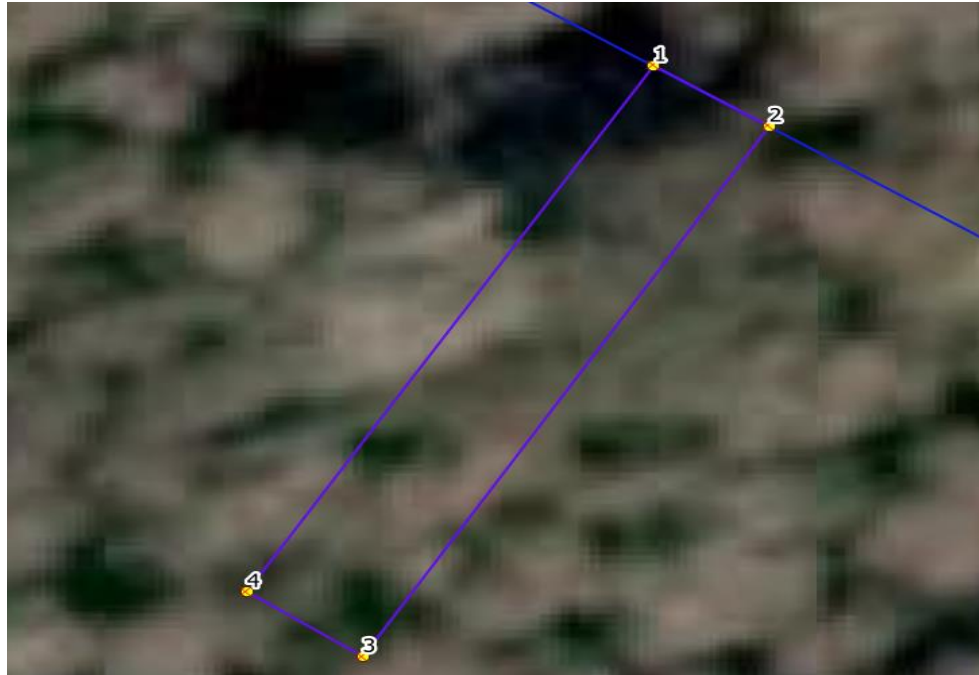




OBRA	VERTICE	DISTANCIA (m)	COORD X	COORD Y	SUPERFICIE (m)
ACCESO PIRAMIDE	1	28.7216967	427905.64	2075748.21	114.32
	2	3.85292754	427908.9	2075746.17	
	3	28.8650653	427893.79	2075721.57	
	4	4.08588174	427890.4	2075723.86	



OBRA	VERTICE	DISTANCIA (m)	COORD X	COORD Y	SUPERFICIE (m)
SENDERO PIRAMIDE	1	22.12	427947.81	2075815.9	88.71
	2	3.95	427951.11	2075813.73	
	3	22.24	427939.47	2075794.78	
	4	4.05	427936.15	2075797.1	



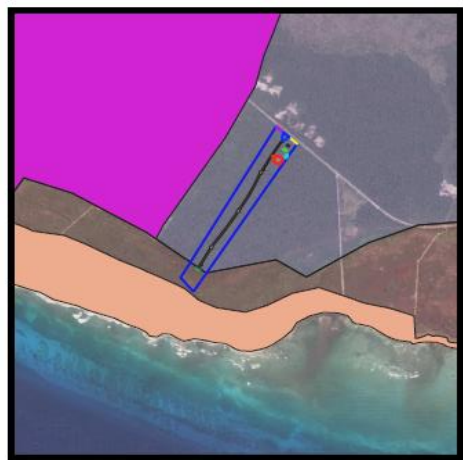
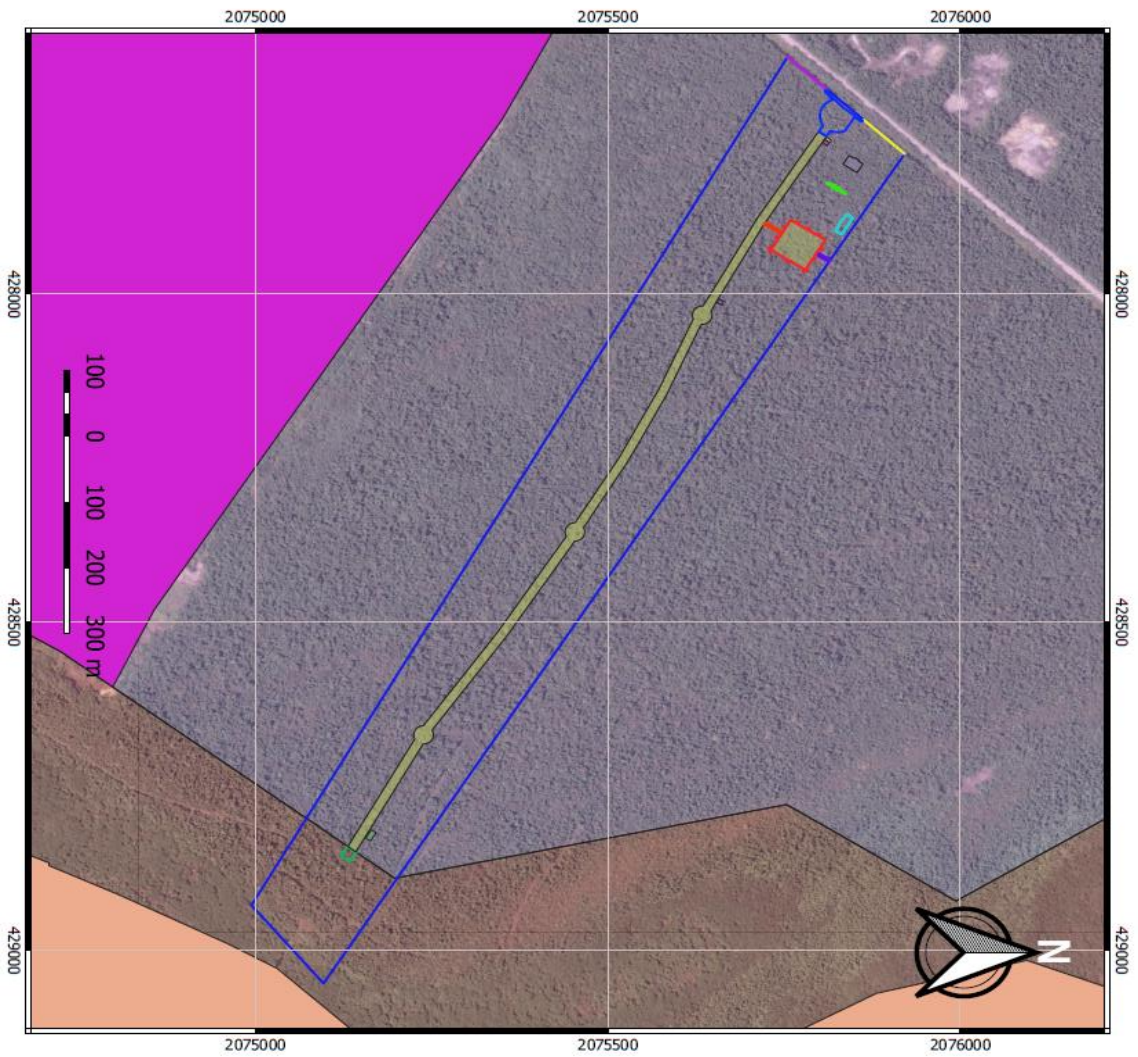
OBRA	VERTICE	DISTANCIA (m)	COORD X	COORD Y	SUPERFICIE (m)
	1	16.7962447	428864.89	2075134.33	
	2	15.0702589	428856.62	2075121.73	
	3	17.5078916	428841.82	2075131.08	
	4	15.0255416	428850.65	2075143.24	





SUPERFICIE TOTAL SUJETO A CUSTF	24,784.491
---------------------------------	------------

A continuación, se presenta el plano general del área sujeta a CUSTF en terreno forestal, así como su influencia en el contexto del POEL Othón P. Blanco (Figura 27).



MAPA DE OBRAS EN RELACION AL POEL O.P.B

**SIMBOLOGIA**

	PIRAMIDE PRINCIPAL		MODULOS DE BANOS
	SENDERO PIRAMIDE		PUERTA MAYA
	ACCESO PIRAMIDE		PIRAMIDE CALAVERAS
	ACCESO PRINCIPAL		PIRAMIDE ATLANTES DE TULA
	CAMINO PRINCIPAL		POL PREDIO
	AREA PRACTICA DE YOGA		

**POEL Othón P. B**

	MURO IZQUIERDO		40
	MURO DERECHO		49-A
	PLANTA TRATAMIENTO		50
	POZO		51

DATUM: WGS 84 EPSG: 32616  
 ESCALA: 1:8,000  
 FUENTE DE LOS DATOS:  
 LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO UTM  
 POEL O.P.B. DECRETADO 7 DE OCTUBRE 2015  
 ELABORÓ: ECOYDS 2020

Figura 27. Áreas propuestas a CUSTF en el predio Tres hermanos para el proyecto “Parque ecoturístico Costa Maya”

## **II.2.7 Estimación del volumen en metros cúbicos, por especie y por predio, de las materias primas forestales derivadas del Cambio de uso del suelo.**

### **1. Actividades preliminares**

Para llevar a cabo la estimación del volumen de las materias primas forestales derivadas del cambio de uso de suelo, se realizaron diversas actividades preliminares, una de ellas fue la ubicación del predio con en el Sistema de Información Geográfica, Software Libre QGIS 3.10®, el cual mediante el uso de imágenes de satélite se pudo determinar los tipos de vegetación existentes dentro del predio, posteriormente se realizó una visita de reconocimiento al lugar, donde con ayuda de un GPS Garmin ETrex 20x se delimitó y se realizó la planeación en gabinete para realizar las actividades posteriores.

### **2. Diseño del muestreo**

Debido a los resultados de los análisis preliminares que se realizaron se identificó que dentro del predio se encuentran dos tipos de vegetación, Selva Mediana Subperennifolia y Manglar, por lo que se tomó la decisión de realizar un inventario del tipo “Sistemático”, el cual permite una distribución uniforme de la muestra en toda la superficie, es decir que es muy representativo y consiste en trazar sobre el plano del terreno una retícula que entre sus líneas en un sentido es equidistante (Romanh et al., 1994).

Una vez determinado el sistema de muestreo y con ayuda del Software Libre QGIS 3.10®, se trazó una malla de puntos en la que se estableció una distancia entre sitios y entre líneas de 150 metros, para posteriormente con la ayuda del mismo programa generar las coordenadas de cada sitio y ubicarlos en campo con la ayuda del GPS para la toma de datos.

### **3. Forma y tamaño de los sitios**

Se utilizaron sitios con una superficie de 500 m<sup>2</sup> (12.62 m de radio), cada uno de los sitios se dividió en dos sub-sitios, el primero abarca la totalidad de la superficie y en él se midieron todos los árboles con un Diámetro Normal igual o mayor a 7.5 cm, los cuales se catalogaron como estrato arbóreo.

Partiendo del centro del sitio se estableció un sitio de muestreo circular de 100 m<sup>2</sup> (5.64 m de radio), en cual se midieron las especies arbóreas con un Diámetro Normal mayor a 2.5 cm y menor

a 7.5 cm, estas especies se catalogaron como estrato arbustivo, en el centro del círculo se trazó un cuadro de 1m<sup>2</sup>, en donde se contabilizó la regeneración y las especies herbáceas.

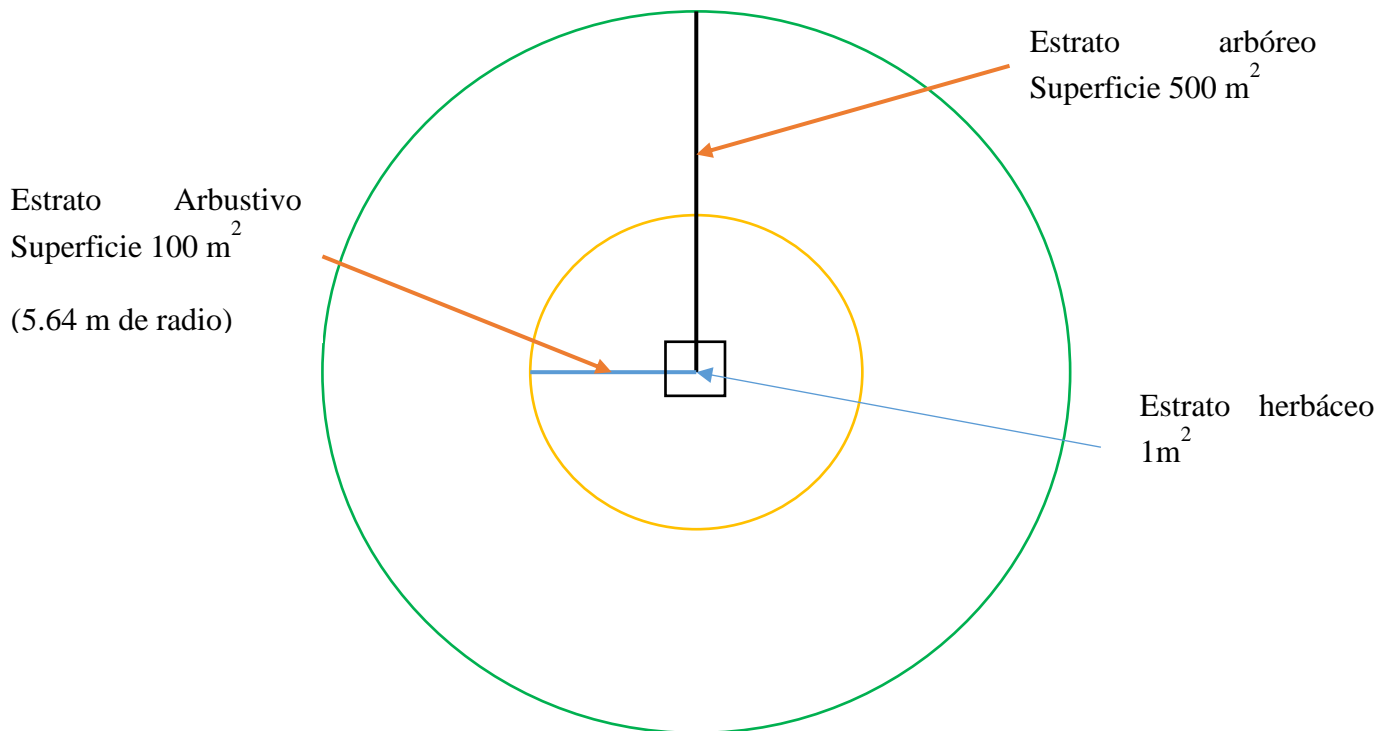


Figura 28. Diseño de los sitios de muestreo para la propuesta de cambio de uso de suelo del proyecto "Parque Ecoturístico Costa Maya"

Se establecieron un total de 14 sitios de muestreo, 12 de ellos se ubicaron en la superficie comprendida por Vegetación de Selva Mediana Subperennifolia y dos en la superficie que ocupa la vegetación de Manglar, que como se ha venido mencionando en capítulos anteriores está zona no se verá afectada por las obras propuestas para este proyecto, ya que estas se pretenden ubicar a más de 100 metros de distancia de la frontera de la Vegetación del Manglar, por lo que la información de los sitios de muestreo realizados en esta zona solo será utilizada para informar la especie y las existencias volumétricas.

En la siguiente tabla se presentan las coordenadas (UTM, WGS84, 16Q Norte), de los sitios de muestreo utilizados durante el inventario Forestal dentro del predio del proyecto.

Tabla 7. Coordenadas en sistema (UTM, WGS84, 16Q Norte), de los sitios de muestreo utilizados durante el inventario Forestal dentro del predio del proyecto.

Sitios de Muestreo en la superficie con Vegetación de Selva Mediana Subperennifolia		
Sitios	Coordenadas	
	X	Y
1	428873.18	2075064.28
2	428737.65	2075180.33
3	428865.5	2075174.38
4	428437.65	2075330.33
5	428587.65	2075330.33
6	428137.65	2075480.33
7	428287.65	2075480.33
8	427869.01	2075628.21
9	428017.01	2075630.14

10	428177.59	2075631.11
11	427687.65	2075780.33
12	427837.65	2075780.33

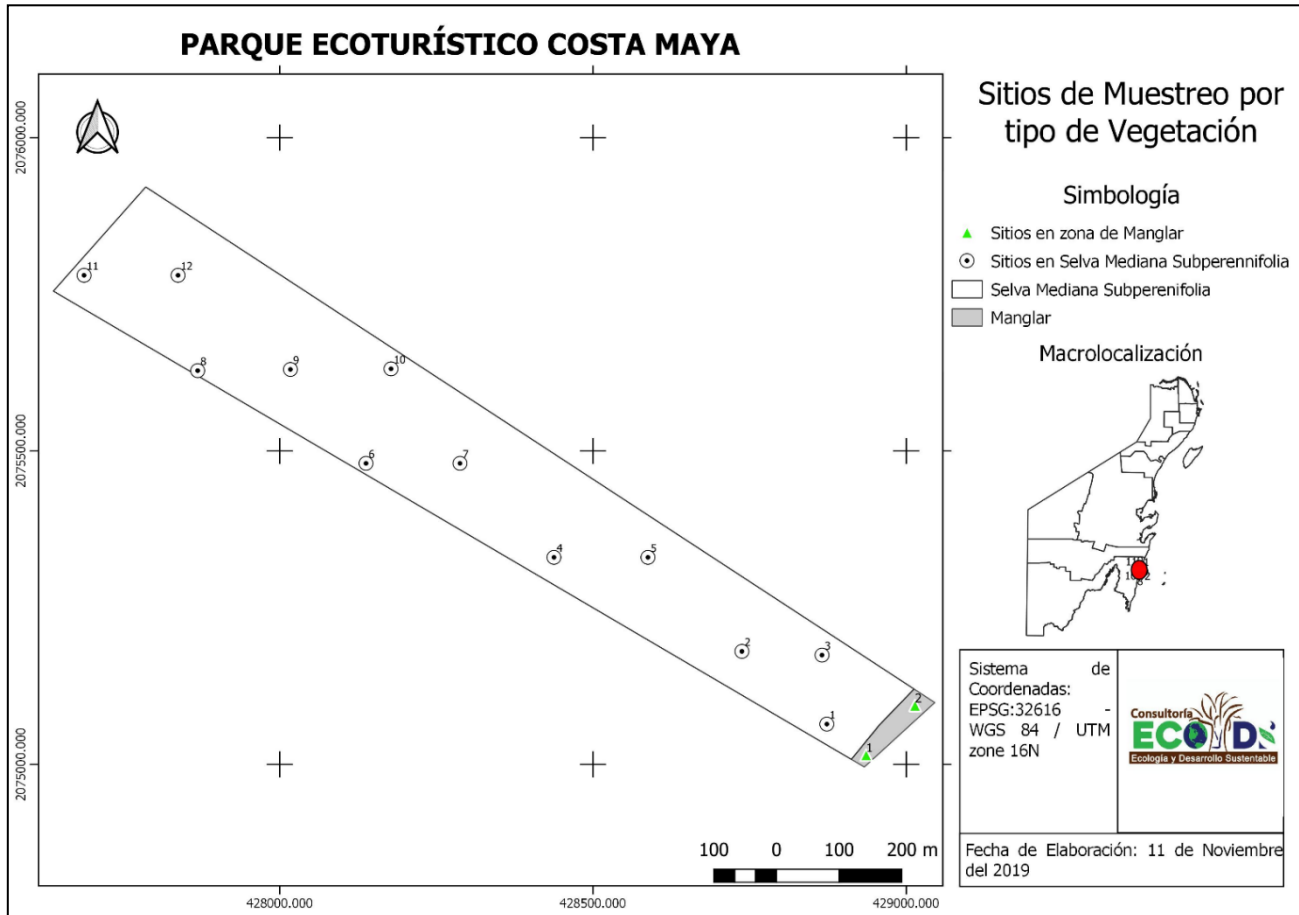


Figura 29. Ubicación y distribución de los sitios de muestreo.

#### 4. Intensidad del Muestreo

La intensidad o fracción de muestreo es la relación porcentual de la superficie de la muestra con respecto a la superficie total, y se calcula por medio de la formula siguiente:

$$IM = \frac{n}{N} * 100$$

Donde:

IM = Intensidad de muestreo en porcentaje.

n = Número de unidades de la muestra.

N = Número de unidades de toda la población.

Como se mencionó anteriormente la superficie total se divido en dos estratos que se identificaron en el predio, Selva Mediana Subperennifolia y Manglar, y debido a que el tipo de vegetación que se verá afectada es la de Selva Mediana Subperennifolia, esta superficie es la que se tomara como referencia para los cálculos posteriores.

Superficie total del predio = 274,504.12 m<sup>2</sup>

Superficie de Selva Mediana Subperennifolia = 269,109.75 m<sup>2</sup>

Superficie de Manglar = 5,394.37 m<sup>2</sup>

Sustituyendo los valores de la fórmula, obtenemos lo siguiente:

n = 12 Sitios

N = 539 sitios

Entonces: 
$$IM = \frac{12}{539} * 100$$

$$IM = 2.2\%$$

Lo cual nos indica que para la cuantificación de las materias primas forestales correspondientes a la superficie cubierta con vegetación de Selva Mediana Subperennifolia se muestreo el **2.2%** de la superficie, y dado que, normalmente en los inventarios forestales se han utilizado intensidades de muestreo del orden de 1%, 0.5% y 0.1%, dependiendo de varios factores, (Prodan et al., 1997; Romahn et al., 1994; Cochran., 1977) en este caso se considera que es una Intensidad de Muestreo adecuada ya que de acuerdo a la distribución de los sitios nos permite captar mejor la variabilidad de las especies.

## 5. Confiabilidad del Muestreo

Para determinar la confiabilidad del muestreo se tomó en cuenta la medida descriptiva número de árboles, utilizando la metodología descrita por (Prodan *et al.*, 1997), y a continuación se presentan los cálculos estadísticos para determinar si los datos tomados en el muestreo son confiables estadísticamente para la estimación de los volúmenes de las materias primas forestales.

## 6. Media

La media o promedio aritmético de la población se obtiene sumando todas las medidas hechas y dividiendo entre el número de medidas u observaciones, en este caso se utilizara la media muestral, por lo que se utilizará el volumen total árbol por sitio muestreado.

$$\begin{aligned} \text{Media} & \qquad \qquad \qquad \text{muestral} & \qquad \qquad \qquad = \\ \bar{X} &= \frac{1}{12} \sum_{i=1}^{12} X_i \\ &= \frac{5.5996 + 4.9236 + 5.5634 + 3.5379 + 5.2069 + 3.1469 + 4.0429 + 5.4376 + 7.4969 + 2.6603 + 3.9534 + 5.4998}{12} \\ &= \frac{57.0693}{12} = 0.810 \text{ m}^3/\text{sitio} \end{aligned}$$

Es decir que en promedio los sitios establecidos tienen 0.810 m<sup>3</sup> de volumen total árbol.

## 7. Varianza

La varianza es una medida de dispersión que representa la variabilidad de una serie de datos respecto a su media. Formalmente se calcula como la suma de los residuos al cuadrado divididos entre el total de observaciones.

$$S^2 = \frac{\sum_{i=1}^n X_i^2 - \left( \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i \right)^2}{n-1}$$

Donde:

$$\begin{aligned} S^2 &= \frac{(5.60^2) + (4.92^2) + (5.56^2) + (3.54^2) + (5.21^2) + (3.15^2) + (4.04^2) + (5.44^2) + (7.50^2) + (2.66^2) + (3.95^2) + (5.50^2) - \left(\frac{57.07^2}{12}\right)}{12 - 1} \end{aligned}$$

$$S^2 = 1.795$$

## 8. Desviación Estándar



La desviación estándar es el resultado de la raíz cuadrada de la Varianza, la cual es una medida de dispersión de los datos, que cuanto mayor sea la dispersión mayor sera la Desviación Estándar.

$$S = \sqrt{s^2}$$

$$S = \sqrt{1.795}$$

$$S = 1.340$$

### 9. Coeficiente de Variación

Algunas veces es necesario disponer de una medida de dispersión relativa que sea independiente de la unidad de medida usada. Esta medida es el coeficiente de variación que se define como: “La relación existente entre la desviación estándar y la media o promedio aritmético de la población o de la muestra expresada en porcentaje”.

$$CV = \frac{S}{\bar{X}} * 100$$

$$CV = \frac{1.340}{4.756} * 100$$

$$CV = 28.170$$

### 10. Error de Muestreo

En los inventarios forestales la causa de que exista un error de muestreo se debe al hecho de que al realizar la muestra solo mide una parte del bosque, si se midiera todo el bosque el error sería cero, por lo tanto ese error se debe a la parte del bosque que no se midió.

Además, dentro del error de muestreo que se calcula se incluyen otros errores debidos a malas medidas, equivocaciones, malos cálculos, entre otros.

Es decir que con ello se hace una interpretación del estado de la población basado en la muestra de una porción de la población, si la muestra es representativa del total de la población, la estimación será precisa y será menos probable que se desvíe del valor real de la población (Tomppo, 2009).

Para conocer el error de estimación, estadísticamente este error se estima con la fórmula del muestreo, en este caso se muestra el procedimiento con la **variable VTA**:

$$E \% = \frac{t \text{ CV}}{\sqrt{n}}$$

Donde:

-El valor de  $t$  se obtiene de la tabla de  $t$  de Student con un nivel de probabilidad de 95% y  $n-1$  grados de libertad.

-CV: Coeficiente de Variación

-n: Número de muestras tomadas

$$E\% = \frac{1.7959 * 28.170}{\sqrt{12}} = 14.604\%$$

En este sentido, de acuerdo a lo establecido en el artículo 39, fracción V, inciso a), del *Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable* publicado el 9 de diciembre del año 2020, referente a las especificaciones del estudio dasométrico para el cálculo de volumen, establece lo siguiente:

...“Estudio dasométrico, con una confiabilidad mínima del noventa y cinco por ciento y un error de muestreo máximo del diez por ciento para el estimador de la variable de existencias volumétricas a escala de predio o Conjunto de predios.

Tratándose de un predio o Conjuntos de predios con una superficie menor o igual a noventa y cinco hectáreas, el estudio dasométrico deberá tener una confiabilidad mínima del noventa y cinco por ciento y un error de muestreo máximo del quince por ciento”...

Por lo tanto, por tratarse de un predio con una superficie menor de noventa y cinco hectáreas, le otorgan un error de muestreo máximo **del quince por ciento**, en este sentido se infiere que el error expresado por los datos del muestreo de este proyecto es aceptable, ya que el error calculado fue de 14.604 %, para la variable de Volumen Total Árbol.

Por lo que de acuerdo al análisis de los datos, los valores varían en un 14.604% los cálculos del VTA con respecto a la media, por lo que se encuentra dentro del valor máximo permitido mencionado anteriormente, y de acuerdo a esto se puede inferir que **los datos son estadísticamente confiables para realizar la estimación del volumen de las materias primas forestales.**

### 11. Cálculo de n

El cálculo de “n” nos indica el número de observaciones necesarias para que una muestra sea confiable, y esta dependerá de la precisión deseada; lo que también se conoce como tamaño de la muestra; la estimación de esta deberá ser inferior o igual al número de unidades muestrales tomadas para la estimación del volumen de las materias primas forestales. Esta se estima con el resultado de la siguiente ecuación, que expresa el número de unidades que son suficientes para captar la variabilidad de la población.

$$n = \frac{t^2 S^2}{E^2}$$

Donde, El valor de  $t$  se obtiene de la tabla de  $t$  de Student con un nivel de probabilidad del 95% y  $n-1$  grados.

.- $S^2$ : es la Varianza de la población

.-“E”, Es el error permitido con respecto a la media y se fija dependiendo del porcentaje que estamos dispuestos a aceptar, en este caso será del 15%, que es lo que establece el Reglamento de la Ley de Desarrollo Forestal Sustentable, para el cálculo del aprovechamiento de materias primas forestales.

$$n = \frac{1.7959^2 * 1.795}{4.756^2} = 11$$

El resultado del cálculo de “n” fue de 11, lo cual significa que es el número de sitios con los cuales se explica la variabilidad de los datos, y para el proyecto se realizaron 12 sitios de muestreo, **por lo que de acuerdo a el análisis estadístico se infiere que la muestra tomada en la Selva Mediana Subperennifolia es estadísticamente confiable para realizar los cálculos del volumen de las materias primas Forestales.**

## 12. Registro de Variables

Como se ha mencionado las variables medidas fueron:

a).-**DN**: Diámetro Normal a 1.30 m de altura, en las siguientes imágenes se muestra la forma en la que se midió.



*Figura 30. Medición del Diámetro Normal*

b).-**AFL**: Altura de fuste limpio, que es la distancia desde el suelo hasta la primera rama definida sobre el fuste.



Figura 31. *Medición de la altura de fuste limpio.*

c).-ATA: Altura total árbol, distancia entre el suelo y el nivel más alto de la copa del árbol.

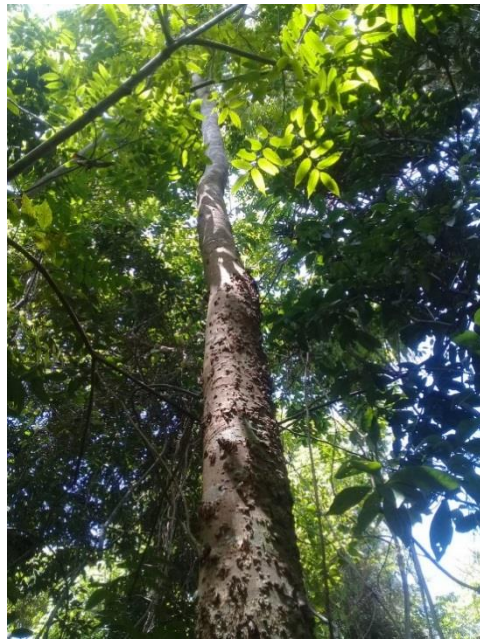


Figura 32. *Medición de la altura total*

### 13. Volumen Estimado de las materias primas Forestales

Las selvas son valoradas, desde el punto de vista económico, en función de la cantidad de madera que producen; por lo tanto, una de las actividades más comunes en el ámbito forestal es la estimación del volumen de los árboles, mediante ecuaciones que lo predicen con base en algunas variables independientes del árbol de fácil medición en el campo. Estos modelos son herramientas matemáticas fundamentales para calcular las existencias volumétricas y, por consiguiente, se convierten en una consideración básica para la toma de decisiones (Robinson y Wood, 1994).

La determinación de las existencias de madera, así como el número de individuos es de gran importancia, ya que en dichos elementos son la base para los estudios técnicos forestales enfocados al aprovechamiento de productos maderables. Así mismo en el conocimiento de las existencias maderables necesarias en la elaboración de estudios de impacto ambiental, de protección, de restauración de áreas degradadas (Hernández *et al.* 2001).

En 2017 se desarrolló el proyecto *Sistema biométrico para la planeación del manejo forestal sustentable de los ecosistemas con potencial maderable en México*, financiado por el Fondo Sectorial CONACyT-CONAFOR, para el estado de Quintana Roo, en el cual se desarrollaron 200 ecuaciones para 12 especies, entre ellas se generaron 40 de volumen total árbol (fuste más ramas), mismas que se utilizaron en el presente estudio para el cálculo del volumen de las materias primas forestales y que a continuación se describe:

$$vta_{cc} = b_0 \cdot d^{b_1} \cdot h^{b_2} + b_3 \cdot d^2$$

Donde:

Vta: Volumen total árbol (incluyendo ramas)

d: diámetro normal

h: altura total del árbol

b<sub>0</sub>, b<sub>1</sub>, b<sub>3</sub>: parámetros de regresión.

Tabla 8. Parámetros utilizados para al cálculo de volumen, (Fuente: Sistema biometrico para la planeación del manejo Forestal sustentable de los ecosistemas con potencial maderable en México (Quintana Roo).

Especie	Parámetros
---------	------------



	b0	b1	b2	b3
<i>Bursera simaruba</i>	0.000043	2.34325	0.519454	0.000088
<i>Dendropanax arboreus</i>	0.000046	2.085652	0.806904	0.000077
<i>Manilkara zapota</i>	0.000062	2.034516	0.707577	0.00015
<i>Piscidia pisipula</i>	0.000041	2.208201	0.666952	0.000149
<i>Swartzia cubensis</i>	0.000042	2.120067	0.762437	0.00009
<i>Vitex gaumeri</i>	0.00005	2.125844	0.653873	0.000078
<i>Metopium brownei</i>	0.000041	2.208201	0.666952	0.000149

De igual forma para las especies que no se encuentran en el cuadro anterior, el cálculo del volumen se realizó utilizando las ecuaciones generadas en el Primer Inventario Nacional Forestal del estado de Campeche (SARCH, 1985).

Tabla 9. Cálculo de volumen del Inventario Nacional Forestal del estado de Campeche

Especie	Ecuación
<i>Brosimum alicastrum</i>	$V_{cc} = \text{Exp}(-9.53415154 + 1.85980541 \log(dn) + 0.96989346 \log(h))$
<i>Spondias mombin</i>	$V_{cc} = \text{Exp}(-10.09141259 + 1.93246219 \log(dn) + 1.06194865 \log(h))$
<i>Astronium graveolens</i>	$V_{cc} = \text{Exp}(-9.83322527 + 1.92412457 \log(dn) + 1.00970142 \log(h))$
Otras	$V_{cc} = \text{Exp}(-9.41737421 + 1.76385327 \log(dn) + 1.04067809 \log(h))$

Por lo que una vez enunciado el procedimiento y las herramientas que se utilizaron para el cálculo del volumen de las materias primas forestales, a continuación, se presentan los resultados por hectárea y por superficie de cambio de uso de suelo.

Tabla 10. Cálculo de volumen de las materias primas Forestales, por estrato y por especie

ESTRATO ARBÓREO									
Especie	NA/H A	NA/TOT AL	NA/CUS TF	AB/H A	AB/TOT AL	AB/CUS TF	VTA/ Ha	VOL/TOT AL	VTA/CUS TF
<i>Acacia cornigera</i>	3	90	8	0.041	1.103	0.101	0.096	2.592	0.238
<i>Astronium graveolens</i>	7	180	17	0.137	3.685	0.339	0.826	22.271	2.047
<i>Bursera simaruba</i>	28	764	70	1.022	27.544	2.532	7.321	197.361	18.145
<i>Byrsonima bucidifolia</i>	5	135	12	0.037	1.010	0.093	0.181	4.875	0.448
<i>Cascabela gaumeri</i>	13	359	33	0.132	3.561	0.327	0.767	20.690	1.902
<i>Casearia emarginata</i>	2	45	4	0.016	0.435	0.040	0.077	2.075	0.191
<i>Ceiba schotti</i>	2	45	4	0.015	0.404	0.037	0.089	2.406	0.221
<i>Chloroleucon mengense</i>	2	45	4	0.077	2.084	0.192	0.422	11.383	1.047
<i>Chrysophyllum mexicanum</i>	5	135	12	0.036	0.979	0.090	0.169	4.546	0.418
<i>Coccoloba diversifolia</i>	35	944	87	0.579	15.617	1.436	3.635	97.987	9.009
<i>coccoloba spicata</i>	32	854	78	0.416	11.225	1.032	2.340	63.088	5.800
<i>Cordia dodecandra</i>	2	45	4	0.086	2.331	0.214	0.634	17.081	1.570
<i>Croton arboreus</i>	5	135	12	0.064	1.735	0.159	0.325	8.754	0.805
<i>Dendropanax arboreus</i>	8	225	21	0.200	5.397	0.496	1.197	32.257	2.966
<i>Diospyros tetrasperma</i>	3	90	8	0.025	0.662	0.061	0.133	3.582	0.329
<i>Diphysa carthagenensis</i>	12	315	29	0.216	5.825	0.536	1.140	30.729	2.825



<i>Ehretia tinifolia</i>	2	45	4	0.021	0.560	0.052	0.092	2.487	0.229
<i>Esenbeckia berlandieri</i>	30	809	74	0.218	5.887	0.541	1.068	28.804	2.648
<i>Exothea diphylla</i>	13	359	33	0.173	4.664	0.429	0.957	25.810	2.373
<i>Gliricidia sepium</i>	3	90	8	0.197	5.299	0.487	1.236	33.321	3.063
<i>Guazuma ulmifolia</i>	57	1528	140	0.878	23.683	2.177	5.563	149.966	13.787
<i>Guettarda combsii</i>	42	1123	103	0.449	12.095	1.112	2.609	70.346	6.467
<i>Gymnanthes lucida</i>	177	4763	438	2.135	57.553	5.291	10.85 4	292.617	26.902
<i>Gymnopodium floribundum</i>	13	359	33	0.133	3.583	0.329	0.693	18.683	1.718
<i>Krugiodendron ferrum</i>	2	45	4	0.062	1.677	0.154	0.253	6.825	0.627
<i>Lonchocarpus guatemalensis</i>	13	359	33	0.145	3.898	0.358	0.921	24.816	2.281
<i>Lonchocarpus rugosus</i>	37	988	91	0.352	9.495	0.873	2.217	59.762	5.494
<i>Lonchocarpus xuul</i>	3	90	8	0.026	0.690	0.063	0.158	4.261	0.392
<i>Luehea speciosa</i>	3	90	8	0.038	1.027	0.094	0.230	6.211	0.571
<i>Lysiloma latisiliquum</i>	2	45	4	0.196	5.285	0.486	0.000	0.000	0.000
<i>Manilkara zapota</i>	12	315	29	0.642	17.319	1.592	4.253	114.649	10.540
<i>Mimosa Bahamensis</i>	23	629	58	0.168	4.525	0.416	0.918	24.741	2.275
<i>Mosannonna depressa</i>	5	135	12	0.026	0.702	0.065	0.136	3.676	0.338
<i>Nectandra salicifolia</i>	38	1033	95	0.339	9.136	0.840	1.781	48.025	4.415
<i>Neea choriophylla</i>	38	1033	95	0.295	7.960	0.732	1.636	44.112	4.056
<i>Piscidia piscipula</i>	93	2516	231	2.743	73.952	6.799	19.74 0	532.145	48.924
<i>Psidium sartorianum</i>	30	809	74	0.356	9.586	0.881	1.831	49.358	4.538

<i>Sabal yapa</i>	3	90	8	0.110	2.966	0.273	0.008	0.206	0.019
<i>Spondias mombin</i>	2	45	4	0.021	0.569	0.052	0.123	3.321	0.305
<i>Swartzia cubensis</i>	25	674	62	0.293	7.911	0.727	1.558	42.013	3.863
<i>Thouinia paucidentata</i>	158	4268	392	1.650	44.483	4.090	9.347	251.972	23.165
<i>Thrinax radiata</i>	2	45	4	0.011	0.292	0.027	0.001	0.037	0.003
<i>Trichilia minutifolia</i>	7	180	17	0.066	1.790	0.165	0.321	8.648	0.795
<i>Vitex gaumeri</i>	67	1797	165	1.354	36.494	3.355	7.258	195.655	17.988
Total	1063	28666	2635	16.19 8	436.679	40.147	95.11 5	2564.141	235.739

ESTRATO ARBUSTIVO									
Especie	NA/H A	NA/TOT AL	NA/CUS TF	AB/H A	AB/TOT AL	AB/CUS TF	VTA/H A	VTA/TOT AL	VOL/CUS TF
<i>Astronium graveolens</i>	8	225	21	0.013	0.357	0.033	0.038	1.016	0.093
<i>Bauhinia divaricata</i>	8	225	21	0.007	0.192	0.018	0.027	0.718	0.066
<i>Byrsonima bucidifolia</i>	33	899	83	0.056	1.497	0.138	0.265	7.148	0.657
<i>Cascabela gaumeri</i>	8	225	21	0.029	0.769	0.071	0.088	2.381	0.219
<i>Chrysophyllum mexicanum</i>	8	225	21	0.006	0.159	0.015	0.003	0.081	0.007
<i>Coccoloba diversifolia</i>	33	899	83	0.040	1.078	0.099	0.141	3.805	0.350
<i>coccoloba spicata</i>	50	1348	124	0.047	1.277	0.117	0.173	4.671	0.429
<i>Dendropanax arboreus</i>	67	1797	165	0.139	3.759	0.346	0.530	14.282	1.313
<i>Diospyros anisandra</i>	8	225	21	0.010	0.282	0.026	0.032	0.868	0.080
<i>Diospyros tetrasperma</i>	17	449	41	0.011	0.287	0.026	0.027	0.737	0.068

<i>Diphysa carthagenensis</i>	108	2920	268	0.189	5.093	0.468	0.916	24.681	2.269
<i>Ehretia tinifolia</i>	8	225	21	0.031	0.840	0.077	0.178	4.798	0.441
<i>Esenbeckia berlandieri</i>	108	2920	268	0.221	5.964	0.548	0.759	20.450	1.880
<i>Gymnanthes lucida</i>	133	3594	330	0.271	7.303	0.671	1.016	27.398	2.519
<i>Gymnopodium floribundum</i>	58	1573	145	0.066	1.778	0.163	0.238	6.403	0.589
<i>Lochocarpus rogosus</i>	33	899	83	0.058	1.569	0.144	0.262	7.072	0.650
<i>Lonchocarpus rugosus</i>	8	225	21	0.005	0.138	0.013	0.020	0.537	0.049
<i>Manilkara zapota</i>	17	449	41	0.015	0.398	0.037	0.059	1.597	0.147
<i>Metopium brownei</i>	8	225	21	0.008	0.204	0.019	0.029	0.794	0.073
<i>Mimosa Bahamensis</i>	8	225	21	0.018	0.496	0.046	0.061	1.655	0.152
<i>Mosannonna depressa</i>	25	674	62	0.020	0.546	0.050	0.036	0.969	0.089
<i>Nectandra salicifolia</i>	150	4044	372	0.208	5.620	0.517	0.822	22.172	2.038
<i>Neea choriophylla</i>	67	1797	165	0.143	3.862	0.355	0.638	17.191	1.580
<i>Neomillspaughia emarginata</i>	8	225	21	0.013	0.357	0.033	0.059	1.586	0.146
<i>Plantymisicum yucatanum</i>	8	225	21	0.019	0.515	0.047	0.093	2.508	0.231
<i>Pouteria campechiana</i>	25	674	62	0.061	1.639	0.151	0.262	7.076	0.651
<i>Psidium sartorianum</i>	125	3370	310	0.291	7.835	0.720	1.229	33.127	3.046
<i>Randia aculeata</i>	8	225	21	0.010	0.268	0.025	0.028	0.764	0.070
<i>Sabal yapa</i>	75	2022	186	0.054	1.463	0.135	0.048	1.281	0.118
<i>Swartzia cubensis</i>	33	899	83	0.075	2.022	0.186	0.263	7.091	0.652
<i>Thouinia paucidentata</i>	100	2696	248	0.201	5.428	0.499	0.873	23.537	2.164

<i>Thrinax radiata</i> Lodd	8	225	21	0.008	0.216	0.020	0.027	0.741	0.068
<i>Trichilia minutifolia</i>	67	1797	165	0.258	6.943	0.638	1.370	36.938	3.396
<i>Vachellia cornigera</i>	17	449	41	0.057	1.550	0.142	0.295	7.951	0.731
<i>Vitex gaumeri</i>	8	225	21	0.008	0.204	0.019	0.024	0.636	0.059
Total general	1458	39314	3614	2.667	71.908	6.611	10.930	294.661	27.090

Dónde: NA/HA: Número de árboles por hectárea, NA/TOT: Número de árboles en todo el predio, NA/CUSTF: Número de árboles que se verán afectados por el Cambio de Uso de Suelo, AB/HA: Área basal por hectárea, AB/TOT: Área basal en todo el predio, AB/CUSTF: Área basal que se verán afectados por el Cambio de Uso de Suelo, VOL/HA: Volumen por hectárea, VOL/TOT: Volumen en todo el predio, VOL/CUSTF: Volumen que se verá afectado por el Cambio de Uso de Suelo.

De acuerdo a los resultados obtenidos de los datos tomados en el Inventario Forestal, se estima un total de 67,980 individuos considerados como materias primas forestales (28,666 en el estrato arbóreo y 39,314 en el arbustivo), un área basal total de 508.587 m<sup>2</sup> (436.679 m<sup>2</sup> para el estrato arbóreo y 71.908 m<sup>2</sup> para el estrato arbustivo) y un volumen total árbol de 2,858.802 m<sup>3</sup> (2,564.141 m<sup>3</sup> para el estrato arbóreo y 294.661 m<sup>3</sup> para el estrato arbustivo), y tal y como se observa en la siguiente tabla el porcentaje de afectación por el Cambio de Uso de Suelo apenas rebasa el 9% para todos los casos (NA, AB y VTA).

Estrato	NA/H A	NA/TO T	NA/CUST F	%	AB/H A	AB/TO T	AB/CUST F	%	VTA/H A	VOL/TO T	VOL/CUST F	%
Arbustivo	1458	39314	3614	9	2.667	71.908	6.611	9.1	10.930	294.661	27.090	9.1
Arbóreo	1063	28666	2635	9.1	16.19	436.67	40.146	9.1	95.115	2564.14	235.738	9.1

Así mismo a continuación se presentan las especies que mayor representación tuvieron en la totalidad de la superficie de predio:

Tabla 11. Considerando el número de individuos

ESTRATO ARBÓREO		ESTRATO ARBUSTIVO	
Especie	NA/Total	Especie	NA/Total
<i>Gymnanthes lucida</i>	4,763	<i>Nectandra salicifolia</i>	4044
<i>Thouinia paucidentata</i>	4,268	<i>Gymnanthes lucida</i>	3594
<i>Piscidia piscipula</i>	2,516	<i>Psidium sartorianum</i>	3370

Tabla 12. Considerando el área basal:

ESTRATO ARBÓREO		ESTRATO ARBUSTIVO	
Especie	AB m <sup>2</sup> /Total	Especie	AB m <sup>2</sup> /Total
<i>Piscidia piscipula</i>	73.9521	<i>Psidium sartorianum</i>	7.8345
<i>Gymnanthes lucida</i>	57.553	<i>Gymnanthes lucida</i>	7.3033
<i>Vitex gaumeri</i>	36.4939	<i>Trichilia minutifolia</i>	6.9433

Tabla 13. Considerando el volumen total árbol:

ESTRATO ARBÓREO		ESTRATO ARBUSTIVO	
Especie	VOL m <sup>3</sup> /Total	Especie	VOL m <sup>3</sup> /Total
<i>Piscidia piscipula</i>	532.1446	<i>Trichilia minutifolia</i>	36.9376
<i>Gymnanthes lucida</i>	292.6168	<i>Psidium sartorianum</i>	33.1267

<i>Thouinia paucidentata</i>	251.9716	<i>Gymnanthes lucida</i>	27.3982
------------------------------	----------	--------------------------	---------

En conclusión, se tiene que solo se verá afectado el 9.19 % del volumen que compone el predio, por lo que en consecuencia quedará como conservación el 90.81 % del volumen, por lo que la estructura de especies de la cuenca no se verá afectada ya que la superficie de conservación es muy alta.

#### 14. Cálculo de volumen en la zona de mangle

Los humedales costeros, en particular los mangles, son ecosistemas adaptados a la salinidad del agua y a vivir en suelos anegaos, se desarrollan en planicies costeras de los trópicos húmedos en el mundo, en las desembocaduras de ríos, arroyos y lagunas, poseen raíces aéreas especializadas como neumatóforos (raíces respiratorias) en *Avicennia* y *Laguncularia* y raíces fúlcreas (raíces adventicias) en *Rhizophora*. Los manglares son zonas de alimentación, hábitat y crecimiento para juveniles crustáceos y aves permanentes y migratorias, sirven de transición entre los ecosistemas terrestres y ecosistemas marinos, convirtiéndose así en el recurso forestal más importante de los ecosistemas tropicales (Travieso-Bello, S/F; Hernández-Alcántara y Solís-Weiss, 1995; Yáñez-Arancibia *et al.*, 1998; López-Portillo y Ezcurra, 2002; Duke y Allen, 2006; Conabio, 2008; Conabio, 2009<sup>a</sup>; Moreno-Casasola e Infante-Mata, 2009)

Desde un punto de vista tanto biológico y socioeconómico, los manglares constituyen uno de los ecosistemas más importantes del mundo. Estos proporcionan una amplia variedad de recursos naturales, bienes y servicios, entre los cuales se encuentran medicinas, leña, taninos y material de construcción. Por otro lado, actúan como sistemas naturales de control de inundaciones, filtros biológicos y barreras contra huracanes y son uno de los ecosistemas que capturan más carbono, siendo esta la función que constituye uno de los principales servicios ambientales más importantes que ofrecen los manglares, por ello la importancia de su conservación preservación (Valdez-Hernandez, 2002; Moreno-May *et al.*, 2010).

Por lo tanto y considerando la importancia que tiene la vegetación de mangle en el ambiente se presenta el cálculo de volumen de la zona de mangle, reiterando que esta vegetación no se verá perturbada por el proyecto que nos ocupa, ya que son especies protegidas en México por la NOM-

022-SEMARNAT-2003; NOM-059-SEMARNAT-2010; y el artículo 60 TER-de la Ley General de Vida Silvestre.

Por lo que se efectuaron 2 parcelas circulares de 250 m<sup>2</sup> cada una, para realizar el muestreo de manglar, siendo la segunda parcela la más diversa y abundante pues presento dos especies *R. mangle* y *C. erectus* con 69 árboles de mangle, diferencia de la primera parcela en la cual se encontró únicamente la especie *R. mangle*, con 59 ejemplares.

En este sentido el cálculo del volumen se realizó con los modelos generados en la tesis presentada por Prestegui-Santos en el año de 2014, por lo que el modelo utilizado para el cálculo de volumen es el siguiente:

$$\text{Log}_{10}VTA = -3.87984 + 2.24256 * \text{log}_{10}D + 0.21063 * \text{log}_{10}H$$

Dónde: D= diámetro normal, H= altura total; Log<sub>10</sub>= logaritmo de base diez.

#### 14.1 Volumen estimado

El volumen estimado para la superficie ocupada por mangle (5,394.37 m<sup>2</sup>) es de 8.384 m<sup>3</sup>, de los cuales 8.051 m<sup>3</sup> pertenecen a la especie *R. mangle*, y 0.333 m<sup>3</sup> a la especie *C. erectus*.

Tabla 14. Cálculo de volumen para el mangle

Especie	Densidad	AB m <sup>2</sup>	VTA m <sup>3</sup>	Densidad_Total	AB_Total m <sup>2</sup>	VTA_Total m <sup>3</sup>
<i>Conocarpus erectus</i>	2	0.008	0.031	21.577	0.083	0.333
<i>Rizophora mangle</i>	126	0.206	0.746	1359.381	2.225	8.051
Total	128	0.214	0.777	1380.959	2.309	8.384

Los resultados obtenidos fueron menores a los comparados con los manglares en Yucatán en área basal se obtienen 23.6 m<sup>2</sup> · ha<sup>-1</sup> (Zaldívar et al., 2004), Tabasco: 24.4 m<sup>2</sup> · ha<sup>-1</sup> (Corella et al., 2001), así como menores en volumen en donde se obtienen 44.4 m<sup>3</sup> · Ha<sup>-1</sup> (Silva et al., 2005). Ahora bien, la superficie de manglar que consta de 5,394.37 m<sup>2</sup>, no se verá afectada ya que las

obras del proyecto en cuestión se desarrollaran a más de 100 metros de distancia de la franja de la zona de mangle, por lo que esta superficie es considerada como zona de conservación junto con la superficie de selva media Subperennifolia que no será afectada por el desarrollo de las obras.

### **II.2.9 Operación y mantenimiento**

El proyecto de “Parque Ecoturístico Costa Maya Costa Maya” funcionará en horarios de oficina pudiéndose extender hasta 12 horas al día; las 24 horas los 365 días del año. Ciertas áreas públicas o de uso común como las áreas de práctica de yoga, tendrán horario limitado de 8:00 a.m. hasta las 5:00 p.m.

### **Programa de mantenimiento**

Este consistirá en la clasificación de actividades en diarias, semanales, mensuales semestrales y anuales.

Las actividades que se realizarán de forma diaria: riego de áreas verdes, limpieza de áreas comunes, limpieza de sanitarios e infraestructura, así como actividades de operación de las subestaciones eléctricas y planta de tratamiento.

Las actividades semanales serán las relacionadas con la manutención de las áreas verdes y jardinerías.

Las actividades mensuales serán las relacionadas con el mantenimiento de los servicios a la infraestructura, plomería, electricidad, etc.

Las semestrales y anuales conllevarán la revisión, verificación y cambio de las partes de la vialidad que sufren deterioro al largo plazo: filtros del sistema hidráulico, transformadores y sistema eléctrico, bombas de agua, planta de tratamiento, pintura, etc.

### **Requerimientos de mano de obra**



Para la etapa de preparación del sitio que se llevará a cabo y la construcción del camino principal, fachadas y pirámides, se empleará a un superintendente, dos residentes de obra, un analista del laboratorio de concretos, un cuantificador de entrada y salidas de materiales, un almacenista, un personal de recursos humanos, un encargado de seguridad e higiene de la obra, dos contratistas o maestros de obra y 100 obreros divididos en:

20 carpinteros para cimbras y moldeo, 20 fierros encargados de las estructuras metálicas, 30 albañiles y 30 ayudantes que son encargados de la construcción siendo un total de 110 empleos directos generados durante la etapa de construcción (Tabla 7).

Asimismo, se planea contratar 12 empleados que incluye al personal de mantenimiento y área administrativa (Tabla 15).

Tabla 15. Relación de los requerimientos de mano de obra durante la etapa de construcción del proyecto “Parque Ecoturístico Costa Maya”.

<u>No. de empleados</u>	<u>Oficio u ocupación</u>
1	Superintendente
2	Residentes
1	Analistas
1	Cuantificador
1	Almacenista
1	Recursos Humanos
1	Seguridad e Higiene
2	Maestros de obra
20	Carpinteros
20	Fierros
30	Albañiles
30	Ayudantes

### **Obras y/o servicios de apoyo a utilizar**

Durante la etapa de preparación del sitio y construcción del proyecto se instalarán 6 baños portátiles para los obreros, las cuales serán limpiadas y recolectadas por la empresa dedicada a este servicio y la cual transporta los residuos hasta su disposición final.

La energía eléctrica para el equipo de construcción será provista por la Comisión Federal de Electricidad (CFE) a través de una subestación eléctrica con acometida de 300 Kva y se constará con 3 transformadores de 300, 150 y 760 KVA.

Para el transporte de los residuos sólidos de manejo especial provenientes de la construcción se realizará su disposición final a través de una empresa, o bien se llevan al sitio de disposición autorizado para tal fin.

Para la etapa de operación los residuos sólidos urbanos serán dispuestos al servicio de recoja de basura de la ciudad.

Durante la etapa de funcionamiento las aguas negras y aguas grises generadas en el proyecto serán dirigidas a una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de tipo C basada en módulos de tipo ROTOPLAS PTAR superficial, que ocupará 120 m<sup>2</sup>.

La cantidad de agua residual generada es a razón de 0.5 LPS durante el funcionamiento de los sanitarios, mismos que serán monitoreados de acuerdo con los siguientes parámetros (Tabla 16)

Tabla 16. Parámetros para monitorear en la etapa de operación del proyecto.

<u>PARÁMETROS</u>	<u>CANTIDADES</u>
<u>SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES</u>	<u>350 mg/l</u>
<u>SOLIDOS VOLÁTILES</u>	<u>275 mg/l</u>
<u>SOLIDOS SEDIMENTABLES</u>	<u>20 ml/l</u>
<u>DBO5</u>	<u>400 mg/l</u>
<u>COT (Carbono Orgánico Total)</u>	<u>290 mg/l</u>
<u>DQO</u>	<u>1000 mg/l</u>
<u>NITROGENO TOTAL</u>	<u>85 mg/l</u>
<u>FOSFORO TOTAL</u>	<u>15 mg/l</u>
<u>GRASAS Y ACEITES</u>	<u>150 mg/l</u>

Este tren de tratamiento y sus dimensiones son para el tratamiento de agua residual en un volumen diario de 10.4 m<sup>3</sup>/día y el tren de tratamiento es el siguiente.

La planta de tratamiento propuesta constara de 10 módulos:

Contará con: (1) un Sistema de pretratamiento (PTR), (2) Cárcamo de agua cruda (CAC), (3) Reactor UASB anaerobio de flujo ascendente con manto de lodos) tiene como objetivo degradar los contaminantes presentes en el agua residual en ausencia de oxígeno. La tecnología de este reactor permite separar internamente el efluente tratado, la biomasa y el biogás, (4) reactor aerobio (RAE), (5) Filtro anaerobio (FAN), (6) Sedimentador secundario (CLS), (7) Reactor anóxico (RAX), (8) Filtración (FIL), (9) Desinfección con agente químico (TCC) y (10) Lecho de secado de Lodos (LSL)

El agua residual será inyectada a un pozo de absorción de 100 m de profundidad y 8" de ademe final. Actualmente se encuentra en gestión ante la Comisión Nacional del Agua para la obtención de Permiso de Descarga de Aguas Residuales.

En cuanto el servicio esté disponible se conectará al drenaje sanitario municipal según los especificado en la NOM-002-SEMARNAT-1996.

La recolección de las aguas pluviales se ha considerado al realizar toda la construcción de la vialidad principal con concreto permeable cuyas características le permiten la infiltración del agua de lluvia al suelo, asimismo únicamente se utiliza el 10% del predio quedando un 90% como áreas verdes del predio.

### **Vida útil del proyecto**

La vida útil de esta obra es de 90 años, misma que se puede ampliar mediante un programa de mantenimiento.

### **II.2.10 Desmantelamiento y abandono de las instalaciones**

No es de interés del promovente abandonar este proyecto ya puesto en operación, toda vez que al momento de que se aproxime la fecha en que se termine la vida útil del presente proyecto que es de 90 años se tiene considerado tramitar una renovación para que siga operando. A demás de que se mantendrá en óptimas condiciones mediante el programa de mantenimiento propuesto.

### **II.2.11 Programa de trabajo**

#### **Programa de trabajo**

El proyecto se planea ejecutar en un lapso de 20 meses a partir de la preparación del sitio hasta iniciar las operaciones (Tabla 17).

Tabla 17. Programa General de trabajo para la preparación del sitio y construcción del proyecto “Parque Ecoturístico Costa Maya Costa Maya”.

<u>CONCEPTO</u>			<u>FECHA</u>	<u>BIM. 1</u>	<u>BIM. 2</u>	<u>BIM. 3</u>	<u>BIM. 4</u>	<u>BIM. 5</u>	<u>BIM. 6</u>	<u>BIM. 7</u>	<u>BIM. 8</u>	<u>BIM. 9</u>	<u>BIM. 10</u>
1		Inicio construcción											
2		Preliminares											
	2.1	Trazo obras y camino principal		■	■								
	2.2	Limpieza del terreno		■	■								
	2.3	Preparación de obras provisionales		■	■								
	2.4	Trazo y nivelación del camino			■	■	■	■	■				
3	3.1	Cimentaciones pirámides, muros y fachadas			■	■	■	■	■				
	3.2	Colados de zapatas, dados cadenas en obras de servicios			■	■	■	■					
	3.3	Firmes, colado con concreto permeable del camino principal, guarniciones y banquetas				■	■	■	■				

	<u>3.4</u>	<u>Construcción del sendero y plataforma para practica de yoga.</u>																		
	<u>3.5</u>	<u>Colocación de pasos de agua de acuerdo con los niveles emitidos durante el análisis de curvas de nivel del proyecto y modelado de elevación del terreno.</u>																		

<u>4</u>	<u>4.1</u>	<u>Columnas fachada y muros pirámides secundaria y principal</u>																		
	<u>4.2</u>	<u>Colocación de los pasos de fauna concreto permeable, cúpula principal de las pirámides, acondicionamiento de camellón principal y guarniciones</u>																		
	<u>4.3</u>	<u>Instalaciones eléctricas y sanitarias</u>																		
<u>5</u>	<u>5.1</u>	<u>Instalación de la planta de tratamiento.</u>																		

## II.2.12 Generación y manejo de residuos líquidos y emisiones a la atmósfera

### 1. Fase de preparación del sitio y construcción:

Para el manejo, disposición y control de residuos en esta fase se han previsto diferentes actividades:

### **Residuos de manejo especial que se proyectan generar en la obra**

Durante la etapa preparación y construcción del proyecto “**Parque Ecoturístico Costa Maya Costa Maya**” se ha estimado una generación de residuos; en la preparación del sitio se estima, material pétreo de excavación y nivelación, rocas, suelo, madera de árboles y arbusto producidos durante el desmonte, cabe mencionar que el desmonte y los productos vegetales serán trituradas y dispuestos como abono para las áreas de vegetación natural y así reintegrarse al ambiente y aquellos como materiales pétreos serán dispuestos mediante una empresa autorizada en materia ambiental.

Durante la etapa de construcción se prevé residuos de madera como triplay, duelas, alfardas, polines, taquetes y tablas, así como escombros que se caracterizan por ser restos de viguetas, bloques, concreto solidificado y finalmente las producidas por los recortes de las bovedillas y viguetas, las cuales serán manejadas por la empresa de transporte y cuya disposición final se encontrara a cargo de una empresa autorizada para tal fin.

### **Residuos sólidos**

Para llevar a cabo el manejo de los residuos sólidos y de manejo especial se contará con un plan de manejo de residuos de manejo sólidos y de manejo especial el cual será sometido a evaluación por la autoridad correspondiente; dentro del mismo se planea la generación durante la construcción de residuos de material reutilizables como papel, cartón, aluminio, plástico y metal, que será valorizado y canalizado a terceros para se

comercializados, ya que el promovente no cuenta con la infraestructura para hacerse cargo de esto. Los residuos sólidos urbanos productos de la obra y consumo de los obreros tienen como destino final el lugar que la Autoridad Municipal les ha designado, el relleno sanitario.

Dentro de la obra se instalarán contenedores de residuos orgánicos, inorgánicos y sanitarios donde el personal colocará los residuos según se requiera y se asigne a áreas de acopio de los desechos ya clasificados hasta el momento de ser recolectados por el servicio de recoja de basura municipal. Los desechos de gran tamaño se mueven con camiones volqueteros, los pequeños se dispondrán para su transporte por los camiones de recolección de basura municipal. Cabe señalar que el proyecto contempla la implementación de un programa de manejo de residuos.

### **Aguas residuales**

La generación de aguas residuales sanitarias en la etapa de preparación del sitio y construcción será manejada por una empresa autorizada para el manejo, transporte y disposición final de dichos residuos. No hay generación de aguas grises durante la etapa de construcción ya que, al no existir una cocina para preparación de alimentos, sólo se tiene un comedor desmontable donde terceros proveen de este servicio.

Durante la etapa de funcionamiento se estima una demanda máxima instantánea de aguas residuales de 2.19 litros por segundo esto debido a que los muebles a ser instalados no consumen más de 10 litros por minuto durante su operación y son de eficiencia en consumo de agua.

### **Emisiones atmosféricas**

Durante la etapa de construcción los residuos por la combustión interna de los vehículos y maquinarias utilizadas se minimizan al exigir al contratista que los vehículos utilizados hayan pasado por una verificación de afinación previa.

El ruido que es generado por el uso de las máquinas y vehículos de construcción se encontrara dentro de los rangos permisibles de la NOM-080-ECOL-1994, al requerir que los vehículos presenten comprobante de la última verificación y al trabajar en horarios de 7:00 a.m. hasta las 5:00 p.m.



Para los sólidos dispersos producto del acopio de agregados de construcción, se humedecerán las áreas que se encuentren en operación, regándolas periódicamente con agua y con ello lograr que la dispersión sea lo menor posible, así como el uso de un muro de contención que evite que el material llegue a dispersarse más allá de los límites establecidos.

## **2. Fase de operación**

### **Residuos sólidos**

Para la etapa de operación se seguirá el manejo según lo planeado en el plan de manejo de residuos sólidos y de manejo especial para la fase de operación; por lo tanto, se espera que los residuos sólidos orgánicos se almacenen en bolsas plásticas en tanto son recolectadas y los residuos sólidos inorgánicos se recolectarán en tambos hasta su manejo por una empresa autorizada, que preste su servicio en el municipio.

### **Residuos líquidos**

Los residuos líquidos como lo son las aguas negras y aguas grises durante la operación del edificio de oficinas y comercio serán enviados a una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de tipo ensamblada PTAR Tipo C Descrita con anterioridad la cual una vez tratadas las aguas y cumpliendo él es dictaminado por la NOM-001-SEMARNAT-1996, para verter dichas aguas a un pozo profundo siempre y cuando dichas aguas cumplan los lineamiento para lo cual se realizaran muestreos en función del tiempo de trabajo de dicha planta y antes de realizar dicho vertimiento el cual podrá ser supervisado por la CONAGUA en materia de su competencia.

La cantidad de agua residual generada es a razón de 1 LPS durante el funcionamiento del proyecto, mismos que serán monitoreados de acuerdo con los siguientes parámetros (Tabla 18).

Tabla 18. Parámetros a monitorear en la etapa de operación del proyecto.

<u>SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES</u>	<u>350 mg/l</u>
<u>SOLIDOS VOLÁTILES</u>	<u>275 mg/l</u>
<u>SOLIDOS SEDIMENTABLES</u>	<u>20 ml/l</u>
<u>DBO5</u>	<u>400 mg/l</u>
<u>COT (Carbono Orgánico Total)</u>	<u>290 mg/l</u>
<u>DQO</u>	<u>1000 mg/l</u>
<u>NITROGENO TOTAL</u>	<u>85 mg/l</u>
<u>FOSFORO TOTAL</u>	<u>15 mg/l</u>
<u>GRASAS Y ACEITES</u>	<u>150 mg/l</u>

Este tren de tratamiento y sus dimensiones son para el tratamiento de agua residual en un volumen diario de 10.4 m<sup>3</sup>/día y el tren de tratamiento es el siguiente.

La planta de tratamiento propuesta constara de 10 módulos:

Contará con: (1) un Sistema de pretratamiento (PTR), (2) Cárcamo de agua cruda (CAC), (3) Reactor UASB anaerobio de flujo ascendente con manto de lodos) tiene Como objetivo degradar los contaminantes presentes en el agua residual en ausencia de oxígeno. La tecnología de este reactor permite separar internamente el efluente tratado, la biomasa y el biogás, (4) reactor aerobio (RAE), (5) Filtro anaerobio (FAN), (6) Sedimentador secundario (CLS), (7) Reactor anóxico (RAX), (8) Filtración (FIL), (9) Desinfección con agente químico (TCC) y (10) Lecho de secado de Lodos (LSL)

### **Fuente de suministro de energía eléctrica y/o combustible**

Se cuenta con una acometida suministrada por Comisión Federal de Electricidad (CFE) y transformadores según la demanda; para la etapa de construcción se solicitó a la CFE una bajada y acometida de carga. Para esta etapa en donde se requiere de maquinaria de mano, instalación de lámparas en el sitio se requerirá de un transformador de 25 KVA's.

La construcción de las subestaciones será de acuerdo con las especificaciones de CFE y las demandas de carga requeridas por el parque. En etapa de operación corresponde a 4.5 kvas, incluye la parte proporcional al requerido en cuanto a los servicios al cliente complementario.

## **Combustible**

Para el abastecimiento en las diferentes etapas de la ejecución del proyecto, se utilizarán las gasolineras más próximas para llenar los vehículos, para la maquinaria de trabajo se optó por el abastecimiento de diésel mediante tambos de 200 litros cuando sea requerido, por lo que no se realizara el almacenamiento de combustible en obra.

Asimismo, se considerarán todas las normas de seguridad que amerita: como, extintor de fácil acceso, instalaciones sin fuga, chequeo constante de las condiciones estructurales, entre otras.

## **Requerimiento de agua cruda o potable, indicar volúmenes y fuentes de suministro**

Toda el agua para la ejecución de obra será adquirida mediante pipas de proveedores locales de este servicio. El agua para consumo de los trabajadores será suministrada en botellones de 20 litros por las empresas que venden agua purificada en la ciudad.

Una vez terminados las obras el agua potable se obtendrá mediante la compra de pipas a CAPA, toda vez que, aunque el proyecto se encuentra en una zona urbana aun no llega el servicio, para abastecer el proyecto tanto para los servicios generales como para servicios al cliente.

El requerimiento de agua será de 400 litros por día y considerando baños y áreas comunes a construir, será el consumo de aproximadamente 200 litros por día operando a su máxima capacidad.

## **Descripción del procedimiento de disposición, tratamiento y/o destino final de los residuos sólidos y líquidos**

De acuerdo a él plan de manejo de residuos sólidos y de manejo especial; los residuos sólidos recuperables que se generen en las diversas etapas del proyecto serán valorizados y entregados a particulares para que ellos dispongan, en lo que respecta a los residuos de la construcción se transportaran y enviaran a disposición final por empresas de transporte y donde lo indique la autoridad competente.

Asimismo, durante la fase de operación de la obra, los residuos sólidos generados se separan en contenedores según su naturaleza en vidrio, metal, papel, PET y orgánicos, mismos que serán entregados a particulares para que ellos los envíen a su reciclaje

Los residuos líquidos tales como las aguas negras y aguas grises serán canalizados a una planta de tratamiento de aguas residuales. En el caso específico de las aguas grises se utilizarán las trampas de grasa para evitar su disposición en la Planta de tratamiento.

## **CAPITULO III**

# **VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y, EN SU CASO, CON LA REGULACIÓN SOBRE USO DEL SUELO**

## **CONSTITUCIÓN POLÍTICA DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS**

La Constitución, en su artículo 4 párrafo 5 a la letra dice “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”.

Así mismo, el artículo 27 en su párrafo tercero de nuestra constitución señala que “La nación tendrá en todo tiempo el derecho de imponer a la propiedad privada las modalidades que dicte el interés público, así como el de regular, en beneficio social, el aprovechamiento de los elementos naturales susceptibles de apropiación, con objeto de hacer una distribución equitativa de la riqueza pública, cuidar de su conservación, lograr el desarrollo equilibrado del país y el mejoramiento de las condiciones de vida de la población rural y urbana. En consecuencia, se dictarán las medidas necesarias para ordenar los asentamientos humanos y establecer adecuadas provisiones, usos, reservas y destinos de tierras, aguas y bosques, a efecto de ejecutar obras públicas y de planear y regular la fundación, conservación, mejoramiento y crecimiento de los centros de población; para preservar y restaurar el equilibrio ecológico; para el fraccionamiento de los latifundios; para disponer, en los términos de la ley reglamentaria, la organización y explotación colectiva de los ejidos y comunidades; para el desarrollo de la pequeña propiedad rural; para el fomento de la agricultura, de la ganadería, de la silvicultura y de las demás actividades económicas en el medio rural, y para evitar la destrucción de los elementos naturales y los daños que la propiedad pueda sufrir en perjuicio de la sociedad.

Tomando en consideración lo establecido en nuestra Constitución con relación al cuidado del medio ambiente, el presente Documento Técnico Unificado Modalidad B, es de interés del C. JESUS GONZALO BALCAZAR BERNAL promovente del proyecto “PARQUE ECOTURISTICO COSTA MAYA” dar cumplimiento con la normativa ambiental aplicable al proyecto mediante la obtención de los trámites necesarios ante las instancias gubernamentales de los tres niveles de gobierno, así como establecer medidas de compensación y mitigación que proporcionen lo esencial para mantener un ambiente sano.

El área esta regulado por el Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Othón P. Blanco y el Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe, mismos que se analizarán a detalle en el presente capítulo, con la finalidad de demostrar que el proyecto cumple con la normativa ambiental aplicable.

# LEY GENERAL DE EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE

Esta ley fue publicada en el Diario Oficial el 28 de enero de 1998 y deriva de las disposiciones establecidas en la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, en su artículo primero se establece que este instrumento es competencia de la Federación y, se refieren a la preservación y restauración del equilibrio ecológico, así como a la protección al ambiente en el territorio nacional y las zonas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción. Sus disposiciones son de orden público e interés social y tienen por objeto el desarrollo sustentable, y establecer las bases para:

- I. Garantizar el derecho de toda persona a vivir en un medio ambiente sano para su desarrollo, salud y bienestar;
- II. Definir los principios de la política ambiental y los instrumentos para su aplicación;
- III. El aprovechamiento sustentable, la preservación y, en su caso, la restauración del suelo, el agua y los demás recursos naturales, de manera que sean compatibles la obtención de beneficios económicos y las actividades de la sociedad con la preservación de los ecosistemas;
- IV. La prevención y el control de la contaminación del aire, agua y suelo;
- V. Garantizar la participación corresponsable de las personas, en forma individual o colectiva, en la preservación y restauración del equilibrio ecológico y la protección al ambiente;

**El artículo 5** fracción II y X de la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA), determina que es facultad de la federación la aplicación de los instrumentos de la política ambiental, así como la regulación de las acciones para la preservación y restauración del equilibrio ecológico y la protección al ambiente que se realicen en bienes y zonas de jurisdicción federal, así como la evaluación del impacto ambiental de las obras o actividades a que se refiere el artículo 28 de esta Ley y, en su caso, la expedición de las autorizaciones correspondientes.

**Artículo 28.-** La evaluación del impacto ambiental es el procedimiento a través del cual la Secretaría establece las condiciones a que se sujetará la realización de obras y actividades que puedan causar desequilibrio ecológico o rebasar los límites y condiciones establecidos en las disposiciones aplicables para proteger el ambiente y preservar y restaurar los ecosistemas, a fin de evitar o reducir al mínimo sus efectos negativos sobre el medio

ambiente. Para ello, en los casos en que determine el Reglamento que al efecto se expida, quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización en materia de impacto ambiental de la Secretaría:

[...]

**VII.-** Cambios de uso del suelo de áreas forestales, así como en selvas y zonas áridas;

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

**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 [...]

Cabe señalar que de acuerdo con el “Instructivo para la elaboración del Documento Técnico Unificado (DTU) del Trámite de Cambio de Uso de Suelo Forestal, Modalidad B”, consultado en el siguiente link [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/278928/DTU\\_Modalidad\\_A.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/278928/DTU_Modalidad_A.pdf) establece lo siguiente en la página 6:

Existe un gran número de obras o actividades que para desarrollarse requieren tanto de autorización en materia de Evaluación del Impacto Ambiental (EIA) como de Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales (CUSTF), lo cual implica presentar por cada una el trámite correspondiente ante unidades administrativas distintas, la elaboración de dos estudios para analizar diversos aspectos ambientales de un mismo proyecto, costos a los particulares y cargas de trabajo innecesarias para la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT).

Si bien las autorizaciones antes señaladas derivan de dos leyes distintas, también es cierto que comparten identidad de propósitos y alcances, por lo que teniendo como objetivo la simplificación de los trámites, acortar tiempos de respuesta, y beneficiar a los interesados en desarrollar obras o actividades con estas características, con fecha 22 de diciembre de 2010, se emitió 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 (ACUERDO).

El ACUERDO por el que se unifica la evaluación de impacto ambiental y cambio de uso de suelo en terrenos forestales, en el trámite de cambio de uso de suelo forestal prevé dos modalidades. La Modalidad A, relativa a la autorización en materia de impacto ambiental para las obras o actividades descritas sólo en la fracción VII del artículo 28 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) y el correspondiente a la autorización de cambio de uso de suelo en terrenos forestales previsto en el artículo 117 de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS): Esto es, mediante esta modalidad se evalúa únicamente el cambio de uso de suelo en terrenos forestales y su impacto ambiental.

La Modalidad B, corresponde a las obras o actividades señaladas en la fracción VII más las descritas en cualquier otra fracción del artículo 28, excepto la fracción V del propio artículo de la LGEEPA, y el trámite de autorización de cambio de uso de suelo en terrenos forestales previsto en el artículo 117 de la LGDFS. Lo que implica que a través de esta modalidad se evalúa el cambio de uso de suelo en terrenos forestales y el impacto ambiental de ese cambio de uso de suelo y cualquier otra obra o actividad del proyecto que requiera esa autorización, excepto el aprovechamiento forestal en selvas tropicales y especies de difícil regeneración.

Dado lo anterior y para dar cumplimiento a dicho acuerdo, y a lo señalado en los artículos 28 y 30 de la presente Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, se somete a evaluación ante la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales el presente Documento Técnico Unificado modalidad B para el proyecto “Parque Ecoturístico Costa Maya”

## **REGLAMENTO DE LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLOGICO Y LA PROTECCION AL AMBIENTE EN MATERIA DE EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL**

Entre los artículos que integra este reglamento aplican los siguientes:

**Artículo 4.-** Compete a la Secretaría:

I.- Evaluar el impacto ambiental y emitir las resoluciones correspondientes para la realización de proyectos de obras o actividades a que se refiere el presente reglamento...

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

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

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

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

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

**I.** Cambio de uso del suelo para actividades agropecuarias, acuícolas, de desarrollo inmobiliario, de infraestructura urbana, de vías generales de comunicación o para el establecimiento de instalaciones comerciales, industriales o de servicios en predios con vegetación forestal, con excepción de la construcción de vivienda unifamiliar y del establecimiento de instalaciones comerciales o de servicios en predios menores a 1000 metros cuadrados, cuando su construcción no implique el derribo de arbolado en una superficie mayor a 500 metros cuadrados, o la eliminación o fragmentación del hábitat de ejemplares de flora o fauna sujetos a un régimen de protección especial de conformidad con las normas oficiales mexicanas y otros instrumentos jurídicos aplicables;

**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

III. Los demás cambios de uso del suelo, en terrenos o áreas con uso de suelo forestal, con excepción de la modificación de suelos agrícolas o pecuarios en forestales, agroforestales o silvopastoriles, mediante la utilización de especies nativas.

**Artículo 47.-** La ejecución de la obra o la realización de la actividad de que se trate deberá sujetarse a lo previsto en la resolución respectiva, en las normas oficiales mexicanas que al efecto se expidan y en las demás disposiciones legales y reglamentarias aplicables.

En todo caso, el promovente podrá solicitar que se integren a la resolución los demás permisos, licencias y autorizaciones que sean necesarios para llevar a cabo la obra o actividad proyectada y cuyo otorgamiento corresponda a la Secretaría.

Dado lo anterior, el proyecto denominado “PARQUE ECOTURISTICO COSTA MAYA” consiste en el cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales para la construcción y operación de un Parque Ecoturístico que se ubicará en el predio denominado “Tres hermanos” ubicado en el municipio de Othón Pompeyo Blanco sobre la carretera Mahahual- Uvero a un costado a 2,500 metros del aeropuerto regional de Mahahual y a 4,100 metros del Muelle internacional de Cruceros; con clave catastral número: 1523 con una superficie de 27-45-04.12 Hectáreas

## **LEY GENERAL DE DESARROLLO FORESTAL SUSTENTABLE**

**Artículo 69.** Corresponderá a la Secretaría otorgar las siguientes autorizaciones:

- I. Cambio de uso de suelo en terrenos forestales, por excepción;
- II. Aprovechamiento de recursos maderables en terrenos forestales y preferentemente forestales;
- III. Establecimiento de plantaciones forestales comerciales en superficies mayores de 800 hectáreas, excepto aquellas en terrenos forestales temporales, y
- IV. Colecta y usos con fines comerciales o de investigación de los recursos genéticos.

Las autorizaciones a las que se refieren las fracciones I, II y III de este artículo podrán ser realizadas por las autoridades competentes de las Entidades Federativas, en los términos de los mecanismos de coordinación previstos en la presente Ley.

En tratándose de plantaciones forestales comerciales, se estará a lo dispuesto en los artículos 79, 80 y relativos de esta Ley, las cuales recibirán tratamientos de desregulación administrativa y fomento.

**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.

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.

Con la finalidad de dar cumplimiento a esta Ley General, además del artículo 139 de su reglamento se somete a evaluación el presente DTU modalidad B para el proyecto denominado "PARQUE ECOTURISTICO COSTA MAYA", en el cual se realizan las estimaciones de biodiversidad, erosión y calidad de agua para poder obtener la autorización de cambio de uso del suelo en terrenos forestales e impactos ambientales del proyecto.

## **REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DE DESARROLLO FORESTAL SUSTENTABLE**

**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;
- 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.

La propuesta de programa a que se refiere la fracción IX del presente artículo deberá incluir el nombre de las especies a rescatar, la densidad de plantación, el Plano georreferenciado del sitio donde serán reubicadas dentro del ecosistema afectado, preferentemente en áreas vecinas o cercanas a donde se realizarán los trabajos de Cambio de uso de suelo, así como las acciones que aseguren al menos un ochenta por ciento de supervivencia de las referidas especies, los periodos de ejecución de dichas acciones y de su mantenimiento.

Para efectos de lo previsto en la fracción XIV del presente artículo, los interesados identificarán los criterios de los programas de ordenamiento ecológico que emitan las autoridades competentes de los tres órdenes de gobierno, atendiendo al uso que se pretende dar al Terreno forestal.

Con respecto a el artículo 141, se presenta el Documento técnico unificado modalidad b el cual contiene los elementos técnicos necesarios tal y como lo dictamina el artículo antes mencionado con el objeto de reunir los elementos técnico para obtener la autorización de cambio de uso del suelo en terrenos forestales y la manifestación de los impactos ambientales de las obras a realizar en el proyecto “Parque ecoturístico Costa Maya”

## **LEY GENERAL PARA LA PREVENCIÓN Y GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS**

El artículo 18 de la presente Ley señala que “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 derivados de la construcción serán dispuestos donde indique el H. Ayuntamiento de Othón P. Blanco, asimismo se implementará un sistema de clasificación de residuos sólidos generados por los empleados con la finalidad de fomentar el reciclaje. Para el manejo de residuos líquidos instalarán sanitarios portátiles de tipo SANIRENT, a los que se les dará mantenimiento constante.

En la etapa de operación los residuos sólidos serán clasificados para su posterior reciclado (Se anexa el programa de manejo de residuos), en cuanto a los residuos líquidos serán enviados a una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Tipo C, con procesos aerobios y anaerobio, misma que cumple con la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEMARNAT-1996.

### **PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO LOCAL DEL MUNICIPIO DE OTHÓN P. BLANCO**

Tomando en consideración lo regulado por la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y su Reglamento en materia de Impacto Ambiental en lo conducente al proceso de evaluación del impacto ambiental en las diversas etapas de preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento, se presenta la vinculación con los instrumentos normativos aplicables, comenzando con el Programa de Ordenamiento Ecológico de Othón P. Blanco.

El predio donde se desarrollará el proyecto “**PARQUE ECOTURISTICO COSTA MAYA**” se encuentra regulado dos Unidades de Gestión Ambiental (UGA), la primera corresponde a la UGA 40 denominada Corredor biológico de Costa Maya el cual presenta una Política Ambiental de Protección con una superficie total de 248,165.26 m<sup>2</sup> equivalente al 90.40% del predio y la segunda UGA que abarca el predio es la 49 A denominada Manglares de Costa Maya con una Política de Restauración, ocupando una superficie de 26,338.86 m<sup>2</sup> equivalente al 9.60% de la superficie total del predio (Figura 33).

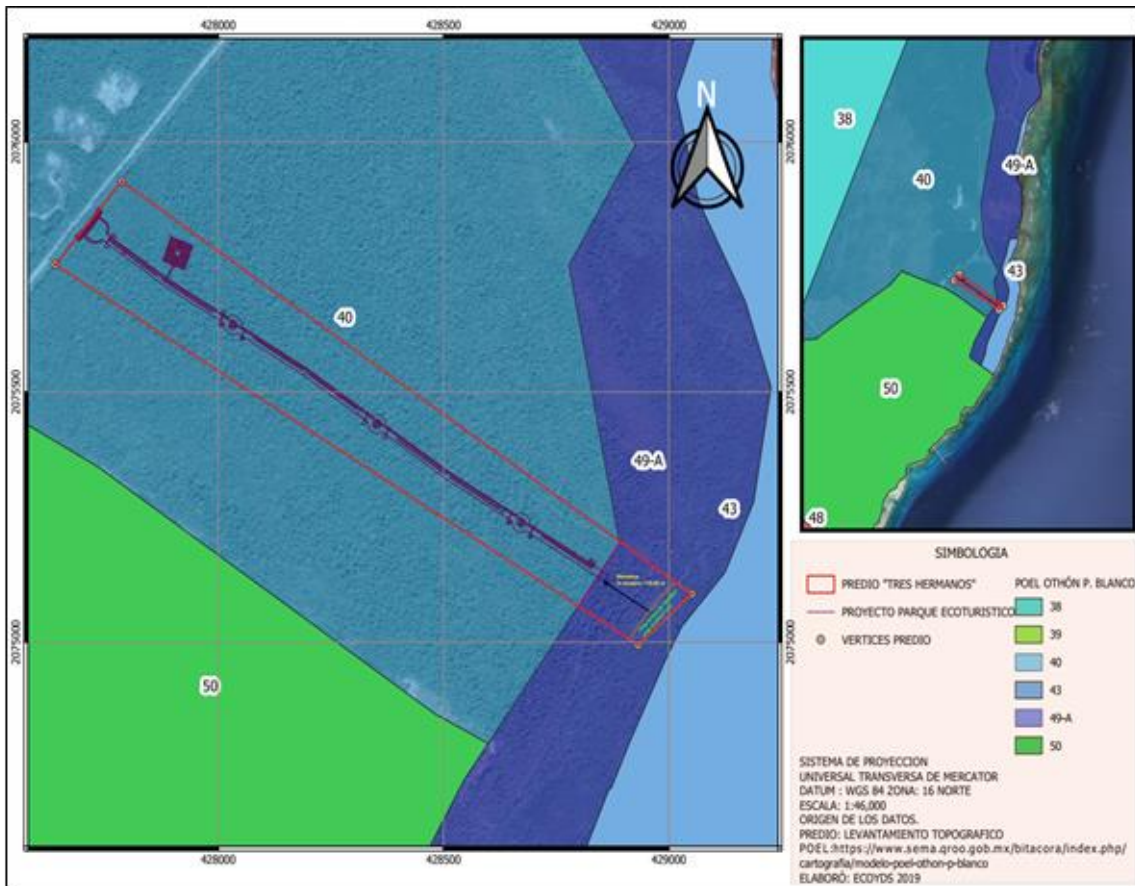


Figura 33. Mapa de ubicación en el contexto del POEL O.P.B en el área de interés (Tomado del POEL O.P.B expedido por la SEMA Q.ROO).



Tabla 19. Usos de suelo de la Unidad de Gestión Ambiental 40

UGA 40 – Corredor Biológico de Costa Maya			
			
<b>Superficie:</b> 30,361.90 Hectáreas		Política Protección	Ambiental:
<b>Criterios de Delimitación:</b> Para la delimitación de esta UGA se respetan los polígonos decretados de las ANPS y de los centros de población, al Norte con el Limite de municipal noreste con los límites del humedal, y al sureste colinda con la franja para equipamiento turístico.			
<b>Condiciones de la Vegetación y Uso de Suelo:</b>			
CLAVE	CONDICIONES DE LA VEGETACION	HECTAREAS	%
VSa/SMQ	Vegetación secundaria arbustiva de selva mediana subperennifolia	13,654.44	44.97
SBS	Selva baja subcaducifolia	10,471.45	34.49
VSA/SMQ	Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia	4,228.52	13.93
VM	Manglar	1,114.31	3.67

SBQ	Selva baja subperennifolia	543.79	1.79
VT	Tular	232.77	0.77
PC	Pastizal cultivado	88.31	0.29
H2O	Cuerpo de agua	28.31	0.09
	TOTAL	30,361.90	100
% de UGA que posee vegetación en buen estado de conservación: 40.72%		Superficie de la UGA con importancia para la recarga de acuíferos: 58.90%	
<p><b>Objetivo de la UGA:</b> Conservar la diversidad genética, así como la protección, restauración, fomento y manejo integral de los hábitats naturales, como factores principales para la conservación, recuperación y usos sostenible de la de flora y fauna silvestre.</p>			
<p><b>Descripción Biofísica:</b> Esta unidad ocupa 2.57% del territorio municipal, es de forma irregular, colinda con los ecosistemas costeros, los procesos de modelado y modificación del relieve por escurrimientos son muy limitados, cuenta con una vegetación apta para reserva forestal.</p>			
<p><b>Descripción Socioeconómica:</b> Por otra parte, esta UGA presenta una red carretera de 22.60 km lineales. Esta UGA presenta sólo 3 pequeñas localidades (rancherías), y el número total de habitantes para esta unidad es de 15 (INEGI, 2010).</p>			
<p>Lineamientos Ecológicos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fomentar el establecimiento de proyectos de pago por servicios ambientales para la conservación de la biodiversidad.</li> <li>• Se mantiene cuando menos el 98% de la superficie de la UGA con sus características de permeabilidad para la recarga del acuífero.</li> <li>• Se mantiene el 95% de la cobertura vegetal, incluyendo el 100 % de las zonas inundables, en los próximos 5 años.</li> <li>• Se regula el establecimiento de proyectos ecoturísticos, así como los usos de suelo compatibles y con los servicios básicos que no pongan en riesgo la biodiversidad, ocupando en conjunto hasta el 10% de la UGA, en un período de 5 años.</li> <li>• El umbral máximo de desmonte no será superior al 10% de la superficie total de la misma.</li> </ul>			

Estrategias Ecológicas:					
CONAFOR	1	2	3	4	5
CONAGUA	4	5			
CONANP	1				
CDI	1	2	3		
SEDESOL	2	3			
SEMARNAT	1	2	3		

<b>Recursos y Procesos Prioritarios:</b> Humedales, Cobertura forestal, Flora y fauna
<b>Usos Compatibles:</b> Servicios Ambientales, Forestal, Acuicultura y Turismo Alternativo.
<b>Usos Incompatibles:</b> Agropecuario, Desarrollo Suburbano, Desarrollo Urbano, Transformación y Turismo Convencional

Componente	Clave	Criterios de Regulación Ecológica									
		01	05	06	19	20	28	29	36	41	
Aprovechamiento Sustentable de los Recursos Naturales	AS	01	05	06	19	20	28	29	36	41	
Prevención de Contaminación en Suelo, Aire y Agua	PC	01	04	07	14						
Conservación de la Biodiversidad	CB	02	03	04	05	06	07	08	13	14	15

Prevención, Restauración y Manejo del Ambiente	PRM	04	31										
--	-----	----	----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Los criterios generales que la aplican al proyecto “**PARQUE ECOTURISTICO COSTA MAYA**” son los siguientes (Tabla 20):

Tabla 20. Tabla de Criterios Generales que le aplican a ambas Unidades de Gestión Ambiental

CRITERIOS ECOLÓGICOS DE APLICACIÓN GENERAL PARA EL MUNICIPIO DE OTHÓN P. BLANCO, QUINTANA ROO.	
CRITERIO GENERAL	
CG-01	Es importante permitir la filtración de las aguas pluviales, por lo que todos los proyectos deben acatar lo dispuestos en el Artículo 132 de la LEEPAQROO o la disposición jurídica que la sustituya.
<p>De acuerdo a este criterio, se debe tomar en consideración lo señalado en el artículo 132 de la Ley Estatal de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, que a la letra dice:</p> <p>Artículo 132.- Para la recarga de mantos acuíferos, en las superficies de predios que se pretendan utilizar para obras e instalaciones, se deberá permitir la filtración de aguas pluviales al suelo y subsuelo. Por tal motivo, las personas físicas o morales quedan obligadas a proporcionar un porcentaje del terreno a construir, preferentemente como área verde, lo que en su caso siempre será permeable.</p> <p>Para los efectos del párrafo anterior en los predios con un área menor de 100 metros cuadrados deberán proporcionar como área verde el 10% como mínimo; en predios con superficie mayor de 101 a 500 metros cuadrados, como mínimo el 20%; en predios cuya superficie sea de 501 a 3,000 metros cuadrados, como mínimo el 30%, <b>y predios cuya superficie sea de 3,001 metros cuadrados en adelante, proporcionarán como área verde el 40% como mínimo.</b></p> <p>Con base a lo anterior y considerando que el predio tiene una superficie total de 274504.12 m<sup>2</sup>, para dar cumplimiento a la Ley se debe mantener el 40% de la superficie del predio como área permeable, que para el Parque Ecoturístico debe ser de 109,801.648 m<sup>2</sup>.</p>	

<p>Sin embargo, el predio pretende mantener como área permeable una superficie de 269,313.64 m<sup>2</sup>, equivalente al 98.10% de la superficie del predio, es decir únicamente se tendrá 5,190.48 m<sup>2</sup> como área impermeable.</p> <p>Cabe señalar que el camino se construirá ocupando concreto permeable.</p>	
CG-02	<p>Para el adecuado desalojo de agua pluvial y agua residual, todos los proyectos deben contar con infraestructura por separado para el manejo y conducción de cada tipo de agua. El drenaje pluvial de estacionamientos públicos y privados así como de talleres mecánicos deberá contar con sistemas de retención de grasas y aceites.</p>
<p>SE CUMPLE. El proyecto pretende mantener como área permeable una superficie de 269,313.64 m<sup>2</sup>, equivalente al 98.10% de la superficie del predio, garantizándose su desalojo mediante filtración natural. En cuanto a las aguas residuales serán enviadas a una Planta de Tratamiento Rotoplas es de tipo PTAR Tipo C, con procesos aerobios y anaerobio, misma que cumple con la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEMARNAT-1996. El área de estacionamiento para los 4 vehículos eléctricos contará con un sistema de retención de grasas y aceites.</p>	
CG-03	<p>No se permite verter hidrocarburos y productos químicos no biodegradables o cualquier tipo de residuo considerado como peligroso, al suelo, cuerpos de agua.</p> <p>En el caso de ecosistemas Marinos, se realizará de conformidad lo establecido por la Ley de Vertimientos en las Zonas Marinas Mexicanas y su reglamentación.</p>
<p>NO APLICA: El Proyecto se trata de un parque ecoturístico donde por su naturaleza no se contempla el vertimiento de hidrocarburos o algún producto químico al agua. En ninguna de las etapas se contempla el almacenamiento de combustibles.</p>	
CG-04	<p>Los cenotes y cuerpos de agua deberán mantener inalterada su estructura geológica y mantener el estrato arbóreo (en una franja de al menos 20 m contados a partir de la orilla), asegurando que la superficie establecida para su uso garantice el mantenimiento de las condiciones paisajísticas de dichos ecosistemas.</p>
<p>No aplica. El predio y sus alrededores no cuenta con cenotes o cuerpos de agua dulce, el predio no colinda con el mar caribe.</p>	
CG-05	<p>Los proyectos que en cualquier etapa empleen agroquímicos de manera rutinaria e intensiva, deberán elaborar un programa de monitoreo de la calidad del agua del subsuelo a fin de detectar, prevenir y, en su caso, corregir la contaminación del recurso agua. Los resultados del monitoreo se incorporarán a la bitácora ambiental.</p>

	En áreas cercanas a zonas de captación y/o extracción de agua deberán contar con el visto bueno de la Comisión de Agua Potable y Alcantarillado del Estado.
NO APLICA: No se contempla el uso de agroquímicos en ninguna de las etapas del proyecto. Asimismo, el predio no se encuentra en zonas de captación y/o extracción de agua.	
CG-06	Las aguas residuales no deben canalizarse a pozos de inyección de agua pluvial, cuerpos de agua naturales, de pozos artesianos, de extracción de agua. Deberán disponerse a través del sistema de drenaje municipal o en caso de no contar con sistema de drenaje municipal, a través de algún sistema de tratamiento de aguas residuales cumpliendo en todo momento con la normatividad vigente aplicable.
Las aguas residuales que se generen serán enviadas una Planta de Tratamiento Rotoplas es de tipo PTAR Tipo C, con procesos aerobios y anaerobio, misma que cumple con la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEMARNAT-1996 "Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales", al respecto el promovente se encuentra en trámite ante la CONAGUA para que se le permita inyectar el agua al acuífero, de conformidad con esta Norma Oficial Mexicana.	
CG-07	La canalización del drenaje pluvial hacia el mar o cuerpos de agua superficiales o pozos de absorción, podrá realizarse previa filtración de sus aguas con sistemas de decantación, trampas de grasas y sólidos u otros que garanticen la retención de sedimentos o contaminantes y deberá ser aprobada por la CONAGUA, de conformidad con la normatividad aplicable.
No aplica. El Proyecto no contempla canalizar el agua pluvial, se contempla mantener como área permeable una superficie de 269,313.64 m <sup>2</sup> , equivalente al 98.10% de la superficie del predio.	
CG-08	No se permite la desecación y/o dragado de cuerpos de agua.
NO APLICA. El Proyecto se trata de un parque ecoturístico que no colinda con cuerpos de agua.	
CG- 09	Se permite la acuicultura en los cuerpos de agua artificiales, y las aguas residuales generadas no podrán disponerse a cuerpos de agua naturales o al subsuelo sin previo tratamiento.  No se permite la acuicultura con especies exóticas en cuerpos de agua naturales.
NO APLICA. El Proyecto no contempla realizar actividades de acuicultura. Las aguas residuales que se generen serán enviadas una Planta de Tratamiento Rotoplas es de tipo PTAR Tipo C, con	

procesos aerobios y anaerobio, misma que cumple con la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEMARNAT-1996	
CG-10	Los usos autorizados deben considerar acciones para el ahorro del recurso agua, así como medidas de prevención de contaminación del manto freático; estas acciones deberán ser presentadas en los estudios ambientales correspondientes, y validados por la autoridad correspondiente. Estas acciones deberán quedar especificadas en cualquiera de las modalidades solicitadas para su evaluación por la autoridad competente.
<p>El proyecto contará con instalaciones que ahorran agua y hacen un uso eficiente del recurso, los sanitarios tendrán un sistema dual para WC, que permite el ahorro de agua por medio de un sistema que usa 3 litros para descargas líquidas y 6 litros para sólidos y llaves ahorradoras.</p> <p>Para evitar la contaminación las aguas residuales serán enviadas a una Planta de Tratamiento Rotoplas es de tipo PTAR Tipo C, con procesos aerobios y anaerobio, misma que cumple con la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEMARNAT-1996.</p>	
CG-11	Se permite la acuicultura cuando cumpla con uno de los tres supuestos siguientes: a) Los estanques de crecimiento cuenten con un sistema cerrado que evite la fuga de larvas o alevines hacia cuerpos naturales de agua o al acuífero b) Se garantice el tratamiento de las aguas residuales c) Cuenten con una fuente de abastecimiento de agua distinta a rejolladas y dolinas.
No aplica, el proyecto no contempla realizar acuicultura.	
CG-12	Todos los proyectos deberán considerar como alternativa para disminuir el consumo de agua de primer uso, que en el diseño de las edificaciones relacionadas al proyecto autorizado se considere la captación de agua de lluvia, así como el reúso de las aguas residuales tratadas. Se puede considerar también una combinación de ambas estrategias.
<p>El proyecto contará con instalaciones que ahorran agua y hacen un uso eficiente del recurso, los sanitarios tendrán un sistema dual para WC, que permite el ahorro de agua por medio de un sistema que usa 3 litros para descargas líquidas y 6 litros para sólidos y llaves ahorradoras.</p> <p>Las aguas residuales serán enviadas a una Planta de Tratamiento Rotoplas es de tipo PTAR Tipo C, con procesos aerobios y anaerobio, misma que cumple con la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEMARNAT-1996. Las aguas serán ocupadas para el riego de las áreas verdes del parque ecoturístico aguas serán ocupadas para el riego de las áreas verdes del parque ecoturístico.</p>	

CG-13	Toda la infraestructura relacionada a los usos y actividades autorizadas, las construcciones preferentemente se construirán con base a las características del terreno, considerando principalmente que las construcciones no interrumpan ni modifiquen los flujos hídricos superficiales o subterráneos
<p>El Proyecto no interrumpe los flujos subterráneos, toda vez las obras no contemplan cimentaciones de profundidad, asimismo, se realizó un estudio de flujos hídricos donde se demostró que para el proyecto se requieren cuatro pasos de agua, mismas que se construirán en diversos tramos de la vialidad, garantizándose con esto la no afectación de los flujos hídricos superficiales.</p> <p>Cabe señalar que el predio pretende mantener como área permeable una superficie de 269,313.64 m<sup>2</sup>, equivalente al 98.10% de la superficie del predio, es decir únicamente se tendrá 5,190.48 m<sup>2</sup> como área impermeable</p>	
CG-14	En el diseño y construcción de los sitios de disposición final de Residuos Sólidos Urbanos se deberá colocar en las celdas para residuos y en el estanque de lixiviados, una geomembrana de polietileno de alta densidad o similar, con espesor mínimo de 1.5 mm. Previo a la colocación de la capa protectora de la geomembrana se deberá acreditar la aprobación de las pruebas de hermeticidad de las uniones de la geomembrana por parte de la autoridad que supervise su construcción.
No aplica, el Proyecto se trata de la construcción de un parque ecoturístico	
CG-15	Los sitios de disposición final de RSU deberán contar con un banco de material pétreo autorizado dentro del área proyectada, mismo que se deberá ubicar aguas arriba de las celdas de almacenamiento y que deberá proveer diariamente del material de cobertura.
NO APLICA. El Proyecto se trata de la construcción de un parque ecoturístico.	
CG-16	Los centros de transferencia de Residuos Sólidos Urbanos deberán acreditar ante las autoridades competentes, la impermeabilidad de los sitios de almacenamiento temporal de estos residuos, así como la infraestructura necesaria para el acopio y tratamiento de los lixiviados que se generen, con el fin de garantizar la no contaminación del suelo y manto freático.
NO APLICA. El Proyecto se trata de la construcción de un parque ecoturístico.	



CG-17	Se deberá documentar en la bitácora ambiental los volúmenes de extracción de agua, con el fin de no exceder la capacidad del acuífero.
No aplica, ya que el proyecto no contempla la extracción de agua, su abastecimiento será mediante pipas que se comprarán en la localidad de Mahahual, Quintana Roo.	
Recurso prioritario: Suelo y subsuelo	
CG-18	El uso de material pétreo, sascab, caliza, tierra negra, tierra de despalme, madera, materiales vegetales y/o arena, deberá provenir de fuentes y/o bancos de material autorizados por la autoridad competente, conforme a la legislación vigente en la materia.
SE CUMPLE: Todos los materiales que sean necesarios para la construcción del parque ecoturístico provendrán de comercios que cuente con los registros, permisos y autorizaciones pertinentes.	
CG-19	La disposición final de residuos sólidos únicamente podrá realizarse de acuerdo con la normatividad aplicable y en los sitios y condiciones que determine la autoridad responsable.
Los residuos sólidos serán clasificados y los susceptibles a reciclaje serán enviados a empresas que se dediquen a esta labor, que son principalmente PET y Cartón. Los demás residuos serán dispuestos donde lo señale el H. Ayuntamiento de Othón P. Blanco.	
CG-20	Donde se encuentren vestigios arqueológicos, deberá reportarse dicha presencia al Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH) y contar con su correspondiente autorización para la construcción de la obra o realización de actividades.
<p>Durante el reconocimiento del terreno se observaron pequeñas albarradas en algunas partes del predio, dado lo anterior se hizo del conocimiento del INAH de este hallazgo con la finalidad de que los analizará y dictaminará, mismo que se pueden comprobar en los oficios DIRQR/401.3S.17.2-2020/281, DIRQR/401.3S.17.2-2020/355, DIRQR/401.3S.17.2-2020/380 y DIRQR/401.3S.17.2-2020/421 que se anexan al presente DTU.</p> <p>Después de que el INAH dictaminara dichas albarradas, y conocer el las zonas donde se desarrollará el presente Parque Ecoturístico, esta autoridad detemino la factibilidad de otorgar el <b>VISTO BUENO Y DE LIBERAR</b> parcialmente con ciertas restricciones el terreno donde se encontraron vestigios de importancia arqueológica y/o cultural, de acuerdo a las condiciones establecidas en el oficio DIRQR/401.3S.17.2-2020/421 y del <b>INFORME DE LA PROTECCION</b></p>	

**EFFECTUADA A MONUMENTOS ARQUEOLOGICOS EN EL PREDIO TRES HERMANOS, EN LA LOCALIDAD DE MAHAHUAL QUINTANA ROO** anexo a dicho oficio.

Cabe señalar que las áreas que el INAH considera que deben ser protegidos serán respetados en su totalidad por el presente proyecto.

CG-21

Los campamentos de construcción o de apoyo y todas las obras en general deben:

A. Contar con al menos una letrina por cada 20 trabajadores.

B. Áreas específicas y delimitadas para la pernocta y/o para la elaboración y consumo de alimentos, con condiciones higiénicas adecuadas (ventilación, miriñaques, piso de cemento, correcta iluminación, lavamanos, entre otros).

En proyectos que involucren a más de 50 trabajadores de obra, se deberá contar con un programa interno de protección civil que abarque los planes de contingencia para huracán, incendio, salvamento acuático, entre otros, así como el personal adecuado para la supervisión de seguridad, protección civil e higiene en la obra.

C. Establecer las medidas necesarias para almacenamiento, retiro, transporte y disposición final de los residuos sólidos generados.

D. Establecer medidas para el correcto manejo, almacenamiento, retiro, transporte y disposición final de los residuos peligrosos.

Se cumple.

A. Se contará con sanitarios portátiles SANIRENT a razón de 1 por cada 12 trabajadores de la construcción.

B. El proyecto se encuentra cercano a la Localidad de Mahahual por lo que no se contempla la pernocta de los trabajadores en el sitio del proyecto, Sin embargo, se tendrá un área para consumo de alimentos en sitios de aprovechamiento del proyecto que tendrán condiciones higiénicas adecuadas.

C. En la etapa de construcción se realizará la limpieza diaria separando los residuos por tipo, y se almacenarán de manera temporal en contenedores rotulados (se anexa el programa de manejo)

D. La maquinaria que se ocupe en la etapa de preparación y construcción se le brindará mantenimiento y servicio fuera del predio, en talleres registrados en la Ciudad de Chetumal. Se contempla que el número de trabajadores que laboren en la etapa de construcción será inferior a 50.

Se planea contratar un promedio de 25 trabajadores (albañiles, arquitectos, biólogos,	
CG-22	El porcentaje de desmonte que se autorice en cada predio, deberá estar acorde a cada uso compatible y no deberá exceder el porcentaje establecido en el umbral máximo de aprovechamiento de la UGA, aplicando el principio de equidad y proporcionalidad.
SE CUMPLE: El proyecto se ajusta a las superficies de desmonte para las dos Unidades de Gestión Ambiental, para la UGA 40 se desmontará 24,526.541m <sup>2</sup> , equivalente al 9.88% del predio en esta UGA, y para la 49-B se desmontará de 257.95 m <sup>2</sup> equivalente al 1%, por lo tanto, el parque ecoturístico se ajusta a la superficie de desmonte permitida en esta UGA.	
CG-23	En el caso de desarrollarse varios usos de suelo compatibles en el mismo predio, los porcentajes de desmonte asignados a cada uno de ellos solo serán acumulables hasta alcanzar el porcentaje definido en el lineamiento ecológico.
NO APLICA. No se pretende desarrollar diferentes usos de suelo en el predio, únicamente los relacionados al parque ecoturístico. Además, se respetará el desmonte permitido para las UGAS 40 y 49-B que establece el presente POEL.	
CG-24	En los terrenos con pendientes mayores a 45 grados, así como en zonas inundables o con escorrentías no se permite la eliminación de la vegetación ni la construcción de obras que propicien el incremento en la erosión del suelo.
NO APLICA. No se pretende desarrollar diferentes usos de suelo en el predio, únicamente los relacionados al parque ecoturístico.	
CG-25	El derecho de vía de los tendidos de energía eléctrica de alta tensión sólo podrá ser utilizado conforme a la normatividad aplicable, y en apego a ella no podrá ser utilizado para asentamientos humanos.
No aplica, en el Proyecto no hay líneas de alta tensión. Únicamente se construirá en el predio propiedad del promovente.	
CG-26	La disposición de materiales derivados de obras, excavaciones o dragados sólo podrá realizarse en sitios autorizados por la autoridad competente, siempre y cuando no contengan residuos sólidos urbanos, así como aquellos que puedan ser catalogados como peligrosos por la normatividad vigente.

SE CUMPLE: Todos los residuos que se genere durante el desarrollo del proyecto, ya sean materiales derivados de obras, excavaciones, así como residuos sólidos urbanos serán dispuestos donde lo señale el H. Ayuntamiento de Othón P. Blanco.

Para el caso de los peligrosos, en caso se presentarse serán enviadas a alguna de las empresas que brinden este servicio, mismas que deberán estar autorizadas por la SEMARNAT.

Cabe señalar que no se conemplan obras de dragados

CG-27	Los proyectos relacionados a las actividades productivas de cada UGA no podrán solicitar más del 25% del total del umbral de densidad y/o aprovechamiento estipulado para cada UGA. (de acuerdo a la definición de umbral estipulado en el glosario).  La superficie de aprovechamiento y/o desmorte para cada predio dentro de la UGA está regulada por los criterios específicos.
-------	---

SE CUMPLE: El proyecto se ajusta a las superficies de desmorte para las dos Unidades de Gestión Ambiental, para la UGA 40 se desmontará 24,526.541 m<sup>2</sup>, equivalente al 9.88% del predio en esta UGA, y para la 49-B se desmontará de 257.95 m<sup>2</sup> equivalente al 1%, por lo tanto, el parque ecoturístico se ajusta a la superficie de desmorte permitida en esta UGA.

CG-28	No se permite la transferencia de densidades ni porcentajes de desmorte entre predios ubicados en UGA's distintas.
-------	--

NO APLICA: No se contempla la trasferencia de densidades ni porcentaje de desmorte entre predios. El proyecto se trata de un parque ecoturístico donde no se realizará pernocta.

Recurso prioritario: biodiversidad, flora y fauna

CG-29	En el desarrollo de los usos de suelo y actividades permitidas, deberán plantearse como primera opción de aprovechamiento aquellos sitios que ya están abandonados por ejemplo: potreros, bancos de materiales para la construcción, así como las áreas desmontadas, sin vegetación aparente o con vegetación secundaria herbácea y arbustiva u otras áreas afectadas, salvo disposición legal en contrario.
-------	--

SE CUMPLE. El proyecto fue plantado tomando en consideración lo permitido por las UGAS 40 y 49 establecidas en el presente ordenamiento, se opto por brindar protección al manglar dejando una franja de amortiguamiento mayor a 116 metros. Las obras, principalmente el camino se realizará en medio del predio, garantizando la conectividad ambiental entre predios.

CG-30	En el tratamiento de plagas y enfermedades de cultivos, jardines, áreas de reforestación y de manejo de la vegetación nativa deben emplearse productos que afecten específicamente la plaga o enfermedad que se desea controlar, así como los fertilizantes que sean preferentemente orgánicos y que estén publicados en el catálogo vigente por la Comisión Intersecretarial para el Control del Proceso y Uso de Plaguicidas, Fertilizantes y Substancias Tóxicas (CICOPLAFEST).
Se cumple, en caso de presentarse alguna plaga se aplicarán productos que afecten específicamente la plaga, se emplearán fertilizantes orgánicos y que estén publicados en el catálogo CICOPLAFEST.	
CG-31	<p>Se permite el manejo de especies exóticas, cuando:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1.- Solo se permitirá el uso y manejo de las especies exóticas que estén certificadas por la SAGARPA y SEMARNAT, a través de sus instancias administrativas competentes; en el caso de peces exóticos, éstos además sólo podrán ser cultivados en sistemas cerrados (estanques).</li> <li>2. La actividad no se proyecte en cuerpos naturales de agua.</li> <li>3. El manejo de fauna, en caso de utilizar encierros, se debe realizar el tratamiento secundario por medio de biodigestores autorizados por la autoridad competente en la materia de aquellas aguas provenientes de la limpieza de los sitios de confinamiento.</li> <li>4. Se garantice el confinamiento de los ejemplares y se impida su dispersión o distribución al medio natural.</li> <li>5. Todas las especies exóticas autorizadas deberán contar con un Programa de Manejo autorizado por la autoridad competente.</li> <li>6. Sólo se permite la acuicultura de especies nativas en cuerpos de agua interiores, con excepción de aquellos cuerpos de agua localizados en la Costa Maya, en la que sólo se permitirá la acuicultura en estanques, al Poniente de la carretera estatal pavimentada.</li> </ol>
No aplica, ya que el proyecto no contempla la introducción de especies exóticas.	
CG-32	En la superficie del predio autorizada para su aprovechamiento, en forma previa al desmonte y/o a la nivelación del terreno, debe realizarse un Programa de rescate selectivo de flora y recolecta de material de propagación, a fin de aprovechar el

	material vegetal que sea susceptible para obras de reforestación, restauración y/o jardinería.
SE CUMPLE: El proyecto contempla implementar un programa de rescate de flora, misma que será ocupada para enriquecer áreas del predio que presentan claros producto de fenómenos meteorológicos.	
CG-33	Previo al desarrollo de cualquier obra o actividad se deberá ejecutar un Programa de rescate y reubicación selectiva de fauna, poniendo especial atención a las especies protegidas y las de lento desplazamiento.
SE CUMPLE: Se contempla principalmente el ahuyentamiento de la fauna en la etapa de construcción del proyecto, además de la implementación de un programa de rescate de fauna, enfocándose a las de lento desplazamiento, mismas que serán reubicadas en el mismo predio, especialmente las de lento desplazamiento.	
CG-34	En tanto no se instale y opere una planta de acopio y reciclaje de aceites automotriz y comestibles degradados, quienes generen estos residuos deberán contratar la recolección de dichos productos con empresas debidamente autorizadas. Queda estrictamente prohibida la disposición de dichos recursos en cualquier otro lugar que no esté debidamente autorizado por las autoridades competentes.
SE CUMPLE: En la etapa de preparación y construcción no se permitirá que se realicen mantenimiento a las maquinarias en el interior del predio, además el proyecto no contempla alguna zona para la preparación de alimentos, los que se consuman en la etapa de operación serán adquiridos en la localidad de Mahahual. En caso de que se presentará la generación de algún residuo clasificado como riesgoso, será almacenado temporalmente en una zona impermeable y posteriormente se pondrá a disposición de una empresa autorizada por la SEMARNAT para su disposición final.	
CG-35	Todos los proyectos que impliquen la remoción de la vegetación y el despalle del suelo deberán realizar acciones para la recuperación de la tierra vegetal, realizando su separación de los residuos vegetales y pétreos, con la finalidad de la generación de composta que sea utilizada para acciones de reforestación dentro del mismo proyecto o dentro del territorio municipal donde lo disponga la autoridad competente en la materia. Los sitios de composteo deberán considerar mecanismos para evitar la proliferación de fauna nociva.

SE CUMPLE. La tierra y los residuos vegetales que se produzcan en la etapa de despalme serán separados para realizar composta, misma que será usada para enriquecer las áreas verdes del proyecto como los camellones.	
CG-36	En los programas de rescate de fauna silvestre que deben elaborarse y ejecutarse con motivo de la eliminación de la cobertura vegetal de un predio, se deberá incluir el sitio de reubicación de los ejemplares, aprobado por la autoridad ambiental competente.
SE CUMPLE: El proyecto contempla la implementación de un programa de rescate de fauna silvestre, enfocándose a las de lento desplazamiento, mismas que serán trasladadas a las zonas de conservación del mismo predio	
CG-37	En los proyectos en donde se pretenda llevar a cabo la construcción de caminos, bardas o cualquier otro tipo de construcción que pudiera interrumpir la conectividad ecosistémica deberán implementar pasos de fauna menor (pasos inferiores) a cada 500 m, con excepción de áreas urbanas.
SE CUMPLE. El proyecto no contempla la construcción de bardas, sin embargo habrá un camino que contará con señales informativas sobre la importancia de la flora y fauna, así mismo, se tendrán 7 zonas con reductores de velocidad para las bicicletas eléctricas y los 4 vehículos eléctricos que operaran en el parque.	
CG-38	Para disminuir la huella ambiental, se recomienda que en las diferentes construcciones se realice la selección y uso de materiales orgánicos de la región, o inorgánicos de muy bajo o nulo procesamiento industrial.
SE CUMPLE: El camino será construido con concreto permeable, con lo que se reduce la huella ambiental.	
CG-39	En todas las actividades productivas que contemplen desmonte y despalme, se debe ejecutar un programa de reforestación con especies nativas en las zonas de conservación dentro del mismo predio y en las zonas consideradas como áreas de restauración designadas por la autoridad competente en la materia.
Se pretende implementar reforestación con especies nativas (se anexa el programa).	

Los criterios específicos aplicables a la Unidad de Gestión Ambiental 40 y su vinculación con relación con el Parque Ecoturístico se describen a continuación (tabla 21).

Tabla 21. Criterios UGA 40 POEL O.P.B. 2015

CRITERIOS.	DESCRIPCIÓN	
Aprovechamiento Sustentable de los Recursos Naturales		
AS-01	El aprovechamiento forestal maderable se permite en las áreas con dominancia de vegetación primaria y secundaria de selva mediana subperennifolia y con vegetación secundaria de la selva alta, siempre y cuando cuentan con un programa de manejo autorizado.	NO APLICA. El proyecto se trata de un parque ecoturístico donde no se contempla el aprovechamiento forestal maderable.
AS-05	En unidades no urbanas o sujetas a PDU, únicamente se permite la vivienda relacionada con las actividades productivas señaladas en los usos compatibles, de conformidad a la Ley de Asentamientos Humanos y la Ley de Vivienda del estado de Quintana Roo.	NO APLICA. El proyecto se trata de un parque ecoturístico donde no se contempla la construcción de viviendas o actividades de pernocta.
AS-06	Para realizar actividades recreativas (contemplativas, senderismo, ecoturismo) se deberá contar con un reglamento de operación, mismo que garantice la operación ambientalmente sustentable de la actividad, conforme a las correspondientes Normas Oficiales en dichas actividades turísticas. Este reglamento se presentará a la autoridad	SE CUMPLE. Se anexa al presente el <b>reglamento de operación</b> que se implementará previo al inicio de obra, entre las restricciones que contempla no molestar a la fauna que pudiese cruzar en el camino, no afectar la flora y las actividades recreativas únicamente se



CRITERIOS.	DESCRIPCIÓN	
	ambiental competente para su valoración y de ser procedente su autorización.	realizarán en el camino, el área de yoga y las pirámides.
AS-19	Los invernaderos y las unidades de producción intensiva sólo se permiten en terrenos agropecuarios de clase agrológica I y II (planos o ligeramente ondulados con pendientes menores al 8%, con erosión normal y sin escorrentías); siempre y cuando dispongan de sistemas tecnificados de producción, realicen un manejo eficiente de los recursos naturales, cuenten con módulos de ahorro de energía y establezcan sistemas de tratamiento de sus residuos.	NO APLICA. El proyecto se trata de un parque ecoturístico, no se contempla la implementación de invernaderos.
AS-20	En los predios y/o parcelas en los que se considere la actividad de aprovechamiento forestal maderable, se podrá desmontar hasta el 10% de la extensión del predio para la infraestructura asociada como caminos forestales, bacardillas y zonas de maniobra.	NO APLICA, el predio no contempla realizar actividad de aprovechamiento forestal maderable, sin embargo, el parque se ajusta al desmonte que será de <b>24,815.04 m<sup>2</sup>, equivalente al 10% del predio en esta UGA.</b>
AS-28	Se podrán realizar actividades de acuicultura a una distancia mayor a 500 metros de cuerpos de agua, rejolladas inundables, ríos y cenotes.	NO APLICA, el proyecto no contempla actividades de acuicultura.
AS-29	El aprovechamiento de chicle, hoja de huano, bejucos, orquídeas y/o partes de plantas silvestres únicamente puede realizarse bajo un programa de manejo forestal autorizado. Cuando el proyecto contemple la extracción de plantas deben incluir la producción en vivero de las especies aprovechadas a partir de	NO APLICA. El proyecto se trata de un parque ecoturístico donde no se contempla el aprovechamiento forestal.

CRITERIOS.	DESCRIPCIÓN	
	germoplasma colectado en la zona. Las plantas producidas constituirán el material de restauración y reforestación dentro de la superficie aprovechada.	
AS-36	En el diseño de las UMA's se debe priorizar la agrupación de las instalaciones con el fin de favorecer la continuidad de las áreas naturales o de conservación de cada proyecto.	NO APLICA. El proyecto se trata de un parque ecoturístico donde no se contempla la implementación de UMA's.
AS-41	Sólo se permite el desmonte del 10% de la extensión del predio o parcela, para el establecimiento de infraestructura asociada a las actividades autorizadas.	<p>SE CUMPLE. Toda vez que de acuerdo con los Lineamientos Ecológicos aplicables a esta Unidad de Gestión Ambiental se establece que <i>“Se regula el establecimiento de proyectos ecoturísticos, así como los usos de suelo compatibles y con los servicios básicos que no pongan en riesgo la biodiversidad, ocupando en conjunto hasta el 10% de la UGA...”</i>. El umbral máximo de desmonte no será superior al 10% de la superficie total de la misma.</p> <p>Asimismo, en esta UGA tiene como el uso de suelo compatible el TURISMO ALTERNATIVO, donde de acuerdo a la “Tabla 1.- Sectores identificados, así como sus actividades productivas y modalidades de uso dentro de los límites del municipio de Othón P. Blanco,</p>

CRITERIOS.	DESCRIPCIÓN
	<p>Quintana Roo”, donde se señala que en el sector Turismo Alternativo las actividades productivas y modalidades de uso se encuentra el ecoturismo y Senderismo.</p> <p>Asimismo, de acuerdo al glosario del POEL se define como <b>“TURISMO ALTERNATIVO:</b> Es una modalidad del turismo natural, de aventura, etnológico y cultural, respetuoso por la naturaleza, basada en el compromiso que se debe asumir en cuanto a la conservación de los recursos naturales presentes y tiene como su principal variedad al ecoturismo el cual mantiene a su vez diferentes modalidades”</p> <p>En este sentido, considerando que el proyecto PARQUE ECOTURÍSTICO COSTA MAYA se ajusta al uso de suelo permitido de ecoturismo. Asimismo, tomando en consideración la superficie del predio dentro de esta UGA 40 que es de 248,165.26 m<sup>2</sup>, donde se contempla un desmonte de 24,815.04 m<sup>2</sup>, equivalente al 10% del predio, ajustándose al desmonte permitido en este criterio.</p>

CRITERIOS.	DESCRIPCIÓN	
Prevención de la Contaminación en Suelo, Aire y Agua		
PC-01	Las aguas residuales, y los sedimentos derivados de la acuacultura, deberán recibir un tratamiento que reduzca su potencialidad de contaminante, de manera previa a su disposición final, según lo dispuesto por la NOM-001-SEMARNAT-1996.	NO APLICA. El proyecto se trata de un parque ecoturístico donde no se realizará acuacultura
PC-04	En el desarrollo de actividades ecoturísticas (recorridos, circuitos y paseos) dentro de las áreas con vegetación natural se deben utilizar vehículos no motorizados o en su caso vehículos eléctricos o propulsados por energías alternativas, quedando excluidos los motorizados que empleen hidrocarburos.	SE CUMPLE, para las actividades ecoturísticas se construirá un camino con concreto permeable, donde únicamente transitarán vehículos eléctricos que serán principalmente 4 coches eléctricos de turismo y bicicletas con sistema de pedaleo y eléctricas que alcanzan una velocidad máxima de 30 km por hora.
PC-07	En el desarrollo de actividades de turismo alternativo y/o forestales con vehículos a través o dentro de los ecosistemas presentes en esta UGA, 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.	SE CUMPLE, para los recorridos se construirá un camino construido con concreto permeable, los vehículos eléctricos contarán con silenciadores para evitar que el ruido perturbe a la fauna del predio
PC-14	Las aguas residuales deberán canalizarse hacia las plantas de tratamiento de aguas residuales operadas por la Comisión de Agua Potable y Alcantarillado o el organismo operador autorizado por esta	Las aguas residuales serán enviadas a una Planta de Tratamiento Rotoplás es de tipo PTAR Tipo C, con procesos aerobios y anaerobio, misma que

CRITERIOS.	DESCRIPCIÓN	
	instancia, de conformidad con la NOM-002-SEMARNAT-1996.	cumple con la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEMARNAT-1996. Una parte de estas aguas serán ocupadas para el riego de las áreas verdes del parque ecoturístico.
Conservación de la Biodiversidad		
CB-02	Los promoventes de actividades productivas en esta UGA deben implementar acciones preventivas de incendios forestales a fin de evitar el deterioro y degradación de la masa forestal y fauna asociada.	SE CUMPLE, en las actividades de ecoturismo no se permitirá el uso de fuego, asimismo, el personal que labore en el parque será capacitado para controlar un posible incendio en el parque.
CB-03	Con objeto de minimizar la fragmentación de los ecosistemas y mantener corredores biológicos, se deberá establecer una franja natural perimetral en los predios o parcelas, cuya superficie mínima será equivalente a 20 % del área del predio. Esta franja se establecerá del límite de la propiedad o parcela hacia el interior de la misma y deberá conservar la vegetación natural de manera permanente. En esta franja se permite la conformación de accesos al predio. Se exceptúa este criterio para vías de comunicación federal y estatal.	Se cumple, la vialidad se construirá en medio del predio, dejando a sus costados el 90% del predio con vegetación nativa.
CB-04	En la construcción de caminos y carreteras deberán contar con pasos de agua con la infraestructura necesaria, basada en estudios hidrológicos que asegure el libre flujo, debiendo mantener la dinámica hídrica del ecosistema; asegurando también la preservación de la estructura,	SE CUMPLE. El proyecto contempla cuatro pasos de agua, mismas que se propusieron tomando en consideración estudios hidrológicos. Además, el camino contará con letreros alusivos a la protección de flora y

CRITERIOS.	DESCRIPCIÓN	
	composición y función de las comunidades de flora y fauna, así como el libre desplazamiento de la fauna propia del ecosistema, y deberá de existir la señalización y reductores de velocidad correspondientes.	fauna, y se instalarán siete zonas con reductores de velocidad. Cabe señalar que la velocidad máxima permitida será de 30 km.
CB-05	Los ecosistemas inundables importantes por su función ecológica como sitios de alimentación y abrevadero de diversas especies de fauna (selvas bajas, tulares, tintales, sabanas, entre otros), deberán ser incluidos como áreas de conservación y no podrán ser considerados en la superficie de desplante del proyecto.	NO APLICA. En el predio no se encontraron zonas inundables temporales o permanentes.
CB-06	Las actividades cinegéticas sólo se permiten bajo el esquema de UMA's previsto en la Ley General de Vida Silvestre.	NO APLICA. No se contempla realizar actividades cinegéticas.
CB-07	Las áreas de conservación deberán mantenerse con cubierta vegetal original dentro de los predios; para la prevención de la erosión y como medida de control de la contaminación auditiva y/o visual; pero si éstas estuviesen afectadas o con vegetación escasa o dominada por estratos herbáceo o arbustivo, se deberá realizar un programa de reforestación con especies nativas que considere por lo menos 1,500 árboles y palmas por hectárea.	SE CUMPLE. Las áreas de conservación serán mantenidas conservando su cubierta vegetal. Existe un área donde la vegetación que presenta claros derivados de afectaciones de fenómenos hidro meteorológicos, mismos que serán enriquecidos con la vegetación que será rescatada del camino.
CB-08	Con la finalidad de conservar la diversidad genética de las poblaciones originales, las áreas bajo manejo forestal deben incluir la producción en vivero de plántulas de	SE CUMPLE. Se implementará un vivero temporal con plántulas de especies forestales, mismas que serán usadas para enriquecer

CRITERIOS.	DESCRIPCIÓN	
	especies forestales a partir de germoplasma colectado en la zona. Las plantas producidas constituirán el material de restauración y reforestación.	zonas perturbadas. El vivero se instalará temporalmente en la superficie que ocupará el camino.
CB- 13	Las especies exóticas que pretendan utilizarse para acuicultura deberán provenir de centros piscícolas autorizados por la Comisión Nacional de Pesca (CONAPESCA) de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación (SAGARPA).	NO APLICA. El proyecto se trata de un parque ecoturístico donde no se realizará acuicultura.
CB-14	Con la finalidad de conservar la diversidad genética de las poblaciones forestales, en las áreas forestales permanentes se deben mantener árboles con características de "árboles padre" que proporcionen el germoplasma para la recuperación de las áreas de corta.	SE CUMPLE. Se mantendrá en estado natural toda la vegetación que se encuentre en las áreas de conservación del proyecto, que corresponde al 90% del predio en esta UGA.
CB- 15	Con la finalidad de conservar la diversidad genética de las poblaciones forestales, las áreas de fomento forestal deben incluir el enriquecimiento de acahuales, las podas y cortas para el favorecimiento de las especies forestales promisorias y promover el repoblamiento a partir de germoplasma seleccionado, como parte de un manejo integral de un sistema silvícola.	NO APLICA. El proyecto se trata de un parque ecoturístico donde no se realizará actividades de aprovechamiento forestal.
CB-16	Alrededor de los cenotes, acceso a cuevas y otros cuerpos de agua se deberá mantener una franja perimetral de protección constituida por la vegetación natural existente con una anchura mínima de 20 metros y una máxima equivalente a	NO APLICA. El predio no contiene cenotes, cuevas o cuerpos de agua.

CRITERIOS.	DESCRIPCIÓN	
	<p>la anchura máxima del espejo de agua, siempre y cuando esta exceda los 20 metros. En esta franja sólo se permitirá el aclareo siempre y cuando la autoridad competente por excepción otorgue el cambio de uso de suelo en esta superficie.</p>	
Prevenición, Restauración y Mejoramiento del Ambiente		
PRM-04	<p>Para efectos del perfil de diseño del proyecto y el nivel de desplante, deben evaluarse los niveles de inundación y caudales de precipitación ante diversos escenarios de lluvia. Lo anterior como criterio para la definición del nivel de desplante que asegure el mantenimiento de la hidrología superficial y subsuperficial del predio y la región, así como la seguridad de la infraestructura planteada.</p>	<p>SE CUMPLE. Previo al diseño del proyecto se realizó un estudio hidrológico tomando en consideración el promedio de lluvias anuales desde el año 2000, con base a los resultados se determinó establecer cuatro pasos de agua, con que se cumple este criterio.</p>
PRM-31	<p>Los manglares podrán recibir las descargas derivadas del 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</p>	<p>NO APLICA. En esta Unida de Gestión Ambiental no se encuentra vegetación de manglar que pudiese ser afectado por las obras propuestas.</p>



CRITERIOS.	DESCRIPCIÓN	
	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.	

a) Unidad de Gestión Ambiental 49 – Manglares de Costa Maya

En esta Unidad de Gestión Ambiental se encuentra una superficie de 26,338.86 m<sup>2</sup> equivalente a 9.60% de la superficie total del predio, donde únicamente se construirá un área para práctica de yoga. Los usos de suelo que le aplican son los siguientes (Tabla 22).

Tabla 22. Unidad de Gestión Ambiental 49 y sus usos de suelo



	
Superficie:	Política Ambiental:
<p><b>Criterios de Delimitación:</b> Esta UGA se delimitó mediante la ubicación de los Manglares presentes en la Costa Maya.</p>	

Tabla 23. Condiciones de la Vegetación y Uso de Suelo

POLIGONO 49-A				
CLAVE		CONDICIONES DE LA VEGETACION	HECTAREAS	%
VM		Manglar	2,941.16	76.06
H2O		Cuerpo de agua	452.29	11.70
SBQ		Selva baja subperennifolia	104.18	2.69
VSA/SMQ	Vegetación secundaria arbórea de selva mediana	12.28	0.32	
TOTAL		3,866.84	100.00	

POLIGONO 49-B				
CLAVE	CONDICIONES DE LA VEGETACION		HECTARE	%
VM	Manglar		2,230.38	94.40
SBS	Selva baja subcaducifolia		123.20	5.21
VSa/SMQ	Vegetación secundaria arbustiva de selva mediana subperennifolia		6.78	0.29
H2O	Cuerpo de agua		1.41	0.06
VSA/SMQ	Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia		1.00	0.04
TOTAL			2,362.77	100.0

POLIGONO 49-C			
CLAVE	CONDICIONES DE LA VEGETACION	HECTAREAS	%
VM	Manglar	424.32	96.01
SBS	Selva baja subcaducifolia	16.64	3.77
H2O	Cuerpo de agua	0.98	0.22
	TOTAL	441.93	100.00

POLIGONO 49-D

CLAVE	CONDICIONES DE LA VEGETACION	HECTAREAS	%
VM	Manglar	698.89	84.26

VSA/SMQ	Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia	60.92	7.34
H2O	Cuerpo de agua	53.56	6.46
SBS	Selva baja subcaducifolia	12.04	1.45

AH	Asentamiento humano	4.00	0.48
	TOTAL	829.42	100.00

POLIGONO 49-E			
CLAVE	CONDICIONES DE LA VEGETACION	HECTAREAS	%
VM	Manglar	492.77	79.96
H2O	Cuerpo de agua	115.96	18.82
VSA/SMQ	Asentamiento humano	2.67	0.43
VT	Tular	2.52	0.41
SBS	Selva baja subcaducifolia	1.74	0.28
DV	Área sin Vegetación aparente	0.60	0.10
	TOTAL	616.26	100.00

POLIGONO 49-F			
CLAVE	CONDICIONES DE LA VEGETACION	HECTAREAS	%
VM	Manglar	109.65	76.96
H2O	Cuerpo de agua	32.83	23.04
	TOTAL	142.47	100.00

% de UGA que posee vegetación en buen estado de conservación:88.12%	Superficie de la UGA con importancia para la recarga de acuíferos: 7.63 %
---	--

**Objetivo de la UGA:** Las áreas buscan preservar, conservar y restaurar los ambientes naturales representativos de los diferentes ecosistemas de la unidad así como de su diversidad presente; son modelos óptimos de funcionamiento con programas consolidados enfocados a la investigación, educación ambiental y conservación, su población local participa en las diferentes actividades dentro de las ANPs de acuerdo a la normatividad vigente reconociéndoles sus derechos y obligaciones para una mejor calidad de vida y del medio.

**Descripción Biofísica:** Esta unidad ocupa 0.70% del territorio municipal, tiene forma irregular alargada y se ubica en la zona costera de Costa Maya. En esta unidad los suelos son arenosos, poco desarrollados y relativamente recientes. De acuerdo con el mapa de hidrología subterránea en la mayor parte de su superficie se presenta un acuífero con material consolidado con posibilidades bajas. En orden de importancia por su cobertura vegetal, el manglar es el más extenso y le siguen la selva baja subcaducifolia y la vegetación secundaria arbustiva de selva mediana subperennifolia. Por sus atributos ambientales tiene aptitud de uso del suelo para el turismo y servicios ambientales.

**Descripción Socioeconómica:** Esta UGA presenta 5 localidades pequeñas con 10 habitantes en total (INEGI, 2010). Por otra parte, la red carretera existente es de 19.22 km.

Lineamientos Ecológicos:

- Se mejora la salud del ecosistema de manglar, a través de la elaboración e implementación de un Programa Integral de Conservación, Restauración o Rehabilitación del Humedal por parte de los 3 órdenes de gobierno en forma coordinada, considerando la participación obligatoria de los propietarios de los terrenos con presencia de dicho ecosistema para garantizar la continuidad de los procesos de interacción entre el manglar y el arrecife.
- Se fomenta el ecoturismo como actividad de bajo impacto compatible con la presencia de manglar en al menos un 5% de la superficie total, como alternativa económica productiva para la zona.

El umbral máximo de desmonte será el que establezca y se justifique, de acuerdo con lo establecido por la Ley General de Vida Silvestre (LGVS), únicamente con fines de restauración y de infraestructura de obras públicas.

Estrategias Ecológicas

C O N A F O R	3	4	5										
C O N A N P	1												
S E M A R N A T	1	2											

**Recursos y Procesos Prioritarios:** Humedales, Cuerpos de agua, Cobertura forestal, Flora y fauna.

**Usos Compatibles:** Servicios Ambientales y Turismo Alternativo.



**Usos Incompatibles:** Agropecuario, Acuicultura, Desarrollo Suburbano, Desarrollo Urbano, Forestal, Transformación y Turismo Convencional

Componente	Clave	Criterios de Regulación Ecológica		
Aprovechamiento Sustentable de los Recursos Naturales	AS	06	36	49
Prevención de Contaminación en Suelo, Aire y Agua	C	04	07	
Conservación de la Biodiversidad	CB	04		
Prevención, Restauración y Manejo del Ambiente	PRM	04	10	29

CRITERIO	DESCRIPCIÓN	VINCULACIÓN
<b>APROVECHAMIENTO SUSTENTABLE DE LOS RECURSOS NATURALES</b>		
AS-6	Para realizar actividades recreativas (contemplativas, senderismo, ecoturismo) se deberá contar con un reglamento de operación, mismo que garantice la operación ambientalmente sustentable de la actividad, conforme a las correspondientes Normas Oficiales en dichas actividades turísticas. Este reglamento se presentará a la autoridad ambiental competente para su valoración y de ser procedente su autorización	SE CUMPLE. Anexo al presente se encuentra el reglamento de operación, misma que garantiza la no afectación de flora y fauna en las actividades ecoturísticas.

CRITERIO	DESCRIPCIÓN	VINCULACIÓN
AS-36	En el diseño de las UMA's se debe priorizar la agrupación de las instalaciones con el fin de favorecer la continuidad de las áreas naturales o de conservación de cada proyecto.	NO APLICA. El proyecto no contempla la realización de UMAS's.
AS-49	Sólo se permite el desmonte del 1 % de la extensión del predio o parcela, para el establecimiento de infraestructura asociada a las actividades autorizadas.	SE CUMPLE. En esta Unidad de Gestión Ambiental se encuentra una superficie de 26338.86 m <sup>2</sup> , donde se contempla la construcción de un área para practicar yoga y de relajación contemplando la naturaleza, será de concreto permeable, misma que ocupará una superficie de 257.95 m <sup>2</sup> , equivalente al 0.98% de la superficie total del predio, por lo tanto, el parque ecoturístico se ajusta a la superficie de desmonte permitida en esta UGA.
<b>PREVENCIÓN DE LA CONTAMINACIÓN DEL SUELO</b>		
PC-04	En el desarrollo de actividades ecoturísticas (recorridos, circuitos y paseos) dentro de las áreas con vegetación natural se deben utilizar vehículos no motorizados o en su caso	NO APLICA. En esta Unidad de Gestión Ambiental no se realizarán paseos con vehículos, el acceso al área de yoga será mediante un sendero

CRITERIO	DESCRIPCIÓN	VINCULACIÓN
	vehículos eléctricos o propulsados por energías alternativas, quedando excluidos los motorizados que empleen hidrocarburos.	peatonal que iniciará en la UGA 40.  En la UGA 49 solo se construirá una plataforma permeable para yoga y contemplación de la naturaleza.
PC-07	En el desarrollo de actividades de turismo alternativo y/o forestales con vehículos a través o dentro de los ecosistemas presentes en esta UGA, 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.	NO APLICA. En esta Unidad de Gestión Ambiental no se realizarán paseos con vehículos, el acceso al área de contemplación de naturaleza y yoga será mediante un sendero peatonal. Las actividades en esta zona serán silenciosas, con la finalidad de observar y captar las energías de la naturaleza que rodea el área de yoga y de contemplación.
<b>CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD</b>		
CB-04	En la construcción de caminos y carreteras deberán contar con pasos de agua con la infraestructura necesaria, basada en estudios hidrológicos que asegure el libre flujo, debiendo mantener la dinámica hídrica del ecosistema; asegurando también la preservación de la estructura, composición y función de las comunidades	NO APLICA. El proyecto no contempla la realización de caminos o carreteras en esta unidad de Gestión Ambiental, únicamente se construirá una plataforma permeable para yoga y contemplación de la naturaleza.

CRITERIO	DESCRIPCIÓN	VINCULACIÓN
	de flora y fauna, así como el libre desplazamiento de la fauna propia del ecosistema, y deberá de existir la señalización y reductores de velocidad correspondientes.	
<b>PREVENCIÓN, RESTAURACIÓN Y MEJORAMIENTO DEL AMBIENTE</b>		
PRM-04	Para efectos del perfil de diseño del proyecto y el nivel de desplante, deben evaluarse los niveles de inundación y caudales de precipitación ante diversos escenarios de lluvia. Lo anterior como criterio para la definición del nivel de desplante que asegure el mantenimiento de la hidrología superficial y sub-superficial del predio y la región, así como la seguridad de la infraestructura planteada.	SE CUMPLE. En esta Unidad de Gestión Ambiental será completamente permeable, ya que la plataforma se construirá con materiales que permitan la filtración del agua.
PRM-10	El aprovechamiento de vida silvestre a través de UMA's debe considerar en compensación, la repoblación de especies nativas cuyas poblaciones naturales se hayan visto afectadas por fenómenos meteorológicos, incendios o actividades humanas.	NO APLICA. El proyecto no contempla el aprovechamiento de vida silvestre.
PRM-29	En predios en donde exista, total o parcialmente, comunidades de manglar, los promoventes deberán coordinarse con	SE CUMPLE. El predio presenta una zona de manglar que será desinada como zona

CRITERIO	DESCRIPCIÓN	VINCULACIÓN
	<p>las autoridades competentes en la materia para coadyuvar en el <i>Programa Integral de Conservación, Restauración o Rehabilitación del Manglar de Costa Maya</i>. El programa habrá de contener como mínimo:</p> <p>a) un estudio de línea base del humedal;</p> <p>b) la delimitación georreferenciada del manglar;</p> <p>c) en su caso, las estrategias de conservación a aplicar;</p> <p>d) en su caso, la identificación de la magnitud y las causas de deterioro;</p> <p>e) en su caso, la descripción y justificación detallada de las medidas de rehabilitación propuestas y el cronograma detallado correspondiente;</p> <p>f) y la definición de un subprograma de monitoreo ambiental que permita identificar la efectividad del programa y la mejora del ecosistema propuesto para su rehabilitación.</p> <p>Este programa deberá formar parte del estudio de impacto ambiental correspondiente y sus resultados deben ser ingresados anualmente en la Bitácora Ambiental.</p>	<p>de conservación de forma íntegra, la plataforma se construirá dejando una franja de amortiguamiento de más de 116 metros del límite de la vegetación de manglar.</p> <p>En el presente documento se establece la delimitación de la zona de manglar. Cabe señalar que en esta zona no se realizará ninguna actividad ecoturística.</p>

Por lo tanto, el proyecto PARQUE ECOTURÍSTICO COSTA MAYA es ambientalmente viable al cumplir con los criterios generales y específicos de las Unidad de Gestión Ambiental 40 y 49-B del Programa de Ordenamiento Ecológico Local del municipio de Othón P. Blanco.

**PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO MARINO Y REGIONAL DEL GOLFO DE MÉXICO Y MAR CARIBE, PUBLICADO EN EL DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACIÓN EL 24 DE NOVIEMBRE DE 2012**

De conformidad con este instrumento, Proyecto " **PARQUE ECOTURÍSTICO COSTA MAYA** " se encuentra dentro de la Unidad de Gestión Ambiental 156, la ficha técnica de esta UGA se presenta a continuación (Figura 34).

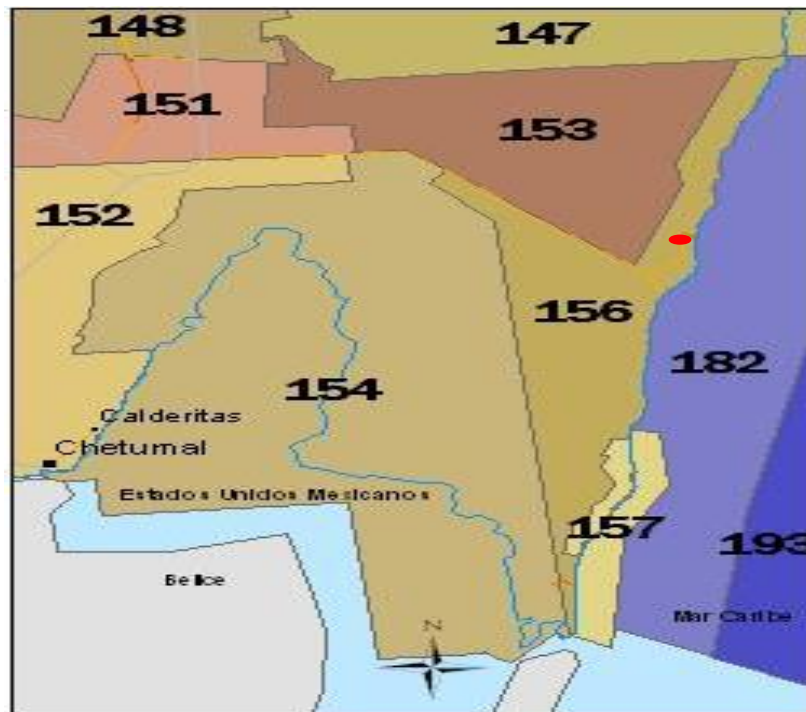


Figura 34. Ubicación del proyecto en la UGA 156 "Costa Maya" denotado como un punto rojo.

A esta UGA le aplican Acciones Generales y Específicas, además de los Criterios de Regulación Ecológica para las Zonas Costeras Inmediatas mismos que son listados a continuación (Tabla 24, 25 y 26):

Tabla 24. Acciones específicas para la UGA-156.

Acciones Específicas para la UGA- 156
---------------------------------------

Acción	Aplicación	Acción	Aplicación	Acción	Aplicación	Acción	Aplicación
A-001	APLICA	A-027	APLICA	A-053	APLICA	A-075	NA
A-002	APLICA	A-028	APLICA	A-054	APLICA	A-076	NA
A-003	APLICA	A-029	APLICA	A-055	APLICA	A-077	NA
A-004	NA	A-030	APLICA	A-056	APLICA	A-078	NA
A-005	APLICA	A-031	APLICA	A-057	APLICA	A-079	NA
A-006	APLICA	A-032	APLICA	A-058	APLICA	A-080	NA
A-007	APLICA	A-033	APLICA	A-059	APLICA	A-081	NA
A-008	APLICA	A-034	NA	A-060	APLICA	A-082	NA
A-009	APLICA	A-035	NA	A-061	APLICA	A-083	NA
A-010	APLICA	A-036	NA	A-062	APLICA	A-084	NA
A-011	APLICA	A-037	APLICA	A-063	APLICA	A-085	NA
A-012	APLICA	A-038	APLICA	A-064	APLICA	A-086	NA
A-013	APLICA	A-039	APLICA	A-065	APLICA	A-087	NA
A-014	APLICA	A-040	APLICA	A-066	APLICA	A-088	NA
A-015	APLICA	A-041	NA	A-067	APLICA	A-089	NA
A-016	APLICA	A-042	NA	A-068	APLICA	A-090	NA
A-017	APLICA	A-043	NA	A-069	APLICA	A-091	NA
A-018	APLICA	A-044	APLICA	A-070	APLICA	A-092	NA
A-019	APLICA	A-045	NA	A-071	APLICA	A-093	NA

A-020	NA	A-046	NA	A-072	APLICA	A-094	NA
A-021	NA	A-047	NA	A-073	APLICA	A-095	NA
A-022	APLICA	A-048	APLICA	A-074	APLICA	A-096	NA
A-023	APLICA	A-049	APLICA	A-075	NA	A-097	NA
A-024	APLICA	A-050	APLICA	A-076	NA	A-098	NA
A-025	APLICA	A-051	APLICA	A-077	NA	A-099	NA
A-026	APLICA	A-052	APLICA	A-078	NA	A-100	NA

NA = NO APLICA

Tabla 25. Acciones generales que le aplican al proyecto "Parque Ecoturístico Costa Maya".

CLAVE	ACCIONES GENERALES	VINCULACIÓN
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.	SE CUMPLE: El proyecto contará con instalaciones que ahorran agua y hacen un uso eficiente del recurso, los sanitarios tendrán un sistema dual para WC, que permite el ahorro de agua por medio de un sistema que usa 3 litros para descargas líquidas y 6 litros para sólidos y llaves ahorradoras.
G002	Promover el establecimiento del pago por servicios ambientales hídricos en coordinación con la CONAGUA y las demás autoridades competentes.	NO APLICA: Esta es una acción gubernamental, en este caso de la CONAGUA
G003	Impulsar y apoyar la creación de UMA para evitar el comercio de especies de extracción y sustituirla por especies de producción.	NO APLICA: Los responsables de realizar esta acción son la SEMARNAT, SAGARPA, SEDESOL, y los Estados, pues tienen las atribuciones,



		principalmente la SEMARNAT, para el establecimiento de UMAS.
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).	No aplica, esta es una acción gubernamental, en este caso es competencia de la PROFEPA, SEMAR y Estados.
G005	Establecer bancos de germoplasma, conforme a la legislación aplicable.	NO APLICA: esta es una acción gubernamental, aplicada principalmente de SAGARPA y particulares interesados en la reproducción de especies de flora, que no es el caso.
G006	Reducir la emisión de gases de efecto invernadero.	SE CUMPLE: El proyecto es de carácter ecoturístico, donde se mantendrá 90.86% de la superficie total del predio. Los vehículos que se usarán serán eléctricos, por lo tanto, la emisión de gases será mínimo.
G007	Fortalecer los programas económicos de apoyo para el establecimiento de metas voluntarias para la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero y comercio de Bonos de Carbono.	NO APLICA: Esta es una acción gubernamental, que compete a la SEMARNAT y Hacienda
G008	El uso de Organismos Genéticamente Modificados debe realizarse conforme a la legislación vigente.	NO APLICA: No se emplearán organismos genéticamente modificados en ninguna etapa

G009	Planificar las acciones de construcción de infraestructura, en particular la de comunicaciones terrestres para evitar la fragmentación del hábitat.	NO APLICA: Esta es una acción gubernamental aplicable a proyectos relacionados con la SCT, TELMEX, CAPA, CONAGUA, CFE entre otros, el proyecto en cuestión no implica la edificación de infraestructura básica y/o de servicios.
G010	Instrumentar campañas y mecanismos para la reutilización de áreas agropecuarias para evitar su expansión hacia áreas naturales.	NO APLICA. Esta es una acción gubernamental, que corresponde a instancias como la CONANP, CONAFOR, SAGARPA y SEMARNAT.
G011	Instrumentar medidas de control para minimizar las afectaciones producidas a los ecosistemas costeros por efecto de las actividades humanas.	NO APLICA. Esta es una acción gubernamental, que corresponde a instancias como la CONANP, CONAFOR, SAGARPA y SEMARNAT.
G012	Impulsar la ubicación o reubicación de parques industriales en sitios ya perturbados o de escaso valor ambiental.	NO APLICA. Esta es una acción gubernamental, tanto de nivel municipal, como estatal y federal.
G013	Evitar la introducción de especies potencialmente invasoras en o cerca de las coberturas vegetales nativas.	NO APLICA. Esta es una acción gubernamental, que corresponde a instancias como la CONANP, CONAFOR, SAGARPA y SEMARNAT. El proyecto no contempla introducir especies invasoras.
G014	Promover la reforestación en los márgenes de los ríos.	NO APLICA: El proyecto no colinda con cuerpos de agua.
G015	Evitar el asentamiento de zonas industriales o humanas en los márgenes o zonas inmediatas a los cauces naturales de los ríos.	NO APLICA: El proyecto no colinda con cuerpos de agua.
G016	Reforestar las laderas de las montañas con vegetación nativa de la región.	NO APLICA: No se cuenta como montañas en el área del proyecto

G017	Desincentivar las actividades agrícolas en las zonas con pendientes mayores a 50%.	NO APLICA: El proyecto no contempla realizar actividades agrícolas
G018	Recuperar la vegetación que consolide los márgenes de los cauces naturales en el ASO, de conformidad por lo dispuesto en la Ley de Aguas Nacionales, la Ley General de Vida Silvestre y demás disposiciones jurídicas aplicables.	NO APLICA: Dentro del predio no hay cauces naturales por lo que no se requiere su consolidación
G019	Los planes o programas de desarrollo urbano del área sujeta a ordenamiento deberán tomar en cuenta el contenido de este Programa de Ordenamiento, incluyendo las disposiciones aplicables sobre riesgo frente a cambio climático en los asentamientos humanos.	NO APLICA: Esta es una acción del gobierno Municipal. El proyecto no se encuentra dentro de algún Plan de Desarrollo Urbano
G020	Recuperar y mantener la vegetación natural en las riberas de los ríos y zonas inundables asociadas a ellos.	NO APLICA. Dentro del predio no se cuenta con riberas de ríos o zonas inundables.
G021	Promover las tecnologías productivas en sustitución de las extractivas.	NO APLICA: El proyecto no se basa en tecnologías productivas ni se extraen alimentos, productos y/o bienes del ambiente. Así mismo el proyecto no plantea en ninguna etapa procesos extractivos con respecto al ecosistema.
G022	Promover el uso de tecnologías productivas intensivas en sustitución de las extensivas.	NO APLICA: El proyecto consiste en un parque ecoturístico.
G023	Implementar campañas de control de especies que puedan convertirse en plagas.	NO APLICA: Actualmente en el predio no se han detectado especies que pudiesen convertirse como plaga.
G024	Promover la realización de acciones de forestación y reforestación con restauración de suelos para incrementar el potencial de sumideros forestales de carbono, como	NO APLICA. Esta es una acción gubernamental, que corresponde a instancias como la CONANP, CONAFOR, SAGARPA y SEMARNAT.

	medida de mitigación y adaptación de efectos de cambio climático.	
G025	Fomentar el uso de especies nativas que posean una alta tolerancia a parámetros ambientales cambiantes para las actividades productivas.	NO APLICA. Esta es una acción gubernamental, que corresponde a instancias como la CONANP, CONAFOR, SAGARPA y SEMARNAT.
G026	Identificar las áreas importantes para el mantenimiento de la conectividad ambiental en gradientes altitudinales y promover su conservación (o rehabilitación).	NO APLICA. El proyecto no implica acciones de monitoreo ambiental de la región, le corresponde a la SEMARNAT, CONANP, CONAFOR entre otras realizar estas investigaciones y generar la información.
G027	Promover el uso de combustibles de no origen fósil.	NO APLICA. Compete a la SENER, CFE, los Estados y los Municipios el cumplimiento de esta acción
G028	Promover el uso de energías renovables.	NO APLICA. Compete a la SENER, CFE, los Estados y los Municipios el cumplimiento de esta acción
G029	Promover un aprovechamiento sustentable de la energía.	NO APLICA. Compete a la SENER, CFE, los Estados y los Municipios el cumplimiento de esta acción.
G030	Fomentar la producción y uso de equipos energéticamente más eficientes.	NO APLICA. Compete a la SENER, CFE, los Estados y los Municipios el cumplimiento de esta acción
G031	Promover la sustitución a combustibles limpios, en los casos en que sea posible, por otros que emitan menos contaminantes que contribuyan al calentamiento global.	NO APLICA. El proyecto se trata es de tipo ecoturismo donde las actividades no contemplan el uso o almacenamiento de combustibles
G032	Promover la generación y uso de energía a partir de hidrógeno.	NO APLICA. Compete a la SENER, CFE, los Estados y los Municipios el cumplimiento de esta acción

G033	Promover la investigación y desarrollo en tecnologías limpias.	NO APLICA. Compete a la SENER, CFE, los Estados y los Municipios el cumplimiento de esta acción
G034	Impulsar la reducción del consumo de energía de viviendas y edificaciones a través de la implementación de diseños bioclimático, el uso de nuevos materiales y de tecnologías limpias.	NO APLICA. El proyecto es un parque ecoturístico.
G035	Establecer medidas que incrementen la eficiencia energética de las instalaciones domésticas existentes.	NO APLICA. De acuerdo con el Anexo 6 del POEMR, compete a la SEDESOL, SENER, CFE, los Estados y los Municipios el cumplimiento de esta acción.
G036	Establecer medidas que incrementen la eficiencia energética de las instalaciones industriales existentes.	NO APLICA. No aplica, en el sitio del proyecto no se cuenta con instalaciones industriales.
G037	Elaborar modelos (sistemas mundiales de zonificación agro-ecológica) que permitan evaluar la sostenibilidad de la producción de cultivos; en diferentes condiciones del suelo, climáticas y del terreno.	NO APLICA. El proyecto se trata de un parque ecoturístico.
G038	Evaluar la potencialidad del suelo para la captura de carbono.	NO APLICA. Los suelos arenosos localizados en el sitio del proyecto son pobres en materia orgánica por lo que su participación en la captura y fijación de carbono es despreciable.
G039	Promover y fortalecer la formulación e instrumentación de los ordenamientos ecológicos locales en el ASO.	NO APLICA. De acuerdo con el Anexo 6 del POEMR, compete a la SEMARNAT, los Estados y los Municipio el cumplimiento de esta acción.
G040	Fomentar la participación de las industrias en el Programa Nacional de Auditoría Ambiental.	NO APLICA. De acuerdo con el Anexo 6 del POEMR, compete a la SEMARNAT,

		los Estados y los Municipio el cumplimiento de esta acción.
G041	Fomentar la elaboración de Programas de Desarrollo Urbano en los principales centros de población de los municipios.	NO APLICA. De acuerdo con el Anexo 6 del POEMR, compete a la SEMARNAT, los Estados y los Municipio el cumplimiento de esta acción.
G042	Fomentar la inclusión de las industrias de todo tipo en el Registro de Emisión y Transferencia de Contaminantes (RETC) y promover el Sistema de Información de Sitios Contaminados en el marco del Programa Nacional de Restauración de Sitios Contaminados.	NO APLICA. No aplica, el proyecto no es industrial
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 Acuicultura Sustentable.	NO APLICA. El proyecto no está relacionado con actividades pesqueras.
G044	Contribuir a la construcción y reforzamiento de las cadenas productivas y de comercialización interna y externa de las especies pesqueras.	NO APLICA. El proyecto no está relacionado con actividades pesqueras.
G045	Consolidar el servicio de transporte público en las localidades nodales.	NO APLICA. De acuerdo con el Anexo 6 del POEMR, compete a la SCT, SEDESOL, Estados, Municipios, el cumplimiento de esta acción.
G046	Fomentar la ampliación o construcción de infraestructuras que liberen tránsito de paso, corredores congestionados y mejore el servicio de transporte.	NO APLICA. De acuerdo con el Anexo 6 del POEMR, compete a la SCT, SEDESOL, Estados, Municipios, el cumplimiento de esta acción.

G047	Impulsar la diversificación de actividades productivas.	NO APLICA. De acuerdo con el Anexo 6 del POEMR, compete a la SAGARPA, CDI, SEMARNAT, SEDESOL, SE, SECTUR, los Estados y los Municipios, el cumplimiento de esta acción
G048	Instrumentar y apoyar campañas para la prevención ante la eventualidad de desastres naturales.	NO APLICA. De acuerdo con el Anexo 6 del POEMR, compete a la SEDESOL, SEGOB, los Municipios y el Estado el cumplimiento de esta acción.
G049	Fortalecer la creación o consolidación de los comités de protección civil.	NO APLICA. De acuerdo con el Anexo 6 del POEMR, compete a la SEDESOL, SEGOB, los Municipios y el Estado el cumplimiento de esta acción
G052	Implementar campañas de limpieza, particularmente en asentamientos suburbanos y urbanos (descacharrización, limpieza de solares, separación de basura, etc.).	NO APLICA. De acuerdo con el Anexo 6 del POEMR, el cumplimiento de esta acción compete a la SSA y el Municipio.
G053	Instrumentar programas y mecanismos de reutilización de las aguas residuales tratadas.	SE CUMPLE. Las aguas residuales serán enviadas a una Planta de Tratamiento Rotoplas es de tipo PTAR Tipo C, con procesos aerobios y anaerobio, misma que cumple con la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEMARNAT-1996. Las aguas tratadas serán ocupadas para el riego de las áreas verdes del parque ecoturístico.
G054	Promover en el sector industrial la instalación y operación adecuada de plantas de tratamiento para sus descargas.	NO APLICA. En el sitio del proyecto no se llevarán a cabo actividades industriales
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	SE CUMPLE. Previo a la remoción de vegetación se tramitará ante la SEMARNAT el Cambio de Uso de Suelo, de conformidad con lo establecido en la

	y preferentemente forestales, sólo podrá llevarse a cabo de conformidad con la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y demás disposiciones jurídicas aplicables.	Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y demás disposiciones jurídicas aplicables.
G056	Promover e impulsar la construcción y adecuada operación de sitios de disposición final de residuos sólidos urbanos, peligrosos o de manejo especial de acuerdo a la normatividad vigente.	NO APLICA. De acuerdo con el Anexo 6 del POEMR, el cumplimiento de esta acción compete a la SEDESOL, Municipios.
G057	Promover los estudios sobre los problemas de salud relacionados con los efectos del cambio climático.	NO APLICA. De acuerdo con el Anexo 6 del POEMR, el cumplimiento de esta acción compete a la SSA y los Estados.
G058	La gestión de residuos peligrosos deberá realizarse conforme a lo establecido por la legislación vigente y los lineamientos de la CICOPLAFEST que resulten aplicables.	NO APLICA: En el proyecto no se gestionan, manejan o acopian residuos peligrosos.
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.	NO APLICA. El polígono de desarrollo del Proyecto no se encuentra contenido en un polígono en el que aplique un Decreto de ANP sea Estatal o Federal
G060	Ubicar la construcción de infraestructura costera en sitios donde se minimice el impacto sobre la vegetación acuática sumergida.	NO APLICA. El proyecto no colinda con Zona Federal Marítimo Terrestre o zonas acuáticas.
G061	La construcción de infraestructura costera se deberá realizar con procesos y materiales que minimicen la contaminación del ambiente marino.	No aplica, el proyecto no contempla construir en zonas costeras toda vez que el predio no se ubica colindante a la Zona Federal Marítimo Terrestre.
G062	Implementar procesos de mejora de la actividad agropecuaria y aplicar mejores prácticas de manejo.	NO APLICA. En el sitio del proyecto no se prevé la práctica de actividades agropecuarias.



G063	Promover la elaboración de ordenamientos pesqueros y acuícolas a diferentes escalas y su vinculación con los ordenamientos ecológicos.	NO APLICA: De acuerdo con el Anexo 6 del POEMR, el cumplimiento de esta acción compete a la INAPESCA y la SAGARPA.
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.	SE CUMPLE: El camino que se plantea para el proyecto ecoturístico contará con cuatro pasos de agua, mismos que fueron diseñados tomando en consideración el análisis de los flujos de agua.
G065	La realización de obras y actividades en Áreas Naturales Protegidas, deberá contar con la opinión de la Dirección del ANP o en su caso de la Dirección Regional que corresponda, conforme lo establecido en el Decreto y Programa de Manejo del área respectiva.	NO APLICA. El Polígono de interés no se localiza dentro de un ANP.

Tabla 26. Las acciones específicas y su vinculación para el proyecto "Parque ecoturístico Costa Maya".

CLAVE	ACCIONES ESPECÍFICAS	VINCULACIÓN
A001	Fortalecer los mecanismos para el control de la comercialización y uso de agroquímicos y pesticidas.	NO APLICA. El proyecto no está relacionado a la comercialización y uso de agroquímicos y pesticidas, debe ser una acción de SAGARPA y las autoridades de Salud.
A002	Instrumentar mecanismos de capacitación para el manejo adecuado de agroquímicos y pesticidas.	NO APLICA. El proyecto no está relacionado a la capacitación para el manejo de agroquímicos y pesticidas, debe ser una acción de SAGARPA y las autoridades de Salud. El proyecto no contempla realizar agroquímicos o pesticidas.

A003	Fomentar el uso de fertilizantes orgánicos y abonos verdes en los procesos de fertilización del suelo de actividades agropecuarias y forestales.	SE CUMPLE. En caso de que sea necesario el uso de fertilizantes para las áreas verdes, estas serán de tipo orgánico y abonos verdes.
A005	Fomentar la reducción de pérdida de agua durante los procesos de distribución de la misma.	NO APLICA. El proyecto no contempla actividades de distribución de agua.
A006	Implementar programas para la captación de agua de lluvia y el uso de aguas grises.	SE CUMPLE. Las aguas que se generen en el parque ecoturístico serán enviadas una Planta de Tratamiento Rotoplas es de tipo PTAR Tipo C, con procesos aerobios y anaerobio, misma que cumple con la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEMARNAT-1996. Una parte de estas aguas serán ocupadas para el riego de las áreas verdes del parque ecoturístico.
A007	Promover la constitución de áreas destinadas voluntariamente a la conservación o ANP en áreas aptas para la conservación o restauración de ecosistemas naturales.	NO APLICA. Esta es una acción que aplica al sector gubernamental.
A008	Evitar las actividades humanas en las playas de anidación de tortugas marinas, salvo aquellas que estén autorizadas en los programas de conservación.	NO APLICA. El proyecto no colinda con Zona Federal Marítimo terrestre o área de playa.
A009	Fortalecer la inspección y vigilancia en las zonas de anidación y reproducción de las tortugas marinas.	NO APLICA. El proyecto no colinda con Zona Federal Marítimo terrestre o área de playa.

A010	Fortalecer el apoyo económico de las actividades de conservación de las tortugas marinas.	NO APLICA. El proyecto no colinda con Zona Federal Marítimo terrestre o área de playa.
A011	Establecer e impulsar programas de restauración y recuperación de la cobertura vegetal original para revertir el avance de la frontera agropecuaria.	NO APLICA. De acuerdo con el Anexo 6 del POERM, el cumplimiento de esta acción compete a la SEMARNAT, SAGARPA, Estados y Municipios. El predio no se ubica en una zona agropecuaria.
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.	NO APLICA. El proyecto no colinda con Zona Federal Marítimo terrestre o zona de dunas costeras.
A013	Establecer las medidas necesarias para evitar la introducción de especies potencialmente invasoras por actividades marítimas en los términos establecidos por los artículos 76 y 77 de la Ley de Navegación y Comercio Marítimo.	NO APLICA. De acuerdo con el Anexo 6 del POERM, el cumplimiento de esta acción compete a la SEMARNAT, SEMAR, SCT y Estados. No se contempla plantas invasoras.
A014	Instrumentar campañas de restauración, reforestación y recuperación de manglares y otros humedales en las zonas de mayor viabilidad ecológica.	NO APLICA. De acuerdo con el Anexo 6 del POERM, el cumplimiento de esta acción compete a la SEMARNAT, SEMAR, SCT y Estados. El predio presenta vegetación de manglar sin embargo no serán afectado por las obras, se dejará una franja de amortiguamiento de 116 metros contados del mímite de la vegetación a la primera obra que corresponde al área de Yoga.

A015	Promover e impulsar la reubicación de instalaciones que se encuentran sobre las dunas arenosas en la zona costera del ASO.	NO APLICA. El proyecto no colinda con dunas arenosas.
A016	Establecer corredores biológicos para conectar las ANP existentes o las áreas en buen estado de conservación dentro del ASO.	NO APLICA. De acuerdo con el Anexo 6 del POERM, el cumplimiento de esta acción compete a la SEMARNAT, SEMAR, Estados y Municipios.
A017	Establecer e impulsar programas de restauración, reforestación y recuperación de zonas degradadas.	Se contempla un programa de reforestación en zonas detectadas con claros ocasionados por fenómenos hidrometeorológicos.
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).	NO APLICA. Estas acciones corresponden a la Autoridad, particularmente a la CONABIO y la SEMARNAT.
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 APLICA. De acuerdo con el Anexo 6 del POERM, el cumplimiento de esta acción compete a la SAGARPA y los Estados. Sin embargo, en el proyecto se llevan a cabo programas de reducción, reuso y disposición final de residuos.

A022	Fomentar programas de remediación y monitoreo de zonas y aguas costeras afectadas por los hidrocarburos.	NO APLICA. El predio no colinda con cuerpos de agua.
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.	NO APLICA. En el área del proyecto no se realizarán actividades que estén presentes en los listados de actividades riesgosas o altamente riesgosas. No se almacenará ningún tipo de combustible.
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.	NO APLICA. El proyecto se trata de un parque ecoturístico, no actividades industriales o relacionada a los automotores.
A025	Promover la participación de las industrias en acciones tendientes a una gestión adecuada de residuos peligrosos, con el objeto de prevenir la contaminación de suelos y fomentar su preservación.	NO APLICA. De acuerdo con el Anexo 6 del POERM, el cumplimiento de esta acción compete a la SEMARNAT y los Estados. El proyecto no se relaciona con industrias.
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.	NO APLICA. No aplica, el proyecto no es industrial.
A027	Mantener al mínimo posible la superficie ocupada por las instalaciones de infraestructura en las playas para evitar su perturbación.	NO APLICA. El predio no colinda con zona de playas.

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.	NO APLICA. El predio no colinda con zona de playaso zonas de dunas.
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.	NO APLICA. El predio no colinda con zona de playas o zona marina.
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.	NO APLICA. El predio no colinda con zona de playas.
A031	Promover la preservación de las características naturales de las barras arenosas que limitan los sistemas lagunares costeros.	NO APLICA. El predio no colinda con zona de playas.
A032	Promover el mantenimiento de las características naturales, físicas y químicas de playas y dunas costeras.	NO APLICA. El predio no colinda con zona de playas.
A033	Fomentar el aprovechamiento de la energía eólica, excepto cuando su infraestructura pueda afectar corredores de especies migratorias.	De acuerdo con el Anexo 6 del POERM, el cumplimiento de esta acción compete a la SEMARNAT y los Estados.

A037	Promover la generación energética por medio de energía solar.	NO APLICA. De acuerdo con el Anexo 6 del POERM, el cumplimiento de esta acción compete a la SENER, CFE, Estados y Municipios.
A039	Promover la reducción del uso de agroquímicos sintéticos a favor del uso de mejoradores orgánicos.	SE CUMPLE. En las áreas verdes y de conservación del proyecto no se empleará ningún tipo de agroquímicos, sean sintéticos u orgánicos.
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.	NO APLICA. El proyecto no se relaciona con actividades pesqueras, ni contempla el uso de flotas pesqueras.
A044	Diversificar la base de especies en explotación comercial en las pesquerías.	NO APLICA. El proyecto no se relaciona con actividades pesqueras, ni contempla el uso de flotas pesqueras.
A048	Contribuir a redimensionar y ajustar las flotas pesqueras y los esfuerzos de captura a las capacidades y estados actuales y previsibles de las poblaciones en explotación.	NO APLICA. El proyecto no se relaciona con actividades pesqueras, ni contempla el uso de flotas pesqueras.
A049	Contribuir a la construcción, modernización y ampliación de la infraestructura portuaria de apoyo a la producción pesquera y turística para embarcaciones menores.	NO APLICA. El proyecto no se relaciona con actividades pesqueras, ni contempla el uso de flotas pesqueras.
A050	Promover el desarrollo de Programas de Desarrollo Urbano y Programas de	NO APLICA. De acuerdo con el Anexo 6 del POERM, el

	Conurbación con el fin de dotar de infraestructura de servicios a las comunidades rurales.	cumplimiento de esta acción compete a la SEDESOL, Municipios y el Estado.
A051	Promover la construcción de caminos rurales, de terracería o revestidos entre las localidades estratégicas para mejorar la comunicación.	NO APLICA. De acuerdo con el Anexo 6 del POERM, el cumplimiento de esta acción compete a la SEDESOL, Municipios y el Estado. El proyecto se trata de un parque ecoturístico.
A-052	Promover el uso sostenible de la tierra/agricultura (cultivos, ganado, pastos y praderas, y bosques) y prácticas de manejo y tecnología que favorezcan la captura de carbono.	NO APLICA. De acuerdo con el Anexo 6 del POERM, el cumplimiento de esta acción compete a la SAGARPA, CDI, SEMARNAT, SEDESOL, SE, SECTUR, Estados y municipios
A-053	Desincentivar y evitar el desarrollo de actividades productivas extensivas.	NO APLICA. De acuerdo con el Anexo 6 del POERM, el cumplimiento de esta acción compete a la SAGARPA, CDI, SEMARNAT, SEDESOL, SE, SECTUR, Estados y Municipios.
A-054	Promover la sustitución de tecnologías extensivas por intensivas en las actividades acordes a la aptitud territorial, utilizando esquemas de manejo y tecnología adecuada para minimizar el impacto ambiental.	NO APLICA. De acuerdo con el Anexo 6 del POERM, el cumplimiento de esta acción compete a la SAGARPA CDI, SEMARNAT, SEDESOL, SE, SECTUR y los Estados.
A-055	Coordinar los programas de gobierno que apoyan a la producción agropecuaria para actuar sinérgicamente sobre el territorio y la población que lo ocupa.	NO APLICA. De acuerdo con el Anexo 6 del POERM, el cumplimiento de esta acción compete a la SAGARPA CDI, SEMARNAT, SEDESOL, SE, SECTUR y los Estados.



A-056	Identificar e implementar aquellos cultivos aptos a las condiciones ambientales cambiantes.	NO APLICA. De acuerdo con el Anexo 6 del POERM, el cumplimiento de esta acción compete a la SAGARPA, SEMARNAT, SEDESOL, SE, y los Estados.
A-057	Evitar el establecimiento de zonas urbanas en zonas de riesgo industrial, zonas de riesgo ante eventos naturales, zonas susceptibles de inundación y derrumbe, zonas de restauración ecológica, en humedales, dunas costeras y manglares.	NO APLICA. De acuerdo con el Anexo 6 del POERM, el cumplimiento de esta acción compete a la SEDESOL, SEGOB, Municipios y Estado. El predio no se encuentra en una zona urbana.
A-058	Realizar campañas para reubicar a personas fuera de las zonas de riesgo.	NO APLICA. De acuerdo con el Anexo 6 del POERM, el cumplimiento de esta acción compete a la SEDESOL, SEGOB, Municipios y Estado.
A-059	Identificar, reforzar o dotar de equipamiento básico a las localidades estratégicas para la conservación y/o el desarrollo sustentable.	NO APLICA. De acuerdo con el Anexo 6 del POERM, el cumplimiento de esta acción compete a la SEDESOL, SEGOB, Municipios y Estado.
A-060	Establecer y mejorar sistemas de alerta temprana ante eventos hidrometeorológicos extremos.	NO APLICA. De acuerdo con el Anexo 6 del POERM, el cumplimiento de esta acción compete a la SEDESOL, SEGOB, Municipios y Estado.
A-061	Mejorar las condiciones de las viviendas y de infraestructura social y comunitaria en las localidades de mayor marginación.	NO APLICA. De acuerdo con el Anexo 6 del POERM, el cumplimiento de esta acción compete a la SEDESOL, SEGOB, Municipios y Estado.

A-062	Fortalecer y consolidar las capacidades organizativas y de infraestructura para el manejo adecuado y disposición final de residuos peligrosos y de manejo especial. Asegurar el Manejo Integral de los Residuos Peligrosos.	SE CUMPLE. El proyecto contempla la ejecución de un plan de manejo de residuos, en cuyo contenido se incluyen acciones para el manejo, almacenamiento y disposición final de residuos sólidos y líquidos,
A-063	Instalar nuevas plantas de tratamiento de aguas residuales municipales y optimizar las ya existentes.	NO APLICA. De acuerdo con el Anexo 6 del POERM, el cumplimiento de esta acción compete a los Municipios. Sin embargo, las aguas residuales que se generen en el parque ecoturístico serán enviadas a una Planta de Tratamiento Rotoplas es de tipo PTAR Tipo C, con procesos aerobios y anaerobio, misma que cumple con la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEMARNAT-1996. Una parte de estas aguas serán ocupadas para el riego de las áreas verdes del parque ecoturístico.
A-064	Completar la conexión de las viviendas al sistema de colección de aguas residuales municipales y a las plantas de tratamiento.	NO APLICA. De acuerdo con el Anexo 6 del POERM, el cumplimiento de esta acción compete a los Municipios, además que el criterio se refiere a viviendas. Sin embargo, las aguas residuales que se generen en el parque ecoturístico serán enviadas a una Planta de Tratamiento Rotoplas es de tipo PTAR Tipo C, con procesos aerobios y anaerobio, misma que cumple con la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEMARNAT-

		1996. Una parte de estas aguas serán ocupadas para el riego de las áreas verdes del parque ecoturístico.
A-065	Instrumentar programas de recuperación y mejoramiento de suelos mediante el uso de lodos inactivados de las plantas de tratamiento de aguas servidas municipales.	NO APLICA. Esta es una acción gubernamental, toda vez que la acción hace referencia a aguas servidas municipales.
A-066	Incrementar la capacidad de tratamiento de las plantas para dar tratamiento terciario a los efluentes e inyectar aguas de mayor calidad al manto freático en apoyo, en su caso, a la restauración de humedales.	SE CUMPLA Las aguas residuales que se generen en el parque ecoturístico serán enviadas a una Planta de Tratamiento Rotoplas es de tipo PTAR Tipo C, con procesos aerobios y anaerobio, misma que cumple con la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEMARNAT-1996. Una parte de estas aguas serán ocupadas para el riego de las áreas verdes del parque ecoturístico. El excedente será inyectado, previa autorización por parte de la CONAGUA.
A-067	Incrementar la capacidad de captación de aguas pluviales en las zonas urbanas y turísticas.	NO APLICA. El proyecto se trata de un parque ecoturístico donde la mayor parte será permeable.
A-068	Promover el manejo integral de los residuos sólidos, peligrosos y de manejo especial para evitar su impacto ambiental en el mar y zona costera.	SE CUMPLE. El proyecto contará con un programa de manejo de residuos que se generen en el sitio, el cual se anexa en el apartado correspondiente de medidas de prevención, control y manejo de los impactos ambientales. Cabe señalar que el proyecto no se encuentra en

		una Zona Federal Marítimo Terrestre.
A-069	Promover el tratamiento o disposición final de los residuos sólidos urbanos, peligrosos y de manejo especial para evitar su disposición en el mar.	SE CUMPLE. El proyecto contará con un programa de manejo de residuos que se generen en el sitio, el cual se anexa en el apartado correspondiente de medidas de prevención, control y manejo de los impactos ambientales. No se contempla el manejo de residuos peligrosos y de manejo especial, toda vez que el proyecto se trata de un parque ecoturístico. Cabe señalar que el proyecto no colinza con al Zona Federal Marítimo Terrestre
A-070	Realizar campañas de colecta y concentración de residuos sólidos urbanos en la zona costera para su disposición final.	SE CUMPLE. De acuerdo con el Anexo 6 del POERM, el cumplimiento de esta acción, compete a SEDESOL y los Municipios.
A-071	Diseñar e instrumentar acciones coordinadas entre sector turismo y sector conservación para reducir al mínimo la afectación de los ecosistemas en zonas turísticas y aprovechar al máximo el potencial turístico de los recursos. Impulsar y fortalecer las redes de turismo de la naturaleza (ecoturismo) en todas sus modalidades como una alternativa al desarrollo local respetando los criterios de sustentabilidad según la norma correspondiente.	SE CUMPLE. El proyecto es de tipo ecoturismo, donde se impulsará el cuidado y protección de la flora y fauna mediante platicas educativas a los usuarios del parque.
A-072	Promover que la operación de desarrollos turísticos se haga con criterios de	SE CUMPLE. En la etapa de operación de parque ecoturístico se

	sustentabilidad ambiental y social, a través de certificaciones ambientales nacionales o internacionales, u otros mecanismos.	buscará participar programas de certificación ambiental, además de vínculos con instituciones educativas.
A-073	Construir, modernizar y ampliar la infraestructura portuaria de gran tamaño de apoyo al turismo (embarcaciones mayores de 500 TRB (toneladas de registro bruto) y/o 49 pies de eslora), con obras sustentadas en estudios específicos, modelaciones predictivas y programas de monitoreo, que garanticen la no afectación de los recursos naturales.	NO APLICA. De acuerdo con el Anexo 6 del POERM, el cumplimiento de esta acción compete a SCT, SECTUR, SEMARNAT y los Estados. Además, el proyecto no colinda con cuerpos de agua.
A-074	Construir, modernizar y ampliar la infraestructura portuaria de gran tamaño de apoyo al tráfico comercial de mercancías (embarcaciones mayores de 500 TRB (toneladas de registro bruto) y/o 49 pies de eslora); con obras sustentadas en estudios específicos, modelaciones predictivas y programas de monitoreo, que garanticen la no afectación de los recursos naturales.	NO APLICA. De acuerdo con el Anexo 6 del POERM, el cumplimiento de esta acción compete a SCT, SECTUR, SEMARNAT y los Estados. Además, el proyecto no colinda con cuerpos de agua.

De manera adicional a los criterios particulares de esta Unidad de Gestión Ambiental y por su ubicación, a la zona de interés también le corresponde la aplicación de las Acciones y Criterios de la Zona Costera Inmediata al Mar Caribe, zonificación que no posee UGAs, pero si un listado de acciones, las cuales se vinculan a continuación:

#### Criterios de Regulación Ecológica para las Zonas Costeras Inmediatas

Zona Costera Inmediata del Mar Caribe: Inicia en el límite internacional México-Belice y termina en el norte sobre el extremo occidente de la Isla de Holbox. Estos criterios responden en mucho a las características naturales de dicha franja por su riqueza en formaciones

arrecifales y al intenso uso turístico de que son objeto esas aguas inmediatas a la costa, particularmente en el caso del estado de Quintana Roo (Tabla 27).

Tabla 27. Criterios de la Zona Costera Inmediata del Mar Caribe.

ACCION	DESCRIPCIÓN	VINCULACIÓN
ZMC-01	Con el fin de proteger y preservar las comunidades arrecifales, principalmente las de mayor extensión, y/o riqueza de especies en la zona, y aquellas que representan valores culturales particulares, se recomienda no construir ningún tipo de infraestructura en las áreas ocupadas por dichas formaciones.	NO APLICA. El proyecto no contempla construcción en la zona acuática. El predio no colinda con el mar caribe.
ZMC-02	Dado que los pastos marinos representan importantes ecosistemas para la fauna marina, debe promoverse su conservación y preservación, por lo que se debe evitar su afectación y pérdida en caso de alguna actividad o proyecto. La evaluación del impacto ambiental correspondiente deberá realizarse conforme a lo dispuesto en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, así como a las demás disposiciones jurídicas que resulten aplicables	NO APLICA. El proyecto no contempla construcción en la zona acuática. El predio no colinda con el mar caribe.
ZMC-03.	Sólo se permitirá la captura de mamíferos marinos, aves y reptiles para fines de investigación, rescate y traslado con fines de conservación y preservación, conforme a lo dispuesto en la Ley General de Vida Silvestre y demás disposiciones jurídicas aplicables	NO APLICA. No se contempla la captura de fauna en ninguna de las etapas del Proyecto.
ZMC-04	Con el fin de preservar zonas coralinas, principalmente las más representativas por su	NO APLICA. El proyecto no contempla

ACCION	DESCRIPCIÓN	VINCULACIÓN
	extensión, riqueza y especies presentes, la ubicación y construcción de posibles puntos de anclaje deberán estar sujetas a estudios específicos que la autoridad correspondiente solicite.	construcción o actividades en la zona acuática. El predio no colinda con el mar caribe.
ZMC-05	La recolección, remoción o trasplante de organismos vivos o muertos en las zonas arrecifales u otros ecosistemas representativos, sólo podrá llevarse a cabo bajo las disposiciones aplicables de la Ley General de Vida Silvestre y demás normatividad aplicable.	NO APLICA. El proyecto no contempla construcción o actividades en la zona acuática. El predio no colinda con el mar caribe.
ZMC-06	La construcción de estructuras promotoras de playas deberá estar avaladas por las autoridades competentes y contar con los estudios técnicos y específicos que la autoridad requiera para este fin.	NO APLICA. El proyecto no contempla construcción o actividades en la zona acuática. El predio no colinda con el mar caribe.
ZMC-07	Como una medida preventiva para evitar contaminación marina no debe permitirse el vertimiento de hidrocarburos y productos químicos de ningún tipo en los cuerpos de agua en esta zona.	NO APLICA. El proyecto no contempla construcción o actividades en la zona acuática. El predio no colinda con el mar caribe.
ZMC-08	Con el objeto de coadyuvar en la preservación de las especies de tortugas que año con año arriban en esta zona costera, es recomendable que las actividades recreativas marinas eviten llevarse a cabo entre el ocaso y el amanecer, esto en la temporada de anidación, principalmente en	NO APLICA. El proyecto no contempla construcción o actividades en la zona acuática. El predio no colinda con el mar caribe.

ACCION	DESCRIPCIÓN	VINCULACIÓN
	aquellos sitios de mayor incidencia de dichas especies.	
ZMC-09	Con el objetivo de preservar las comunidades arrecifales en la zona, es importante que cualquier actividad que se lleve a cabo en ellos y su zona de influencia estén sujetas a permisos avalados que garanticen que dichas actividades no tendrán impactos adversos sobre los valores naturales o culturales de los arrecifes, con base en estudios específicos que determinen la capacidad de carga de los mismos.	NO APLICA. El proyecto no contempla construcción o actividades en la zona acuática. El predio no colinda con el mar caribe.
ZMC-10	Con el fin de prevenir la contaminación y deterioro de las zonas marinas, es recomendable la difusión de las normas ambientales correspondientes en toda actividad náutica en la zona.	NO APLICA. El proyecto no contempla construcción o actividades en la zona acuática. El predio no colinda con el mar caribe. Se darán platicas de educación ambiental a los turistas que visiten el parque ecoturístico.
ZMC-11	Se requerirá que, en caso de alguna actividad relacionada con obras de canalización y dragado debidamente autorizadas, se utilicen mallas geotextiles y otras tecnologías que eviten la suspensión y dispersión de sedimentos, en el caso de que exista el riesgo de que se afecten o resulten dañados recursos naturales por estas obras.	NO APLICA. El proyecto no contempla construcción o actividades en la zona acuática. El predio no colinda con el mar caribe.



ACCION	DESCRIPCIÓN	VINCULACIÓN
ZMC-12	La construcción de proyectos relacionados con muelles de gran tamaño (para embarcaciones mayores de 500TRB [Toneladas de Registro Bruto] y/o 49 pies de eslora), deberá incluir medidas para mantener los procesos de transporte litoral y la calidad del agua marina, así como para evitar la afectación de comunidades marinas presentes en la zona.	NO APLICA. El proyecto no contempla construcción o actividades en la zona acuática. El predio no colinda con el mar caribe.
ZMC-13	Las embarcaciones utilizadas para la pesca comercial o deportiva deberán portar los colores y claves distintivas asignadas por la Comisión Nacional de Pesca y Acuicultura, en los Lineamientos para los Mecanismos de Identificación y Control del Esfuerzo Pesquero, así como el permiso de pesca correspondiente.	NO APLICA. El proyecto no contempla realizar actividades de pesca comercial o deportiva.
ZMC-14	Por las características de gran volumen de los efluentes subterráneos de los sistemas asociados a la zona oriente de la Península de Yucatán y por la importancia que revisten los humedales como mecanismo de protección del ecosistema marino ante el arrastre de contaminantes de origen terrígeno en particular para esta región los fosfatos y algunos metales pesados producto de los desperdicios generados por el turismo, se recomienda en las UGA regionales correspondientes (UGA:139, UGA:152 y UGA:156) estudiar la factibilidad y promover la creación de áreas de protección mediante políticas, estrategias y control de uso del suelo en esquemas como los Ordenamientos Ecológico	El predio no se encuentra dentro de algún ANP, asimismo, se cumple con los criterios generales establecidos y con los específicos aplicables a las Unidades de Gestión Ambiental 40 y 49-B del programa de Ordenamiento Ecológico Local del municipio de Othón P. Blanco. Los encargados de promover el establecimiento de Áreas Naturales

ACCION	DESCRIPCIÓN	VINCULACIÓN
	locales o mediante el establecimiento de ANP federales, estatales, municipales, o áreas destinadas voluntariamente a la conservación que actúen de manera sinérgica para conservar los atributos del sistema costero colindante y contribuyan a completar un corredor de áreas protegidas sobre toda la zona costera del Canal de Yucatán y Mar Caribe, en particular para mantener o restaurar la conectividad de los sistemas de humedales de la Península de Yucatán.	Protegidas con la SEMARNAT, Secretaría de Ecología y Medio Ambiente estatal, además de los Municipios

Por lo tanto, el proyecto **Parque Ecoturístico Costa Maya** cumple con lo señalado en las acciones generales y específicas de la Unidad de Gestión Ambiental 156 del Programa de Ordenamiento Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe.

b) **NORMAS OFICIALES MEXICANAS**

Las Normas Oficiales tienen la función de cuidar los bienes ya sean bosques, aguas, selvas, fauna, ruido, etc. Su principal objetivo es prevenir los riesgos a la salud, la vida y el patrimonio y por lo tanto son de observancia obligatoria. En ellas se establecen regulaciones técnicas que contienen la información, requisitos, especificaciones, procedimientos y metodología que permiten a las distintas dependencias gubernamentales establecer parámetros evaluables para evitar riesgos a la población, a los animales y al medio ambiente (Tabla 28).

Tabla 28. Al proyecto le aplican Normas Oficiales Mexicanas, que serán tomadas en consideración en las diversas etapas del proyecto

NORMA	TÍTULO

NOM-003-SEMARNAT-1997	Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes para las aguas residuales tratadas que se reúsen en servicios al público.
NOM-021-SEMARNAT-2000	Que establece las especificaciones de fertilidad, salinidad y clasificación de suelos. Estudios, muestreo y análisis.
NOM-022-SEMARNAT-2003	Que establece las especificaciones para la preservación, conservación, aprovechamiento sustentable y restauración de los humedales costeros en zonas de manglar
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.
NOM-080-SEMARNAT-1994	Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido proveniente del escape de los vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación, y su método de medición
NOM-146-SEMARNAT-2005	Que establece la metodología para la elaboración de planos que permitan

	la ubicación cartográfica de la zona federal marítimo terrestre y terrenos ganados al mar que se soliciten en concesión
NOM-015-SEMARNAP/SAGAR/1997	Que regula el uso del fuego en terrenos forestales y agropecuarios, y que establece las especificaciones, criterios y procedimientos para ordenar la participación social y de gobierno en la detección y el combate de los incendios forestales.
NOM-138-SEMARNAT-SS-2003	Límites máximos permisibles de hidrocarburos en suelos y las especificaciones para su caracterización y remediación.

## **VESTIGIOS ARQUEOLÓGICOS DETECTADOS Y SU DIAGNÓSTICO POR PARTE DEL INSTITUTO NACIONAL DE ANTROPOLOGÍA E HISTORIA.**

Durante el reconocimiento del terreno se observaron líneas de piedra que al parecer eran albarradas en algunas partes del predio, dado lo anterior se hizo del conocimiento del INAH de este hallazgo con la finalidad de dar cumplimiento con la Ley Federal sobre Monumentos y Zonas Arqueológicas, Artísticas e Históricas, además de apearse a lo establecido en el criterio 20 del Programa de Ordenamiento Ecológico Local del municipio de Othón P. Blanco, que a la letra dice: “Donde se encuentren vestigios arqueológicos, deberá reportarse dicha presencia al Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH) y contar con su correspondiente autorización para la construcción de la obra o realización de actividades”.

Derivado de la solicitud de inspección al predio Tres Hermanos ubicado en el municipio de Othón P. Blanco sobre la carretera Mahahual -Uvero situado a 2500 metros del aeropuerto

regional de Mahahual y a 4100 metros del muelle de cruceros con clave catastral:1523 y una superficie de 274,504.12 m<sup>2</sup>, el INAH accedió a la solicitud asignándole el número de expediente DIRQR/401.3S.17.2-2020/281 además de que se le presentó las zonas del predio que serían ocupadas por el Parque Ecuturístico Costa Maya.

Dado lo anterior, el INAH realizó trabajos de prospección a todo el predio, resultando que se encontraron elementos arqueológicos y de formaciones naturales presentes, mismas que se presentan en la figura 35

**Descripción de los elementos arqueológicos y de las formaciones naturales**

Núm.	Características	Altura	Superficie	Comentarios
1	Plataforma	.70 m.	3x2 m.	No es habitacional
2	Plataforma	.70 m.	3x2 m.	No es habitacional
3	Plataforma	.70 m.	2x2 m.	No es habitacional
4	Plataforma	.50 m.	5x4.5 m.	Habitacional
5	Plataforma	.50 m.	6x3.5 m.	No es habitacional
6	Sacbe (¿)	.40 m.	20x3 m.	Corto y angosto
7	Horadación natural		2x2 m.	.50 m. de profundidad. Ensolvado.
8	Plataforma	.50 m.	5x4 m.	Habitacional
9	Plataforma	.80 m.	6x4 m.	Habitacional. Tiene una plataforma adosada de 1.50 x1.20 m.
10	Pozo			.70 m. de diámetro. Prof. .40 m.
11	Pozo natural		1x.50 m.	Forma irregular. Prof. .30 m.
12	Pozo natural		.50x.70 m.	Forma irregular. Prof. .30 m.
13	Banco de piedra		10 m. de largo	Sólo tiene un corte. .50 m. de profundidad hasta donde se ve lo ensolvado.
14	Depresión natural		20x1.13 m.	Profundidad de 1.50 m. Parece aguada pero no lo es.
15	Banco de piedra		10x6 m.	.70 de profundidad en los cortes
16	Depresión natural		12x10 m.	.80 m. de profundidad ensolvada
17	Banco de piedra		20x8 m.	1.20 m. de profundidad
18	Fosa natural		2.50x1.10 m.	.60 m. hasta la superficie
19	Pozo prehispánico		2.50x 1 m.	A 3 m. de profundidad de la horadación natural se excavó un pozo de boca redonda en la roca misma. El pozo tiene 1.40 m. de diámetro, y cuenta con 5 m. de profundidad más
20	Pozo natural		2x.80 m.	.50 m. de profundidad, está ensolvado y derrumbado
21	Pozo natural		.40x.30 m.	Sobre roca. Prof. .40 m.
22	Pozo natural		.60 de	.30 de Profundidad

**Descripción de los elementos arqueológicos y de las formaciones naturales**

Núm.	Características	Altura	Superficie	Comentarios
1	Plataforma	.70 m.	3x2 m.	No es habitacional
2	Plataforma	.70 m.	3x2 m.	No es habitacional
3	Plataforma	.70 m.	2x2 m.	No es habitacional
4	Plataforma	.50 m.	5x4.5 m.	Habitacional
5	Plataforma	.50 m.	6x3.5 m.	No es habitacional
6	Sacbe (¿)	.40 m.	20x3 m.	Corto y angosto
7	Horadación natural		2x2 m.	.50 m. de profundidad. Ensolvado.
8	Plataforma	.50 m.	5x4 m.	Habitacional
9	Plataforma	.80 m.	6x4 m.	Habitacional. Tiene una plataforma adosada de 1.50 x1.20 m.
10	Pozo			.70 m. de diámetro. Prof. .40 m.
11	Pozo natural		1x.50 m.	Forma irregular. Prof. .30 m.
12	Pozo natural		.50x.70 m.	Forma irregular. Prof. .30 m.
13	Banco de piedra		10 m. de largo	Sólo tiene un corte. .50 m. de profundidad hasta donde se ve lo ensolvado.
14	Depresión natural		20x1.13 m.	Profundidad de 1.50 m. Parece aguada pero no lo es.
15	Banco de piedra		10x6 m.	.70 de profundidad en los cortes
16	Depresión natural		12x10 m.	.80 m. de profundidad ensolvada
17	Banco de piedra		20x8 m.	1.20 m. de profundidad
18	Fosa natural		2.50x1.10 m.	.60 m. hasta la superficie
19	Pozo prehispánico		2.50x 1 m.	A 3 m. de profundidad de la horadación natural se excavó un pozo de boca redonda en la roca misma. El pozo tiene 1.40 m. de diámetro, y cuenta con 5 m. de profundidad más
20	Pozo natural		2x.80 m.	.50 m. de profundidad, está ensolvado y derrumbado
21	Pozo natural		.40x.30 m.	Sobre roca. Prof. .40 m.
22	Pozo natural		.60 de	.30 de Profundidad

**Descripción de los elementos arqueológicos y de las formaciones naturales**

Núm.	Características	Altura	Superficie	Comentarios
1	Plataforma	.70 m.	3x2 m.	No es habitacional
2	Plataforma	.70 m.	3x2 m.	No es habitacional
3	Plataforma	.70 m.	2x2 m.	No es habitacional
4	Plataforma	.50 m.	5x4.5 m.	Habitacional
5	Plataforma	.50 m.	6x3.5 m.	No es habitacional
6	Sacbe (¿)	.40 m.	20x3 m.	Corto y angosto
7	Horadación natural		2x2 m.	.50 m. de profundidad. Ensolvado.
8	Plataforma	.50 m.	5x4 m.	Habitacional
9	Plataforma	.80 m.	6x4 m.	Habitacional. Tiene una plataforma adosada de 1.50 x1.20 m.
10	Pozo			.70 m. de diámetro. Prof. .40 m.
11	Pozo natural		1x.50 m.	Forma irregular. Prof. .30 m.
12	Pozo natural		.50x.70 m.	Forma irregular. Prof. .30 m.
13	Banco de piedra		10 m. de largo	Sólo tiene un corte. .50 m. de profundidad hasta donde se ve lo ensolvado.
14	Depresión natural		20x1.13 m.	Profundidad de 1.50 m. Parece aguada pero no lo es.
15	Banco de piedra		10x6 m.	.70 de profundidad en los cortes
16	Depresión natural		12x10 m.	.80 m. de profundidad ensolvada
17	Banco de piedra		20x8 m.	1.20 m. de profundidad
18	Fosa natural		2.50x1.10 m.	.60 m. hasta la superficie
19	Pozo prehispánico		2.50x 1 m.	A 3 m. de profundidad de la horadación natural se excavó un pozo de boca redonda en la roca misma. El pozo tiene 1.40 m. de diámetro, y cuenta con 5 m. de profundidad más
20	Pozo natural		2x.80 m.	.50 m. de profundidad, está ensolvado y derrumbado
21	Pozo natural		.40x.30 m.	Sobre roca. Prof. .40 m.
22	Pozo natural		.60 de	.30 de Profundidad



			diámetro	
23	Plataforma	.20 m. de altura	2.50x1.80 m.	No es habitacional
24	Plataforma	.40 m.	2x2.50 m.	No es habitacional
25	Banco de piedra		12x10 m.	.80 m. de profundidad
26	Pozo natural		.30 m. de diámetro	.40 m. de profundidad.
27	Plataforma con cuarto	.80 m.	4 x 6 m.	El cuarto no está muy claro
28	Banco de piedra		7x4 m.	1.20 m. de profundidad
29	Plataforma	.40 m.	2x3 m.	No es habitacional
30	Conjunto de 4 horadaciones naturales (3 de ellas alineadas)		1.50 m de largo Aprox., Cada 1 de las 3. La cuarta es más pequeña.	.50 m. aproximadamente.
31	Pozo natural		1.20x1 m.	.80 m. de profundidad
32	Pozo natural		3x1 m.	Poca profundidad
33	Pozo natural		.50x.30 m.	1 m. de profundidad. Al parecer más abajo es arqueológico
34	Plataforma		12 x 6 m.	.80 m. de altura
35	Depresión para captar agua		26 x 2.5 m.	1 m. de profundidad
36	Plataforma con 2 cuartos encima	1 m. de altura	24 x 10 m.	Uno de ellos es más grande que el otro
37	Pozo natural		1 x .80 m.	.70 m. de profundidad
38	Aguada		20 x 15 m.	1.50 m. de profundidad
39	Depresión natural (aguada)		15 x 10 m.	1.50 m. de profundidad. La rodea una albarrada.
40	Pozo natural		1.10 x 1 m.	1.50 m. de profundidad
41	Banco de piedra		25 x 7 m.	1.20 de profundidad
42	Pozo natural		1 x .40 m.	.50 m. de profundidad
43	Banco de piedra		10 x 10 m. de piedra	.80 m. de profundidad
44	Plataforma	1.20 m.	7 x 6 m.	Habitacional, tiene 1 cuarto encima
45	Plataforma	.80 m.	4 x 3 m.	No es habitacional
46	Cuarto redondo	.80 m.	4 m. de diámetro	Las piedras se ven acomodadas haciendo la circunferencia
47	Plataforma no habitacional	.80 m.	3 x 2 m.	
48	Plataforma	.60 m.	6 x 3 m.	

	<i>habitacional</i>			
49	Banco de piedra		10 x 8 m.	1.50 m. de profundidad
50	Plataforma habitacional	1 m.	6 x 6 m.	
51	Aguada		30 x 10 m.	1 m. de profundidad
52	Aguada natural		30 x 20 m.	1 m. de profundidad
53	Banco de piedra		25 x 10 m.	2 m. de profundidad
54	Plataforma con cuarto	.70 m.	6 x 3 m.	
55	Banco de piedra		5 x 5 m.	1.50 m. de profundidad
56	Plataforma	.70 m.	4 x 4 m.	
57	Plataforma habitacional	1 m.	6 x 6 m.	
58	Aguada natural		20 x 20 m.	.70 m. de profundidad
59	Banco de piedra		10 x 8 m.	.70 m. de profundidad
60	Aguada		30 x 25 m.	1 m. de profundidad
61	Cuarto	1.20 m.	5 x 4 m.	
62	Banco y aguada		15 x 15 m.	2 m. de profundidad
63	Aguada		25 x 15 m.	2 m. de profundidad
64	Banco de piedra y aguada		30 x 20 m.	2 m. de profundidad
65	Plataforma habitacional con 2 cuartos. Uno es más alto que el otro.	1.30 m.	12 x 5 m.	
66	Plataforma habitacional. Es de las más grandes.	1 m.	10 x 6 m.	
67	Aguada		20 x 15 m.	2 m. de profundidad
68	Plataforma habitacional		9 x 6 m.	1.20 m. de profundidad
69	Plataforma habitacional	.80 m.	8 x 5 m.	
70	Plataforma habitacional	.50 m.	4 x 4 m.	
71	Plataforma habitacional	.50 m.	8 x 6 m.	
72	Cuarto con bóveda (¿)	2 m.	8 x 6 m.	
73	Cuarto	1 m.	7 x 6 m.	

74	Plataforma habitacional	.70 m.	4 x 4 m.	
75	Plataforma con cuarto	1.50 m.	10 x 6 m.	
76	Cuarto	.70 m.	4 x 4 m.	
77	Plataforma habitacional	.50 m.	3 x 2 m.	
78	Plataforma	1 m.	6 x 6 m.	
79	Pozo natural		1 x .70 m.	.80 m.
80	Banco de piedra y aguada		20 m. x 15 m.	1.50 de profundidad
81	Plataforma	.60 m.	10 x 5 m.	
82	Plataforma	.80 m.	9 x 6 m.	
83	Aguada		25 x 15 m.	1 m.
84	Plataforma	.50 m.	7 x 6 m.	
85	Cuarto	.50 m.	3 x 3 m.	
86	Cuarto redondo	.50 m.	4 m. de diámetro	
87	Plataforma	1 m.	9 x 5 m.	
88	Plataforma habitacional	1 m.	3.50 x 3 m.	

Coordenadas de las estructuras, de las formaciones naturales y de otros elementos

Elemento	Número de elemento	Coordenadas
Plataforma	1	N18°46.312' W87°41.163'
Plataforma	2	N18°46.309' W87°41.163'
Plataforma	3	N18°46.310' W87°41.157'
Plataforma	4	N18°46.337' W87°41.127'
Plataforma	5	N18°46.355' W87°41.146'
Sacbe (¿)	6	N18°46.363' W87°41.148'
Horadación	7	N18°46.367' W87°41.134'
Plataforma	8	N18°46.366' W87°41.135'
Plataforma con cuarto arriba	9	N18°46.369' W87°41.142'
Pozo natural	10	N18°46.403' W87°41.114'
Pozo natural	11	N18°46.402' W87°41.098'
Pozo natural	12	N18°46.405' W87°41.101'
Banco de piedra	13	N18°46.405' W87°41.097'
Depresión	14	N18°46.376' W87°41.096'
Banco de piedra	15	N18°46.378' W87°41.072'
Depresión	16	N18°46.365' W87°41.085'
Banco de piedra	17	N18°46.342' W87°41.105'

Pozo natural	18	N18°46.356'	W87°41.111'
Pozo arqueológico	19	N18°46.370'	W87°41.114'
Pozo natural	20	N18°46.337'	W87°41.109'
Pozo natural	21	N18°46.335'	W87°41.110'
Pozo natural	22	N18°46.334'	W87°41.109'
Plataforma	23	N18°46.314'	W87°41.120'
Plataforma	24	N18°46.301'	W87°41.129'
Banco de Piedra	25	N18°46.358'	W87°41.073'
Pozo natural	26	N18°46.367'	W87°41.071'
Plataforma	27	N18°46.368'	W87°41.047'
Banco de piedra	28	N18°46.321'	W87°41.066'
Plataforma	29	N18°46.317'	W87°41.064'
Horadación natural	30	N18°46.288'	W87°41.074'
Pozo natural	31	N18°46.266'	W87°41.074'
Pozo natural	32	N18°46.257'	W87°41.069'
Pozo natural	33	N18°46.257'	W87°41.069'
Plataforma	34	N18°46.273'	W87°41.047'
Depresión	35	N18°46.280'	W87°41.041'
Plataforma con 2 cuartos	36	N18°46.281'	W87°41.026'
Pozo natural	37	N18°46.284'	W87°41.012'
Depresión	38	N18°46.309'	W87°41.013'
Depresión	39	N18°46.342'	W87°41.020'
Pozo maya	40	N18°46.306'	W87°41.998'
Banco de piedra	41	N18°46.296'	W87°41.967'
Pozo natural	42	N18°46.255'	W87°41.965'
Banco de piedra	43	N18°46.248'	W87°41.967'
Plataforma	44	N18°46.226'	W87°41.012'
Plataforma	45	N18°46.232'	W87°41.018'
Cuarto	46	N18°46.234'	W87°41.017'
Plataforma	47	N18°46.243'	W87°41.045'
Plataforma	48	N18°46.266'	W87°41.050'
Banco de piedra	49	N18°46.205'	W87°41.984'
Plataforma	50	N18°46.222'	W87°41.923'
Aguada	51	N18°46.235'	W87°41.938'
Aguada	52	N18°46.234'	W87°41.909'
Banco de piedra	53	N18°46.246'	W87°41.913'
Plataforma	54	N18°46.267'	W87°41.904'
Banco de piedra	55	N18°46.277'	W87°41.886'
Plataforma	56	N18°46.214'	W87°41.900'
Plataforma	57	N18°46.267'	W87°41.875'
Aguada	58	N18°46.246'	W87°41.834'
Aguada	59	N18°46.214'	W87°41.856'
Aguada	60	N18°46.202'	W87°41.890'
Cuarto	61	N18°46.174'	W87°41.887'
Banco de piedra	62	N18°46.175'	W87°41.875'

Aguada	63	N18°46.238'	W87°41.830'
Aguada	64	N18°46.193'	W87°40.811'
Plataforma y 2 cuartos	65	N18°46.178'	W87°40.820'
Plataforma	66	N18°46.161'	W87°40.833'
Aguada	67	N18°46.147'	W87°40.829'
Plataforma	68	N18°46.129'	W87°40.844'
Plataforma	69	N18°46.148'	W87°40.776'
Plataforma	70	N18°46.192'	W87°40.750'
Plataforma	71	N18°46.140'	W87°40.751'
Cuarto con bóveda (?)	72	N18°46.118'	W87°40.162'
Cuarto	73	N18°46.098'	W87°40.760'
Cuarto	74	N18°46.120'	W87°40.719'
Plataforma y cuarto encima	75	N18°46.101'	W87°40.755'
Cuarto	76	N18°46.115'	W87°40.693'
Plataforma habitacional	77	N18°46.116'	W87°40.687'
Plataforma y cuarto encima	78	N18°46.130'	W87°40.685'
Pozo natural	79	N18°46.130'	W87°40.681'
Banco de piedra y aguada	80	N18°46.136'	W87°40.704'
Plataforma	81	N18°46.076'	W87°40.746'
Plataforma	82	N18°46.065'	W87°40.674'
Aguada	83	N18°46.045'	W87°40.670'
Plataforma	84	N18°46.045'	W87°40.659'
Cuarto	85	N18°46.026'	W87°40.655'
Cuarto	86	N18°46.094'	W87°40.590'
Plataforma	87	N18°46.042'	W87°40.607'
Plataforma	88	N18°46.953'	W87°40.526'

Figura 35. Elementos arqueológicos y de formaciones naturales encontrados por el INAH

Cabe señalar que estos hallazgos corresponden a un asentamiento Maya típico costero del periodo Postclásico (1200-1546 d.c) que va más allá del propio terreno, y aun no se sabe su extensión dentro de Mahahual, señalando que por las evidencias imperantes se deduce que la población costera vivía en esta región cerca del mar y que su centro cívico religioso no debe encontrarse tan lejos de aquí. (DIRQR/401.3S.17.2-2020/281 Expediente B-20)

Con relación al predio el CENTRO INAH Quintana Roo a cargo del Dr. Fernando Cortes de Brasdefer investigador del CINAH QROO se generó la siguiente propuesta:

Existen varios conjuntos de estructuras prehispánicas y de estructuras aisladas que podrían ser exploradas, restauradas, conservadas y preservadas. Estas estructuras tendrían que ser seleccionadas para ejecutar un salvamento arqueológico que permita conocer los contextos arqueológicos, así como conducir a la investigación al conocimiento de la forma de vida de quienes la ocuparon y sobre todo de la sociedad que pobló ese punto territorial.

Las estructuras que resultaran exploradas y restauradas tendrán que ser protegidas y proporcionar su mantenimiento por el propietario del parque de diversiones que se construya

Así mismo, mediante número DIRQR/401.3S.17.2-2020/380 se hizo de conocimiento del promovente que le Dr. Fernando Cortes de Brasdefer, investigador adscrito al INAH, acudió nuevamente al predio con personal especializado, para delimitar el área que deberá de respetarse en torno a los elementos arqueológicos identificados como 65, 69, 72 73 y 78; y derivado del análisis de dichos estudios y para la liberación del predio Tres Hermanos de la localidad de Mahahual, Municipio de Othón P. Blanco, donde se construirá el Parque ecoturísticos se establecieron las siguientes medidas:

1. Se libera el predio desde los puntos 1 y 4 (orilla de la carretera S41° 34' 56.77" W) hasta el final del mismo en los puntos 2 y 3 (colindancia con terrenos nacionales- N 4.3° 37' 15.04' E), exceptuando la sección de terreno ubicada entre los puntos 650 m, al 1500 m, es decir se restringen 400 m, por tratarse del espacio donde se ubican las estructuras que serán exploradas (identificadas como 65, 69, 72, 73 y 78)
2. Deberá comprometerse a cubrir con todas y cada uno de las necesidades y requerimientos para llevar a cabo las labores de exploración, restauración, conservación y reserva arqueológica, mismas que estarán a cargo del Dr. Fernando Cortés de Brasdefer, para lo cual se le hará llegar en su oportunidad el proyecto de convenio de colaboración que deberá formalizarse al respecto, mismo que incluirá el cronograma de trabajo y presupuesto, este último deberá cubrirlo en especie; en relación con los elementos arqueológicos denominados 65, 69, 72, 73 y 78.
3. Deberá respetarse un área de protección de al menos 10 metros alrededor de las estructuras identificadas como 65, 69 y 72.
4. En el caso de las estructuras 73 y 78, estas tienen una albarrada prehispánica alrededor, en consecuencia, tanto las albarradas como las estructuras deberán ser protegidas, por lo que de, en el caso de las albarradas deberá respetarse un área de protección de por lo menos 5 metros alrededor de ellas, y en el caso de las estructuras un área de protección de por lo menos 4 metros alrededor de las mismas.
5. No podrán utilizarse piedras o materiales arqueológicos de los que fueron identificados durante las inspecciones realizadas por el Dr. Fernando Cortes, o que se ubiquen o estén asociados a cualquier estructura prehispánica de las que se localizan en el inmueble.

6. No deberá colocar material constructivo sobre o próximo a los elementos arqueológicos identificados como 65, 69, 72, 73 y 78, a fin de no causar afectación alguna a dichos elementos prehispánicos.
7. Queda prohibida la acumulación de basura moderna u orgánica, así como quema, sobre los elementos arqueológicos identificados como 65, 69, 72, 73 y 78.
8. Queda prohibida cualquier actividad humana sobre los elementos arqueológicos identificados como 65, 69, 72, 73 y 78, aunado a que no podrán subir, escalar, o explorar de ninguna forma, dichos elementos arqueológicos.
9. Se obligará a tomar las medidas pertinentes para mantener los monumentos arqueológicos en comento permanentemente protegidos; mismos que ya fueron delimitados por el Dr. Fernando Cortés de Brasdefer
10. No deberá modificarse el programa de obra (plazos, ni sistema constructivo) original, que consta en nuestros archivos.
11. En el caso de proyectarse cualquier otra obra colateral o secundaria, esta deberá hacerse llegar a este Centro INAH Quintana Roo para su análisis y respuesta.
12. Deberá notificarse de manera formal y por escrito a este centro INAH Quintana Roo cinco días hábiles antes de iniciar cualquier trabajo de excavación en el inmueble, a fin de que el personal de investigación adscrito a este centro INAH Quintana Roo, realice labores de supervisión y vigilancias durante dicho proceso, con la finalidad de verificar que no exista afectación al patrimonio arqueológico/paleontológico.
13. En caso de algún hallazgo, incidente o accidente que ocurra al patrimonio arqueológico con motivo de las actividades de construcción, aun sin la presencia de un arqueólogo de esta institución, la construcción deberá interrumpirse de inmediato en el lugar del hallazgo, notificarlo a la brevedad a este centro INAH Quintana Roo y entregar los materiales allí recuperados, así como brindar las facilidades necesarias para realizar el rescate de los materiales y contextos afectados, además de hacerse responsables de los costos de las intervenciones de rescate que fueran necesarias.
14. Esa empresa que representa, esta obligada a permitir el acceso a la obra del personal comisionado por el INAH.
15. Esa empresa que representa, por conducto de quien designe, deberá informar a las empresas contratistas, y estas a sus subcontratistas, en caso de haberlas, que son obligados solidarios y responsables de la protección del patrimonio arqueológico, con las implicaciones legales que esta representa.

16. Al concluir la obra, deberá retirarse cualquier material de construcción o desecho resultante de las misma tomando las medidas pertinentes a fin de evitar la afectación al patrimonio cultural.
17. Deberá mantenerse oportuna y constante comunicación y coordinación con el Dr. Fernando a los correos electrónicos fernando\_cortes@inah.gob.mx o nezahualcoyotlac@hotmail.com, para la supervisión de los trabajos que nos ocupan (durante y después), así como para determinar las medidas que fueren necesarias para la preservación y conservación de los elementos arqueológicos que ahí se localizan.
18. En caso de no dar cumplimiento a las medias ante relacionadas, se procederá a revocar el visto bueno de obra para el desarrollo del proyecto denominado “Parque ecoturístico Costa Maya”

No omitimos mencionar que, una vez que se lleven a cabo las labores de exploración, restauración, conservación y reserva arqueológica, en relación con los elementos arqueológicos denominados 65, 69, 72, 73 y 78, previa formalización del convenio de colaboración correspondiente, se podrá determinar la liberación o lo que proceda respecto de la sección del terreno ubicada entre los puntos 650m a 1500 m , es decir se restringen 400 m pro tratarse del espacio donde se ubican los elementos arqueológicos identificados como 65, 69, 72, 73cy 78.

Respecto a esto se han realizado ya los trabajos de protección los cuales se manifiestan en el informe de la protección efectuada a monumentos arqueológicos en el predio tres hermanos, en la localidad de Mahahual, Quintana Roo, de acuerdo con el oficio DIRQR/401.3S.1T2-20207355. Expediente B-20 (P.E. Costa Maya), de fecha 18 de agosto de 2020, emitido por el Lic. Margarito Molina, director del Centro INAH Quintana Roo y conducido por el Dr. Fernando Cortés de Brasdefer en su carácter de investigador del Centro INAH Quintana Roo.

Dado lo anterior, el proyecto el Parque Ecoturístico Costa Maya se ajusta a las recomendaciones emitidas por el INAH, con la finalidad de garantizar el cumplimiento de de la normativa aplicable.



## **CAPITULO IV**

# **DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO**

## **IV.1 Delimitación del área de estudio donde pretende establecerse el proyecto**

El predio se ubica a gran escala dentro de la Región Hidrológico-Administrativa XII Península de Yucatán (RHA XII PY) comprende la totalidad de los estados de Quintana Roo, Yucatán y Campeche. Se localiza en la porción sureste de la República Mexicana; colinda al norte y al poniente con el Golfo de México, al sur con la República de Guatemala, al oriente con el Mar Caribe, al suroeste con el estado de Tabasco y al sureste con Belice, país con el que comparte la cuenca del río Hondo. Cuenta con una extensión territorial total de 139,897 km<sup>2</sup> (INEGI, 2010) que representa 7% de la superficie terrestre de la República Mexicana.

Se encuentra ubicado dentro de la Región Hidrológica 33 Yucatán Este. A nivel de subcuencas hidrológicas el predio se ubica en la subcuenca Xcalak-Uvero

La temperatura media anual en la cuenca es de 26°C con una precipitación que va de 800 mm en el Norte a más de 1,500 al Sureste de la Cuenca y con un rango de escurrimiento de 0 a 5% que la abarca prácticamente toda, excepto en las franjas costeras que tienen de 5 a 10% debido a la presencia de arcillas y limos.

El sistema ambiental se encuentra ubicado dentro de la subcuenca Xcalak-El uvero. (Burke *et al.*, 1984; Salvador 1991) (Figura 36).

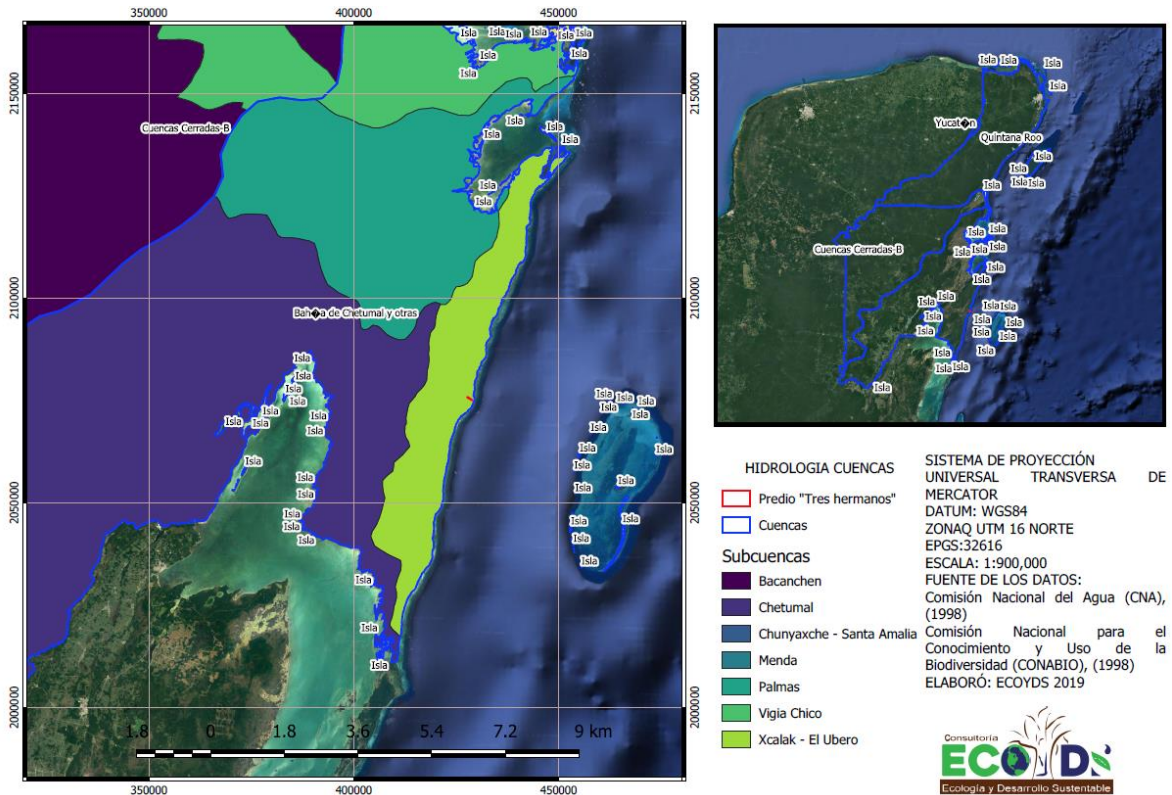


Figura 36. Ubicación en la región 33 Yucatán Este y en la subcuenca Xcalak-El uvero como área de influencia donde se ve inmerso el proyecto "Parque ecoturístico Costa Maya"

La altimetría sugerida para esta cuenca es de 0 a 5 metros sobre el nivel del mar dando origen dentro de su topografía la formación de bajos inundables localizados después de la formación de las dunas secundarias y que permite el desarrollo de vegetación de manglar.

Dado a sus características geológicas y edáficas mencionadas con anterioridad, características que comparte con gran parte de la reserva de Sian Ka'an, tiende a que el agua de lluvia se filtre a través del sustrato poroso y la escorrentía se desplace lentamente bajo la superficie en dirección SW-NE (UNAM, 1980), Otra característica del agua subterránea, es que el nivel freático es muy cercano a la superficie, encontrándose como máximo a 8 m y en las partes más bajas puede aflorar formando lagunas someras, o bien zonas inundables durante las lluvias. La superficie inundada a finales de la temporada lluviosa es superior al 70% en la parte terrestre, en la época seca un 20% de esta permanece inundada y corresponde a las zonas de manglar chaparro donde la concentración salina es elevada.

La permeabilidad del sustrato determina la inexistencia de corrientes superficiales, salvo en aquellos lugares muy bajos donde el nivel topográfico corta el manto freático, se forman en estos caves lagunas, ojos de agua o manantiales de agua dulce y canales de escorrentía de

las marismas. Las aguas son por lo general muy transparentes por su dureza y por la oligotrofia, debida a la presencia de un lecho calcáreo y poco soluble. Otro factor que contribuye a la transparencia es la poca proliferación de algas y plancton, un pH que varía de entre los 7.5 y los 9.0 y la dureza salinidad oscilan entre 2% y 18% en las aguas continentales comunicadas con el mar (López, 1983).

En lo que respecta a las aguas subterráneas, por las características hidrodinámicas del flujo que presenta el sistema ambiental, las amenazas de contaminación por aguas residuales podrían repercutir en la fuente principal de agua potable en la calidad del agua en las zonas inundables, en los arrecifes coralinos y en las pesquerías, lo anterior debido a la poca profundidad a la que se encuentra el manto freático.

Es fundamental que para el establecimiento de nueva infraestructura se tomen en cuenta las características geológicas e hidrológicas de la región, así como los procesos costeros (dinámica eólica, hídrica y embate de fenómenos meteorológicos), a fin de evitar los impactos adversos al ambiente mediante el uso de sistemas de tratamiento de las descargas como el uso de biodigestores, en conjunto con sistema de humedales artificiales o mediante técnicas ecológicas como los sumideros naturales resulta imperante para la permanencia, conservación de la edificación y el medio ambiente.

#### Delimitación del área de estudio

Debido a la naturaleza del sitio, su vegetación presente y la caracterización de sus factores abióticos y bióticos presente se definió el sistema ambiental basado en un enfoque de cuenca la misma que se ve definida en la UGA 40 y 49-A por lo tanto se optó como estas dos UGAS el área de influencia del sistema ambiental en el contexto del predio.

La UGA 40 presenta una superficie de 30,361.90 hectáreas con una política de Protección y la UGA 49-a con una superficie de 8,259.70 hectáreas con una política de restauración. Esto suma un total de 38,621.60 hectáreas que comprenden Vegetación secundaria arbustiva de selva mediana subperennifolia, selva baja subcaducifolia, manglar y Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia (POEL O.P.B 2015); asimismo la UGA 49-A contiene Vegetación secundaria arbustiva de selva mediana, manglar, Selva baja subperennifolia, Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia y cuerpos de agua.

El mismo que se ubica en un área de vegetación de selva mediana subperennifolia, en la Unidad de Gestión ambiental 40 con un 90.40% del predio en dicha UGA y un 9.60 por ciento

de este en la UGA 49-A por lo tanto existe vegetación de mangle a una distancia de 116.13 metros de las obras propuestas y el mangle ocupa un área de 5,394.37 m<sup>2</sup> (Figura 37).

A continuación, se presentan los instrumentos normativos que ayudaron a caracterizar el sistema ambiental en base a las ya definidas UGAS POEL (Tabla 29).

Tabla 29. Instrumento normativo de apoyo para caracterizar el sistema ambiental.

UGA 40 DEL POEL Othón P. Blanco. En la que se localiza el predio de interés		
POLÍTICA AMBIENTAL	USO DEL SUELO	
	COMPATIBLE	INCOMPATIBLE
Protección	Servicios Ambientales, Forestal, Acuicultura y Turismo Alternativo.	Agropecuario, Desarrollo Suburbano, Desarrollo Urbano, Transformación y Turismo Convencional
UGA-49-A DEL POEL Othón P. Blanco. En la que se localiza el predio de interés		
Restauración	Servicios Ambientales y Turismo Alternativo.	Agropecuario, Acuicultura, Desarrollo Suburbano, Desarrollo Urbano, Forestal, Transformación y Turismo Convencional

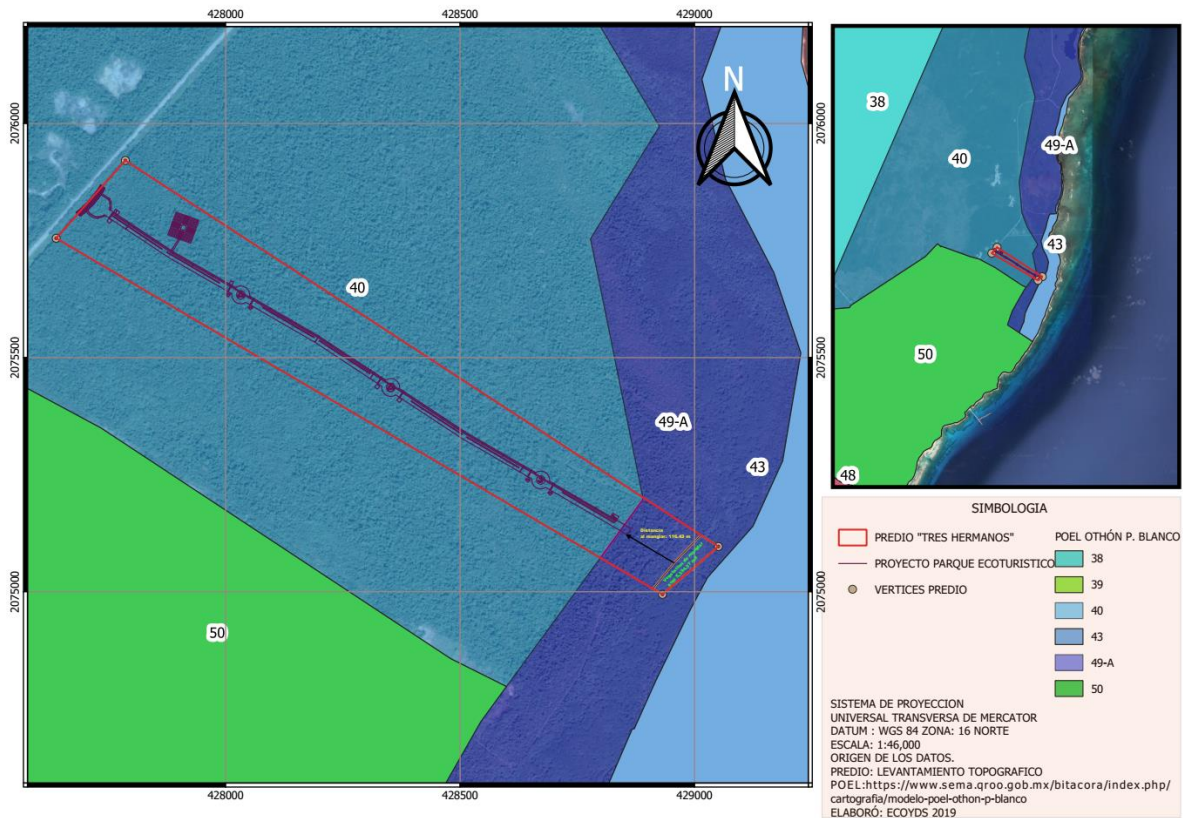


Figura 37. Ubicación del predio en el contexto de las UGAS 40 Y 49-A para definir el sistema ambiental que influye en el proyecto “Parque ecoturístico Costa Maya”

## IV.2 Caracterización y análisis del sistema ambiental

### IV.2.1. Caracterización y análisis retrospectivo de la calidad ambiental del SA

#### Medio Abiótico

##### Clima

El clima atmosférico marino del Mar Caribe es el resultado integral de los procesos de advección y difusión de masa, calor y momento en el océano, de la evaporación y precipitación, absorción y emisión de radiación y esfuerzo del viento en la interfaz océano-atmósfera sobre un intervalo amplio de escalas espacio y tiempo (Gallegos y Czitrom, 1997).

Según la clasificación de climas de Köppen modificado por García 1998, la zona donde se localiza el polígono de interés contiene en su amplitud territorial un solo tipo de condición climática la cual se encuentran según sus siglas como: Aw2(x'), territorio el cual se caracteriza por un clima cálido subhúmedo, cuya temperatura media anual mayor es de 22°C y la



temperatura del mes más frío mayor de 18°C, la precipitación del mes más seco se encuentra entre 0 y 60 mm en lluvias de verano y el porcentaje de lluvia invernal mayor al 10.2% del total anual (Figura 38).

Presenta una estacionalidad que va de los meses de junio a octubre, durante los cuales se presentan los vientos dominantes del Este, mientras que de enero a mayo los vientos del Sureste, de manera que se reconocen tres épocas climáticas: secas (febrero a mayo), lluvias (junio a septiembre) y nortes de octubre a enero

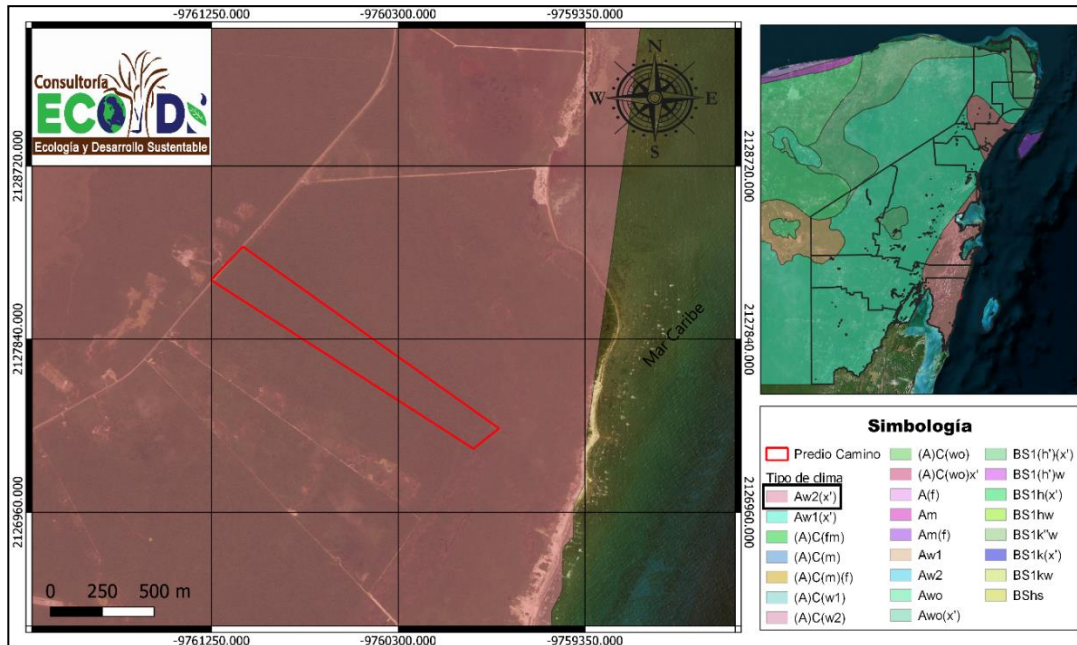


Figura 38. El clima en el Sistema ambiental está clasificado como de tipo A (Húmedo) W2, lo cual le confiere temperaturas cálidas y aire con un importante contenido de humedad, así como precipitaciones importantes que permite establecer bajos inundables y el desarrollo del ecosistema de manglar.

### Precipitación media anual

Para la definición de los parámetros climáticos se utilizaron los registros correspondientes a los últimos diez años de las estaciones climatológicas instaladas en Mahahual e Xcalak. Como resultado de este análisis se observan las siguientes características registradas en la estación Xcalak: La precipitación media anual es de 1,131.7 mm. Las lluvias de invierno representan un 25 % del total y son originadas por los “nortes”. Las temperaturas registradas indican que la Temperatura máxima es de 30.2 °C, la Temperatura Mínima 23.0 °C y el valor de la Temperatura Media es de 26.6°C. En lo referente a la evaporación, se tienen valores promedio del orden de 1,689.4 mm.

Para los valores de la estación climatológica de Mahahual se tienen valores de precipitación media anual son de 690.0 mm; las temperaturas máximas extrema es de 32.5 °C, la temperatura mínima es de 19.1 °C y la temperatura media es de 26.6 °C, en cuanto a la evaporación se tiene un registro del orden de 136.4 mm

No obstante, lo anterior, de acuerdo con la Carta de precipitación media anual (PMA) del INEGI (Figura 39) el sistema ambiental se ubica en una zona que presenta una PMA de 1200-1500 mm.

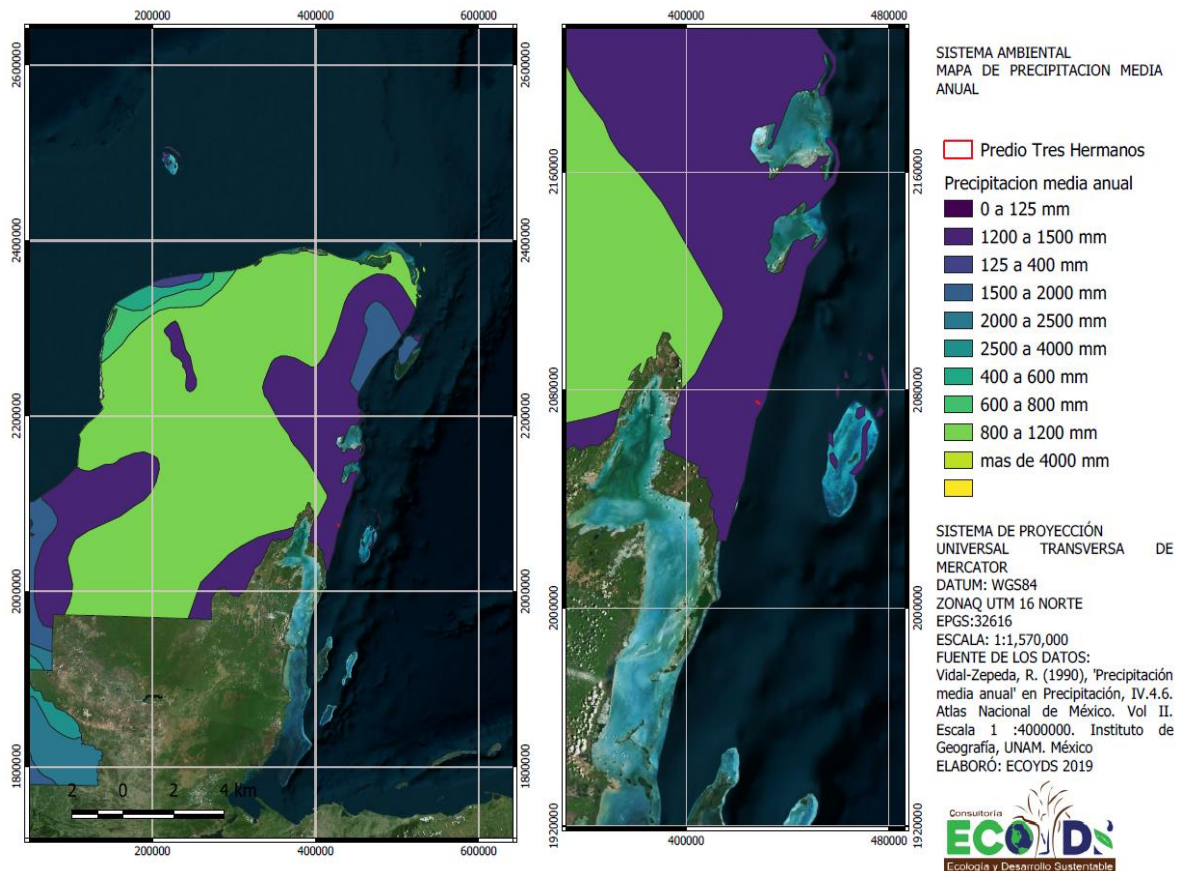


Figura 39. Mapa de precipitación media anual para el área de influencia del sistema ambiental.

## Vientos dominantes

En el sistema ambiental, los vientos dominantes de febrero a julio son los alisios, provenientes del sureste con velocidades de 10 km/ h en promedio y hasta 30 km/ h durante perturbaciones



tropicales. Se presentan vientos del norte durante los meses de invierno, particularmente de noviembre a marzo.

Independientemente de que se trate de un huracán, tormenta tropical o norte, estos fenómenos son importantes agentes en la modificación de las Costas de Quintana Roo. La fuerza del embate ocasiona muerte a la flora y fauna del litoral. Estas pérdidas, además, se presentan en extensiones considerables. Las comunidades vegetales costeras, en particular la duna y el manglar sufren rupturas, desgajamiento y “quemaduras” por sal marina, de tal forma que se modifica temporalmente el paisaje.

### **Intemperismos severos**

Por su situación geográfica, el sistema ambiental tiene una mayor incidencia de fenómenos meteorológicos de distintos tipos e intensidades. Los huracanes, que son el fenómeno más catastrófico, se forman a partir de una tormenta tropical y afectan a las costas de Quintana Roo en dos matrices: una en el Mar Caribe frente a las costas de Venezuela y Trinidad; y la otra en el Atlántico oriental, que después de atravesar América Central y las Antillas Menores, doblan hacia el norte para dirigirse a las costas de Florida. La temporada de estos eventos abarca desde junio a noviembre, siendo septiembre el mes más crítico.

Los fuertes vientos, el oleaje generado por los mismos y las ondas de tormenta que elevan considerablemente el nivel del mar pueden causar efectos destructivos en la zona costera. Como un efecto secundario, los huracanes generalmente desprenden gran cantidad de árboles y arbustos produciendo cientos de toneladas de material vegetal combustible, lo que puede generar incendios de grandes proporciones una vez que llega la temporada de estiaje.

Estos fenómenos son similares en temporada, estructura y comportamiento a los huracanes, sólo que no desarrollan velocidades de viento tan altas.

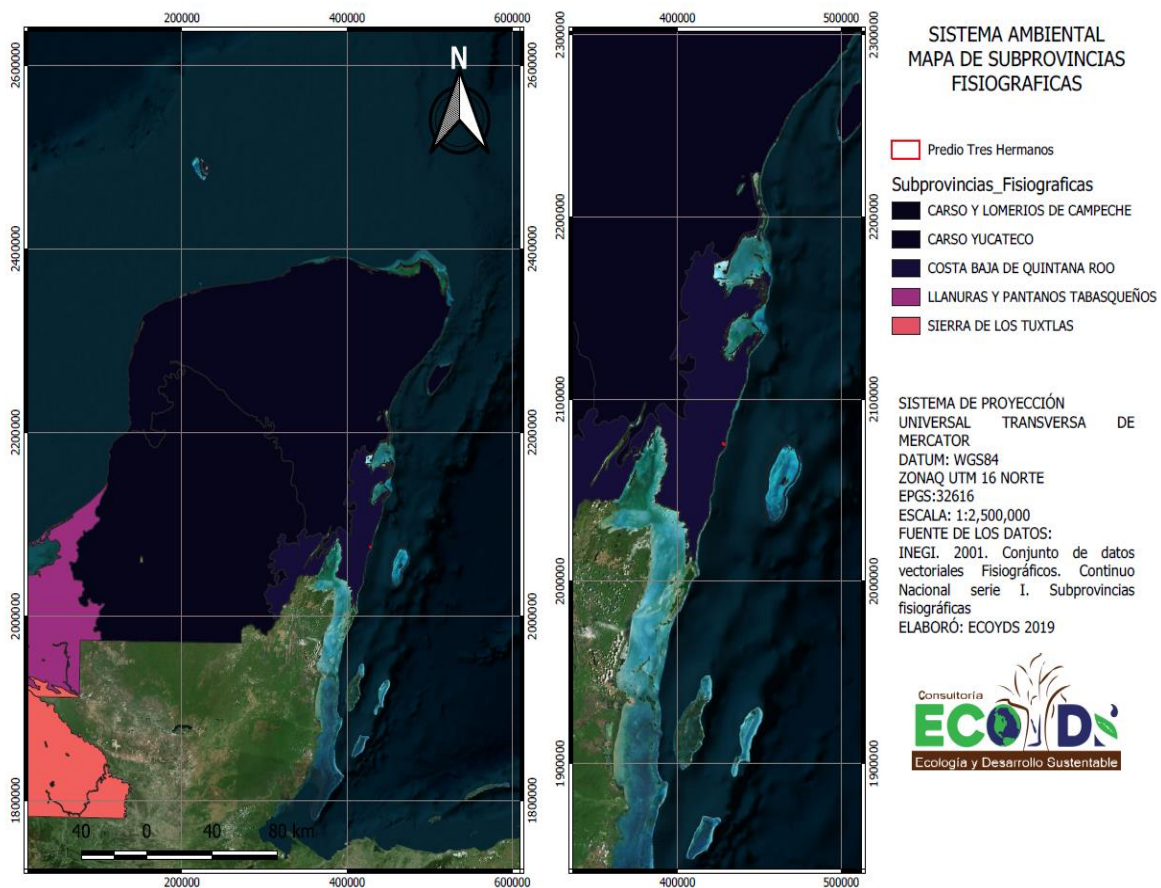
### **Intemperismos no severos**

Los Nortes son masas de aire húmedas y frías que provienen del norte del Océano Atlántico, así como del continente y que alcanzan altas velocidades. Provocan grandes descargas de agua acompañadas de vientos hasta de 100 Km/hr, lo que hace descender la temperatura

local considerablemente. Estos fenómenos se presentan en los meses de noviembre a febrero, y eventualmente hasta marzo. Se considera que los Nortes son uno de los principales factores que contribuyen al proceso de erosión de las playas en el estado.

## Fisiografía

El Sistema Ambiental está comprendido en la provincia fisiográfica XI Península de Yucatán, la cual a su vez se divide en tres subprovincias denominadas: “Llanura con dolinas”, “Plataforma de Yucatán” y “Costa Baja”; la zona de estudio está inmersa en esta última. La subprovincia Costa Baja, se extiende a lo largo del borde centro-oriental del estado y se caracteriza por su relieve escalonado, descendente de poniente a oriente, con reducida elevación sobre el nivel medio del mar (Figura 40).



*Figura 40. Subprovincia fisiográfica Costa baja de Quintana Roo en la cual se ubica el proyecto "Parque ecoturístico Costa Maya".*

## **Hidrología**

De acuerdo con la clasificación hidrológica de la Comisión Nacional del Agua, la zona de estudio se encuentra enclavada en la Región Hidrológica No. 33 (Yucatán Este) En esta zona, no se encuentran escurrimientos superficiales de importancia y los que existen son de régimen transitorio, bajo caudal, muy corto recorrido y desembocan a depresiones topográficas.

### **Balance hidrometeorológico**

En la zona de estudio se precipita un volumen medio anual del orden de 97.5 mm<sup>3</sup>, que en su mayor parte ocurre durante los meses de mayo a octubre. El balance hidrometeorológico de la zona en estudio queda integrado con una evapotranspiración anual es de unos 85.7 mm<sup>3</sup>, equivalente al 88% del volumen llovido (de estos 21.6 mm<sup>3</sup> llegan al acuífero) y la fracción complementaria conforma el volumen que descarga libremente al mar superficial y subterráneamente.

El acuífero es de tipo freático, con marcada heterogeneidad respecto a sus características hidráulicas. En la llanura el acuífero presenta notable desarrollo kárstico, a lo que se debe su gran permeabilidad secundaria, a la vez cuenta con espectaculares manifestaciones en la superficie (cenotes de gran tamaño) y formación de "ríos subterráneos" (cavernas) de grandes longitudes.

Por otra parte, según la carta de hidrología subterránea (INEGI, escala 1:250000), el sistema ambiental se localiza en una zona que presenta material consolidado con posibilidades altas de funcionar como acuífero, pero dentro de los límites de una zona urbana (ver plano de la página siguiente).

En cuanto a la hidrología superficial, el SA presenta zonas con coeficientes de escurrimiento que van de 0.5 a 10%, conforma a la carta de hidrología superficial del INEGI (Figura 41).

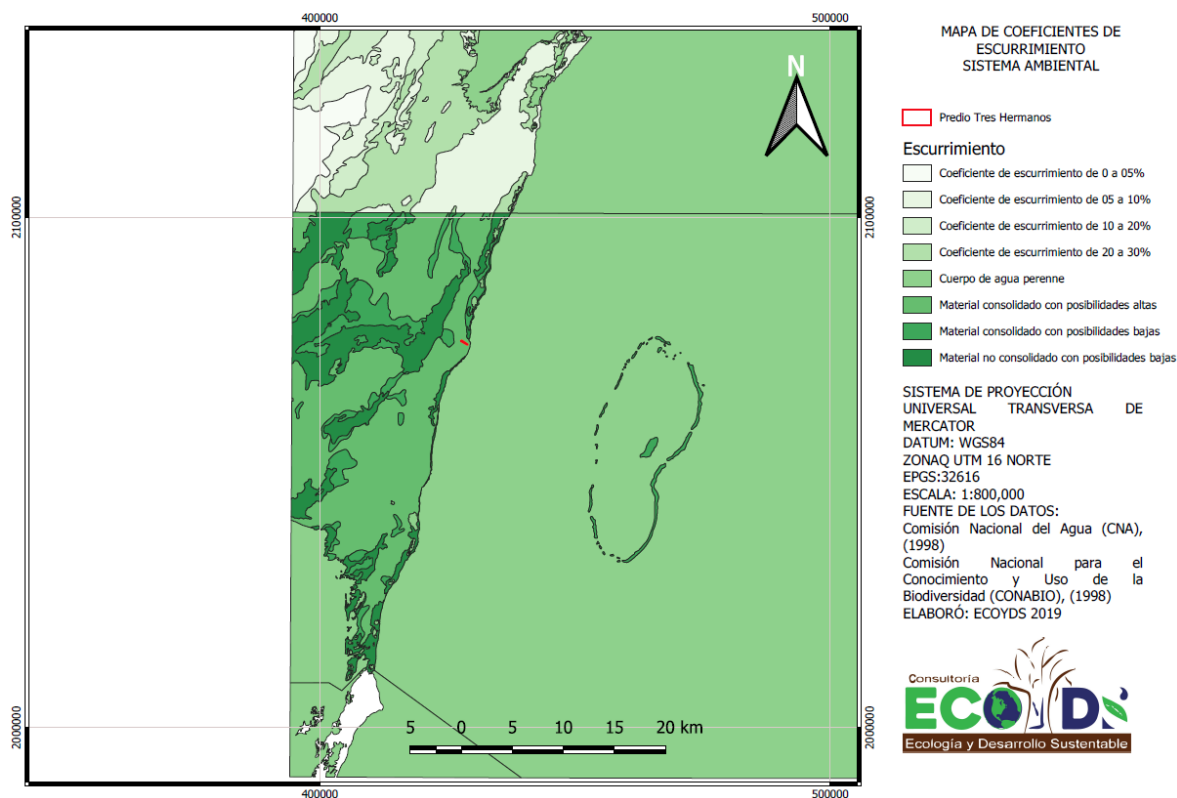


Figura 41. Coeficientes de escurrimiento para el sistema ambiental donde se ubica el predio Tres hermanos sitio donde se realizará el cambio de uso del suelo para el proyecto “Parque ecoturístico Costa Maya”

## Geología

La Península de Yucatán es una plataforma reciente que emergió a fines del Terciario. La franja costera de Mahahual se sitúa en la más joven de la Península y donde la mayor parte de sus terrenos emergieron en el Cuaternario, hace menos de dos millones de años. Las zonas de marismas son más jóvenes que las zonas más altas y secas ocupadas por las selvas. A principios del Mioceno, hace alrededor de 13 millones de años, tuvo lugar un ligero hundimiento en las regiones del sureste del territorio que hoy conforma nuestro país.

La zona del sistema ambiental se ubica dentro de la formación geológica correspondiente a la zona geomorfológica del municipio de Carrillo Puerto que es la más antigua y corresponde a finales del terciario (periodo Mioceno-Plioceno), está compuesta por rocas calizas fosilíferas, blancas de origen marino, que corresponden a calizas cristalinas y microcristalinas, oolíticas

que contienen moldes mal conservados de foraminíferos bentónicos (Moreno-Casasola *et al.*, 2014).

La otra formación geológica más reciente se originó a partir del Pleistoceno-Holoceno (cuaternario) y corresponde a las partes bajas con suelos lacustres y aluviales frecuentemente inundados. La expresión morfológica del área es la de una planicie rocosa ligeramente ondulada. El principal accidente del terreno en esta zona es el cenote Pucté que se localiza al este de Limones (Wilson y Brady, 1970).

El subsuelo de la zona costera está formado por rocas carbonatadas solubles de origen marino, con abundantes conductos de disolución y fracturas, pero también en la planicie costera se forman regosoles (suelos inmaduros resultado de la acumulación de materiales calcáreos, conchas, recientes sin consolidación y escasos en nutrientes (SGM, 2010) (Figura 42).

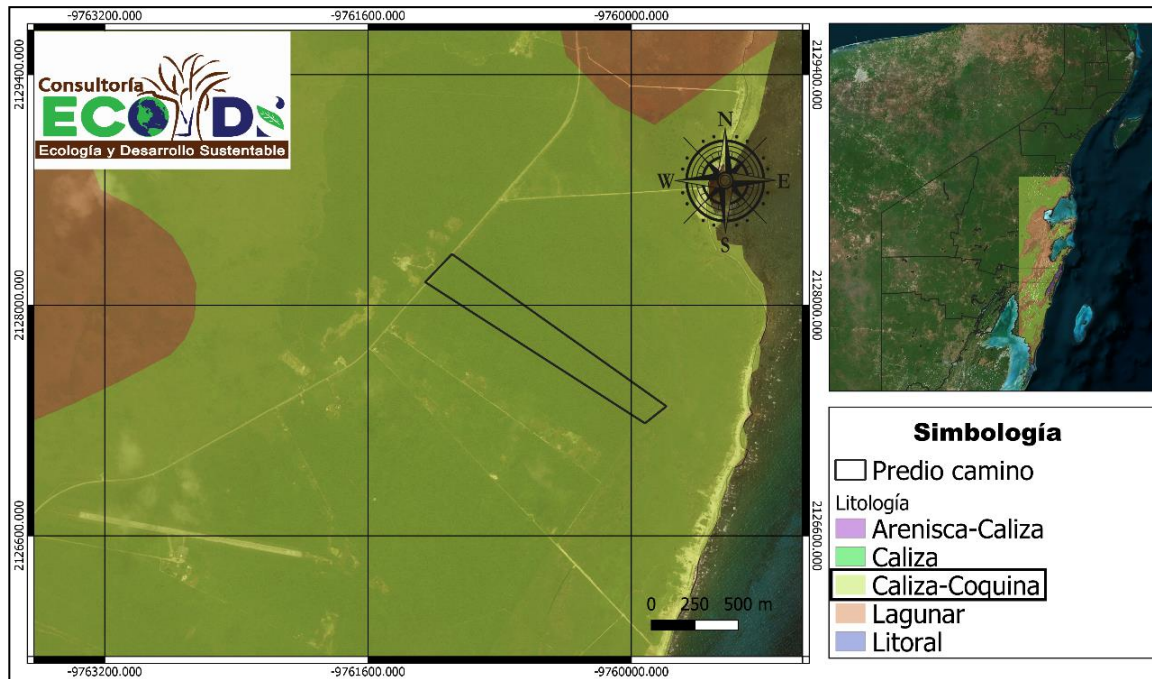


Figura 42. Composición geológica de las rocas del predio de interés y zonas aledañas. Fuente CONABO, 2014 Elaborado en QGis 3.6.

Asimismo, se identifican los siguientes tipos de formaciones rocosas: Sedimentaria caliza: **Tpl (cz)** esta unidad se presenta en forma de franjas cercanas al litoral, por lo que presenta gran cantidad de fragmentos de conchas, corales y esponjas. Estas rocas calizas están formadas por un cuerpo masivo coquinífero, poco compacto, denominado localmente como “sascab” que se encuentra cubierto por calizas laminares dispuestas en capas delgadas y medianas

con un echado horizontal. Su ambiente de depósito es de plataforma de aguas poco profundas y su relieve es de lomeríos de poca elevación paralelos a la línea de costa.

Suelo Lacustre: **Q(la)** esta unidad se presenta en forma de franjas paralelas al litoral, está formada por lodos calcáreos, arcillas y arenas acumuladas en lagunas someras que se comunican con el mar a través de canales de marea y se encuentran separadas por un cordón litoral. Por su relieve corresponde a planicies inundables.

Roca caliza del Terciario plioceno: **Ts (cz)** está formada en su parte inferior por un cuerpo masivo coquinífero, poco compacto, cubierto por calizas laminares con estratificación cruzada que presenta dos buzamientos diferentes con ángulos distintos de inclinación. Estas calizas de texturas ooespatíticas, bioespatíticas y bioesparrudíticas, están formadas por fragmentos de conchas de pelecípodos y gasterópodos y por algunos restos de corales y esponjas. Su parte superior está conformada por calizas de textura ooespatita, bioespatita y biomicrita, dispuesta en capas delgadas y medianas de color blanco, con un echado horizontal.

En la región costera también afloran las calizas compactadas recristalizadas, de ambiente marino en facies blanco y litoral de textura fina a media dispuestas en capas masivas de color crema y blanco, con abundantes microfósiles conservados en la mayoría de los casos como moldes externos de pelecípodos, así como de miliólidos indeterminados.

En los límites de la línea de costa se pueden observar tres unidades litológicas, sin consideración hidrogeológica, que se encuentran recubriendo parcialmente las calizas de moluscos.

1. Suelos residuales constituidos por arcillas de color café gris o rojizo que resultan del intemperismo químicos de las calizas.
2. Arcillas y turbas localizadas en zonas de esteros y manglares a consecuencia de los cordones litorales.
3. Arenas de playa (cordones litorales) constituidas de arenas calcáreas y fragmentos de conchas, con la presencia de un elemento denominado acuitardo costero, o caliche, es producto de las precipitaciones de carbonato de calcio.

## **Edafología**

Los suelos de la región y del sitio donde pretenden desarrollar las actividades son de tipos pedregosos, jóvenes, poco evolucionados, fácilmente degradables y con gran potencial



forestal. De acuerdo con la clasificación de la FAO (1974) los suelos son constituidos principalmente de litosoles, regosoles y rendzina.

Se presenta la formación de suelos profundos únicamente en las regiones con desnivel bajo en el cual mediante el arrastre coluvial de tipo finos por lo cual son pesados e inundables que se denominan “Solonchak” que son fácilmente reconocibles porque en época de secas se agrietan y secan. El subsuelo está conformado por calizas blancas suaves arenosas que se denominan en lengua Maya como “Sascab” que al ser descubiertas en la superficie se compactan (Figura 43).

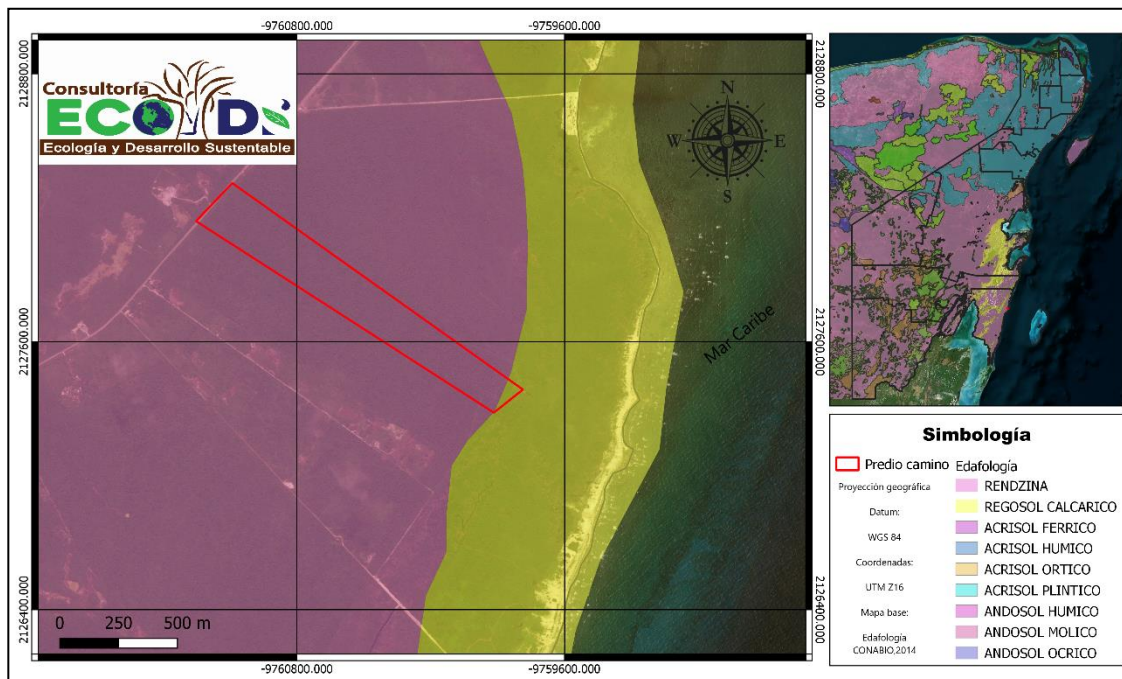


Figura 43. Tipos de suelos localizados en el sistema ambiental, entre los cuales se encuentran los regosoles calcáreos y rendzina.

### Definición de tierras frágiles

De acuerdo con el Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, **Tierras frágiles** son “aquéllas ubicadas en terrenos forestales o preferentemente forestales que son propensas a la degradación y pérdida de su capacidad productiva natural como consecuencia de la eliminación o reducción de su cobertura vegetal natural” (Artículo 2, Fracción XXXV).

Así mismo, la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales señala que el concepto de **tierra** incluye a muchos otros componentes, además del suelo. Se define como “el área

específica de la corteza terrestre con características particulares de atmósfera, suelo, geología, hidrología y biología, así como los resultados de la actividad humana pasada y presente en esa área y las interacciones entre todos estos elementos”

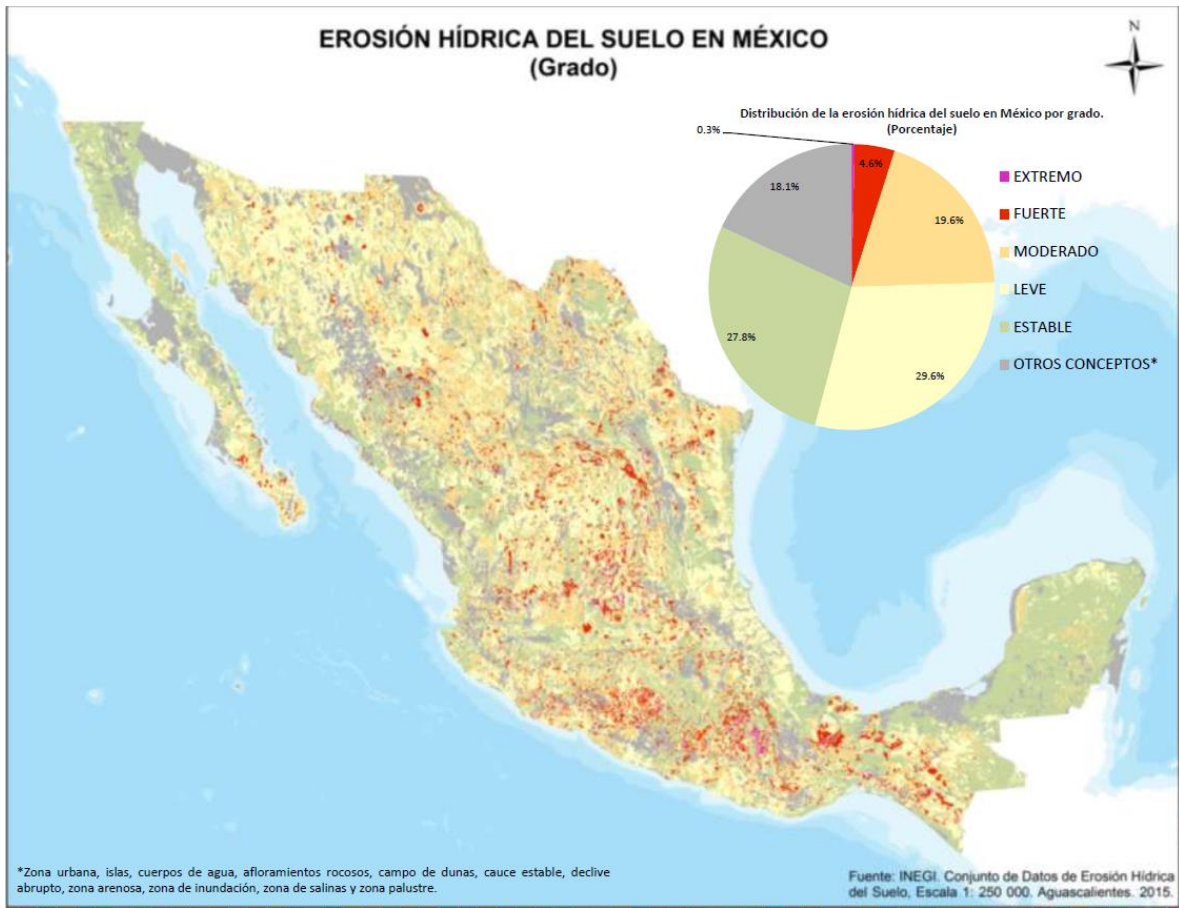
Por su parte, en un artículo publicado por la FAO, se menciona que **la degradación de las tierras productivas, aunque frágiles**, ocurre en aquellas que reciben de 100 a 1,000 milímetros anuales de lluvia.

Por otra parte, es importante mencionar que la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, en la Agenda 21, adoptada en la Cumbre de la Tierra de 1992, reconoce dos ecosistemas como sumamente frágiles. Se trata de las **zonas secas y las de montaña**, referidas en los capítulos 12 y 13 de dicho documento, respectivamente, y su fragilidad se expresa en varias dimensiones como la social o la biológica, pero es en los suelos donde de manera particular muestra sus manifestaciones más dramáticas. También reconoce como tierras secas las zonas áridas, semiáridas y subhúmedas secas, las cuales se caracterizan por el caso de los desiertos fríos) y elevada evapotranspiración potencial. Técnicamente, las zonas áridas se definen como zonas que tienen un índice de aridez (obtenido a partir del cociente entre la precipitación anual media y la evapotranspiración potencial media) comprendido entre 0.5 y 0.65.

No obstante, se presenta un análisis del grado de erosión que presenta el predio de estudio sin la implementación del proyecto y con el desarrollo de este, a fin de demostrar que las tierras que se encuentran presentes, no se consideran como frágiles.

Cabe mencionar además que de acuerdo a los estudios realizados a nivel nacional por el INEGI 2015 (Figura 44), el área del sistema ambiental se clasifica como “otro concepto esto debido a la presencia de áreas palustres y sujetas a inundaciones lo cual según esta información recabada no se asigna un grado de erosión hídrica; por lo tanto, en el estudio realizado por Bolaños-Gonzales et al 2016, indican que Quintana Roo es un estado que presenta poca afectación por erosión hídrica potencial.





*Figura 44. Estimación de la erosión hídrica del suelo en México. Tomado de INEGI, 2015.*

En el 2016 se presenta una tabla de comparación de los estados de la república mexicana en el cual se puede apreciar que la erosión en el estado es catalogada como “leve” en la mayoría de su territorio (figura 45).

Estado	Extrema	Fuerte	Leve	Moderada	Zona de exclusión	Suelo estable	Total erosión	Erosión apreciable
Aguascalientes	6.04	5.16	29.34	56.56	2.91	0.00	97.09	11.20
Baja California	4.85	3.35	32.90	15.61	42.36	0.92	56.72	8.21
Baja California Sur	10.33	8.93	33.39	20.03	27.32	0.00	72.68	19.26
Campeche	0.40	0.79	40.21	22.83	19.25	16.52	64.23	1.19
Chiapas	2.59	4.17	61.60	13.12	16.74	1.79	81.48	6.76
Chihuahua	10.32	7.34	30.23	33.80	17.57	0.74	81.69	17.67
Coahuila de Zaragoza	8.49	6.59	33.72	34.10	15.86	1.25	82.89	15.07
Colima	3.71	6.91	49.75	17.79	20.61	1.22	78.17	10.62
Distrito Federal	46.67	4.44	16.05	27.52	0.76	4.55	94.69	51.12
Durango	9.61	7.98	34.63	25.22	22.00	0.56	77.44	17.59
Estado de México	13.79	8.27	20.21	38.92	8.19	10.62	81.19	22.06
Guanajuato	7.83	5.77	22.05	42.24	6.78	15.34	77.89	13.60
Guerrero	9.00	9.45	34.75	15.34	31.35	0.10	68.55	18.46
Hidalgo	11.63	4.61	24.35	30.66	26.79	1.97	71.25	16.24
Jalisco	4.15	8.88	37.61	29.80	16.29	3.28	80.43	13.02
Michoacán de Ocampo	7.68	13.73	22.32	32.86	13.77	9.65	76.58	21.41
Morelos	11.58	6.56	27.59	49.01	4.63	0.63	94.74	18.14
Nayarit	2.60	7.86	48.60	7.12	33.83	0.00	66.17	10.45
Nuevo León	8.31	3.70	29.56	34.75	14.21	9.47	76.32	12.01
Oaxaca	5.95	3.09	45.00	9.63	31.77	4.55	63.68	9.05
Puebla	11.60	4.84	39.69	25.52	16.64	1.70	81.65	16.44
Querétaro	15.55	3.82	21.27	34.81	17.12	7.43	75.45	19.37
Quintana Roo	0.54	0.80	68.93	4.14	19.79	5.80	74.41	1.34
San Luis Potosí	8.18	5.46	33.32	40.58	4.83	7.62	87.55	13.64
Sinaloa	2.92	3.92	44.87	14.39	20.96	12.94	66.10	6.84
Sonora	6.20	6.01	36.85	23.18	25.30	2.46	72.24	12.21
Tabasco	0.93	0.60	44.16	4.35	35.38	14.60	50.03	1.52
Tamaulipas	5.26	2.48	31.97	30.03	12.59	17.67	69.74	7.74
Tlaxcala	16.76	16.28	15.55	44.39	0.76	6.25	92.99	33.04
Veracruz de I. de la Llave	1.63	0.69	41.66	26.24	15.09	14.68	70.23	2.32

Figura 45. Cuadro comparativo de la superficie afectada por erosión severa por entidad federativa. Tomado de Bolaños-Gonzales et al., 2016.

Esto indica a priori que las áreas de vegetación en Quintana Roo como lo son las selvas medianas y bajas contribuyen en reducir el potencial de erosión del suelo en conjunto con las mínimas pendientes que caracterizan la subcuenca Xcalak-El uvero donde se sitúa el predio del proyecto.

### Descripción del método utilizado

Para evaluar la pérdida actual del suelo que ocurre a nivel del predio, se utilizó el método de “clavos y rondanas”, dado que se trata de un método sencillo, práctico y de bajos costos. El método consiste en utilizar clavos con rondanas, colocados a lo largo de un transecto a intervalos regulares. La rondana se coloca de manera que descansa sobre la superficie del suelo, tocando ligeramente la cabeza del clavo. El propósito de la rondana es marcar cortes

en el terreno ocasionados por erosión y de esta forma medir el espesor de la capa del suelo perdido.

### **Materiales y equipo utilizado en el muestreo**

Para poder "detectar" los cambios en el nivel de la superficie del suelo con mayor precisión, se utilizaron clavos estándar de 5 pulgadas, y rondanas planas de acero inoxidable de 2 pulgadas.

Para ubicar los puntos de muestreo se utilizó un GPS de la marca Garmin calibrado en coordenadas UTM, referidas al Datum WGS84 y a la Zona 16Q Norte. Por otro lado, se utilizó cinta métrica graduada en milímetros para medir los cortes en el terreno.

Así mismo, se utilizó un tubo de PVC de 4 cm de altura y 5.08 cm o 2 pulgadas de diámetro, que permitió recolectar un volumen de 81 cm<sup>3</sup> ( $V=\pi*r^2*h$ ), por cada muestra tomada del suelo utilizada para el cálculo de la densidad aparente.

### **Diseño del muestreo**

Para la aplicación del método propuesto se llevó a cabo un muestreo por parcelas, utilizando los sitios de muestreo del inventario forestal, muestreando una parcela por sitio del inventario, lo que nos dio un total de 12 parcelas de muestreo para el suelo en estudio.

Es importante mencionar que en cada punto de muestreo se llevó a cabo una limpieza de la hojarasca, en un radio de 0.5 m alrededor del clavo, dejando expuesto el suelo a las condiciones climáticas, con el fin de que la materia orgánica en descomposición no afecte o altere las mediciones en campo, como se observa en las siguientes imágenes.

### **Registro de datos en campo**

Los sitios permanecieron expuestos a las condiciones del medio, en un período de 2 meses y al último día del último mes, se llevó a cabo la toma de datos en campo.

Para la toma de datos se utilizó una cinta métrica extensible o flexómetro, graduado en centímetros y milímetros, por medio de la cual se midió el corte del terreno por la pérdida del suelo.

## Pérdida y deposición de suelo

Con la ayuda del tubo de PVC se recogieron muestras del suelo (81 cm<sup>3</sup> por cada muestra), el cual se enterró en la capa superficial del suelo con la ayuda de un mazo pequeño, eliminando únicamente la hojarasca que había en el sitio de la muestra. Posteriormente con ayuda de una pala se sacó el cilindro enterrado y con la ayuda de una navaja se enrasó el suelo sobresaliente del cilindro para garantizar un volumen definido de suelo en cada muestra. Las muestras obtenidas del suelo fueron secadas en una estufa con horno a 105 °C hasta llevar a peso constante. Para cada sitio o punto de muestreo, se tomaron cinco repeticiones; una en el centro de cada sitio (cerca del clavo) y cuatro muestras a 1 metro del centro, en cada uno de los puntos cardinales, para finalmente obtener un promedio de densidad aparente por sitio de muestreo (n=5).

A continuación, se presentan los datos obtenidos para la pérdida y deposición de suelo en cada sitio de muestreo, considerando el período de 60 días en el que permanecieron “in situ” (Tabla 30).

Tabla 30. Resultados de la estimación del método de clavos y rondanas en 12 sitios de levantamiento en el predio sujeto a CUSTF.

Registro de pérdida y deposición del suelo														
	Sitios de muestreo													
Parámetro	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Σ	Promedio
Perdida (mm)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.0	-0.000
Deposición (mm)	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.2	0.1	0.0	0.2	0.7	0.058

## Densidad aparente

Para la estimación de la densidad aparente del suelo, se utilizó el método denominado “determinación gravimétrica de la densidad aparente en muestra no alterada”, para lo cual fueron útiles los cilindros o tubos de PVC.

Extraída la muestra de suelo con los cilindros extractores y cubiertos con las tapas para evitar pérdidas de material, se colocó en una estufa con horno a 105-110 ° C hasta peso constante. La densidad aparente (kg/m<sup>3</sup>) se determinó con base en la siguiente fórmula:

$$\text{Densidad Aparente (kg/m}^3\text{)} = (A-B) / V$$

Donde:

A= Peso seco del suelo

B= Tara del cilindro (10 g)

V= Volumen de la muestra

A continuación, se presentan los resultados obtenidos de la densidad aparente, para cada muestra obtenida en los sitios de muestreo (Tabla 31).

Tabla 31. Registro de los datos para el calculo de la densidad aparente del suelo basados en muestras sistemáticas en el predio.

REGISTRO DE DENSIDAD APARENTE			
Sitio /muestra	Peso seco (g)	Tara del cilindro(g)	Vol. De suelo (cm3)
1	440.3	10	405
2	450.1	10	405
3	500	10	405
4	438.7	10	405
5	464.4	10	405
6	551.5	10	405
7	442.3	10	405
8	454.9	10	405

9	458.5	10	405
10	556.2	10	405
11	505.4	10	405
12	478.1	10	405
AcumulaciónΣ	5740.4	120	4860
AcumulaciónΣ Kg	5.7404	0.12	0.00486
Densidad aparente		1156.460905	Kg/m <sup>3</sup>

### Cuantificación de pérdidas

Los resultados obtenidos expresados en kilogramos por metro cúbico fueron transformados a toneladas por metro cúbico (Ton/m<sup>3</sup>), lo que nos arroja un resultado de 1.156 Ton/m<sup>3</sup> para la unidad edáfica.

### Tasa media de erosión

Para la cuantificación de la tasa de erosión a nivel del predio, aplicando el método de clavos y rondanas, se utilizó la siguiente fórmula (Pizarro y Cuitiño, 2002):

$$E = Y * Da * 10$$

Donde:

E= pérdida de suelo o suelo erosionado

Y= altura media de suelo erosionado (mm)

**Da**= densidad aparente (Ton/m<sup>3</sup>)

Sustituyendo los valores de la fórmula se obtuvieron los siguientes resultados:

$$E = Y * Da * 10$$

$$= 0.00 * 1.156 * 10$$

$$E = 0.00 \text{ Ton/ha/año}$$

### **Tasa media de deposición**

Para la cuantificación de la tasa de deposición de suelo a nivel del predio, aplicando el método de clavos y rondanas, se utilizó la misma fórmula citada anteriormente (Pizarro y Cuitiño, 2002), pero considerando los valores de deposición obtenidos en campo, de tal manera que la variable "S" corresponde al valor de deposición promedio del suelo, quedando de la siguiente manera:

$$S = Y * Da * 10$$

$$S = 0.058 * 1.156 * 10$$

$$S = 0.67 \text{ Ton/ha/año}$$

### **Erosión neta**

Se denomina erosión neta (En) a la diferencia entre la erosión y la sedimentación ocurrida, expresada en metros cúbicos por hectárea o toneladas por hectárea (Cuitiño, 1999).

Se expresa como:

$$En = E - S$$

Donde:

**E** = Erosión media del estrato (ton/ha).

**S** = Sedimentación media del estrato (ton/ha).

Sustituyendo los valores de la fórmula se obtuvieron los siguientes resultados:

$$En = 0.0 \text{ Ton/ha/año} - 0.67 \text{ Ton/ha/año}$$

$$En = -0.67 \text{ Ton/ha/año}$$

Un resultado negativo en la aplicación de la fórmula, indica que no existe erosión, ya que el valor de deposición es mayor; entonces, de acuerdo con el resultado anterior, tenemos el predio del proyecto presenta una erosión neta de -0.67 Ton/ha/año; lo que significa que anualmente se repone (el resultado fue negativo) una lámina de suelo de 0.067 mm, si consideramos que 1 mm de suelo es igual a 10 ton/ha de suelo (Martínez, M., 2005); y en ese sentido podemos concluir que en la superficie de CUSTF sin el proyecto, no existe erosión, pues la tasa media de deposición del suelo es superior a la tasa media de erosión.

Considerando lo señalado en el párrafo que antecede, podemos concluir categóricamente que dadas las condiciones en las que se encuentra actualmente el predio del proyecto, no existen tierras frágiles, pues el suelo existente no presenta evidencias de degradación o pérdida de su capacidad productiva natural, al contrario, existe una deposición anual de 0.067 mm de suelo.

### **Estimación de la pérdida del suelo con la formula de custf usando gis y datos de erosion y coberturas nacionales**

Para la estimación de la pérdida de suelo que ocurriría en la superficie de cambio de uso de suelo propuesta con el desarrollo del proyecto, y considerando que se trata de un caso hipotético con fines de predicción (erosión potencial), se optó por utilizar la siguiente ecuación simplificada (Martínez, M., 2005):

$$E_p = R * K * LS$$

Donde:

**E<sub>p</sub>** = Erosión potencial del suelo (t/ha/año).

**R** = Erosividad de la lluvia (Mj/ha mm/hr).

**K** = Erosionabilidad del suelo.

**LS** = Longitud y Grado de pendiente.

La metodología simplificada y adecuada para utilizar dicha ecuación en nuestro país, también se puede encontrar en Martínez, M. (2005), como se describe a continuación:



## Erosividad de la lluvia (R)

Se puede estimar utilizando la precipitación media anual de la región bajo estudio, seleccionándola en el mapa de la República donde existen 14 regiones. La región bajo estudio se asocia a un número de la región y se consulta una ecuación cuadrática donde a partir de datos de precipitación media anual (P) se puede estimar el valor de R.

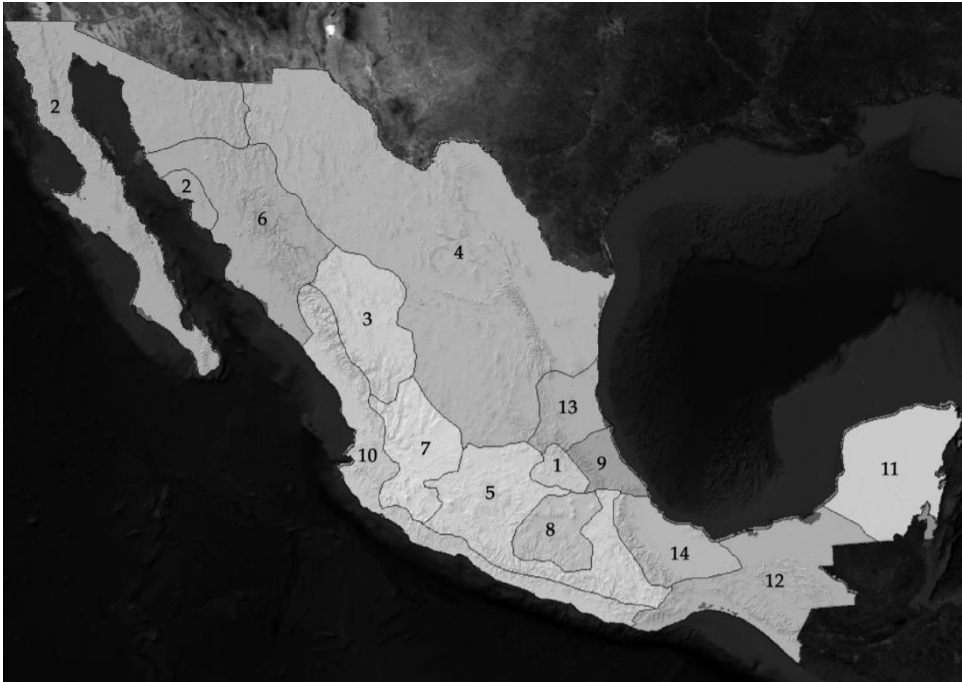


Figura 46. Mapa de la regionalización del Factor R (Tomado de Montes-León, 2011).

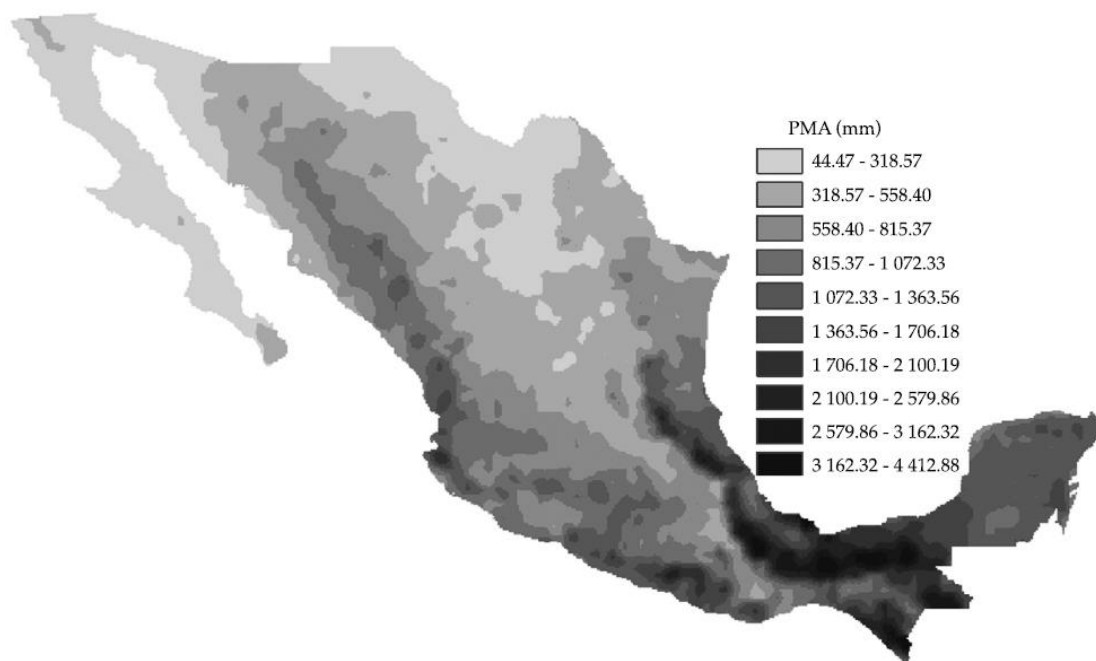


Figura 47. Precipitación anual media en la República Mexicana de 1979-2007. Tomado de Montes-Leon,2011.

El factor *R* representa, para un área específica, la energía potencial de la lluvia y su escurrimiento asociado; es el factor de tipo climático que indica el potencial erosivo de las precipitaciones.

Normalmente este factor es determinado con los datos de lluvia, es decir, se obtiene la intensidad máxima de lluvia en treinta minutos consecutivos (*I*<sub>30</sub>) y se determina la energía cinética asociada (*EC*). El producto de ambas es la Erosividad de la lluvia. Debido a la carencia de información relativa a la intensidad en periodos de tiempo tan cortos, se optó por la metodología descrita a continuación.

A partir de la selección de la región se emplean el siguiente cuadro (Tabla x) para seleccionar la ecuación cuadrática derivada a partir de la Precipitación Media Anual (PMA) se aplicaron las ecuaciones de Erosividad asociadas con la región 11 de la república mexicana determinadas por Cortés (Becerra, 1997).

La contribución más importante relativa a la estimación del presente factor consiste en el empleo del arreglo regular de precipitación de con datos diarios de 1979 a 2007 (Tabla 32).

Tabla 32. Ecuaciones regionalizadas para la republica Mexicana (Tomado de Becerra 1997, modificado por Montes-León, 2011).

Región	Ecuación	R <sup>2</sup>
1	$1.208 * P + 0.002276 * P^2$	0.92
2	$3.4555 * P + 0.006470 * P^2$	0.93
3	$3.6752 * P - 0.001720 * P^2$	0.94
4	$2.8959 * P + 0.002983 * P^2$	0.92
5	$3.4880 * P - 0.000188 * P^2$	0.94
6	$6.6847 * P + 0.001680 * P^2$	0.9
7	$(-0.0334) * P + 0.0061 * P^2$	0.98
8	$1.9967 * P + 0.003270 * P^2$	0.98
9	$7.0458 * P - 0.002096 * P^2$	0.97
10	$6.8938 * P + 0.000442 * P^2$	0.95
11	$3.7745 * P + 0.004540 * P^2$	0.98
12	$2.4619 * P + 0.006067 * P^2$	0.96
13	$10.7427 * P - 0.001008 * P^2$	0.97
14	$1.5005 * P + 0.002640 * P^2$	0.95

De acuerdo con los datos de la tabla 32, se tiene que el predio del proyecto se ubica dentro de la Región XI y, por lo tanto, le aplica la ecuación:  $R = 3.7745P + 0.004540 * P^2$ .

Así mismo, considerando que la precipitación media anual de la zona en la que se ubica el predio, y por ende la superficie de cambio de uso de suelo es de **1,104.2** mm, sustituyendo estos valores en la ecuación obtenemos los siguientes resultados:

$$R = 3.7745P + 0.004540 \cdot P^2$$

$$R = (3.7745) (1,104.2) + (0.004540) (1,104.2)^2$$

$$R = 4167.8029 + (0.004540) (1,219,257.64)$$

$$R = 4167.8029 + 5535.42969$$

$$R = 9703.233 \text{ Mj/ha mm/hr}$$

### **Erosionabilidad del suelo (K)**

La susceptibilidad de los suelos a erosionarse depende de:

- Tamaño de las partículas del suelo
- Contenido de materia orgánica.
- Estructura del suelo.
- Permeabilidad.

Con datos de la textura de los suelos y contenido de materia orgánica, se estima el valor de erosionabilidad (K).

Se utilizó el cuadro de factores K (Figura 48), regionalizados de acuerdo con el tipo de suelo desarrollado por la WRB (Base referencia mundial del recurso suelo, FAO, 2014).

Orden	Textura			Clasificación WRB	
	G	M	F	Nombre	Símbolo
AC	0.026	0.04	0.013	Acrisol	AC
AL	0.026	0.04	0.013	Albeluvisol	AB
AN	0.026	0.04	0.013	Alisol	AL
AR	0.013	0.02	0.007	Andosol	AN
CH	0.013	0.02	0.007	Anthrosol	AT
CL	0.053	0.079	0.026	Arenosol	AR
CM	0.026	0.04	0.013	Calcisol	CL
DU	0.053	0.079	0.026	Cambisol	CM
FL	0.026	0.04	0.013	Chernozem	CH
FR	0.013	0.02	0.007	Cryosol	CR
GL	0.026	0.04	0.013	Durisol	DU
GY	0.053	0.079	0.026	Ferralsol	FR
HS	0.053	0.02	0.007	Fluvisol	FL
KS	0.026	0.04	0.013	Gleysol	GL
LP	0.013	0.02	0.007	Gypsisol	GY
LV	0.026	0.04	0.013	Histosol	HS
LX	0.013	0.02	0.007	Kastanozem	KS
NT	0.013	0.02	0.007	Leptosol	LP
PH	0.013	0.02	0.007	Lixisol	LX
PL	0.053	0.079	0.026	Luvisol	LV
PT	0.026	0.04	0.013	Nitisol	NT
RG	0.026	0.04	0.013	Phaeozem	PH
SC	0.026	0.04	0.013	Planosol	PL
SN	0.053	0.079	0.026	Plinthosol	PT
UM	0.026	0.04	0.013	Podzol	PZ
VR	0.053	0.079	0.026	Regosol	RG
				Solonchak	SC
				Solonetz	SN
				Umbrisol	UM
				Vertisol	VR

Figura 48. Cuadro de factores K, del suelo desarrollados por la FAO, 2015 en el WRB.

De acuerdo con el Instituto Nacional de investigaciones Forestales y Agropecuarias (INIFAP) y la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), se advierte que en el predio del proyecto el suelo es del tipo Rendzina como suelo primario, más litosol como suelo secundario, con clase textural media y fase física lítica, la equivalencia de este suelo de tipo interzonal con el horizonte B limitado por el desarrollo de la roca madre es de tipo **Leptosoles (LP)**

Asimismo, de acuerdo con el INEGI (Diccionario de datos edafológicos alfanumérico, 2001), las clases texturales del suelo indican cuál de las partículas de suelo (arena, limo o arcilla) domina en los 30 cm superficiales del suelo, a saber:

- Textura gruesa. Menos del 18% de arcilla y más del 65% de arena.
- Textura media. Menos del 35% de arcilla y menos del 65% de arena.

- Textura fina. Más del 35% de arcilla. del 65% de arena, entonces tenemos que se trata de suelo con textura migajosa arcillosa, de acuerdo con el “Diagrama de texturas según el Departamento de Agricultura de los EUA”, utilizado en el Laboratorio de Análisis de Materiales del INEGI con adecuación de términos (Diccionario de datos edafológicos alfanumérico, 2001). Tomando en cuenta que el tipo de suelo presente en la superficie de cambio de uso de suelo presenta una clase textural media, es decir, menos del 35% de arcilla y menos

En cuanto a la materia orgánica en los suelos predominantes, tenemos que el **Leptosol** es predominante por ser la unidad edáfica primaria, y son ricos en materia orgánica (de 2.0 a 4.0%); mientras que el **Litosol** se presenta como suelo secundario, pero también es rico en materia orgánica (de 2.0 a 4.0%).

Entonces tenemos que el suelo presente en la superficie de cambio de uso de suelo es de textura migajón arcilloso y el contenido de materia orgánica de más del 2.0%, por lo tanto, el valor de **K** sería **0.02** de acuerdo con los datos para el Leptosol de textura media.

### **Longitud y grado de pendiente (LS)**

De acuerdo con los resultados presentados en el apartado 5.3 del capítulo 5 del presente estudio, tenemos que la pendiente media de la superficie de CUSTF es de 0.3 %, con una longitud analizada de 1500.00 m.

Al conocer la pendiente y la longitud de la pendiente, entonces el factor **LS** se calcula como:

$$LS = (\lambda)^m (0.0138 + 0.00965 S + 0.00138 S^2)$$

Donde:

LS = Factor de grado y longitud de la pendiente.

$\lambda$  = Longitud de la pendiente

S = Pendiente media del terreno.

**m** = Parámetro cuyo valor es 0.5.

De acuerdo con los resultados obtenidos, y sustituyendo los valores en la fórmula tenemos:

- Longitud de la pendiente= 1500.00 m
- Pendiente media del terreno= 0.3

- Valor constante de “m” = 0.5

#### 6.2.2.4. Erosión potencial

LS se calcula como:

$$LS = (1,500.00)0.5 [0.0138 + (0.00965) (0.3) + (0.00138) (0.3)^2]$$

$$LS = (38.72) [0.0138 + 0.002895 + (0.00138) (0.09)]$$

$$LS = (38.72) (0.0138 + 0.002895 + 0.0001242)$$

$$LS = (38.72) (0.0168)$$

$$LS = 0.6514$$

Finalmente calculamos la **erosión potencial** como:

$$Ep = R * K * LS$$

$$Ep = (9703.233) (0.02) (0.6514)$$

$$Ep = 126.41 \text{ ton/ha/año}$$

La erosión potencial calculada nos indica que se perderían 126.41 ton/ha/año en la superficie de cambio de uso de suelo con la eliminación de la vegetación, pero sin medidas preventivas, de mitigación o de conservación de suelos; lo que significa que anualmente se perdería una lámina de suelo de 12.64 mm (1.26 cm), si consideramos que 1 mm de suelo es igual a 10 ton/ha de suelo (Martínez, M., 2005).

Entonces tenemos que si la capa de suelo que se estima existe en la superficie de CUSTF, es de 17.5 cm (175 mm) en promedio (22), podemos afirmar que el suelo se perdería por procesos erosivos en su totalidad, en un plazo de 14 años, si consideramos que se estima una pérdida de 1.26 cm anuales (17.5 / 1.26), lo cual se considera un plazo bastante extenso y que nos indica que la superficie de CUSTF no posee tierras frágiles.

Aunado a lo anterior, es importante considerar que la regeneración natural de un ecosistema de Selva a nivel del sotobosque, en clima tropical, generalmente ocurre en un plazo estimado de 1 año, según experiencias previas en campo; lo cual resulta relevante toda vez que se trata de la primera capa cobradora a favor de la protección de los suelos; entonces se considera

corto el tiempo que transcurriría para que se restablezca nuevamente el factor de protección del suelo que ha sido eliminado hipotéticamente, es decir, la cobertura vegetal; y en consecuencia, en ese año se perderían 1.26 cm de tierra de acuerdo con los cálculos realizados, por lo que no se alcanzaría el plazo de los 14 años que se requieren para que se erosione por completo el suelo existente en la superficie de CUSTF.

Considerando todo lo antes mencionado y aun cuando el cambio de uso del suelo propuesto pueda implicar la pérdida de 1.26 cm de suelo anualmente al eliminarse la cobertura vegetal, se puede concluir que en el predio no existen tierras frágiles que requieran ser conservadas, pues como se mencionó con antelación, se requiere un plazo de 14 años para que exista una pérdida total del recurso.

### **Medio biótico**

Como fuente oficial podemos citar que de acuerdo con la carta de uso de suelo y vegetación (serie VI, escala 1:250000), en el sistema ambiental es posible observar distintos tipos de vegetación como manglar, selva baja espinosa subperennifolia, vegetación secundaria arborea de selva baja subperennifolia, vegetación secundaria arbustiva de selva baja espinosa subperennifolia; así como distintos usos de suelo tales como asentamientos humanos, zonas urbanas y cuerpos de agua (Figura 49).

A una escala más fina y conforme a la identificación de la vegetación para el área estudio, basado en la revisión y análisis de imágenes de satélite y fotografía aérea disponible en INEGI, se puede diferenciar un menor número de tipos de vegetación a los descritos en la carta de INEGI, ya que se reconoce la presencia de 2 tipos de vegetación y sobre todo se valora de un modo general el estado de conservación.



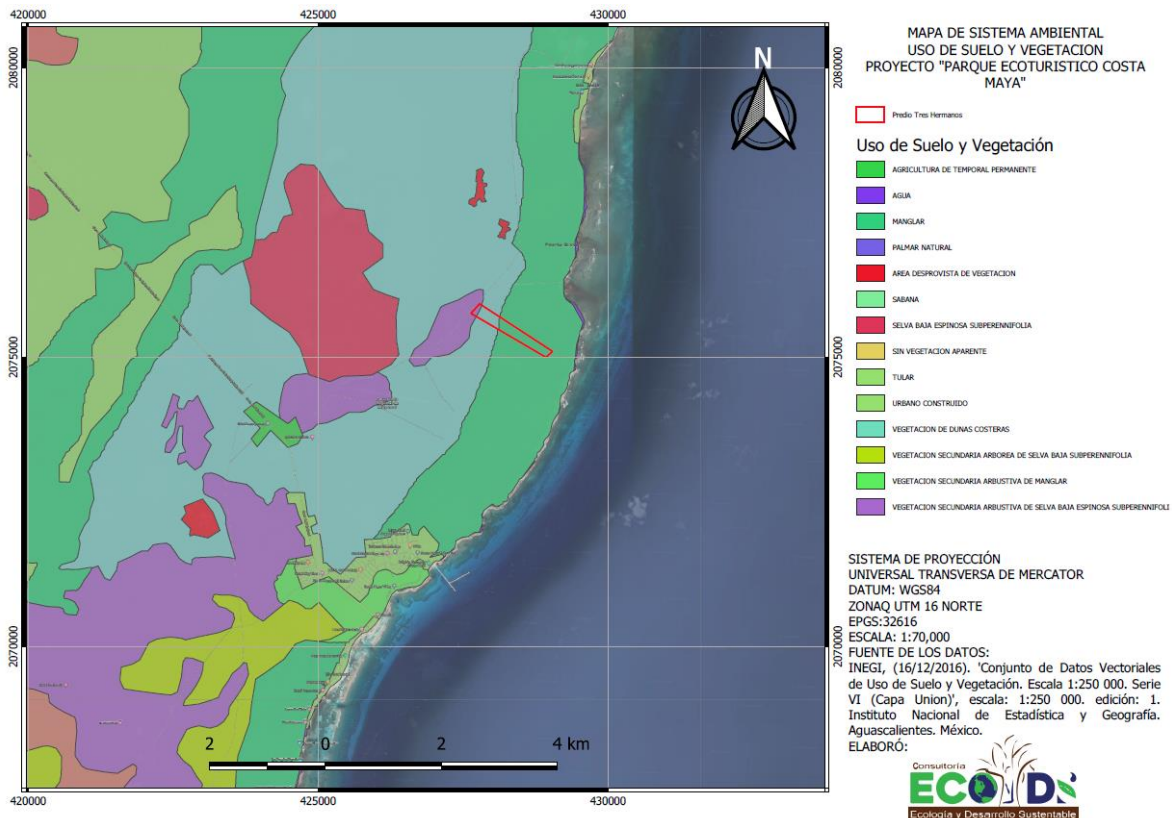


Figura 49. Tipos de uso del suelo y vegetación en el sistema ambiental, de acuerdo a la carta temática Serie VI INEGI.

Una vez realizada la presentación del anterior mapa se realiza el análisis de la cobertura vegetal a nivel predial, para ello se basó en las parcelas establecidas en campo en las cuales se realizó el levantamiento de las densidades y volúmenes de especies, asimismo se determinó el tipo de vegetación, esto también en comparado con estudios del año 2015 y 2016 de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) con el objetivo de establecer según mapas temáticos de uso del suelo, la presencia de vegetación acorde a lo observado en el predio, se pudo constatar que la carta de cobertura del manglar 2015 es concordante con el área registrada como tal en el muestreo del predio y delimitada al interior del mismo, asimismo en la carta de cobertura 2017 el área con vegetación de selva mediana subperennifolia aparece catalogada como Otra vegetación.

También es importante el observar que la carta de cobertura 2017 proporciona concordancia a nivel del sistema ambiental pues identifica áreas sujetas a desarrollo agrícola-pecuario, desarrollo antrópico como lo es la presencia de un banco de materiales abandonado del otro lado de la carretera y vías de comunicación por lo cual también es un indicio de su mejor resolución y actualización en información de cobertura y uso del suelo.

Una vez establecida dicha concordancia que en la Serie VI de INEGI de menor resolución, se observa que en el predio existen dos tipos de vegetación desarrollada, la Selva mediana subperennifolia y el manglar particularmente de la especie *Rhizophora mangle*.

### **Delimitación del área de estudio**

El predio se ubica entre dos UGAS 40 y 49-A, en dicho sitio se presenta cobertura vegetal sin desarrollo antrópico, por lo que puede considerarse como un área similar y representativa de la Selva mediana subperennifolia registrada dentro del Sistema Ambiental; además de ubicarse dentro de la misma Cuenca y Subcuenca.

Para poder determinar la estructura y composición de la flora del ecosistema que será afectado con el cambio de uso de suelo, se seleccionó un sistema de muestreo en el área de estudio, por lo que se decidió realizar un inventario Sistemático diferenciando los dos tipos de estratos identificados.

Por lo que una vez determinado el sistema de muestreo y con ayuda del Software Libre QGIS 3.6®, se trazó una malla de puntos en la que se estableció una distancia entre sitios y entre líneas de 150 metros, para posteriormente con la ayuda del mismo programa genera las coordenadas de cada sitio y ubicarlos en campo con la ayuda del GPS para la toma de datos, el cual se describe a continuación.

### **Metodología del inventario**

Dentro del polígono antes referido, se llevó a cabo un inventario forestal a través de un muestreo sistemático en 14 sitios o parcelas de muestreo circulares, 12 para selva mediana subperennifolia y 2 en manglar, con el objeto de tener una muestra representativa con igualdad de condiciones en el predio del proyecto. Cada sitio de muestreo consistió en una serie de tres parcelas anidadas, cuyas características se describen a continuación:

- **Parcela Arborea:** Se utilizaron sitios con una superficie de 500 m<sup>2</sup> (12.62 m de radio), cada uno de los sitios se dividió en dos subsitios, el primero abarca la totalidad de la superficie de este y en él se midieron todos los árboles con un Diámetro Normal a la altura del pecho (1.30 m del suelo) igual o mayor a 7.5 cm, los cuales se catalogaron como estrato arbóreo.

- **Subparcela arbustiva:** Partiendo del centro del sitio se estableció un sitio de muestreo circular de 100 m<sup>2</sup> (5.64 m de radio), en cual se midieron las especies arbóreas con un Diámetro Normal mayor a 2.5 cm y menor a 7.5 cm, estas especies se catalogaron como estrato arbustivo.
- **Subparcela herbáceas:** dimensiones de 2 m<sup>2</sup> de superficie), para la toma de datos a nivel del estrato herbáceo (regeneración natural del ecosistema) (Figura 50).

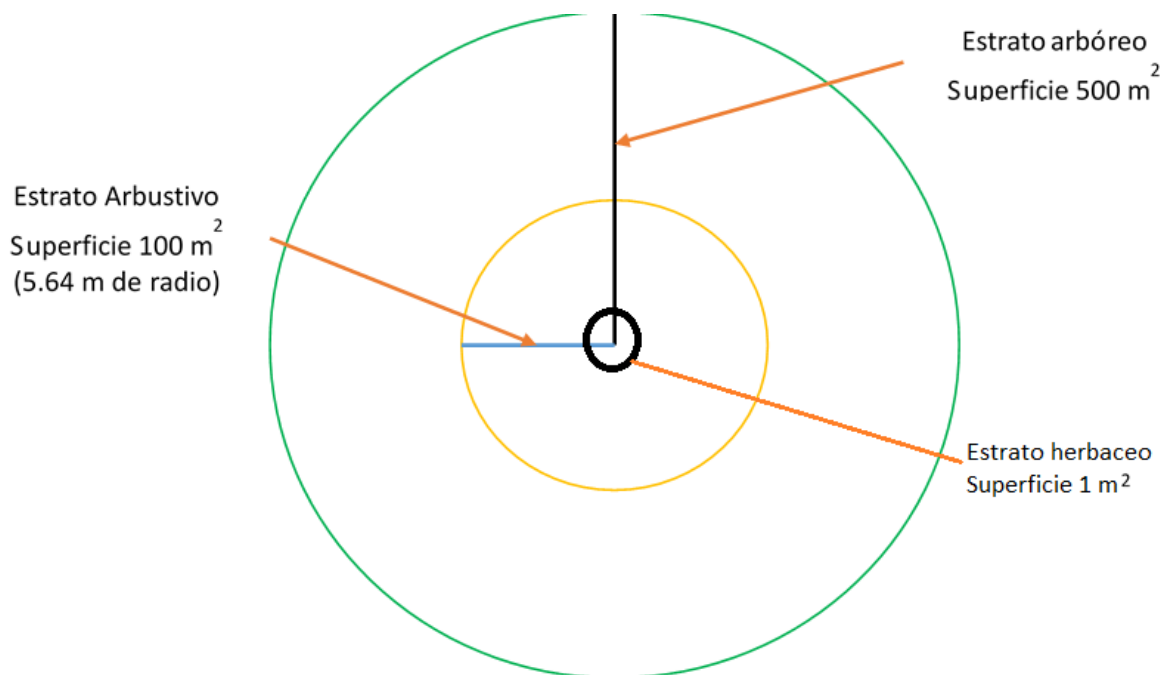


Figura 50. Disposición de las parcelas anidadas para la realización del inventario forestal en el predio representativo.

Se establecieron un total de 14 sitios de muestreo, 12 de ellos se ubicaron en la superficie comprendida por Vegetación de Selva Mediana Subperennifolia y dos en la superficie que ocupa la vegetación de Manglar, que como se ha venido mencionando en capítulos anteriores está zona no se verá afectada por las obras propuestas para este proyecto, ya que estas se pretenden ubicar a más de 100 metros de distancia de la frontera de la Vegetación del Manglar, por lo que la información de los sitios de muestreo realizados en esta zona solo será utilizada para informar la especie y las existencias volumétricas.

A continuación, se presentan los vértices de los sitios de muestreo dentro del polígono de estudio, así como el plano de ubicación de estos (Tabla 33, Figura 51).

Tabla 33. Coordenadas en sistema (UTM, WGS84, 16Q Norte), de los sitios de muestreo utilizados durante el inventario Forestal dentro del predio del proyecto.

Sitios de Muestreo en la superficie con Vegetación de Selva Mediana Subperennifolia		
Sitios	Coordenadas	
	X	Y
1	428873.18	2075064.28
2	428737.65	2075180.33
3	428865.5	2075174.38
4	428437.65	2075330.33
5	428587.65	2075330.33
6	428137.65	2075480.33
7	428287.65	2075480.33
8	427869.01	2075628.21
9	428017.01	2075630.14
10	428177.59	2075631.11
11	427687.65	2075780.33
12	427837.65	2075780.33

Sitios de Muestreo en la superficie con vegetación de Mangle

Sitio	Coordenadas	
	X	Y
1	428936	2075015
2	429014	2075094

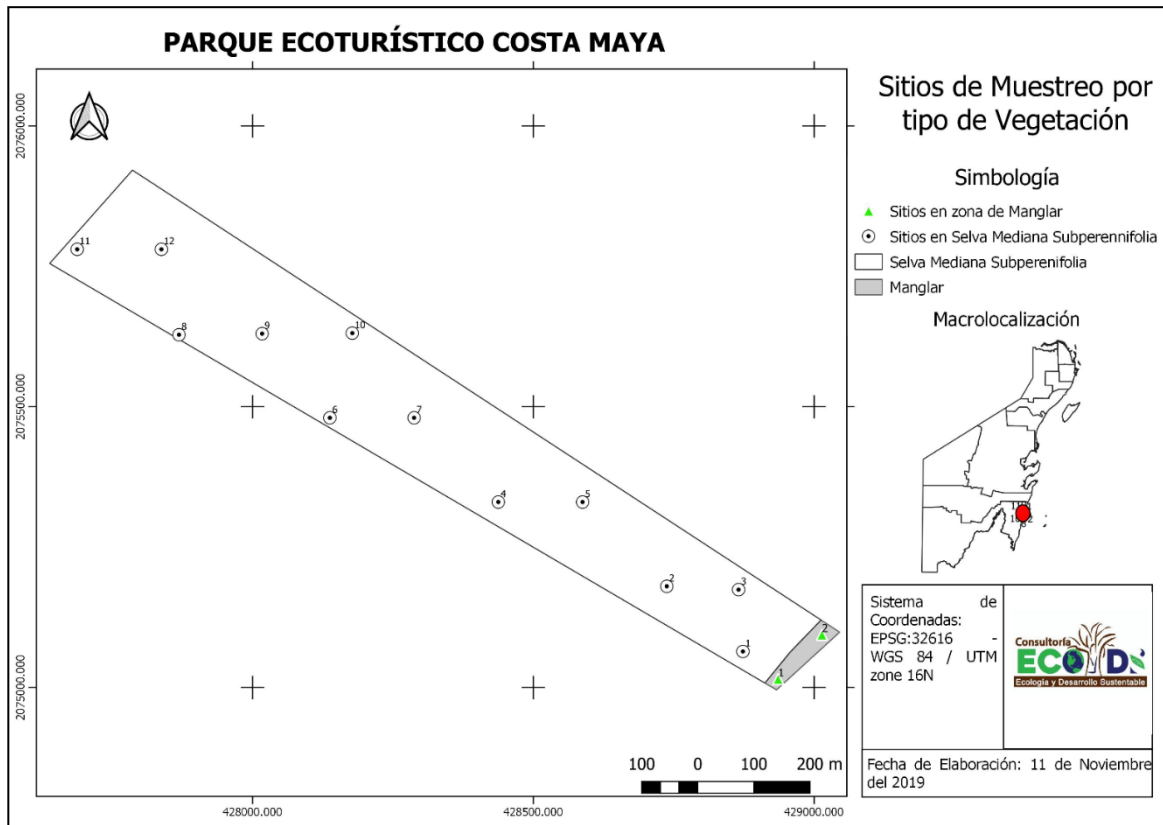


Figura 51. Ubicación y distribución de las parcelas para realizar el levantamiento forestal del predio.

### Intensidad de muestreo

Para determinar el tamaño de la muestra de nuestra población (predio sometido a CUSTF), un aspecto importante es la definición de la intensidad de muestreo, que es la relación porcentual de la superficie de la muestra con respecto a la superficie total, calculada por:

$$f = (n / N) 100$$

Donde:

**f** = Intensidad de muestreo en porcentaje

**n** = Número de unidades de la muestra

**N** = Número de unidades de toda la población

Sustituyendo los valores en la fórmula, obtenemos lo siguiente:

**f** = Intensidad de muestreo en porcentaje.

**n** = 12 (de 500 m<sup>2</sup>).

**N** = 539 de 500 m<sup>2</sup> para muestrear los 269,500.00 m<sup>2</sup> de superficie del predio con vegetación de selva mediana subperennifolia).

$$f = (12 / 539) 100$$

$$f = (0.02) 100$$

$$f = 2.2 \%$$

- Superficie total: 274,504.12 m<sup>2</sup>

- Superficie de selva mediana subperennifolia: 269,581.885 m<sup>2</sup>
- Tamaño de los Sitios: 500m<sup>2</sup>
- Número de Sitios: 12
- Superficie muestreada: 0.6 has

Lo cual nos indica que para la cuantificación de las materias primas forestales correspondientes a la superficie cubierta con vegetación de Selva Mediana Subperennifolia se muestreo el 2.2% de mencionada superficie.

### Representatividad del muestreo y nivel de confianza

Para determinar la confiabilidad del muestreo se tomó en cuenta la medida descriptiva número de árboles, a continuación, se presentan los cálculos estadísticos para determinar si los datos tomados en el muestreo son confiables estadísticamente para la estimación de los volúmenes de las materias primas forestales.

#### a) Media

La media o promedio aritmético de la población se obtiene sumando todas las medidas hechas y dividiendo entre el número de medidas u observaciones, en este caso se utilizará la media muestral, por lo que se utilizará la suma del número de árboles por sitio muestreado.

Media muestral =

$$\bar{X} = \frac{1}{12} \sum_{i=1}^{12} X_i = \frac{41 + 43 + 68 + 57 + 44 + 51 + 46 + 59 + 53 + 45 + 70 + 61}{12}$$

$$= \frac{638}{12} = 53.16 \text{ árboles/sitio}$$

#### b) Varianza

La varianza es una medida de dispersión que representa la variabilidad de una serie de datos respecto a su media. Formalmente se calcula como la suma de los residuos al cuadrado divididos entre el total de observaciones.

$$S^2 = \frac{\sum_{i=1}^n x^2_i - \left(\frac{1}{n}\right)}{n - 1}$$

$s^2$

$$= \frac{(41^2) + (43^2) + (68^2) + (57^2) + (44^2) + (51^2) + (46^2) + (59^2) + (53^2) + (45^2) + (70^2) + (61^2) - \left(\frac{638^2}{12}\right)}{12 - 1}$$
$$= 97.42$$

c) Desviación Estándar

La desviación estándar es el resultado de la raíz cuadrada de la Varianza, la cual es una medida de dispersión de los datos, que cuanto mayor sea la dispersión mayor será la Desviación Estándar.

$$S = \sqrt{s^2}$$

$$S = \sqrt{97.42}$$

$$S = 9.87$$

d) Coeficiente de Variación

Algunas veces es necesario disponer de una medida de dispersión relativa que sea independiente de la unidad de medida usada. Esta medida es el coeficiente de variación que se define como: "La relación existente entre la desviación estándar y la media o promedio aritmético de la población o de la muestra expresada en porcentaje".

$$CV = \frac{S}{\bar{X}} * 100$$

$$CV = \frac{9.87}{53.16} * 100$$

$$CV = 18.56$$



#### e) Intensidad de muestreo en perspectiva ecológica

Para determinar la representatividad del muestreo y el nivel de confianza a un 95%, se utilizó una curva de acumulación de especies. Estas curvas muestran el número de especies acumuladas conforme se va aumentando el esfuerzo de recolecta en un sitio, de tal manera que la riqueza aumentará hasta que llegue un momento en el cual por más que se recolecte, el número de especies alcanzará un máximo y se estabilizará en una asíntota. Pero incluso en estas curvas podrían obtenerse asíntotas antes de que muchas especies hubieran sido registradas, sobre todo por efecto de la estacionalidad, la diversidad beta (el grado de reemplazo de especies a través de gradientes ambientales) y la abundancia relativa de las especies.

Para elaborar la curva de acumulación de especies, se utilizaron modelos no paramétricos, llamados también libres de distribución (distribution-free) porque los datos no asumen un tipo de distribución particular ni una serie de supuestos a priori que los ajusten a un modelo determinado (Chazdon *et al.*, 1998; Colwell, 2004). El cálculo de los modelos no paramétricos es más sencillo y rápido, son más fáciles de entender y explicar, y son relativamente efectivos.

Se empleó el estimador de cobertura basado en la incidencia (ICE); el estimador Chao 2; los estimadores de tipo Jackknife de primer y segundo orden (Jack 1 y Jack 2), y el estimador de tipo Bootstrap. Siendo este último el elegido para la comparación de los valores en la riqueza observada frente los de un modelo no paramétrico como lo es Bootstrap, puesto que los datos obtenidos no presentan una distribución normal pues fueron obtenidos mediante conteo propiciando una distribución de Poisson.

De igual forma se aplicó el estimador Chao 1 para subestimar un modelo hipotético de agrupación de especies, mayormente aplicable para grupos vegetales de zona templada (Williams-Linera, 2002).

Para el presente estudio se efectuó un esfuerzo de muestreo de 12 parcelas circulares de 500 metros de radio obteniendo un total de 44 especies. Se puede observar como la curva suavizada de riqueza acumulada perdió gradualmente pendiente al incrementar el número de unidades de muestreo, tendiendo claramente hacia una asíntota próxima a 44 especies (Figura 52).

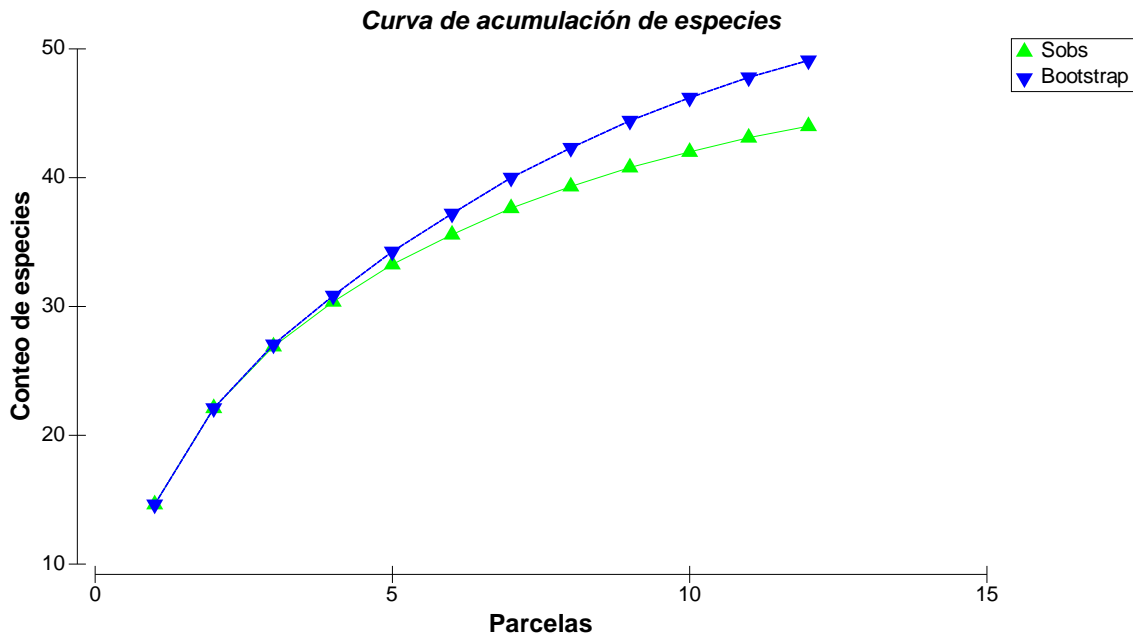


Figura 52. Índices de curva especies-área para determinar el porcentaje de representatividad del muestreo realizado.

La figura anterior refleja que el muestreo en 12 sitios resulto ser lo suficiente robusto para los estudios ecológicos pues Bootstrap el estimador real difirió en 5 unidades a los valores observados en campo, lo cual se atribuye a la rarefacción del estimador (Tabla 34).

Tabla 34. Indicadores no paramétricos comparados para determinar el número de especies estimadas según la acumulación de n.

Muestra	Sobs	Sobs (SD)	Bootstrap
1	14.643	2.0654	14.643
2	22.086	2.4138	22.09
3	26.914	2.5973	27.026
4	30.393	2.5818	30.848
5	33.269	2.4974	34.265
6	35.595	2.3656	37.237

7	37.657	2.2116	39.985
8	39.326	1.9681	42.325
9	40.778	1.7942	44.407
10	42.032	1.5588	46.224
11	43.092	1.1163	47.776
12	44.00	0	49.129

## Vegetación natural

### a) Estrato arbóreo

A continuación se presenta el listado de las especies arbóreas, localizadas en el predio de interés, se destacan algunas especies en azul por presentar una condición de hábitat en particular, el cual es un hábitat ligeramente fragmentado y perturbado, el caso de *P. piscipula* es bastante conocido por el sector académico-forestal, puesto que resulta ser una especie que presenta un óptimo, Cruz *et al.*, 2010 hace alusión al potencial maderable de la especie en cuestión postulando a *P. piscipula* como un recurso valioso que se desarrolla en Acahual. La presencia de esta especie en el sistema ambiental del predio se atribuye a su fácil propagación mediante la anemocoria es decir la dispersión por viento.

La presencia de la especie *G. ulmifolia*, podría, representar que ciertas zonas del predio poseen impactos en mayor o menor medida, desde el punto de vista de la dinámica vegetal y de la conectividad de los hábitats se infiere que el efecto borde aunado a la fragmentación del hábitat en años anteriores se puede dictaminar que algunas zonas del predio han sido perturbadas, considerando que la zona sufrió el impacto del huracán Dean en 2007, y a la existencia de una carretera asfaltada próxima al predio, resulta evidente que el predio ha de poseer cierto grado de perturbación tanto natural como antropogénica.

La presencia de *V. gaummeri*, *L. latisiliquum*, *G. ulmifolia* y *C. spicata*, en el predio resulta ser un indicativo de un ligero impacto en el sistema ambiental. Resulta interesante la presencia de plantas de la familia Arecaceae siendo representadas por *T. radiata* y *S. yapa*, estas especies se presentaron en zonas distintas del predio siendo la más abundante *S. yapa* por zonas dado que se encontró en la zona del principio, media y final, a diferencia de *T. radiata*

que únicamente se encontró en el ecotono transitorio de selva baja subcaducifolia a bosque de manglar (Tabla 35).

Tabla 35. Registro de especies y sus abundancias representativas en el predio.

NÚMERO	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMÚN	ABUNDANCIA
1	<i>Acacia cornigera</i>	Cornenzuelo	2
2	<i>Astronium graveolens</i>	Jobillo	4
3	<i>Bursera simaruba</i>	Chaká	17
4	<i>Byrsonima bucidifolia</i>	Saspa	3
5	<i>Cascabela gaumeri</i>	Aak'its	8
6	<i>Casearia emarginata</i>	Isilche	1
7	<i>Ceiba schotti</i>	Ceiba	1
8	<i>Chloroleucon mengense</i>	Verde Lucero	1
9	<i>Chrysophyllum mexicanum</i>	Cayumito silvestre	3
10	<i>Coccoloba diversifolia</i>	Bob chich	21
11	<i>Coccoloba spicata</i>	Boob	19
12	<i>Cordia dodecandra</i>	Ciricote	1
13	<i>Croton arboreus</i>	cascarillo	3
14	<i>Dendropanax arboreus</i>	Sak chacá	5
15	<i>Diospyros tetrasperma</i>	Silil	2
16	<i>Diphysa carthagenensis</i>	Palo volador/ruda	7
17	<i>Ehretia tinifolia</i>	Roble	1

18	<i>Esenbeckia berlandieri</i>	Naranjillo	18
19	<i>Exothea diphylla</i>	Huaya	8
20	<i>Gliricidia sepium</i>	Cocoite	2
21	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Guasima	34
22	<i>Guettarda combsii</i>	Taastaab	25
23	<i>Gymnanthes lucida</i>	Yaiti	106
24	<i>Gymnopodium floribundum</i>	ts'iits'ilche	8
25	<i>Krugiodendron ferrum</i>	quiebra hacha	1
26	<i>Lonchocarpus guatemalensis</i>	Gusanillo	8
27	<i>Lonchocarpus rugosus</i>	Kanasin	22
28	<i>Lonchocarpus xuul</i>	Xuul	2
29	<i>Luehea speciosa</i>	Kaskat	2
30	<i>Lysiloma latisiliquum</i>	tzalam	1
31	<i>Manilkara zapota</i>	Zapote	7
32	<i>Mimosa Bahamensis</i>	Káatsim	14
33	<i>Mosannonna depressa</i>	Elemuy	3
34	<i>Nectandra salicifolia</i>	Laurelillo	23
35	<i>Neea choriophylla</i>	Ta'tsi	23
36	<i>Piscidia piscipula</i>	Jabín	56

37	Psidium sartorianum	Guayabillo	18
38	Sabal yapa	Guano	2
39	Spondias mombin	Jobo	1
40	Swartzia cubensis	Katalox	15
41	Thouinia paucidentata	k'an chuunup	95
42	Thrinax radiata	Chit	1
43	Trichilia minutifolia	Limonaria	4
44	Vitex gaumeri	Ya'axnik	40

En el predio de interés se encontraron 44 especies arbóreas siendo la de mayor abundancia *Gymnanthes lucida* con 106 registros en los 12 sitios de muestreo (Figura 53).

## Estrato arbóreo

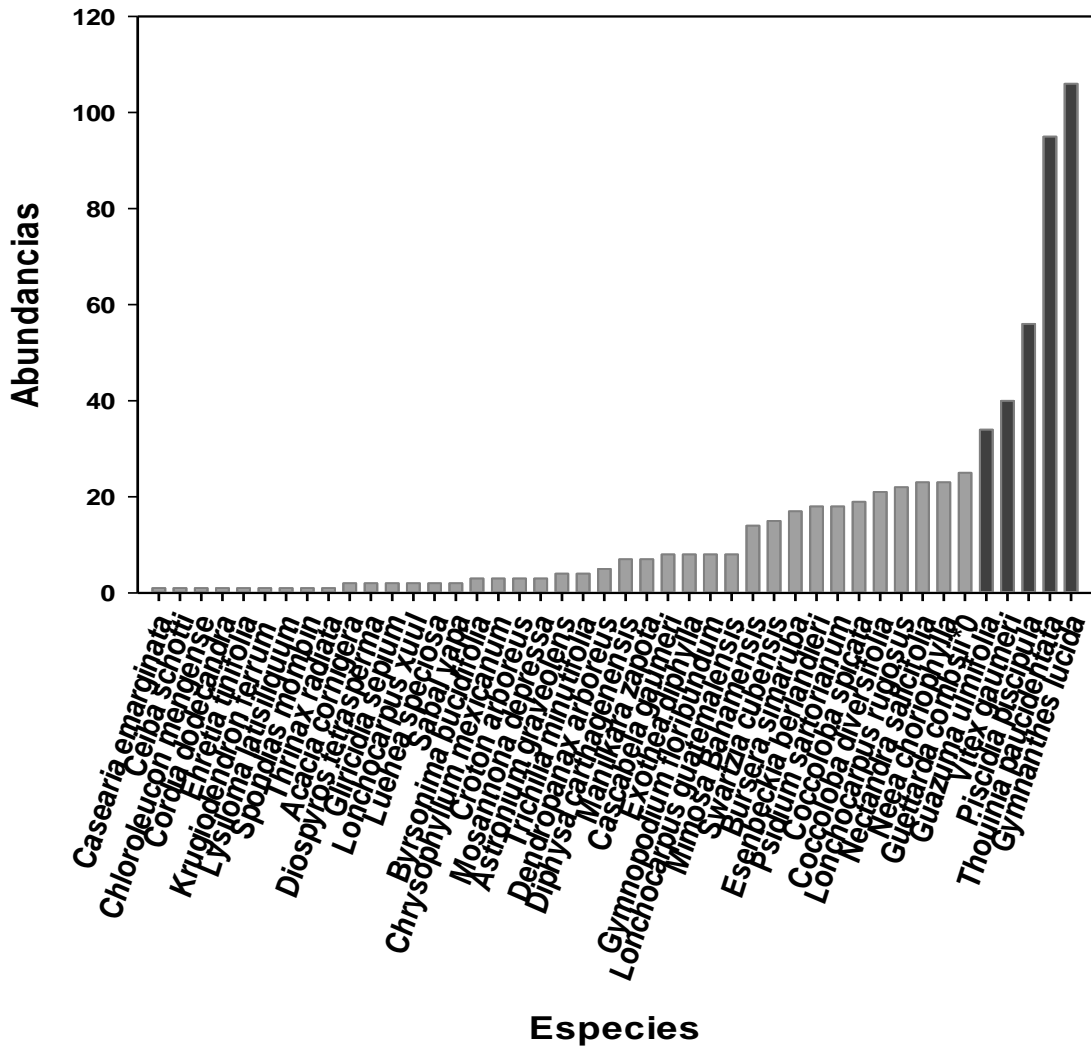


Figura 53. Abundancia de las especies arbóreas en el predio de interés.

Resulta interesante observar las abundancias de las especies arbóreas encontradas en el sitio de muestreo, *a priori* en el gráfico anterior se puede visualizar que existen pocas especies dominantes en el sitio, resaltando en abundancia únicamente las especies *G. lucida*, *T. paucidentata* y *P. piscipula*, de acuerdo con autores como Richter y Moreira-Muñoz 2005, los ecosistemas tropicales como en el que se realizó el estudio tienden a presentar un comportamiento heterogéneo en la diversidad de especies tanto de flora como fauna, por ello se considera que son tan solo tres especies las cuales presentaron un abundante número de individuos.

A continuación, se presentan fotografías de las especies arbóreas más recurrentes durante el muestreo del predio realizado en especies arbóreas (Figura 54).



Figura 54. A) Detalle hojas de *T. paucidentata*, B) foliolos de *P. piscipula*, C) frutos y hojas de *S. cubensis*, D) frutos y hojas de *V. gaummeri*. Fotos: CICY, 2012; ECOyDS, 2019.

b) Estrato arbustivo



En el estrato arbustivo la especie mejor representada fue *P. sartorianum*, comúnmente conocida como guayabillo, resulta interesante la abundancia de dicha especie, su abundancia se atribuye a la predilección de ciertos animales por los frutos desarrollados por esta especie, pues múltiples especies de murciélagos, coatíes, iguanas, venados y agutis, se deleitan consumiendo los frutos de la especie en cuestión dispersando sus semillas mediante la excreción de las semillas en sus heces, proceso conocido como zoocoría (Figura 55) (Pizón-Martínez, 2012).

### Abundancia de especies en el estrato arbustivo

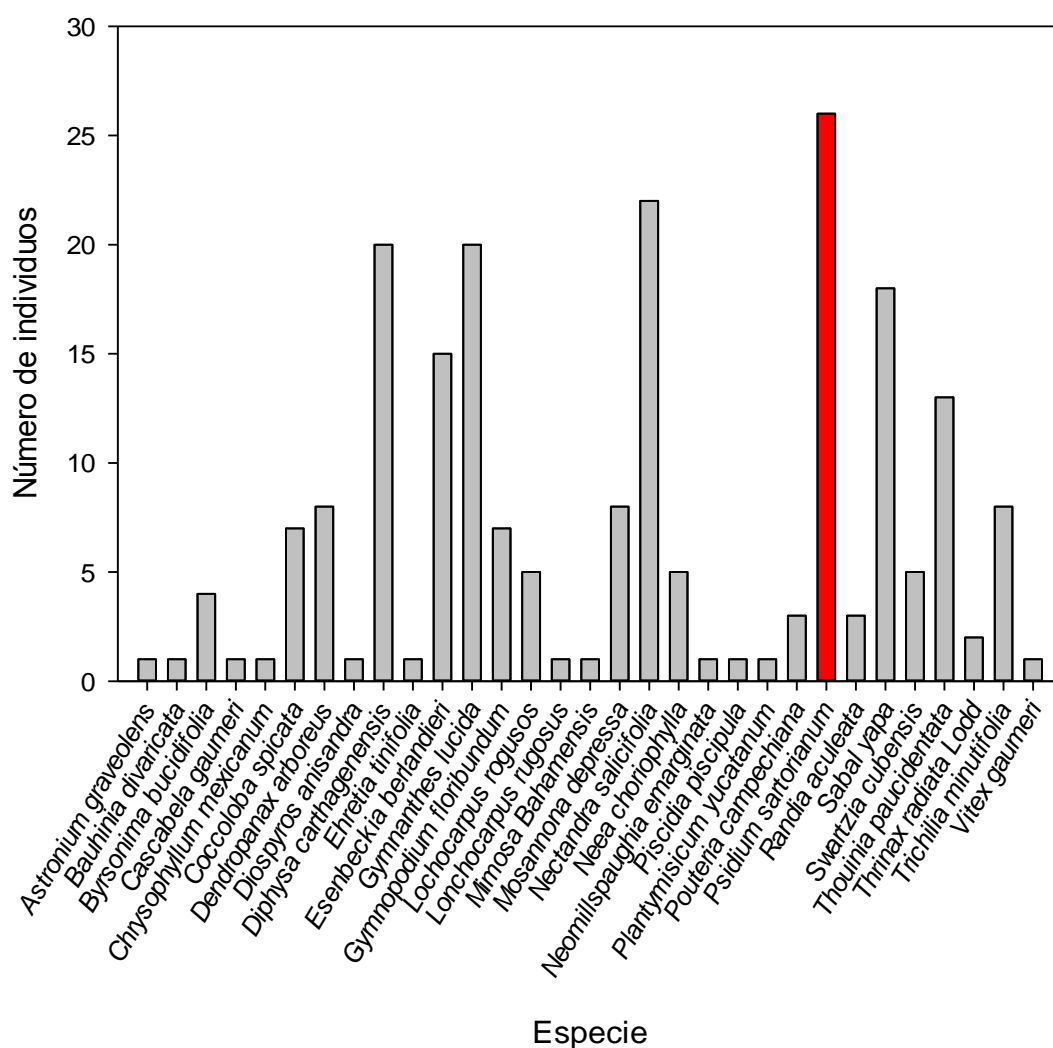


Figura 55. Especies y sus abundancias en el estrato arbustivo registradas en el predio de interés.

### c) Estrato herbáceo

La especie más abundante como se puede observar en el gráfico anterior se encuentra en rojo y como resulta evidente dicha especie es *G. lucida*, una especie de la familia Euphorbiaceae, dicha especie posee adaptaciones especiales que le permiten establecerse en zonas costeras del litoral atlántico (Torres *et al.*, 2010), por lo que no resulta estocástica su observación en el sistema ambiental del predio, por otra parte la baja abundancia de otras especies en forma de plántula, resulta ser alarmante en cierta medida puesto que este comportamiento ecológico de la vegetación estaría evidenciando una baja regeneración del macizo forestal de la zona, cuestión que es observable comúnmente en zonas costeras por lo agreste del suelo y por la dinámica de los fenómenos naturales como los huracanes (Figura 56, figura 57).

## Abundancia de especies herbáceas en el predio de interés

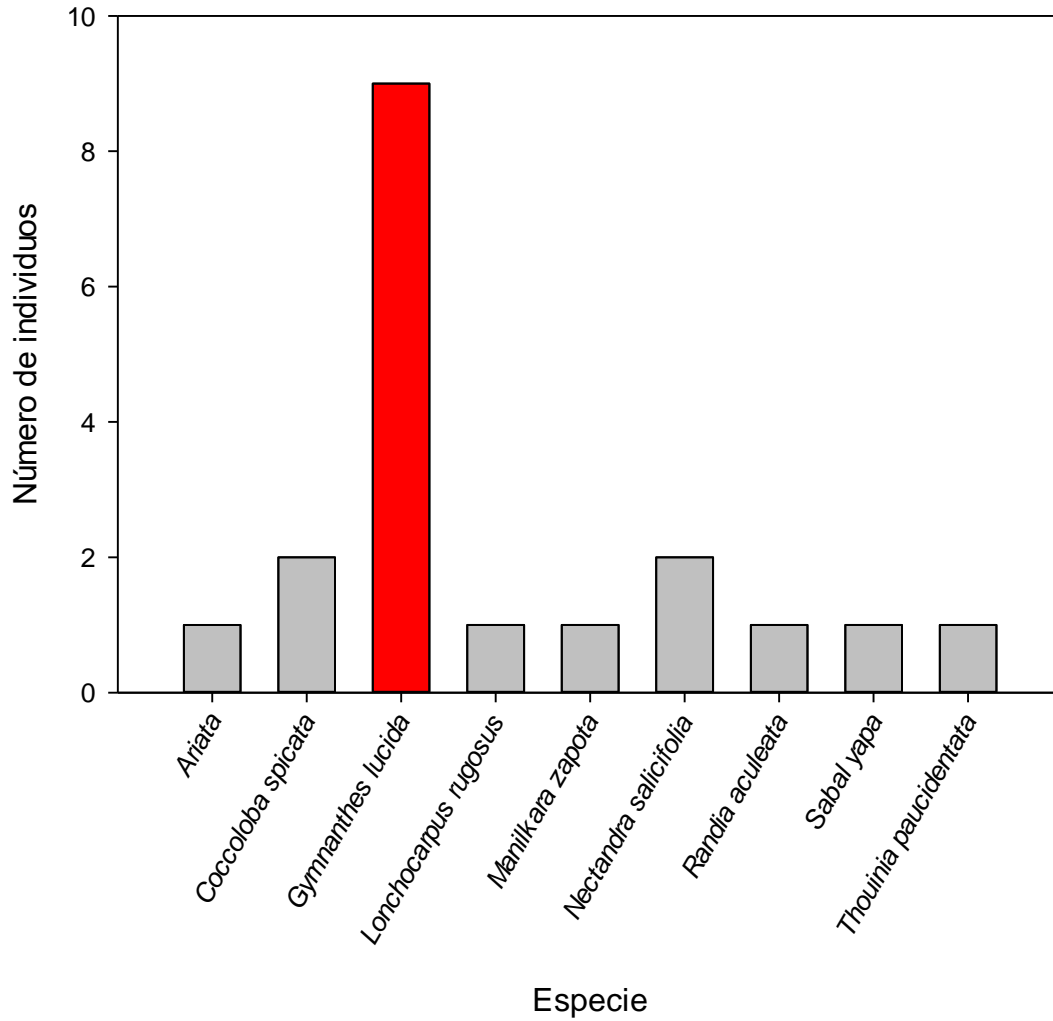


Figura 56. Registro de especies y su abundancia para el estrato arbóreo en el predio de interés.

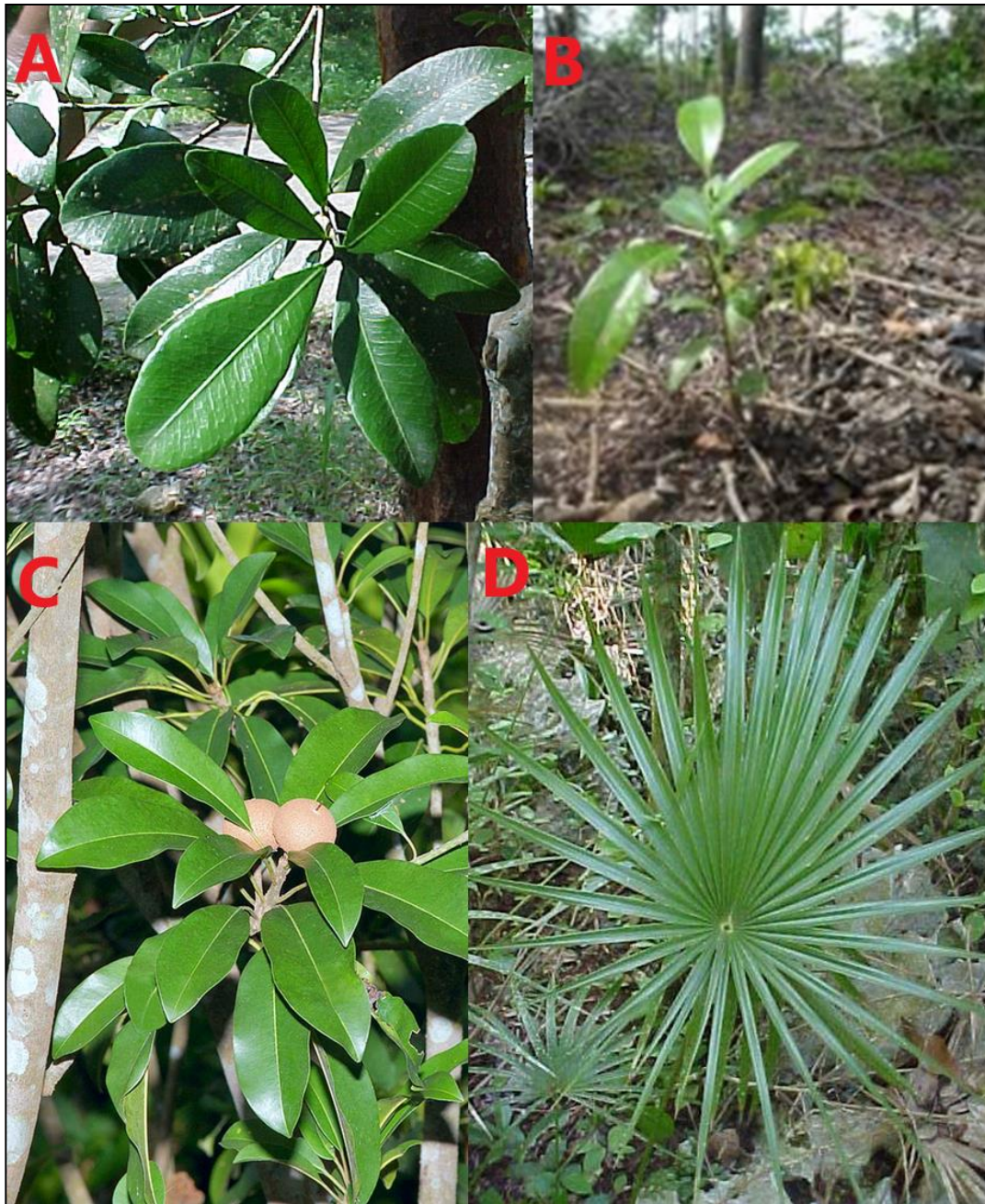


Figura 57. A) hojas de *G. lucida* especie mejor representada en el estrato herbáceo, B) plántula de *G. lucida*, C) frutos y hojas de *M. zapota*, D) foliolo de *S. yapa* (Arecacea) distribuida en toda la zona de estudio. Fotos: CONABIO, 201; ECOyDS, 2019.

## Índices ecológicos

De acuerdo con la tabla anterior para el estrato arbóreo la riqueza mayor diversidad de especies fue encontrada en la zona media del predio en las parcelas 1 y 2, esto resulta concordar con lo esperado pues de acuerdo con autores como *Squeo et al., 2001*; *Ortiz-Nuñez-2010*, mencionan que la mayor parte de la diversidad tanto de flora y fauna suele concentrarse en las zonas medias de los ecosistemas, mayoritariamente observándose este comportamiento ecológico en las zonas tropicales (Tabla 36).

Tabla 36. Índices ecológicos de equitatividad, riqueza y dominancia basado en los muestreos realizados en el predio.

MUESTREO	RIQUEZA SIMPLE (MARGALEF)	VALOR DIVERSIDAD SHANNON H'	EQUIDAD J'
ARBÓREO			
PARCELA M 1	3.187	2.293	0.9564
PARCELA M 2	4.564	2.686	0.9687
PARCELA M 3	3.611	2.469	0.9625
PARCELA M 4	3.667	2.496	0.9732
PARCELA A 1	4.366	2.546	0.9402
PARCELA A 2	4.568	2.702	0.9745
PARCELA A 3	4.705	2.674	0.9643
PARCELA A 4	4.699	2.68	0.9666
PARCELA G 1	4.244	2.535	0.9605
PARCELA G 2	4.991	2.744	0.9686
PARCELA G 3	3.237	2.171	0.9052
PARCELA G 4	4.983	2.743	0.9683

PROMEDIO	4.23	2.561	0.9590
----------	------	-------	--------

Los índices de diversidad incorporan en un solo valor a la riqueza específica y a la equitatividad.

El índice de Shannon-Wiener (Shannon y Weaver, 1949),  $H'$ , se basa en la teoría de la información (mide el contenido de información por símbolo de un mensaje compuesto por  $S$  clases de símbolos discretos cuyas probabilidades de ocurrencia son  $p_i$   $p_S$ ) y es probablemente el de empleo más frecuente en ecología de comunidades.  $H'$  = índice de Shannon-Wiener que, en un contexto ecológico, como índice de diversidad, mide el contenido de información por individuo en muestras obtenidas al azar provenientes de una comunidad 'extensa' de la que se conoce el número total de especies  $S$ . También puede considerarse a la diversidad como una medida de la incertidumbre para predecir a qué especie pertenecerá un individuo elegido al azar de una muestra de  $S$  especies y  $N$  individuos. Por lo tanto,  $H' = 0$  cuando la muestra contenga solo una especie, y,  $H'$  será máxima cuando todas las especies  $S$  estén representadas por el mismo número de individuos  $n_i$ , es decir, que la comunidad tenga una distribución de abundancias perfectamente equitativa (Figura 58).

$$H = - \sum_{i=1}^S p_i \ln p_i$$

Figura 58. Fórmula índice de Shannon-Wiener

Partiendo de lo anterior y sabiendo que los valores del índice de diversidad de Shannon en la naturaleza varían entre 0,5 y 5, aunque su valor normal está entre 2 y 3; valores inferiores a 2 se consideran bajos en diversidad y superiores a 3 son altos en diversidad de especies. Se puede inferir teniendo como valor más alto 1.09 en la parcela M-4 que en términos generales la diversidad de flora del predio es baja, de acuerdo con Gallegos *et al.*, 2002 la heterogeneidad del hábitat favorece la diversidad de especies, por lo que el predio analizado al ser homogéneo en sus constitución litológica aunado a los extensos periodos de sequía que ha presentado el estado en los últimos años (Eslebe *et al.*, 2015), la permanencia y proliferación de las especies tanto e fauna como flora resultan ser más exigentes por lo que solo ciertas especies pueden proliferar presentando una alta adaptabilidad con baja diversidad.

El índice de Simpson representa la probabilidad de que dos individuos, dentro de un hábitat, seleccionados al azar pertenezcan a la misma especie. Es decir, cuanto más se acerca el valor de este índice a la unidad existe una mayor posibilidad de dominancia de una especie y de una población; y cuanto más se acerque el valor de este índice a cero mayor es la biodiversidad de un hábitat (Figura 59).

$$\lambda = \sum_{i=1}^s p_i^2$$

Figura 59. *Formula índice de dominancia de Simpson*

Índice de Pielou: Mide la proporción de la diversidad observada con relación a la máxima diversidad esperada. Su valor va de 0 a 1, de forma que 1 corresponde a situaciones donde todas las especies son igualmente abundantes (Moreno, 2001).

Pese a estar ligado el índice de diversidad de Shannon con el índice de equidad de Pielou, resulta óptimo para su interpretación integrar en el estudio el índice de dominancia de Simpson (Figura 60).

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

Figura 60. *Formula índice de equidad de Pielou.*

Partiendo de lo anterior y sabiendo que la equidad máxima tiene un valor de 1 y en el presente estudio el valor máximo encontrado en la equidad de Pielou fue de 0.9745 y el menor de 0.9052 se infiere que la equidad de las parcelas y en general del predio es alta.

### **Conclusión del análisis de los índices ecológicos**

En el predio existe una baja diversidad (I. Shannon) y una alta Equidad (Pielou), por lo que se puede inferir que las especies forestales ahí presentes se encuentran adaptadas para desarrollarse óptimamente. Baja diversidad-alta equidad

Mediante el análisis de agrupamiento, utilizando el Dendograma de similitud con la matriz de datos de los índices de Bray-Curtis de las parcelas de muestreo, se encontró la formación de tres grupos con 51 % de disimilitud. El grupo 1 conformado por las parcelas M1, M2 y M3; las cuales tienen el efecto de borde y presión antropogénica debido a que están cerca de la carretera; el grupo 2 por G4, M4, G2, A1, A3, A2, y A4; ubicadas en la parte media del predio y el grupo 3 por G1 y G3 las cuales son las que se encuentran al final del predio, mismas que se encuentran más conservadas, debido a la lejanía del acceso (Figura 61)

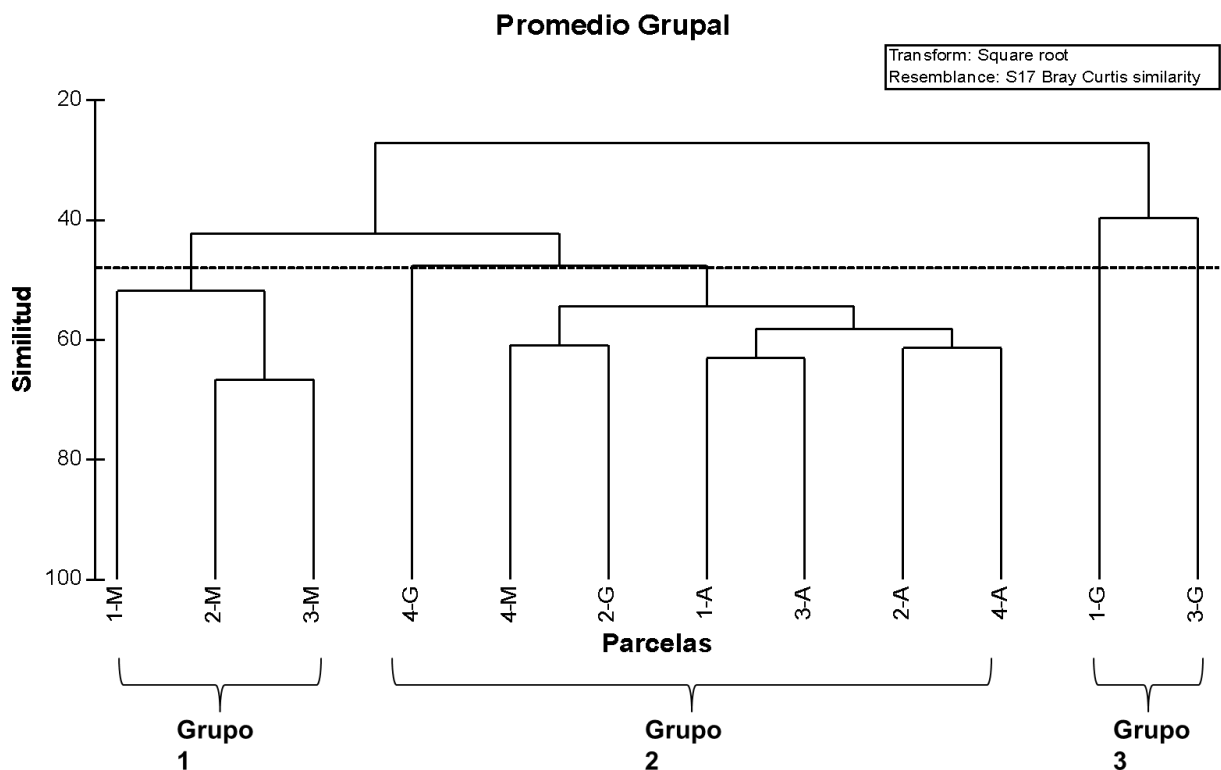


Figura 61. Dendograma en el cual pueden observarse el porcentaje de similitud entre sitios de muestro

De acuerdo con el análisis SIMPER, considerando un porcentaje acumulativo del 80% de las especies distintivas por grupos, se encontró que para el grupo 1 se cuenta con la presencia de *P. piscipula* con alto valor de contribución (Tabla 37). Este arreglo nos indica que la presencia de *P. piscipula* es determinante para que grupo tenga una composición y abundancia diferente a los otros, sin embargo, todos los sitios comparte a *P. piscipula* y dicha especie predomina y gana por competencia los espacios en comparación con otras especies, esto debido a que la biología de esta especie le permite adaptarse a sitios de bajos inundables



o que por efecto de borde como es el caso del sitio, que debido a la carretera, en temporada de lluvia se inunda la zona, lo cual para esta especie es idóneo en su crecimiento (Biodiversidad Mexicana, 2017).

Tabla 37. Grupos de acuerdo con el SIMPER (Contribución de Spp en la formación de grupos)

GRUPO	ESPECIES	PABUN	PSIM1	PCO	PCA
Grupo 1	<i>Picida piscipula</i>	2.88	10.48	18.44	14.44
	<i>Guettarda combsii</i>	2.24	7.07	12.44	30.88
	<i>Vitex gaumeri</i>	2.30	6.99	12.30	43.18
	<i>Coccoloba spicata</i>	2.16	6.49	11.42	54.60
	<i>Thouinia paucidentata</i>	2.39	6.32	11.13	65.72
	<i>Bursera simaruba</i>	1.63	5.87	10.33	76.05
Grupo 2	<i>Thouinia paucidentata</i>	3.13	10.33	19.04	19.04
	<i>Gymnanthes lucida</i>	2.73	8.33	15.34	34.39
	<i>Piscidia piscipula</i>	2.00	6.67	12.30	46.68
	<i>Nectandra salicifolia</i>	1.62	4.90	9.03	55.72
	<i>Psidium sartorianum</i>	1.42	4.18	7.71	63.42
	<i>Esenbeckia berlandieri</i>	1.12	3.07	5.66	69.09
	<i>Bursera simaruba</i>	1.02	2.91	5.37	74.46
	<i>Guazuma ulmifolia</i>	1.09	2.20	4.05	78.51
Grupo 3	<i>Gymnanthes lucida</i>	4.76	17.86	45.01	45.01
	<i>Coccoloba diversifolia</i>	2.93	7.99	20.13	65.14
	<i>Diospyros tetrasperma</i>	1.00	4.61	11.62	76.76

Nota: Códigos: PABUN = promedio de la Abundancia; PSIM = similitud promedio; PCO = porcentaje de contribución; PCA = porcentaje de contribución acumulado.

### Zona de manglar

En el presente estudio se realizó un estudio en la zona de manglar debido a su importancia ecológica y protección ambiental como ecosistema de conservación prioritaria, siendo todas las especies de mangle protegidas den México por la NOM-022-SEMARNAT-2003; NOM-059-SEMARNAT-2010; 60 TER-en materia de humedales.

Se efectuaron 2 parcelas circulares para realizar el censo de manglar, siendo la segunda parcela la más diversa y abundante pues presento dos especies y 69 árboles de mangle, diferencia de la primera parcela en la cual se encontró únicamente la especie *R. mangle*, con 59 ejemplares (Figura 62).

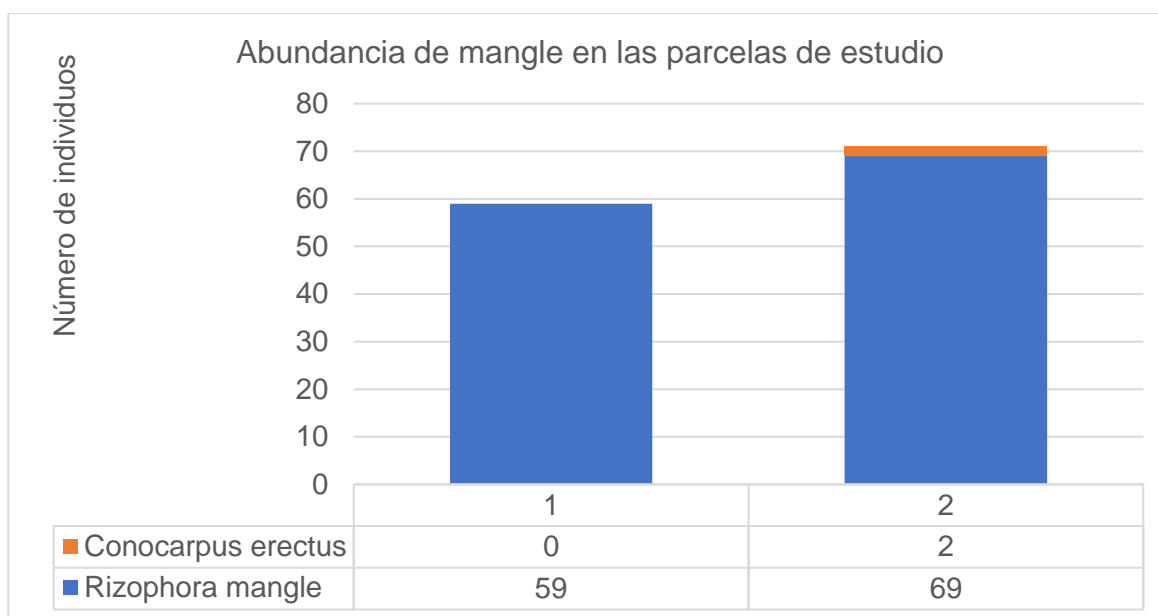


Figura 62. Abundancia de mangle en las parcelas de estudio en el predio de interés zona de manglar.

La parcela 2 presento 54% de la abundancia total de manglar en el presente estudio, resulta interesante el haber observado, un bosque de manglar de bodega puesto que se observaba el manglar como una pared de árboles (Figura 63).

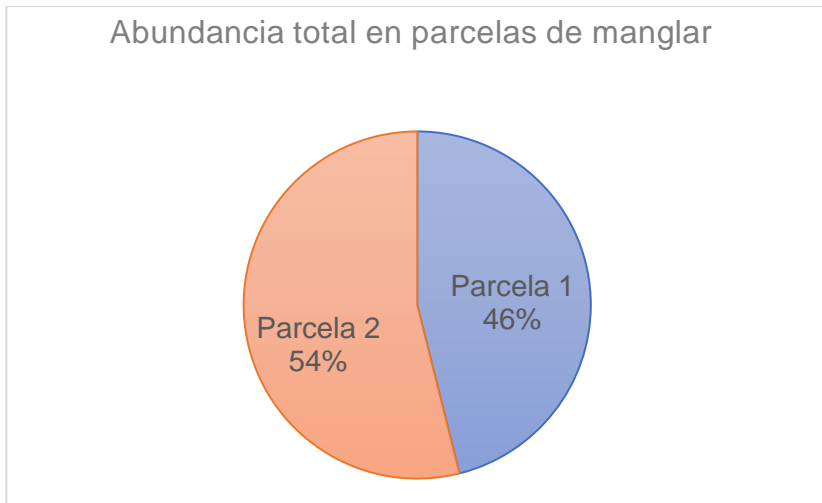


Figura 63. Comparación de las abundancias totales en las parcelas de manglar.

## Fauna a nivel del predio

### Métodos de muestreo aplicados al estudio de la fauna

Se realizó un inventario faunístico dentro del predio.

- Herpetofauna

A los anfibios y reptiles se les conoce en conjunto como herpetofauna. La mayoría de los métodos de muestreo que existen, se aplican de manera general a estas dos clases de vertebrados, ampliamente distribuidas en una gran diversidad de ambientes. Sin embargo, las variantes en los métodos que se utilizan tienen que ver con el tamaño de los organismos y/o características específicas del hábitat o del microhábitat que ocupan.

Una serie de métodos han sido probados para estimar una serie de atributos de las poblaciones y comunidades de anfibios y reptiles como la abundancia (número de organismos de cada especie), la riqueza de especies (número de especies diferentes), la densidad (número de organismos por unidad de área) y el tamaño poblacional (número de individuos de la población). Se describen a continuación los métodos más utilizados para este grupo faunístico.

#### Colecta oportunista

Es la búsqueda no sistemática de organismos a diferentes horas del día o estaciones del año, o bien la búsqueda intensiva bajo condiciones climáticas particulares que favorezcan la

presencia de organismos. Los recorridos nocturnos caminando o en vehículo también entran en esta categoría.

#### Encuentro visual

Consiste en la observación y conteo de organismos a lo largo de trayectos de distancia fija o bien aleatorios, generalmente durante un período de tiempo fijo.

#### Transectos

Son recorridos de longitud previamente establecida que permiten evaluar diferencias faunísticas entre varias áreas (gradientes topográficos, gradientes de hábitat, zonas con diferentes tipos de vegetación, etc.).

#### Cámaras trampa

Incorpora tecnología digital, para fotografiar fauna silvestre de manera remota, mediante el uso de imagen digital con sensores de movimiento, se establecen a lo largo del transecto y cercano a cuerpos de agua, o mediante el uso de cebos de olores para atraer fauna silvestre, principalmente omnívoros y carnívoros.

A continuación (Tabla 38), se presenta una comparación de los métodos empleados para estimar atributos poblacionales de anfibios y reptiles y la información que se obtiene con cada uno.

Tabla 38. Métodos de muestreo propuesto para el levantamiento faunístico en el predio.

Método de muestreo	Información por obtener	Inversión de tiempo	Costo	Requerimiento de personal
Colecta oportunista	Abundancia relativa, riqueza de especies	Bajo	Bajo	Bajo
Encuentro visual	Abundancia relativa, riqueza de especies	Bajo	Bajo	Bajo
Transectos	Abundancia relativa riqueza de especies	Medio o alto	Bajo medio	Bajo a medio

Cámaras trampa	Abundancia relativa riqueza de especies	Medio	Medio, alto	Medio
----------------	---	-------	-------------	-------

Para nuestro estudio de caso, se utilizó una combinación de estos cuatro tipos de muestreo, dado que a partir de los tres se obtienen datos de abundancia relativa, riqueza de especies y dos (el de transectos y cámaras trampa) agrega densidad; por lo tanto, se trazaron 2 trayectos con una distancia de 1270 metros cada uno, y con una separación de 90 metros entre cada transecto (Figura 64), en donde se pudo observar cada ejemplar de fauna detectado de acuerdo con la metodología propuesta.

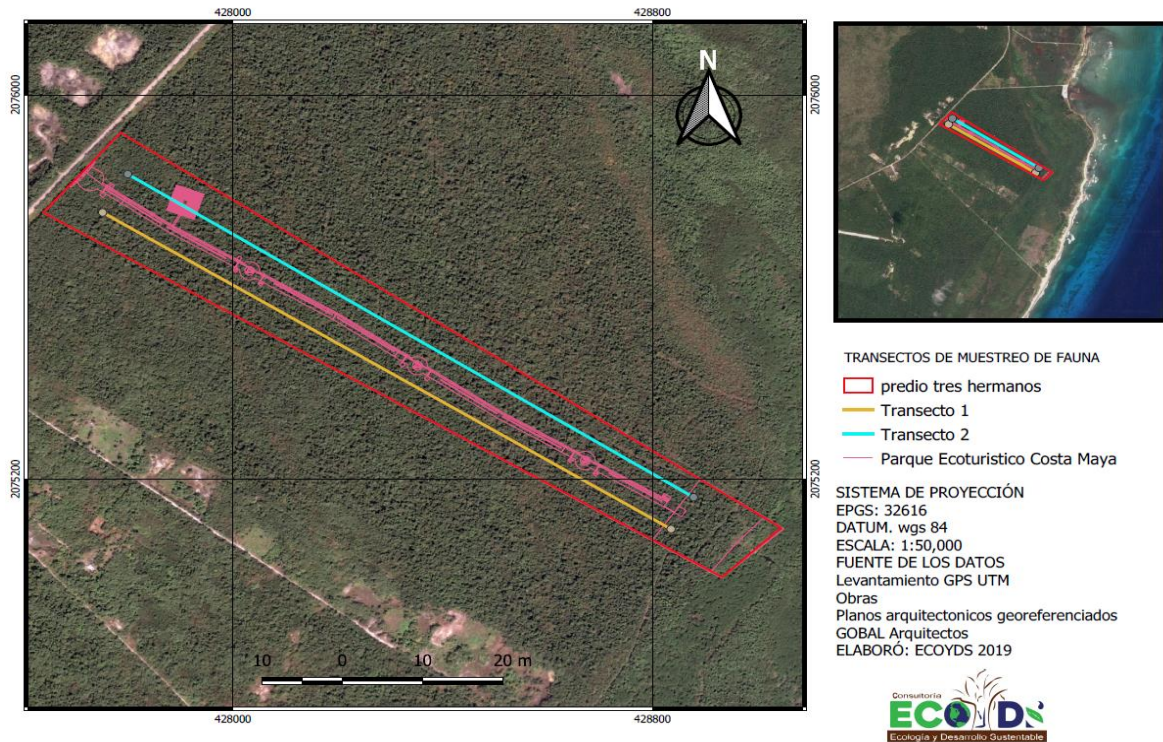


Figura 64. Transectos empleados durante el levantamiento de fauna realizado en el predio sujeto a CUSTF.

Durante dichos recorridos, se aprovecharon los trayectos para realizar búsquedas no sistemáticas de organismos, entre troncos, hojarascas, suelo, etc.

En total se recorrieron 2540 metros considerando los 2 trayectos, por lo que en total se muestrearon 2.54 kilómetros lineales. A continuación, se presentan las coordenadas de los transectos utilizados (Tabla 39).

Tabla 39. Coordenadas de los transectos empleados en el muestreo de fauna silvestre.

COORDENADAS DE LOS TRANSECTOS DE MUESTREO					
TRANSECTO	PUNTO DE INICIO		PUNTO DE TERMINO		LONGITUD (m)
	X	Y	X	Y	
1	428836	2075096	427752	2075755	1270
2	427800	2075835	428879	2075162	1270

Las rutas trazadas fueron visitadas tres días a la semana, un día por grupo faunístico (1er día: ornitofauna; 2º día masto fauna; 3er día herpetofauna), por un período de 8 semanas (2 meses).

- Ornitofauna

Las aves son contadas por una amplia variedad de razones y por un amplio rango de métodos. Sin embargo, el método apropiado para un estudio en particular se convierte en más obvio si hay un claro propósito especificado con anterioridad. El método es apropiado si contesta la pregunta o las preguntas planteadas para los investigadores. Por lo tanto, la selección de un método de muestreo en particular dependerá de la pregunta del investigador y del tiempo y de los recursos tanto económicos como humanos disponibles para realizar el muestreo.

Para nuestro estudio de caso, y con el objeto de ahorrar esfuerzo de muestreo y recursos tanto económicos como humano, se optó por llevar a cabo el inventario de aves mediante el método de Trayectos de línea sin estimar distancias. Este método consiste en caminar lentamente uno o varios trayectos o líneas de determinada longitud a través de uno o varios hábitats. Es importante que el observador atraviese el trayecto a una velocidad determinada, generalmente a 1 km/hr.

Este tipo de muestreo es la forma más sencilla de censos de trayectos. Este censo permite que el observador genere una lista de las especies presentes en un hábitat. Al recorrer lentamente una distancia determinada o por un período determinado, el observador puede

obtener una lista de especies que pueden compararse entre hábitats. Este método no puede usarse para estimar densidades, aunque si provee información en cuanto a la presencia o ausencia de especies en un hábitat.

Los trayectos utilizados para el inventario ornitológico fueron los mismos utilizados para el inventario herpetofaunístico, dado que se tuvo como objetivo reducir el esfuerzo de muestreo y los recursos disponibles para llevarlo a cabo.

- Mastofauna

Algunas de las variadas técnicas en uso para el estudio de mamíferos fueron diseñadas específicamente para este grupo, pero otras han sido desarrolladas en otros campos y adaptadas a los mamíferos.

Para nuestro estudio de caso se empleó una combinación de técnicas que permitieron reunir evidencias para determinar las especies de mamíferos mayores y medianos existentes en el área. Se emplea como de observación directa e indirecta y el establecimiento de las cámaras trampa.

#### Directos

##### Avistamientos

Implica la visualización directa de los ejemplares, en un grado tal que permita una determinación correcta de la especie.

##### Vocalizaciones

Son consideradas como parte de la observación directa (Pereira *et al.*, 2011), aunque no se tenga el contacto visual con la especie. La grabación de vocalizaciones es una herramienta muy importante para el registro de algunos mamíferos especialmente primates y cérvidos (Tirira, 1999; Bautista *et al.*, 2011). Su uso debe ser complementario a los otros métodos de detección mencionados.

#### Indirectos

##### Rastros y fotografías

Los registros de mamíferos medianos y grandes se realizan usualmente a través de huellas, heces, refugios, huesos, pelos, rasguños, madrigueras y otros (Wilson *et al.*, 1996; Krebs *et al.*, 2008), puesto que gran parte de este grupo de mamíferos son animales terrestres de comportamiento tímido, presentes en baja densidad y por lo general se desplazan de forma

solitaria o en grupos reducidos (Tellería, 1986). Entre los métodos más frecuentes de registro indirecto se encuentran las trampas cámara.

Los métodos antes descritos se aplicaron mediante Transectos de ancho variable o transecto lineal. Consiste en recorrer un sendero exclusivo para el inventario de mamíferos, observando y anotando todas las especies presentes hacia ambos lados del transecto. Los transectos deben abarcar en lo posible los diferentes microhábitats presentes en la unidad de vegetación, por lo que no son necesariamente dispuestos en línea recta. La distancia recorrida de los transectos puede presentar una longitud variable, pero en ambientes de relieve relativamente plano (e. g., bosques de llanura amazónica), los transectos tengan una longitud entre 4 y 5 km para permitir la presencia de mamíferos mayores (costa, sierra y selva), o al menos no menor a los 2 km cuando la topografía es abrupta (e. g., bosque montano), con el fin de obtener un esfuerzo de 20 km por unidad de vegetación. Deben de mantener una distancia.

Para el muestreo con las cámaras fueron colocadas 3 equipos trampa Moultrie Modelo A-35 las cuales se montaron a una altura de 78 cm con la finalidad de captar organismos de entre 14 cm a 120 cm de altura en cada uno de los transectos. Para las especies herbívoras/omnívoras se colocó un cebo a base frutal (piña-papaya-mango), para los carnívoros/omnívoros se colocó calamar de forma hipogea y posteriormente se instaló sardina fresca en un balde sujetó a una rama mediante alambre cromado (Aranda-Sánchez et al., 2012). De los cuales se obtuvo la abundancia relativa y el listado de especies encontradas

### Resultados obtenidos (composición de especies)

Los recorridos dentro del transecto fueron realizados por una o dos personas en los horarios de mayor actividad de las especies, manteniendo una velocidad entre 1 y 1.5 km/hora, preferentemente entre las 5:00 y 10:00 horas de la mañana para especies diurnas y entre las 18:00 y 22:00 horas de la noche para las nocturnas. Mayores detalles se pueden encontrar en Pérez (1999) y Wallace (1999).

Tabla 40. Especies de fauna registrados en el predio de interés como parte de la caracterización in situ.

<u>Familia</u>	<u>Nombre científico</u>	<u>Nombre común</u>	<u>Abundancia</u>
<u>Cervidae</u>	<u>Mazama americana</u>	<u>Yuc (maya)</u>	1



<b><u>Procyonidae</u></b>	<u>Nasua narica</u>	<u>Pizote</u>	<u>3</u>
<b><u>Cuniculidae</u></b>	<u>Agouti paca</u>	<u>Tepezcuintle</u>	<u>2</u>
<b><u>Canidae</u></b>	<u>Urocyon cinereoargenteus</u>	<u>Zorra gris</u>	<u>1</u>
<b><u>Didelphidae</u></b>	<u>Philander opossum</u>	<u>Zariqüeya gris</u>	<u>1</u>
<b><u>Iguanidae</u></b>	<u>Ctenosaura similis</u>	<u>Garrobo</u>	<u>1</u>
<b><u>Cathartidae</u></b>	<u>Cathartes aura</u>	<u>Zopilote cabeza roja</u>	<u>1</u>
	<u>Cathartes burrovianus</u>	<u>Zopilote sabanero</u>	<u>2</u>
<b><u>Cracidae</u></b>	<u>Ortalis vetula</u>	<u>Chachalaca</u>	<u>5</u>
<b><u>Coenobitidae</u></b>	<u>Coenobita sp.1</u>	<u>Cangrejo ermitaño</u>	<u>3</u>

La tabla anterior refleja la abundancia de las familias biológicas y especies encontradas durante el muestreo de fauna del predio, la familia mejor representada fue la *Cathartidae* con dos especies, dicha familia presenta un reducido grupo de especies en la zona pues engloba a las aves comúnmente llamadas “zopilotes” que en este muestreo tuvieron presencia en ambas zonas de cámara, derivado del aroma que desprendieron los cebos.

En el sistema ambiental se encontraron dos especies dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010, pese a ser especies con alta importancia para su conservación, resultan ser especies con un amplio rango de distribución y adaptabilidad. La especie *C. similis* conocida como Garrobo o iguana gris posee un gran rango de adaptabilidad logrando convivir con el hombre y empleando sus edificaciones como refugios. Castro-Franco *et al.*, 2011 señalan que la especie en cuestión es usualmente localizada en predios y edificaciones costeras, habitando desde zonas prístinas hasta entornos urbanos.

La segunda especie registrada que se encuentra protegida por la NOM-059-SEMARNAT-2010 fue *C. burrovianus*, se encontró la presencia de un ejemplar juvenil de esta especie, dada las características ecológicas de la especie, identificarla en la zona no resulta ser una observación sobresaliente puesto que de acuerdo a Kirk y Currall, 1994; Cabrera *et al.*, 2002, el hábitat de la especie en cuestión consiste en humedales de agua tanto salobre como dulce, hábitat comúnmente encontrado en la franja costera de Mahahual, Quintana Roo. Además, el

haber sido fotografiado mediante cámara trampa resulta fortuito puesto que el ave se desplazó debajo del dosel arbóreo de la selva donde fue colocada la cámara, puesto que el cebo en putrefacción desprendió un fuerte hedor que atrajo al ave a la zona de foto, por lo que su presencia en el predio es derivada el cebo atrayente de fauna (carnívora) (Figura 65, figura 66).

#### Diversidad y abundancia de fauna relativa al predio de interés

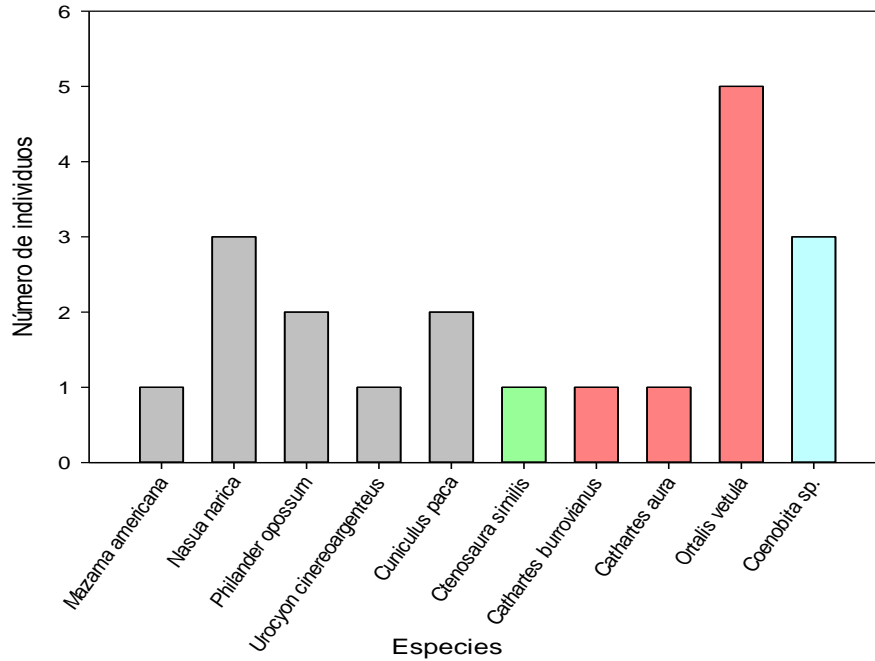


Figura 65. Fauna observada dentro del predio, en gris mamíferos, verde; reptiles, rojo; aves y azul; crustáceos. Elaboración: ECOyDS.



Figura 66. Fotografías in situ de fauna del predio de interés atraídas a la cámara mediante cebo.

### Ecología ambiental de los taxa encontrados en los sitios de estudio

De acuerdo a la información recabada en campo se encontró un total de 10 especies durante el muestreo, divididas en nueve familias biológicas, el grupo de organismos más diverso fue el de los mamíferos, con cinco especies, lo anterior debido al amplio rango de dispersión que tienen los mamíferos de talla mediana como el *M. americana*, *C. paca*, *N. narica* y *U. cinereoargenteus* (Walker *et al.*, 2000; Maffei *et al.*, 2002; Pérez-Irineo y Santos-Moreno, 2012) además de ser un ecosistema costero con alta productividad primaria por lo que se considera un sitio propicio para el forrajeo de herbívoros y/o omnívoros, siendo estos los mamíferos más observados en el muestreo, siendo *U. cinereoargenteus* el único depredador (menor) observado (Figura 67).

El grupo de organismos conocidos como cangrejo ermitaño de la familia Coenobitidae, se encontró en diversas zonas de predio deambulando en busca de comida, la presencia de estos organismos se atribuye a la zona dado que el estudio se realizó en la costa y en bajo inundable de manglar con alta presencia de material en descomposición tanto vegetal como animal, y estos cangrejos como muchos otros más son carroñeros (Rodríguez-Becerra, 2011).

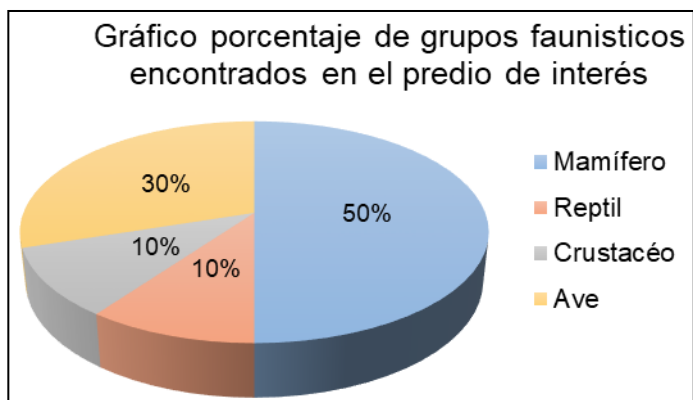


Figura 67. Fauna terrestre registrada en el predio y su representatividad en el predio.

Por último, las especies menos representadas en el muestreo fueron; *M. americana*, *U. cinereoargenteus*, *P. oposum*, *C. similis* y *C. aura*, con un ejemplar cada una de ellas, lo cual *a priori* se esperaría de estas especies, puesto que todas las especies aquí señaladas son de hábitos solitarios preponderantemente fuera de la época reproductiva.

En el caso de *C. similis* a que los estudios se efectuaron dentro de la vegetación un sitio donde la incidencia de rayos solares es menor a la de los claros, y estos animales al ser de sangre fría requieren equilibrar su temperatura bajo los rayos del sol, por lo que bajo el dosel de los árboles no es usual localizarlas.

**Especie que se encuentra dentro de la NORMA Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010**, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo (Figura 68).

Ficha biológica de la especie (*Ctenosaura similis*) iguana garrobo.

## INFORMACIÓN TAXONÓMICA

---

Reino: ANIMALIA

---

Phyllum: CHORDATA

---

Clase: REPTILIA

---

Orden: SQUAMATA

---

**Familia: IGUANIDAE**

---

**Nombre científico: *Ctenosaura similis***



Figura 68. La iguana o también llamada garrobo (*Ctenosaura similis*).

#### Descripción de la especie

Los especímenes de esta especie tienen una longitud hocico cloaca (LHC) que va de los 275 a 350 mm (Lee, 1996; 2000, Campbell, 1998;). Los machos de esta especie son más grandes que las hembras (Lee, 2000). La longitud de la cola es cerca de 1.5 a 2 veces que la longitud del cuerpo. La cabeza está medianamente distintiva del cuerpo; se presenta un saco gular el cual está fuertemente desarrollado (Campbell, 1998); las extremidades son robustas y musculosas.

Las escamas de la superficie superior del cuerpo son relativamente pequeñas, escasamente imbricadas, ligeramente quilladas, las escamas que se encuentran en la superficie superior de las extremidades son poco más grandes y muy quilladas, la región posterior del cuerpo presenta escamas. Los poros femorales están presentes en ambos sexos, aunque están mejor desarrollados en los machos.

En la región dorsal del cuerpo presenta una hilera vertebral de espinas alargadas que van de la base de la cabeza a la base de la región caudal; estas son mucho más grandes en los machos que en las hembras. La cola presenta anillos de escamas espinosas y muy alargadas.

Los anillos están separados e interpareados por hileras de pequeñas escamas inconspicuamente quilladas. El hocico es más grande en los machos. La musculatura de las mandíbulas es más evidente en las hembras. Presentan cambios ontogenéticos en la coloración corporal.

Las crías inicialmente son de color café grisáceo claro con reticulaciones café oscuro, las cuales cambian después de unos cuantos meses a verde brillante con o sin las marcas oscuras. Aproximadamente a los seis meses de edad toman el patrón de coloración del adulto con bandas oscuras sobre una coloración de fondo que es de color bronce o gris claro. Las bandas se extienden desde la superficie dorsal del cuerpo y se continúan hasta la región caudal como una serie de anillos oscuros. Las extremidades presentan una serie de bandas oscuras.

La cabeza es generalmente de color bronce o gris. Durante la estación reproductiva, los machos presentan a menudo pigmento de color naranja en la cabeza y manchas rojizas o naranjas en la superficie superior del cuerpo (Lee, 1996, 2000). En esta especie se presentan 4 escamas postmentales, de 10 a 15 supralabiales, de 2 a 3 escamas entre los semicírculos supraorbitales, de 2 a 3 escamas entre las interparietales y los semicírculos supraorbitales, de 2 a 4 escamas entre la nasal y la rostral.

En el caso de *C. burrovianus* su presencia no resulta una limitante en la obra que se pretende realizar debido a su amplio rango de dispersión y que además la zona donde se observó resulta ser selvática siendo este un ecosistema poco propicio para un ave como la especie en cuestión, además que el hábitat de esta especie es la sabana (Figura 69).

**Especie que se encuentra dentro de la NORMA Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010**, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo.

*Ficha biológica de la especie (C. burrovianus) zopilote sabanero*

## INFORMACIÓN TAXONÓMICA

---

**Reino: ANIMALIA**

---

**Phyllum: CHORDATA**

---

**Clase: AVES**

---



**Orden: INCERTAE SEDIS**

---

**Familia: CATHARTIDAE**

---

**Nombre científico: Cathartes burrovianus**



Figura 69. Zopilote sabanero (*C. burrovianus*) fecha roja señalando punta negra del pico, seña característica en juveniles de esta ave. Foto: ECOyDS, cámara trampa.

#### Descripción de la especie

El aura sabanera mide de 53 a 66 cm de largo, con una envergadura de 150 a 165 cm y una longitud de la cola de 19 a 24 cm. Su peso oscila desde 0,95 hasta 1,55 kg. Su plumaje es negro con reflejos verdes. La cabeza no tiene plumas y es de color amarillo, con la frente y nuca rojiza y la corona de color azul grisáceo. El iris de sus ojos es rojo. Las patas son de color blanco. El pico es de color carne. El ojo tiene una fila incompleta de pestañas en el párpado superior y dos filas en el párpado inferior. La cola es redondeada y relativamente corta para un buitre. La punta del ala cerrada se extiende más allá de la cola. Los ejemplares juveniles tienen un plumaje marrón, la cabeza oscura y la nuca blanca.

El pico es grueso, redondeado en la parte superior y ganchudo en la punta. Los dedos delanteros de los pies son largos y no están adaptados a agarrar. Las aperturas de las fosas nasales son alargadas y carecen de tabique. Como los demás buitres americanos, el aura sabanera carece de siringe, y por lo tanto no puede emitir otro sonido que un silbido bajo.

Su apariencia es semejante a la del aura selvática (*Cathartes melambrotus*); sin embargo, se distingue de esta en varios aspectos: *Cathartes burrovianus* es más pequeño y menos robusto que *C. melambrotus* y tiene una cola más delgada y corta; su plumaje tiende a ser marrón

oscuro, mientras que el plumaje de *C. melambrotus* es negro brillante; sus patas son de color más claro y su cabeza es más naranja y menos amarilla que en el caso de *C. melambrotus*. Además, su vuelo es menos estable que el de *C. melambrotus*. El aura sabanera también se parece al aura gallipavo (*Cathartes aura*) (Figura 70).



Figura 70. A) *C. aura* detalle en zoom del flanco de cabeza (color rojo y pico blanco característico) B) *C. burrovianus* detalle cabeza (color café y pico negro característico). Foto: ECOyDS.

El aura sabanera vuela con las alas en posición de diedro, generalmente de forma solitaria, y rara vez se le encuentra en grupos. Se desplaza planeando a baja altura sobre humedales para localizar carroña, y se posa en postes de cercas o en otras perchas bajas. Tiene un típico vuelo estático, utilizando térmicas para mantener su altitud sin la necesidad de batir sus alas. Prefiere mantenerse a baja altura, y raramente sube a altitudes mayores.

#### Pasos de fauna

De acuerdo con la información recabada las especies medianas de fauna en el sitio son: *Agouti paca*, *Nasua narica*, *Mazama americana*, siendo esta última especie un animal de amplio desplazamiento. Partiendo de lo anterior y considerando la extensión del camino (<2km), se recomienda establecer valla perimetral, según autores como; Somarriba, 1995; Reyes y Rosado 2000; Contreras *et al.*, 2015 mencionan que la implementación de cercas vivas resulta tener mayor eficacia en la contención de fauna, homogenizando y manteniendo



un entorno paisajístico natural, además de propiciar el desarrollo de hábitats naturales y fuentes alimenticias para los animales (Figura 71).



Figura 71. *Mazama americana* o también llamado venado Yuc. Fotografía ECOYDS, 2019.

## Paisaje

Se trata de un sitio que aun cuenta con vegetación natural con valor ecológico como lo pueden ser el Chit (*Thrinax radiata*) o el guano (*Sabal yapa*). Aunque la presencia de otras especies arbóreas presentes en el sitio como el jabin (*Piscidia piscipula*) indica cierto grado de perturbación y fragmentación ya que esta especie se desarrolla principalmente en acahuals otras especies como Guasima (*Guazuma ulmifolia*) indica que el predio posee impactos en menor o mayor medida en ciertas zonas.

Topográficamente el terreno tiene una estructura irregular y no se aprecian pendientes bruscas sin embargo en la zona final del predio existe una pendiente poco pronunciada hacia una zona con mangle y encontrándose a 510 metros del Mar Caribe.

El predio se ubica dentro POEL del municipio de Othón P. Blanco en dos Unidades de Gestión Ambiental, la primera (UGA 40) denominada Corredor biológico de Costa Maya y la segunda UGA es la denominada (UGA 49-A) Manglares de Costa Maya.

Se infiere que el efecto borde aunado a la fragmentación del hábitat en años anteriores se puede observar que algunas zonas del predio han sido perturbadas, considerando que la zona sufrió el impacto del huracán Dean en 2007 y a la existencia de una carretera asfaltada

cercana al predio, resulta evidente que el predio ha de poseer cierto grado de perturbación tanto natural como antropogénica.

### **IV.3 Servicios ambientales que pudieran ponerse en riesgo por el cambio de uso del suelo propuesto**

Los servicios ambientales son aquellos que brindan los ecosistemas forestales de manera natural o por medio del manejo sustentable de los recursos forestales, tales como: la provisión del agua en calidad y cantidad; la captura de carbono, de contaminantes y componentes naturales; la generación de oxígeno; el amortiguamiento del impacto de los fenómenos naturales; la modulación o regulación climática; la protección de la biodiversidad, de los ecosistemas y formas de vida; la protección y recuperación de suelos; el paisaje y la recreación, entre otros. Este apartado tiene el propósito de realizar una descripción y análisis de los impactos que ocasionará el cambio de uso de suelo propuesto en correlación con cada uno de los servicios ambientales que proporciona el ecosistema donde se ubicada el área sujeta a cambio de uso de suelo.

En principio se presenta una descripción detallada de los servicios ambientales y luego un análisis de su importancia en el contexto del sistema ambiental o área de influencia del proyecto. Posteriormente se analizará, explicará y justificará porque se considera que no se pone en riesgo cada uno de los servicios ambientales, y finalmente se definirá si el grado de afectación es a nivel del área de influencia del proyecto o del sistema ambiental.

#### **Captura de carbono**

El ciclo de carbono en la vegetación comienza con la fijación del CO<sub>2</sub> por medio de los procesos de fotosíntesis, realizada por las plantas y ciertos microorganismos. En este proceso, catalizado por la energía solar, el CO<sub>2</sub> y el agua reaccionan para formar carbohidratos y liberar oxígeno a la atmósfera. Parte de los carbohidratos se consumen directamente para suministrar energía a la planta, y el CO<sub>2</sub> liberado como producto de este proceso lo hace a través de las hojas, ramas, fuste o raíces. Otra parte de los carbohidratos son consumidos por los animales, que también respiran y liberan CO<sub>2</sub>.

Las plantas y animales mueren y son finalmente descompuestos por macro y microorganismos, lo que da como resultado que el carbono de sus tejidos se oxide en CO<sub>2</sub> y regrese a la atmósfera. La fijación de carbono por bacterias y animales contribuye también a

disminuir la cantidad de bióxido de carbono, aunque cuantitativamente es menos importante que la fijación de carbono en las plantas.

Para estimar la cantidad de Carbono almacenado en la vegetación que se desarrolla en la superficie de cambio de uso de suelo, se utilizó la expresión matemática propuesta por Ricardo O, Russo (2009), según la cual a partir del volumen se determina el contenido de carbono, quedando de la siguiente manera:

$$\text{Cantidad de C} = \text{Vol.} \times 0,5 \times 0,5$$

Para el cálculo, primero se determinó el área basal de cada uno de los árboles con DAP (área del tronco a 1.30 m de altura) que fueron registrados durante el inventario forestal a nivel de los estrato arbóreo y arbustivo, considerando que el área basal (AB) es la sumatoria de las áreas transversales de todos los árboles con un diámetro normal existentes en una hectárea (y se expresa en m<sup>2</sup>/ha).

Luego se determina su altura total. El producto del AB multiplicado por la altura y por un coeficiente de forma (relación entre el volumen real y el volumen aparente de un árbol) es el volumen total árbol.

Luego, a partir del volumen se determina el contenido de carbono, que es el producto del volumen multiplicado por el contenido de materia seca (%MS, para este estudio se consideró 50%) y por el contenido de Carbono (**C**) en la MS (%C= 50% aceptado por el Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático, IPCC por sus siglas en inglés), A esta cantidad de **C** se le aplica el Factor de Extensión de la Biomasa (**FEB**) igual a **1,6** considerando un 60% adicional contenido en ramas y follaje (en la literatura este factor se menciona con rango entre el 60% y el 90% por lo cual a manera de un enfoque conservador se opta por la primera cifra); al final el resultado obtenido se multiplica por la superficie de cambio de uso de suelo.

El Factor de Expansión de la Biomasa (FEB) es un coeficiente que permite añadir la biomasa de los fustes, obtenida a partir del volumen inventariado en campo, la biomasa correspondiente a las ramas, hojas y raíces. Es decir, los FEB expanden el peso seco del volumen calculado de existencias para incluir los componentes no maderables del árbol o el

bosque. Antes de aplicar dichos FEB, el volumen maderable ( $m^3$ ) debe convertirse a peso en seco (ton), multiplicando por un factor de conversión conocido como densidad básica de la madera (D) en ( $t/m^3$ ). Los FEB no tienen dimensión, dado que convierten entre unidades de peso.

Su importancia radica en que pueden transformar el volumen arbóreo presente de existencias reales a densidad de carbono para cada tipo de vegetación (Gracia *et al.*, 2004)

En sentido de lo anterior tenemos lo siguiente:

- Vol. T. A. ( $2,564.14 m^3/ha$  arbóreo +  $294.66 m^3/ha$  arbustivo) =  $2,858.80 m^3/ha$
- • Contenido de materia seca (50%):  $0.5 ton/ha$
- • Contenido de carbono (50%):  $0.5 ton/ha$
- • Coeficiente de expansión:  $1.6 ton/ha$

$$C = Vol. \times 0.5 \times 0.5$$

$$C = (2,858.80 m^3/ha) (0.5 ton/m^3) (0.5 ton/m^3)$$

$$C = 714.70 ton/ha$$

$$C = (714.70 ton/ha) (\mathbf{FEB= 1.6 ton/ha})$$

$$C = 1,143.520 ton/ha$$

$$C = (1,143.520 ton/ha) (\text{Superficie de CUSTF} = 2.47 ha)$$

$$C = 2,834.15 ton/ha$$

Por otra parte, si consideramos que en el sistema ambiental presenta una superficie de **83,218.74** hectáreas con cobertura vegetal de Selva mediana subperennifolia (Carta vegetación Serie VI INEGI) , Selva baja caducifolia, subcaducifolia y baja espinosa con distintos grados de conservación (**66.59 %** de la superficie de la cuenca hidrológica Xcalak-Uvero; entonces podemos inferir que en dicha superficie la captura de carbono es de ton/ha, de acuerdo con la aplicación de la fórmula antes descrita, como se indica a continuación:

$$C = (2,834.15 ton/ha) (\text{Superficie con Selvas en el sistema ambiental} = 83,218.74 Ha)$$

$$C = 235,854,900.83 ton/ha$$

Entonces si comparamos la captura de carbono que provee la superficie de cambio de uso de suelo, con la cantidad de carbono que captura la cobertura vegetal de las selvas con distinto grado de conservación en el sistema ambiental (Cuenca Xcalak-Uvero), obtenemos que la pérdida anual de captura de carbono al eliminar la vegetación por la implementación del proyecto, sólo representa el **0.035%**, de la captura total estimada para el sistema ambiental; por lo tanto, se puede asumir categóricamente que el cambio de uso de suelo propuesto, no pone en riesgo el servicio ambiental a nivel del sistema ambiental; de igual forma, podemos concluir que la cobertura vegetal que subsiste en dicha región, es más importante que aquella que se desarrolla en el predio del proyecto, en lo que a captura de carbono se refiere, máxime si consideramos que el **90.97%** del predio conservará el estrato arbóreo, y continuará prestando este servicio ambiental; de tal modo que se puede afirmar categóricamente que la afectación ocurrirá a nivel puntual.

### **Provisión de agua en cantidad**

#### **Cantidad de agua captada en la superficie de cambio de uso de suelo**

Para poder determinar que no se pone en riesgo el servicio ambiental hidrológico relacionado con la provisión de agua en cantidad, a continuación, se presenta un análisis comparativo entre la cantidad de agua que es captada en la superficie de cambio de uso de suelo, y aquella que puede ser captada en el sistema ambiental (microcuenca).

La captura de agua o desempeño hidráulico es el servicio ambiental que producen las áreas arboladas al impedir el rápido escurrimiento del agua de lluvia precipitada, proporcionando la infiltración de agua que alimenta los mantos acuíferos y la prolongación del ciclo del agua. El agua infiltrada o percolada, corresponde a la cantidad de agua que en realidad está capturando el bosque y que representa la oferta de agua producida por este (Torres y Guevara, 2002).

El potencial de infiltración de agua de un área arbolada depende de un gran número de factores como: la cantidad y distribución de la precipitación, el tipo de suelo, las características del mantillo, el tipo de vegetación y geomorfología del área, entre otros. Esto indica que la estimación de captura de agua debe realizarse por áreas específicas y con información muy fina sobre la mayor parte de las variables arriba señaladas (Torres y Guevara, 2002).

La estimación de volúmenes de infiltración de agua en áreas forestales que a continuación se presenta, se desarrolló siguiendo el modelo de escurrimiento general a través de la estimación de coeficientes de escurrimiento (IMTA, 1999). El modelo asume que el coeficiente de escurrimiento ( $C_e$ ) se puede estimar como sigue:

$$C_e = K (P-500) / 200 \text{ cuando } K \text{ es igual o menor a } 0.15; \text{ y}$$

$$C_e = K (P-250) / 2000 + (K-0.15) / 1.5 \text{ cuando } K \text{ es mayor que } 0.15$$

K es un factor que depende de la cobertura arbolada y del tipo de suelo, lo cual puede apreciarse a continuación (Tabla 41)

Tabla 41. Factor K estimado de acuerdo a la cobertura arbórea y tipo de suelo (IMTA, 1999)

COBERTURA	TIPO DE SUELO		
	A	B	C
Mas del 75%	0.07	0.16	0.24
Entre 50 y 75 %	0.12	0.22	0.26
Entre 25-50%	0.17	0.26	0.28
Menos del 25%	0.22	0.28	0.3
Suelo A:	Suelos permeables (arenas profundas y loes poco compactos)		
Suelo B:	Suelos medianamente permeables (arenas de mediana profundidad, loes y migajón)		
Suelo C:	Suelos casi impermeables (arenas o loes delgados sobre capa impermeable, arcillas)		
Fuente: Instituto Mexicano de Tecnología del agua, 1999.			

Para la estimación de volúmenes de infiltración de agua en la superficie de cambio de uso de suelo sin el proyecto, se tomó como base la información del inventario forestal y el valor promedio de precipitación anual para la zona donde se ubica. También se consideró el supuesto del modelo que refiere que bosques con volúmenes superiores a 190 m<sup>3</sup>/ha son bosques con más del 75% de cobertura; los que se encuentran entre 100-190 m<sup>3</sup>/ha son bosques con 50-75% de cobertura; los que varían entre 35-100 m<sup>3</sup>/ha son bosques con 25-50% de cobertura y finalmente los que presentan volúmenes menores a 35 m<sup>3</sup>/ha son bosques con menos del 25% de cobertura.

Así mismo, considerando que el predio se ubica dentro de una zona con posibilidades altas de funcionar como acuífero (según la carta de hidrología subterránea del INEGI), entonces asumimos que los suelos son tipo A (suelos permeables).

Tomando en cuenta lo señalado anteriormente, tenemos que el valor de **P** (precipitación media anual) para la zona donde se ubica el predio es de **1,100** mm y el valor de **K** es de **0.12**, considerando que la superficie de CUSTF se ubica en una zona donde los suelos son de tipo A (permeables, toda vez que se trata de material consolidado con posibilidades altas de funcionar como acuífero); y dado que el volumen de su masa forestal es de **106.05** m<sup>3</sup>/ha (cobertura entre 50 al 75%), como se indica en el siguiente Tabla 42.

Tabla 42. Volumen estimado del arbolado por hectárea.

Estrato	VTA/Ha
Estrato arbóreo	95.115
Estrato arbustivo	10.930

Sustituyendo los valores en la fórmula, obtenemos lo siguiente:

$$Ce = K (P-500) / 200 \text{ cuando } K \text{ (ya que el valor de } K \text{ es menor a } 0.15)$$

$$C_e = (0.12) (1,100 - 500) / 200$$

$$C_e = (0.12) (600 / 200)$$

$$C_e = (0.12) (3)$$

$$C_e = 0.36$$

Entonces tenemos que el coeficiente de escurrimiento (**C<sub>e</sub>**) en la superficie de cambio de uso de suelo, con cobertura vegetal entre el 50 al 75%, es decir, sin el proyecto, es de 0.36.

Luego entonces, para calcular el escurrimiento medio anual, es necesario conocer el valor de la precipitación media, el área de drenaje y su coeficiente de escurrimiento.

La fórmula para utilizar es la siguiente:

$$V_e = P * A_t * C_e$$

Donde:

**V<sub>e</sub>** = Volumen medio anual de escurrimiento (m<sup>3</sup>)

**A<sub>t</sub>** = Área total sujeta a cambio de uso de suelo (m<sup>2</sup>)

**C** = Coeficiente de escurrimiento anual

**P** = Precipitación media anual (m<sup>3</sup>)

De acuerdo con los sistemas de conversión, 1 mm equivale a 1 litro de agua por cada metro cuadrado, es decir, si se vierte 1 litro de agua en un metro cuadrado, la altura que alcanza es de 1 mm. Entonces tenemos que 1000 mm de precipitación media anual equivalen a 1,000 litros de agua por metro cuadrado. Así mismo, tenemos que 1,000 litros de agua equivalen a 1 m<sup>3</sup>, por lo tanto, tenemos que 1,100 mm de precipitación media anual de la zona en donde se ubica el predio equivalen a 1.1 m<sup>3</sup> de agua.

Sustituyendo los valores a partir de la ecuación antes citada, resultó lo siguiente:

$$V_e = P * A_t * C_e$$



$$V_e = 1.1 \text{ m}^3 * 24,784.49 \text{ m}^2 * 0.36$$

$$V_e = 9,814.65 \text{ m}^3/\text{m}^2$$

Por otra parte, el volumen de infiltración puede estimarse con la siguiente ecuación (Aparicio, 2006):

$$I = P - V_e$$

Donde:

**I:** Volumen estimado de infiltración en el área de interés ( $\text{m}^3$ )

**P:** Precipitación media anual ( $\text{m}^3$ ) \* superficie de cambio de uso de suelo ( $\text{m}^2$ )

**E:** Volumen estimado de escurrimiento en el área de interés ( $\text{m}^3/\text{m}^2$ )

Sustituyendo los valores en la ecuación, obtenemos lo siguiente:

$$I = P - V_e$$

$$I = (1.1 \text{ m}^3) (24,784.49 \text{ m}^2) - 9,814.65 \text{ m}^3/\text{m}^2$$

$$I = 27,262.939 \text{ m}^3/\text{m}^2 - 9,814.65 \text{ m}^3/\text{m}^2$$

$$I = 17,448.289 \text{ m}^3/\text{m}^2$$

### **Cantidad de agua captada en el sistema ambiental**

Los cálculos realizados en los apartados anteriores, podemos concluir que actualmente en la superficie de cambio de uso de suelo se capta un volumen de **17,448.289 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>**, y se pierden **9,814.65 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>** anuales por escurrimiento.

Para calcular la cantidad de agua que puede ser captada en el sistema ambiental, la cual posee una precipitación media anual de 1,100 mm en promedio, se consideró la superficie del sistema ambiental que presenta cobertura vegetal de Selva mediana subperennifolia que es de **83,218.74** hectáreas, aplicando el mismo valor de **K (0.12)** utilizado para el predio del

proyecto, bajo el supuesto hipotético de que se trata de un ecosistema similar al que será afectado con el CUSTF; y por lo tanto, el mismo coeficiente de escurrimiento ( $C_e$ ) que fue de **0.36**.

Una vez definido el coeficiente de escurrimiento, se procede a estimar el volumen de escurrimiento y el volumen de infiltración, anuales, conforme a lo siguiente:

Volumen de escurrimiento anual:

$$V_e = P * A_t \text{ (superficie de la microcuenca con cobertura vegetal)} * C_e$$

$$V_e = P * A_t * C_e$$

$$V_e = 1.1 \text{ m}^3 * 832,187,475.704 \text{ m}^2 * 0.36$$

$$V_e = 329,546,240.37 \text{ m}^3/\text{m}^2$$

Volumen de infiltración anual:  **$I = P - V_e$**

$$I = P - V_e$$

$$I = (1.1 \text{ m}^3) (832,187,475.704) - 329,546,240.37 \text{ m}^3/\text{m}^2$$

$$I = 915,406,223.27 \text{ m}^3/\text{m}^2 - 329,546,240.37 \text{ m}^3/\text{m}^2$$

$$I = 585,859,982.90 \text{ m}^3/\text{m}^2$$

## Conclusiones

Podemos mencionar que, basados en los cálculos realizados, el volumen de infiltración en el predio correspondiente a **17,448.289 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>** representa el **0.46%** del volumen total de infiltración del agua al sistema ambiental por lo cual no afecta drásticamente el proceso de percolación por efecto de lluvia, aunado también es importante mencionar que la totalidad del camino de acceso será construido con ecocreto, de tipo permeable por lo cual seguirá desempeñando la función de infiltración en el área del proyecto.

## Provisión de agua en calidad

Considerando los cálculos realizados en los apartados anteriores, podemos concluir que actualmente en la superficie del sistema ambiental con cobertura de Selva mediana subperennifolia se capta un volumen de **915,406,223.27m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>** anuales, y se pierden **911'626,695 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>** por escurrimiento.

Considerando el volumen de captación de agua que ocurre en la superficie de CUSTF (**27,262.939 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>** anuales), en comparación con el volumen de captación de agua estimado para la unidad de análisis del sistema ambiental (**915,406,223.27m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>**), podemos concluir que la captación de agua en cantidad no se verá comprometida con el cambio de uso de suelo propuesto, toda vez que sólo se estaría perdiendo el **0.0030%** de la captación total que ocurre en la unidad de análisis, entonces podemos asegurar categóricamente que la captación de agua en cantidad que acontece en el sistema ambiental, e incluso a nivel del predio, no se verá comprometida con el cambio de uso de suelo propuesto; de igual forma, podemos concluir que la captación de agua en cantidad, es más importante a nivel del sistema ambiental, que aquella que ocurre a nivel de la superficie de CUSTF, considerando el volumen de agua que es captada en ambos sistemas.

Para no comprometer la calidad del acuífero subterráneo, y, por lo tanto, evitar que se comprometa la captación de agua en calidad, el proyecto tiene contemplado llevar a cabo una serie de acciones que permitirán prevenir y en su caso, evitar la contaminación del acuífero, las cuales se describen a continuación:

- **Medida 1.** Se contará con un equipo de respuesta rápida ante un derrame accidental de hidrocarburos por uso de maquinaria; con la finalidad de prevenir la contaminación del acuífero derivado de sustancias potencialmente contaminantes.
- **Medida 2.** Se instalarán sanitarios portátiles tipo “**SANIRENT**” durante el cambio de uso del suelo, a razón de 1 por cada 10 trabajadores, con lo cual se evitará la micción y defecación al aire libre, y en consecuencia se estará evitando la contaminación del acuífero por el vertimiento de aguas residuales directamente al suelo sin previo tratamiento. Cabe mencionar que las aguas residuales que se generen en los sanitarios serán retirados del predio por la empresa prestadora del servicio, con lo que

se garantiza que existirá un correcto manejo, retiro y disposición final de dichos residuos.

- **Medida 3.** Se instalarán contenedores herméticamente cerrados para el almacenamiento temporal de residuos sólidos urbanos, con la finalidad de llevar un estricto control sobre dichos residuos en la obra, evitando de esta manera que se generen lixiviados que pudieran derramarse al suelo y, por ende, penetrar el subsuelo y contaminar el acuífero.
- **Medida 4.** En la etapa de construcción se utilizará concreto permeable el cual sellará de la erosión hídrica, así como permitirá la infiltración del agua de lluvia en la superficie sujeta a CUSTF.

### Generación de oxígeno

La repercusión de este servicio ambiental debido a las obras del proyecto del **Parque ecoturístico Costa Maya** es bajo (sólo de repercusión local), por los argumentos que a continuación se destacan.

Este servicio ambiental, al igual que el anterior, está ligado con el proceso de la fotosíntesis que acontece en las plantas, sin embargo, resulta difícil determinar la cantidad de oxígeno que genera una planta al día, no obstante, se puede calificar de manera cualitativa considerando el grado de madurez y el tipo de vegetación de que se trate.

La valoración cuantitativa de oxígeno, se ha estimado 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 Oxígeno producido por el bioma del bosque se utilizó la siguiente ecuación (Castañeda-Bernal, 2019):

$$O_{2B} = CO_{2FijadoBosques} / 1.5$$

Donde,

$O_{2B}$  = Oxígeno producido en toneladas por el bioma de bosque.  
 $CO_{2FijadoBosques}$  = Toneladas de dióxido de carbono total fijado en bosque.  
1.5 = Relación equivalente; para 1.5 Ton de  $CO_2$  secuestrado se produce 1Ton de  $O_2$ .

Si bien esta fórmula se utiliza para el tipo de vegetación de bosque, y el proyecto no incide sobre este tipo de vegetación, no existiendo registro de estimación para el arreglo vegetativo del proyecto, 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.

Siendo de esta manera:  $O2B = 2834.15 \text{ ton/ha} / 1.5 = \mathbf{1889.43 \text{ ton/ha}}$

Y para el sistema ambiental se ha calculado:

$O2B = 235,854,900.83 \text{ ton/ha} / 1.5 = \mathbf{157,236,600.55 \text{ ton/ha}}$

De esta manera el predio constituye el 0.001 % del total generado por el sistema ambiental por lo cual se puede inferir que no se pone en riesgo la generación de oxígeno en el sistema ambiental cuenca Xcalak-Uvero.

### **Amortiguamiento de impacto de los fenómenos naturales**

Podemos inferir una reducción en el servicio ambiental a nivel puntual, por lo tanto, considerando que en el sistema ambiental se estima una superficie de **83,218.74** hectáreas con cobertura vegetal de Selva mediana subperennifolia que seguirán prestando dicho servicio, y que el proyecto plantea un cambio de uso del suelo de **2.47 ha** que equivalen a **0.003** por ciento, entonces se puede concluir categóricamente que el servicio ambiental por generación de oxígeno, no se pondrá en riesgo con el cambio de uso del suelo propuesto a nivel de la Subcuenca.

Como se mencionó en el capítulo 5 del presente estudio, los fenómenos naturales más recurrentes en la zona donde se ubica el predio del proyecto, son los huracanes, tormentas tropicales y Nortes, los cuales acarrear fuertes cantidades de lluvia y se acompañan de vientos intensos; tal es el caso del huracán Wilma que tuvo incidencia en el año 2005 con una fuerza de sus vientos sostenidos que registraron velocidades por encima de los 240 km/h y rachas de hasta 280 km/h y una velocidad de desplazamiento de entre 3 y 5 km/h, con registros de estacionalidad.

La primera impresión que se tiene sobre los efectos de un fenómeno meteorológico de la magnitud de Wilma es de devastación. Al sufrir su embate la vegetación experimenta derribo de árboles arrancados de raíz o por fractura del tronco a distintos niveles, caída de ramas y defoliación total, como lo observaron Sánchez y Herrera (1990) y Sánchez e Islebe (1999) con el paso del huracán Gilberto en 1988 y por lo dicho en este trabajo.

Sin embargo, pasado un tiempo, todo lo que aún queda en pie y aún lo derribado inicia un proceso de recuperación. En este proceso y atendiendo a la fenología de las especies, la recuperación foliar es de lo primero en iniciarse ya que de ello depende la sobrevivencia y funcionalidad de la especie en su interacción con el ambiente.

### **Modulación o regulación climática**

La pérdida de bosques y selvas en México es una de las fuentes más importantes de emisiones de CO<sub>2</sub>, principal gas de efecto invernadero (GEI) que genera el cambio climático. Es decir, deforestación es igual a cambio climático.

México se encuentra entre los 20 países que más contribuyen al cambio climático y uno de los motivos es la pérdida de los ecosistemas forestales. La deforestación implica pérdida de riqueza biológica, desabasto de agua y acelera el cambio climático, ya que al remover la cobertura vegetal se libera el bióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) almacenado. Se estima que el 20 por ciento de las emisiones de GEI a nivel mundial provienen de la pérdida de los ecosistemas forestales, los cuales desaparecen a un ritmo de 13 millones de hectáreas cada año. De esos 13 millones, por lo menos 500 mil corresponden a México.

Los bosques almacenan, sólo en su cobertura vegetal, 300 mil millones de toneladas de bióxido de carbono, lo que equivale a casi 40 veces las emisiones anuales de este gas producidas por la quema de combustibles fósiles, como el carbón y el petróleo. Cuando un bosque es destruido, el carbono almacenado se libera a la atmósfera mediante la descomposición o la combustión de los residuos vegetales.

La presencia de las plantas en cualquier región del mundo es clave para el ciclo hidrológico en aspectos como almacenamiento de agua, liberación durante la evapotranspiración y condensación del punto de rocío, así como en el balance de radiación y energético y en la dinámica de los vientos. Todos estos elementos en interacción contribuyen al clima de una región. Sin embargo, este complicado y frágil esquema que se da en la naturaleza ha sido

afectado por el hombre al modificar el uso de suelo por el desarrollo de grandes ciudades (Irma Rosas P., et al).

Algunos climatólogos urbanos apuntan que el origen del problema del cambio climático está asociado con la desintegración del complejo suelo-planta-atmósfera, lo que determina el movimiento del agua en sus dos fases: líquida y gaseosa.

El agua al llegar al suelo se moverá tanto vertical como horizontalmente, de acuerdo con las características fisicoquímicas del mismo; verticalmente alcanzará la zona enraizada con lo cual proveerá a las plantas no sólo con agua sino también con nutrientes, y continuará su curso hasta encontrar el nivel freático, con lo que se compensará al manto acuífero de la extracción que realiza el hombre. Tal balance es muy importante para este tan demandado recurso no renovable.

Una vez que el agua y los nutrimentos entren al vegetal, los vasos de conducción se encargarán de llevarlos a las estructuras aéreas, en contra de un gradiente de presión regulado por el cierre y la apertura de estomas. El vegetal conservará parte del agua y nutrimentos, y el resto saldrá en forma de vapor proporcionando agua a la atmósfera a través del proceso de evapotranspiración. El agua que sale permitirá la regulación de la temperatura tanto del vegetal como de la atmósfera.

Es un hecho que la eliminación de la cobertura vegetal en una Selva mediana subperennifolia, reduce la capacidad de la vegetación para actuar como una barrera ante la incidencia de un fenómeno natural como los huracanes y tormentas tropicales; sin embargo, resulta relevante señalar que actualmente se estima una superficie de **83,218.74 hectáreas** con cobertura vegetal de Selva mediana subperennifolia en el sistema ambiental, la cual podrá continuar prestando este servicio ambiental; entonces la prestación del servicio ambiental de la cobertura vegetal como barrera protectora, queda en segundo término para el proyecto en particular donde se planean únicamente remover **2.47 has**.

Tomando en consideración lo anterior, estamos ante la posibilidad de poder afirmar que el cambio de uso de suelo propuesto no pone en riesgo la modulación o regulación climática como un servicio ambiental, puesto que se mantiene una superficie de **83,218.74 hectáreas** con cobertura vegetal de Selva mediana subperennifolia en el sistema ambiental delimitado por la subcuenca Xcalak-Uvero, la cual podrá continuar prestando este servicio ambiental; entonces la cobertura vegetal del predio queda en segundo término.

## Protección de la biodiversidad

La repercusión de este servicio ambiental debido a las obras del proyecto es baja (sólo de repercusión local), por los argumentos que a continuación se destacan.

- La distribución del tipo climático, arreglo geológico y fisiográfico, así como la composición del suelo, cuenca, patrones de drenaje y disponibilidad de agua, flora, fauna y elementos socioeconómicos son compartidos a nivel regional y ninguna característica es única para el área en estudio.
- Por otra parte, el sistema ambiental no presenta condiciones únicas, excepcionales o singulares para el sitio.
- Asimismo, los atributos físicos y biológicos que se presentan a nivel de predio sujeto a CUSTF, se encuentran ampliamente representados, señalando en el Capítulo X que no se comprometen recursos ni atributos debido al cambio de uso propuesto.

Si bien la vegetación total del predio sujeto a CUSTF representa el **0.03%** de la vegetación de la Cuenca Xcalak-Uvero, el área que se intervendrá a CUSTF representa apenas el **0.003%** de la vegetación de dicha cuenca. Con base en lo anterior, la riqueza biótica del área inherente al proyecto se describe con detalle en el apartado descriptivo y analítico del medio biótico (capítulo IV de este documento), asimismo, se destaca que el enfoque que se hace de este rubro se centra en la biodiversidad de especies y de ecosistemas, en virtud de que, debido a los alcances de este DTU no es posible ni hay información disponible de la biodiversidad a nivel genético.

En este sentido, los ecosistemas realizan una serie de funciones que nos benefician directa o indirectamente y que muchas veces no son perceptibles de primera instancia, tales como los ciclos biogeoquímicos, producción primaria, regulación del clima, alimento, agua, combustible. Estos servicios incluyen los de provisión, también llamados bienes; los de regulación, que modulan las condiciones en las cuales habitamos y realizamos nuestras actividades productivas; los culturales, que pueden ser tangibles o intangibles pero que dependen fuertemente del contexto sociocultural, y los de sustento, que son los procesos ecológicos básicos.

Este servicio ambiental se refiere al papel que el ecosistema desarrolla para brindar áreas de refugio, alimentación y reproducción para las especies animales residentes y migratorias.

Una de las medidas más efectivas para mantener la diversidad es la protección de los ecosistemas forestales existentes. De acuerdo con los indicadores de diversidad, los valores



indican una composición similar entre la porción de la vegetación muestreada y el área que será intervenida en CUSTF.

En este sentido, se considera que con el rescate y reubicación de las especies se mantendrán los Índices de Biodiversidad estimados para el área, así como con la revegetación de las áreas desprovistas de vegetación. En cuanto a las condiciones ambientales que pudieran propiciar el aumento en la disponibilidad o calidad ambiental del hábitat son las siguientes:

- Riqueza específica: Ésta no será afectada, aseveración derivada del análisis hecho con anterioridad y que se detalla en los apartados descriptivos de la vegetación y de la fauna. Aunado a 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, ya sea mediante reubicación o reforestación.
- Extensión: factor importante para el desarrollo de las poblaciones y comunidades; entre más extenso es su hábitat mayor será la probabilidad de subsistencia, como consecuencia de la oportunidad de recursos. El CUSTF que se solicita podría ocasionar que se disminuya la extensión del hábitat, sin embargo, la remoción de 2.47 ha de la extensión total de la vegetación por afectar en la cuenca Xcalak-Uvero, de la cual representa apenas el 0.003%.
- Continuidad de hábitats y corredores biológicos: se refiere a una condición del hábitat necesaria para el desarrollo de los organismos que está relacionada con la extensión del mismo.
- Riesgo potencial de ingreso de especies exóticas: La posibilidad de la colonización por especies invasoras o exóticas, se aumenta en relación al efecto de conductores de cambio que incidan de manera radical en el incremento significativo de la apertura y liberación de hábitats derivado del desplazamiento inducido de las especies que ahí radican o por la remoción de la vegetación que conforma el estrato básico de los ecosistemas. En este sentido, el proyecto no manejará ni introducirá ningún tipo de individuo perteneciente a especies exóticas; de igual manera la incidencia sobre la cobertura vegetal no representará efectos que propicien la alteración radical de los hábitats.

Por otra parte, si bien a nivel de cuenca, existe una escasa proporción de superficie destinada a las áreas naturales protegidas o de atención prioritaria. A nivel predio sujeto a cambio de uso del suelo, no existe ninguna área natural protegida o de atención prioritaria que merezca atención en protección y resguardo. Así, en términos de diversidad biológica, el proyecto se

encuentra totalmente fuera de alguna área natural protegida con decreto, así como de cualquier región prioritaria en conservación.

Ninguno de los aspectos del sistema ambiental que han sido analizados y descritos en el presente trabajo posee características o cualidades que permitan considerarlos como singulares o raros. El tipo climático, el arreglo geológico, el conjunto fisiográfico, los tipos y asociaciones de suelos, la cuenca, los patrones de drenaje y disponibilidad de agua, la flora y fauna, así como los elementos socioeconómicos son compartidos a nivel regional, siendo el caso que el sistema natural no presenta condiciones singulares, únicas o excepcionales para el sitio del proyecto.

La integridad funcional del ecosistema no se encuentra afectada dada el bajo nivel de perturbación que presentan los componentes naturales. Lo anterior evidenciado por los índices de diversidad y abundancia en flora y fauna señalados en los capítulos III y IV. Por otra parte, los atributos físicos y biológicos que se presentan a nivel de predio sujeto a CUSTF, se encuentran ampliamente representados, señalando en el Capítulo X que no se comprometen recursos ni atributos debido al cambio de uso propuesto.

## **Protección y recuperación de suelo**

### **Retención del suelo dentro del ecosistema**

Este servicio ambiental involucra la función de prevención de la pérdida de suelo (erosión) por viento, escorrentía, así como otros procesos de remoción y almacenamiento de agua en humedales. Este servicio se identifica con una importancia baja en función de las características de relieve del predio, el cual carece de pendientes y gradientes de altitud que impiden la erosión del suelo.

Por otra parte, la conservación de la cobertura vegetal del 90.97% del predio (8.80 ha) elimina la posibilidad de que exista un arrastre de sedimentos. Así mismo se recuerda que en los capítulo VI del presente DTU-modalidad A particular se realizó la estimación de la erosión que se generaría tras el cambio de uso de suelo, dentro de los cuales se pudo demostrar que el proyecto no genera erosión en el terreno ya que se aplicaran medidas preventivas y se dejara un área de conservación que amortizara los vientos, además del hecho de que el suelo no quedara expuesto a la intemperie durante lapsos prolongados, ya que el desplante se realizara paulatinamente y finalmente las áreas de aprovechamiento serán preparadas para

el futuro Parque ecoturístico Costa Maya., subsecuente a los alcances del presente proyecto de cambio de uso de suelo.

### **Proceso de formación de suelos**

La formación del suelo es resultado de la interacción del material parental, el relieve, el tiempo, el intemperismo y los seres vivos. Los tres primeros factores desempeñan un rol pasivo mientras que el clima y los seres vivos participan activamente en la formación del suelo. La cubierta vegetal (especialmente la vegetación primaria) y los animales que habitan en ella, realizan una aportación constante de materia orgánica que es la fuente formadora del suelo y la conservación de su fertilidad. Este proceso se verá afectado en forma puntual donde se realice la remoción de vegetación para la construcción del proyecto.

La importancia de este servicio ambiental se considera con un valor bajo debido a que en el conjunto predial no existen fenómenos de arrastre de suelo ocasionado por la pendiente o bien derivados de la lluvia, de tal manera que el suelo que se forme en una zona permanece en la misma. Así mismo la conservación de la cubierta vegetal del 90.97% del predio de nuestro interés evitará este fenómeno de arrastre, además deberemos añadir que en la gran mayoría del proyecto se utilizara material que permita la infiltración del agua así como nutrientes y minerales al subsuelo (empleara ecocreto). Con base en lo anterior se identifica que este servicio ambiental tiene un grado de afectación muy bajo.

## **CAPITULO V**

# **IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES**

## **V.1 Identificación de impactos**

El impacto ambiental se considera como la modificación del ambiente ocasionada por la acción del hombre o de la naturaleza (Artículo 3o, Fracción XIX, de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente); en este sentido, cualquier cambio que el proyecto ocasione sobre el ambiente, debe ser considerado como un impacto ambiental.

Por otro lado, la evaluación del impacto ambiental es un proceso de análisis que sirve para prever los futuros cambios en el ambiente, ya sean de tipo antropogénico o generados por el mismo ambiente; asimismo, permite elegir aquella alternativa de proyecto cuyo desarrollo maximice los beneficios hacia el ambiente y disminuya los impactos no deseados; por lo tanto, el término impacto no implica en sí mismo negatividad, ya que estos también pueden ser positivos.

## **V2. Caracterización de los impactos**

Para la evaluación de los impactos ambientales se ha dividido en tres etapas:

- Etapa de identificación de los impactos (evaluación cualitativa)
- Etapa de valorización de los impactos (evaluación cuantitativa) y;
- Etapa de jerarquización de los impactos (asignación de rangos).

Estas tres etapas se describen a continuación.

Para la etapa de evaluación, se ha seleccionado el método de Matriz de Cribado o Matriz de Causa-Efecto. Se trata de una metodología que permite identificar los impactos ambientales a través de la interacción de cada una de las actividades del proyecto con los distintos factores del medio ambiente. Consiste en una matriz de doble entrada, en cuyas filas se desglosan los elementos del medio que pudieran ser afectados (físico abiótico, físico biótico y socioeconómico), y estos a su vez se dividen por factores ambientales (aire, agua, suelo, geomorfología, paisaje, flora, fauna, demografía, sector primario y sector secundario); en tanto que las columnas contienen las actividades del proyecto causales del impacto.

Este método fue seleccionado debido a que está confeccionado con el fin de poder adaptarse a todo tipo de proyectos por su carácter generalista y dado que permite la integración de conocimientos sectoriales, pudiendo actuar como hilo conductor para el trabajo de un equipo interdisciplinario; esto lo hace especialmente útil y práctico como herramienta para estudios

de impacto ambiental; aunado a que el modelo es bastante completo y permite, partiendo de un diagrama arborescente del sistema ambiental, hacer una evaluación tanto cualitativa como cuantitativa del impacto ambiental, logrando esto último mediante el empleo de funciones de transformación. Además, posibilita comparar los impactos del proyecto en los escenarios del medio, sin implementar medidas protectoras y con la aplicación de ellas.

Entre las ventajas del método seleccionado se pueden citar las siguientes:

- 1) permite la obtención de un índice global de impactos;
- 2) se adapta a diferentes tipos de proyectos;
- 3) pondera los efectos mediante la asignación de pesos; y
- 4) realiza una evaluación cualitativa y cuantitativa del impacto.

A continuación, se presenta la Matriz de Cribado o Matriz de Causa-Efecto propuesta para la evaluación de los impactos ambientales, por cada etapa del proyecto. En dicha matriz se establecen las interacciones acción-factor ambiental, en donde las acciones se incluirán en las columnas, en tanto que los factores ambientales se desglosarán por filas; en este sentido, cuando una acción afecte uno o varios factores ambientales, se marcará la celda común a ambas. Cabe mencionar que, en esta etapa de la evaluación de los impactos, la valoración de estos es de tipo cualitativa (Tabla 43).

Tabla 43. Matriz de causa efecto empelada para identificar los impactos de tipo cualitativos.

ETAPA DE CAMBIO DE USO DEL SUELO										
MATRIZ DE CRIBADO MATRIZ DE CAUSA EFECTO	ACTIVIDADES									
En las columnas se colocaron todas aquellas actividades involucradas en el cambio de uso del suelo y en las filas se incluyeron todos y cada uno de los	Generación de empleos	Generación de residuos	Generación de aguas	Actividad humana	Delimitación de la zona de	Compra o renta de	Rescate de vegetación y/o	Desmonte	Despalme	Triturado del material

componentes del ambiente que se verán afectados por dichas actividades.										
La celda que indicaba una posible interacción entre ambos componentes de la matriz fue marcada con un color específico.										
Elemento del medio	Factor del medio									
Abiótico	Aire									
	Suelo									
	Hidrología									
Biótico	Flora									
	Fauna									
Perceptual	Paisaje									
Socioeconómico	Sector social									
	Sector económico									

### V.3 Valoración de los impactos

De acuerdo con la matriz que antecede, se identificaron 18 posibles interacciones entre las actividades implicadas en el cambio de uso de suelo propuesto, y los elementos que integran el medio físico y biótico; siendo la flora, la fauna y el suelo, los elementos que recibirán el mayor número de impactos de acuerdo con dichas interacciones.

Una vez definidas las interacciones entre los componentes del medio y las actividades del proyecto, se procede a valorarlos cuantitativamente a través de criterios de valoración, como una segunda etapa de la evaluación.

A cada criterio seleccionado para esta valorización, se le asignó un valor numérico y consecuentemente se realizó la sumatoria de los valores asignados aplicando el algoritmo propuesto por Domingo Gómez Orea (1988), modificado, el cual se indica como sigue:

$$VIM = +/- (3In + 2Ex + Ce + Mo + Pe + Pr + Rv + Rc)$$

Donde:

**VIM** = Valor de importancia del impacto

**(+/-)** = Signo (positivo o negativo)

**In** = Intensidad

**Ex** = Extensión

**Ce** = Causa-efecto

**Mo** = Momento

**Pe** = Persistencia

**Pr** = Periodicidad

**Rv** = Reversibilidad

**Rc** = Recuperabilidad

A continuación, se indican y describen los criterios utilizados en el algoritmo (Tabla 44).

Tabla 44. Criterios de valoración propuestos para evaluación de los impactos detectados.

CRITERIOS DE VALORACION DE LOS IMPACTOS		
NO	CRITERIO	ATRIBUTOS
1	CARÁCTER	POSITIVO/NEGATIVO
2	INTENSIDAD	ALTA/MEDIA/BAJA
3	CAUSA-EFECTO	DIRECTO/INDIRECTO



4	EXTENSION	PUNTUAL/EXTENSO/PARCIAL
5	MOMENTO	CORTO PLAZO/ MEDIANO PLAZO /LARGO PLAZO
6	PERSISTENCIA	FUGAZ/ TEMPORAL /PERMANENTE
7	PERIODICIDAD	IRREGULAR/PERIODICO/CONTINUO
8	REVERSIBILIDAD	REVERSIBLE/IRREVERSIBLE
9	RECUPERABILIDAD	PREVENTIVO/MITIGABLE/RECUPERABLE/IRRECUPERABLE

Como puede verse en el cuadro anterior, para la evaluación cuantitativa del impacto, se utilizaron 9 criterios y 25 atributos, los cuales se describen como sigue:

**Carácter (+ ó -).** - Cuando hablamos del carácter del impacto, simplemente aludimos a si es beneficioso o dañino, lo cual suele indicarse con un signo positivo (+) o negativo (-), respectivamente. Con el impacto positivo las condiciones del medio (abiótico, biótico, perceptual y socioeconómico) se benefician y mejoran, mientras que con el negativo se dañan o deterioran.

**Intensidad (In).** - Si por definición la intensidad es el grado de fuerza, cuando hablamos de la intensidad del impacto nos referimos a su nivel de destrucción si se trata de un impacto negativo, o de beneficio, si es positivo. Con un propósito práctico el grado de destrucción o beneficio se define como alto, medio o bajo, para identificar diferentes niveles de daño o mejora en las condiciones del medio (abiótico, biótico, perceptual y socioeconómico).

En un sentido negativo, cuando la intensidad es alta se produce una destrucción casi total del factor ambiental afectado, y si es baja hay una modificación mínima del factor afectado. En un sentido positivo, la intensidad alta refleja un beneficio máximo, mientras que si es baja solo indicaría una cierta mejora. En ambos casos, la intensidad media representa una situación intermedia al ser comparada con los dos niveles anteriores.

En relación con este criterio, para el presente estudio se considerará lo siguiente:

- Intensidad alta: cuando el impacto ocasione una destrucción total o produzca un beneficio máximo sobre el recurso, con respecto al estado cero que presente antes de la puesta en marcha del proyecto.
- Intensidad media: cuando el impacto ocasione sobre el recurso, una destrucción o un beneficio mayor al 50 % con respecto al estado cero que presente antes de la puesta en marcha del proyecto, pero no su destrucción total o un beneficio máximo.
- Intensidad baja: cuando el impacto ocasione una destrucción o produzca un beneficio menor al 50 % sobre el recurso, con respecto al estado cero que presente antes de la puesta en marcha del proyecto.

**Relación-causa efecto (Ce).** - Hace alusión a la inmediatez del impacto y su posición en la cadena de efectos. Si el impacto tiene un efecto inmediato sobre algún factor del medio se habla de impacto directo. Si el efecto tiene lugar a través de un sistema de relaciones más complejas y no por la relación directa acción-factor entonces se dice que es indirecto. Los impactos directos son también llamados primarios, son los más obvios pues ocurren casi al mismo tiempo que la acción que los causa, mientras que los indirectos son llamados secundarios, terciarios, etc.

**Extensión (Ex).** - La extensión permite considerar algo tan importante como las características espaciales del impacto, es decir, hasta dónde llega su efecto. Bajo este criterio los impactos se dividen en puntual, cuando afecta un espacio muy localizado; extenso si afecta un espacio muy amplio, o parcial si afecta un espacio intermedio, al ser comparado de manera relativa con los dos niveles anteriores. Para este criterio es necesario establecer una escala espacial relativa, referida al factor que se analiza, que a su vez ayudará a precisar las áreas de influencia directa e indirecta del proyecto.

Para fines del presente estudio, la escala espacial en la aplicación de este criterio, se considerará como se indica a continuación:

- Puntual: cuando el impacto sólo afecte la superficie donde se esté realizando la obra o actividad de que se trate.
- Parcial: cuando el impacto afecte una superficie mayor al sitio donde se esté realizando la actividad de que se trate, pero dentro de los límites del sistema ambiental.

- Extenso: cuando el efecto del impacto se produzca más allá de los límites del sistema ambiental.

**Momento (Mo).** - Alude al momento en que ocurre el impacto, es decir, el tiempo transcurrido desde que la acción se ejecuta y el impacto se manifiesta. Este tipo de impacto puede ocurrir a corto plazo, si se manifiesta inmediatamente o al poco tiempo de ocurrida la acción; a largo plazo si se expresa mucho tiempo después de ocurrida la acción; o a mediano plazo si se manifiesta en un momento después de ocurrida la acción que resulta intermedio al ser comparado de manera relativa con los dos niveles anteriores.

Para fines prácticos y metodológicos del presente estudio, en la aplicación de este criterio se considerará lo siguiente:

- Corto plazo: si el impacto ocurre en forma inmediata o un mes después de que se produzca el factor que lo genera.
- Mediano plazo: cuando el efecto del impacto se manifieste en un período mayor a un mes, pero menor a tres meses de haberse producido el factor que lo genera.
- Largo plazo: cuando el efecto del impacto se manifieste en un período mayor a tres meses de haberse producido el factor que lo genera.

**Persistencia (Pe).** - Se refiere al tiempo que permanece actuando el impacto, es decir, la duración que teóricamente tendrá la alteración del factor que se está valorando. Así, se considera permanente aquel impacto que provoca una alteración indefinida en el tiempo; temporal aquel que causa una alteración transitoria; y fugaz aquel que causa una alteración breve.

Para este tipo de criterio es necesario establecer una escala temporal relativa, referida al factor que se analiza y para ello se tomará como base el cronograma del proyecto, el cual permitirá establecer un tiempo concreto de duración ajustado a la realidad del proyecto.

Para fines del presente estudio, la escala espacial en la aplicación de este criterio se considerará como se indica a continuación:

- Fugaz: si el impacto deja de manifestarse al cesar el factor lo que se genera.

- Temporal: si el impacto se manifiesta sólo durante la etapa en la que se genera, e incluso en la etapa subsecuente, pero no durante toda la vida útil del proyecto.
- Permanente: si el impacto se manifiesta durante toda la vida útil del proyecto.

**Periodicidad (Pr).** - Alude a la regularidad o grado de permanencia del impacto en un período de tiempo. Se define como irregular al que se manifiesta de forma discontinua e impredecible en el tiempo, periódico si se expresa de forma regular pero intermitente en el tiempo y continuo si el cambio se manifiesta constante o permanentemente en el tiempo. Este último, en su aplicación tiende a confundirse con el impacto permanente, sin embargo, el impacto permanente concierne a su comportamiento en el tiempo y el continuo al tiempo de actuación.

**Reversibilidad (Rv).** - En ocasiones, el medio alterado por alguna acción puede retornar de forma natural a su situación inicial cuando la acción cesa; hablamos entonces de impacto reversible. Cuando al desaparecer dicha acción, no es posible el retorno al estado original de manera natural, decimos entonces que el impacto es irreversible. Este criterio no se considera para evaluar los impactos al medio socioeconómico, puesto que los elementos que lo integran no son de tipo natural.

**Recuperabilidad (Rc).** - No siempre es posible que el medio alterado por alguna acción pueda regresar de forma natural a su situación inicial cuando la acción cesa. En tales casos debemos tomar medidas para que esto ocurra. Definimos entonces el impacto recuperable cuando éste desaparece al cesar la acción que lo causa; preventivo cuando se aplican medidas que impiden la manifestación del impacto; mitigable como aquel donde la aplicación de medidas correctoras sólo reducen el efecto de la acción impactante, sin llegar a la situación inicial; e irrecuperable cuando al desaparecer la acción que lo causa no es posible el retorno a la situación inicial, ni siquiera a través de medidas de protección ambiental, por lo que además de medidas mitigadoras para reducirlo, debemos aplicar las llamadas medidas compensatorias para remediarlo. En los casos, preventivo y mitigable, aplican las llamadas medidas preventivas o de mitigación, a las cuales nos referiremos en el próximo capítulo.

La categoría de recuperabilidad no aplica a los impactos positivos, pues su definición abarca el concepto de medidas mitigadoras o compensatorias que solo se aplican a los impactos negativos. Para los impactos positivos se manejan las llamadas medidas optimizadoras

encaminadas a perfeccionar, ampliar y expandir el beneficio del impacto positivo; sin embargo, para el presente estudio estas medidas no fueron consideradas, ya que no afectan ni deterioran a los elementos del medio.

Visto lo anterior y de manera previa a la valoración cuantitativa de los impactos ambientales a través del algoritmo propuesto por Domingo Gómez Orea (1988), a continuación, se procede a la asignación de rangos para los criterios de valoración por cada uno de sus atributos, según corresponda, a fin de poder obtener un valor de ponderación para los impactos asociados al proyecto (Tabla 45).

Tabla 45. Criterios de valoración de los impactos.

CRITERIO	RANGO	VALOR
CARÁCTER	POSITIVO	+
	NEGATIVO	-
INTENSIDAD (In)	BAJA	1
	MEDIA	2
	ALTA	3
EXTENSION (Ex)	PUNTUAL	1
	PARCIAL	2
	EXTENSO	3
CAUSA-EFECTO (Ce)	INDIRECTO	1
	DIRECTO	2
MOMENTO (Mo)	CORTO PLAZO	1
	MEDIANO PLAZO	2
	LARGO PLAZO	3

PERSISTENCIA (Pe)	FUGAZ	1
	TEMPORAL	2
	PERMANENTE	3
PERIODICIDAD (Pr)	IRREGULAR	1
	PERIODICO	2
	CONTINUO	3
REVERSIBILIDAD (Rv)	REVERSIBLE	1
	IRREVERSIBLE	2
RECUPERABILIDAD (Rc)	PREVENTIVO	0
	RECUPERABLE	1
	MITIGABLE	2
	IRRECUPERABLE	3

Una vez definidos los criterios de evaluación, así como sus rangos y valores, a continuación, se presentan los cálculos realizados para la valoración de los impactos ambientales identificados (nivel cuantitativo), utilizando el algoritmo modificado de Gómez Orea, antes descrito.

### **Impacto ambiental identificado (1): Reducción de la cobertura vegetal**

Descripción del impacto:

El origen de este impacto, de **carácter negativo** (-), de acuerdo con la matriz de causa-efecto, será el desmonte, ya que dicha actividad implica la remoción de vegetación natural dentro en las zonas de aprovechamiento propuestas para el proyecto, lo que también trae como consecuencia el desplazamiento de la fauna y la modificación del entorno natural, alterando el medio perceptual.

Evaluación del impacto:

Se asume que el impacto tendrá una intensidad baja, dado que se pretende aprovechar el 9.98% de la superficie total del predio; donde el 90.02% de la superficie de CUSTF, conservará el estrato arbóreo, lo que mitiga el efecto de ese impacto, limitándose a la superficie propuesta para el cambio de uso del suelo. El desmonte, principal actividad a realizar durante el cambio de uso del suelo, es el factor causante del impacto por lo que se relaciona directamente con el proyecto; sin embargo, el desmonte será gradual a lo largo de 5 años (periódico), por lo que se espera que el impacto alcance su máxima intensidad hasta finalizar ese ciclo. La pérdida de la cobertura vegetal será permanente durante toda la vida útil del proyecto; por lo que su recuperación al estado original requiere la intervención del hombre mediante medidas de restauración.

Tabla 46. Criterios de valoración de los impactos por reducción de la cobertura vegetal.

IMPACTO 1		
CRITERIO	RANGO	VALOR
CARÁCTER	NEGATIVO	-
INTENSIDAD (In)	BAJA	1
EXTENSION (Ex)	PUNTUAL	1
CAUSA-EFECTO (Ce)	DIRECTO	2
MOMENTO (Mo)	LARGO PLAZO	3
PERSISTENCIA (Pe)	PERMANENTE	3
PERIODICIDAD (Pr)	PERIODICO	2
REVERSIBILIDAD (Rv)	IRREVERSIBLE	2

RECUPERABILIDAD (Rc)	MITIGABLE	2
-------------------------	-----------	---

Valor de importancia del impacto

$$VIM = +/- (3In + 2Ex + Ce + Mo + Pe + Pr + Rv + Rc)$$

$$VIM = - (3(1) + 2(1) + 2 + 3 + 3 + 2 + 2 + 2)$$

$$VIM = -19$$

### **Impacto ambiental identificado (2): Pérdida del hábitat**

**Descripción del impacto:** El origen de este impacto, de carácter **negativo**, de acuerdo con la matriz de causa-efecto, será el desmonte durante los trabajos de preparación del sitio, ya que dicha actividad implica remover la vegetación natural dentro de las zonas propuestas para el aprovechamiento y desarrollo del proyecto; superficies que actualmente funcionan como hábitat para la flora y la fauna asociada.

Evaluación del impacto:

Se asume que el impacto tendrá una intensidad baja, dado que el hábitat natural se perderá en el 9.13% de la superficie total del predio; sin embargo, el 90.86% del área de aprovechamiento se destinará como área verde y conservará el estrato arbóreo, lo que continuará ofreciendo nichos ecológicos para la fauna silvestre, lo que mitiga el efecto de ese impacto, limitándose a la superficie propuesta para el cambio de uso del suelo. El desmonte, principal actividad a realizar durante el cambio de uso del suelo, es el factor causante del impacto por lo que se relaciona directamente con el proyecto; sin embargo, el desmonte será gradual a lo largo de 5 años (periódico), por lo que se espera que el impacto alcance su máxima intensidad hasta finalizar ese ciclo. La pérdida del hábitat será permanente durante toda la vida útil del proyecto; por lo que su recuperación al estado original requiere la intervención del hombre mediante medidas de restauración.



Tabla 47. Criterios de valoración de los impactos por pérdida del hábitat.

IMPACTO 2		
CRITERIO	RANGO	VALOR
CARÁCTER	NEGATIVO	-
INTENSIDAD (In)	BAJA	1
EXTENSION (Ex)	PUNTUAL	1
CAUSA-EFECTO (Ce)	DIRECTO	2
MOMENTO (Mo)	LARGO PLAZO	3
PERSISTENCIA (Pe)	PERMANENTE	3
PERIODICIDAD (Pr)	PERIODICO	2
REVERSIBILIDAD (Rv)	IRREVERSIBLE	2
RECUPERABILIDAD (Rc)	MITIGABLE	2

Valor de importancia del impacto

$$VIM = +/- (3In + 2Ex + Ce + Mo + Pe + Pr + Rv + Rc)$$

$$VIM = - (3(1) + 2(1) + 2 + 3 + 3 + 2 + 2 + 2)$$

$$VIM = -19$$

**Impacto ambiental identificado (3): Pérdida del suelo**

Ocasiona la pérdida del recurso. Al finalizar el cambio de uso del suelo se habrá removido el suelo en el 9.13% del predio, mientras que el 90.86% restante se conservará en sus condiciones naturales, dado que corresponde a las áreas verdes que conservarán el estrato arbóreo, mitigando el efecto del impacto. Se limita sólo a la superficie sujeta al cambio de uso del suelo. El proyecto propuesto implica el despalme, y por lo tanto se relaciona en forma directa con la pérdida del suelo. El despalme se llevará a cabo de acuerdo con el cronograma de trabajo y será hasta el último año cuando el suelo se pierda en su totalidad dentro de la superficie de aprovechamiento (año 5). La pérdida del suelo será permanente durante toda la vida útil del proyecto. Se considera periódico, ya que el despalme y por ende la pérdida del suelo, se realizará por etapas de acuerdo con lo indicado en el cronograma de trabajo.

El suelo no podrá recuperarse por medios naturales en caso de cesar la actividad, ya que para ello se requiere aplicar medidas de restauración. El suelo removido será resguardado al interior del predio y utilizado para las labores de rescate y reubicación de la flora; y en su caso, para las labores de ajardinado del proyecto futuro o dentro de las áreas verdes que así lo requieran.

Tabla 48. Criterios de valoración de los impactos por pérdida del suelo.

IMPACTO 3		
CRITERIO	RANGO	VALOR
CARÁCTER	NEGATIVO	-
INTENSIDAD (In)	BAJA	1
EXTENSION (Ex)	PUNTUAL	1
CAUSA-EFECTO (Ce)	DIRECTO	2
MOMENTO (Mo)	LARGO PLAZO	3
PERSISTENCIA (Pe)	PERMANENTE	3

PERIODICIDAD (Pr)	PERIODICO	2
REVERSIBILIDAD (Rv)	IRREVERSIBLE	2
RECUPERABILIDAD (Rc)	MITIGABLE	2

Valor de importancia del impacto

$$VIM = +/- (3In + 2Ex + Ce + Mo + Pe + Pr + Rv + Rc)$$

$$VIM = - (3(1) + 2(1) + 2 + 3 + 3 + 2 + 2 + 2)$$

$$VIM = -19$$

#### **Impacto ambiental identificado (4): Suspensión de partículas**

**Descripción del impacto:** Este impacto, de carácter negativo, será producido con los trabajos de desmonte y despalme y triturado del material vegetal, debido a que la acción del viento puede llegar a provocar la suspensión en el aire de partículas que estén sueltas.

Evaluación del impacto:

Altera la calidad del componente ambiental (aire).

Las partículas suspendidas afectarán la calidad del recurso de manera temporal pero no ocasionarán su destrucción en ningún sentido. La dispersión de partículas por acción eólica podrá ocurrir más allá del sitio donde se realiza la actividad o factor que lo genera; sin embargo, dado que se conservará cobertura vegetal arbórea, las mismas podrán actuar como barreras naturales de contención, confinando el efecto del impacto a la superficie de cambio de uso del suelo. El desmonte, despalme y triturado del material vegetal, son las actividades responsables de la suspensión de partículas, por lo que se relaciona en forma directa con el proyecto.

El impacto puede manifestarse desde el inicio del desmonte y despalme, por lo que se considera que su impacto será inmediato. Las partículas que podrían llegar a ser suspendidas

por el viento permanecerán en el aire por períodos cortos de tiempo, dado que su peso producirá que éstos se precipiten y se reincorporen nuevamente al suelo. Se considera irregular, ya que la suspensión de las partículas ocurrirá en forma impredecible pero no continua.

Las partículas se podrán precipitar debido a su peso, o por algún factor externo como la lluvia, o ser retenidas por la vegetación en las áreas de conservación. Se aplicarán medidas preventivas para evitar la dispersión de partículas durante los trabajos de preparación del sitio del proyecto.

Tabla 49. Criterios de valoración de los impactos por suspensión de partículas.

IMPACTO 4		
CRITERIO	RANGO	VALOR
CARÁCTER	NEGATIVO	-
INTENSIDAD (In)	BAJA	1
EXTENSION (Ex)	PUNTUAL	1
CAUSA-EFECTO (Ce)	DIRECTO	2
MOMENTO (Mo)	CORTO PLAZO	1
PERSISTENCIA (Pe)	TEMPORAL	2
PERIODICIDAD (Pr)	PERIODICO	2
REVERSIBILIDAD (Rv)	REVERSIBLE	1
RECUPERABILIDAD (Rc)	PREVENTIVO	0

Valor de importancia del impacto

$$VIM = +/- (3In + 2Ex + Ce + Mo + Pe + Pr + Rv + Rc)$$

$$VIM = - (3(1) + 2(1) + 2 + 1 + 2 + 2 + 1 + 0)$$

$$VIM = -13$$

### **Impacto ambiental identificado (5): Reducción de la calidad visual del paisaje**

**Descripción del impacto:** El impacto, de carácter negativo, será producido con la remoción de la vegetación y la presencia de elementos o acciones antrópicas; lo que implica la pérdida de los elementos naturales que predominan en el entorno, reduciendo con ello la calidad visual del paisaje.

Evaluación del impacto:

Provoca una alteración en la calidad del recurso. Se estima que la reducción de la calidad visual del paisaje será baja en virtud de que el aprovechamiento se limita sólo a la superficie del predio, del cual se ocupará el 9.13%, manteniendo el estrato arbóreo con áreas verdes en el 90.86%, lo que mitiga el efecto del impacto. La reducción de la calidad visual del paisaje no va más allá de la zona de aprovechamiento en virtud de que el predio se encuentra inmerso dentro de un ecosistema de selva mediana subperennifolia.

La intervención del predio para su aprovechamiento se relaciona en forma directa con la reducción de la calidad visual del paisaje in situ.

Con los trabajos de desmonte y despalme serán eliminados los elementos naturales del predio, lo que trae como consecuencia una reducción de la calidad visual del paisaje; sin embargo, el desmonte, y por ende, la pérdida de los elementos naturales en las áreas de aprovechamiento, concluirá hasta los 5 años de iniciado el proyecto (contemplando también la construcción y operación del proyecto que no se someten a evaluación), por lo que el impacto alcanzará toda su magnitud hasta que se concluya ese plazo.

La reducción de la calidad visual será permanente durante toda la vida útil del proyecto, ya que éste introduce elementos de alteración en el paisaje. La alteración de la calidad visual del paisaje será constante a lo largo del tiempo, durante toda la vida útil del proyecto. Para recuperar la calidad visual del paisaje, necesariamente se requiere de la intervención del hombre para la restauración de los elementos naturales que fueron eliminados. El paisaje tendrá una alta capacidad para absorber el proyecto, toda vez que el entorno predominante natural terminará por establecer un paisaje de tipo ecoturístico temático.

Tabla 50. Criterios de valoración de los impactos por reducción de la calidad visual del paisaje

IMPACTO 5		
CRITERIO	RANGO	VALOR
CARÁCTER	NEGATIVO	-
INTENSIDAD (In)	BAJA	1
EXTENSION (Ex)	PUNTUAL	1
CAUSA-EFECTO (Ce)	DIRECTO	2
MOMENTO (Mo)	LARGO PLAZO	3
PERSISTENCIA (Pe)	PERMANENTE	3
PERIODICIDAD (Pr)	CONTINUO	3
REVERSIBILIDAD (Rv)	IRREVERSIBLE	2
RECUPERABILIDAD (Rc)	MITIGABLE	2

Valor de importancia del impacto

$$VIM = +/- (3In + 2Ex + Ce + Mo + Pe + Pr + Rv + Rc)$$

$$VIM = - (3(1) + 2(1) + 2 + 3 + 3 + 3 + 2 + 2)$$

$$VIM = -20$$

**Impacto ambiental identificado (6): Perturbación del hábitat**

**Descripción del impacto:** Durante los trabajos implicados en el cambio de uso del suelo, la actividad humana y todos los elementos que se vinculan, ocasionarán la perturbación del

hábitat de la fauna, lo que dará origen a su desplazamiento fuera de las áreas de aprovechamiento, por lo que se considera un impacto de carácter negativo.

Evaluación del impacto:

Ocasiona la alteración de la calidad del hábitat. Se reducirá la calidad del hábitat de la fauna en el 9.13% del predio, aunque se mantendrá el 90.86 % como áreas naturales conservando el estrato arbóreo, lo que brindará refugio, alimentación y nuevos nichos ecológicos a la fauna desplazada, dándole un sentido mitigable al impacto.

La perturbación del hábitat se limitará a la superficie de aprovechamiento, considerando que la zona en la que se ubica el predio es compatible con las actividades de ecoturismo. Los trabajos de desmonte y despalme serán los factores causantes de la perturbación del hábitat. El desmonte se llevará a cabo de acuerdo con la calendarización citada en el presente estudio, y será hasta los 5 años de concluida esa actividad cuando se produzca la mayor perturbación del hábitat.

La perturbación ocurrirá sólo durante la jornada diaria del cambio de uso del suelo, pero cesarán al término de esta, cada día. Se considera periódico ya que los trabajos de preparación el sitio, están definidos en tiempo y por ende el impacto cesará al término de éstos.

Debido a que el predio estará destinado a actividades no forestales, entonces las condiciones del hábitat dentro de la zona de aprovechamiento no podrán restablecerse por medios naturales. Se prevé la implementación de actividades de ahuyentamiento de fauna, así como la puesta en marcha de programas que incluyen actividades rescate y reubicación de especies florísticas y faunísticas dentro de zonas naturales o de conservación. Con lo anterior, la fauna se restablecerá en hábitats adecuados y similares a los afectados.

Tabla 51. Criterios de valoración de los impactos por perturbación del hábitat.

IMPACTO 6		
CRITERIO	RANGO	VALOR
CARÁCTER	NEGATIVO	-

INTENSIDAD (In)	BAJA	1
EXTENSION (Ex)	PUNTUAL	1
CAUSA-EFECTO (Ce)	DIRECTO	2
MOMENTO (Mo)	LARGO PLAZO	3
PERSISTENCIA (Pe)	TEMPORAL	2
PERIODICIDAD (Pr)	PERIODICO	2
REVERSIBILIDAD (Rv)	REVERSIBLE	1
RECUPERABILIDAD (Rc)	MITIGABLE	2

Valor de importancia del impacto

$$VIM = +/- (3In + 2Ex + Ce + Mo + Pe + Pr + Rv + Rc)$$

$$VIM = - (3(1) + 2(1) + 2 + 3 + 2 + 2 + 1 + 2)$$

$$VIM = -17$$

### **Impacto ambiental identificado (7): contaminación ambiental por residuos**

**Descripción del impacto:** Un manejo inadecuado de los residuos sólidos urbanos (orgánicos e inorgánicos), de manejo especial, así como los peligrosos, sólidos y líquidos que se generarán durante el cambio de uso del suelo, podría traducirse en la contaminación del suelo y del subsuelo, dándole un carácter negativo al impacto.

Evaluación del impacto:

Ocasiona la contaminación de los recursos ya señalados.



En caso de no existir un adecuado manejo integral de los residuos, la contaminación no ocasionará la destrucción total de los recursos impactados, ni mucho menos rebasará el 10% de los mismos, pues es posible aplicar medidas de remediación que subsanan el efecto del impacto. La contaminación de los recursos puede alcanzar una superficie mayor a la que será intervenida durante la etapa de preparación del sitio, pero siempre dentro de los límites del sistema ambiental.

Los trabajos relacionados con la preparación del sitio del proyecto no serán los factores causantes de la contaminación de los recursos, más bien se relaciona con un manejo inadecuado de los mismos por parte de los trabajadores.

Una posible contaminación de los recursos naturales ocurrirá en un tiempo mayor a un mes, por lo que se considera un impacto que ocurrirá a mediano plazo.

Los elementos potencialmente contaminantes ocurrirán sólo en el plazo de tiempo señalado en el calendario citado en el presente estudio, dando inicio desde los trabajos de preparación del sitio hasta el final de este proceso.

Los factores contaminantes se producirán en forma continua e intermitente en el tiempo que dura la etapa de preparación del sitio del proyecto y cesarán al término de esta. Los agentes contaminantes podrían llegar a ser recuperados mediante campañas de limpieza, y por lo tanto podrían ser suprimidos del medio. Se aplicarán medidas preventivas específicas (Plan de manejo de residuos sólidos y de manejo especial) para evitar que el impacto se manifieste.

Tabla 52. Criterios de valoración de los impactos por contaminación ambiental por residuos.

IMPACTO 7		
CRITERIO	RANGO	VALOR
CARÁCTER	NEGATIVO	-
INTENSIDAD (In)	BAJA	1
EXTENSION (Ex)	PARCIAL	1
CAUSA-EFECTO (Ce)	INDIRECTO	1

MOMENTO (Mo)	MEDIANO PLAZO	2
PERSISTENCIA (Pe)	TEMPORAL	2
PERIODICIDAD (Pr)	PERIODICO	2
REVERSIBILIDAD (Rv)	REVERSIBLE	1
RECUPERABILIDAD (Rc)	PREVENTIVO	0

Valor de importancia del impacto

$$VIM = +/- (3In + 2Ex + Ce + Mo + Pe + Pr + Rv + Rc)$$

$$VIM = - (3(1) + 2(1) + 1 + 2 + 2 + 2 + 2 + 0)$$

$$VIM = -13$$

### **Impacto ambiental identificado (8): Contaminación por ruido**

**Descripción del impacto:** La ejecución del cambio de uso del suelo, requiere el empleo de maquinaria pesada para el despalme y desmonte, lo que ocasionará ruido en la obra, que a su vez originará la perturbación del hábitat de la fauna en las zonas que no estén siendo intervenidas, dándole un carácter negativo al impacto.

Evaluación del impacto:

El ruido se considera un factor que ocasiona alteraciones importantes en el medio, debido a su efecto estresante, lo que puede afectar negativamente a la fauna silvestre del sitio, e incluso a los propios trabajadores de la obra. La jornada de trabajo del proyecto se estima en 8 horas en un día; en seis días a la semana, reflejando un período de 192 horas al mes en el que se producirá ruido, lo cual se considera de bajo impacto, pues esas 192 horas equivalen a 8 días al mes (192/24), además que se laborará en horario diurno.

La contaminación por ruido puede alcanzar una superficie mayor a la que será aprovechada, pero sin rebasar el área de aprovechamiento o los límites del predio, dada la extensión de

este y debido a que la cobertura vegetal que se conservará en estado natural actuará como barreras para mitigar el efecto del impacto.

La operación de equipo y maquinaria durante el desmonte y movimiento de tierras se considera como los elementos causantes de la contaminación auditiva y perturbación del hábitat. Este tipo de contaminación ocurrirá en forma inmediata cuando den inicio los trabajos de preparación del sitio.

Como se mencionó anteriormente, la jornada de trabajo al día será de 8 horas, es decir, que el medio permanecerá sin los efectos del impacto durante 16 horas, por lo que se considera un impacto pasajero. La generación de ruido será impredecible a lo largo del tiempo. Al cese de la jornada, el impacto dejará de manifestarse. Se aplicarán medidas de mitigación específicas para reducir el efecto del impacto.

Tabla 53. Criterios de valoración de los impactos por contaminación por ruidos.

IMPACTO 8		
CRITERIO	RANGO	VALOR
CARÁCTER	NEGATIVO	-
INTENSIDAD (In)	BAJA	1
EXTENSION (Ex)	PARCIAL	2
CAUSA-EFECTO (Ce)	INDIRECTO	1
MOMENTO (Mo)	MEDIANO PLAZO	2
PERSISTENCIA (Pe)	TEMPORAL	2
PERIODICIDAD (Pr)	PERIODICO	2

REVERSIBILIDAD (Rv)	REVERSIBLE	1
RECUPERABILIDAD (Rc)	PREVENTIVO	0

Valor de importancia del impacto

$$VIM = +/- (3In + 2Ex + Ce + Mo + Pe + Pr + Rv + Rc)$$

$$VIM = - (3(1) + 2(2) + 1 + 2 + 2 + 2 + 1 + 0)$$

$$VIM = -15$$

**Impacto ambiental identificado (9): Reducción de los servicios ambientales**

Descripción del impacto:

La ejecución del cambio de uso del suelo implica la eliminación de la cobertura vegetal del predio, así como la remoción del suelo y la pérdida de micro poblaciones de flora y fauna silvestre; particularmente durante las actividades de desmonte y despalme, lo que tiene como consecuencia la reducción de los servicios ambientales que provee el ecosistema, dentro de la superficie de aprovechamiento, dándole un carácter negativo al impacto.

Evaluación del impacto:

Se reducen los servicios ambientales que provee el ecosistema dentro del predio, toda vez que la pérdida de la cobertura vegetal ocurrirá en el 9.13% del predio, mientras que el 90.86% restante conservará el estrato arbóreo como áreas naturales y continuará prestando dichos servicios, mitigando el efecto del impacto. Los servicios ambientales son elementos del medio intangibles, cuyos efectos no se limitan sólo al sitio de donde emanan, pues tienen una fuerte interacción con el medio, sin embargo, dado que no se pretende afectar toda la superficie del sistema ambiental, se entiende que el efecto del impacto es parcial. El desmonte y despalme se relacionan en forma directa con la reducción de los servicios ambientales. El impacto se manifestará en toda su magnitud, cuando se hayan concluido los trabajos de desmonte, lo

cual ocurrirá después de 5 años de iniciado el proyecto. La reducción de los servicios ambientales ocurrirá durante toda la vida útil del proyecto, que se estima indeterminada. Para restablecer los servicios ambientales del ecosistema que será afectado, se requiere aplicar medidas de restauración con intervención humana.

Tabla 54. Criterios de valoración de los impactos por reducción de los servicios ambientales.

IMPACTO 9		
CRITERIO	RANGO	VALOR
CARÁCTER	NEGATIVO	-
INTENSIDAD (In)	BAJA	1
EXTENSION (Ex)	PARCIAL	2
CAUSA-EFECTO (Ce)	DIRECTO	2
MOMENTO (Mo)	LARGO PLAZO	3
PERSISTENCIA (Pe)	PERMANENTE	3
PERIODICIDAD (Pr)	CONTINUO	3
REVERSIBILIDAD (Rv)	IRREVERSIBLE	2
RECUPERABILIDAD (Rc)	MITIGABLE	2

Valor de importancia del impacto

$$VIM = +/- (3In + 2Ex + Ce + Mo + Pe + Pr + Rv + Rc)$$

$$VIM = - (3(1) + 2(2) + 2 + 3 + 3 + 3 + 2 + 2)$$

$$VIM = -22$$

**Impacto ambiental identificado (10): Derrama económica**

Descripción del impacto:

El cambio de uso del suelo requiere de la compra y/o renta de equipo mecánico y maquinaria, así como el pago de permisos diversos, entre otros factores que propiciarán una activación en la economía local y la actividad comercial en la zona.

Evaluación del impacto:

Produce un beneficio para la sociedad, lo que le confiere su carácter positivo. La maquinaria, equipo y mano de obra que se requiere, así como el monto económico de los permisos que tendrán que pagarse para llevarse a cabo los trabajos de cambio de uso del suelo, asciende a la cantidad aproximada de \$1'550,000.00 pesos mexicanos, que resultan significativos, por lo que la intensidad del impacto se considera alta. La renta y adquisición de maquinaria y equipo se hará en la localidad de Mahahual y áreas circunvecinas; en tanto que el pago de permisos beneficiará al Municipio de Othón P. Blanco, por lo que el efecto del impacto irá más allá de los límites del predio y del sistema ambiental.

La compra y/o renta de maquinaria y equipo, así como el pago de permisos diversos, es indispensable para la ejecución del proyecto en sus etapas iniciales. Las compras, rentas y pagos de permisos, serán de las primeras actividades que se realicen, incluso antes de que den inicio los trabajos de preparación del sitio. La derrama económica ocurrirá durante los 2 años planteados para llevar a cabo la ejecución del cambio de uso del suelo, de acuerdo a la calendarización del programa de trabajo y cesará al término del proyecto. Pero al término de esta etapa, también cesará el impacto. La derrama económica ocurrirá en forma impredecible pero no será continua, ya que cesará al término del cambio de uso del suelo.

Tabla 55. Criterios de valoración de los impactos por derrama económica.

IMPACTO 10		
CRITERIO	RANGO	VALOR
CARÁCTER	POSITVO	+
INTENSIDAD (In)	ALTA	3

EXTENSION (Ex)	EXSTENSO	3
CAUSA-EFECTO (Ce)	DIRECTO	2
MOMENTO (Mo)	CORTO PLAZO	1
PERSISTENCIA (Pe)	TEMPORAL	2
PERIODICIDAD (Pr)	PERIODICO	2
REVERSIBILIDAD (Rv)	NO APLICA	0
RECUPERABILIDAD (Rc)	NO APLICA	0

Valor de importancia del impacto

$$VIM = +/- (3In + 2Ex + Ce + Mo + Pe + Pr + Rv + Rc)$$

$$VIM = + (3(3) + 2(3) + 2 + 1 + 2 + 2 + 0 + 0)$$

$$VIM = +22$$

### **Impacto ambiental identificado (11): Generación de empleos**

Descripción del impacto:

La ejecución del cambio de uso del suelo requiere de la contratación de personal para que se realicen los trabajos implicados.

Evaluación del impacto:

Produce un beneficio para la sociedad, lo que le confiere su carácter positivo.

La cantidad de personal que se requiere para la etapa de preparación del sitio es moderada, pues se pretenden contratar un total de 60 personas, que, sin embargo, no intervendrán de manera simultánea a lo largo del proceso. El personal que será contratado deberá cumplir como requisito el pertenecer a la Localidad de Mahahual o áreas circunvecinas, por lo que el efecto del impacto se manifestará más allá de los límites del predio y del sistema ambiental.

Sin la contratación del personal es imposible la ejecución del cambio de uso de suelo. La contratación del personal será una de las primeras actividades que se realizarán, incluso antes de que den inicio los trabajos programados. El personal capacitado para ejecutar los trabajos sólo será contratado por el periodo que duren las actividades.

El personal será contratado por única ocasión, de tal manera que la oferta de trabajo cesará cuando la plantilla se encuentre cubierta en su totalidad.

Tabla 56. Criterios de valoración de los impactos por generación de empleos.

IMPACTO 11		
CRITERIO	RANGO	VALOR
CARÁCTER	POSITVO	+
INTENSIDAD (In)	ALTA	3
EXTENSION (Ex)	EXSTENSO	3
CAUSA-EFECTO (Ce)	DIRECTO	2
MOMENTO (Mo)	CORTO PLAZO	1
PERSISTENCIA (Pe)	TEMPORAL	2
PERIODICIDAD (Pr)	PERIODICO	2
REVERSIBILIDAD (Rv)	NO APLICA	0
RECUPERABILIDAD (Rc)	NO APLICA	0



Valor de importancia del impacto

$$VIM = +/- (3In + 2Ex + Ce + Mo + Pe + Pr + Rv + Rc)$$

$$VIM = + (3(3) + 2(3) + 2 + 1 + 2 + 2 + 0 + 0)$$

$$VIM = +22$$

### **V.3.1 Valoración de los impactos**

Una vez realizada la identificación y descripción de los impactos ambientales por cada etapa del proyecto, así como la valoración tanto cualitativa como cuantitativa de los mismos; como paso final en la evaluación de los impactos ambientales, se procede a realizar la jerarquización de todos y cada uno de ellos.

La jerarquización se realizará con base en los resultados obtenidos de la aplicación del algoritmo propuesto por Gómez Orea durante la valoración cuantitativa de cada impacto ambiental identificado. Con base en dichos resultados, cada impacto ambiental será jerarquizado o ponderado con base en tres categorías:

- 1) significativo o relevante,
- 2) moderado y
- 3) bajo o nulo

Mismas que se describen a continuación.

#### **Impacto significativo o relevante. –**

Es importante precisar que el rango más alto en la jerarquización de los impactos, correspondiente a la categoría de impacto significativo o relevante, será para los impactos ambientales cuya intensidad se traduzca en una destrucción casi total del factor ambiental (intensidad alta) en el caso de aquellos negativos, o en un beneficio máximo cuando sean de carácter positivo; y que además tengan un efecto inmediato sobre el medio ambiente (directo); afectando un espacio muy amplio (extenso), mucho tiempo después de ocurrida la acción (largo plazo); provocando una alteración indefinida (permanente) y continua en el tiempo.

Asimismo, al desaparecer la acción que provoca dicho impacto, no será posible el retorno del componente ambiental a su estado original de manera natural, ni por medios o acciones correctoras por parte del ser humano (irreversible e irrecuperable). De acuerdo con esta descripción y aplicando el algoritmo de Gómez Orea se obtiene lo siguiente:

Valor de importancia del impacto

$$VIM = +/- (3I + 2E + C + M + P + Pr + R + Rc)$$

$$VIM = +/- (3 (3) + 2 (3) + 2 + 3 + 3 + 3 + 2 + 3)$$

$$VIM = +/- 31$$

Con base en lo anterior, se tiene que un impacto significativo o relevante será aquel que obtenga un valor de importancia igual a +/-31.

### **Impacto moderado. -**

Como un rango intermedio entre el impacto significativo o relevante y el impacto bajo o nulo, se ubica la categoría de impacto moderado, es decir, aquellos impactos ambientales, cuya intensidad se traduce en una modificación media (intensidad media) del factor afectado, o en una cierta mejora cuando son de carácter positivo; con un efecto que tiene lugar a través de un sistema de relaciones más complejas y no por la relación directa acción-factor (indirecto), afectando un espacio intermedio (parcial), al ser comparado de manera relativa con los dos niveles anteriores (puntual y extenso); su efecto ocurrirá después de sucedida la acción en un nivel intermedio (mediano plazo) al ser comparado de manera relativa con los dos niveles anteriores (corto y largo plazo), con una duración transitoria (temporal) y en forma regular pero intermitente en el tiempo (periódico).

Asimismo, cuando al desaparecer la acción que provoca el impacto, es posible el retorno del componente ambiental a su estado original, ya sea de manera natural o por medios o acciones ejecutadas por el ser humano (reversible y recuperable o mitigable). De acuerdo con esta descripción y aplicando el algoritmo de Gómez Orea se obtiene lo siguiente:

Valor de importancia del impacto:

$$VIM = +/- (3I + 2E + C + M + P + Pr + R + Rc)$$

$$VIM = +/- (3 (2) + 2 (2) + 1 + 2 + 2 + 2 + 1 + 2)$$

$$\text{VIM} = \pm 20$$

Con base en lo anterior, un impacto moderado será aquel que obtenga un valor de importancia igual o mayor a  $\pm 20$ , pero menor que  $\pm 31$ .

Impacto bajo o nulo. –

Por otra parte, el rango mínimo considerado en la jerarquización de los impactos, correspondiente a la categoría de impacto bajo o nulo, será para los impactos ambientales, cuya intensidad se traduce en una modificación mínima (intensidad baja) del factor afectado, o en una cierta mejora cuando son de carácter positivo; con un efecto que tiene lugar a través de un sistema de relaciones más complejas y no por la relación directa acción-factor (indirecto); afectando un espacio muy localizado (puntual), inmediatamente o al poco tiempo de ocurrida la acción (corto plazo), cuya duración es muy breve (fugaz) y en forma discontinua e impredecible en el tiempo (irregular).

Asimismo, al desaparecer la acción que provoca el impacto, es posible el retorno del componente ambiental a su estado original, ya sea de manera natural o por medios o acciones ejecutadas por el ser humano, que en todo caso impiden la manifestación del impacto (reversible y preventivo). De acuerdo con esta descripción y aplicando el algoritmo de Gómez Orea se obtiene lo siguiente:

Valor de importancia del impacto:

$$\text{VIM} = \pm (3I + 2E + C + M + P + Pr + R + Rc)$$

$$\text{VIM} = \pm (3(1) + 2(1) + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 0)$$

$$\text{VIM} = \pm 10$$

Con base en lo anterior, un impacto bajo o nulo será aquel que obtenga un valor de importancia igual o mayor a  $\pm 10$ , pero menor que  $\pm 20$ .

Expuesto lo anterior y para fines del presente estudio, se consideró un valor de importancia igual a +/- 31 para los impactos significativos o relevantes; un valor de +/- 20 a +/- 30 para los impactos moderados; y un valor de +/- 10 a +/- 19 para los impactos bajos o nulos.

En la siguiente tabla se presenta los valores asignados por cada categoría del impacto.

Tabla 57. Jerarquización de criterios de valoración de los impactos ambientales

TABLA DE JERARQUIZACION DE IMPACTOS AMBIENTALES	
CATEGORIA	VALOR
Bajo o nulo	(10-19)
Moderado	(20-30)
Significativo o relevante	(= o > 31)

Cada categoría utilizada en la jerarquización de los impactos ambientales se describe como sigue:

Significativo o relevante. -

Aquel que resulta de la acción del hombre o de la naturaleza, que provoca alteraciones en los ecosistemas y sus recursos naturales o en la salud, obstaculizando la existencia y desarrollo del hombre y de los demás seres vivos, así como la continuidad de los procesos naturales.

Moderado. -

Es aquel impacto negativo que ocasiona un daño sobre algún elemento del ambiente, pero sin producir un desequilibrio ecológico o un daño grave al ecosistema, o bien, aquel impacto de carácter positivo que tiende a mejorar la calidad de vida y la productividad de las personas, propiciando la preservación del equilibrio ecológico, la protección del ambiente y el

aprovechamiento de los recursos naturales, de manera que no se comprometa la satisfacción de las necesidades de las generaciones futuras. En ambos casos, los impactos modifican la condición original del componente ambiental de que se trate.

Bajo o nulo. -

Es aquel impacto negativo que ocasiona una variación sobre algún elemento del ambiente; o bien, aquel impacto de carácter positivo apenas perceptible, que representa un beneficio para algún elemento del ambiente. En ambos casos, los impactos ocurren modificando la condición original del componente ambiental de que se trate en forma casi imperceptible.

Una vez definidas las categorías jerárquicas, en la siguiente tabla se presenta la clasificación de cada impacto ambiental identificado de acuerdo con dichas categorías, por componente ambiental.

Tabla 58. Clasificación del impacto ambiental generado

No.	IMPACTO AMBIENTAL	ELEMENTO DEL MEDIO	VIM	CATEGORIA
1	Reducción de la cobertura vegetal	Flora, fauna y paisaje	-19	Bajo o nulo
2	Perdida del hábitat	Flora y fauna	-19	Bajo o nulo
3	Perdida del suelo	Suelo	-19	Bajo o nulo
4	Suspensión de partículas	Aire	-13	Bajo o nulo
5	Reducción de la calidad visual del paisaje	Paisaje	-20	Moderado
6	Perturbación del hábitat	Fauna	-17	Bajo o nulo
7	Contaminación ambiental por residuos	Suelo y subsuelo	-13	Bajo o nulo

8	Contaminación por ruido	Socioeconómico	-15	Bajo o nulo
9	Reducción de los servicios ambientales	Hidrología, aire, suelo, flora, fauna y paisaje	-22	Moderado
10	Derrama económica	Socioeconómico	22	Moderado
11	Generación de empleos	Socioeconómico	22	Moderado

## V.4 CONCLUSIONES

A partir de la evaluación de los impactos ambientales que generará el proyecto sobre los componentes del medio que integran el sistema ambiental, se concluye que en total se generarán 11 impactos ambientales, de los cuales 9 son negativos (7 de categoría baja o nula y 2 moderados). Es de señalarse que, de la evaluación realizada, no se anticipa la generación de algún impacto considerado como significativo o relevante.

De este modo, y en términos ambientales, el proyecto se puede considerar como viable de acuerdo con lo siguiente:

A partir de la evaluación realizada para los impactos ambientales que serán generados por el desarrollo del proyecto, se puede concluir categóricamente que el cambio de uso del suelo no producirá impactos ambientales significativos o relevantes, es decir, no provoca alteraciones importantes en los ecosistemas y sus recursos naturales o en la salud, ni obstaculizará la existencia y desarrollo del hombre y de los demás seres vivos, así como la continuidad de los procesos naturales.

A pesar de que implica la modificación del ecosistema, conservará el estrato arbóreo dentro de las áreas de vegetación natural del proyecto, que representan el 90.86 % de la superficie total de aprovechamiento, lo que permitirá conservar especies de flora in situ.

Se advierte que no se afectan ni se interfiere en procesos biológicos de especies de difícil regeneración, es decir, aquellas que son vulnerables a la extinción biológica por la especificidad de sus requerimientos de hábitat y de las condiciones para su reproducción, pues estas son inexistentes en la zona de aprovechamiento.

El proyecto no se considera causal de desequilibrio ecológico, ya que no se prevé que genere alguna alteración significativa de las condiciones ambientales, que deriven en impactos acumulativos, sinérgicos o residuales, que en su caso ocasionen la destrucción o aislamiento de poblaciones.

## **CAPITULO VII**

# **MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS SOBRE LOS RECURSOS FORESTALES**



## **VII.1. Descripción de las medidas de prevención y mitigación**

### **Rescate de fauna silvestre**

Tipo de medida: Preventiva

Objetivo de la medida:

Evitar la pérdida de las micro-poblaciones de los diferentes grupos faunísticos asociados al ecosistema que será afectado. Con esta acción se suprime la pérdida del hábitat y la reducción de los servicios ambientales como la protección de la biodiversidad, pues los ejemplares rescatados serán reubicados en un sitio con mejor calidad ambiental sin intervención.

De manera previa al inicio de cualquier trabajo o actividad relacionada con el cambio de uso del suelo.

Etapas de aplicación:

De manera previa al inicio de cualquier trabajo o actividad relacionada con el cambio de uso del suelo.

Descripción de la medida:

Consiste en la ejecución de un programa de rescate enfocado a la protección de la fauna silvestre (se anexa a este capítulo), por lo tanto, en él se contemplarán acciones que favorezcan el libre desplazamiento de las especies encontradas en cada uno de los procesos que implica el cambio de uso de suelo; además, también contempla el uso de técnicas de ahuyentamiento, así como técnicas de captura y traslado de individuos que así lo requieran. Su ejecución consiste en la aplicación de diferentes técnicas y métodos de rescate, aplicados a un grupo faunístico en particular, para evitar que el cambio de uso de suelo afecte en forma directa a la fauna asociada al predio. En todas las etapas del proyecto se prohibirá cualquier tipo de aprovechamiento o afectación a la fauna silvestre y se evitará el sacrificio de la fauna que quede expuesta durante los trabajos involucrados en esta etapa del proyecto.

Acción de la medida:

Se rescatarán todos y cada uno de los ejemplares de fauna silvestre que se ubiquen dentro de la zona de aprovechamiento y cuya integridad se encuentre en riesgo durante el cambio de uso del suelo, poniendo particular énfasis en las especies de lento desplazamiento.

Posteriormente, las especies rescatadas serán reubicadas de acuerdo con lo propuesto en el programa anexo correspondiente.

Eficacia de la medida:

El rescate de fauna es una práctica probada con gran eficacia para salvaguardar la integridad de la fauna durante el desarrollo de un proyecto, sin embargo, depende de la capacidad del personal que se contrate para la ejecución de las técnicas y métodos que se proponen en el programa respectivo; por lo que en este caso se contratará los servicios de un técnico especializado para llevar a cabo la ejecución de esta medida.

## **Rescate de flora silvestre**

Tipo de medida: Mitigación

Objetivo de la medida:

Reducir la pérdida de las micro-poblaciones de flora silvestre nativa que subsiste en el predio del proyecto. Con esta acción se reduce el impacto por la reducción de la cobertura vegetal, así como la reducción de los servicios ambientales, específicamente la protección de la biodiversidad; pues los ejemplares rescatados serán reubicados en las áreas de conservación y que poseen las mismas características que el ecosistema que será afectado con el CUSTF, por estar inmersas en el mismo predio.

### **Etapa de aplicación:**

De manera previa al inicio de cualquier trabajo o actividad relacionada con el cambio de uso del suelo.

Descripción de la medida:

Consiste en la extracción, previo al inicio del desmonte, de especies vegetales susceptibles de ser rescatadas, seleccionadas por sus características y valores de importancia de acuerdo con distintos criterios como son: capacidad de ornato, alimento potencial para la fauna, talla y estado de madurez, etc.; aplicando diferentes técnicas y métodos de rescate, para evitar que el proceso de cambio de uso de suelo afecte en forma directa a la flora asociada al predio. El programa se encuentra anexo al final del presente capítulo.

**Acción de la medida:**

Se rescatarán los ejemplares de flora susceptibles de sobrevivir al trasplante y reubicación, y que se ubiquen dentro de la zona de aprovechamiento, poniendo particular énfasis en las especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

**Eficacia de la medida:**

El rescate de flora en una práctica probada con gran eficacia para salvaguardar la integridad de la vegetación durante el desarrollo de un proyecto, sin embargo, depende de la capacidad del personal que se contrate para la ejecución de las técnicas y métodos que se proponen en el programa respectivo; por lo que en este caso se contratará los servicios de un técnico especializado para llevar a cabo la ejecución de esta medida.

**Instalación de letreros**

Tipo de medida: Preventiva

**Objetivo de la medida:** Evitar la afectación de la flora y la fauna que se encuentre dentro de las áreas que no estén siendo intervenidas, considerando que el desmonte será gradual; así como evitar la contaminación del medio por manejo inadecuado de residuos.

**Etapas de aplicación:** De manera previa al inicio de cualquier trabajo o actividad relacionada con el cambio de uso de suelo.

**Descripción de la medida:**

Esta medida de carácter preventivo consiste en la instalación de letreros alusivos a la protección de la flora y la fauna silvestre, así como al manejo adecuado de residuos, dirigidos al personal involucrado en el desarrollo del cambio de uso del suelo, a fin de evitar que sean un factor de perturbación o afectación a dichos recursos.

**Acción de la medida:**

Se instalarán letreros alusivos a la protección de la flora y fauna; así como al manejo adecuado de residuos. Los letreros se colocarán estratégicamente para que puedan ser visualizados por cualquier persona y estarán dirigidos al personal responsable de llevar a cabo los trabajos implicados en el cambio de uso de suelo. Entre las leyendas principales que serán rotuladas en los letreros se citan las siguientes:

- Prohibido el paso.
- No alimentar, cazar o capturar fauna silvestre.
- No extraer flora silvestre.
- Respetar las áreas de conservación.
- Respetar la flora y la fauna.
- Depositar la basura en los contenedores.
- Prohibido tirar basura.
- Separa la basura usando los contenedores.

Eficacia de la medida:

Constituyéndose como un medio de difusión de las acciones de conservación de la flora y la fauna que propone el proyecto; así como de las acciones para el manejo adecuado de los residuos; su sola instalación no resulta eficaz al 100%, ya que sólo implica la difusión de algún tipo de información, dirigida a un sector o público en específico, por lo que requiere ser reforzada con pláticas ambientales para advertir su cumplimiento; y con los trabajos de supervisión por parte del responsable de dirigir la ejecución del cambio de uso del suelo.

### **Colocación de cinta precautoria o malla delimitadora**

Tipo de medida: Preventiva

Objetivo de la medida:

Delimitar las áreas que no estén siendo intervenidas con el cambio de uso del suelo, considerando que el desmonte será gradual, a fin de evitar la afectación de la flora y la fauna en las áreas de conservación. Con esta medida se suprime el impacto por la perturbación y pérdida del hábitat.

Etapas de aplicación:

De manera previa al inicio de cualquier trabajo o actividad relacionada con el cambio de uso de suelo, constituyéndose como un medio para reducir el efecto del impacto por la perturbación del hábitat.

Descripción de la medida:

Considerando que el cambio de uso de suelo se realizará en forma gradual y por etapas, se procederá a la colocación de cinta precautoria con la leyenda “Prohibido el paso”, o en su caso, malla delimitadora en el perímetro de las zonas que no estén siendo intervenidas durante el desmonte y despalme, con la finalidad de que sean respetadas y funjan como refugio temporal de la fauna silvestre que está siendo desplazada.

**Acción de la medida:**

Promover y hacer obligatorio el respeto, protección y conservación de la flora y la fauna dentro de las áreas que no estén siendo aprovechadas; y establecer los límites de las áreas de aprovechamiento para que el desmonte no afecte superficies adicionales a las que en su momento autorice la SEMARNAT.

Eficacia de la medida:

La eficacia de la medida depende del grado de disciplina y conciencia ambiental que tenga el personal al momento de llevar a cabo sus actividades; por lo que esta medida será reforzada con pláticas ambientales dirigidas a todo el personal que labore dentro del proyecto y con la permanencia de la cinta o malla hasta finalizar el cambio de uso del suelo.

**Áreas verdes**

Tipo de medida: Mitigación

**Objetivo de la medida:** Se contempla destinar el 14.30% de la superficie de aprovechamiento, para la conformación de áreas verdes, mismas que conservarán el estrato arbóreo de la vegetación nativa, en donde se reubicará parte de la flora que será rescatada. Esta medida mitiga el efecto de la reducción de la cobertura vegetal, la perturbación del hábitat, la pérdida del hábitat, la remoción del suelo y la reducción de los servicios ambientales del ecosistema.

**Etapas de aplicación:** Durante toda la vida útil del proyecto

**Descripción de la medida:** Consiste en destinar el 14.30% del predio como áreas verdes que conservarán el estrato arbóreo de la vegetación forestal, y que podrán actuar como zonas de refugio temporal o definitivo para la fauna silvestre que esté siendo desplazada durante el cambio de uso del suelo.

## VII.2 Impactos residuales

### Medidas para la protección de los suelos

El proyecto propone las siguientes medidas preventivas para evitar la pérdida del recurso, y en su caso, medidas de mitigación para reducir el efecto de los impactos ambientales sobre dicho componente a fin de no ponerlo en riesgo o provocar su erosión.

#### Humedecimiento de las áreas de aprovechamiento

Tipo de medida: Preventiva

**Objetivo de la medida:** Evitar que las partículas de polvo o aquellas que resulten del desmonte y despalme, sean dispersadas por el viento y afecten al suelo por erosión eólica. Con esta medida se suprime la erosión del suelo.

Etapas de aplicación:

Durante el desmonte y despalme.

Descripción de la medida:

Consiste en el humedecimiento de las zonas que serán desmontadas y despalmadas, con la finalidad de evitar la suspensión de partículas, y en su caso, la erosión del suelo por acción eólica.

Acción de la medida:

Evitará que la acción del viento suspenda polvo y partículas del suelo durante las distintas actividades involucradas en el cambio de uso del suelo.

Eficacia de la medida:

El humedecimiento de las zonas de trabajo, son prácticas comunes dentro de la industria de la construcción, ya que se ha probado su máxima efectividad para evitar la suspensión de partículas, por lo que se espera alcanzar el 100% de efectividad en la medida propuesta.

### **Rescate de la capa fértil del suelo**

Tipo de medida: Mitigación

Objetivo de la medida:

Evitar que el proyecto ocasione la pérdida de la capa fértil del suelo (sustrato con materia orgánica). Con esta medida se reduce el efecto del impacto por la pérdida del suelo.

Etapas de aplicación:

Durante el despalme.

Descripción de la medida:

Esta medida consiste en el retiro de la capa de suelo fértil (sustrato con materia orgánica) durante el despalme; y su posterior resguardo dentro del vivero provisional.

Acción de la medida:

La capa de suelo fértil (tierra vegetal), proporcionará un sustrato rico en nutrientes que beneficiará a la vegetación que será rescatada y reubicada; además de enriquecer las áreas de conservación que lo requieran.

Eficacia de la medida:

La cantidad de materia orgánica en una comunidad vegetal determina la calidad del suelo y de los nutrientes que éste contiene; lo cual actúa en beneficio de la flora y la fauna que alberga; por lo tanto, al reincorporar dicho material dentro del mismo sitio, particularmente en las áreas naturales, se estará promoviendo su conservación en beneficio del medio ambiente, al enriquecerlas, por lo que se prevé alcanzar el 100% de efectividad de la medida.

## **Aprovechamiento y triturado del material vegetal**

Tipo de medida: Mitigación

Objetivo de la medida:

Aprovechar el material vegetal producto del desmonte, para utilizarlo como capa protectora del suelo desnudo en las áreas con vegetación natural, reduce los impactos relacionados con la pérdida del suelo o erosión de este.

Etapa de aplicación:

Durante el triturado del material resultante del desmonte.

Descripción de la medida:

Esta medida consiste en el uso del material vegetal triturado producto del desmonte, para ser utilizado en el enriquecimiento de las áreas verdes del proyecto.

Acción de la medida:

El material vegetal triturado, será suficiente para proveer de un sustrato orgánico rico en nutrientes para el mantenimiento de las áreas de conservación del proyecto.

Eficacia de la medida:

La cantidad de materia orgánica en una selva determina la calidad del suelo y de los nutrientes que éste contiene; lo cual actuará en beneficio de la flora que será establecida; por lo tanto, al reincorporar dicho material en forma de composta, se estará promoviendo su conservación en beneficio del medio ambiente, por lo que se prevé alcanzar el 100% de efectividad de la medida.



## **Mantenimiento y uso de la maquinaria**

Tipo de medida: Preventiva

Objetivo de la medida:

Esta medida preventiva está enfocada a prevenir derrames de hidrocarburos provenientes de la maquinaria que será utilizada durante el despalme, evitando el impacto al suelo por contaminación.

Etapas de aplicación: Durante el despalme.

Descripción de la medida:

Consiste en utilizar maquinaria que cuente con los mantenimientos preventivos adecuados para su óptimo funcionamiento, llevado a cabo en talleres especializados para tales fines. Se hará obligatorio que cada maquinaria que opere durante el cambio de uso del suelo, cuente con recipientes y un equipo preventivo, que permita coleccionar los hidrocarburos o lubricantes vertidos al suelo por fugas accidentales.

Acción de la medida:

Se verificará que la maquinaria que entre en funcionamiento durante el cambio de uso del suelo cuente con los mantenimientos preventivos adecuados, lo cual se registrará en bitácora; así mismo, se revisará que cada operador de maquinaria cuente con el equipo preventivo para la contención de derrames accidentales.

### VII.2. Impactos residuales

Tipo de medida: Preventiva

Objetivo de la medida:

Evitar la contaminación del suelo durante la ejecución del CUSTF, suprimiendo de esta manera el impacto a dicho recurso por contaminación.

Etapa de aplicación:

Durante todas las etapas que implica el cambio de uso de suelo.

Acción de la medida:

Consistirá en ejecutar cada una de las medidas propuestas en el programa para realizar una recolección, manejo, separación, reciclado y minimización adecuada de los residuos sólidos y líquidos (incluyendo posibles derrames de hidrocarburos) que se generen durante el cambio de uso del suelo.

Eficacia de la medida:

El cumplimiento de la medida será verificado por el responsable de supervisar el cambio de uso del suelo, quien determinará el grado de eficacia de las técnicas de recolección, manejo, separación, reciclado y minimización de los residuos que se generen, acorde al Plan de manejo propuesto. Cabe mencionar que el grado de eficacia de la medida depende del grado de participación e iniciativa de los trabajadores para su aplicación; así como el nivel de supervisión que se pretenda aplicar para verificar su cumplimiento; por lo que requiere de medidas adicionales

como la capacitación continua en materia de separación de residuos para alcanzar el 100% del éxito esperado.

### **Equipo de atención a derrames**

Tipo de medida: Preventiva

Objetivo de la medida:

Estará enfocada a la remediación por derrames accidentales de sustancias potencialmente contaminantes del medio, y que pudieran ocurrir durante el desarrollo de las distintas etapas del proyecto. Está enfocada a evitar que el impacto ambiental identificado como contaminación del medio se manifieste.

Etapa de aplicación:

Durante todas las etapas del proyecto.

Descripción de la medida:

Para atender la necesidad de controlar algún derrame accidental que pudiera ocasionar la contaminación del medio, se contará con material y equipo especializado tipo barrera absorbente, para retirar las sustancias vertidas. Dada la particular característica de estos productos, que absorben líquidos no polares, están especialmente diseñados para el control de derrames. El equipo estará disponible durante todas etapas del proyecto.

Acción de la medida:

En caso de que ocurra algún derrame accidental durante la construcción de la obra, se seguirá un plan de acción (descrito en el plan de manejo de residuos) utilizando productos de la marca Crunch Oil® o similar, específicamente el Loose Fiber® o similar, o en su caso polvo de piedra.

El Loose Fiber está confeccionado con fibras orgánicas naturales Biodegradables que actúan sobre cualquier tipo de Hidrocarburo o aceite vegetal. Es una nueva forma de contener los hidrocarburos, 100% natural y orgánico. Producto biodegradable no tóxico e inerte que tiene la capacidad de absorber y encapsular todo tipo de hidrocarburos y aceites derramados (cualquiera sea su volumen) mucho más rápido que la mayoría de los productos que existen hoy en el mercado, tanto sea sobre superficies de tierra o agua. Después de absorber y de encapsular, tiene la capacidad de biodegradar los hidrocarburos mediante un proceso con bacterias, luego de un período de tiempo que dependerá del hidrocarburo absorbido.

### **Áreas permeables**

Tipo de medida: Mitigación

Objetivo de la medida:

Se mantendrán **90.86** del predio como área permeable (bajo la premisa que no se considera el uso del ecocreto el cual aportaría el 100 por ciento de área permeable). Con esta medida

se reduce la afectación a la captación de agua en cantidad derivado de la reducción de la cobertura vegetal del predio.

Etapa de aplicación:

Durante todas las etapas del cambio de uso de suelo.

Descripción de la medida:

Esta medida consiste mantener 249,431.13 m<sup>2</sup> de la superficie del predio como área permeable, preferentemente como área verde de vegetación natural.

Acción de la medida:

La superficie destinada como área permeable, permitirá la captación de agua hacia el subsuelo alimentando los mantos acuíferos, lo que beneficia la captación de agua en calidad, ya que la zona se clasifica como material consolidado con posibilidades altas de funcionar como acuífero.

Eficacia de la medida:

Las áreas permeables que propone el proyecto serán respetadas como tales, por lo que se garantiza que 249,431.13 m<sup>2</sup> del predio serán permeables.

### **Instalación de sanitarios móviles**

Tipo de medida: Preventiva

Objetivo de la medida:

Evitar el impacto originado por la contaminación del medio, para no comprometer la calidad del agua captada en el sistema.

Etapa de aplicación:

Durante la ejecución del cambio de uso del suelo.

Descripción de la medida:

Previo a cualquier actividad implicada en el cambio de uso del suelo, se instalarán sanitarios portátiles (tipo Sanirent) a razón de 1 por cada 10 trabajadores.

Acción de la medida:

Evitará la micción y defecación al aire libre, así como la descarga directa de aguas residuales al medio. Con la medida se evitará que dichos residuos penetren al subsuelo y alcancen el acuífero; por lo que se evitará el deterioro de la calidad del agua pluvial que pueda ser captada.

Eficacia de la medida:

El uso de sanitarios móviles dentro de las obras es una práctica común en el desarrollo de cualquier proyecto, y el uso adecuado de los mismos permite alcanzar el 100% de efectividad de la medida; sin embargo, ello depende del grado de disciplina y conciencia ambiental del personal de la obra, por lo que será reforzada con capacitación a través de pláticas ambientales y reglamentos que indiquen la restricción y sanciones de quienes incumplan con la medida aquí citada.

### **Instalación de contenedores para residuos**

Tipo de medida: Preventiva

Objetivo de la medida:

Evitar el impacto originado por la contaminación del medio, para no comprometer la calidad del agua captada en el sistema.

Etapa de aplicación:

Durante todas las etapas del cambio de uso del suelo.

Descripción de la medida:

Se instalarán contenedores debidamente rotulados para el acopio de basura para cada tipo de residuo que se genere (residuos orgánicos, inorgánicos, etc.), los cuales estarán ubicados estratégicamente con la finalidad de que los trabajadores puedan usar dichos contenedores, promoviendo así la separación de la basura de acuerdo con su naturaleza, con la posibilidad de recuperar subproductos reciclables.

Acción de la medida:

Los contenedores servirán de reservorios temporales para la basura (residuos sólidos) que se genere durante las distintas etapas del proyecto, y dado el grado de hermeticidad que tendrán, impedirán que dichos residuos sean dispersados por el viento y otros factores, evitando también que sean arrojados directamente al medio, impidiendo que se conviertan en residuos potencialmente contaminantes para el acuífero subterráneo.

**Eficacia de la medida:**

El grado de eficacia de la medida depende de la cultura ambiental que tengan los trabajadores que serán contratados; ya que será necesario que los obreros hagan un uso adecuado de los contenedores, para que estos puedan cumplir su función como reservorios temporales de residuos; por lo que esta medida requiere de otras adicionales como la capacitación constante en materia de manejo de residuos, así como el establecimiento de un reglamento de obra que incluya puntos específicos sobre el manejo de residuos generados, sin dejar de fuera las sanciones a que se harán acreedores los que lo incumplan; lo anterior a efecto de poder alcanzar el 100% de éxito en su aplicación.

**Medidas adicionales**

**Desmante gradual y manual**

El proyecto propone las siguientes medidas preventivas y de mitigación adicionales a las ya descritas.

**Tipo de medida:** Mitigación y preventiva

Objetivo de la medida:

Reducir la magnitud de los impactos sobre la protección de los suelos y la protección de la biodiversidad; y evitar la pérdida de fauna de lento desplazamiento, así como elementos florísticos de especial relevancia.

Etapa de aplicación:

Durante el desmonte.

Descripción de la medida:

Esta medida consiste en realizar el desmonte de manera paulatina y manual, para evitar que la acción del viento o de la lluvia afecte las zonas de aprovechamiento y en su caso, origine la erosión del suelo; así como evitar la pérdida de especies de flora y fauna debido a un avance descontrolado del desmonte.

Acción de la medida:

Consiste en la remoción manual de la vegetación, de tal manera que se brinde el tiempo necesario para que la acción del viento y de la lluvia no afecte las zonas de aprovechamiento, mientras se aplican las medidas de conservación de suelos; así como el tiempo necesario para llevar a cabo las acciones de rescate de flora y fauna que se proponen en el presente estudio.

Eficacia de la medida:

El desmonte gradual y manual de la vegetación permite que no queden expuestas a las condiciones del medio (viento o lluvia), grandes extensiones de terreno, lo que en su caso podría ocasionar la erosión del suelo. Así mismo, permite llevar a cabo todas las acciones en los tiempos previstos, incluyendo el rescate de la flora y la fauna, por lo que se espera alcanzar el 100% de éxito en la aplicación de esta medida.

### **Pláticas ambientales**

Tipo de medida: Preventiva

Objetivo de la medida:

Evitar que el desarrollo del proyecto ocasione impactos que pongan en riesgo la protección de los suelos y de la biodiversidad.

Etapa de aplicación:

Previo al inicio de las actividades de cambio de uso de suelo.

Descripción de la medida:

Esta medida consiste en la impartición de pláticas ambientales dirigidas a todas y cada una de las personas que estén directamente relacionadas con el proyecto en sus diferentes etapas. Serán impartidas por un especialista en la materia; y tendrán como objetivo principal, hacer del conocimiento al personal involucrado en el cambio de uso del suelo, los términos y condiciones bajo los cuales se autorice el proyecto, así como el grado de responsabilidad que compete a cada sector para su debido cumplimiento. De igual forma las pláticas ambientales serán indispensables en la aplicación del programa integral de manejo de residuos.

Acción de la medida:

La ejecución de las pláticas ambientales se llevará a cabo en una sola fase que consistirá en una plática ambiental dirigida al personal involucrado en el cambio de uso del suelo; cuya finalidad será promover el desarrollo del proyecto en apego a las medidas preventivas y de mitigación que se proponen en el presente capítulo, así como en los diferentes programas que lo complementan.

**Eficacia de la medida:** El grado de eficacia de la medida depende de la calidad de las pláticas ambientales, el grado de participación e iniciativa de los trabajadores para su aplicación; así como el nivel de supervisión que se pretenda aplicar para verificar su cumplimiento; por lo que requiere de medidas adicionales para alcanzar el 100% del éxito esperado. Esta medida refuerza la colocación y uso de letreros, contenedores de residuos, sanitarios móviles y programas diversos.

### **Supervisión del cambio de uso de suelo**

Tipo de medida: Preventiva

Objetivo de la medida:

Evitar que el desarrollo del proyecto ocasione impactos que pongan en riesgo la protección de los suelos y de la biodiversidad, así como aquellos que comprometan la captación de agua en calidad y cantidad.



Etapa de aplicación:

Durante todas las etapas implicadas en el cambio de uso del suelo.

Descripción de la medida:

Se contratarán los servicios de un Ingeniero Forestal que cuente con Registro Forestal Nacional, para que lleve a cabo labores de vigilancia y supervisión durante todas las etapas de desarrollo del cambio de uso del suelo, con la finalidad de prevenir o advertir sobre alguna eventualidad que ponga en riesgo los recursos forestales del sitio; y en su caso, proponer medidas adicionales a las ya descritas para subsanar las irregularidades que se presenten. Así mismo, tendrá la función de supervisar el cumplimiento de cada una de las medidas propuestas en el presente capítulo, así como de aquellas que sean establecidas por esta H. Secretaría, en caso de considerar viable la realización del presente proyecto. Se anexa un programa de vigilancia y seguimiento ambiental.

Acción de la medida:

El Ingeniero Forestal realizará recorridos en el sitio del proyecto y vigilará que el proceso de cambio de uso del suelo se realice en apego al programa de vigilancia y seguimiento ambiental que se anexa al final del presente capítulo; y en su caso, indicará aquellas actividades que se encuentren fuera de la Norma para que sean subsanadas en forma inmediata. Así mismo, se encargará de elaborar informes sobre el cumplimiento de los términos y condicionantes bajo los cuales se haya autorizado el proyecto, de ser el caso. Estas acciones se fundamentan en un programa de vigilancia y seguimiento ambiental, el cual se anexa al final del presente capítulo.

Eficacia de la medida:

La supervisión es una de las medidas más adoptadas en todo proyecto que implique el cambio de uso de suelo, ya que permite prever alguna eventualidad que ponga en riesgo su desarrollo y propone medidas adicionales para subsanar afectaciones no previstas. Así mismo, asegura la correcta aplicación de las medidas propuestas en este capítulo, y que las mismas se lleven a cabo sin omisión alguna, por lo que se espera alcanzar el 100% de éxito en la aplicación de la medida.

### VII.3. Información necesaria para la fijación de montos para fianzas

La construcción de las obras del proyecto requiere de una inversión aproximada de **\$400'000,000.00** (son cuatrocientos millones de pesos 00/100 M.N.), misma que se destinará a la compra de materiales de construcción, a la contratación de mano de obra, pago de permisos diversos, y la construcción misma de las obras.

Tabla 59. Montos para fianzas

CLAVE	Descripción de la actividad	Costos
	<b>GASTOS EN GENERAL</b>	
	<b>Gastos de construcción.</b>	
G-A	ACCESO PRINCIPAL	\$7,972,123.62
G-B	MUROS DE COLINDACIA	\$6,503,032.25
G-C	FACHADA DE ACCESO PRINCIPAL	\$10,010,238.30
G-D	CASETA DE VIGILANCIA	\$921,344.37
G-E	AVENIDA PRINCIPAL	\$97,735,528.88
G-F	CALLES SECUNDARIAS	
	<b>APORT. AREAS COMUNES (35%)(PLUSVALIA)</b>	
G-2	PARQUE COSTA MAYA	\$82,731,628.46
G-3	MUSEO COSTA MAYA	\$32,705,666.28
G-4	Cercado perimetral (muro o arbusto)	\$8,000,000.00
G-5	Casa club (gymnasio, spa)	
G-6	Equipamiento casa club	
G-7	TERRENO DE CASA CLUB	\$6,500,000.00
	TOTAL	\$195,360,914.78
	COSTO DE TERRENO	
G-10	Costo terreno fijado LAS PARTES	\$60,000,000.00
G-11	Comision inmobiliaria	\$2,400,000.00
G-12	Escrituración	\$3,600,000.00
G-13	Indirectos generales busqueda	\$600,000.00
G-14	Gastos extras de escrituración	\$1,200,000.00
		\$67,800,000.00
	Costo por m2 del terreno	
	Presio en USD	
	Gastos de proyecto y permisos	
	Proyecto, permisos y tramites	\$35,313,077.31
G-15	Anteproyecto Arq. General (1.6%)	\$5,016,820.62

G-16	Complemento Proyecto ejecutivo (2.4%)	\$7,525,230.92
	(arquitectonicos, ingenieria, mec. De suelos, topografía.)	
G-17	Proyecto de marketing.	
	(videos, locaciones, pagina web, redes sociales, productos, fotografía, modelos, diseño)	\$3,135,512.88
g-19	Impacto ambiental vialidad principal (etapa 1)	\$750,000.00
G-20	Gastos y comisiones impacto ambiental (etapa 1)	\$2,500,000.00
G-21	Impacto ambiental proyecto vivienda (etapa 2)	
G-22	Gastos y comisiones impacto ambiental (etapa 2)	
G-23	Licencias de impacto ambiental (etapa 1)	\$2,000,000.00
G-24	Licencia obra vialidades (etapa 1)	\$6,000,000.00
G-25	Comisión licencia obra viaidades (etapa 1)	\$2,500,000.00
G-26	Comisión cambio de uso de suelo (etapa 2)	
G-27	Licencia de uso de suelo (etapa 2)	
	SUB TOTAL	\$29,427,564.42
	Indirectos GOBAL 12%	\$3,531,307.73
	Utilidad GOBAL 8%	\$2,354,205.15
	TOTAL	\$35,313,077.31
G-29	<b>GASTOS DE NOTARIAS</b>	\$10,000,000.00
	<b>OTROS GASTOS</b>	\$54,963,430.84
G-30	FINANCIAMIENTO	\$50,963,430.84
G-31	GASTOS FIDUSUARIOS (BANCOS, FIDUSUARIAS)	\$4,000,000.00
	<b>COSTO TOTAL</b>	<b>\$400,000,000.00</b>

#### VII.4. Estimación del costo de las actividades de restauración con motivo del cambio de uso del suelo.

Tabla 60. Costo de las actividades de restauración con motivo del cambio de uso del suelo.

<b>Concepto</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad de Medida</b>	<b>Costo Unitario</b>	<b>Total</b>
Adquisición de plantas forestales	220	pieza	\$ 65.00	\$ 14,300.00
Poceteo	220	pocetea	\$ 80.00	\$ 17,600.00
Transporte de planta	1	lote	\$ 15,000.00	\$ 15,000.00
Monitoreo ambiental	7	vista	\$ 12,000.00	\$ 84,000.00
Mano de obra	1	lote	\$ 65,000.00	\$ 65,000.00
Materiales y equipo	1	lote	\$ 45,000.00	\$ 45,000.00
Informes	8	informes	\$ 5,000.00	\$ 45,000.00
Mantenimiento de la restauración	4	visita	\$15,000.00	\$ 60,000.00
<b>Total</b>				<b>\$ 345,900.00</b>

## **CAPITULO VIII**

# **PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y, EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS**

## **VIII.1. Descripción y análisis del escenario sin proyecto**

El predio “Tres hermanos” ubicado en la región Mahahual-Uvero, está regulada por el instrumento normativo POEL Othón P. Blanco, mismo que establece las Unidades de gestión ambiental en base a Unidades de Gestión Ambiental, con políticas acordes a la caracterización ambiental, para el predio se ha determinado en el contexto de la UGA 40 y 49-A. Todo este desarrollo debe estar apegado a la normatividad ambiental y otras aplicables en la materia de su competencia con el fin de asegurar un desarrollo sustentable, evitar la pérdida de la biodiversidad.

En este sentido el desmonte requerido para las obras que se implementaran están acordes a la normatividad que rige dichas obras.

Las principales metas del plan de desarrollo del “Parque Ecoturístico Costa Maya Costa Maya” son:

- Llevar a cabo su construcción, así como su funcionamiento y operación dentro del marco legal en materia de impacto ambiental para lo cual solicita su regulación.
- Adecuarse a los lineamientos de desarrollo sustentable y equilibrio ecológico.

Actualmente, el proyecto pretende llegar a un sector económico alto de empresarios e inversionistas, así como el turismo de negocios.

## **VIII.2 Descripción y análisis del escenario con proyecto**

El Parque Ecoturístico Costa Maya “Costa Maya”, ofrecerá los servicios de turismo de bajo impacto, tales como: Caminata, ejercicios aeróbicos, practica de Yoga, observación de la naturaleza y contemplación de la fauna. Por lo tanto, se prevé a corto plazo que la empresa:

- Se obtenga sus autorizaciones en materia de impacto ambiental mediante el ingreso de la presente Manifestación de Impacto Ambiental modalidad ordinaria.
- Realice medidas de mitigación y compensación acordes con lo planteado manifestación de impacto ambiental modalidad ordinaria.
- Cuente con sus respectivos programas de: Reubicación de flora, Integral de manejo de residuos sólidos, lineamientos de la manifestación de impacto ambiental.

### VIII.3 Pronostico ambiental

A continuación, se presenta una tabla donde se integran los elementos bióticos, del entorno físico y el económico-social, en el predio pronosticado en base a las obras u actividades que se realizarán en un plazo de al menos 20 meses (Tabla 61).

Tabla 61. Pronóstico ambiental a corto plazo a nivel predial y paisaje.

TIPO DE MEDIO O ENTORNO	ANTERIOR AL PROYECTO (AÑO 2018)	CONDICIÓN ACTUAL DEL PREDIO	PRONOSTICO A CORTO PLAZO EN EL PREDIO DEL PROYECTO	PRONOSTICO A CORTO PLAZO A NIVEL DE PAISAJE
<b>ENTORNO BIOLÓGICO</b>				
<b>VEGETACIÓN</b>	Las condiciones de la vegetación son naturales, con presencia de selva mediana subperennifolia, baja subcaducifolia y en la parte posterior manglar los cuales no	La vegetación del predio se encuentra en forma de selva mediana subperennifolia, subcaducifolia y manglar, se ha caracterizado para la presente MIA ordinaria.	La vegetación natural se prevé un desmonte acorde a las UGAs de influencia y con la respectiva política ambiental, se tomarán medidas preventivas y de mitigación.	El área del proyecto se encuentra en un área con vegetación natural y presenta una vialidad carretera Mahahual-Uvero la presencia del Parque Ecoturístico Costa Maya con el desmonte permitido y las obras necesarias le dan un toque ambiental y paisajística acorde al desarrollo de infraestructura.

	presentan perturbación.			
<u>FAUNA</u>	Consiste en fauna silvestre, reptiles como <i>C. similis</i> , aves como <i>O. vetula</i> , <i>C. burrianus</i> y mamíferos de pequeños tamaños como; <i>N. narica</i> y de tamaño mediano como <i>M. americana</i> .	La fauna se presenta en las mismas condiciones, no se reporta presencia de caza en el área del predio, para el registro se utilizó cámaras trampas con cebo.	La fauna continua presente se desplaza usando los corredores de vegetación natural permanente y cruzan por la obra de camino, debido a los señalamientos y reglas al interior del parque no existen riesgos de atropellamiento o sustracción de las especies.	Se continua la presencia de fauna, se mantienen los monitoreos con cámaras trampa.
<u>ENTORNO FÍSICO</u>				



<p><u>SUELO</u></p>	<p>El predio presentaba vegetación de selva mediana subperennifolia, selva baja caducifolia y vegetación de manglar con pocas alteraciones.</p>	<p>Sigue e las mismas condiciones ambientales y con el mismo tipo de vegetación.</p>	<p>La geoforma del suelo será alterada, misma que no pretende afectar al manto acuífero, así mismo, será permanente, toda vez que corresponde a parte de las obras de construcción del proyecto.</p>	<p>La permeabilidad del material empleado a base de concreto permeable influirá en que el área del proyecto proporcionará la filtración de agua al manto acuífero. Asimismo, los pasos de agua permiten ante lluvias la circulación de la escorrentía al estar diseñadas en base al modelo de elevación del terreno y curvas de nivel generadas.</p>
<p><u>AGUA</u></p>	<p>No se pretende el aprovechamiento del agua del subsuelo, dicho servicio será otorgado mediante pipas que serán adquiridas de la Comisión de Agua Potable y Alcantarillado Sanitario.</p>	<p>El servicio de agua que se utilizara es otorgado por la Comisión de Agua Potable y Alcantarillado. Se evitará la contaminación por residuos líquidos con la incorporación de sanitarios portátiles en las áreas del proyecto.</p>	<p>Conservado. El agua se continuará obteniendo mediante una cuota establecida por la Comisión de Agua Potable y Alcantarillado. Así mismo, se pretende elaborar los programas de manejo de residuos líquidos para evitar lixiviados y derrames que pudiesen ocasionar problemas de contaminación.</p>	<p>No se pretende extraer agua del manto acuífero, por lo que se contratarán los servicios de agua de la Comisión de Agua Potable y Alcantarillado para el suministro del servicio de agua, misma que será tratada en una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales que cumpla con</p>

			<p>El uso de un pozo para la inyección de agua tratada asegura que si se cumplen los estándares de la NOM-001-SEMARNAT-1996 para su disposición en bienes nacionales.</p> <p>Sin embargo, cabe recalcar que su contaminación puede existir debido a actividades no reguladas en predios cercanos.</p>	<p>la NOM-001-SEMARNAT- 1996.</p>
<u>AIRE</u>	<p>Calidad del aire buena. Toda vez que el área del proyecto se encuentra ubicado dentro de un área con vegetación natural.</p>	<p>Calidad del aire buena. Las maquinarias y equipo de construcción durante la etapa de construcción funcionarán a base gasolina y Diesel, por lo que presentan emisiones de gases contaminantes, sin embargo, se</p>	<p>No se registrarán modificaciones a la calidad del aire, se mantendrán los mantenimientos a las maquinarias y vehículos para su correcto funcionamiento y disminuir las emisiones atmosféricas.</p>	<p>La calidad del aire se restablecerá una vez hayan finalizado las obras de construcción, sin embargo, otras actividades pueden llegar a alterarlas o empeorarlas, tal es el caso de quemas de desmonte, quema de basura, entre otros.</p>



<u>DESARROLLO DE LA INFRAESTRUCTURA</u>	<u>No se registra.</u>	<u>No se registra se mantiene en sus condiciones originales.</u>	<u>Se pretende añadir infraestructura asociada a un mejor manejo de los residuos sólidos y líquidos producidos, acorde a los programas de manejo de los residuos sólidos (RME y RSU), dichas obras son importantes para mantener los lineamientos y condiciones declaradas en la MIA.</u>	<u>A nivel paisaje la infraestructura asociada como la vía de acceso desarrollado en concreto permeable y desarrollos de obras como pirámides y esculturas genera un mosaico de obras que son reguladas a fin de que esta infraestructura sea acorde con el POEL.</u>
<u>CONSERVACION DE LOS MONUMENTOS ARQUEOLOGICOS ENCONTRADOS</u>	<u>No se habían registrado y su tendencia era a la intemperie y afectaciones por fenómenos naturales o humanos.</u>	<u>Se han identificado los monumentos 65, 69, 72, 73 y 78 los cuales han sido protegidos y presentan un área de protección establecida por el personal investigador del Centro INAH Quintana Roo.</u>	<u>Se conservan para su estudio posterior por personal del Centro INAH Quintana Roo, estos forman parte de una vasta red de vestigios de un asentamiento maya del periodo Postclásico.</u>	<u>Se pronostica que existen más vestigios en el área a nivel del sistema ambiental y que probablemente aun faltan muchos mas por delimitar y preservar.</u>

## VIII.4 Descripción y análisis del escenario considerando las medidas de mitigación

A continuación, se presentan los escenarios probables desde el punto de vista: Sin proyecto y Con proyecto (sin medidas de mitigación y con medidas de mitigación) así como la evolución ambiental considerando la situación actual y futura de la presencia humana en el área y la política ambiental que rige dichas UGAS (Tabla 60).

Tabla 62. Posibles escenarios desde el punto de vista: Sin proyecto, Con proyecto (con y sin medidas de mitigación).

COMPONENTE DEL MEDIO AMBIENTE	SIN PROYECTO	CON PROYECTO SIN MEDIDAS DE MITIGACION	CON PROYECTO CON MEDIDAS DE MITIGACION
VEGETACION	La vegetación se encuentra en buenas condiciones sin embargo hay presencia de impacto por la vía de comunicación Mahahual-Uvero	Se desmonta la vegetación para instalar las obras, sin implementar medidas. No hay delimitación de las áreas verdes y no existe algún programa de reubicación para aumentar la resiliencia de la vegetación.	Se implementa el programa de reubicación de flora que se encuentra en la NOM-059-SEMARNAT-2010. se recupera la tierra vegetal y se señalizan las áreas verdes, posteriormente se desmonta la vegetación permitida según los instrumentos normativos para construir las obras.

<p><u>FAUNA</u></p>	<p>La fauna se sometida a cierta presión por el desarrollo de actividades humanas en predios adyacentes, sin embargo, existe cobertura vegetal para su prevalencia.</p>	<p>Al no estar delimitadas las áreas las personas pueden extraer fauna o realizar actividades de cacería.</p>	<p>Se mantiene las poblaciones de fauna local debido a la presencia de una extensión del 90.12 % de la vegetación natural en la UGA 40 y de un 99.02% de la vegetación natural en la UGA 49-A, no se realizan obras en el ecosistema de manglar y se mantiene una distancia prudente en consideración a la NOM-022, además se señalizan áreas verdes donde la fauna puede volver a regresar y se encontrara a salvo.</p>
<p><u>SUELO</u></p>	<p>El suelo se encuentra en gran parte fértil, mismo que puede ser usado en algún cambio de uso de suelo.</p>	<p>Sin medidas de mitigación, el suelo va perdiendo sus propiedades orgánicas, así mismo puede sufrir problemas de contaminación con residuos sólidos de manejo especial, residuos peligrosos o residuos sólidos urbanos, los cuales</p>	<p>Las obras en gran medida permiten la recuperación del mantillo orgánico del suelo, el uso de concreto permeable asegura la infiltración del agua de lluvia en el subsuelo. Al contar con un programa de manejo de</p>
		<p> pueden ser derivados de las actividades u obras de construcción.</p>	<p>los residuos sólidos generados, así como un seguimiento de las condicionantes ambientales, se establecen buenas prácticas de manejo que evitan la contaminación del suelo y aseguran su permanencia.</p>

<u>AGUA</u>	El agua cruda se utiliza debido a la demanda de este recurso en el área, no existen autorizaciones de extracción o descarga.	La extracción de agua no está regulada no hay una cuota y pueden existir derrames y descargas de sustancias peligrosas y aguas negras que contaminen el manto acuífero.	Con las medidas de prevención ante derrames y control de descargas al subsuelo acordes a la normatividad en materia de descargas de aguas tratadas según la NOM-001-SEMARNAT-1996, el recurso agua se mantiene seguro.
<u>AIRE</u>	La calidad del aire es buena.	Existe dispersión de los polvos fugitivos no controlado, no existe irrigación ni barreras creando un aspecto visual negativo y contaminando el aire con las partículas.	Existe un control de polvos con irrigación en las áreas de obras, así mismo se otorga mantenimiento preventivo a los vehículos de combustión interna y se lleva un control a través de la bitácora de obra.
<u>CONSERVACION DE LOS MONUMENTOS ARQUEOLOGICOS ENCONTRADOS</u>	No se habían registrado y su tendencia era a la intemperie y afectaciones por fenómenos naturales humanos.	Probablemente el desarrollo humano desorganizado los hubiera destruido junto con pérdida del valor cultural intrínseco que conlleva.	Debido a su hallazgo ya fueron registradas como monumentos arqueológicos y se han protegido; el proyecto no afecta en su área de protección seguramente durante su estudio por investigadores del INAH Quintana Roo generara información al acervo cultural del estado.

## VIII.5 Programa de manejo ambiental

Es importante implementar acciones de monitoreo, seguimiento y vigilancia de los condicionamientos ambientales que deriven lo postulado en la presente MIA, con el objetivo de establecer lineamientos de control y regulación en impacto ambiental, para ello se necesita:

- Compensar la superficie desmontada establecida por la legislación vigente con respecto a la dimensión del predio que debe ser un máximo de desmonte del 10 % de la totalidad del predio en la UGA 40 y un máximo del 1% en la UGA 49-A.
- Un programa de verificación y seguimiento las medidas preventivas, de control y mitigación de los impactos ambientales.
- Bitácora de obras y de asuntos que requieren medida preventiva o correctiva en impacto ambiental.
- Recorridos con registros fotográficos de las medidas de prevención, control y mitigación empleadas durante el tiempo de operación de la obra.
- Contar con un archivo de registros de permisos, autorizaciones, recibos y demás que presenten relevancia con los aspectos ambientales.
- En caso de contemplarse una modificación informar a la autoridad competente para que el proyecto se encuentre siempre apegado a la normatividad.

El Programa de vigilancia ambiental está compuesto por un programa, el cual es el Programa integral de manejo de los residuos sólidos y líquidos, así como de manejo especial que deriven de las actividades o las obras del proyecto.

Debido a la naturaleza de la obra, es necesario elaborar un plan de manejo de residuos sólidos y de manejo especial que eviten la contaminación del ambiente por las obras y/o actividades generadas en el predio, principalmente por el uso de lubricantes para los moldes y maquinarias, cambios de aceites y residuos de materias primas que pudiesen ocasionar contaminación del suelo y agua. En dicho programa se debe considerar lo siguiente:

Señalar los procedimientos técnicos y administrativos que den validez al programa.

1. Apegarse a la normatividad establecida en la Ley para la prevención, gestión integral y economía circular de los residuos en el estado de Quintana Roo.
2. Implementar las técnicas de manejo adecuadas con apego a la normatividad vigente en el caso de los residuos peligrosos, residuos de manejo especial y residuos sólidos



urbanos, así como a las aguas residuales de acuerdo con los lineamientos establecidos en el NOM-001-SEMARNAT-1996.

3. Designar la infraestructura necesaria para llevar a cabo las actividades de disposición y almacenamiento de los residuos sólidos y líquidos.
4. Delimitar los sitios adecuados para la disposición de los residuos generados.
5. Establecer el método para informar y capacitar al personal sobre la forma en que debe realizarse el manejo de los residuos.
- 6. Formas adecuadas de acopio de residuos sólidos urbanos**

Para el correcto acopio de los residuos sólidos y líquidos se deberá realizar en base a los lineamientos establecidos en:

- Ley general para la prevención y gestión integral de los residuos.
- Reglamento de la ley general para la prevención y gestión integral de los residuos.
- Ley para la prevención, gestión integral y economía circular de los residuos en el estado de Quintana Roo.
- Reglamento de la ley para la prevención de la gestión integral de los residuos del estado de Quintana Roo.

## **VIII.6 Seguimiento y control**

Se trata de la forma en que deberá estar estructurado el informe de cumplimiento de condicionantes en la periodicidad que determine la autoridad ambiental para ello se propone que debe contener lo siguiente.

1. Cumplimiento de las medidas de mitigación:
  - Programa de cumplimiento de las medidas de mitigación.
  - Memoria fotográfica del cumplimiento de condicionantes.
  - Anexos documentales que avalen el cumplimiento de condicionantes ambientales.
2. Informe del cumplimiento del Programa Integral de Manejo de los residuos sólidos y líquidos.

Una copia del reporte de la bitácora será enviada a conocimiento y evaluación de la autoridad competente en este caso la Procuraduría de Protección al Ambiente del Estado y la otra para el expediente ambiental de la obra. Este expediente se mantendrá en las oficinas del proyecto y será parte del expediente ambiental, mismo que deberá exhibirse en caso de que lo requiera alguna autoridad en las visitas de inspección al predio. Así mismo, se enviará copia a la Secretaría de Ecología y Medio Ambiente.

# CAPITULO IX BIBLIOGRAFÍA

Acosta Mireles, M., Vargas Hernández, J., Velázquez Martínez, A., & Etchevers Barra, J.

D. (2002). Estimación de la biomasa aérea mediante el uso de relaciones alométricas en seis especies arbóreas en Oaxaca, México. *Agrociencia*, 36(6).

Acosta-Hernández, C. C., Luna-Rodríguez, M., Noa-Carrazana, J. C., Galindo-González, J., Vázquez-Torres, S. M., Morales-Romero, Z., & Iglesias-Andreu, L. G. (2011). Caracterización morfológica y dasométrica de la especie amenazada *Juglans pyriformis* Liebm. *Revista Chapingo. Serie ciencias forestales y del ambiente*, 17(1),59-67.

Agis, A. J., Castro, N. D. H., Martínez, J. L., & Umaña, M. R. (2016). Diversidad y estructura de la selva mediana subperennifolia de Acapulco, Gro., México. *Revista Iberoamericana de las Ciencias Biológicas y Agropecuarias: CIBA*, 5(10), 1-20.

Andrés Hernández, A. R., & Espinosa Organista, D. (2002). Morfología de plántulas de *Bursera Jacq. ex L.*(Burseraceae) y sus implicaciones filogenéticas. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*, (70).

Boinski, S., & Fowler, N. L. (1989). Seasonal patterns in a tropical lowland forest. *Biotropica*,223-233.

Castillo, B. B. D., van der Wal, H., Vaca, C. I. C., Mendoza, P. A. M., & Fernández, J. M. P. (2012). EMERGENCIA DE PLÁNTULAS DE ESPECIES MADERABLES NATIVAS

DE LA PENÍNSULA DE YUCATÁN. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 3(10).

Cerdas, L. V., & Gómez, A. H. (2002). Germinación y micropropagación de ficus obtusifolia,

*F. Jimenezii* y *F. Morazaniana* (Moraceae). *Uniciencia*, 19(1), 77-82.

Chávez-Costa, A. C., Granados-Sánchez, D., & López-Ríos, G. (2000). Sucesión de gruposecológicos de árboles en una selva mediana subperennifolia secundaria. *Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente*, 6(1), 5-14.

Comisión Nacional Forestal (Conafor). (2004). Protección, restauración y conservación de suelos forestales.

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), (1998). Carta topográfica hidrológica de subcuentas 1:1000000. <http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/>

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), (1998). Vegetación Potencial Catálogo de metadatos geográficos. Conjunto de datos vectoriales edafológico, escala 1:4000000

- <http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/>  
CONABIO, Portal de Geoinformación, sistema nacional de información sobre biodiversidad, 2017 url: <http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/>.
- CONABIO, s. a. Ficha Técnica para la Evaluación de los Sitios Prioritarios para la Conservación de los Ambientes Costeros y Oceánicos de México. CONABIO, TNC, CONANP y Pronatura A. C. México. INEGI (Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática) (2008). Censo de Población y Vivienda 2008. Disponible en <http://www.inegi.org.mx/>. Consultado el 01 de enero de 2018
- Douterlungne, D., Herrera-Gorocica, A. M., Ferguson, B. G., Siddique, I., & Soto-Pinto, L. (2013). Ecuaciones alométricas para estimar biomasa y carbono de cuatro especies leñosas neotropicales con potencial para la restauración. *Agrociencia*, 47(4), 385- 397.
- Durán-Ramírez, C. A., Fonseca-Juárez, R. M., & Ibarra-Manríquez, G. (2010). Estudio florístico de *Ficus* (Moraceae) en el estado de Guerrero, México. *Revista mexicana de biodiversidad*, 81(2), 239-262.
- Dzib-Castillo, B., Chantásig-Vaca, C., & González-Valdivia, N. A. (2014). Estructura y composición en dos comunidades arbóreas de la selva baja caducifolia y mediana subcaducifolia en Campeche, México. *Revista mexicana de biodiversidad*, 85(1), 167-178.
- Escobar-Ocampo, M., & Ochoa-Gaona, S. (2007). Estructura y composición florística de la vegetación del Parque Educativo Laguna Bélgica, Chiapas, México. *Revista mexicana de biodiversidad*, 78(2), 391-419.
- Gallegos, J. R. D., Gil, G. G., Acosta, O. C., & Mifsut, I. M. (2001). Uso del suelo y transformación de selvas en un ejido de la Reserva de la Biosfera Calakmul, Campeche, México (parte 2). *Investigaciones Geográficas (Mx)*, (44), 39-53.
- García Amaro, E. (1973). Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen para adaptarlo a las condiciones de la república mexicana (No. C/551.6972 G3).
- García-Liconá, J. B., Esparza-Olguín, L. G., & Martínez-Romero, E. (2014). Estructura y composición de la vegetación leñosa de selvas en diferentes estadios sucesionales en el ejido El Carmen II, Calakmul, México. *Polibotánica*, (38), 01-26.
- Godínez IBARRA, O., & López MATA, L. (2002). Estructura, composición, riqueza y diversidad de árboles en tres muestras de selva mediana subperennifolia. *Anales del Instituto de Biología. Serie Botánica*, 73(2).
- Guevara, S., Meave, J., Moreno-Casasola, P., Laborde, J., & Castillo, S. (1994).

- Vegetación y flora de potreros en la sierra de Los Tuxtlas, México. *Acta Botánica Mexicana*, (28), 1-27.
- INEGI, (2014). Conjunto de datos vectoriales edafológico, escala 1:250000 Serie II <http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/>
- INEGI, (2014). Conjunto de datos vectoriales Geología, escala 1:1000000. <http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/recnat/geologia/infoescala.aspx>
- INEGI, (2014). Conjunto de datos vectoriales Hidrología, escala 1:1000000. <http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/recnat/hidrologia/infoescala.aspx>
- INEGI-Gobierno del Estado de Quintana Roo, 2002. Estudio Hidrológico del Estado de Quintana Roo. México. 96 p.
- Lu, P. L., & Morden, C. W. (2014). Phylogenetic relationships among Dracaenoid genera (Asparagaceae: Nolinoideae) inferred from chloroplast DNA loci. *Systematic Botany*, 39(1), 90-104.
- Mimaki, Y., Inoue, T., Kuroda, M., & Sashida, Y. (1997). Pregnane glycosides from *Sansevieria trifasciata*. *Phytochemistry*, 44(1), 107-111.
- Morales, M. D. R. R., Escalante, P. I. M., Ancona, J. J., & Rodríguez, I. L. E. (2016). Los frutales abandonados y subutilizados en la Península de Yucatán.
- Negreros-Castillo, P., Cámara-Cabrales, L., Devall, M. S., Fajvan, M. A., Briseño, M. M., & Mize, C. W. A. Navarro-Martínez. 2014. GUÍA PARA LA SILVICULTURA DE LAS SELVAS DE LA CAOBA EN QUINTANA ROO MÉXICO.
- Osburn, L. A., Cheng, Z. M., & Trigiano, R. N. (2011). Adventitious rooting of woody and herbaceous plants. *Plant Propagation Concepts and Laboratory Exercises*, 201.
- Rubio, E. E. S., Lara, L. I. S., Buenfil, G. D. J. Z., & Reyes, L. O. (2000). Composición botánica y valor nutricional de la dieta de bovinos en un área de vegetación secundaria en Quintana Roo. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 38(2).
- Salazar, R., Soihet, C., & Méndez, J. M. (2000). Manejo de semillas de 100 especies forestales de América Latina. *Centro Agronómico de Investigación y Enseñanza (CATIE), Turrialba, Costa Rica*.
- Sánchez-Sánchez, O., Islebe, G. A., & Valdez-Hernández, M. (2009). Vegetación costera del Santuario del Manatí. *El sistema ecológico de la bahía de Chetumal/Corozal: costa occidental del Mar Caribe. El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR), Chetumal, Quintana Roo, México*, 41-44.
- Silander, S. R., & Lugo, A. E. (2000). *Cecropia schreberiana* Miq. Yagrumbo hembra, trumpet-tree. *Bioecología de árboles nativos y exóticos de Puerto Rico y las Indias*

*Occidentales. General Technical Report IITF-115. USDA Forest Service International Institute of Tropical Forestry, Rio Piedras, PR, 122-127.*

- Tallei, T. E., Rembet, R. E., Pelealu, J. J., & Kolondam, B. J. (2016). Sequence Variation and Phylogenetic Analysis of *Sansevieria trifasciata* (Asparagaceae). *Bioscience Research*, 13(1), 01-07.
- Tzuc-Martínez, R., Casanova-Lugo, F., Caamal-Maldonado, A., Tun-Garrido, J., González-Valdivia, N., & Cetzal-Ix, W. (2017). Influencia de las especies leñosas en la dinámica de arvenses en sistemas agroforestales en Yucatán, México. *Agrociencia*, 51(3), 315-328.
- Valdez-Hernández, M., Sánchez, O., Islebe, G. A., Snook, L. K., & Negreros-Castillo, P. (2014). Recovery and early succession after experimental disturbance in a seasonally dry tropical forest in Mexico. *Forest ecology and management*, 334, 331-343.
- Vázquez-Negrín, I., Castillo-Acosta, O., Valdez-Hernández, J. I., Zavala-Cruz, J., & Martínez-Sánchez, J. L. (2011). Estructura y composición florística de la selva alta perennifolia en el ejido Niños Héroes Tenosique, Tabasco, México. *Polibotánica*, (32), 41-61.
- Villavicencio Enríquez, L., & Valdez Hernández, J. I. (2003). Análisis de la estructura arbórea del sistema agroforestal rusticano de café en San Miguel, Veracruz, México. *Agrociencia*, 37(4).
- Battelle-Columbus Laboratories, (1972). Environmental Evaluation System for Water Resource Planning”, Bureau of Reclamation, US Department of the Interior, Contract 14-06-D-7182, Columbus, Ohio.
- Clarke, K., & Gorley, R., (2006). *PRIMER V6: User Manual-Tutorial*. (P. M. Laboratory, Ed.)PRIMER-E Ltd UK.
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), (1998). Carta topográfica hidrológica de subcuentas 1:1000000. <http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/>
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), (1998). Vegetación Potencial Catálogo de metadatos geográficos. Conjunto de datos vectoriales edafológico, escala 1:4000000 <http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/>
- Conesa-Fernández, Vicente (1997). “Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental”. Ed.Mundi-Prensa. Madrid. 3era edición.
- Cox, W.G (1981). Laboratory manual of general ecology. William C. Brown Co. Publishers.

- Iowa, USA.
- Curtis, J.T y McIntosh, R.P, (1951). An upland forest continuum in the pariré–forest border region of Wisconsin.
- Diario Oficial de la Federación D. O. F. (1917). Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos. Cámara de Diputados de H. Congreso de la Unión. Última reforma publicada DOF 11-06-2013 (208p).
- Diario Oficial de la Federación, D. O. F. (1988). Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. Cámara de Diputados de H. Congreso de la Unión. Última reforma publicada DOF 07-06-2013. (123 p.)
- García, E. - Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO),(1998) Conjunto de datos vectoriales Climas 1:1000000  
<http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/>
- Hubbell, S.P y Foster, R.B., (1983). Diversity of canopy trees in a neotropical forest and implications for conservation. pp. 25-41. En: Sutton SL, Whitmore TC, Chadwick AC (eds) Tropical Rain Forest: Ecology and Management. Blackwell Scientific, Oxford.
- INEGI, (2014). Conjunto de datos vectoriales edafológico, escala 1:250000 Serie II <http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/>
- INEGI, (2014). Conjunto de datos vectoriales Geología, escala 1:1000000.  
<http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/recnat/geologia/infoescala.aspx>
- INEGI, (2014). Conjunto de datos vectoriales Hidrología, escala 1:1000000.  
<http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/recnat/hidrologia/infoescala.aspx>
- CONABIO, s. a. Ficha Técnica para la Evaluación de los Sitios Prioritarios para la Conservación de los Ambientes Costeros y Oceánicos de México. CONABIO, TNC, CONANP y Pronatura A. C. México.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática) (2008). Censo de Población y Vivienda 2008. Disponible en <http://www.inegi.org.mx/>. Consultado el 01 de enero de 2018
- INEGI-Gobierno del Estado de Quintana Roo, 2002. Estudio Hidrológico del Estado de Quintana Roo. México. 96 p.
- Periódico Oficial del Gobierno del Estado P.O. (2001). Ley de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente del Estado de Quintana Roo. Última reforma: 30 de octubre del 2015 (78 p.)
- Periódico Oficial del Gobierno del Estado P.O. (2001). Ley de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente del Estado de Quintana Roo. Última reforma: 30 de octubre del 2015 (78 p.)

Periódico Oficial del Gobierno del Estado P.O. (2010). Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Solidaridad. Publicado el 25 de octubre de mayo 2010 (89 p.)

Periódico Oficial del Gobierno del Estado P.O. (2010). Programa de Desarrollo Urbano de Playa del Carmen 2010-2050. Publicado el 20 de diciembre 2010 (136 p.)

Periódico Oficial del Gobierno del Estado P.O. (2011). Reglamento de la Ley del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente del Estado de Quintana Roo. Publicado el 11 de febrero 2010 (18 p.)

Pielou, E. (1996). The measurement of diversity in different types of biological collections.

*J. Theoret. Biol.*, 13, 13-144.

Shannon, C., & Weaver, W. (1949). *The mathematical theory of communication*. Illinois, USA.: University of Illinois.



**IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS  
METODOLOGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS  
QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN  
SEÑALADA EN LAS FRACCIONES  
ANTERIORES**

# Cartografía

## Otros anexos

## **Memorias**

**Se anexa en archivo digital**

## **PROGRAMAS COMPLEMENTARIOS**

# DOCUMENTACION LEGAL DEL PREDIO