

# DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO-A

PARA EL TRÁMITE UNIFICADO DE CAMBIO DE USO DE SUELO FORESTAL

PROYECTO:

**“Paseos del Mar DC-222”**



**CADURMA S.A. de C.V.**

*Ecociencia S.P.R de R.L.*

**Cancún, Benito Juárez, Quintana Roo**

***Abril, 2015***

## CONTENIDO

<b>RESUMEN EJECUTIVO .....</b>	<b>1</b>
<b>I.DATOS GENERALES DEL PROYECTO Y DEL PROMOVENTE.....</b>	<b>8</b>
I.1 Nombre del proyecto.....	8
I.2 Nombre o Razón Social del Promovente. ....	8
I.3 Ubicación (dirección) del promovente. ....	8
I.4 Superficie solicitada de cambio de uso de suelo y tipo de vegetación forestal. ....	8
I.5 Duración del proyecto. ....	8
<b>II. USOS QUE SE PRETENDEN DAR AL TERRENO.....</b>	<b>9</b>
II.1 Objetivo del proyecto. ....	9
II.2 Naturaleza del proyecto. ....	9
II.3 Justificar por qué los terrenos son apropiados al nuevo uso. ....	14
II.4 Programa de Trabajo .....	17
<b>III. UBICACIÓN Y SUPERFICIE DEL PREDIO O CONJUNTO DE PREDIOS Y DELIMITACIÓN DE LA PORCIÓN EN DONDE SE PRETENDA REALIZAR EL CAMBIO DE USO DE SUELO A TRAVÉS DE PLANOS GEORREFERENCIADOS. ....</b>	<b>19</b>
III.1 Ubicación del predio o conjunto de predios donde se ubica el proyecto.....	19
III.2 Representación gráfica de la ubicación geográfica y geopolítica. ....	20
III.3 Ubicación y delimitación física de la superficie del proyecto. ....	25
III.4 Indicar si el proyecto se ubica dentro de alguna modalidad de Área Natural Protegida (ANP).....	26
<b>IV. DESCRIPCIÓN DE LOS ELEMENTOS FISICOS Y BIOLÓGICOS DE LA CUENCA HIDROLÓGICO-FORESTAL EN DONDE SE UBIQUE EL PREDIO.....</b>	<b>29</b>
IV.1. Delimitación del área de estudio donde pretende establecerse el proyecto .....	31
IV.2. Caracterización y análisis de la Cuenca Hidrológico-Forestal.....	35
IV.2.1 Caracterización y análisis retrospectivo de la calidad ambiental del Sistema Ambiental. ....	40
IV.2.2 Medio abiótico.....	44
IV.2.2.1 Fisiografía .....	44
IV.2.2.2 Clima.....	46
IV.2.2.3 Edafología.....	49
IV.2.2.4 Geología y geomorfología .....	51
IV.2.2.5 Hidrología superficial y subterránea .....	53

---

IV.2.2.6 Aire .....	55
IV.2.3 Medio biótico.....	56
IV.2.3.1 Vegetación.....	56
IV.2.3.2 Condiciones de la vegetación en el área de influencia. ....	59
IV.2.3.3 Resultados de los valores obtenidos de Importancia Ecológica en el Sistema Ambiental (VIR).....	65
IV.2.3.4 Resultados de los valores obtenidos de Diversidad florística por estrato en el Sistema Ambiental. ....	68
IV.2.3.5 Tipos de fauna en el Sistema Ambiental. ....	72
<b>V. DESCRIPCIÓN DE LAS CONDICIONES DEL PREDIO QUE INCLUYA LOS FINES A QUE ESTE DESTINADO, CLIMA, TIPO DE SUELO, PENDIENTE MEDIA, RELIEVE, HIDROGRAFIA Y TIPOS DE VEGETACION Y FAUNA. ....</b>	<b>81</b>
V.1 Clima.....	82
V.2 Suelo.....	82
V.3 Pendiente media .....	83
V.4 Hidrografía .....	83
V.5 Tipos de vegetación .....	84
V.5.1 Procedimiento para la descripción de la vegetación .....	84
V.5.2 Forma y tamaño de las unidades de muestreo.....	85
V.5.3 Descripción fisonómica de la vegetación identificada.....	88
V.5.4 Estructura de la vegetación secundaria en el predio.....	89
V.5.5 Composición de especies.....	95
V.5.6 Especies protegidas. ....	98
V.5.7 Densidad de individuos en el predio. ....	99
V.5.8 Resultados de los valores obtenidos de Importancia Ecológica en el predio. ....	103
V.5.9 Resultados de los valores obtenidos de Diversidad florística por estrato en el predio.....	106
V.6 Fauna.....	110
<b>VI. ESTIMACIÓN DEL VOLUMEN POR ESPECIE DE LAS MATERIAS PRIMAS FORESTALES DERIVADAS DEL CAMBIO DE USO DE SUELO.....</b>	<b>116</b>
VI.1 Metodología para el inventario forestal en el área propuesta para el cambio de uso del suelo. ....	116
VI.1.1 Diseño de muestreo.....	117
VI.1.2 Forma y tamaño de los sitios de muestreo.....	117
VI.1.3 Intensidad de muestreo. ....	118

---

VI.1.4	Procesamiento de la información.....	120
VI.1.5	Fórmulas utilizadas.....	121
VI.1.6	Modelos matemáticos para estimar Volumen: .....	121
VI.1.7	Resultados de la estimación del Volumen Total Árbol de las materias primas forestales. ....	124
<b>VII.</b>	<b>PLAZO Y FORMA DE EJECUCIÓN DEL CAMBIO DE USO DE SUELO. ....</b>	<b>126</b>
VII.1	Plazo de ejecución para el cambio de uso de suelo en terreno forestal.....	126
VII.2	Forma de ejecución para el cambio de uso de suelo en terreno forestal .....	127
<b>VIII.</b>	<b>VEGETACIÓN QUE DEBA RESPETARSE O ESTABLECERSE PARA PROTEGER LAS TIERRAS FRAGILES.....</b>	<b>131</b>
<b>IX.</b>	<b>IDENTIFICACION, DESCRIPCION Y EVALUACION DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES.....</b>	<b>137</b>
IX.1	Identificación de Impactos .....	137
IX.2	Caracterización de los impactos. ....	139
IX.3	Valoración de los impactos.....	142
IX.3.1	Valoración Cualitativa de los Impactos.....	142
IX.3.2	Valoración Cuantitativa de los Impactos .....	145
IX.4	Conclusiones.....	147
IX.4.1	Impactos Negativos.....	148
IX.4.2	Impactos Positivos.....	149
IX.4.3	Conclusiones generales.....	149
<b>X.</b>	<b>MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACION DE IMPACTOS SOBRE LOS RECURSOS FORESTALES, LA FLORA Y FAUNA SILVESTRE, APLICABLES DURANTE LAS DISTINTAS ETAPAS DE DESARROLLO DEL CAMBIO DE USO DE SUELO.....</b>	<b>154</b>
X.1	Descripción de las medidas de prevención y mitigación. ....	154
X.2	Impactos residuales.....	157
X.3	Descripción y análisis del escenario sin proyecto. ....	159
X.4	Descripción y análisis del escenario con proyecto. ....	161
X.5	Descripción y análisis del escenario considerando las medidas de mitigación. ....	162
X.6.	Pronóstico ambiental. ....	164
X.7	Programa de Manejo Ambiental .....	165
X.8	Seguimiento y control .....	169
<b>XI.</b>	<b>SERVICIOS AMBIENTALES QUE PUDIERAN PONERSE EN RIEGO POR EL CAMBIO DE USO DEL SUELO PROPUESTO. ....</b>	<b>172</b>
XI.1	Diagnóstico ambiental .....	184
<b>XII.</b>	<b>JUSTIFICACIÓN TÉCNICA, ECONÓMICA Y SOCIAL QUE MOTIVE LA AUTORIZACIÓN EXCEPCIONAL DEL CAMBIO DE USO DE SUELO.....</b>	<b>187</b>

---

XII.1 Justificación técnica para demostrar que no se compromete la biodiversidad .....	187
XII.2 Justificación técnica para demostrar que no se comprometerá la erosión de los suelos. ....	193
XII.3 Justificación técnica para demostrar que no se provoca el deterioro de la calidad del agua y la disminución en su captación.....	199
XII.4 El uso alternativo propuesto será más productivo a largo plazo .....	203
XII.5 Factores socioeconómicos. ....	205
<b>XIII. DATOS DE INSCRIPCIÓN EN EL REGISTRO DE LA PERSONA QUE HAYA FORMULADO EL ESTUDIO Y EN SU CASO DEL RESPONSABLE DE DIRIGIR LA EJECUCIÓN.....</b>	<b>209</b>
<b>XIV. VINCULACIÓN Y APLICACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y, EN SU CASO, CON LA REGULACIÓN SOBRE USO DEL SUELO.....</b>	<b>210</b>
XIV.1 Planes de ordenamiento ecológico del territorio (POET) .....	211
XIV.1.1 Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Benito Juárez. ....	211
XIV.2 Decretos y programas de conservación y manejo de las áreas naturales protegidas. ....	232
XIV.3 Normas Oficiales Mexicanas .....	237
XIV.4 Planes o programas de desarrollo urbano (PDU) .....	239
XIV.5 Otros instrumentos a considerar .....	241
<b>XV. ESTIMACIÓN ECONÓMICA DE LOS RECURSOS BIOLÓGICOS FORESTALES DEL ÁREA SUJETA AL CAMBIO DE USO DEL SUELO.....</b>	<b>243</b>
XV.1 Valoración económica directa. ....	243
XV.2 Valoración económica indirecta.....	250
<b>XVI. ESTIMACIÓN DEL COSTO DE LAS ACTIVIDADES DE RESTAURACIÓN CON MOTIVO DEL CAMBIO DE USO DE SUELO. ....</b>	<b>252</b>
<b>XVII. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS.....</b>	<b>266</b>
XVII.1 Referencias Bibliográficas.....	266
XVII.2 Cartografía y mapas elaborados para este estudio. ....	272
XVII.3 Datos de campo del inventario forestal del predio. ....	272

## INDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Superficie a afectar para el desarrollo del proyecto " <i>Paseos del Mar DC-222</i> "....	10
Cuadro 2. Características de las viviendas del Desarrollo Habitacional.....	11
Cuadro 3. Desglose de las superficies y usos de suelo donde se pretende establecer el proyecto.....	14
Cuadro 4. Programa de trabajo resumido para las etapas de cambio de uso del suelo de acuerdo con el avance del proyecto " <i>Paseos del Mar DC-222</i> ". .....	17
Cuadro 5. Cuadro de construcción de la superficie total del predio.....	20
Cuadro 6. Coordenadas que delimitan el polígono del área sujeta al cambio de uso de suelo, parcela 222.....	25
Cuadro 7. Superficie y porcentaje de ocupación de las condiciones que prevalecen en el sistema ambiental.....	34
Cuadro 8. Lista de algunos de los huracanes que se han presentado en la región de la Península de Yucatán.....	49
Cuadro 9. Coordenadas en UTM de los sitios de muestreo empleados durante el levantamiento de datos en campo en el Sistema Ambiental. Datum WGS-84 México. ....	60
Cuadro 10. Riqueza florística registrada en el Sistema Ambiental y su correspondiente forma de vida y categoría de protección. ....	62
Cuadro 11. Valor de Importancia Relativa (VIR). Estrato herbáceo área del predio de individuos con un DN menor de 3 cm. ....	65
Cuadro 12. Valor de Importancia Relativa (VIR). Estrato arbustivo área del predio (DN desde 3 cm y hasta 9.9 cm). ....	66
Cuadro 13. Valor de Importancia Relativa (VIR). Estrato arbóreo área del predio de individuos con un DN de 10 cm en adelante.....	68
Cuadro 14. Diversidad (H'), Equidad de las especies por grupo diamétrico (E). Estrato herbáceo. ....	69
Cuadro 15. Diversidad (H'), Equidad de las especies por grupo diamétrico (E). Estrato arbustivo.....	70
Cuadro 16. Diversidad (H'), Equidad de las especies por grupo diamétrico (E). Estrato Arbóreo.....	71
Cuadro 17. Abundancia relativa de las especies registradas en el sistema ambiental de la zona de estudio .....	74
Cuadro 18. Diversidad (H') y Equidad de las especies por grupo de los Anfibios .....	76
Cuadro 19. Diversidad (H') y Equidad de las especies por grupo de los Reptiles .....	76
Cuadro 20. Diversidad (H') y Equidad de las especies por grupo de las Aves .....	77
Cuadro 21. Diversidad (H') y Equidad de las especies por grupo de los Mamíferos .....	79
Cuadro 22. Parámetros establecidos para la toma de datos en cada uno de los sitios de muestreo. ....	86
Cuadro 23. Coordenadas en UTM de los sitios de muestreo empleados durante el levantamiento de datos en campo dentro del predio. Datum WGS-84 México.....	86

Cuadro 24. Valores del número de individuos por hectárea, altura máxima, altura promedio y DAP por grupo diamétrico de la Vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia.	92
Cuadro 25. Superficie y porcentaje de ocupación de las condiciones de la vegetación en el predio del proyecto.	94
Cuadro 26. Riqueza florística registrada en el predio objeto de estudio y su correspondiente forma de vida y categoría de protección.	96
Cuadro 27. Especie bajo estatus de amenazada observada en el predio listada en la NOM-059-SEMARNAT-2010.	99
Cuadro 28. Número de individuos por especie en los 12 sitios de muestreo y por hectárea en el estrato herbáceo.	99
Cuadro 29. Número de individuos por especie en los 12 sitios de muestreo y por hectárea en el estrato arbustivo.	100
Cuadro 30. Número de individuos por especie en los 12 sitios de muestreo y por hectárea en el estrato arbóreo.	102
Cuadro 31. Valor de Importancia Relativa (VIR). Estrato herbáceo área del predio de individuos con un DN menor de 3 cm.	103
Cuadro 32. Valor de Importancia Relativa (VIR). Estrato arbustivo área del predio (DN desde 3 cm y hasta 9.9 cm).	104
Cuadro 33. Valor de Importancia Relativa (VIR). Estrato arbóreo área del predio de individuos con un DN de 10 cm en adelante.	105
Cuadro 34. Diversidad (H'), Equidad de las especies por grupo diamétrico (E). Estrato herbáceo.	106
Cuadro 35. Diversidad (H'), Equidad de las especies por grupo diamétrico (E). Estrato arbustivo.	107
Cuadro 36. Diversidad (H'), Equidad de las especies por grupo diamétrico (E). Estrato Arbóreo.	108
Cuadro 37. Diversidad de especies por estrato de acuerdo con el índice de Shannon-Wiener.	110
Cuadro 38. Abundancia relativa de las especies registradas en el predio del proyecto.	110
Cuadro 39. Diversidad (H') y Equidad de las especies por grupo de los Anfibios	112
Cuadro 40. Diversidad (H') y Equidad de las especies por grupo de los Reptiles	112
Cuadro 41. Diversidad (H') y Equidad de las especies por grupo de las Aves	113
Cuadro 42. Diversidad (H') y Equidad de las especies por grupo de los Mamíferos	114
Cuadro 43. Ubicación de los sitios de muestreo. Se presentan las coordenadas en UTM de los sitios de muestreo empleados durante el levantamiento de datos en campo. Datum WGS-84 México.	119
Cuadro 44. Ecuaciones utilizadas para volúmenes con corteza (Vcc), en m <sup>3</sup> para las especies localizadas en el predio.	122
Cuadro 45. Ecuaciones de volúmenes con corteza (Vcc) y sin corteza (Vsc) (m <sup>3</sup> ) para grupos de especies del estado de Quintana Roo.	122
Cuadro 46. Factores de conversión a Volumen Total Árbol (VTA)	123

Cuadro 47. Concentrado del número total de individuos con $DN \geq 10$ cm (IND/HA), área basal (AB/HA) expresada en m <sup>2</sup> , Volumen Total Árbol m <sup>3</sup> (VTA) y por la superficie sujeta a CUSTF de las especies identificadas en el terreno forestal para el proyecto. ....	124
Cuadro 48. Programa de trabajo para las actividades de cambio de uso de suelo forestal para el proyecto "Paseos del Mar DC-222". ....	126
Cuadro 49. Matriz para la determinación del índice de riesgo actual (IREA). ....	135
Cuadro 50. Actividades del proyecto que pueden causar impactos sobre el ambiente. ....	137
Cuadro 51. Factores ambientales e indicadores de impacto. ....	137
Cuadro 52. Identificación de los impactos potenciales derivados de la implementación del cambio de uso de suelo en terrenos forestales del proyecto "Paseos del Mar DC-222" sobre los diferentes factores ambientales. ....	138
Cuadro 53. Predicción de los Impactos Potenciales derivados de la implementación del cambio de uso del suelo en terrenos forestales del predio donde se pretende llevar a cabo la construcción del proyecto. ....	139
Cuadro 54. Criterios de clasificación de los impactos ambientales. ....	142
Cuadro 55. Valoración cualitativa de los impactos ambientales potenciales identificados para el proyecto "Paseos del Mar DC-222". ....	144
Cuadro 56. Criterios para la valoración cuantitativa de los impactos ambientales potenciales identificados para el proyecto. ....	145
Cuadro 57. Ponderación para la valoración de impactos ambientales. ....	146
Cuadro 58. Valoración cuantitativa de los impactos ambientales potenciales identificados para el proyecto "Paseos del Mar DC-222". ....	146
Cuadro 59. Superficie y porcentaje de ocupación de las condiciones que prevalecen en el sistema ambiental. ....	150
Cuadro 60. Medidas de prevención y mitigación para los impactos ambientales negativos identificados. ....	154
Cuadro 61. Valoración cuantitativa de los impactos ambientales residuales para el proyecto " <i>Paseos del Mar DC-222</i> ", una vez implementadas las medidas de prevención y mitigación planteadas por el proyecto. ....	157
Cuadro 62. Listado de fauna registrado en el sitio del proyecto. ....	166
Cuadro 63. Identificadores de Impacto para el Programa de Monitoreo del Proyecto. ....	170
Cuadro 64. Costo total de la inversión para el Programa de Manejo Ambiental de este proyecto. ....	171
Cuadro 65. Cálculo de captura de Carbono. ....	181
Cuadro 66. Resultados del índice de diversidad de Shannon-Wiener por estratos. ....	189
Cuadro 67. Comparativo de riqueza por grupos de vertebrados. ....	192
Cuadro 68. Número de especies de vertebrados terrestres reconocida para la Península y Estado de Quintana Roo. Entre paréntesis se indica el porcentaje que representa la riqueza específica presente en el predio del proyecto. ....	193
Cuadro 69. Criterios ecológicos generales del POEL del Municipio de Benito Juárez. ....	212
Cuadro 70. Lineamientos ambientales para el desarrollo de proyectos de acuerdo con la UGA-21 del Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Benito Juárez. ....	219
Cuadro 71. Criterios de regulación ecológica específicas de acuerdo a la UGA-21. ....	221



---

Cuadro 72. Cumplimiento de los criterios ecológicos de aplicación específica por parte del proyecto.....	221
Cuadro 73. Resultados del análisis espacial del SIGEA, con respecto a las áreas naturales protegidas de la región, de acuerdo con la poligonal definida del proyecto.....	233
Cuadro 74. Seguimiento de normas oficiales mexicanas durante las diferentes etapas del proyecto.....	237
Cuadro 75. Estimación del volumen comercial (m3) por especie, por hectárea y por la superficie de cambio de uso del suelo para este proyecto.....	244
Cuadro 76. Estimación del volumen comercial (m3) por especie, por hectárea y por la superficie de cambio de uso del suelo para este proyecto.....	245
Cuadro 77. Estimación económica de la madera para leña, material triturado y carbol vegetal, con valor comercial de acuerdo con la estimación volumétrica del inventario forestal. ....	246
Cuadro 78. Valor económico y número de plantas ornamentales por hectárea y por la superficie de cambio de uso de suelo forestal del proyecto. ....	247
Cuadro 79. Estimación económica de los recursos biológicos forestales de las especies de fauna con registro de campo en el área propuesta para cambio de uso del suelo. ....	249
Cuadro 80. Resumen de la estimación de los recursos biológicos forestales. ....	250
Cuadro 81. Valoración económica indirecta a partir del valor de los servicios ambientales que presta la vegetación que se desarrolla al interior del predio.....	250
Cuadro 82. Conceptos y costos para las actividades de forestación para la superficie de cambio de uso de suelo.....	262
Cuadro 83. Estimación del costo de las actividades de restauración por hectárea en el sitio en un periodo de 20 años para una superficie de 88.35 has.....	264

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Distribución espacial de los Usos de suelo del proyecto.....	11
Figura 2. Uno de los Prototipos de Vivienda del proyecto.....	12
Figura 3. Vialidades que atraviesan el predio de la parcela 222, construidas por el Municipio de Benito Juárez.....	13
Figura 4. Ubicación de la Parcela 222 en el contexto de la zona urbana. ....	15
Figura 5. Plano georreferenciado del predio donde se pretende ejecutar el proyecto.....	19
Figura 6. Croquis de localización del predio del proyecto en su contexto geopolítico. ....	21
Figura 7. Límites y colindancias de la Parcela 222, Ciudad de Cancún, Municipio de Benito Juárez, Quintana Roo.....	22
Figura 8. Localización del predio en el contexto del Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio Benito Juárez.....	23
Figura 9. Ámbito de aplicación del PDU de Cancún 2014-2030.....	24
Figura 10. Distribución espacial del área a solicitar de CUSF del proyecto. El polígono de color rojo representa el área sujeta a CUSF y el color blanco las vialidades. ....	26
Figura 11. Pantalla del portal del Sistema de Información Geográfica para la Evaluación del Impacto Ambiental (SIGEA) del portal de la SEMARNAT. ....	27
Figura 12. En la imagen se aprecia la ubicación del predio, con respecto a las áreas naturales protegidas de Manglares de Nichupte y del Parque Nacional Arrecife Puerto Morelos.....	28
Figura 13. El predio de interés se localiza en la Cuenca hidrológica RH32, Cuenca 32 A Quintana Roo, Subcuenca "a" Benito Juárez. FUENTE: INEGI, Conjunto de datos vectoriales de Cuencas y Subcuencas de la Península de Yucatán, Escala 1:1'000,000. ....	30
Figura 14. Ubicación de la UGA 21, en la cual se localiza el proyecto.....	32
Figura 15. Ubicación del predio, delimitación del área de influencia y descripción del sistema ambiental.....	34
Figura 16. Esquematización de la ubicación del sistema natural fragmentado por el desarrollo urbano de la ciudad de Cancún.....	42
Figura 17. Carta fisiográfica. El sistema ambiental se ubica en la subprovincia fisiográfica Carso Yucateco.....	45
Figura 18. Subtipo climático que se presenta en el sitio del proyecto. Fuente: Instituto Nacional de Estadística y Geografía, Escala 1: 250,000.....	47
Figura 19. Marcha anual de la temperatura y precipitación para la zona de estudio. Fuente: Datos obtenidos por la CNA en la estación meteorológica Cancún (1991-2006). ....	47
Figura 20. Mapa de peligros por incidencia de ciclones Fuente: Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED).....	48
Figura 21. Carta edafológica para el sistema ambiental regional definido para el sitio del proyecto, donde se aprecia que el tipo de suelo dominante es Litosol con Rendzina. ....	51

---

Figura 22. Mapa Geológico del Área de Estudio. Fuente: Carta Geológica del INEGI "CANCÚN F16-8" a escala 1: 250,000.....	53
Figura 23. Mapa Hidrológico Superficial del Área de Estudio. Fuente: Carta Hidrológica de Aguas Superficiales del INEGI "CANCÚN F16-8" a escala 1: 250,000. ....	54
Figura 24. Mapa Hidrológico Subterráneo del Área de Estudio. Fuente: Carta Hidrológica de Aguas Subterráneas del INEGI "CANCÚN F16-8" a escala 1: 250 000. ....	55
Figura 25. Carta de uso del suelo y vegetación de INEGI, Serie V. ....	57
Figura 26. Distribución espacial de los sitios de muestreo para la diversidad de flora en el sistema ambiental.....	61
Figura 27. Ubicación del proyecto en una zona con coeficiente de escurrimiento de 0 a 5% (INEGI, 2009). ....	83
Figura 28. Esquema de las unidades circulares o concéntricas utilizadas en el levantamiento de datos de campo del estudio base. ....	85
Figura 29. Distribución de las 12 unidades de muestreo para evaluar la diversidad florística dentro del predio.....	87
Figura 30. Características de la vegetación secundaria de selva mediana predominante en el predio. ....	91
Figura 31. Distribución de la altura en el estrato herbáceo .....	92
Figura 32. Distribución de la altura en el estrato arbustivo.....	92
Figura 33. Distribución de la altura en el estrato arbóreo.....	93
Figura 34. Distribución del área basal por hectárea de acuerdo a los diferentes grupos diamétricos .....	93
Figura 35. Distribución espacial de las condiciones de la vegetación secundaria arbórea y arbustiva de selva mediana subperennifolia. ....	95
Figura 36. Distribución espacial de las unidades de muestreo en el predio. ....	117
Figura 37. Esquema de las unidades circulares o concéntricas utilizadas en el levantamiento de datos de campo del estudio base. ....	118
Figura 38. Se muestra parte del trabajo de campo durante el inventario forestal del predio del proyecto.....	120
Figura 39. Impactos ambientales negativos y positivos que serán generados por el cambio de uso de suelo en terrenos forestales del proyecto. ....	148
Figura 40. Condiciones ambientales del sistema ambiental donde se localiza el sitio del proyecto.....	150
Figura 41. Panorámica de las presiones de urbanización sobre el predio.....	151
Figura 42. Escenario del predio sin la implementación del proyecto. ....	161
Figura 43. Distribución conocida de la palma <i>Thrinax radiata</i> (chit), de acuerdo con la CONABIO. Fuente: Catálogo de metadatos geográficos. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, 2010. ....	175
Figura 44. Área de distribución de la iguana rayada ( <i>Ctenosaura similis</i> ) en México. Fuente: Ramírez Bautista y Arizmendi, 2004.....	176
Figura 45. Localización del sitio de interés con respecto al POEL de Benito Juárez.....	211
Figura 46. Pantalla del portal del Sistema de Información Geográfica para la Evaluación del Impacto Ambiental (SIGEA) del portal de la SEMARNAT. ....	233

---

Figura 47. Localización del sitio del proyecto con respecto a la Región Hidrológica Prioritaria número 103 denominada “Contoy”. ..... 235

Figura 48. Región Marina Prioritaria aplicable al sitio del proyecto. .... 236

Figura 49. Localización del sitio del proyecto en el Plano H del Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población Cancún, Municipio de Benito Juárez, Quintana Roo (2014-2030). ..... 240

## RESUMEN EJECUTIVO

### PROYECTO: "*PASEOS DEL MAR DC-222*"

El Documento Técnico Unificado para el cambio de uso del suelo del sitio donde se pretende desarrollar el proyecto "Paseos del Mar DC-222", y que ahora se presenta para su estudio y autorización por parte de la empresa CADURMA S.A. de C. V., como promovente, encuentra fundamento legal y se apega a lo dispuesto por la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, sus respectivos Reglamentos aplicables a la materia, así como por 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."

En este DTU-A, se refleja el criterio formado por el equipo de trabajo sobre el comportamiento ambiental del proyecto, sobre su aceptabilidad y sobre la forma en que puede ser mejorado de tal manera que no solo llegue a ser ambientalmente aceptable, sino que pueda considerarse globalmente positivo. Dicho criterio, lejos de la arbitrariedad, se ha ido conformando mediante la aplicación de una metodología sistemática que ha permitido conocer de forma progresiva las relaciones del proyecto con el entorno en que se ubica.

Siendo el objetivo del presente Documento, obtener por parte de la autoridad evaluadora la autorización en materia de Cambio de Uso de Suelo e Impacto Ambiental, para poder dar inicio a las obras y actividades de remoción total de la vegetación del sitio para destinarlo a actividades no forestales, mismas que como se demuestran en el cuerpo del presente documento consisten en: 1. Preparación del sitio: corresponden a las actividades del trazo, rescate de vegetación y vivero, desmonte, despalme, trazo, nivelación, compactaciones, las cuales se realizarán con la ayuda de maquinaria pesada y el apoyo de herramienta menor. (Cambio de uso de suelo).

Proyectándose el inicio, una vez que se cuente con las autorizaciones pertinentes ante las dependencias que correspondan.

La superficie propuesta para el cambio de uso de suelo en terrenos forestales es de 883,518.04 m<sup>2</sup> (88.35 ha), con vegetación secundaria derivada de *selva mediana subperennifolia*, y se encuentra comprendido en la Supermanzana 258, manzana 01, lote 222 de la ciudad de Cancún, Municipio de Benito Juárez, Estado de Quintana Roo, cuya propiedad a favor del promovente se acredita con el testimonio de

escritura pública No. P.A. 40373 Volumen 351/2010 expedida ante el Lic. Luis Miguel Cámara Patrón, titular de la notaría pública número 30

Por su naturaleza, el proyecto se encuentra clasificado dentro del ramo de la construcción para uso habitacional, donde se pretende el cambio de uso de suelo en 88.35 hectáreas para llevar a cabo la construcción de un fraccionamiento habitacional, de manera eficiente y con el mínimo impacto ambiental, cumpliéndose con lo establecido en el Programa de Desarrollo Urbano de Centro de Población de Cancún 2014-2030, publicado en el Periódico Oficial del Estado de Quintana Roo el 16 de Octubre de 2014.

Ahora bien en el presente Documento se describen las condiciones físicas y biológicas del sistema ambiental y de la micro-cuenca hidrológica-forestal donde se ubica el predio, las condiciones de clima, suelo, topografía y relieve, el tipo de vegetación que resultará afectada con el cambio de uso del suelo es una vegetación secundaria derivada de una selva mediana subperennifolia con predominancia arbustiva y arbórea. Esta vegetación secundaria en proceso de degradación es producto del impacto recurrente sobre la vegetación previa de acciones antropogénicas y fenómenos meteorológicos sucesivos, describiéndose la caracterización de flora y fauna silvestre destacando sus componentes y su importancia relativa.

En relación a los ordenamientos jurídicos ambientales a los cuales se encuentra vinculado el proyecto que se somete a estudio, tenemos que por su situación en la zona norte de la geografía del estado de Quintana Roo, esto es en el Municipio de Benito Juárez, concretamente en la Ciudad de Cancún, dicho proyecto se encuentra regulado, además de las Leyes Generales de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente y de Desarrollo Forestal Sustentable, y sus respectivos reglamentos, por:

1.- Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Benito Juárez (POELMBJ) ya que el predio se ubica en la unidad de gestión ambiental (UGA) número 21, denominada "Zona Urbana de Cancún", Publicado el 27 de febrero 2014, en el periódico oficial del estado de Quintana Roo.

2.- Programa de Desarrollo Urbano de Centro de Población de Cancún 2014-2030, publicado en el Periódico Oficial del Estado de Quintana Roo el 16 de Octubre de 2014, que establece esta área como habitacional, donde se pretende llevar a cabo la construcción de 5,511 viviendas de interés social, con una densidad de 61.62 viviendas/ha.

Resultando de esta vinculación que el proyecto propuesto en este documento consistente en el cambio de uso de suelo para el proyecto denominado "Paseos del Mar DC-222", es plenamente congruente con lo estatuido por los ordenamientos jurídicos ambientales que rigen en la localidad. Reforzando este criterio el hecho de

que actualmente en esta zona aun se continúan en proceso los trabajos de urbanización de algunos sectores en lo que se refiere al trazo de calles, introducción de servicios de agua potable, drenaje, electrificación, así como la instalación de plantas para el tratamiento de aguas residuales, propiciando un desarrollo urbano sustentable y armónico con la naturaleza.

Una vez soslayado el tema de la vinculación del proyecto a los cuerpos normativos jurídicos aplicables en materia ambiental, el presente Documento aborda el estudio de las condiciones del predio, clima, tipo de suelo, pendiente media, relieve, hidrografía y tipos de vegetación y fauna, estudio del cual se obtuvo el resultado a continuación sintetizado.

La vegetación al interior del predio alcanza una riqueza de 92 especies, de las cuales 66 especies son árboles, 11 especies son arborescentes y arbustivas, 7 son herbáceas, 3 especies son rastreras y trepadoras, 3 son palmas y 2 son epifitas. De acuerdo con el espectro de formas de vida, se puede observar que la mayor parte de las especies registradas por su composición y estructura son árboles, seguido de arbustos y herbáceas. Estas especies se encuentran agrupadas en 44 Familias, de las cuales las Fabaceae son las más abundantes con 14 especies identificadas. No se registró ninguna especie en peligro de extinción; sin embargo, *Thrinax radiata* y *Tabebuia chrysantha* son las especies observadas en el sitio y que se encuentran listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 en categoría de Amenazadas.

En cuanto a la fauna del sitio, el grupo de las aves resultó por razones obvias el grupo más diverso registrando un índice H de 3.5 y 3.8 para el sitio del predio y del sistema ambiental respectivamente que se considera como ligeramente alto, Sin embargo se debe tomar en cuenta que muchas de las especies de aves registradas sólo se observaron en tránsito o se encontraban en el predio sólo con el propósito de alimentarse o en reposo.

En el caso de los réptiles; dicho índice H equivale a 2.2 y 2.1 respectivamente que se considera bajo, índices muy parecidos para el grupo de los mamíferos de 2 y 2 el número de especies para ambos grupos faunísticos, sin duda puede aumentar si se incrementa el número de muestreos a lo largo del año. Los anfibios obtuvieron un índice de 0.6 muy bajo en razón a que sólo se registraron dos especies. La equitatividad resultó muy similar en todos los grupos. Además, es necesario mencionar que los registros obtenidos en el presente estudio sólo reflejan una parte de las especies que ocurren en un sitio en particular; ya que fluctuaciones estacionales y ambientales en el corto plazo afectan la posibilidad de observar la mayor parte de los individuos que habitan el área en un momento en particular Respecto a los valores de importancia ecológica se llevo a cabo una comparación de lo que se pudiera encontrar en la superficie propuesta de CUSTF contra el sistema ambiental, en donde se pudo observar que todas las especies registradas

---

en el área de CUSTF se encuentran dentro del sistema ambiental, para obtener este resultado se utilizaron 12 sitios de muestreo para cada caso, las especies con mayor valor de importancia relativa son las siguientes: para el caso de las especies encontradas en el predio: *Hampea trilobata*, *Cascabela gaumeri* y *Manilkara zapota* y para el sistema ambiental: *Randia aculeata*, *Bursera simaruba* y *Metopium brownei*, en esta estimación se calculó el VIR para los estratos herbáceo, arbustivo y arbóreo.

Las unidades de muestreo consistieron en unidades circulares o sitios circulares con subunidades concéntricas de diferentes dimensiones. Tomando en cuenta las características de la vegetación existente en el predio en donde se desarrollan e interactúan arboles maduros, jóvenes, delgados, arbustos y plantas herbáceas, el tamaño de cada unidad de muestreo consistió en una subunidad de 500 m<sup>2</sup>, con subunidades concéntricas de 100 m<sup>2</sup> y 5 m<sup>2</sup>.

El proyecto no compromete la diversidad local, o del sistema ambiental (SA) donde se localiza el predio, dado el estado actual del ecosistema, considerando que tanto en el predio como en el ecosistema del sistema ambiental se presenta una composición florística similar, ya que la vegetación está compuesta principalmente de vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia conformado por sus tres estratos, del análisis realizado en este estudio de la comparación del área sujeta a cambio de uso de suelo forestal (sitio) con la del SA se obtuvo que para el estrato herbáceo, se encontraron 28 especies en el sitio, y 27 especies en el SA, para el estrato arbustivo, se registraron 47 especies en el sitio, y 46 especies en el SA, y para el estrato arbóreo, en el sitio se encontrarón 22 especie y 19 especies en el SA.

El análisis del Índice de Sorensen indica que la similitud de la composición florística en ambos sitios es de 0.80 (80% de similitud), o sea, más cercana a uno que a cero, por lo que no se compromete la riqueza de especies, ya que en caso que tenga lugar el desmonte en el sitio del proyecto, la representatividad específica está garantizada en el sistema ambiental, al conservarse las mismas especies en el sitio de referencia.

Los resultados del análisis del inventario forestal y la estimación volumétrica obtenida a partir de multiplicar el área basal (m<sup>2</sup>) por la altura total, utilizando el modelo matemático para construir las tablas de volumen de la cual resulta las ecuaciones de volúmenes para cada especie, se estimó un volumen total árbol (VTA) de 35.873 m<sup>3</sup> con corteza por hectárea, el Volumen Total Árbol estimado que se pudiera encontrar en la superficie solicitada de cambio de uso de suelo en las 88.35 hectáreas es de 3,169.411 m<sup>3</sup> con corteza, las especies que contribuyen más en este volumen son las especies *Manilkara zapota*, *Metopium brownei* y *Psicidia piscipula*.



---

En el predio donde se pretende la autorización de cambio de uso del suelo existen en total alrededor de 164 individuos por hectárea considerando los árboles maduros y juveniles desde los 10 cm de diámetro, para la superficie de cambio de uso de suelo se estimo aproximadamente 14,490 individuos en las 88.35 hectáreas. Para la superficie sujeta a cambio de uso de suelo se estima un volumen de 937.75 m<sup>3</sup> de madera. Los valores de volumen de la masa forestal obtenidos, así como los parámetros dasonómicos mostrados con anterioridad, dejan claro que la vegetación presente en el área de estudio corresponde a un conjunto de individuos prácticamente jóvenes que son resultado de un ecosistema de vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia deteriorado por los fenómenos naturales y por los asentamientos humanos en los alrededores del predio.

Del inventario forestal se concluye, que si bien es cierto, que el área donde se pretende desarrollar el proyecto "Paseos del Mar DC-222" cuenta actualmente con cobertura vegetal de carácter forestal, no menos cierto resulta, como se ha de demostrar en el contenido del presente estudio que las especies, el arbolado y la madera que conforman tanto la superficie que se pretende solicitar de cambio de uso de suelo forestal, como la totalidad del predio, NO SON ECONÓMICAMENTE REDITUABLES hablando en términos forestales, sumado a lo anterior se debe preponderar el hecho de que esta superficie cuenta con política de Aprovechamiento Urbano sujeto al programa de Desarrollo Urbano 2014-2030, compatible con el uso Habitacional, por lo tanto es de prever que el uso propuesto, que implica una fuerte inversión, fuente de empleo y mayor recaudación fiscal, es un uso mucho más productivo que el de un aprovechamiento forestal, el cual en todo caso, no está permitido en esta zona.

Para la valoración cuantitativa de los impactos ambientales potenciales identificados con respecto a la conservación de la biodiversidad, se puede concluir que la implementación del cambio de uso de suelo en terrenos forestales para llevar a cabo el proyecto generará un total de 25 impactos ambientales, de los cuales 88% se identificaron como negativos (22 impactos), mientras que el 12% se identificaron como positivos (3 impactos). Dentro de los 22 impactos que fueron identificados como negativos, mediante la aplicación de los criterios para la valoración cuantitativa de los impactos ambientales potenciales identificados para el proyecto, se ponderó que 14 son compatibles, mientras que 8 son moderados. Por lo antes mencionado, para dichos impactos ambientales no se necesitan prácticas mitigadoras (impactos compatibles), o en su defecto, se precisan prácticas de mitigación simples (impactos moderados).

Los impactos permanentes más relevantes que serán generados por el proyecto están relacionados con la modificación del entorno, remoción de la cobertura vegetal para llevar a cabo el cambio de uso de suelo en terrenos forestales. Dentro de los 3 impactos que fueron calificados como positivos, los tres se

---

consideran bajos. Los impactos benéficos consisten básicamente en el rescate y reubicación de las especies vegetales de las áreas sujetas a cambio de uso de suelo, lo cual promoverá la protección de especies vegetales de importancia ecológica, económica y de ornato y enriquecerá los elementos paisajísticos, vistas panorámicas y naturalidad de la zona del proyecto. Para cada uno de los impactos ambientales negativos producto de la implementación del cambio de uso de suelo sobre el medio natural, conceptual y socioeconómico, se cuenta con medidas de prevención, mitigación y/o compensación.

El proyecto, y la consecuente implementación de las medidas de prevención y mitigación que se ponen a consideración de la autoridad para su evaluación, permitirán controlar y mitigar los impactos ambientales adversos al predio y al ambiente. El proyecto cuenta con medidas de prevención y mitigación para evitar la afectación de los siguientes componentes ambientales: Calidad del Aire, Calidad del Suelo, Calidad del Agua, Diversidad y abundancia de flora y fauna, así como las enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, Fragmentación de Hábitats, Medio Conceptual: Elementos paisajísticos, vistas panorámicas y naturalidad, Calidad de vida, salud y seguridad. Adicionalmente se tienen contemplados realizar los siguientes.

Aunando a las medidas de prevención y mitigación para los impactos ambientales que pueda generar el cambio de uso de suelo en terrenos forestales del proyecto, se requieren de medidas integrales de manejo que permitan su mitigación y prevención, apegando el proyecto a la normatividad ambiental aplicable en la que se pretende aplicar el Programa de Manejo Ambiental, Programa de Rescate y Reubicación de Especies de la Vegetación Forestal, Programa de Ahuyentamiento y Rescate de Fauna Silvestre, Programa de Manejo de Residuos Sólidos y Líquidos.

Los principales servicios ambientales que pueden afectarse por el cambio de uso del suelo que requiere el proyecto son: Protección de la biodiversidad, de los ecosistemas y formas de vida; Provisión de agua en calidad y cantidad; Protección y recuperación de suelos; Captura de carbono, de contaminantes y componentes naturales; y Paisaje y recreación. En cuanto a los servicios ambientales relacionados con: la generación de oxígeno; el amortiguamiento del impacto de los fenómenos naturales; y la modulación o regulación climática; se considera que no se verán afectados.

El proyecto contempla diferentes mecanismos preventivos que favorecen que la conservación de la biodiversidad, la protección de los suelos y el agua (calidad y cantidad), por lo que se espera que no se generen afectaciones significativas. Mediante planteamientos técnicos y científicos, se justifica que la afectación en la biodiversidad, suelo y agua, por la remoción de la vegetación forestal *per se*, para destinar el terreno a un uso habitacional, es admisible y compatible con los

instrumentos de planeación. Además, las medidas de prevención y mitigación propuestas constituyen un elemento adicional que muestran que el cambio de uso de suelo forestal se ubica en las hipótesis de excepcionalidad previstas en el artículo 117 de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.

Asimismo, de acuerdo con la perspectiva planteada en los instrumentos de planeación ambiental aplicables en el sitio, en este estudio se demuestra que la remoción de la vegetación en una superficie de 88.35 hectáreas para el desplante de este proyecto no compromete la biodiversidad, no se provoca la erosión de los suelos, no se provoca el deterioro de la calidad del agua ni la disminución en su captación y se reconoce que este proyecto genera beneficios sociales y es un uso alternativo más productivo a largo plazo que el uso actual de este terreno.

Ante este escenario, es evidente que el proyecto propuesto coadyuvará a revertir en una pequeña parte las condiciones socioeconómicas de la región, ya que una gran proporción de la población está formada por individuos relativamente jóvenes, los cuales generalmente vienen en busca de oportunidades de trabajo atraídos por las actividades que aquí se desarrollan.

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

### **I.1 Nombre del proyecto.**

*"Paseos del Mar, DC-222"*.

### **I.2 Nombre o Razón Social del Promovente.**

CADURMA, S. A. de C. V.,

### **I.3 Ubicación (dirección) del promovente.**

### **I.4 Superficie solicitada de cambio de uso de suelo y tipo de vegetación forestal.**

En este estudio la superficie solicitada de cambio de uso del suelo es de 883,518.04 m<sup>2</sup> (88.35 has) y corresponde a vegetación de selva mediana con vegetación secundaria de tipo arbórea (VSA/SMQ) y arbustiva (VSa/SMQ).

### **I.5 Duración del proyecto.**

Las actividades que se requieren para realizar el cambio de uso de suelo en terrenos forestales es de un periodo de **3 años** a partir de la obtención de la autorización correspondiente por la autoridad federal. El proceso de remoción de la vegetación del proyecto "*Paseos del Mar, DC-222*", habrá de involucrar 3 etapas con una duración total de 3 años.

## **II. USOS QUE SE PRETENDEN DAR AL TERRENO.**

### **II.1 Objetivo del proyecto.**

El objetivo del proyecto es la remoción de la vegetación de un terreno forestal para llevar a cabo la construcción de un fraccionamiento habitacional, de manera eficaz y eficiente con un control y mitigación de los impactos ambientales generados, con esto se pretende promover la edificación de viviendas de interés social. Por lo que es necesario implementar la infraestructura para satisfacer los requerimientos en la materia para los nuevos desarrollos habitacionales, lo que impacta en nuevas ofertas para los habitantes de la ciudad de Cancún y que se desempeñan principalmente en el sector turístico.

Es por ello que en términos generales los objetivos específicos del presente proyecto están basados en contribuir al desarrollo planificado y ordenado que las autoridades y la población desean para la ciudad de Cancún, cabecera del municipio de Benito Juárez, Quintana Roo, incrementar la oferta habitacional hacia la zona poniente de la ciudad de Cancún que de acuerdo con los instrumentos de planeación se desea vaya la tendencia de crecimiento urbano, contribuir de manera directa en el sector inmobiliario, ya que habrá de favorecer la mejora en la calidad de vida en la zona señalada a través de la vivienda en apoyo a la clase trabajadora que se desempeña prácticamente dentro del sector turístico.

### **II.2 Naturaleza del proyecto.**

La naturaleza del proyecto como su nombre lo indica, consiste en un desarrollo habitacional por lo que el proyecto se ajusta a los lineamientos que establece el Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Benito Juárez (POELMBJ)<sup>1</sup> ya que el predio se ubica en la unidad de gestión ambiental (UGA) número 21, denominada "Zona Urbana de Cancún", la cual tiene asignada una política ambiental de "Aprovechamiento sustentable" y los usos de suelo que establece el programa de desarrollo urbano vigente.

La superficie de aprovechamiento estará destinada al uso de suelo urbano, y en particular al uso habitacional de acuerdo con la aplicación del Programa de Desarrollo Urbano de Centro de Población de Cancún 2014-2030. Sin embargo, es importante aclarar que esta etapa del proyecto, sólo implica el cambio de uso de suelo en terrenos forestales, a través de la remoción de vegetación forestal, por ser una actividad que debe ser evaluada por la Federación, a través de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT); por lo tanto, lo que concierne a la etapa constructiva del proyecto, o en su caso, el desarrollo del

---

<sup>1</sup> Publicado el 27 de febrero 2014, en el periódico oficial del estado de Quintana Roo en Tomo I, número 19 extraordinario Octava época.

conjunto habitacional con la construcción de viviendas, será sometido a evaluación ante la autoridad competente, que en su caso, corresponde al Gobierno Estatal a través del Instituto de Impacto y Riesgo Ambiental. Así mismo, se deja de manifiesto que en éste Documento Técnico Unificado Modalidad A, únicamente se describen las actividades y procesos implicados exclusivamente en el cambio de uso de suelo en terrenos forestales.

Este es el caso del proyecto que ahora se presenta y que se ha denominado "*Paseos del Mar DC-222*", el cual quedará ubicado en la Supermanzana 258, manzana 01, lote 222 de la ciudad de Cancún, Municipio de Benito Juárez, Estado de Quintana Roo, y cuyo proyecto se habrá de realizar acorde a lo dictaminado a través del Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Benito Juárez.

El proyecto "*Paseos del Mar DC-222*", que se propone, se refiere exclusivamente al cambio de uso de suelo en terrenos forestales, a través de la remoción total de vegetación forestal correspondiente a vegetación secundaria arbórea de Selva mediana subperennifolia, en una superficie de 883,518.04 m<sup>2</sup> (88.35 has) que representa el 98.81 % de la superficie total del terreno. Por su naturaleza, el proyecto se encuentra clasificado dentro del ramo de la construcción de viviendas de interés social; y contará con áreas habitacionales, comerciales, vialidades y áreas de donación, que pretenden cubrir las necesidades urbanas del desarrollo habitacional.

El presente proyecto contempla la construcción de 5,511 acciones de vivienda con una densidad media bruta de 61.62 viviendas/hectárea. Asimismo, contará con lotes comerciales y de servicios y con lotes de donación en donde se incluirán parques y jardines, plazas públicas, módulos deportivos, mercado público entre otros servicios. De acuerdo con los usos de suelo que se le pretenden dar al terreno, el 43.52% de la superficie total del predio de interés estará destinada a la construcción de viviendas urbanas, mientras que el 1.72% tendrá un uso comercial. El 10.84% estará destinado para donación (Parques y Jardines). En relación con las vialidades del proyecto, se tiene contemplado emplear el 42.71% de la superficie total. (Cuadro 1).

**Cuadro 1. Superficie a afectar para el desarrollo del proyecto "*Paseos del Mar DC-222*".**

USO DE SUELO	TOTAL (M2)	TOTAL (HAS)	PORCENTAJE (%)
<b>HABITACIONAL</b>	389,196.50	38.92	43.52
<b>COMERCIAL</b>	15,353.13	1.54	1.72
<b>VIALIDADES</b>	381,873.05	38.19	42.71
<b>DONACIÓN (áreas comunes y áreas verdes)</b>	97,095.36	9.7	10.84
<b>Total superficie solicitada de CUSTF</b>	<b>883,518.04</b>	<b>88.35</b>	<b>98.81</b>

<b>Superficie Total Parcela 222</b>	<b>894,149.50</b>	<b>89.41</b>	<b>100.00</b>
-------------------------------------	-------------------	--------------	---------------

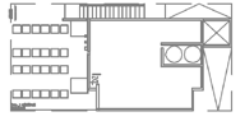
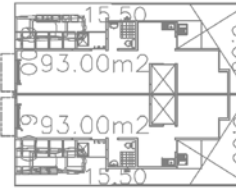


Figura 1. Distribución espacial de los Usos de suelo del proyecto.

En relación con las viviendas que serán desarrolladas por el presente proyecto, se contempla la construcción de 5 modelos de viviendas en lotes unifamiliares, dúplex y cuádruplex con las características que se presentan en el cuadro 2.

**Cuadro 2. Características de las viviendas del Desarrollo Habitacional.**

MODELO VIVIENDA	NO. DE LOTES	NO. DE VIVIENDAS
Lote Duplex de 9 x 17.50 (157.50 m <sup>2</sup> )	1,705	3,410
Lote Unifamiliar de 4.56 x 17.50 (79.80 m <sup>2</sup> )	93	93
Lote Vivienda Cuadruplex Vertical (203.58 m <sup>2</sup> )	332	1,328

Lote Vivienda Duplex Vertical (103.022 m <sup>2</sup> )		170	340
Lote Duplex Comercial de 12 x 15.50 (186 m <sup>2</sup> )		170	340
Total			5,511

Lo anterior pone de manifiesto, la urgencia de instrumentar programas que se aboquen al fortaleciendo de este sector y favoreciendo la orientación que busca atraer a un mercado de poder adquisitivo. Para lograr este objetivo, se ha requerido la participación de los sectores públicos y privados, con el fin de generar las condiciones favorables para ofrecer una vivienda de alta calidad y servicios básicos.

Por ello a través de la iniciativa privada se trata de satisfacer estos requerimientos de ciertos sectores de la población, de tal forma que la obra que nos ocupa se ha denominado "Paseos del Mar DC-222", mediante la cual se pretende proporcionar acciones de vivienda que permitirán el crecimiento armonioso de la población y de acuerdo a lo establecido en los distintos programas de planeación. Por lo que se habrán de ofertar espacios habitacionales bajo conceptos modernistas y atractivos, que contribuyen a la mejora de los estándares de la calidad de vida de la región.



Figura 2. Uno de los Prototipos de Vivienda del proyecto

El aspecto social se ve reflejado en la construcción de esta obra, ya que no solo se obtendrán empleos directos, sino que se espera un mayor número con la entrada en operación del mismo, contribuirán de manera importante al desarrollo económico del Municipio Benito Juárez y en específico, en la ciudad de Cancún. Como se ha reiterado el proyecto denominado "Paseos del Mar Dc-222", se ubica en un terreno rústico correspondiente a la SM 258, Mz 01, lote 222 en la Ciudad de Cancún, Municipio de Benito Juárez, Estado de Quintana Roo.



Sin embargo considerando la creciente población de la ciudad de Cancún en los últimos años, se cita que el inmueble en cuestión cuenta con una superficie total de 894,149.14 m<sup>2</sup> (89.41 hectáreas) en donde aproximadamente el 1.19 % de la superficie total (1.06 has) se encuentra sin cobertura forestal esto debido a una superficie que dividió al predio y que actualmente ocupa lo que es hoy la vialidad de doble carril con camellón intermedio denominada Av. Arco Norte o Av. Periférico de Cancún la cual se encuentra totalmente asfaltada y con tránsito continuo de vehículos, vialidad que tiene inicio sobre la Avenida Bonampak y entronca con la Avenida López Portillo, de una segunda superficie en la parte este del predio que de la misma manera se encuentra una vialidad asfaltada con tránsito continuo de vehículos de la ciudad de Cancún y por último en la parte oeste del predio se encuentra la existencia de un camino de terracería que atraviesa el predio y que es utilizada por los pobladores de la zona como tránsito, estas vialidades se encuentran sin cobertura vegetal y formarán parte del proyecto propuesto.



Figura 3. Vialidades que atraviesan el predio de la parcela 222, construidas por el Municipio de Benito Juárez.

De acuerdo con las superficies planteadas por el presente proyecto, la distribución espacial de los usos de suelo del proyecto "*Paseos del Mar DC-22*", se presenta en

el cuadro 3, las superficies y sus porcentajes de ocupación de acuerdo con el nuevo diseño propuesto en el proyecto.

**Cuadro 3. Desglose de las superficies y usos de suelo donde se pretende establecer el proyecto.**

Concepto	Superficie (m2)	Superficie (Has)	Porcentaje (%)
<b>HABITACIONAL</b>	389,196.50	38.92	43.52
<b>COMERCIAL</b>	15,353.13	1.54	1.72
<b>VIALIDADES</b>	381,873.05	38.19	42.71
<b>DONACION (áreas comunes y áreas verdes)</b>	97,095.36	9.7	10.84
<b>Total superficie solicitada de CUSTF</b>	<b>883,518.04</b>	<b>88.35</b>	<b>98.81</b>
<b>VIALIDADES CONSTRUIDAS</b>	10,631.46	1.06	1.19
<b>Total superficie del predio</b>	<b>894,149.50</b>	<b>89.41</b>	<b>100.00</b>

Sin embargo se ha de señalar que estas superficies quedaran inmersas dentro de las superficies destinadas para las vialidades, considerando que las mismas darán comunicación de acceso al fraccionamiento habitacional.

### II.3 Justificar por qué los terrenos son apropiados al nuevo uso.

El predio que se desea desarrollar está inmerso en la unidad de gestión ambiental (UGA) número 21, denominada "Zona Urbana de Cancún", en una zona donde existen desarrollos habitacionales, aunado a que el crecimiento económico y turístico de la zona norte de Quintana Roo, ha traído como consecuencia la necesidad de ampliar la mancha urbana de las distintas poblaciones que han quedado incluidas dentro de este importante polo de desarrollo. Por ello y con la finalidad de mejorar los servicios que se proporcionan a las poblaciones asentadas, distintos organismos contribuyen de manera conjunta para el logro de estos objetivos.

Se puede observar el entorno ambiental de la zona en la que se ubica el terreno forestal de interés, donde es claro y evidente que predominan los elementos antrópicos sobre el medio natural. También se aprecia que el uso de suelo urbano es el más importante, pues son evidentes los fraccionamientos habitacionales como Prado Norte, Ciudad Natura, Puerta del Mar, La Joya, Villas Otoch. Se cuenta con una red de caminos que permiten acceder al predio, cuya arteria principal es la Av. Arco Norte, misma que corre de oriente a poniente desde la Av. Bonampak hasta la salida de Cancún en dirección a la ciudad de Mérida (Av. José López Portillo). Esta vialidad es de dos cuerpos asfálticos y cuenta con amplio camellón central la cual secciona al predio en dos polígonos.



Figura 4. Ubicación de la Parcela 222 en el contexto de la zona urbana.

La concentración de la actividad económica regional en los espacios con vocación turística, ha producido una intensa polarización de la población, tal es el caso de las ciudades de Cancún y Playa del Carmen, en donde se concentra la mayor población del estado. El motor del crecimiento poblacional desde su creación es la construcción de desarrollos turísticos de diferente índole, estimando que cada uno de ellos genera alrededor de 4 empleos directos, lo que atrae a nuevos residentes y propician el arraigo de 15 habitantes más por cada cuarto construido.

Por lo que el proyecto genera empleos y derrama económica, tratando de generar en lo menor posible impacto a los atributos del medio ambiente, por lo que es compatible con el medio ambiente, este tipo de proyectos son de bajo impacto. Por otro lado, habrá un beneficio para la población de la zona, preferentemente del Municipio de Benito Juárez por la derrama de empleos que se generaran.

Este crecimiento poblacional acelerado tiene como consecuencia deterioro ambiental según el Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Benito Juárez, el cual es un instrumento establecido por la Legislación Ambiental Mexicana, el área del proyecto se ubica en la UGA-21 denominada "Zona Urbana de Cancún" con una política ambiental de Aprovechamiento Sustentable y un uso predominante de desarrollo urbano donde la actividad del proyecto es compatible con los usos condicionados a lo que establezcan en su Programa de Desarrollo Urbano vigente de la ciudad de Cancún, estos instrumentos de planeación son las que controlan y regulan estas actividades, con el fin de que se realicen con un aprovechamiento racional de los recursos naturales y de manera sustentable.

---

El proyecto "*Paseos del Mar DC-222*", contribuirá de manera directa en la satisfacción de las necesidades de vivienda de un sector de la población en la ciudad Cancún, lo que a su vez favorece de manera permanente a la población local y sobre todo la creación de fuentes de empleo significativas para los habitantes, durante todas sus etapas.

El proyecto está dirigido a un segmento de la población de clase media ofreciendo una oportunidad de vivienda digna con precios competitivos, con un ambiente de áreas verdes y recreativas que proporcione un ambiente sano a las personas que la habiten, en una excelente ubicación, con inmejorables vías de comunicación y acceso al centro de la ciudad y a las avenidas más importantes de la ciudad, así como cercanía a los centros comerciales, áreas deportivas, escuelas y parques.

Por otra parte, se tiene que durante el tiempo que durará el proceso constructivo del proyecto y de acuerdo a lo manifestado por el promovente, serán requeridos de la participación directa de aproximadamente 100 personas de la región por concepto de empleos permanentes, así como diversos empleos temporales en la zona estimado en aproximadamente 300 empleos y 300 empleos indirectos dependiendo de la etapa de construcción de la obra. De esta manera, la construcción del proyecto, generara una inversión total de **\$ 580,000,000.00 (quinientos ochenta millones de pesos 00/100 M.N.)**, siendo los beneficios sociales y económicos esperados con la operación del proyecto, a través de la construcción de un conjunto habitacional de 5,511 viviendas.

De acuerdo con los instrumentos de planeación aplicables, el desarrollo del proyecto permitirá controlar y, en su caso, mitigar algunos de los impactos adversos al ambiente, mediante la implementación de actividades, programas y medidas preventivas y/o de mitigación, y no compromete la biodiversidad, ni se provocará la erosión de los suelos, el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación. Adicionalmente, el sistema ambiental de este proyecto, no presenta ecosistemas excepcionales, ya que presenta en su colindancia al predio sujeto a cambio de uso de suelo un desarrollo inmobiliario compuesto de viviendas que fragmentan el ecosistema, así como la presencia de vialidades como la Av. denominada Arco Norte como principal distribuidor vial en la zona.

Como se ha de demostrar en el contenido del presente estudio las especies, el arbolado y la madera que conforman tanto la superficie que se pretende solicitar de cambio de uso de suelo forestal, como la totalidad del predio, no son económicamente redituables hablando en términos forestales, sumado a lo anterior se debe preponderar el hecho de que esta superficie cuenta con política de Aprovechamiento sustentable y uso predominante de desarrollo urbano, sujeto al Programa de Desarrollo Urbano vigente.

El cambio de uso de suelo del proyecto, es congruente con el escenario que se tiene considerado en el instrumento de planeación ambiental (POEL) aplicable al sitio del proyecto, ya que le asignan al sitio una política de Aprovechamiento sustentable con uso predominante de desarrollo urbano.

Por lo señalado con anterioridad la condición de uso del suelo urbano para el predio destinado a este proyecto constituye un elemento técnico de importancia; toda vez que su uso como zona de manejo y aprovechamiento forestal no se contempla en los instrumentos de planeación urbanos, lo que asegura que no existirán conflictos entre los usos del suelo propuestos, por lo que se considera que el cambio de uso del suelo de los terrenos destinados para la construcción de viviendas en este predio tiene justificación técnica sustentada.

## II.4 Programa de Trabajo

Del programa general de trabajo para el desarrollo del proyecto *"Paseos del Mar DC-222"* en este estudio se incluye sólo la fase que corresponde al proceso de preparación del sitio del proyecto, en la cual tendrá lugar la remoción de la vegetación. Si bien esta fase o etapa se estima que tendrá una duración de hasta 36 meses, las actividades están vinculadas directamente con el cambio de uso del suelo para el desarrollo del proyecto.

Las actividades que se consideran en las etapas señaladas del proyecto se realizarán en un período de 3 años. Éste plazo se solicita tomando en cuenta las características del proyecto, ya que la implementación del proyecto, tienen programada la edificación en 3 etapas que corresponden a las Etapa I, Etapa II, Etapa III, cada etapa se propone anualmente, lo anterior tiene la finalidad de evitar la erosión de los suelos.

En la primera etapa de las 3 programadas en la denominada etapa I de este proyecto para su ejecución en el primer año, se consideran las siguientes actividades relacionadas con el cambio de uso del suelo, las cuales se pretende ajustar en tiempo conforme a los requerimientos y avances del proyecto. En las 2 etapas posteriores se realizan las mismas actividades de manera secuencial.

**Cuadro 4.** Programa de trabajo resumido para las etapas de cambio de uso del suelo de acuerdo con el avance del proyecto *"Paseos del Mar DC-222"*.

Programa de trabajo para el cambio de uso de suelo												
Etapa I	Año 1											
Actividades	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Trazo topográfico para la delimitación del predio												

Trazo y delimitación física de áreas de desmonte. Etapa I.	■												
Acondicionamiento del vivero temporal	■												
Rescate de vegetación	■	■											
Rescate de Fauna y Ahuyentamiento		■	■	■	■								
Desmonte y despalme			■	■	■								
Almacenamiento y triturado de material vegetal					■	■							
Clasificación y reutilización del material de despalme							■	■					
Nivelación y compactación							■	■					
Reforestación y Reubicación de especies forestales								■	■	■	■		
Mantenimiento			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
<b>Etapa II</b>	<b>Año 2</b>												
<b>Actividades</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>12</b>	
Trazo y delimitación física de áreas de desmonte. Etapa II.	■												
Rescate de vegetación	■	■											
Rescate de Fauna y Ahuyentamiento		■	■	■	■								
Desmonte y despalme			■	■	■								
Almacenamiento y triturado de material vegetal					■	■							
Clasificación y reutilización del material de despalme							■	■					
Nivelación y compactación							■	■					
Reforestación y Reubicación de especies forestales								■	■	■	■		
Mantenimiento	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
<b>Etapa III</b>	<b>Año 3</b>												
<b>Actividades</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>12</b>	
Trazo y delimitación física de áreas de desmonte. Etapa III.	■												
Rescate de vegetación	■	■	■										
Rescate de Fauna y Ahuyentamiento		■	■	■	■								
Desmonte y despalme			■	■	■								
Almacenamiento y triturado de material vegetal					■	■							
Clasificación y reutilización del material de despalme							■	■					
Nivelación y compactación							■	■					
Reforestación y Reubicación de especies forestales								■	■	■	■		
Mantenimiento	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

### III. UBICACIÓN Y SUPERFICIE DEL PREDIO O CONJUNTO DE PREDIOS Y DELIMITACIÓN DE LA PORCIÓN EN DONDE SE PRETENDA REALIZAR EL CAMBIO DE USO DE SUELO A TRAVÉS DE PLANOS GEORREFERENCIADOS.

#### III.1 Ubicación del predio o conjunto de predios donde se ubica el proyecto.

El terreno forestal que se pretende aprovechar se encuentra, ubicado en la Supermanzana 258, manzana 01, lote 222 de la ciudad de Cancún, Municipio de Benito Juárez, Estado de Quintana Roo y corresponde a la parcela 222 del Ejido de Isla Mujeres. De manera complementaria, se cita que el inmueble en cuestión cuenta con una superficie conjunta total de 894,149.49 m<sup>2</sup> (89.41 hectáreas). Con las medidas y colindancias siguientes: Al Norte con la parcela 221; Al este con la parcela 1119; Al Sur con la parcela 223; y Al Oeste con calle sin número.

A continuación en la siguiente figura se presenta el plano georreferenciado de la ubicación total del terreno forestal de interés. Que alberga el polígono sujeto al cambio de uso de suelo.

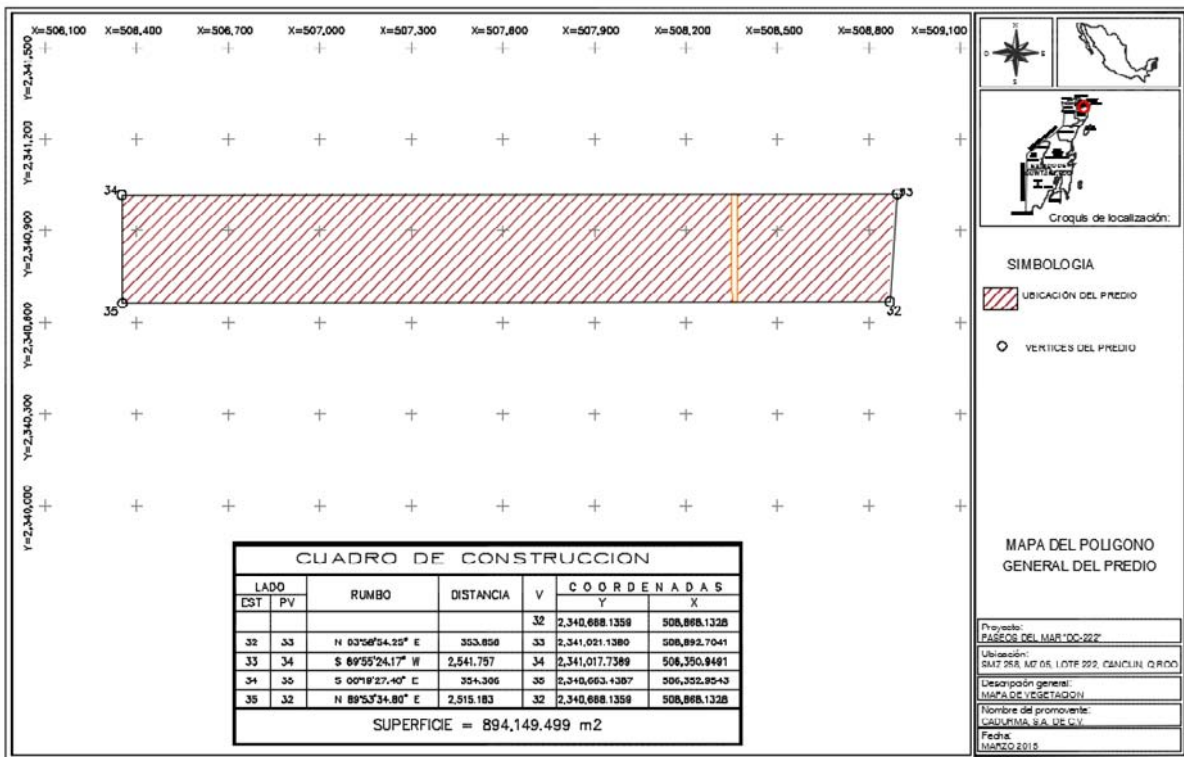


Figura 5. Plano georreferenciado del predio donde se pretende ejecutar el proyecto.

El predio donde se pretende establecer el proyecto denominado *"Paseos del mar DC-222"*, geográficamente lo podemos localizar en las coordenadas se presentan con proyección en Unidades UTM/Datum WGS-84, Zona 16Q Norte.

**Cuadro 5. Cuadro de construcción de la superficie total del predio**

LADO		RUMBO	DISTANCIA	V	COORDENADAS	
EST	PV				Y	X
				32	2,340,668.1359	508,868.1328
32	33	N 03°58'54.25" E	353.856	33	2,341,021.1380	508,892.7041
33	34	S 89°55'24.17" W	2,541.757	34	2,341,017.7389	506,350.9491
34	35	S 00°19'27.40" E	354.306	35	2,340,663.4387	506,352.9543
35	32	N 89°53'34.80" E	2,515.183	32	2,340,668.1359	508,868.1328
<b>SUPERFICIE = 894,149.499 m2 (89.41 has)</b>						

### III.2 Representación gráfica de la ubicación geográfica y geopolítica.

En la figura 6, se representa la ubicación geográfica del predio, al norte de Quintana Roo, dentro de la jurisdicción del municipio de Benito Juárez. Este predio está regulado por el Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio Benito Juárez, que ubica al predio de interés en la Unidad de Gestión Ambiental (UGA) número 21, denominada "Zona Urbana de Cancún". (Publicado el 27 de febrero 2014, en el periódico oficial del estado de Quintana Roo en Tomo I, número 19 extraordinario Octava época) y por el Programa de Desarrollo Urbano de Centro de Población de Cancún 2014-2030.

Para acceder al sitio se puede realizar a través del Arco Norte, libramiento de la Ciudad de Cancún que une la Carretera a Mérida con el Municipio de Isla Mujeres. Por su parte, en relación con los predios circundantes, el sitio del proyecto se encuentra dentro del ámbito de aplicación del Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población Cancún y colinda con desarrollos habitacionales en expansión como son Prado Norte, Ciudad Natura, Puerta del Mar, La Joya, Villas Otoch, entre otros.



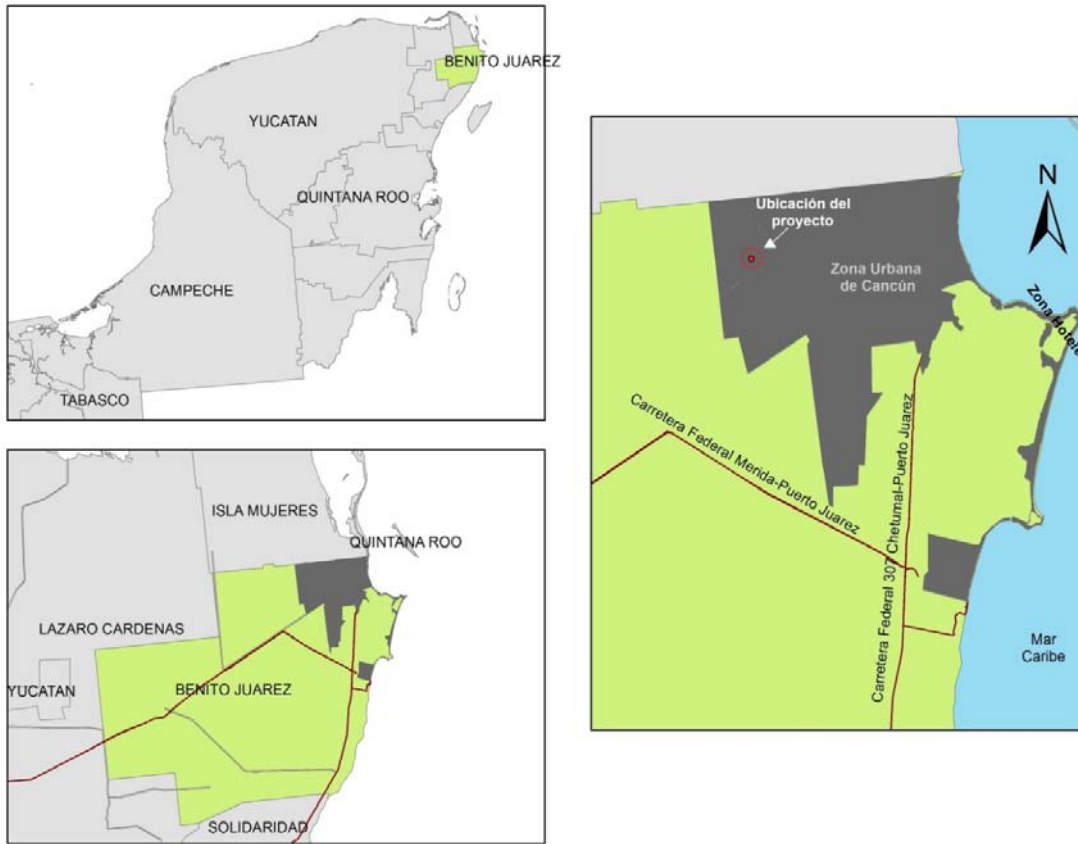


Figura 6. Croquis de localización del predio del proyecto en su contexto geopolítico.

El predio cuenta con régimen de propiedad privada, cuenta con una superficie total de 894,149.499 m<sup>2</sup> (89.41 hectáreas) con las siguientes medidas y colindancias, Al Norte en 2,541.76 metros con Parcela 221; Al Este en 353.86 metros con Parcela 1119; Al Sur en 2,515.18 metros con Parcela 223; Al Oeste en 354.31 metros con calle sin número.

Como se ha señalado en el terreno se realizarán diversas obras de urbanización y la construcción de la oferta habitacional y comercial ya señalada. Así mismo, al estar dentro de una zona urbana, se presentan tiendas de autoservicio, gimnasios, gasolineras, escuelas, centros de culto religioso, centros comerciales entre otros.



Figura 7. Límites y colindancias de la Parcela 222, Ciudad de Cancún, Municipio de Benito Juárez, Quintana Roo.

De acuerdo con el Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Benito Juárez<sup>2</sup> (POELMBJ), el predio de interés se localiza en la unidad de gestión ambiental (UGA) número 21, denominada "Zona Urbana de Cancún", la cual tiene asignada una política ambiental de "Aprovechamiento Sustentable" y usos compatibles e incompatibles regidos por lo que establece el Programa de Desarrollo Urbano del Ciudad de Cancún (Figura 8).

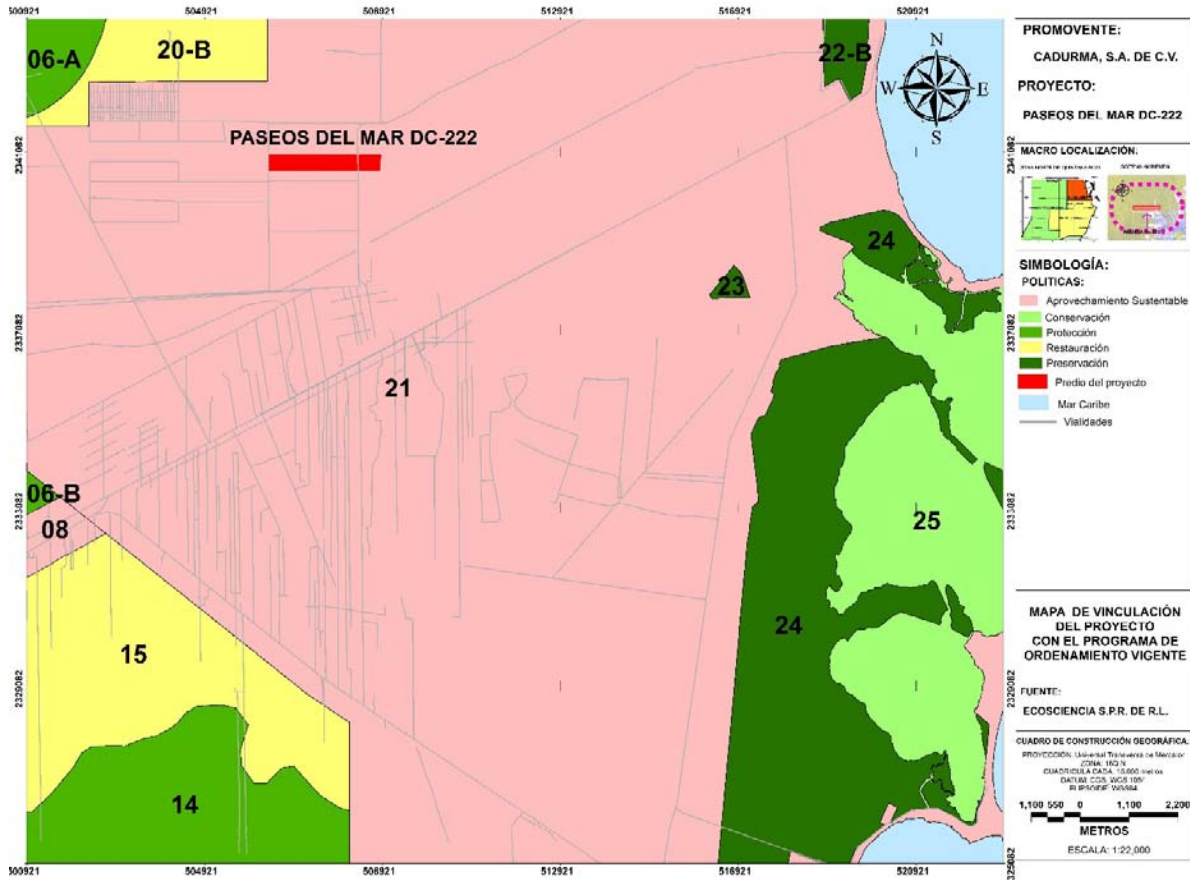


Figura 8. Localización del predio en el contexto del Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio Benito Juárez.

<sup>2</sup> Periódico Oficial del Gobierno del Estado de Quintana Roo 27 de febrero 2014, tomo I, número 19 extraordinario octava época

La sociedad CADURMA, S. A. de C. V., promueve un proyecto de desarrollo habitacional denominado "Paseos del Mar DC-222" en un terreno en el que pretende llevar a cabo la construcción de viviendas de interés social, es por esto que, en relación con los **planes directores**, el sitio del proyecto se encuentra dentro del ámbito de aplicación del Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población Cancún 2014-2030, Municipio de Benito Juárez, Quintana Roo, publicado en el Periódico Oficial del Estado de Quintana Roo el 16 de Octubre de 2014.

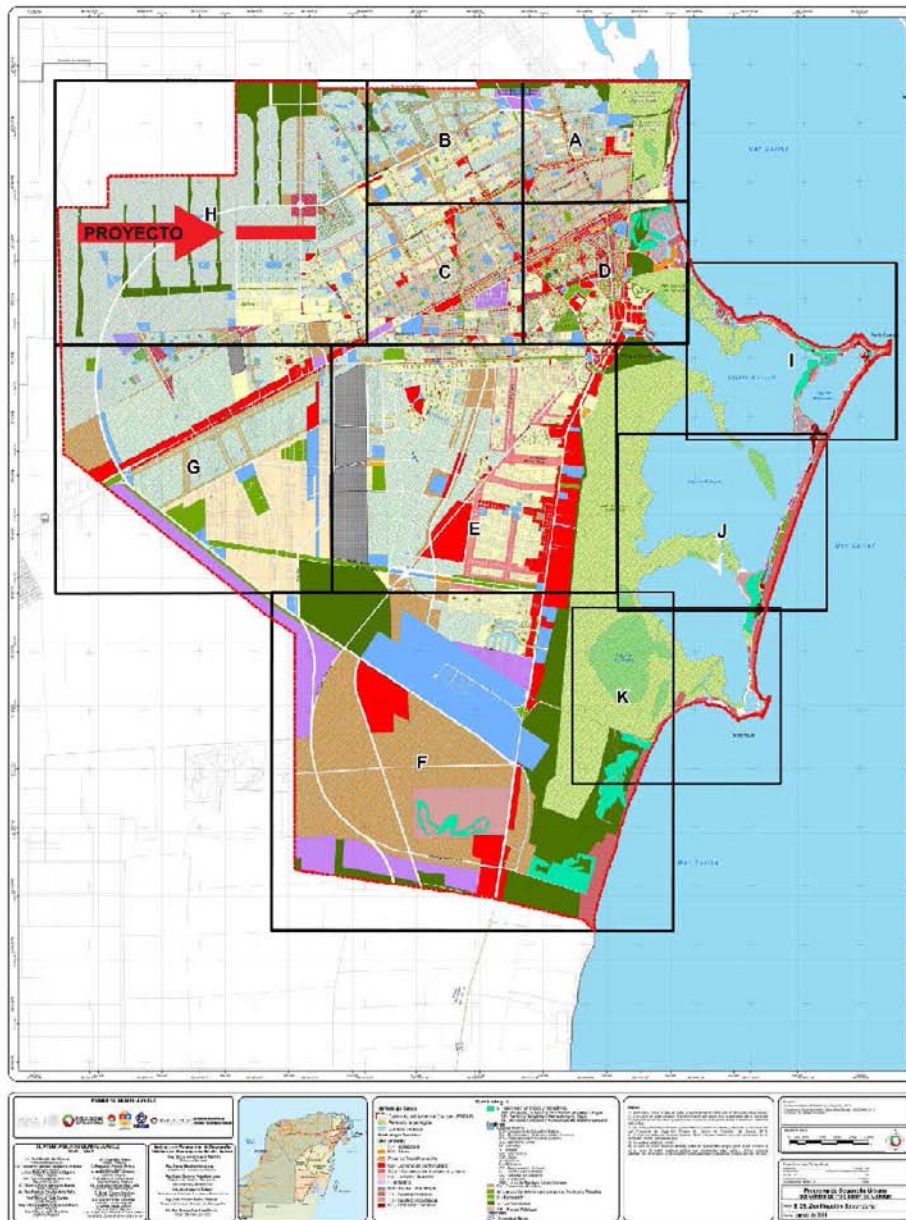


Figura 9. Ámbito de aplicación del PDU de Cancún 2014-2030.

### III.3 Ubicación y delimitación física de la superficie del proyecto.

El proyecto denominado "Paseos del Mar DC-222", tiene contemplado el cambio de uso de suelo de 88.35 hectáreas que corresponden al 98.81% de la superficie total del terreno.

Los vértices que conforman la zona de aprovechamiento o zona de CUSTF, es por eso que a continuación se presenta el cuadro de construcción donde quedarán desplantadas las nuevas obras a solicitar, comprendidas de áreas habitacionales, vialidades, comercial y de donación que incluye las áreas verdes.

**Cuadro 6.** Coordenadas que delimitan el polígono del área sujeta al cambio de uso de suelo, parcela 222.

Vértice/Punto	Coordenadas geográficas (UTM, GWS-84 16Q)	
	X	Y
1	506353.85	2341017.74
2	508348.77	2341020.41
3	508351.64	2340667.17
4	506352.95	2340663.43
<b>Polígono 1. SUPERFICIE = 706,417.89 m<sup>2</sup> (70.64 has)</b>		

Vértice/Punto	Coordenadas geográficas (UTM, GWS-84 16Q)	
	X	Y
5	508,366.73	2,341,020.43
6	508,880.92	2,341,021.12
7	508,858.44	2,340,668.12
8	508,369.52	2,340,667.20
<b>Polígono 2. SUPERFICIE = 177,100.15 m<sup>2</sup> (17.71 has)</b>		

A continuación se representa el polígono que corresponde a la superficie que se requiere de la autorización de cambio de uso de suelo. Ver figura 10.

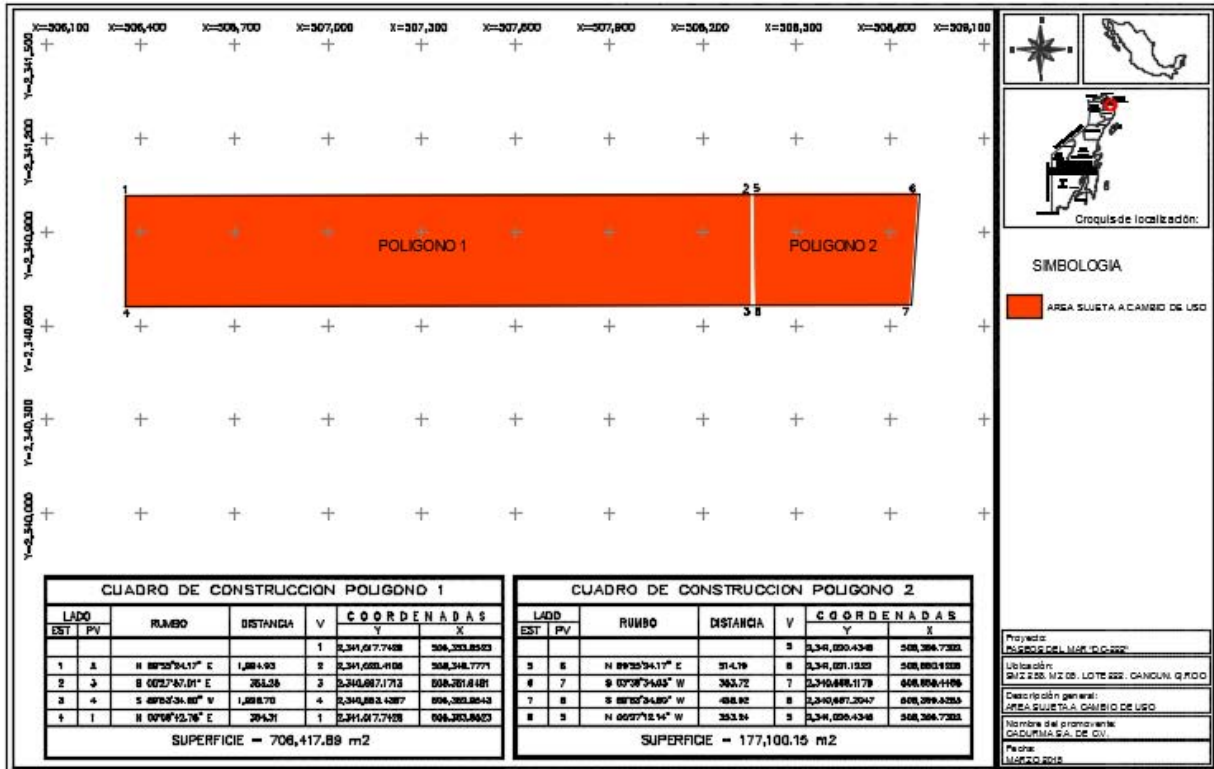


Figura 10. Distribución espacial del área a solicitar de CUSF del proyecto. El polígono de color rojo representa el área sujeta a CUSF y el color blanco las vialidades.

### III.4 Indicar si el proyecto se ubica dentro de alguna modalidad de Área Natural Protegida (ANP).

De acuerdo con la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) en su ARTÍCULO 3º, inciso II, define como Áreas naturales protegidas:

"I...

II. *Área Naturales Protegidas: Las zonas del territorio nacional y aquéllas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción, en donde los ambientes originales no han sido significativamente alterados por la actividad del ser humano o que requieren ser preservadas y restauradas y están sujetas al régimen previsto en la presente Ley.* "

De igual forma el citado cuerpo normativo en su artículo 46 señala las áreas consideradas como áreas naturales protegidas de competencia federal, estatal y municipal, así como también preceptúa la prohibición de autorizar la fundación de nuevos centros poblacionales dentro de las mismas. En el ámbito de las declaratorias de áreas naturales protegidas, el predio en estudio no forma parte de algún área natural protegida, ni colinda con alguna de éstas. Para la presente determinación, se utilizó el Sistema de Información Geográfica para la Evaluación

del Impacto Ambiental (SIGEA) del portal de la SEMARNAT (<http://mapas.semarnat.gob.mx/sigeia4Publico/bos/bos.php>) (Fig. 11).

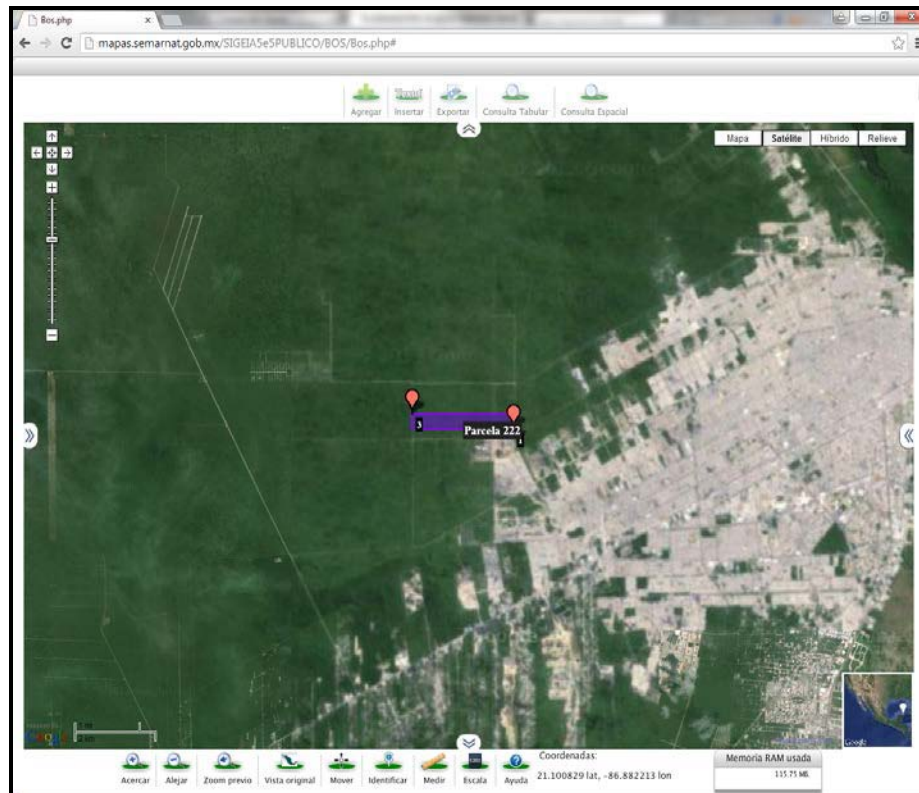


Figura 11. Pantalla del portal del Sistema de Información Geográfica para la Evaluación del Impacto Ambiental (SIGEA) del portal de la SEMARNAT.

### Áreas Naturales Protegidas de Jurisdicción Federal

Las Áreas Naturales Protegidas son las zonas de un territorio que han quedado sujetas al régimen de protección para preservar ambientes naturales, salvaguardar la diversidad genética de las especies silvestres, lograr el aprovechamiento sustentable de los bienes y servicios brindados por los ecosistemas y mejorar la calidad de vida en los centros de población y sus alrededores. El proyecto en comento, no se ubica en ninguna ANP, se encuentran algunas reservas federales como el Parque Nacional de Tulúm a 110 km, Manglares de Nichupte aproximadamente a 10 kilómetros de distancia y a 18.5 kilómetros del Parque Nacional Arrecife Puerto Morelos.

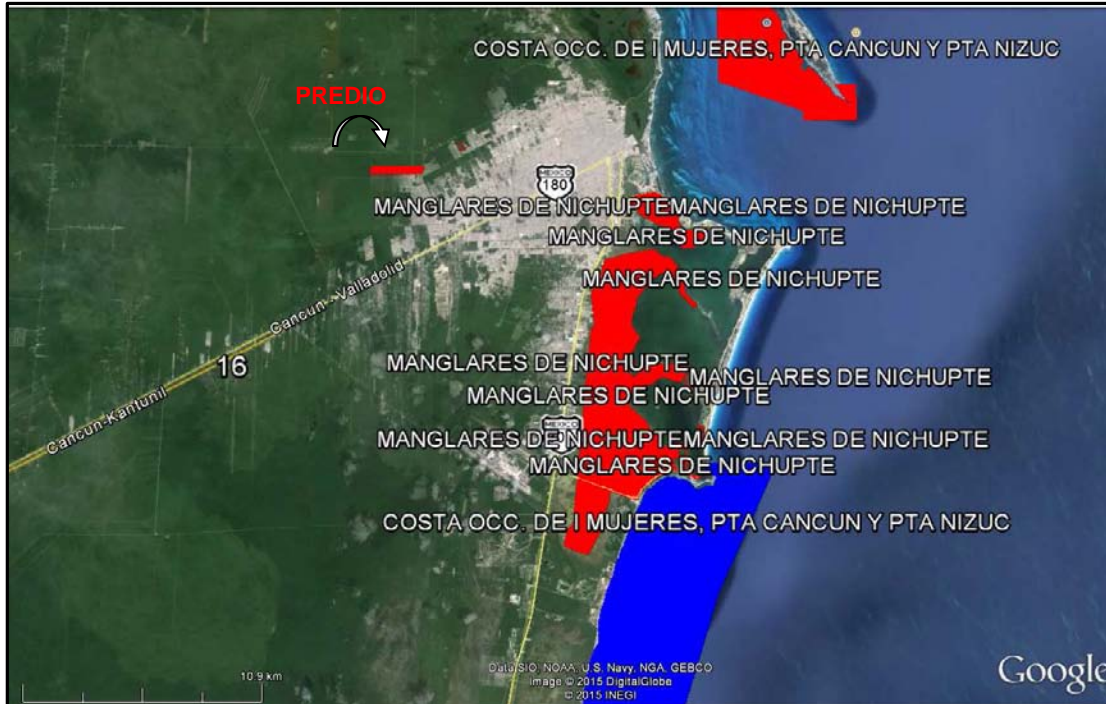


Figura 12. En la imagen se aprecia la ubicación del predio, con respecto a las áreas naturales protegidas de Manglares de Nichupte y del Parque Nacional Arrecife Puerto Morelos.

### Áreas Naturales Protegidas de Jurisdicción Estatal

Respecto a las áreas naturales protegidas de competencia estatal el proyecto no se ubica dentro del polígono de ningún Área Natural Protegida de jurisdicción estatal, las Áreas Naturales Protegidas de Parque Urbano Kabah y Sistema Lagunar Chacmochuch son las áreas protegidas más cercanas, se localizan a poco más de 7.9 Kilómetros y 11.3 kilómetros respectivamente del área de este proyecto.



---

#### **IV. DESCRIPCIÓN DE LOS ELEMENTOS FISICOS Y BIOLÓGICOS DE LA CUENCA HIDROLÓGICO-FORESTAL EN DONDE SE UBICUE EL PREDIO.**

De acuerdo con la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS) en su Capítulo II, artículo 7, inciso XI, se define como Cuenca hidrológico-forestal: la unidad de espacio físico de planeación y desarrollo, que comprende el territorio donde se encuentran los ecosistemas forestales y donde el agua fluye por diversos cauces y converge en un cauce común, constituyendo el componente básico de la región forestal, que a su vez se divide en subcuencas y microcuencas. Según el Programa Nacional Hídrico 2007-2012, de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), el área de estudio de este proyecto se encuentra en la región XII península de Yucatán. De acuerdo con la carta hidrológica de aguas superficiales, Cancún F 16-8 del INEGI, el área de estudio de este proyecto, forma parte de la Región Hidrológica RH32 Yucatán Norte y la cuenca denominada 32A Quintana Roo.

Para el caso particular del predio del proyecto, este se encuentra inmerso en la Región Hidrológica 32 Yucatán Norte (RH-32). Esta región abarca, además del estado de Quintana Roo, parte de Yucatán y Campeche, con una superficie total de 56,443 Km<sup>2</sup>; en el estado comprende la porción Norte, cubre un área que equivale a 31.77 % estatal; sus límites en la entidad son: al Norte el Golfo de México, al Este el Mar Caribe, al Sur la Región Hidrológica 33 (RH33) y al Oeste el estado de Yucatán donde continúa. En Quintana Roo interesan dos cuencas denominadas: 32A Quintana Roo y 32B Yucatán, aunque de esta última sólo abarca una pequeña área del estado.

De acuerdo con el Código de Cuencas y Subcuencas de las Regiones 31, 32, 33, la Cuenca 32A Quintana Roo se subdivide en seis subcuencas hidrológicas: Subcuenca "a" Benito Juárez; Subcuenca "b" zona continental de Isla Mujeres; Subcuenca "c" Lázaro Cárdenas; Subcuenca "d" Solidaridad; Subcuenca "e" Tihosuco; y la Subcuenca "f" Isla Cozumel (Figura xx). A nivel de Subcuenca el predio en estudio se encuentra ubicado en la Subcuenca "a" Benito Juárez, la cual corresponde con la delimitación del municipio Benito Juárez, cuya extensión es de 197,116 hectáreas (Presidencia Municipal 2008-2010)<sup>4</sup>. Así, la cuenca hidrológico-forestal que constituye el marco de referencia oficial del predio en estudio es la Cuenca 32A Quintana Roo, Subcuenca "a" Benito Juárez.

En esta cuenca no existen corrientes superficiales, así como tampoco cuerpos de agua de gran importancia; sólo pequeñas lagunas como la de Cobá, Punta Laguna y La Unión, así como lagunas costeras como la de Conil, Chacmochuch y Nichupté.

---

<sup>3</sup> SARH, Código de Cuencas y Subcuencas de las Regiones 31, 32, 33. 1:500,000. En: Estudio Hidrológico del Estado de Quintana Roo, 2002. INEGI y Gobierno del Estado de Quintana Roo. 96 p.

<sup>4</sup> Presidencia Municipal 2008-2010. Sitio oficial con información institucional, servicios, eventos y programas desarrollados por el gobierno municipal ([www.cancun.gob.mx](http://www.cancun.gob.mx)).

La temperatura media anual es de 26 °C con una precipitación que va de 800 mm en el Norte a más de 1,500 mm al Sureste y con un rango de escurrimiento de 0 a 5 % que la abarca prácticamente toda.

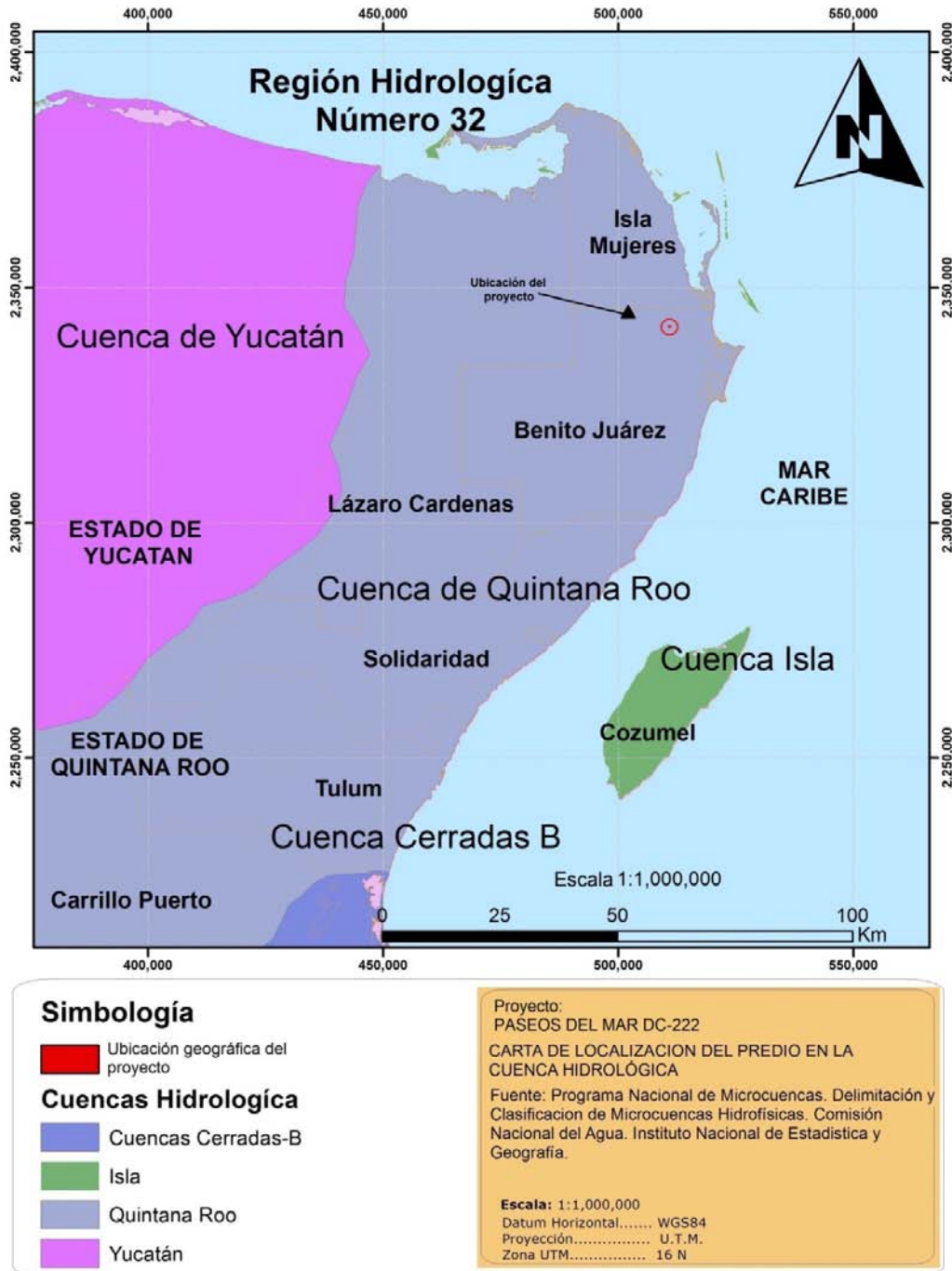


Figura 13. El predio de interés se localiza en la Cuenca hidrológica RH32, Cuenca 32 A Quintana Roo, Subcuenca "a" Benito Juárez. FUENTE: INEGI, Conjunto de datos vectoriales de Cuencas y Subcuencas de la Península de Yucatán, Escala 1:1'000,000.

---

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

Para la delimitación del área de estudio del proyecto "*Paseos del Mar Dc-222*", se ha considerado la vinculación entre los sistemas ecológicos o naturales y los físicos particulares. Además de que se citan algunas de las actividades económicas y los procesos sociales cercanos al sitio de interés.

De acuerdo a lo anterior, la primera consideración indica que el sitio donde se llevará a cabo el proyecto de índole habitacional, corresponde con los inmuebles denominados catastralmente como Supermanzana 258, manzana 01, lote 222 de la ciudad de Cancún, Municipio de Benito Juárez, Estado de Quintana Roo.

Asimismo, dicho inmueble colinda hacia el norte y oeste con zonas con una cobertura de vegetación natural propia de la selva mediana con vegetación secundaria arbórea y arbustiva. Al este se colinda con propiedades privadas del desarrollo Habitacional Puerta del Mar que colinda de manera directa con la Av. Arco Norte la cual es una amplia vialidad con dos carriles de circulación y amplio camellón central y al Sur con un fraccionamiento Habitacional. En el sentido propio, el predio del proyecto aún forma parte de una amplia zona en donde se lleva a cabo el desarrollo de la vida natural aunque bajo la presión propia del desarrollo urbano. Por lo anterior, a continuación, se describen los componentes a través de los cuales se determinó la zona de influencia del proyecto.

La importancia del sistema ambiental radica en que es el elemento más relevante en el desarrollo de la evaluación de un proyecto, en lo referente a la parte ambiental, es decir, define las reglas de decisión sobre el funcionamiento base de un ecosistema, seleccionando las características homogéneas y su alcance o extensión del ecosistema dentro del sistema ambiental; y proporcionando una percepción en materia de calidad ambiental.

La caracterización del Sistema Ambiental debe aportar un diagnóstico del estado de conservación o de alteración de los componentes y procesos ecológicos de la zona elegida, es decir, de la integridad funcional de los ecosistemas, ya que en última instancia un proyecto es viable ambientalmente si es compatible con la vocación del suelo y permite la continuidad de los procesos y la permanencia de los componentes ambientales (artículo 44 del REIA).

En la delimitación del sistema ambiental del proyecto "*Paseos del Mar DC-222*", se contemplan criterios a distinta escala: a) Criterios de Planeación y Desarrollo (Enfoque Sistémico) al considerar que el predio de interés se localiza en la Cuenca hidrológica RH32, Cuenca 32 A Quintana Roo, Subcuenca "a" Benito Juárez; b) Criterios Normativos (Enfoque Administrativo) ya que para su delimitación se toman en cuenta los límites del POEL MBJ y el PDU de la Ciudad de Cancún; y por último

c) Criterios Técnicos (Enfoque Geográfico) toda vez que se contempla la integración de las zonas de dispersión del total de los impactos ambientales previstos que se derivan de las actividades de cambio de uso del suelo para este proyecto.

Es por esta razón que el proyecto "Paseos del Mar DC-222" contempla el cambio de uso del suelo en un terreno con vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia en proceso de recuperación, en colindancia con predios urbanizados, vialidades en operación y que se encuentra dentro de una zona urbana en proceso de expansión en el que se pretende obtener la autorización para su uso urbano, con el fin de que se lleve a cabo la construcción de un desarrollo Habitacional.

Por su ubicación, el proyecto "Paseos del Mar DC-222", se localiza dentro de una zona en donde el uso del suelo se encuentra regulado por el Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Benito Juárez y sujeto al Programa de Desarrollo Urbano de Centro de Población de Cancún 2014-2030.

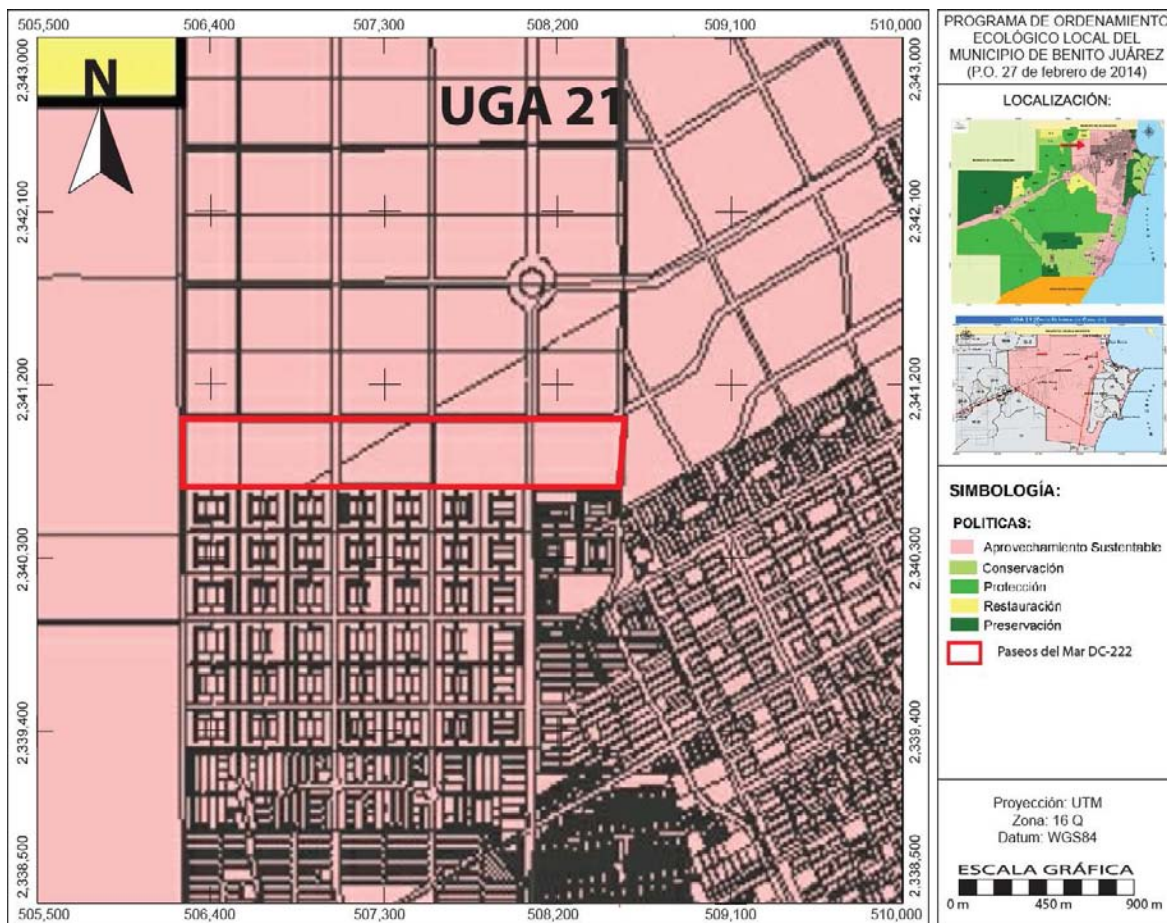


Figura 14. Ubicación de la UGA 21, en la cual se localiza el proyecto.

A continuación se describe el Sistema Ambiental del proyecto "*Paseos del Mar DC-222*". Este sistema ambiental (figura 15) abarca una superficie total de 24,981,767.4 m<sup>2</sup> (**2,498.17 hectáreas**) comprende el área de influencia directa e indirecta del proyecto y corresponde al área donde se prevé la dispersión de los impactos ambientales de este proyecto; abarcando una porción urbanizada de la ciudad de Cancún, municipio de Benito Juárez dentro de los asentamientos humanos y de las reservas de crecimiento urbano que se encuentran cubiertas de vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia del tipo arbóreo y arbustivo.

Los criterios aplicados para la delimitación del área de estudio donde pretende establecer este proyecto, son los siguientes:

- 1.- Se incluye la totalidad de la superficie sujeta a cambio de uso del suelo y por lo tanto la superficie total del predio.
- 2.- La totalidad del área de influencia directa de los impactos potenciales derivados de la remoción de la vegetación forestal en este predio para la construcción del proyecto.
- 3.- Las áreas colindantes al sitio del proyecto donde se prevén los impactos ambientales indirectos, así como las áreas urbanas o los asentamientos humanos que resultan beneficiadas con el establecimiento y la operación eficiente de este proyecto.
- 4.- De acuerdo al programa de Gobierno 2011-2016, se plantea la necesidad de impulsar el desarrollo social de la zona norte de Quintana Roo, mismo que se asocia a la mejora en la calidad de vida y servicios que se ofertan a los habitantes de la región.
- 5.- El ambiente terrestre dentro de la zona donde se construirá la obra, comprende un área cubierta con vegetación de selva mediana con vegetación secundaria arbustiva y arbórea y con árboles dispersos, misma que ha sido afectada por el paso del Huracán Gilberto que afectó la zona en agosto del 1988 y los incendios de 1989.
- 6.- La zona no se encuentra ubicada dentro de ningún área Natural Protegida que haya sido decretada por la SEMARNAT o por el Gobierno del estado de Quintana Roo.
- 7.- En la zona existe un Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio y que ubica al sitio de referencia dentro del área denominada "Zona Urbana de Cancún", la cual tiene asignada una política ambiental de "Aprovechamiento sustentable" y un uso predominante propio para el uso habitacional.
- 8.- Que en la zona aplica el Programa de Desarrollo Urbano de Centro de Población de Cancún 2014-2030.
- 9.- En el área de influencia existen desarrollos habitacionales en expansión como son Prado Norte, Ciudad Natura, Puerta del Mar, La Joya, Villas Otoch, entre otros.

Así mismo, al estar dentro de una zona urbana, se presentan tiendas de autoservicio, gimnasios, gasolineras, escuelas, centros de culto religioso, centros comerciales entre otros.

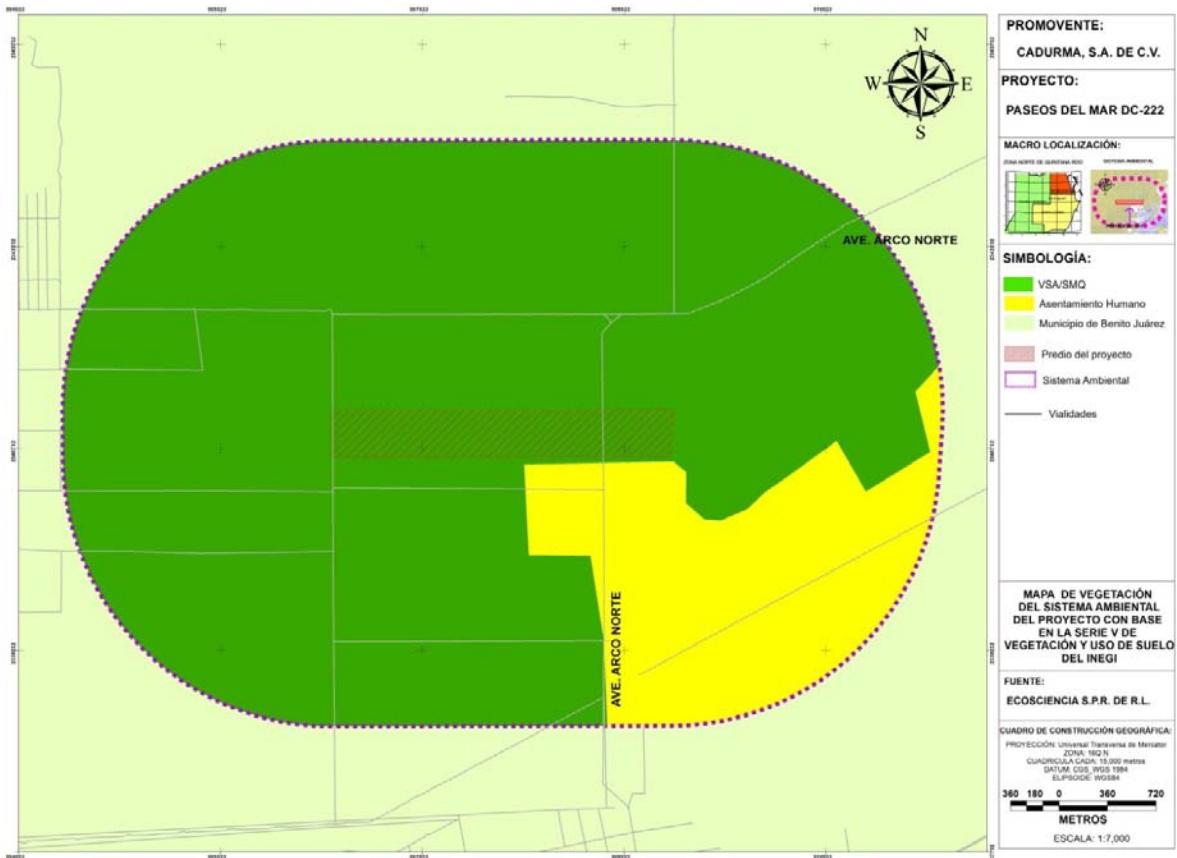


Figura 15. Ubicación del predio, delimitación del área de influencia y descripción del sistema ambiental.

En el cuadro 7, se presenta la superficie expresada en metros cuadrados y por hectárea, así como el porcentaje de ocupación de cada una de las condiciones de la vegetación y los usos de suelo de las condiciones que prevalecen en este Sistema Ambiental, de acuerdo con la carta de Vegetación y uso del suelo serie V del INEGI.

**Cuadro 7. Superficie y porcentaje de ocupación de las condiciones que prevalecen en el sistema ambiental.**

Clave	Condición de la vegetación y uso del suelo	Hectáreas	Porcentaje
VSA/SMQ	Vegetación secundaria arbórea de selva mediana en recuperación	2,072.58	83.0
AH	Asentamiento humano	425.5944	17.0
<b>TOTAL</b>		<b>2,498.17</b>	<b>100.0</b>

La vegetación secundaria arbórea ocupa la mayor parte del sistema ambiental aportando el 83.0% y los asentamientos humanos representan poco más del 17% de este sistema. Como se ha referido, el proyecto se ubicará hacia la zona poniente de la ciudad de Cancún y en un sitio en donde aún prevalecen condiciones naturales que corresponden a las reservas del crecimiento urbano de esta ciudad. No obstante, para esta zona existen importantes vialidades de acceso. La primera de ellas es la denominada Arco Norte, misma que corre de oriente a poniente desde la Av. Bonampak hasta la salida de Cancún en dirección a la ciudad de Mérida (Av. José López Portillo). Esta vialidad es de dos cuerpos asfálticos y cuenta con amplio camellón central. En el área de influencia existen desarrollos habitacionales en expansión como son Prado Norte, Ciudad Natura, Puerta del Mar, La Joya, Villas Otoch, entre otros. Así mismo, al estar dentro de una zona urbana, se presentan tiendas de autoservicio, gimnasios, gasolineras, escuelas, centros de culto religioso, centros comerciales entre otros.

#### **IV.2. Caracterización y análisis de la Cuenca Hidrológico-Forestal.**

De acuerdo con el INEGI (2005), la zona donde se desea ubicar el proyecto "*Paseos del Mar DC-222*", se encuentra dentro de la Región Hidrológica RH-32, Cuenca 32A (Quintana Roo), la cual a su vez se subdivide en 5 Subcuencas, correspondiendo a la zona de interés la que se denomina bajo la clave "a". Asimismo, esta Subcuenca cubre prácticamente toda la superficie municipal de Benito Juárez, por lo que de acuerdo con estos datos la Subcuenca alcanza una extensión territorial aproximada de 1,664 km<sup>2</sup>; lo que a su vez representa el 3.27% del territorio de Quintana Roo.

En este sentido y en cuanto a las características de la subcuenca y del propio territorio municipal de Benito Juárez, se tiene que éste se ubica en la costa noreste de la península de Yucarán y en el norte del estado de Quintana Roo, entre la coordenadas extremas que corresponden los paralelos 21° 12' a 20° 47" de Latitud norte y entre los meridianos 87° 18 y 86° 55' de Longitud oeste, con una altura máxima de 10 msnm. Además de que abarca las poblaciones de Leona Vicario, Puerto Morelos, Puerto Juárez y Alfredo V. Bonfil.

Sin embargo el análisis de los estudios técnicos que se presentan en esta caracterización del sistema ambiental donde se ubica el proyecto "*Paseos del Mar DC-222*", incluyen las descripciones del patrón de ocupación en la zona urbana de Cancún, las condiciones y características predominantes en las comunidades vegetales que integran el sistema ambiental, así como los cambios que se han registrado en las últimas décadas como consecuencia del crecimiento poblacional y por la expansión de la mancha urbana. Esta caracterización se formula con la información de fuentes secundarias y recorridos de campo en el área de estudio.

Esta caracterización del sistema ambiental tiene por objeto describir el estado actual de los componentes natural, social y económico del área de estudio y se presenta, en información medible y en instrumentos cartográficos, habiéndose considerado para su formulación, las siguientes acciones: a) la ubicación del predio y su relación con los instrumentos de planeación aplicables, b) la naturaleza y magnitud del proyecto c) la representación cartográfica de la dispersión de los impactos ambientales previstos, d) la identificación de los límites de la zona urbana y los asentamientos humanos colindantes y e) la identificación de las condiciones y características de las comunidades vegetales predominantes.

Como premisas que rigen este análisis y los resultados del diagnóstico de la calidad ambiental de este sistema ambiental se considera que:

1.- La riqueza biológica y la diversidad de los ecosistemas terrestres constituyen la base de recursos para el desarrollo de las actividades productivas y al mismo tiempo son fuente de bienes y servicios ambientales de los que puede gozar la sociedad en general.

2.- La ubicación de este sistema ambiental en la porción Noreste de la Península de Yucatán con un relieve casi plano, característico de una plataforma de sedimentos calcáreos de origen marino, compuestos de calizas blandas conocidas como "sascab" y afloramientos de rocas calizas, muy duras denominadas como "laja", que colinda con franjas costeras de sedimentos lacustres y litorales, constituyen el ámbito geográfico donde se desarrollan las comunidades de flora y fauna de este sistema ambiental. Los suelos son poco profundos y poco evolucionados en toda su superficie. La delgada capa fértil, rica en materia orgánica es fácilmente degradable y se trata de suelos pedregosos que dificultan la mecanización.

3.- De acuerdo a las características fisiográficas, a través de toda la superficie municipal se presenta un clima cálido subhúmedo con régimen de lluvias en verano. La temperatura promedio se mantiene entre los 26-27 °C y se presenta marcada sequía en la mitad caliente del año (canícula), en donde la curva calurosa asciende a partir de los meses de abril y mayo, registrando temperaturas entre 26 °C y 33 °C. Asimismo, para la ciudad de Cancún se registran más de 243 días despejados al año con horas sol continuas y sin nubosidad aparente. El máximo de días soleados se alcanza en los meses de marzo y abril con 25 días en promedio. Además de que debido a los vientos provenientes del océano Atlántico y mar Caribe, durante el verano la zona se ve afectada por tormentas tropicales y ciclones.

4.- La falta de corrientes de agua superficial, mantiene en el subsuelo un acuífero kárstico con flujos subterráneos de las zonas de mayor precipitación hacia las



costas. Estas aguas afloran a lo largo de la franja litoral en esteros y lagunas costeras. Como parte del proceso de dilución de las rocas calcáreas se forman los cenotes, los bajos o poljes, así como grutas y grietas de conducción de agua subterránea en una matriz de difusión altamente sensible a la contaminación y la dispersión de contaminantes. De acuerdo a sus características fisicoquímicas, la calidad del agua subterránea dentro de la Subcuenca "a" es tolerable y, en general, es apta para su uso y para el consumo humano. Aunque en diversas áreas la dureza y el contenido de los elementos referidos rebasan las normas respectivas. No obstante, a la fecha el único tratamiento que se da para consumo humano es su desinfección a través de la aplicación de cloro. Aunque en los últimos años se ha propiciado el consumo de agua purificada que se comercializa a través de empresas privadas y cuya potabilización incluye entre otros el sistema de osmosis inversa.

5.- Esta heterogeneidad ambiental relacionada con la variación climática y las características de los suelos permiten el desarrollo y recuperación de las diferentes comunidades vegetales. La conservación de la diversidad biológica es una necesidad con reconocimiento social, que se ve reflejada en las políticas públicas recientes, pero que requiere de consensos y negociaciones motivadas y fundamentadas entre los intereses públicos y privados

6.- Los registros de flora de este sistema ambiental, nos permiten reconocer la existencia de más de 135 especies, de las cuales 82 especies son árboles, 20 especies son arbustivas, 21 son herbáceas, 10 especies rastreras. Estas especies se encuentran agrupadas en 54 familias, de las cuales la familia de la fabaceae es la más abundante. Respecto a la fauna se registraron aves con 58 especies, seguido de los reptiles con 12 especies, 9 mamíferos y 2 anfibios. Se desconocen aspectos sobre la dinámica de las poblaciones locales y existen grupos de fauna poco estudiados.

7.- Quintana Roo es el estado más expuesto a fenómenos meteorológicos como tormentas tropicales, huracanes y "nortes", estos fenómenos tienen su formación ya sea en las aguas del mar Caribe, o bien, desde las del océano Atlántico; fenómenos que por sus dimensiones son imposibles de evitar. Este tipo de tormentas tropicales y los huracanes se presentan los meses de julio a noviembre, los daños que ocasionan se deben a tres fuerzas destructoras: las marejadas, las inundaciones y los vientos. Los ciclones tropicales son fenómenos meteorológicos han afectado de manera reiterada los ecosistemas del norte de Quintana Roo. Diversos estudios documentan que los vientos fuertes alteran de manera drástica la fisonomía y la estructura de la vegetación costera. Entre los daños más evidentes en las selvas destacan la defoliación, ruptura de ramas y tallos, caída de árboles y hasta la muerte de algunos árboles. Por sus efectos de aclareo induce pocos cambios en la composición de especies y la recuperación de la mayoría de las

plantas afectadas se hace evidente luego de pocos meses después de la afectación.

8.- En el norte de Quintana Roo han sido frecuentes los incendios forestales de gran extensión en las últimas décadas, por lo que la vegetación de este sistema ambiental corresponde a rodales de vegetación secundaria derivada de una selva mediana subperennifolia en recuperación con condiciones distintas de desarrollo y conservación.

9.- En la zona de interés, la estructura de este sistema está dada por la presencia de un ecosistema natural, mismo que corresponde con la selva mediana con vegetación secundaria arbustiva y arbórea con árboles dispersos. Esta vegetación presenta una dominancia de especies de muy baja altura, por lo que se alcanza entre los 3-8 m. En la actualidad y debido a las actividades humanas y naturales, presenta cierto grado de disturbio. Además de que grandes manchones han desaparecido debido a los numerosos asentamientos humanos y las actividades agropecuarias. Esta vegetación se caracteriza por ser una comunidad muy densa, con especies abundancia de especies arbóreas y bejucos, con alturas que van desde los 8 a 12 m para la selva mediana.

10.- El origen secundario de esta vegetación se debe referir al evento acaecido en 1988 y que corresponde con la manifestación del huracán Gilberto (que alcanzó la categoría 5 de la escala Saffir-Simpson) y a los incendios de tipo catastrófico que se presentaron un año después (1989), mismos que se extendieron a través de toda el área de influencia del huracán hasta afectar una superficie cercana a las 135,000 has.

11.- En este sistema ambiental aún existen grandes extensiones con vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia donde se prevé el crecimiento urbano de esta ciudad. El tipo de vegetación predominante que se reporta para el sistema ambiental de este proyecto, de acuerdo con la Carta de Vegetación y Uso del Suelo, Serie V del INEGI, denominada Zona Urbana de Cancún con política de Aprovechamiento Sustentable, corresponde a vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia con 2,072.58 hectáreas, misma que ocupa el 83% del sistema ambiental y los asentamientos humanos contribuye con el 17% (425.59 has).

12.- Los procesos de urbanización, la disposición de los empresarios para invertir en estas zonas del territorio de Quintana Roo en la construcción de nuevas obras que aporte infraestructura de servicios y operación a la actividad comercial del Municipio de Benito Juárez, Quintana Roo son las principales causas del cambio de uso del suelo que sin duda es requerida por el pujante crecimiento de estas actividades en la zona de inserción.

---

13.- El desarrollo económico y la modernización han traído nuevas formas de relación entre los habitantes y su entorno. En un escenario futuro con la construcción de viviendas que integran un desarrollo habitacional que cuenta con infraestructura, servicios públicos y equipamiento urbano, dentro de la zona urbana de la ciudad de Cancún, Q. Roo, donde existe una tendencia de crecimiento, se contribuye a la satisfacción de las necesidades básicas de igual número de familias y se generan una gran cantidad de empleos temporales durante la etapa de construcción.

14.- En Cancún se ha manifestado un gran crecimiento tanto de población como de área urbana donde se han asentado grandes proyectos como son los de educación, comercio de gran nivel y habitacionales. A partir de este tipo de componentes se puede comprender la gran sinergia inmobiliaria que se experimenta en toda la ciudad. El crecimiento de la actividad turística que ha experimentado la zona y que habrá de continuar a futuro, seguirá causando por una parte una dinámica de crecimiento demográfico acelerado, donde se dificulta la dotación de servicios e infraestructura, y por otra, un desequilibrio regional de los asentamientos humanos respecto al desarrollo turístico.

15. El desarrollo acelerado de la ciudad y la migración impactan a la planeación de los asentamientos humanos y, por consiguiente, se observa un incremento de malestares para la ciudad. Como el comercio ambulante, molestias al turismo, decremento al nivel educativo de la población trabajadora, incremento de mendicidad, erosión de costas, acumulación de basura, incremento de aguas grises y negras sin tratamiento, relleno de manglares, daños a los arrecifes, entre otras. A todos estos impactos negativos habrá que mencionar también los significativamente positivos, tales como las relaciones gobierno-inicitiva privada, derrama de capital incremento de las organizaciones civiles, atención de problema: de los distintos niveles de gobierno, creación de empleos a diferentes niveles, generación de instrumentos y mecanismos normativos. Debido al éxito turístico de Cancún, las oportunidades de empleo y las expectativas de un futuro prolífico desde su creación son por demás evidentes, así Cancún se ha convertido en imán que atrajo numerosas familias, El crecimiento poblacional acelerado ha dado evidencia de rebasar todas las expectativas y pronto generó un déficit en la infraestructura urbana, así como el rezago en la dotación de vivienda que a la fecha se han traducido en problemas ambientales que para ser acotados requieren de orden en el crecimiento urbano y el uso del suelo así como del incremento en la infraestructura.

---

#### **IV.2.1 Caracterización y análisis retrospectivo de la calidad ambiental del Sistema Ambiental.**

El análisis retrospectivo de la calidad ambiental del sistema ambiental de la cuenca donde se ubica este proyecto, se describe en función de la evolución de la zona urbanizada y los asentamientos humanos en las últimas décadas y el impacto que ocasionaron en su estructura y su funcionamiento, por efecto de los cambios que han experimentado sus componentes físicos, biológicos y socioeconómicos de mayor importancia. Asimismo se describen las tendencias de desarrollo y/o deterioro que registra el sistema ambiental de la cuenca y que han incidido de manera determinante en la calidad ambiental que se presenta actualmente en este sistema ambiental. El predio de interés se ubica a la altura de la isoterma de los 26 °C y la isoyeta de los 1,4016 mm de precipitación anual. Este tipo climático es isotermal, es decir, se presenta una oscilación térmica poco representativa ya que se ubica entre los 5 y 7 °C.

De acuerdo a lo anterior, siendo el clima un componente ambiental de nivel regional, mismo que está determinado por las condiciones meteorológicas a largo plazo, se considera que no será modificado por el desarrollo de proyecto. Sin embargo, a una escala puntual (microclimática) las acciones del proyecto pudieran inducir muy ligeros cambios sobre la temperatura y el contenido de humedad, situación que se podrá dar de manera específica y puntual en las áreas donde se modifiquen dos factores determinantes, la vegetación y la presencia de un suelo expuesto. Con referencia a las condiciones de la calidad del aire, se debe referir que en la zona norte de Quintana Roo no existe ninguna industria establecida, de tal forma que no existen fuentes fijas generadoras de contaminantes a la atmósfera. En todo caso, las emisiones se concentran en el parque vehicular que circula por las calles y avenidas de la ciudad y aquellas generadas por el uso de leña y carbón en la preparación de alimentos actividades que aún se practican en la zona urbana de la ciudad de Cancún.

La parte del área correspondiente al sistema ambiental de este proyecto, estuvo cubierta por una vegetación de selva mediana subperennifolia en buen estado de conservación. La tendencia de expansión de la mancha urbana de la ciudad de Cancún hacia los límites del municipio de Isla Mujeres ha sido ampliamente documentada en los distintos programas parciales de desarrollo urbano que se han realizado para esta zona en las últimas décadas (PPDU-Polígono 11 y PPDU para la ampliación del polígono 11) y se puede verificar mediante la sobreposición de las Cartas de vegetación y uso del suelo de las series I, II, III, IV y V del INEGI.

Los efectos de la urbanización sobre los componentes biológicos y físicos del ambiente en esta zona, han sido ampliamente documentados en los instrumentos de planeación (POEL-BJ, POEL-IM). Este proceso de transformación que se aprecia por el deterioro y fragmentación del hábitat para la vida silvestre, se inicia con la

apertura de caminos y vialidades, seguida por labores de desmonte y despalme, con lo que se elimina la vegetación y se retira la capa superior del suelo hasta la roca firme, con frecuencia se realizan cortes con fines de nivelación, para posteriormente rellenar y compactar los asientos de las obras. Entre los principales impactos ambientales acumulativos de la urbanización se reconocen: la transformación del paisaje natural, la disminución del hábitat para la vida silvestre y el incremento del riesgo de contaminación del acuífero por la falta de servicios en los asentamientos humanos.

En este sistema ambiental existen terrenos con vegetación secundaria colindantes a los asentamientos humanos donde se presenta con frecuencia la extracción de recursos forestales, por lo regular, se extrae de manera furtiva palizada para la construcción de palapas así como piedras y tierra. En la actualidad, en el sistema ambiental de este proyecto, son evidentes los procesos de urbanización, existe especulación de terrenos y la proliferación de asentamientos irregulares, siendo estas las principales causas del deterioro ambiental y en conjunto constituyen la principal amenaza para la diversidad biológica y la conservación del agua como recurso, si no se ajustan dentro de un marco legal de regulación para la conformación de unidades urbanas sustentables que colindan con áreas naturales en recuperación.

Entre los factores ambientales que han provocado la degradación de la selva en este sistema ambiental destacan los huracanes y los incendios forestales. Los ciclones tropicales Gilberto y Wilma, se encuentran entre los más fuertes que han afectado de manera reiterada los ecosistemas del norte de Quintana Roo. El origen secundario de esta vegetación se debe referir al evento acaecido en 1988 y que corresponde con la manifestación del huracán Gilberto (que alcanzó la categoría 5 de la escala Saffir-Simpson) y a los incendios de tipo catastrófico que se presentaron un año después (1989), mismos que se extendieron a través de toda el área de influencia del huracán hasta afectar una superficie cercana a las 135,000 Ha. Para algunas zonas (como es el caso de la de nuestro interés) los efectos del incendio fueron de afectación total, es por ello que en septiembre de 1989 se emitió un decreto de veda total para esta zona.

Diversos estudios documentan que los vientos fuertes alteran de manera drástica la fisonomía y la estructura de la vegetación costera. Entre los daños más evidentes en las selvas destacan la defoliación, ruptura de ramas y tallos, caída de árboles y hasta la muerte de algunos árboles. Por sus efectos de aclareo induce pocos cambios en la composición de especies y la recuperación de la mayoría de las plantas afectadas se hace evidente luego de pocos meses después de la afectación (Sánchez, 2000). Sin embargo, se reconoce que el impacto de los huracanes, se incrementa de manera significativa cuando se presenta asociado a otros factores

de disturbio como los incendios forestales y los cambios de uso del suelo provocados por las actividades productivas.

Una consideración importante que se puede obtener de la figura 16, es que resulta evidente que la vegetación de selva con desarrollo secundario se extiende ampliamente por toda la periferia norte de la ciudad. Aunque se debe referir que hacia el sureste ésta interrumpe drásticamente su distribución, debido precisamente al crecimiento de la mancha urbana de la ciudad de Cancún. Por lo anterior, se considera que el sistema natural en la zona de interés se encuentra fragmentado o en vías de ello, y de alguna manera, se ha interrumpido la distribución natural del ecosistema de selva, modificando de nueva cuenta su estructura y función. En vista de la situación actual de la vegetación de la zona, por lo que se puede considerar que el proyecto tendrá un área de influencia de tipo local.

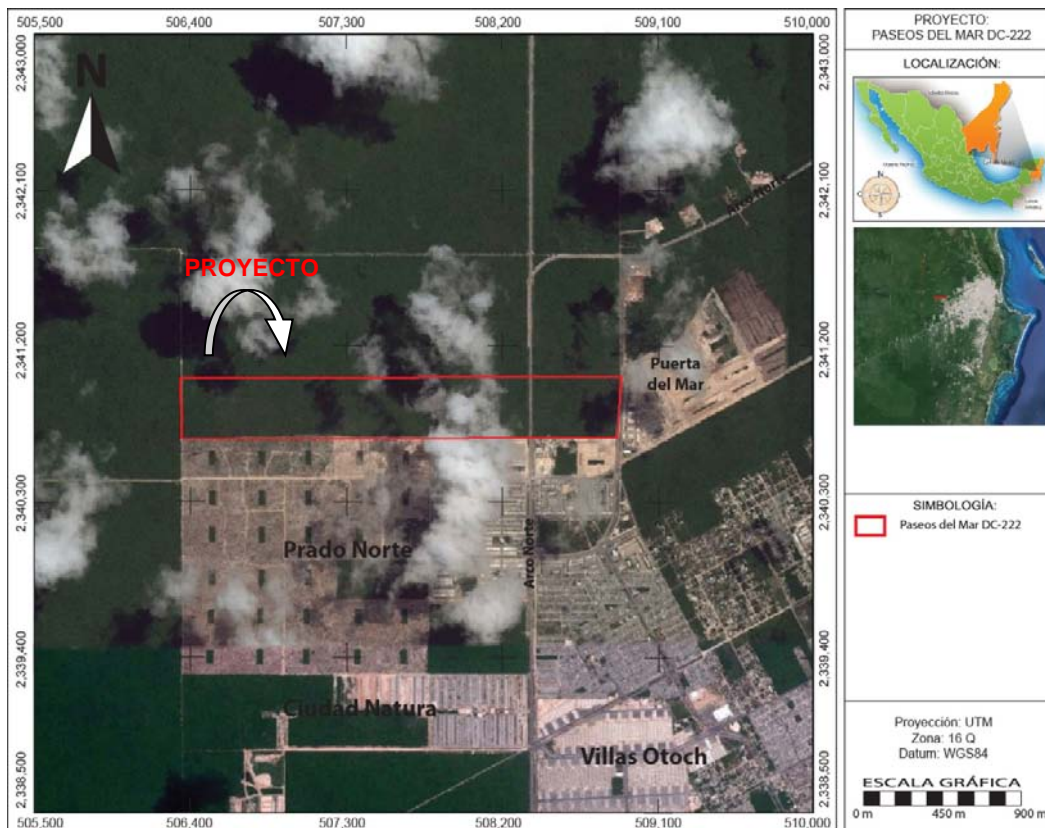


Figura 16. Esquematización de la ubicación del sistema natural fragmentado por el desarrollo urbano de la ciudad de Cancún.

Cabe hacer mención al "Estudio de caracterización geohidrológica, calidad del agua e integración del documento legal, técnico, administrativo para el establecimiento de zona de reserva de los municipios de Benito Juárez e Isla Mujeres y estudio de la zona de captación de agua potable de la franja continental del Municipio de Isla Mujeres, Quintana Roo", compendio de 191 hojas de fecha 2010, elaborado por el

Gobierno del Estado de Quintana Roo, a través de las Comisión de Agua potable y Alcantarillado. (CAPA), dentro de los resultados obtenido del estudio se establece que las zonificación de recarga y captación de agua potable de la ciudad de Cancún, se encuentra en una condición de "equilibrio hidrodinámico" y que no existe una degradación de la calidad del agua, lo que existe es un 10% más de su demanda para la población del lugar.

Los estudios geohidrológicos establece que el flujo del agua subterránea proviene desde la región de Xcan y tiene una componente el oriente (NE o SE) en dirección hacia las costas. Por lo que establece así que la zona de recarga por lo general se encuentre al poniente de Leona Vicario, garantizando la captación del agua y capacidades de almacenamiento de los cárcamos y plantas de bombeo en la zona urbana. Por lo tanto, el proyecto no pone en riesgo al acuífero por afectación a la recarga del mismo, por el cambio de uso de suelo forestal que se llevara a cabo en el sitio del proyecto.

En todo caso se confirma que los impactos hacia el ecosistema de selva en la región están dados por el deterioro que provocan los distintos eventos naturales, que para la zona tienen que ver de manera directa con los fenómenos hidrometeorológicos. Asimismo, en los alrededores de las ciudades existe una creciente presión debido al crecimiento que estas manifiestan. Por lo anterior, se deberá reconocer que aunque las características naturales se habrán de modificar sustancialmente, se promoverá la persistencia de la diversidad y cierta densidad vegetal en las áreas verdes contempladas en el proyecto.

Asimismo, se debe señalar que la distribución de una vegetación selvática puede procurar espacios para el desarrollo de la fauna silvestre. No obstante, la cercanía con la zona urbana y la presencia de vías rápidas de comunicación de manera cercana son una limitante en el desarrollo de este componente. A esta situación se debe agregar la ausencia de un arbolado alto e importante dentro del predio de interés. No obstante, la construcción del proyecto promoverá condiciones para el desplazamiento temporal de este componente del medio natural, ya que se verá afectado por las acciones de desmonte de la vegetación y por la presencia de trabajadores y maquinaria en el predio.

Los elementos del paisaje que serán modificados son las vistas panorámicas en puntos específicos de la propiedad. Se modificarán las márgenes arbolados propios de la vegetación de selva mediana con desarrollo secundario. Se incluirán sutilmente elementos ajenos (construcciones) al paisaje que actualmente prevalece en la zona. Aunque parte de éstas quedarán por debajo del nivel de terreno natural. Asimismo, se debe mencionar que no se considera la distribución de áreas críticas en las que se manifieste condiciones exclusivas o extraordinarias en donde

la modificación en su estructura (arreglo espacial), abundancia y distribución ponga en riesgo la naturalidad del paisaje.

En ecología, el término paisaje se utiliza para designar unidades geográficas en las que, a pesar de la existencia de una cierta heterogeneidad interna (por ejemplo diferentes tipos de vegetación o distintos estados sucesionales de los mismos), las principales variables ambientales (por ejemplo, la temperatura, la humedad, la precipitación u otras) no cambian significativamente dentro del área de la propia unidad geográfica, la cual muestra una historia geomorfológica y biogeográfica común (Sánchez et al. 2000). Este concepto necesariamente considera la presencia del ser humano y sus interacciones con los demás componentes.

En este sentido, la zona del proyecto no debe verse de forma aislada e independiente, sino que precisamente forma parte de un paisaje urbano, en donde existen diferentes condiciones de la vegetación en distintos niveles de modificación, en donde se distribuyen especies de vida silvestre (microorganismos, hongos, flora, fauna, etcétera), adaptadas a la presencia humana. Dicho con otras palabras, la biodiversidad que existe en el predio del proyecto es reflejo de la existente en toda región.

## **IV.2.2 Medio abiótico**

### **IV.2.2.1 Fisiografía**

El sistema ambiental regional al igual que toda la Subcuenca "a" y la Cuenca Quintana Roo, se encuentra dentro de una sola provincia fisiográfica llamada Península de Yucatán, cuya mayor parte está constituida por estratos calizos más o menos horizontales que hacen de ella una región relativamente plana, cuyas mayores alturas se acercan a los 300 msnm, hacia el centro de la península cerca del límite con Campeche, alrededor de Zoh Laguna, Campeche y en la parte suroeste del estado de Quintana Roo, extendiéndose esta zona con dirección aproximada norte-sur; el paso de las partes altas de la región anterior a las bajas situadas en el este de Quintana Roo.

En la zona de interés presenta junto a las elevaciones, frecuentes depresiones y pequeñas cimas interrumpidas por grandes áreas de menor relieve, casi planas, con altitudes de 20 a 40 m. Las planicies presentan una microtopografía de interés en la que la roca calcárea alterna en mayor o menor frecuencia con pequeñas hondonadas, lo que da lugar a una constante alternancia de suelos en los puntos más bajos.

En términos de las subprovincias fisiográficas que se encuentran en Quintana Roo, a saber, Carso y Lomeríos de Campeche, Carso Yucateco y Costa Baja de Quintana



Roo; el sistema ambiental se localiza en la Subprovincia fisiográfica denominada Carso Yucateco que ocupa las porciones centro y norte del estado de Quintana Roo, la cual está formada en una losa calcárea cuya topografía se caracteriza por la presencia de carsticidad, ligera pendiente descendente hacia el este y hacia el norte hasta el nivel del mar; con un relieve ondulado en el que se alternan crestas y depresiones; con elevaciones máximas de 22 m en su parte suroeste<sup>5</sup>. De acuerdo con las características morfológicas del área, se puede situar en una etapa geomorfológica de madurez para una región calcárea en clima cálido subhúmedo.

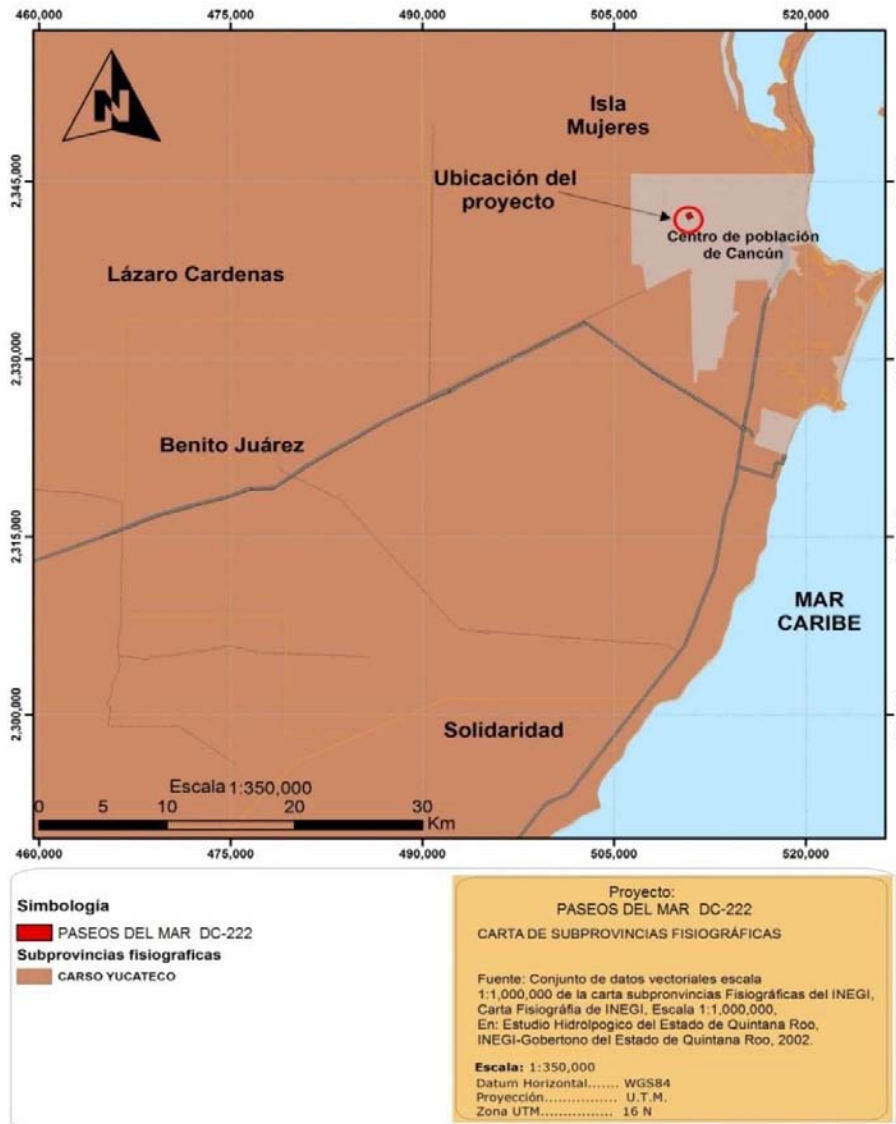


Figura 17. Carta fisiográfica. El sistema ambiental se ubica en la subprovincia fisiográfica Carso Yucateco.

<sup>5</sup> INEGI y Gobierno del Estado de Quintana Roo, 2002. Estudio Hidrológico del Estado de Quintana Roo. México. 79 p.

#### IV.2.2.2 Clima

El sistema ambiental de área de estudio está localizado en el Trópico de Cáncer, por debajo de los 23° de latitud norte, en la zona térmica denominada Zona Tropical Norte. Debido al mayor calentamiento que ocurre en el ecuador por la incidencia de los rayos solares, la superficie donde se localiza tiene elevada temperatura y baja presión atmosférica<sup>6</sup>.

El clima predominante se incluye dentro del Grupo A, del tipo Aw, que es cálido subhúmedo, con lluvias todo el año, aunque más abundantes en verano. Una característica que sirve como referencia para la clasificación en este grupo climático es que la temperatura media del mes más frío es mayor de 18 °C. Por otra parte, las isoyetas se encuentran cercanas a los 1,500 mm y el cociente precipitación/temperatura es mayor que 55.3, estando los valores medios de humedad relativa en un rango del 80 al 90% como consecuencia del régimen de lluvias prevaleciente. El balance de escurrimiento medio anual es de 0 a 20 mm mientras que el déficit por evapotranspiración para la zona es de 600 a 700 mm anuales.

Según la carta de climas (CGSNEGI En: INEGI y Gobierno del Estado de Quintana Roo, 2002), en el territorio que comprende la Subcuenca "a" se presentan dos subtipos climáticos, el Aw0 y el Aw1, de acuerdo con la clasificación de Köppen, modificada por García, siendo el primero el que domina en la ciudad de Cancún y por tanto el que corresponde al sistema ambiental del proyecto.

De acuerdo con García (1988) el subtipo climático Aw0 presente en la zona norte del estado de Quintana Roo corresponde a la variedad  $Ax'(w0)iw$ , que corresponde a los climas con regímenes de lluvia repartidos en todo el año, oscilación anual de las temperaturas medias mensuales menor de 5 °C y presencia de canícula; mientras que el subtipo climático Aw1 corresponde a la variedad  $Ax'(w1)(i)w$ , que pertenece a los climas con regímenes de lluvia repartidos en todo el año, oscilación anual de las temperaturas medias mensuales entre 5 y 7 °C y presencia de canícula.

---

<sup>6</sup> García, E. 1988. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. México. 217 p.

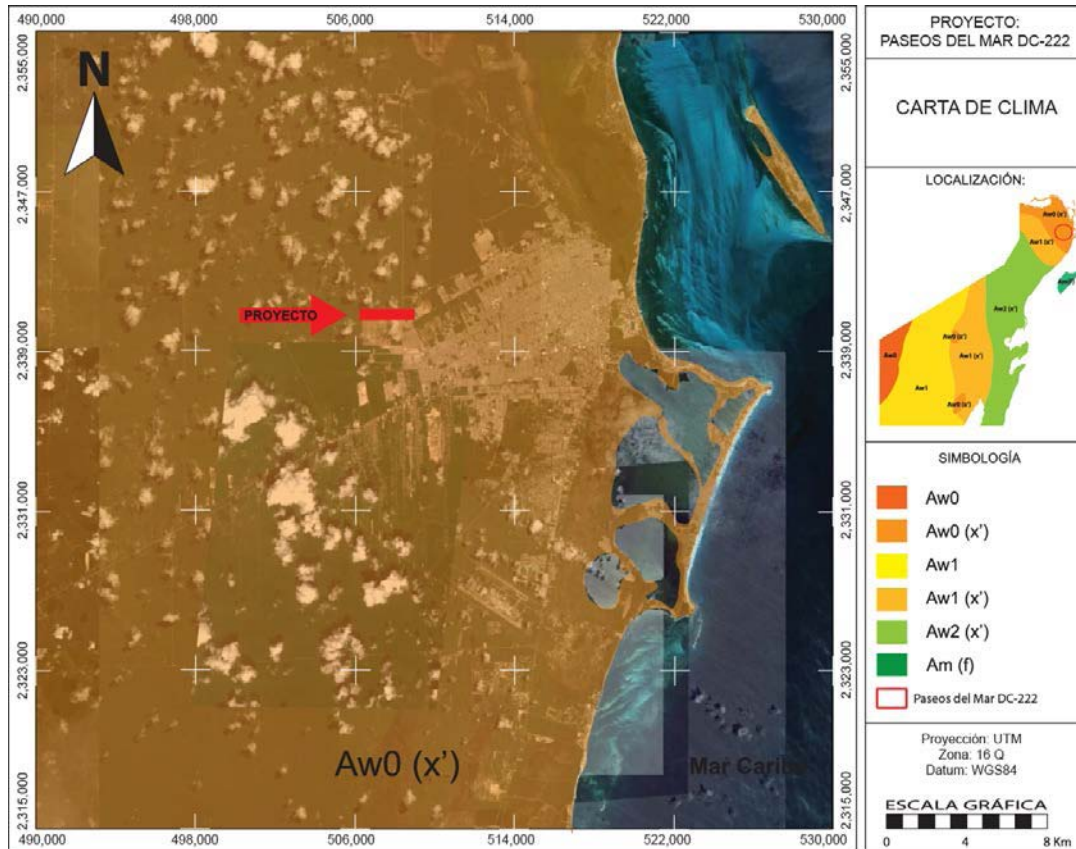


Figura 18. Subtipo climático que se presenta en el sitio del proyecto. Fuente: Instituto Nacional de Estadística y Geografía, Escala 1: 250,000.

Con base en los registros para el lapso 1991-2006 de la estación meteorológica de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) en Cancún, la precipitación media anual para la zona es de 1,401.6 mm y se concentra principalmente de junio hasta octubre (60.1%); y la temperatura promedio anual es de 27.3°C la cual alcanza su máximo nivel en el mes de agosto (Figura. 19).

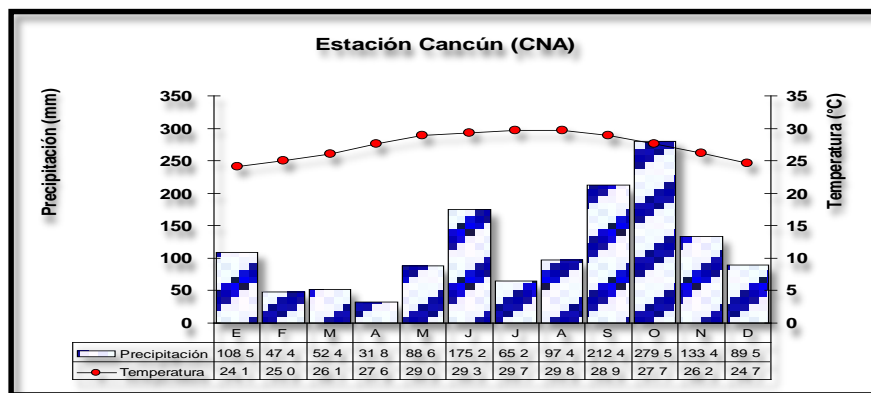


Figura 19. Marcha anual de la temperatura y precipitación para la zona de estudio. Fuente: Datos obtenidos por la CNA en la estación meteorológica Cancún (1991-2006).

En relación con los factores de riesgo hidrometeorológico, la zona donde se pretende llevar a cabo la implementación del proyecto se encuentra en la franja de paso de huracanes que se forman en la región del Atlántico. Lo anterior determina que exista un elevado riesgo a este tipo de fenómenos meteorológicos. De acuerdo a Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED), la zona norte del estado de Quintana Roo se cataloga como de alto riesgo a la incidencia de ciclones (Figura 20).

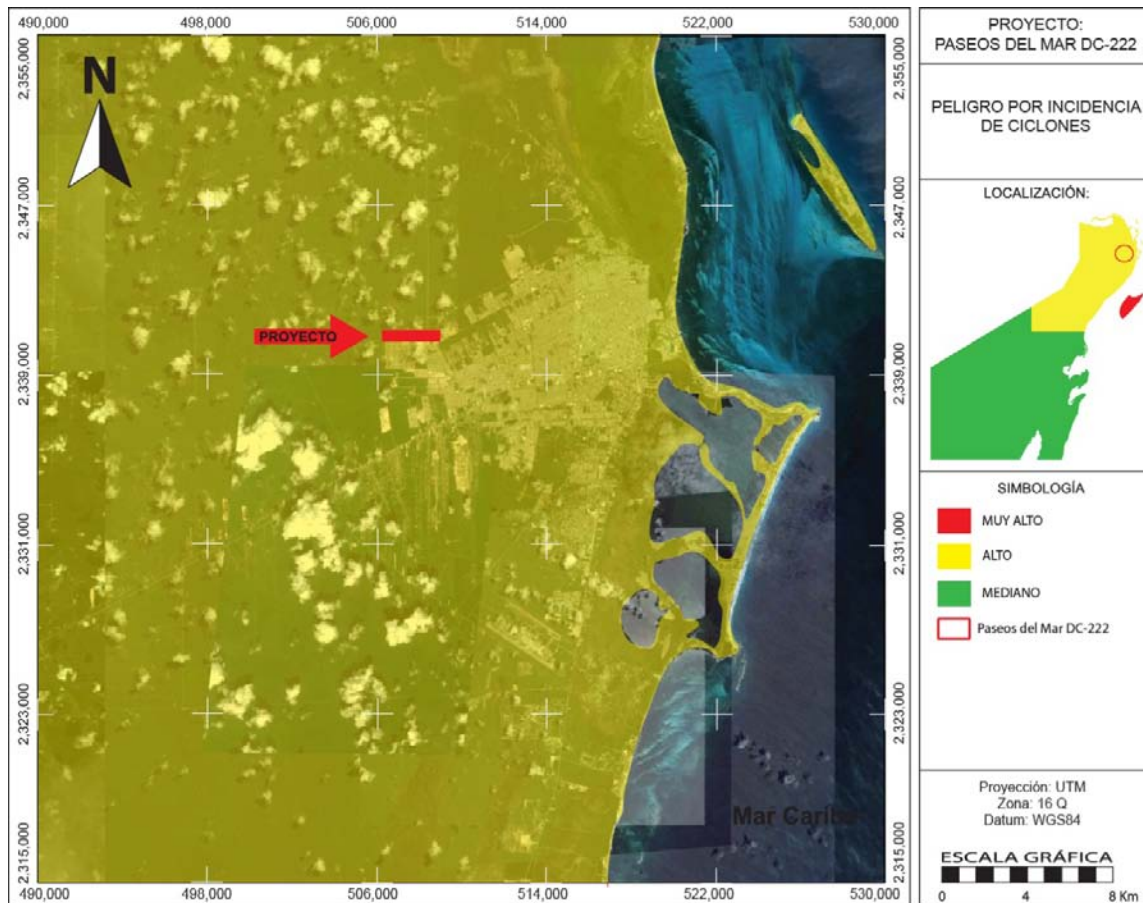


Figura 20. Mapa de peligros por incidencia de ciclones Fuente: Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED).

Los huracanes son frecuentes durante la última parte del verano y el comienzo del otoño (Agosto-Octubre e incluso Noviembre). Cuando se generan estas perturbaciones atmosféricas afectan a las costas de Quintana Roo. Los fuertes vientos, el oleaje generado por los mismos y las ondas de tormenta que elevan considerablemente el nivel del mar causan con regularidad efectos destructivos en los ecosistemas costeros.

Los vientos generados por estos fenómenos suelen alcanzar velocidades superiores a 120 nudos (222 km/h). En el cuadro 8, se presentan algunas características

importantes de los huracanes que se han presentado en la región en los últimos 25 años y que han ocasionado alguna afectación en la costa del Estado de Quintana Roo.

**Cuadro 8.** Lista de algunos de los huracanes que se han presentado en la región de la Península de Yucatán.

NOMBRE	CATEGORÍA	ESTADOS AFECTADOS	FECHA		VELOCIDAD MÁXIMA VIENTOS (KM/H)
			AÑO	MES	
Ernesto	H1	Sur de Quintana Roo	2012	Agosto	150
Rina	TT	Norte de Quintana Roo	2011	Octubre	120
Paula	H1	Norte de Quintana Roo	2010	Noviembre	160
Ida	H2	Norte de Quintana Roo	2009	Noviembre	160
Dean	H5	Península de Yucatán, Veracruz, Estado de México.	2007	Agosto	280
Emily	H4	Quintana Roo, Yucatán, Tamaulipas, Nuevo León, Coahuila.	2005	Julio	250
Stan	T1	Quintana Roo, Veracruz, Chiapas, Tabasco, Oaxaca	2005	Septiembre	75
Wilma	H4	Quintana Roo	2005	Octubre	275
Iván	H5	Quintana Roo, Yucatán	2004	Septiembre	270
Claudette	H1	Quintana Roo, Yucatán	2003	Julio	140
Isidore	H3	Quintana Roo, Yucatán, Campeche, Tabasco	2002	Septiembre	205
Chantal	TT	Quintana Roo, Yucatán, Campeche, Tabasco	2001	Agosto	115
Gordon	DT	Quintana Roo, Yucatán, Campeche	2000	Septiembre	55
Mitch	H5	Centroamérica, Península de Yucatán	1998	Noviembre	250
Roxanne	H3	Campeche, Quintana Roo, Tabasco	1995	Octubre	160
Opal	DT	Campeche, Quintana Roo, Tabasco	1995	Septiembre- Octubre	35
Gilberto	H5	Península de Yucatán, Tamaulipas, Monterrey.	1988	Septiembre	296

#### IV.2.2.3 Edafología

La descripción edafológica se elaboró con base en la carta edafológica escala 1:250,000 de INEGI, la cual indica la distribución geográfica de los suelos, clasificados de acuerdo con las descripciones de unidades FAO/UNESCO 1968, modificada por DETENAL en 1970. Así mismo, se tomaron en cuenta las descripciones incluidas en el Estudio Hidrológico del Estado de Quintana Roo (INEGI, 2002).

La Cuenca Quintana Roo presenta en general suelos poco profundos y en asociaciones de dos o más tipos, donde predominan los litosoles y las rendzinas. Desde el punto de vista edáfico la Cuenca se distingue por la predominancia de los suelos someros y pedregosos, de colores que van del rojo al negro, pasando por diversas tonalidades de café. Asimismo, estos suelos muestran, en común, un abundante contenido de fragmentos de roca de 10 y 15 cm de diámetro, tanto en la superficie como en el interior de su perfil, además de que regularmente se ve acompañada de grandes y repetidos afloramientos de la típica coraza calcárea yucateca. Es común hallarlos en pequeñas asociaciones de dos o más tipos de suelos, los que corresponden casi exactamente a la combinación de topofomas que configuran el relieve de cada lugar.

En la Subcuenca "a" están presentes los suelos Litosol, Rendzina, Regosol, Gleysol y Solonchak que se encuentran interactuando y formando mezclas con predominancia de alguno de ellos. El tipo Litosol con Rendzina de clase textural media (I+E/2) es el predominante, mientras que en la vecindad de la costa están presentes los tipos Rendzina con Litosol de clase textural fina y fase Lítica (E+I/3/L); Solonchak con Gleysol mólico de clase textural media (Zo+Gm/2); Solonchak con Regosol calcárico de clase textural gruesa (Zo+Rc/1), Litosol con Regosol calcárico y Rendzina de clase textural media (I+Rc+E/2) y Regosol calcárico con Litosol y Rendzina de clase textural gruesa y fase Lítica (Rc+I+E/1/L).

El Litosol, conocido como suelo de piedra, presenta profundidades menores de 10 cm, y está limitado por la presencia de rocas, tepetate o caliche endurecido, su fragilidad natural y la susceptibilidad a la erosión es muy variable. Son suelos de color café claro a casi negro y por su textura y características presentan fuertes restricciones para su utilización con fines agrícolas, sin embargo, presentan buen drenaje, lo que favorece la infiltración de las aguas pluviales. Por su parte, las rendzinas son suelos arcillosos y poco profundos –por debajo de los 25 cm– reposando sobre el material calcáreo, con más de 40 % de carbonato de calcio, con un contenido de materia orgánica entre 6 y 15 % y capacidad de intercambio catiónico de 20 a 45 meq/100 g de suelo. Estos presentan fase física (lítica somera), pero no química y tienen buen drenaje. Son moderadamente susceptibles a la erosión.

En el sistema ambiental definido para el proyecto está dominado por suelo tipo Litosol con Rendzina de clase textura media (I+E/2) que abarca la porción oeste y prácticamente toda la zona urbanizada de Cancún –incluyendo el sitio de interés para el proyecto–, teniendo como frontera la berma sobre la que se ubica mayormente la avenida Tulum y que corresponde a una antigua paleocosta. (Figura 21).

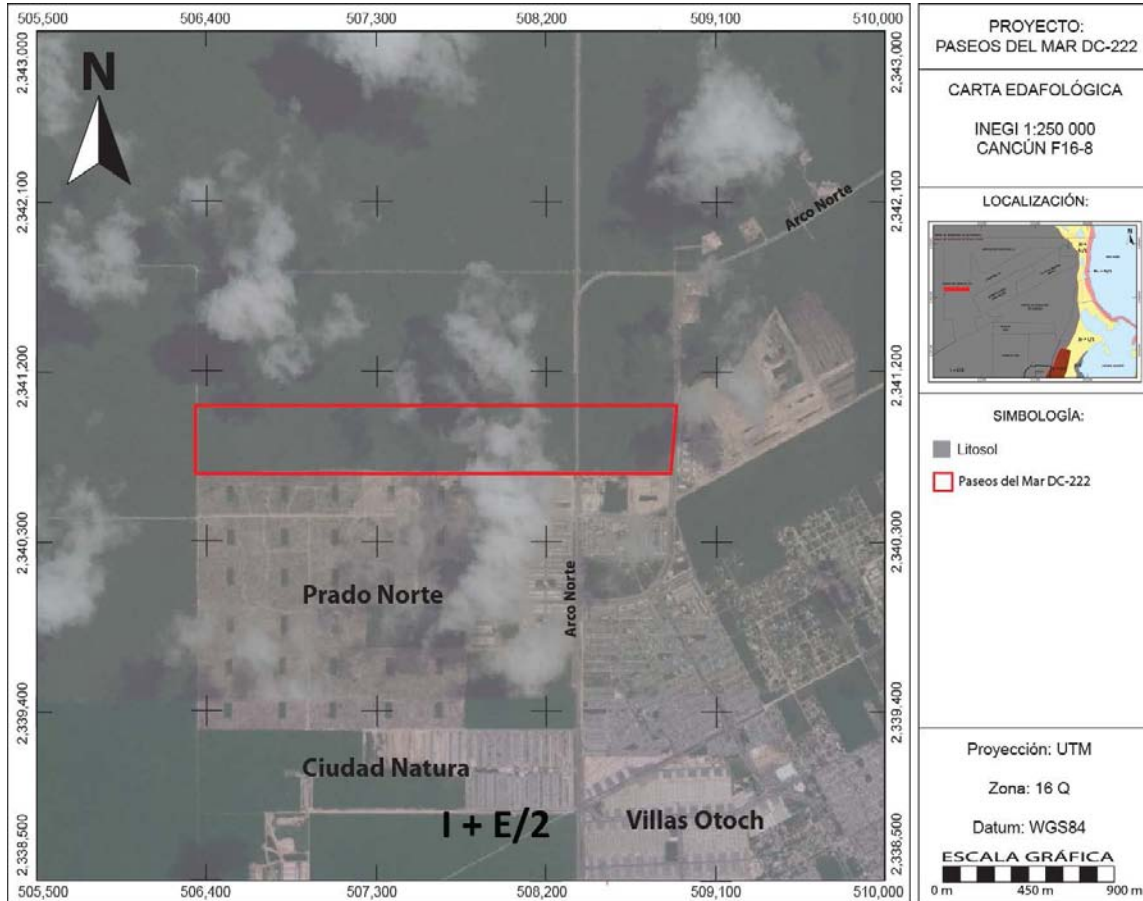


Figura 21. Carta edafológica para el sistema ambiental regional definido para el sitio del proyecto, donde se aprecia que el tipo de suelo dominante es Litosol con Rendzina.

#### IV.2.2.4 Geología y geomorfología

El Estado de Quintana Roo queda comprendido en su totalidad dentro de la provincia Fisiográfica denominada "Península de Yucatán" que se caracteriza por presentar una superficie sensiblemente plana, principalmente en su parte norte donde se ubica el sitio del proyecto.

La geología del estado tiene su origen en las rocas sedimentarias de material calizo que se remontan al Terciario y Cuaternario, que se formaron por la aportación de material principalmente biogénico proveniente de organismos que se desarrollaron en mares someros.

De manera más específica y de acuerdo con el INEGI (1984) en su carta geológica escala 1:250,000 CANCÚN F16-8, en la zona del proyecto se encuentran rocas calizas del Terciario Superior Ts(cz).

Las unidades litológicas superficiales en la Cuenca Quintana Roo están compuestas por rocas sedimentarias originadas desde el Terciario (Paleoceno) hasta el Cuaternario, aflorando las más antiguas en el suroeste y conforme se avanza rumbo al norte y este se van haciendo más jóvenes. La litología está formada principalmente por calizas, yesos, margas y dolomías, con predominancia de las calizas del Terciario

La parte centro este y norte del litoral inició su desarrollo geomorfológico durante el Terciario Superior, con la formación de una planicie calcárea, modelada posteriormente por una intensa disolución, manifestadas por la presencia de rasgos como dolinas, acumulación de arcillas de descalcificación y los cenotes. Durante el Cuaternario esta planicie fue modificada por la formación de pantanos y lagunas, así como la acumulación de abundantes depósitos de litoral, litificación de depósitos eólicos y por la formación reciente de dunas arenosas.

Las calizas Ts(cz) son una unidad constituida por calizas merocristalinas y espáticas de facies de plataforma, con estratos cuyo espesor se infiere que son medianos y gruesos con un echado que tiende a ser horizontal. Su contenido fosilífero es de foraminíferos de los géneros Peneroplis, Archaias, Cosquinolina, Bolivina y Valvulina, además de gasterópodos, pelecípodos, equinoides, miliólidos, corales, algas y espículas de esponjas. Comprende la mayor parte del área del sitio del proyecto y presenta un relieve de planicie rocosa, ligeramente ondulada con depresiones originadas por disolución.

Estas calizas por su estructura granular y alto contenido de carbonato de calcio son muy susceptible de ser disueltas; siendo este el origen de los cenotes que son característicos de la Península de Yucatán. Esta disolución del material calizo permite que se formen auténticos ríos subterráneos que llegan a desfogar directamente en el mar; por lo que la zona en general es altamente susceptible a la contaminación del manto freático.



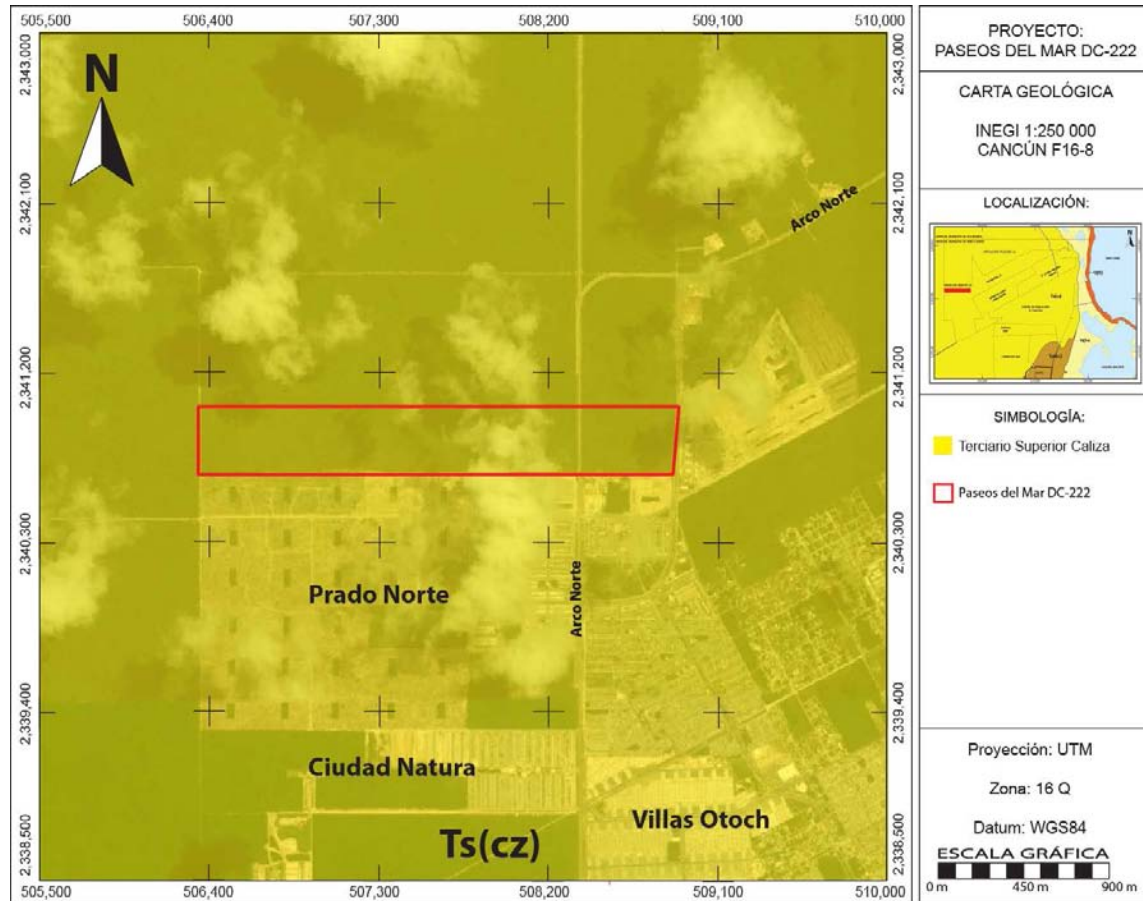


Figura 22. Mapa Geológico del Área de Estudio. Fuente: Carta Geológica del INEGI "CANCÚN F16-8" a escala 1: 250,000.

#### IV.2.2.5 Hidrología superficial y subterránea

##### Hidrología superficial.

La zona donde se desea llevar a cabo el proyecto se ubica dentro de la Región Hidrológica denominada Yucatán Norte (Yucatán) con clave RH-32 y la cuenca denominada 32A Quintana Roo, donde no existen subdivisiones de cuencas y subcuencas, al no existir escurrimientos superficiales, por lo que la condición hidrogeológica es de equilibrio en la zona costera de Quintana Roo. Esta cuenca comprende el 100% de la superficie territorial de los municipios de Benito Juárez, Solidaridad y Lázaro Cárdenas, al Norte comprende la zona continental del municipio de Isla Mujeres, además de que se extiende hacia el Oeste dentro del territorio del vecino estado de Yucatán; mientras que hacia el Sur abarca la mayor parte del municipio de Tulum. (Figura 23).

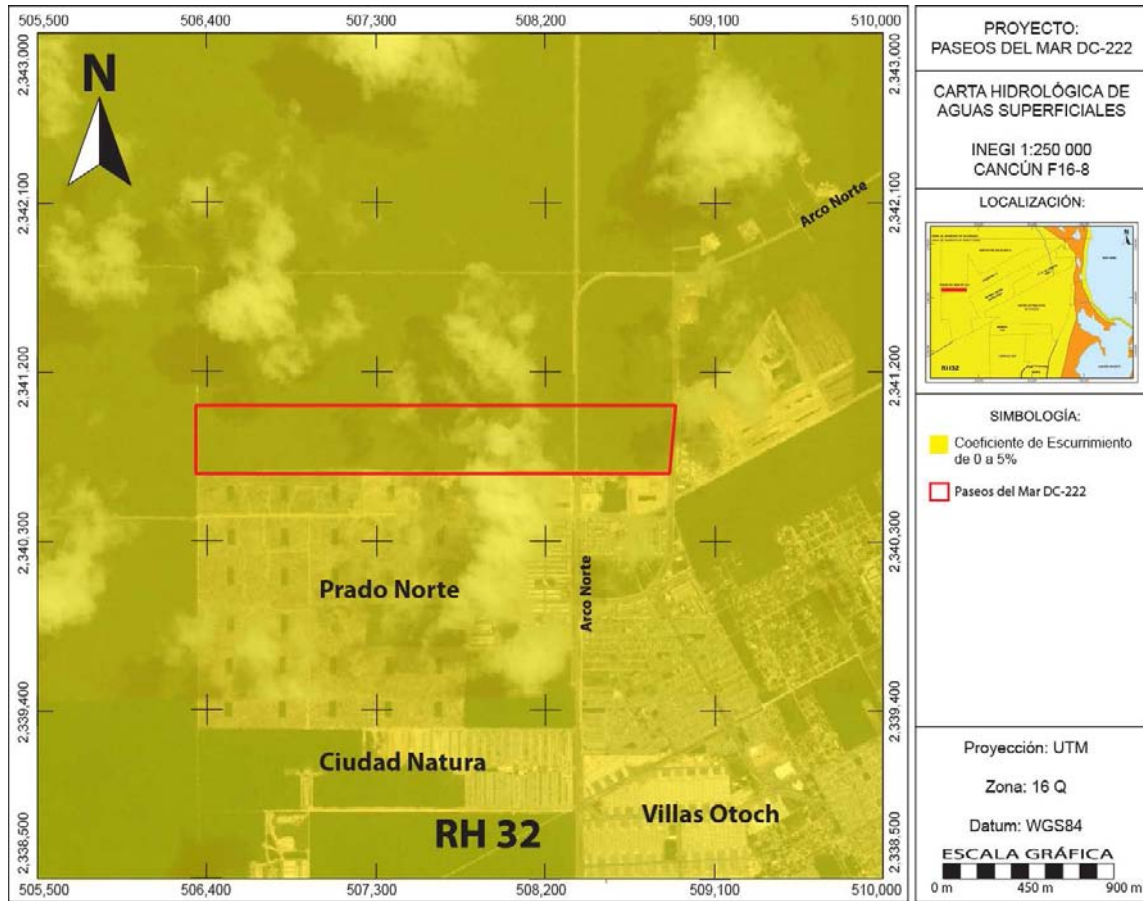


Figura 23. Mapa Hidrológico Superficial del Área de Estudio. Fuente: Carta Hidrológica de Aguas Superficiales del INEGI "CANCÚN F16-8" a escala 1: 250,000.

Esta cuenca, a pesar de contar con una precipitación pluvial superior a 1,000 mm anuales, se caracteriza por presentar escurrimientos superficiales efímeros o de muy corto recorrido, debido a la alta permeabilidad del material que constituye el terreno y la elevada evaporación, que originan una importante infiltración del agua de lluvia con excepción de las zonas costeras que están sujetas a inundación y de pequeñas depresiones que son denominadas aguadas. Esta cuenca se caracteriza por un rango de escurrimiento de 0% a 5% excepto en la franja costera donde tienen escurrimientos desde 10% a 20% debido a la presencia de arcillas y limos (INEGI, 2002). El sitio del proyecto se ubica en las áreas con coeficientes de escurrimiento de 0 a 5%.

### Hidrología subterránea

En la región, el agua subterránea se mueve de las zonas de mayor precipitación hacia la costa. La porosidad primaria puede alcanzar valores hasta del 10%, siendo el principal almacenamiento del agua en el karst, y las fracturas el principal

conducto para su transmisión. La porosidad de estos medios se clasifica como: de cavernas, de fracturas y de matriz; y de acuerdo a su comportamiento hidráulico funcionan según los tres tipos de medios siguientes: medio de almacenamiento, que corresponde a la matriz porosa; medio de transporte constituido por fracturas, que se comparan a los pasajes a través de los cuales se establece la circulación del agua subterránea y como medio de control, el cual conecta cavernas desarrolladas total o parcialmente a través de la roca cárstica dando lugar a una superficie freática estable.

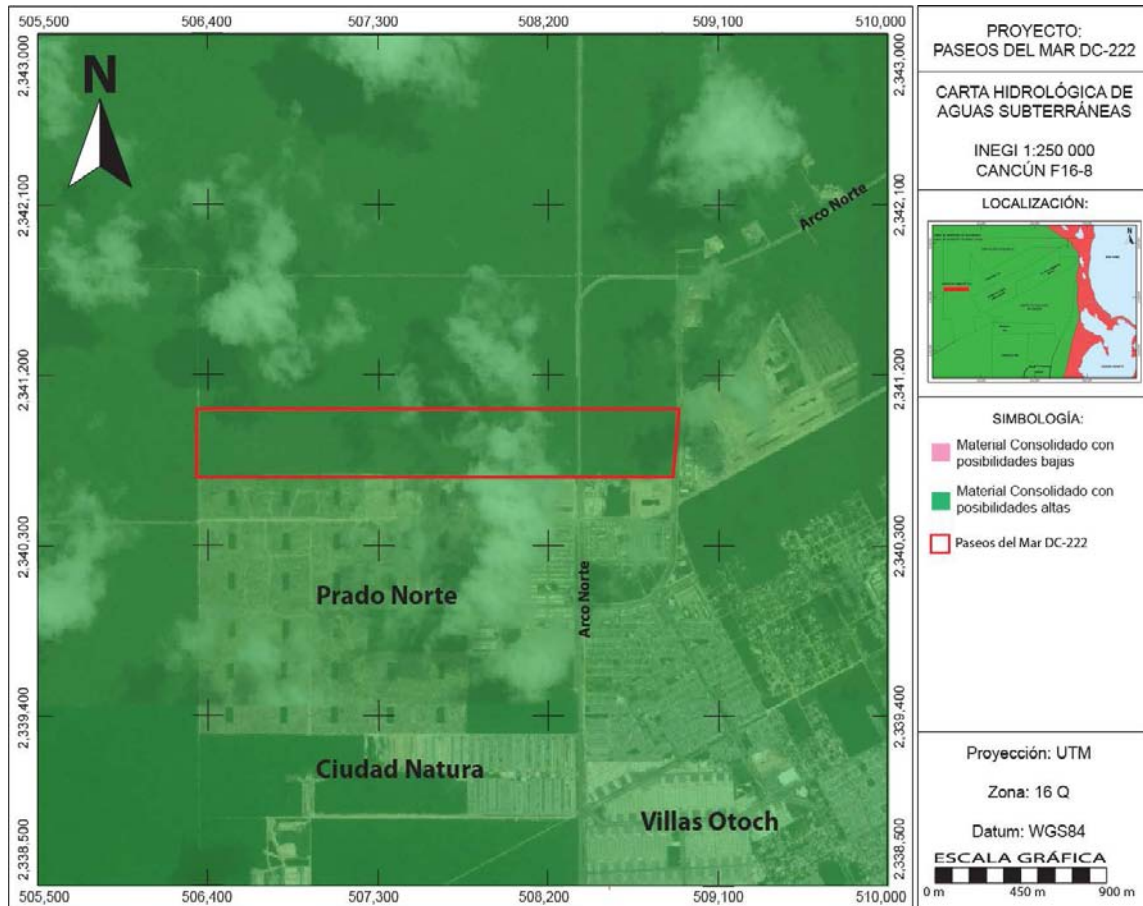


Figura 24. Mapa Hidrológico Subterráneo del Área de Estudio. Fuente: Carta Hidrológica de Aguas Subterráneas del INEGI "CANCÚN F16-8" a escala 1: 250 000.

#### IV.2.2.6 Aire

Las condiciones naturales de típicas de los ecosistemas costeros de la península de Yucatán, con un relieve plano, con brisa marina constante, vientos dominantes estacionales que facilitan la dispersión de partículas y por consiguiente impiden su concentración determinan que la calidad del aire en este sistema ambiental sea satisfactorio.

Los impactos ambientales previstos por la remoción de la vegetación para este proyecto se refieren a la emisión de gases por la combustión de los hidrocarburos (diesel) que generan la maquinaria y los vehículos durante el desmonte, así como la emisión de polvos a la atmósfera derivados del movimiento de tierras.

Este impacto se considera temporal, adverso e irreversible con medidas de prevención, de escasa magnitud e importancia; ya que se aplicarán los lineamientos establecidos en las normas ambientales aplicables y los polvos generados, no se dispersarán más allá de los límites del predio.

De acuerdo al Inventario Nacional de Emisiones de México, en la entidad las emisiones originadas por fuentes fijas o móviles no son consideradas como significativas, puesto que no rebasaban los niveles permisibles de contaminación (INEGI, 2011). A lo anterior se debe considerar el hecho de que en la zona soplan vientos constantes del este y sureste que alcanzan velocidades de hasta 20 m/seg, fuerza suficiente para la dispersión de los contaminantes que se pudieran generar.

## **IV.2.3 Medio biótico**

### **IV.2.3.1 Vegetación**

De acuerdo con la Carta de Uso del Suelo y Vegetación Serie V de INEGI, el tipo de vegetación prevaleciente en el sistema ambiental corresponde al ecosistema selva mediana subperennifolia, con diferentes estados de desarrollo –vegetación secundaria arbórea, arbustiva y en buen estado de conservación- cuya distribución se extiende más allá de sus límites, incluso más lejos de los límites del Estado de Quintana Roo,

Como se observa en la Figura 25, sólo en la costa en la parte Norte de la Cuenca se aprecian otros tipos de vegetación entre los que se cuentan la selva baja subcaducifolia, manglar y vegetación de dunas costeras, entre otros.

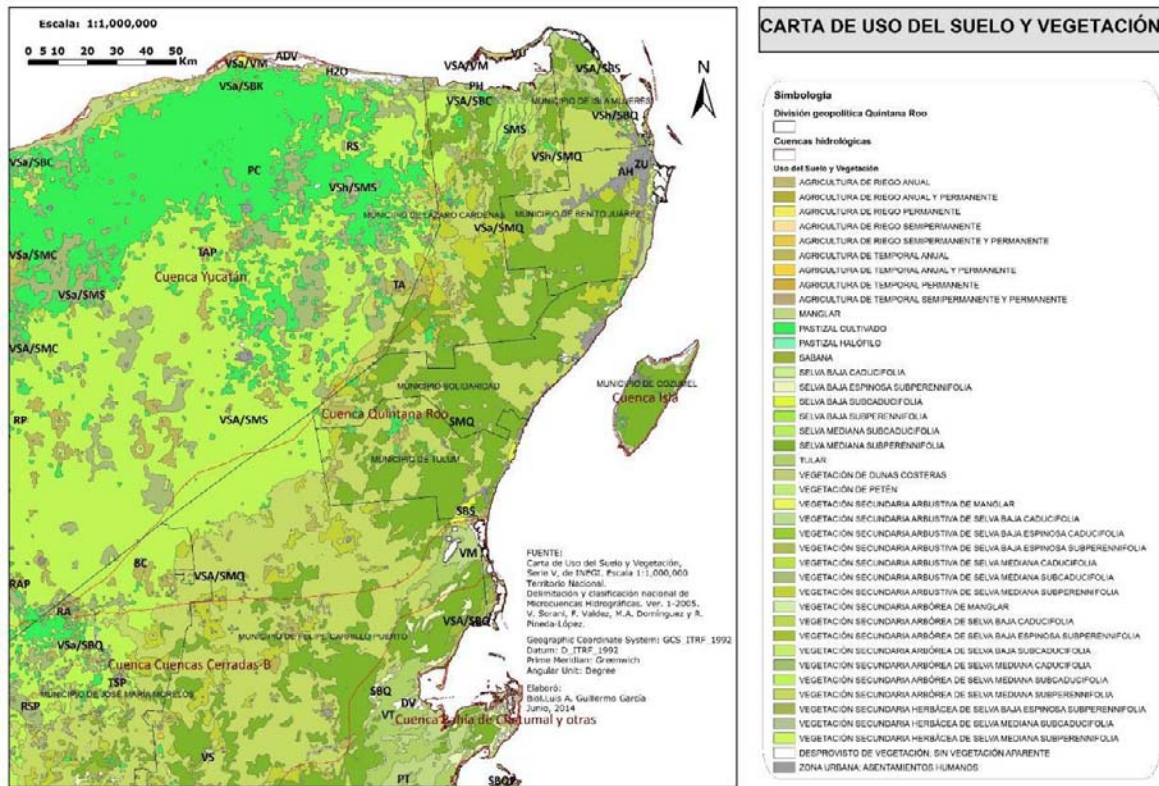


Figura 25. Carta de uso del suelo y vegetación de INEGI, Serie V.

El tipo de vegetación predominante que se reporta para el sistema ambiental donde se localiza este proyecto el cual está compuesto de 2,498.17 hectáreas, de acuerdo con la Carta de Vegetación y Uso del Suelo, Serie V del INEGI, corresponde a vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia con 2,072.58 hectáreas, misma que ocupa el 83% del sistema ambiental y los asentamientos humanos contribuye con el 17% (425.59 has), pues a la escala de trabajo de la caracterización ésta es la condición que domina.

### Descripción de los principales tipos de vegetación en el sistema ambiental.

**Vegetación de Selva Mediana Subperennifolia.** En la selva mediana subperennifolia del norte de Quintana Roo predominan los rodales con vegetación secundaria arbustiva, en menor proporción se presentan parches con dominancia arbórea. Esta vegetación presenta una amplia distribución formando extensos macizos con distintos estados de desarrollo y conservación que colindan con los otros tipos de vegetación. En el sotobosque de esta comunidad son comunes las especies de palmas, trepadoras y epifitas. Este tipo de vegetación ha sido severamente afectado y de manera recurrente por huracanes, incendios forestales y actividades antropogénicas.

Según Miranda y Hernández X. (1963); en la selva mediana subperennifolia madura entre el 25 % y el 50 % de los árboles dominantes pierden sus hojas durante la época de sequía. Según la clasificación de alturas de INEGI, la selva mediana presenta una altura de más de 15 m y menor que 30 m. En este tipo de selva se distinguen tres estratos arbóreos de 4 a 12 m, de 12 a 20 m y de 22 a 25 m de altura total. En condiciones de una vegetación madura, entre las especies dominantes del dosel destacan el chicozapote (*Manilkara zapota*), ramón (*Brosimum alicastrum*), huaya (*Talisia olivaeformis*), zapotillo (*Pouteria reticulata*) y yaité (*Gymnanthes lucida*). Mientras que entre las especies más abundantes en la vegetación secundaria, destacan el chaca (*Bursera simaruba*), chechén (*Metopium brownei*), tsalan (*Lysiloma latisiliquum*) y sacchaca (*Dendropanax arboreus*). En el sotobosque son comunes las palmas xiat (*Chamaedorea seifrizii*), chit (*Thrinax radiata*) y huano (*Sabal japa*).

**Vegetación Secundaria de Selva.** Algunos autores como Flores y Espejel (1994), coinciden en señalar que la vegetación primaria o agrupaciones óptimas que fueron descritas para la región a mediados del siglo XX han desaparecido (Miranda, 1958). De tal manera que su lugar ha sido tomado por la vegetación con desarrollo secundario. Por lo tanto, dentro del sistema ambiental se distribuyen extensas zonas en donde la vegetación natural de selva (en su nivel más alto), ha sido reemplazada por áreas de vegetación alterada y en distintos grados de recuperación, la cual en la gran mayoría de los casos alcanza alturas entre los 2 y 10 m y en donde sobresalen especies arbóreas solitarias o en conjuntos más diversos de dimensiones de escasas a regulares. La composición florística es semejante a la de una vegetación conservada de selva mediana, solamente que la estructura horizontal y vertical se encuentra completamente modificada.

Las causas que han afectado a la vegetación son variadas y pueden ser atribuidas a fenómenos naturales como son: el impacto de huracanes y la presencia de incendios. Además de las acciones de uso del suelo con fines agropecuarios como son las acciones de desmote bajo el sistema tradicional de Rosa-Tumba-Quema una práctica milenaria en la región, el aprovechamiento furtivo de la madera, el cual se realiza sin ninguna tecnificación, a no ser el empleo de la motosierra para la tumba de los árboles y para su aserrío. Así como el propio desarrollo urbano.

Dentro de esta zonas en mayor abundancia dominan individuos de tallas bajas como: *Bursera simaruba* (chaka roja), *Drypetes lateriflora* (kekenche), *Guettarda combsii* (tastab), *Lysiloma latisiliquum* (tzalam), *Nectandra coriacea* (laurelillo), *Piscidia piscipula* (habin), *Sabal yapa* (huano), entre otras. Estas especies alcanzan alturas entre los 4 y 12 m.

Los arbustos que integran una inmensa mayoría de los elementos de esta vegetación, se intercalan entre las especies de árboles y le dan a la comunidad un

carácter de impenetrable y una alta densidad de individuos. Estas especies alcanzan las alturas referidas (de 4 a 10 m). Algunas especies de este estrato son; *Ardisia escallonioides* (Plomoche), *Casearia corymbosa* (isinche), *Cupania glabra* (palo chachalaca), *Hampea trilobata* (mahahua), *Malvaviscus arboreus* (tulipancillo), *Psychotria nervosa*, *Pithecellobium stevensonii* (cacaoche), entre otras.

Además se debe considerar que dentro de toda esta zona se distribuyen especies estrictamente secundarias dentro de las cuales sobresalen: el helecho *Pteridium aquilinum* el cual alcanza una cobertura de 100 % en terreno incendiados; *Viguiera dentata* (tajonal) y *Trema micrantha* (pixoy) propias de orillas de caminos y terrenos abandonados; *Acacia collinsii* (cornezuelo), *Acacia gaumeri* (katzim), *Carica papaya* (papaya cimarrona), *Cecropia peltata* (guarumbo), *Colubrina greggii* (pixoy), *Hamelia patens* (xcanan), todas ellas ampliamente distribuidas en acahuales jóvenes; *Guazuma ulmifolia* (guazima), propia de potreros.

**Sin Vegetación Aparente.**- Las zonas urbanas y los asentamientos humanos generan las alteraciones más severas a los ecosistemas naturales, así como alto riesgo de contaminación del acuífero y de los cuerpos de agua. También se observan otras áreas sin vegetación aparente como los caminos y carreteras, los bancos de materiales pétreos, entre otras áreas desmontadas de menor extensión.

#### **IV.2.3.2 Condiciones de la vegetación en el área de influencia.**

Las condiciones ambientales predominantes en el área de influencia de este proyecto, corresponde con las características de las zonas urbanas donde por el patrón de crecimiento de la mancha urbana se dejan parches de vegetación secundaria arbustiva y arbórea derivada de una selva mediana subperennifolia. En el área de influencia directa de este proyecto predomina la vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia y los asentamientos humanos que en conjunto suman el 100% del área de influencia. En el área de influencia de este proyecto se identifican áreas sin vegetación aparente que representan fragmentos que permanecen actualmente sin cobertura vegetal que están ocupadas por los asentamientos humanos, vialidades y los caminos de terracería, corresponde a un ecosistema fragmentado y en continua modificación, ya que considerando al PDU 2104-2030 hacia la zona poniente es donde se extenderá la mancha de la zona urbana de la ciudad de Cancún.

Para obtener datos cuantitativos sobre la vegetación en el sistema ambiental que permitan comparar los valores y características de la vegetación con las el área sujeta a cambio de uso de suelo; se realizaron estimaciones de la flora mediante 12 sitios de muestreo dentro del sistema ambiental cerca del predio en donde se desarrolla la vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia, lo anterior con la intención de obtener valores de densidad relativa, frecuencia relativa,

dominancia relativa, el valor de importancia y Índice de Shannon-Wiener (riqueza de especies y la distribución de los individuos entre las especies) del sistema ambiental, todo lo anterior para compararlos con los valores obtenidos en el área sujeta a cambio de uso de suelo.

De la misma manera como se realiza la caracterización del predio. Las unidades de muestreo consistieron en sitios circulares con subunidades concéntricas de diferentes dimensiones. Tomando en cuenta las características de la vegetación existente en el predio en donde se desarrollan e interactúan arbolado adulto, juveniles, delgados, arbustos y plantas herbáceas, el tamaño de cada unidad de muestreo consistió en un unidad de 500 m<sup>2</sup>, con subunidades concéntricas de 100 m<sup>2</sup> y 5 m<sup>2</sup>, la forma del muestreo fue iniciando dirección norte y siguiendo el sentido de las manecillas del reloj. Los 12 sitios de muestreo de 500 m<sup>2</sup> que se establecieron para medir la riqueza del sistema ambiental se realizaron fuera del área de afectación y se presentan en el siguiente cuadro, donde se expresan sus coordenadas de ubicación de los sitios de muestreo dentro del sistema ambiental.

**Cuadro 9. Coordenadas en UTM de los sitios de muestreo empleados durante el levantamiento de datos en campo en el Sistema Ambiental. Datum WGS-84 México.**

Núm. Sitio	Coordenadas geográficas (UTM, GWS-84 16Q)	
	X	Y
21	508745	2341072
22	508485	2341071
23	508255	2341069
24	507996	2341069
25	507743	2341069
26	507491	2341071
27	507238	2341070
28	507002	2341067
29	506735	2341067
30	506484	2341071
31	506327	2340917
32	506325	2340720



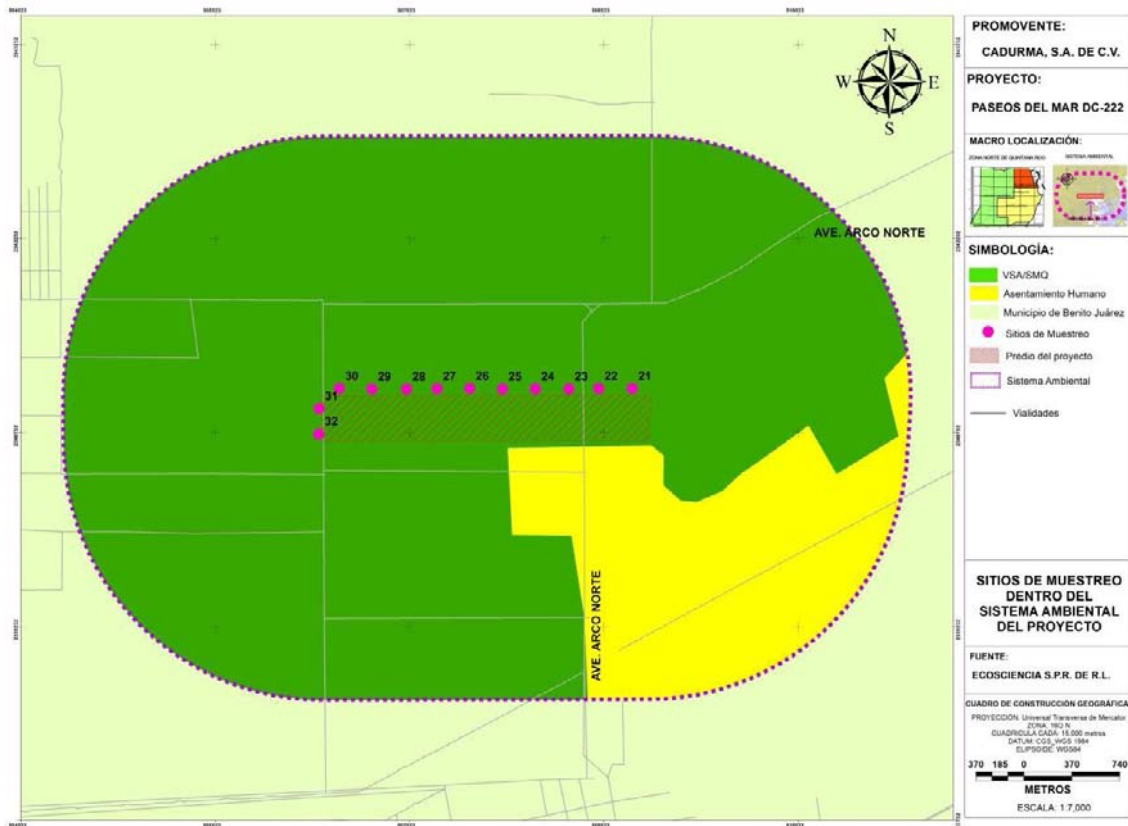


Figura 26. Distribución espacial de los sitios de muestreo para la diversidad de flora en el sistema ambiental.

La distribución de la flora en el sistema ambiental responde a un patrón determinado, en primera instancia desde luego, por las comunidades vegetales que le dan sustento y por las variables climáticas de la región.

El listado florístico del sistema ambiental se obtuvo de los recorridos realizados en las distintas partes del sistema ambiental a través de caminatas para identificar las especies de flora y de los sitios de muestreo realizados dentro del mismo, en donde se identificó un elevado número de especies vegetales, y por lo consiguiente una buena riqueza florística, las cuales se pueden observar en el siguiente cuadro.

En total se identificaron 135 especies de vegetación de selva mediana, de las cuales 82 especies son árboles, 20 especies son arbustivas, 21 son herbáceas y 10 especie rastreras y trepadoras. Estas especies se encuentran agrupadas en 54 familias, de la cual la Fabaceae es la más abundante con 16 especies identificadas.

**Cuadro 10. Riqueza florística registrada en el Sistema Ambiental y su correspondiente forma de vida y categoría de protección.**

REGISTRO	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	PR	FORMA DE VIDA			
					AR	AA	HE	RT
1	Amaranthaceae	<i>Amaranthus spinosus</i>	Kixtee				X	
2	Anacardiaceae	<i>Metopium brownei</i>	Chechem		X			
3	Annonaceae	<i>Mosannonna depressa</i>	Boox elemuy		X			
4	Annonaceae	<i>Malmea depressa</i>	Elemuy		X			
5	Apocynaceae	<i>Cascabela gaumeri</i>	Akits		X			
6	Araceae	<i>Anthurium schlechtendalii</i>	X-boobtun				X	
7	Araceae	<i>Syngonium podophyllum</i>						X
8	Araliaceae	<i>Dendropanax arboreus</i>	Sak chakaj		X			
9	Arecaceae	<i>Chamaedorea seifrizii</i>	Xiat				X	
10	Arecaceae	<i>Sabal japa</i>	Guano			X		
11	Asteraceae	<i>Critonia daleoides</i>	Euda			X		
12	Asteraceae	<i>Pluchea odorata</i>	Santa María			X		
13	Asteraceae	<i>Viguiera dentata</i>	Tajonal				X	
14	Bignoniaceae	<i>Arrabidaea floribunda</i>	Anik ak'					X
15	Bignoniaceae	<i>Cydista potosina</i>	X-k'an lol					X
16	Bignoniaceae	<i>Stizophyllum riparium</i>	K'an ak'					X
17	Bignoniaceae	<i>Tabebuia chrysantha</i>	Maculis amarillo	A	X			
18	Boraginaceae	<i>Cordia dodecandra</i>	Siricote		X			
19	Boraginaceae	<i>Cordia gerascanthus</i>	Bojon		X			
20	Bromeliaceae	<i>Aechmea bracteata</i>	X-cinta ku'uk				X	
21	Bromeliaceae	<i>Bromelia alsodes</i>	Bromelia				X	
22	Bromeliaceae	<i>Bromelia pinguin</i>	Ts'albay				X	
23	Burseraceae	<i>Bursera simaruba</i>	Chakaj		X			
24	Burseraceae	<i>Protium copal</i>	Copal		X			
25	Canellaceae	<i>Canela winterana</i>			X			
26	Caricaceae	<i>Carica papaya</i>	Papaya			X		
27	Celastraceae	<i>Hippocratea sp</i>	Hoja dura		X			
28	Clusiaceae	<i>Clusia flava</i>	Chunup		X			
29	Commelinaceae	<i>Commelina erecta</i>					X	
30	Compositae	<i>Eupatorium daleoides</i>	Euda			X		
31	Convolvulaceae	<i>Hipomoea hederifolia</i>						X
32	Cypereceae	<i>Cyperus sp</i>					X	
33	Dioscoreaceae	<i>Dioscorea sp</i>						X
34	Ebenaceae	<i>Diospyros cuneata</i>	Silil		X			
35	Ebenaceae	<i>Diospyros verae-crucis</i>	Dive		X			
36	Euphorbiaceae	<i>Cnidocolus aconitifolius</i>	Chaya			X		
37	Euphorbiaceae	<i>Cnidocolus chayamansa</i>				X		

38	Euphorbiaceae	<i>Croton niveus</i>	Palo santo o Croton	X			
39	Euphorbiaceae	<i>Gymnanthes lucida</i>	Yayté	X			
40	Euphorbiaceae	<i>Jatropha gaueri</i>	Pomol ché	X			
41	Euphorbiaceae	<i>Ricinus comunis</i>	Higuerilla		X		
42	Fabaceae	<i>Acacia cornigera</i>	Subin	X			
43	Fabaceae	<i>Bauhinia divaricata</i>	Pata de vaca	X			
44	Fabaceae	<i>Bauhinia jenningsii</i>	Lengua de vaca	X			
45	Fabaceae	<i>Caesalpinia gaumeri</i>	Kitinché	X			
46	Fabaceae	<i>Albizia tomentosa</i>	Sakpich	X			
47	Fabaceae	<i>Caesalpinia yucatanensis</i>	Taakinche	X			
48	Fabaceae	<i>Diphysa yucatanesis</i>	Ts'u'ts'uk	X			
49	Fabaceae	<i>Erythrina standleyana</i>	Chakmoolche	X			
50	Fabaceae	<i>Gliricidia sepium</i>	Sak yaab	X			
51	Fabaceae	<i>Leucaena leucocephala</i>	Waxim	X			
52	Fabaceae	<i>Lonchocarpus rugosus</i>	K'anasin	X			
53	Fabaceae	<i>Lysiloma latisiliquum</i>	Tsalam	X			
54	Fabaceae	<i>Piscidia piscipula</i>	Ja'abin	X			
55	Fabaceae	<i>Platymiscium yucatanum</i>	Granadillo	X			
56	Fabaceae	<i>Swartzia cubensis</i>	K'atal oox	X			
57	Fabaceae	<i>Zygia stevensonii</i>	Cacaoche		X		
58	Flacourtiaceae	<i>Zuelania guidonea</i>	Tamay	X			
59	Icacinales	<i>Ottoschultzia pallida</i>	Uvasché	X			
60	Lamiaceae	<i>Callicarpa acuminata</i>	Xpukim		X		
61	Lamiaceae	<i>Vitex gaumeri</i>	Ya'axnik	X			
62	Lauraceae	<i>Nectandra coriacea</i>	Neco	X			
63	Lauraceae	<i>Lickaria pecki</i>	Pimientillo	X			
64	Malpighiaceae	<i>Byrsonima bucidifolia</i>	Sak paj	X			
65	Malpighiaceae	<i>Malpighia glabra</i>	Wayakté	X			
66	Malvaceae	<i>Ceiba aesculifolia</i>	Pochote	X			
67	Malvaceae	<i>Hampea trilobata</i>	Mahagua	X			
68	Malvaceae	<i>Malvaviscus arboreus</i>	Tulipán de monte		X		
69	Meliaceae	<i>Trichilia glabra</i>	Triquilia	X			
70	Moraceae	<i>Brosimum alicastrum</i>	Ramón	X			
71	Moraceae	<i>Ficus cotinifolia</i>	Alamo	X			
72	Moraceae	<i>Ficus maxima</i>	Akum	X			
73	Moraceae	<i>Ficus obtusifolia</i>	Sak' awaj Fiob	X			
74	Moraceae	<i>Ficus pertusa</i>	Ju'um ch'iich' Fipe	X			
75	Moraceae	<i>Maclura tinctoria</i>	Mora	X			
76	Muntingiaceae	<i>Muntingia calabura</i>	Capulin	X			
77	Myrtaceae	<i>Calypttranthes pallens</i>	Chaknii	X			
78	Myrtaceae	<i>Parathesis cubana</i>	Pico paloma o pacu				

79	Myrtaceae	<i>Eugenia axillaris</i>	Eugenia		X			
80	Nyctaginaceae	<i>Neea psychotrioides</i>	Tatsi		X			
81	Orchidaceae	<i>Brassavola grandiflora</i>	Dama de noche				X	
82	Orchidaceae	<i>Myrmecophila tibicinis</i>	X-k'unbemba				X	
83	Orchidaceae	<i>Oeceoclades maculata</i>	Oquidea				X	
84	Palmae	<i>Sabal yapa</i>	Palma			X		
85	Palmae	<i>Chamaedorea seifrizii</i>	Palma			X		
86	Palmae	<i>Thrinax radiata</i>	Chiit	A		X		
87	Passifloraceae	<i>Passiflora sp.</i>						
88	Poaceae	<i>Antheophora hermaphrodita</i>					X	
89	Poaceae	<i>Aristida adscensionis</i>					X	
90	Poaceae	<i>Aristida ternipes</i>					X	
91	Poaceae	<i>Cenchrus brownii</i>					X	
92	Poaceae	<i>Digitaria ciliaris</i>					X	
93	Poaceae	<i>Ichnanthus lanceolatus</i>	Kanchin				X	X
94	Poaceae	<i>Lasiacis divaricata</i>	Siit				X	
95	Polygonaceae	<i>Coccoloba acapulcensis</i>	X-tojyub o Coac		X			
96	Polygonaceae	<i>Coccoloba diversifolia</i>	Uvero o sakbob		X			
97	Polygonaceae	<i>Coccoloba spicata</i>	Boob		X			
98	Polygonaceae	<i>Gymnopodium floribundum</i>	Ts'i'ts'ilché		X			
99	Portulacaceae	<i>Sesuvium portulacastrum</i>	Verdolaga				X	X
100	Primulaceae	<i>Parathesis cubana</i>	Pico de paloma		X			
101	Pteridaceae	<i>Pteridium aquilinum</i>	Culantrillo					
102	Putranjivaceae	<i>Drypetes lateriflora</i>	Ekulub		X			
103	Rubiaceae	<i>Alseis yucatanensis</i>	Alseis		X			
104	Rubiaceae	<i>Guettarda elliptica</i>	Tasta'ab		X			
105	Rubiaceae	<i>Hamelia patens</i>	Xkanan			X		
106	Rubiaceae	<i>Psychotria nervosa</i>	X-k'anan o Café			X		
107	Rubiaceae	<i>Psychotria pubescens</i>	X-yax k'anan			X		
108	Rubiaceae	<i>Randia aculeata</i>	Randia			X		
109	Rutaceae	<i>Casimiroa tetrameria</i>	Yuy		X			
110	Rutaceae	<i>Esenbeckia pentaphylla</i>	Naranja ché		X			
111	Rutaceae	<i>Pilocarpus racemosus</i>	Tamkasché		X			
112	Rutaceae	<i>Zanthoxylum caribaeum</i>	Sinanche		X			
113	Salicaceae	<i>Casearia corymbosa</i>	Xi'imché		X			
114	Salicaceae	<i>Laetia thamnina</i>	Ch'aw ché		X			
115	Salicaceae	<i>Samyda yucatanensis</i>	Puuts' mukuy		X			
116	Salicaceae	<i>Zuelania guidonia</i>	X-ta'amay		X			
117	Sapindaceae	<i>Cardiospermum halicacabum</i>	P'aak ak'					X
118	Sapindaceae	<i>Cupania dentata</i>	Cude		X			
119	Sapindaceae	<i>Exothea diphylla</i>	Wayam kox		X			

120	Sapindaceae	<i>Talisia olivaeformis</i>	Guaya		X			
121	Sapindaceae	<i>Thouinia paucidentata</i>	K'anchunuup		X			
122	Sapotaceae	<i>Chrysophyllum mexicanum</i>	Chikee		X			
123	Sapotaceae	<i>Manilkara zapota</i>	Chicozapote		X			
124	Sapotaceae	<i>Pouteria reticulata</i>	Zapotillo		X			
125	Sapotaceae	<i>Pouteria campechiana</i>	K'anisté		X			
126	Sapotaceae	<i>Crysofillum caimito</i>	Caimito		X			
127	Sapotaceae	<i>Sideroxylon foetidissimum</i>	Caracolillo		X			
128	Sapotaceae	<i>Sideroxylon salicifolium</i>	Chak yá		X			
129	Simaroubaceae	<i>Simarouba glauca</i>	Pa'sak' o negro		X			
130	Smilacaceae	<i>Smilax mollis</i>	Ts'ay keej					X
131	Solanaceae	<i>Solanum sp</i>					X	
132	Ulmaceae	<i>Trema micrantha</i>	Sak pixoy			X		
133	Urticaceae	<i>Cecropia peltata</i>	Guarumbo		X			
134	Verbenaceae	<i>Lantana camara</i>	Oregano xiw			X		
135	Vitaceae	<i>Cissus gossypiifolia</i>	Ta'ab kanil					X

Nota: A = Amenazada; AR = Arboles; AA = Arborescentes y arbustivas; HE = Herbáceas; RT = Rastreras y trepadoras.

#### IV.2.3.3 Resultados de los valores obtenidos de Importancia Ecológica en el Sistema Ambiental (VIR).

En el cuadro 11, se presentan los valores de importancia relativa (VIR) de las especies del estrato herbáceo que corresponde a individuos que presentaron diámetros menores a 3 cm, registradas en las unidades de muestreo de 5 m<sup>2</sup>. En total, en las 12 unidades de muestreo para obtener los valores del sistema ambiental se registró 27 especies que corresponden al estrato de regeneración.

**Cuadro 11. Valor de Importancia Relativa (VIR). Estrato herbáceo área del predio de individuos con un DN menor de 3 cm.**

Especie	Nombre común	No./Ind	Densidad Relativa	Frecuencia Relativa	Valor de Importancia Relativa
<i>Cascabela gaumeri</i>	AKITS	3	4.348	4.348	8.696
<i>Ficus cotinifolia</i>	ALAMO	1	1.449	1.449	2.899
<i>Bahuinia jenningsii</i>	BAJE	2	2.899	2.899	5.797
<i>Psychotria nervosa</i>	CAFÉ	4	5.797	5.797	11.594
<i>Bursera simaruba</i>	CHAKAH	5	7.246	7.246	14.493
<i>Thrinax radiata</i>	CHIT	4	5.797	5.797	11.594
<i>Croton niveus</i>	CROTO	2	2.899	2.899	5.797
<i>Diospyros verae crucis</i>	DIVE	1	1.449	1.449	2.899
<i>Drypetes lateriflora</i>	EKULUB	1	1.449	1.449	2.899
<i>Malmea depressa</i>	ELEMUY	1	1.449	1.449	2.899

<i>Eupatorium daleoides</i>	EUDA	3	4.348	4.348	8.696
<i>Eugenia sp</i>	EUGENIA	1	1.449	1.449	2.899
<i>Guettarda combsii</i>	GUCO	2	2.899	2.899	5.797
<i>Talisia olivaeformis</i>	HUAYA	2	2.899	2.899	5.797
<i>Hampea trilobata</i>	MAJAHUA	4	5.797	5.797	11.594
<i>Esembeckia pentaphylla</i>	NARANJACHE	1	1.449	1.449	2.899
<i>Nectandra coriacea</i>	NECO	7	10.145	10.145	20.290
<i>Parathesis cubana</i>	PACU	2	2.899	2.899	5.797
<i>Petiveria alliacea</i>	PAYCHE	1	1.449	1.449	2.899
<i>Randia aculeata</i>	RANDIA	8	11.594	11.594	23.188
<i>Zygia stevensonii</i>	SIST	3	4.348	4.348	8.696
<i>Pteridium caudatum</i>	TERIDIUM	1	1.449	1.449	2.899
<i>Malvaviscus arboreus</i>	TULIPAN	1	1.449	1.449	2.899
<i>Vitex gaumeri</i>	YAAXNIK	1	1.449	1.449	2.899
<i>Dendropanax arboreus</i>	ZAKCHAKAH	5	7.246	7.246	14.493
<i>Trema micrantha</i>	ZAKPIXOY	2	2.899	2.899	5.797
<i>Manilkara zapota</i>	ZAPOTE	1	1.449	1.449	2.899
Total		69	100	100	200

En el cuadro 12, se presentan los valores de importancia relativa (VIR) de las especies del estrato arbustivo que corresponde a individuos que presentaron diámetros de 3 a 9.9 cm de diámetro, registradas en las unidades de muestreo de 100 m<sup>2</sup>. En total, en las 12 unidades de muestreo para obtener los valores del sistema ambiental se registró 46 especies.

De acuerdo con los datos obtenidos, la especie con el valor de importancia relativa más alta es la especie *Dendropanax arboreus* con el 26.7%, *Bursera simaruba* con el 26.7%, seguido de *Hampea trilobata* con el 20.4 y *Cascabela gaumeri* con el 20% con respecto al total del VIR.

**Cuadro 12.** Valor de Importancia Relativa (VIR). Estrato arbustivo área del predio (DN desde 3 cm y hasta 9.9 cm).

Especie	Nombre común	No./Ind	Densidad Relativa	Dominancia Relativa	Frecuencia Relativa	Valor de Importancia Relativa
<i>Cascabela gaumeri</i>	AKITS	30	7.481	5	7.582	20.063
<i>Ficus maxima</i>	AKUM	8	1.995	1.429	2.939	6.362
<i>Ficus cotinifolia</i>	ALAMO	17	4.239	3.571	4.280	12.091
<i>Coccoloba spicata</i>	BOB	7	1.746	3.571	1.716	7.033
<i>Cordia gerascanthus</i>	BOJON	2	0.499	1.429	0.681	2.608
<i>Chrysophyllum mexicanum</i>	CAIMITO	4	0.998	2.143	0.615	3.755
<i>Calypttranthes pallens</i>	CHACNI	1	0.249	0.714	0.190	1.153

<i>Dipholis salicifolia</i>	CHACYA	7	1.746	1.429	2.051	5.225
<i>Bursera simaruba</i>	CHAKAH	39	9.726	5.714	11.279	26.719
<i>Metopium brownei</i>	CHECHEM	23	5.736	4.286	5.704	15.725
<i>Thrinax radiata</i>	CHIT	3	0.748	1.429	1.530	3.707
<i>Coccoloba acapulensis</i>	COAC	2	0.499	0.714	0.404	1.617
<i>Coccoloba sp</i>	COCOLOBA	9	2.244	2.857	3.032	8.134
<i>Croton niveus</i>	CROTO	8	1.995	2.857	1.284	6.136
<i>Diospyros tetrasperma</i>	DICU	5	1.247	2.857	0.968	5.072
<i>Diospyros verae crucis</i>	DIVE	17	4.239	5.000	3.976	13.215
<i>Gymnopodium floribundum</i>	DZIDZILCHE	10	2.494	2.857	2.406	7.757
<i>Diphysa yucatanensis</i>	DZUDZUK	3	0.748	0.714	0.594	2.056
<i>Drypetes lateriflora</i>	EKULUB	3	0.748	0.714	1.520	2.982
<i>Malmea depressa</i>	ELEMUY	1	0.249	0.714	0.162	1.126
<i>Erythrina standleyana</i>	ERITRINA	1	0.249	0.714	0.114	1.078
<i>Eupatorium daleoides</i>	EUDA	10	2.494	3.571	1.268	7.333
<i>Ficus obtusifolia</i>	FIOB	1	0.249	0.714	0.296	1.260
<i>Ficus pertusa</i>	FIPE	14	3.491	2.857	5.272	11.621
<i>Guettarda combsii</i>	GUCO	4	0.998	2.143	0.464	3.604
<i>Hippocratea voluvis</i>	HOJA DURA	3	0.748	1.429	0.734	2.910
<i>Cecropia peltata</i>	GUARUMBO	1	0.249	0.714	0.145	1.109
<i>Exothea diphylla</i>	HUAYANCOX	1	0.249	0.714	0.308	1.272
<i>Piscidia piscipula</i>	JABIN	7	1.746	2.143	2.168	6.056
<i>Lonchocarpus rugosus</i>	KANAZIN	6	1.496	2.143	1.375	5.014
<i>Pouteria campechiana</i>	KANISTE	4	0.998	2.143	1.387	4.527
<i>Swartzia cubensis</i>	KATALOX	6	1.496	0.714	0.977	3.188
<i>Caesalpinia gaumeri</i>	KITINCHE	5	1.247	0.714	1.096	3.057
<i>Hampea trilobata</i>	MAJAHUA	35	8.728	5.714	6.030	20.472
<i>Nectandra coriacea</i>	NECO	34	8.479	5.714	5.782	19.975
<i>Carica papaya</i>	PAPAYA	2	0.499	0.714	0.493	1.706
<i>Licaria peckii</i>	PIMIENTILLO	3	0.748	0.714	0.504	1.967
<i>Calicarpa acuminata</i>	PUKIN	1	0.249	0.714	0.114	1.078
<i>Zygia stevensonii</i>	SIST	2	0.499	1.429	0.282	2.209
<i>Zuelania guidonia</i>	TAMAY	1	0.249	0.714	0.190	1.153
<i>Neea psychotrioides</i>	TATSI	2	0.499	1.429	0.389	2.316
<i>Vitex gaumeri</i>	YAAXNIK	12	2.993	4.286	4.794	12.072
<i>Casimiroa tetrameria</i>	YUUY	1	0.249	0.714	0.171	1.135
<i>Dendropanax arboreus</i>	ZAKCHAKAH	42	10.474	5.000	11.248	26.722
<i>Acacia glomerosa</i>	ZAKPICH	2	0.499	1.429	1.298	3.226
<i>Acacia cornigera</i>	ZUBIN	2	0.499	0.714	0.228	1.441
		<b>401</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>300.00</b>

En el cuadro 13, se presenta el valor de importancia relativa del estrato arbóreo que corresponde a individuos que presentaron diámetros mayores a 10cm de diámetro. En total, en las 12 unidades de muestreo para obtener los valores del sistema ambiental se registró la presencia de 19 especies arbóreas, se puede observar que las especies *Metopium brownei*, *Vitex gaumeri* y *Bursera simaruba* obtuvieron los valores más altos de VIR. Todas ellas características de selva mediana subperennifolia.

**Cuadro 13. Valor de Importancia Relativa (VIR). Estrato arbóreo área del predio de individuos con un DN de 10 cm en adelante.**

Especie	Nombre común	No./Ind	Densidad Relativa	Dominancia Relativa	Frecuencia Relativa	Valor de Importancia Relativa
Cascabela gaumeri	AKITS	2	1.681	3.390	2.996	8.066
Ficus maxima	AKUM	9	7.563	6.780	6.828	21.171
Ficus cotinifolia	ALAMO	7	5.882	8.475	4.057	18.414
Coccoloba spicata	BOB	3	2.521	3.390	1.389	7.299
Chrysophyllum mexicanum	CAIMITO	1	0.840	1.695	0.731	3.266
Bursera simaruba	CHAKAH	13	10.924	11.864	8.813	31.601
Metopium brownei	CHECHEM	24	20.168	8.475	17.960	46.602
Diospyros verae crucis	DIVE	1	0.840	1.695	0.405	2.940
Diphysa yucatanensis	DZUDZUK	2	1.681	3.390	2.948	8.018
Ficus obtusifolia	FIOB	5	4.202	8.475	3.872	16.548
Ficus pertusa	FIPE	6	5.042	5.085	2.475	12.602
Sabal yapa	GUANO	2	1.681	3.390	3.487	8.558
Piscidia piscipula	JABIN	8	6.723	6.780	4.802	18.304
Lonchocarpus rugosus	KANAZIN	2	1.681	3.390	1.854	6.925
Ceiba aesculifolia	PIIN	4	3.361	1.695	2.225	7.281
Vitex gaumeri	YAAXNIK	23	19.328	11.864	14.732	45.924
Dendropanax arboreus	ZAKCHAKAH	3	2.521	3.390	1.747	7.658
Manilkara zapota	ZAPOTE	3	2.521	5.085	18.291	25.897
Pouteria reticulata	ZAPOTILLO	1	0.840	1.695	0.389	2.925
<b>Totales</b>		<b>119</b>	<b>100.000</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>300.0</b>

#### IV.2.3.4 Resultados de los valores obtenidos de Diversidad florística por estrato en el Sistema Ambiental.

En los cuadros 14, 15 y 16, se presentan los valores de diversidad de especies (Índice de Shannon-Wiener) en los tres estratos de la vegetación de las especies registradas en las unidades de muestreo que se registraron en el sistema ambiental. La equitatividad (E) puede entenderse como que: tan uniformemente están distribuidos los individuos entre las especies (Newman, 2003). Esto es, refleja la distribución de individuos entre especies (Clements y Newman, 2002). Se puede



medir comparando la diversidad observada en una comunidad contra la diversidad máxima posible de una comunidad hipotética con el mismo número de especies.

Los resultados obtenidos en el caso de los estratos herbáceo y arbustivo son muy parecidos, sin embargo para el estrato arbóreo se observa una disminución considerando que el resultado fue de 2.5, siendo el estrato arbustivo el que obtuvo el valor H más alto (3.2) que resulta se el estrato mas diverso.

**Cuadro 14. Diversidad (H'), Equidad de las especies por grupo diamétrico (E). Estrato herbáceo.**

Nombre científico	Nombre común	D	pi		(LNpi)
Cascabela gaumeri	AKITS	3	0.04347826	0.13632584	-3.13549422
Ficus cotinifolia	ALAMO	1	0.01449275	0.06136386	-4.2341065
Bahuinia jenningsii	BAJE	2	0.02898551	0.1026365	-3.54095932
Psychotria nervosa	CAFÉ	4	0.05797101	0.16509056	-2.84781214
Bursera simaruba	CHAKAH	5	0.07246377	0.19019338	-2.62466859
Thrinax radiata	CHIT	4	0.05797101	0.16509056	-2.84781214
Croton niveus	CROTO	2	0.02898551	0.1026365	-3.54095932
Diospyros verae crucis	DIVE	1	0.01449275	0.06136386	-4.2341065
Drypetes lateriflora	EKULUB	1	0.01449275	0.06136386	-4.2341065
Malmea depressa	ELEMUY	1	0.01449275	0.06136386	-4.2341065
Eupatorium daleoides	EUDA	3	0.04347826	0.13632584	-3.13549422
Eugenia sp	EUGENIA	1	0.01449275	0.06136386	-4.2341065
Guettarda combsii	GUCO	2	0.02898551	0.1026365	-3.54095932
Talisia olivaeformis	HUAYA	2	0.02898551	0.1026365	-3.54095932
Hampea trilobata	MAJAHUA	4	0.05797101	0.16509056	-2.84781214
Esembeckia pentaphylla	NARANJACHE	1	0.01449275	0.06136386	-4.2341065
Nectandra coriacea	NECO	7	0.10144928	0.23213586	-2.28819636
Parathesis cubana	PACU	2	0.02898551	0.1026365	-3.54095932
Petiveria alliacea	PAYCHE	1	0.01449275	0.06136386	-4.2341065
Randia aculeata	RANDIA	8	0.11594203	0.24981623	-2.15466496
Zygia stevensonii	SIST	3	0.04347826	0.13632584	-3.13549422
Pteridium caudatum	TERIDIUM	1	0.01449275	0.06136386	-4.2341065
Malvaviscus arboreus	TULIPAN	1	0.01449275	0.06136386	-4.2341065
Vitex gaumeri	YAAXNIK	1	0.01449275	0.06136386	-4.2341065
Dendropanax arboreus	ZAKCHAKAH	5	0.07246377	0.19019338	-2.62466859
Trema micrantha	ZAKPIXOY	2	0.02898551	0.1026365	-3.54095932
Manilkara zapota	ZAPOTE	1	0.01449275	0.06136386	-4.2341065
		69	1	3.1	
		138	H=	3.1	
			Hmax=	3.8	
			Equitabilidad=	0.8	

**Cuadro 15.** Diversidad (H'), Equidad de las especies por grupo diamétrico (E). Estrato arbustivo.

Nombre científico	Nombre común	D	pi		(LNpi)
Cascabela gaumeri	AKITS	30	0.0748	0.19397237	-2.59276405
Ficus maxima	AKUM	8	0.0200	0.07809516	-3.91451989
Ficus cotinifolia	ALAMO	17	0.0424	0.1339968	-3.16074808
Coccoloba spicata	BOB	7	0.0175	0.07066424	-4.04805128
Cordia gerascanthus	BOJON	2	0.0050	0.02643798	-5.30081425
Chrysophyllum mexicanum	CAIMITO	4	0.0100	0.04596177	-4.60766707
Calyptanthes pallens	CHACNI	1	0.0025	0.01494753	-5.99396143
Dipholis salicifolia	CHACYA	7	0.0175	0.07066424	-4.04805128
Bursera simaruba	CHAKAH	39	0.0973	0.22664736	-2.33039978
Metopium brownei	CHECHEM	23	0.0574	0.16395198	-2.85846721
Thrinax radiata	CHIT	3	0.0075	0.03662356	-4.89534914
Coccoloba acapulensis	COAC	2	0.0050	0.02643798	-5.30081425
Coccoloba sp	COCOLOBA	9	0.0224	0.08521355	-3.79673685
Croton niveus	CROTO	8	0.0200	0.07809516	-3.91451989
Diospyros tetrasperma	DICU	5	0.0125	0.05466987	-4.38452351
Diospyros verae crucis	DIVE	17	0.0424	0.1339968	-3.16074808
Gymnopodium floribundum	DZIDZILCHE	10	0.0249	0.09205427	-3.69137633
Diphysa yucatanensis	DZUDZUK	3	0.0075	0.03662356	-4.89534914
Drypetes lateriflora	EKULUB	3	0.0075	0.03662356	-4.89534914
Malmea depressa	ELEMUY	1	0.0025	0.01494753	-5.99396143
Erythrina standleyana	ERITRINA	1	0.0025	0.01494753	-5.99396143
Eupatorium daleoides	EUDA	10	0.0249	0.09205427	-3.69137633
Ficus obtusifolia	FIOB	1	0.0025	0.01494753	-5.99396143
Ficus pertusa	FIPE	14	0.0349	0.11712882	-3.3549041
Guettarda combsii	GUCO	4	0.0100	0.04596177	-4.60766707
Hippocratea voluvilis	HOJA DURA	3	0.0075	0.03662356	-4.89534914
Cecropia peltata	HUARUMBO	1	0.0025	0.01494753	-5.99396143
Exothea diphylla	HUAYANCOX	1	0.0025	0.01494753	-5.99396143
Piscidia piscipula	JABIN	7	0.0175	0.07066424	-4.04805128
Lonchocarpus rugosus	KANAZIN	6	0.0150	0.06287584	-4.20220196
Pouteria campechiana	KANISTE	4	0.0100	0.04596177	-4.60766707
Swartzia cubensis	KATALOX	6	0.0150	0.06287584	-4.20220196
Caesalpinia gaumeri	KITINCHE	5	0.0125	0.05466987	-4.38452351
Hampea trilobata	MAJAHUA	35	0.0873	0.21284655	-2.43861337
Nectandra coriacea	NECO	34	0.0848	0.20922302	-2.4676009
Carica papaya	PAPAYA	2	0.0050	0.02643798	-5.30081425
Licaria peckii	PIMIENTILLO	3	0.0075	0.03662356	-4.89534914

Calicarpa acuminata	PUKIN	1	0.0025	0.01494753	-5.99396143
Zygia stevensonii	SIST	2	0.0050	0.02643798	-5.30081425
Zuelania guidonia	TAMAY	1	0.0025	0.01494753	-5.99396143
Neea psychotrioides	TATSI	2	0.0050	0.02643798	-5.30081425
Vitex gaumeri	YAAXNIK	12	0.0299	0.10500912	-3.50905478
Casimiroa tetramera	YUUY	1	0.0025	0.01494753	-5.99396143
Dendropanax arboreus	ZAKCHAKAH	42	0.1047	0.23631984	-2.25629181
Acacia glomerosa	ZAKPICH	2	0.0050	0.02643798	-5.30081425
Acacia cornigera	ZUBIN	2	0.0050	0.02643798	-5.30081425
		401	1.00	3.2	
			H=	3.2	
			Hmax=	3.8	
			Equitabilidad=	0.8	

**Cuadro 16.** Diversidad ( $H'$ ), Equidad de las especies por grupo diamétrico (E). Estrato Arbóreo.

ESPECIE	Nombre Común	D	pi		(LNpi)
Cascabela gaumeri	AKITS	2	0.01680672	0.06867187	-4.08597631
Ficus maxima	AKUM	9	0.07563025	0.19526967	-2.58189892
Ficus cotinifolia	ALAMO	7	0.05882353	0.16665961	-2.83321334
Coccoloba spicata	BOB	3	0.02521008	0.092786	-3.6805112
Chrysophyllum mexicanum	CAIMITO	1	0.00840336	0.0401607	-4.77912349
Bursera simaruba	CHAKAH	13	0.1092437	0.24188457	-2.21417414
Metopium brownei	CHECHEM	24	0.20168067	0.32290481	-1.60106966
Diospyros verae crucis	DIVE	1	0.00840336	0.0401607	-4.77912349
Diphysa yucatanensis	DZUDZUK	2	0.01680672	0.06867187	-4.08597631
Ficus obtusifolia	FIOB	5	0.04201681	0.13318007	-3.16968558
Ficus pertusa	FIPE	6	0.05042017	0.1506234	-2.98736402
Sabal yapa	HUANO	2	0.01680672	0.06867187	-4.08597631
Piscidia piscipula	JABIN	8	0.06722689	0.18149122	-2.69968195
Lonchocarpus rugosus	KANAZIN	2	0.01680672	0.06867187	-4.08597631
Ceiba aesculifolia	PIIN	4	0.03361345	0.11404468	-3.39282913
Vitex gaumeri	YAAXNIK	23	0.19327731	0.31767625	-1.64362928
Dendropanax arboreus	ZAKCHAKAH	3	0.02521008	0.092786	-3.6805112
Manilkara zapota	ZAPOTE	3	0.02521008	0.092786	-3.6805112
Pouteria reticulata	ZAPOTILLO	1	0.00840336	0.0401607	-4.77912349
		1	1	2.5	
		120	H=	2.5	
			Hmax=	2.9	
			Equitabilidad=	0.8	

#### **IV.2.3.5 Tipos de fauna en el Sistema Ambiental.**

La caracterización de la fauna en el sistema ambiental", fue realizada con el objeto de describir la fauna de vertebrados que existen en él y determinar la presencia de especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

La metodología empleada para el reconocimiento de los vertebrados terrestres se fundamenta en los trabajos de Acosta-Aburto (2001), Aranda-Sánchez (1981), Day et al. (1980), Gaviño et al. (1979), Manzanilla y Péeffaur (2000), donde se indican formas de captura, observación y análisis de información sobre vertebrados terrestres. En la corroboración de los individuos se recurrió a listados y guías especializadas, particularmente en los trabajos de Berlanga (1993), Campbell (1999), Howell and Webb (1995), Lee (1996), Mackinnon (1986), Peterson and Chalif (1993), López-Ornat (1990), NGS (1995) y Navarro et al. (1990).

El reconocimiento de la fauna de vertebrados terrestres se realizó a partir de observaciones directas e indirectas. En todos los casos, las observaciones y registros se realizaron en un área de mayor extensión que la del predio; con la finalidad de obtener una mayor cobertura en los resultados. Con base en dichas técnicas, se elaboró el listado de la fauna del predio y sus inmediaciones. Las técnicas específicas empleadas para la identificación de las especies por grupo de fauna (anfibios, reptiles, aves y mamíferos) se describen a continuación.

Herpetofauna.- En el caso de la herpetofauna se realizaron recorridos y se llevó a cabo un método combinado de búsqueda y detección. Este método permite desarrollar una lista de especies de un tipo de hábitat. No se realizaron capturas ni sacrificios de organismos, ya que el objetivo del estudio implicó únicamente la identificación en campo de los mismos, por lo que se recurrió únicamente al método de observación directa. Se realizaron recorridos a pie, diurnos, a través de las brechas existentes en el área, para registrar todos los anfibios y reptiles observados. Se llevó a cabo una búsqueda de anfibios y reptiles en los microhábitats a lo largo de los senderos establecidos en el predio, revisando restos vegetales, rocas, cuevas, troncos, etc. Durante los recorridos a través del área se trataron de observar huellas características que dejan algunos organismos al desplazarse. Así también se buscaron algunas señales que indican la presencia de estos organismos, tales como mudas, restos óseos, etc. Todas estas técnicas empleadas permiten verificar la ocurrencia (presencia) de especies en el área y son las más recomendadas para tal efecto.

Avifauna.- Para las aves se utilizaron binoculares para su observación a distancia y para determinar las especies se emplearon claves especializadas. Este método permite desarrollar una lista de especies en un tipo de hábitat. Se realizaron también registros de ejemplares observados durante todos los trabajos de campo

relativos a flora. El objetivo de este estudio es registrar la ocurrencia (presencia) de las especies en el área, para lo cual la técnica empleada de observación directa cumple tal fin. El método utilizado por observación directa corresponde tanto a observaciones con ayuda de binoculares y fotografías, como al registro de sonidos como cantos y llamados de las aves. Toda la información fue verificada con la ayuda de guías de identificación de aves.

Mastofauna.- Se utilizó el método de observación directa, detección de rastros y huellas. Estos métodos permiten identificar la presencia de diversas especies en un tipo de hábitat. Al igual que para el muestreo de aves, se realizaron recorridos a pie a lo largo de todo el predio, para registrar los mamíferos observados. Sin embargo, dada la sensibilidad de los mamíferos para percibir la presencia humana por el olfato u oído, estos huyen o se esconden rápidamente, lo cual dificulta o imposibilita su observación, siendo pocos los que logran ser observados y/o identificados. Es por ello que se recurre al método de muestreo a través de rastros y huellas. Considerando lo anterior, se llevó a cabo la búsqueda de rastros a lo largo de las brechas, durante los recorridos hechos para la observación directa e indirecta de mamíferos, registrando todas aquellas especies que pudieran identificarse mediante dichos rastros.

Durante los recorridos hechos para la realización de la presente caracterización se pudo constatar que en general la fauna silvestre no es muy abundante, debido sin duda a la fragmentación del medio natural por los procesos de urbanización. Las aves que fueron las más abundantes por ser las más conspicuas, se observaron en su mayoría especies comunes en zonas pobladas y que hacen sus recorridos por el lugar en busca de alimento, la mayoría fueron observadas en tránsito o alimentándose. De total de las especies registradas, se puede decir que los anfibios, los reptiles y los pequeños mamíferos son residentes en las áreas donde aún se conserva vegetación natural; las aves seguramente sólo utilizan los recursos como parte de un área más grande que permite satisfacer sus necesidades básicas de subsistencia.

Se estima en al menos se observaron 2 anfibios, 12 especies de reptiles, 58 especies de aves y 9 especies de mamíferos, considerando fundamentalmente a aquellas especies ampliamente distribuidas y frecuentemente reportadas para la región.

El análisis de datos se realizó a partir de la tabulación de los registros obtenidos y se aplicó la siguiente fórmula para determinar la abundancia relativa (A.R).

$$A.R.= \frac{\text{Número de registros para la especie "X"}}{\text{Número de registros de la especie más abundante}} * 100$$

Con la finalidad de estandarizar el análisis de los datos para los diversos grupos de vertebrados terrestres, una vez que se calculó la abundancia relativa se asignaron las siguientes categorías de abundancia de acuerdo con lo propuesto para aves por Petingill (1969):

Abundante.- De 90% hasta 100% de abundancia relativa  
 Común.- De 65% hasta 89% de abundancia relativa.  
 Frecuente.- Con 31% hasta 64% de abundancia relativa.  
 Escasa.- Con 10% hasta 30% de abundancia relativa  
 Rara.- Con 1% hasta 9% de abundancia relativa.

**Cuadro 17. Abundancia relativa de las especies registradas en el sistema ambiental de la zona de estudio**

No.	Especie	Nombre común	No. de registros	Frecuencia	Abundancia relativa	
					%	Clase
<b>Anfibios</b>						
1	<i>Bufo valliceps</i>	Sapo	2	2	100	Abundante
2	<i>Bufo marinus</i>	Sapo	1	1	50	Frecuente
<b>Reptiles</b>						
1	<i>Ameiva undulata</i>	Lagartija metálica	2	2	20	Escasa
2	<i>Anolis rodriguezii</i>	Lagartija	4	2	40	Frecuente
3	<i>Anolis sagrei</i>	Lagartija chipoyo	1	1	10	Escasa
4	<i>Basiliscus vitatus</i>	Toloke	2	1	20	Escasa
5	<i>Boa constrictor</i>	Boa	1	1	10	Escasa
6	<i>Cnemidophorus rodecki</i>		1	1	10	Escasa
7	<i>Coniophanes imperialis</i>	Culebra	1	1	10	Escasa
8	<i>Conopsis lineatus</i>	Culebra	1	1	10	Escasa
9	<i>Ctenosaura similis</i>	Iguana gris	10	2	100	Abundante
10	<i>Norops rodriguezii</i>	Tolokito	1	1	10	Escasa
11	<i>Leptophis mexicana</i>	Culebra perico mexicana	1	1	10	Escasa
12	<i>Sceloporus crysostictus</i>	Lagartija escamosa	6	2	60	Frecuente
<b>Aves</b>						
1	<i>Amazilia rutila</i>	Colibrí canelo	1	1	14.3	Escasa
2	<i>Amazona albifrons</i>	Loro frente blanca	7	2	100.0	Abundante
3	<i>Arremonops rufivirgatus</i>	Gorrión oliváceo	1	1	14.3	Escasa
4	<i>Buteo magnirostris</i>	Aguililla caminera	2	2	28.6	Escasa
5	<i>Buteo nitidus</i>	Gavilán gris	1	1	14.3	Escasa
6	<i>Cardinalis cardinales</i>	Cardenal	1	1	14.3	Escasa
7	<i>Cathartes aura</i>	Aura cabecirroja	4	2	57.1	Frecuente

8	<i>Centurus pygmaeus</i>	<i>Carpintero yucateco</i>	4	2	57.1	Frecuente
9	<i>Colinus nigrogularis</i>	Torcacita	1	1	14.3	Escasa
10	<i>Columba flavirostris</i>	Paloma morada	3	2	42.9	Frecuente
11	<i>Columbina passerina</i>	Tortolita común	5	2	71.4	Común
12	<i>Columbina talpacoti</i>	Tórtola rojiza	3	2	42.9	Frecuente
13	<i>Conopus cinereus</i>	<i>Mosquero</i>	1	1	14.3	Escasa
14	<i>Coragyps atratus</i>	Zopilote negro	3	2	42.9	Frecuente
15	<i>Crotophaga sulcirostris</i>	Garrapatero pijuy	4	1	57.1	Frecuente
16	<i>Crypturellus cinnamomeus</i>		1	1	14.3	Escasa
17	<i>Cyanocorax morio</i>	Pea	3	1	42.9	Frecuente
18	<i>Cyanocorax yncas</i>	Chara verde	2	1	28.6	Escasa
19	<i>Cyanocorax yucatanicus</i>	Chara yucateca	5	2	71.4	Común
20	<i>Cyclarhis gujanensis</i>	<i>Vireón cejirrufo</i>	1	1	14.3	Escasa
21	<i>Dendroica dominica</i>	<i>Chipe garganta amarilla</i>	1	1	14.3	Escasa
22	<i>Dendroica petechia</i>	<i>Chipee amarillo</i>	1	1	14.3	Escasa
23	<i>Dives dives</i>	<i>Tordo cantor</i>	3	2	42.9	Frecuente
24	<i>Dryocopus lineatus</i>	<i>Carpintero lineado</i>	1	1	14.3	Escasa
25	<i>Dumetella carolinensis</i>	<i>Pájaro gato</i>	1	1	14.3	Escasa
26	<i>Eucomettis penicillata</i>	<i>Tángara cabecigris</i>	1	1	14.3	Escasa
27	<i>Eumomota superciliosa</i>	Momoto corona azul	1	1	14.3	Escasa
28	<i>Euphonia affinis</i>	<i>Monjita</i>	1	1	14.3	Escasa
29	<i>Glaucidium brasilianum</i>	Tecolotito bajoño	1	1	14.3	Escasa
30	<i>Icterus auratus</i>	Bolsero yucateco	5	2	71.4	Común
31	<i>Icterus cucullatus</i>	<i>Bolsero cuculador</i>	3	2	42.9	Frecuente
32	<i>Icterus gularis</i>	<i>Bolsero de altamira</i>	3	2	42.9	Frecuente
33	<i>Leptotila verreauxi</i>	<i>Paloma</i>	2	1	28.6	Escasa
34	<i>Melanerpes aurifrons</i>	Carpintero frentidorado	4	2	57.1	Frecuente
35	<i>Mimus gilvus</i>	<i>Cenzontle</i>	6	2	85.7	Común
36	<i>Momotus momota</i>	Momoto cabeza negra	1	1	14.3	Escasa
37	<i>Myiarchus tyrannulus</i>	Copetón tirano	1	1	14.3	Escasa
38	<i>Myiodynastes luteiventris</i>	<i>Mosquero</i>	1	1	14.3	Escasa
39	<i>Myiozetetes similis</i>	Luis gregario	3	2	42.9	Frecuente
40	<i>Ortalis vetula</i>	Chachalaca	5	2	71.4	Común
41	<i>Passerina ciris</i>	Mariposo	1	1	14.3	Escasa
42	<i>Playa cayana</i>	<i>Cuco</i>	1	1	14.3	Escasa
43	<i>Picoides scalaris</i>	Carpintero listado	2	1	28.6	Escasa
44	<i>Piranga rubra</i>	<i>Tángara roja</i>	2	1	28.6	Escasa
45	<i>Pitangus sulphuratus</i>	<i>Luis grande</i>	4	2	57.1	Frecuente
46	<i>Polioptila caerulea</i>	<i>Perlita</i>	1	1	14.3	Escasa
47	<i>Quiscalus mexicanus</i>	Zanate mexicano	7	2	100.0	Abundante

48	<i>Saltator coerulescens</i>	Saltador grisáceo	1	1	14.3	Escasa
49	<i>Setophaga citrina</i>	Chipe encapuchado	1	1	14.3	Escasa
50	<i>Setophaga ruticilla</i>	Pavito migratorio	1	1	14.3	Escasa
51	<i>Sporophila torqueola</i>	Dominico	1	1	14.3	Escasa
52	<i>Thamnophilus doliatus</i>	Batará barrado	1	1	14.3	Escasa
53	<i>Thryothorus ludovicianus</i>	Saltapared de carolina	1	1	14.3	Escasa
54	<i>Troglodytes aedon</i>	Saltapared sureño	1	1	14.3	Escasa
55	<i>Turdus grayi</i>	Ruiseñor	2	1	28.6	Escasa
56	<i>Tyrannus melancholicus</i>	Tirano tropical	7	2	100.0	Abundante
57	<i>Vireo pallens</i>	Vireo manglero	1	1	14.3	Escasa
58	<i>Zenaida asiatica</i>	Paloma alas blancas	4	2	57.1	Frecuente
<b>Mamíferos</b>						
1	<i>Artibeus jamaicensis</i>	Murcielago	5	2	83.3	Común
2	<i>Dasiprocta punctata</i>	Sereque	6	2	100.0	Abundante
3	<i>Didelphys marsupialis</i>	Tlacuache común	2	2	33.3	Frecuente
4	<i>Mazama americana</i>	Venado temazate	1	1	16.7	Escasa
5	<i>Nasua narica</i>	Tejón	3	2	50.0	Frecuente
6	<i>Odocoileus virginianus</i>	Venado cola blanca	1	1	16.7	Escasa
7	<i>Pecari tajacu</i>	Pecarí de collar	1	1	16.7	Escasa
8	<i>Procyon lotor</i>	Mapache	1	1	16.7	Escasa
9	<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	Zorra gris	1	1	16.7	Escasa

Para determinar el índice de diversidad en el caso de la fauna se estimó el Índice de Shannon-Wiener para medir la riqueza de especies registrada en el Sistema ambiental. Los resultados por grupo se presentan en los siguientes cuadros.

**Cuadro 18. Diversidad (H') y Equidad de las especies por grupo de los Anfibios**

Registro	Anfibios	Nombre	D-muestra	Pi	-(pi)(log2pi)	(LNpi)
1	<i>Bufo valliceps</i>	Sapo	2	0.667	0.270	-0.405
2	<i>Bufo marinus</i>	Sapo	1	0.333	0.366	-1.099
			3	1	0.6	
				H=	0.6	
				Hmax=	0.7	
				Equitabilidad=	0.9	

**Cuadro 19. Diversidad (H') y Equidad de las especies por grupo de los Reptiles**

Registro	Reptiles	Nombre	D-muestra	Pi	-(pi)(log2pi)	(LNpi)
1	<i>Ameiva undulata</i>	Lagartija metálica	2	0.065	0.177	-2.741
2	<i>Anolis rodriguezii</i>	Lagartija	4	0.129	0.264	-2.048



3	<i>Anolis sagrei</i>	<i>Lagartija chipoyo</i>	1	0.032	0.111	-3.434
4	<i>Basiliscus vitatus</i>	<i>Toloke</i>	2	0.065	0.177	-2.741
5	<i>Boa constrictor</i>	<i>Boa</i>	1	0.032	0.111	-3.434
6	<i>Cnemidophorus rodecki</i>		1	0.032	0.111	-3.434
7	<i>Coniophanes imperialis</i>	<i>Culebra</i>	1	0.032	0.111	-3.434
8	<i>Conophis lineatus</i>	<i>Culebra</i>	1	0.032	0.111	-3.434
9	<i>Ctenosaura similis</i>	<i>Iguana gris</i>	10	0.323	0.365	-1.131
10	<i>Norops rodriguezii</i>	<i>Tolokito</i>	1	0.032	0.111	-3.434
11	<i>Leptophis mexicana</i>	<i>Culebra perico mexicana</i>	1	0.032	0.111	-3.434
12	<i>Sceloporus crysostictus</i>	<i>Lagartija escamosa</i>	6	0.194	0.318	-1.642
			31	1	2.1	
				H=	2.1	
				Hmax=	2.5	
				Equitabilidad=	0.8	

**Cuadro 20. Diversidad (H') y Equidad de las especies por grupo de las Aves**

Registro	Aves	Nombre	D-muestra	Pi	-(pi)(log2pi)	(LNpi)
1	<i>Amazilia rutila</i>	Colibrí canelo	1	0.007	0.036	-4.920
2	<i>Amazona albifrons</i>	Loro frente blanca	7	0.051	0.152	-2.974
3	<i>Arremonops rufivirgatus</i>	Gorrión oliváceo	1	0.007	0.036	-4.920
4	<i>Buteo magnirostris</i>	Aguililla caminera	2	0.015	0.062	-4.227
5	<i>Buteo nitidus</i>	<i>Gavilán gris</i>	1	0.007	0.036	-4.920
6	<i>Cardinales cardinales</i>	Cardenal	1	0.007	0.036	-4.920
7	<i>Cathartes aura</i>	<i>Aura cabecirroja</i>	4	0.029	0.103	-3.534
8	<i>Centurus pygmaeus</i>	<i>Carpintero yucateco</i>	4	0.029	0.103	-3.534
9	<i>Colinus nigrogularis</i>	Torcacita	1	0.007	0.036	-4.920
10	<i>Columba flavirostris</i>	Paloma morada	3	0.022	0.084	-3.821
11	<i>Columbina passerina</i>	Tortolita común	5	0.036	0.121	-3.311
12	<i>Columbina talpacoti</i>	Tórtola rojiza	3	0.022	0.084	-3.821
13	<i>Conopus cinereus</i>	<i>Mosquero</i>	1	0.007	0.036	-4.920
14	<i>Coragyps atratus</i>	Zopilote negro	3	0.022	0.084	-3.821
15	<i>Crotophaga sulcirostris</i>	Garrapatero pijuy	4	0.029	0.103	-3.534
16	<i>Crypturellus cinnamomeus</i>		1	0.007	0.036	-4.920
17	<i>Cyanocorax morio</i>	Pea	3	0.022	0.084	-3.821
18	<i>Cyanocorax yncas</i>	Chara verde	2	0.015	0.062	-4.227

19	<i>Cyanocorax yucatanicus</i>	Chara yucateca	5	0.036	0.121	-3.311
20	<i>Cyclarhis gujanensis</i>	Vireón cejirrufo	1	0.007	0.036	-4.920
21	<i>Dendroica dominica</i>	Chipe garganta amarilla	1	0.007	0.036	-4.920
22	<i>Dendroica petechia</i>	Chipee amarillo	1	0.007	0.036	-4.920
23	<i>Dives dives</i>	Tordo cantor	3	0.022	0.084	-3.821
24	<i>Dryocopus lineatus</i>	Carpintero lineado	1	0.007	0.036	-4.920
25	<i>Dumetella carolinensis</i>	Pájaro gato	1	0.007	0.036	-4.920
26	<i>Eucomettis penicillata</i>	Tángara cabecigris	1	0.007	0.036	-4.920
27	<i>Eumomota superciliosa</i>	Momoto corona azul	1	0.007	0.036	-4.920
28	<i>Euphonia affinis</i>	Monjita	1	0.007	0.036	-4.920
29	<i>Glaucidium brasilianum</i>	Tecolotito bajeño	1	0.007	0.036	-4.920
30	<i>Icterus auratus</i>	Bolsero yucateco	5	0.036	0.121	-3.311
31	<i>Icterus cucullatus</i>	Bolsero cuculador	3	0.022	0.084	-3.821
32	<i>Icterus gularis</i>	Bolsero de altamira	3	0.022	0.084	-3.821
33	<i>Leptotila verreauxi</i>	Paloma	2	0.015	0.062	-4.227
34	<i>Melanerpes aurifrons</i>	Carpintero frentidorado	4	0.029	0.103	-3.534
35	<i>Mimus gilvus</i>	Cenzontle	6	0.044	0.137	-3.128
36	<i>Momotus momota</i>	Momoto cabeza negra	1	0.007	0.036	-4.920
37	<i>Myiarchus tyrannulus</i>	Copetón tirano	1	0.007	0.036	-4.920
38	<i>Myiodynastes luteiventris</i>	Mosquero	1	0.007	0.036	-4.920
39	<i>Myiozetetes similis</i>	Luis gregario	3	0.022	0.084	-3.821
40	<i>Ortalis vetula</i>	Chachalaca	5	0.036	0.121	-3.311
41	<i>Passerina ciris</i>	Mariposo	1	0.007	0.036	-4.920
42	<i>Piaya cayana</i>	Cuco	1	0.007	0.036	-4.920
43	<i>Picoides scalaris</i>	Carpintero listado	2	0.015	0.062	-4.227
44	<i>Piranga rubra</i>	Tángara roja	2	0.015	0.062	-4.227
45	<i>Pitangus sulphuratus</i>	Luis grande	4	0.029	0.103	-3.534
46	<i>Polioptila caerulea</i>	Perlita	1	0.007	0.036	-4.920
47	<i>Quiscalus mexicanus</i>	Zanate mexicano	7	0.051	0.152	-2.974
48	<i>Saltator coerulescens</i>	Saltador grisáceo	1	0.007	0.036	-4.920
49	<i>Setophaga citrina</i>	Chipe encapuchado	1	0.007	0.036	-4.920

50	<i>Setophaga ruticilla</i>	Pavito migratorio	1	0.007	0.036	-4.920
51	<i>Sporophila torqueola</i>	Dominico	1	0.007	0.036	-4.920
52	<i>Thamnophilus doliatus</i>	Batará barrado	1	0.007	0.036	-4.920
53	<i>Thryothorus ludovicianus</i>	Saltapared de carolina	1	0.007	0.036	-4.920
54	<i>Troglodytes aedon</i>	Saltapared sureño	1	0.007	0.036	-4.920
55	<i>Turdus grayi</i>	Ruiseñor	2	0.015	0.062	-4.227
56	<i>Tyrannus melancholicus</i>	Tirano tropical	7	0.051	0.152	-2.974
57	<i>Vireo pallens</i>	Vireo manglero	1	0.007	0.036	-4.920
58	<i>Zenaida asiatica</i>	Paloma alas blancas	4	0.029	0.103	-3.534
			137	1	3.8	
				H=	3.8	
				Hmax=	4.1	
				Equitabilidad=	0.9	

**Cuadro 21. Diversidad (H') y Equidad de las especies por grupo de los Mamíferos**

Registro	Mamíferos	Nombre	D-muestra	Pi	-(pi)(log2pi)	(LNpi)
1	<i>Artibeus jamaicensis</i>	Murcielago	5	0.238	0.342	-1.435
2	<i>Dasiprocta punctata</i>	Sereque	6	0.286	0.358	-1.253
3	<i>Didelphys marsupialis</i>	Tlacuache común	2	0.095	0.224	-2.351
4	<i>Mazama americana</i>	Venado temazate	1	0.048	0.145	-3.045
5	<i>Nasua narica</i>	Tejón	3	0.143	0.278	-1.946
6	<i>Odocoileus virginianus</i>	Venado cola blanca	1	0.048	0.145	-3.045
7	<i>Pecari tajacu</i>	Pecarí de collar	1	0.048	0.145	-3.045
8	<i>Procyon lotor</i>	Mapache	1	0.048	0.145	-3.045
9	<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	Zorra gris	1	0.048	0.145	-3.045
			21	1	1.9	
				H=	2	
				Hmax=	2.2	
				Equitabilidad=	0.9	

Como es de esperarse, el grupo de las aves obtuvo el valor H más alto con 3.8 que se considera alto, en tanto que los reptiles y los mamíferos obtuvieron un Índice H de 2.1 y 2 considerado bajo, asimismo, los anfibios obtuvieron un índice de 0.6 muy bajo en razón a que sólo se registraron dos especies. La equitatividad resultó muy similar en todos los grupos.

En este predio se verificó la presencia de un reducido número de especies de fauna silvestre (59 especies) que representan el 7.8% y el 9.0% reconocido para la Península y el Estado, respectivamente (Pozo 2011).

Esta reducida representación proporcional, así como los valores de abundancia relativa obtenidos y los índices de diversidad estimados, se deben a las condiciones de aislamiento del predio, a la presencia humana permanente y por el reducido periodo de muestreo. Asimismo es importante reconocer que la biodiversidad faunística que existe en el predio del proyecto es reflejo de la existente en la región.

No hay que perder de vista que como parte de este proyecto se mantendrá un área de ajardinada que incluye vegetación nativa, lo cual representará disponibilidad de espacio para la presencia de refugios de madrigueras, sitios de nidación y alimento; así como para favorecer algunos parámetros de las poblaciones (migración, inmigración, natalidad, estructura de sexos, etc.) que permiten la reproducción entre individuos y la permanencia de las principales variables ambientales (humedad, temperatura, etc.).

---

**V. DESCRIPCIÓN DE LAS CONDICIONES DEL PREDIO QUE INCLUYA LOS FINES A QUE ESTE DESTINADO, CLIMA, TIPO DE SUELO, PENDIENTE MEDIA, RELIEVE, HIDROGRAFIA Y TIPOS DE VEGETACION Y FAUNA.****Condiciones del predio.**

El predio donde se pretende llevar a cabo el cambio de uso de suelo para el proyecto "Paseos del Mar DC-222", corresponde a la Parcela 222 del Ejido Isla Mujeres, se encuentra ubicado en la Supermanzana 258, manzana 01, lote 222 de la ciudad de Cancún, Municipio de Benito Juárez, Estado de Quintana Roo, el inmueble en cuestión es de propiedad privada y cuenta con una superficie conjunta total de 894,149.14 m<sup>2</sup> equivalente a 89.41 hectáreas.

Se cita que el predio en cuestión cuenta con una superficie conjunta total de 894,149.14 m<sup>2</sup> equivalente a 89.41 hectáreas en donde en aproximadamente el 1.18 % de la superficie total (1.06 has) se encuentra sin cobertura forestal esto debido a una superficie que dividió al predio y que actualmente ocupa la restricción vial de lo que es hoy la vialidad de doble carril con camellón intermedio denominada Av. Arco Norte o Av. Periférico de Cancún la cual se encuentra totalmente asfaltada y con tránsito continuo de vehículos de la ciudad de Cancún, vialidad que tiene inicio sobre la Avenida Bonampak y entronca con la Avenida López Portillo hacia la salida de Mérida, de una segunda superficie en la parte este del predio que de la misma manera se encuentra una vialidad asfaltada con tránsito continuo de vehículos de la ciudad de Cancún y por último en la parte oeste del predio se encuentra la existencia de un camino de terracería angosto que atraviesa el predio y que es utilizada por los pobladores de la zona como tránsito, este camino se encuentra sin cobertura vegetal. La vegetación que predomina en el predio es la de vegetación de selva mediana con vegetación secundaria de tipo (VSA/SMQ) y (VSa/SMQ).

**Fines a que está destinado el predio**

La naturaleza del proyecto como su nombre lo indica, consiste en un desarrollo habitacional por lo que el proyecto se ajusta a los lineamientos que establece el Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Benito Juárez (POELMBJ)<sup>7</sup> ya que el predio se ubica en la unidad de gestión ambiental (UGA) número 21, denominada "Zona Urbana de Cancún", la cual tiene asignada una política ambiental de "Aprovechamiento sustentable" y los usos de suelo que establece el Programa de Desarrollo Urbano vigente.

---

<sup>7</sup> Publicado el 27 de febrero 2014, en el periódico oficial del estado de Quintana Roo en Tomo I, número 19 extraordinario Octava época.

El Promovente pretende la remoción de la vegetación de un terreno forestal para llevar a cabo la construcción de un fraccionamiento habitacional, de manera eficiente y con el mínimo impacto ambiental, con esto se pretende promover la edificación de viviendas de interés social. El presente proyecto está basado en contribuir al desarrollo planificado y ordenado que las autoridades y la población desean para la ciudad de Cancún, cabecera del municipio de Benito Juárez, Quintana Roo, incrementar la oferta habitacional hacia la zona poniente de la ciudad de Cancún que de acuerdo con los instrumentos de planeación se desea vaya la tendencia de crecimiento urbano.

Por su parte, en relación con las actividades que se desarrollan en sus colindancias, dado que el sitio del proyecto se encuentra dentro del ámbito de aplicación del Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población Cancún, colinda con desarrollos habitacionales en expansión como son Prado Norte, Ciudad Natura, Puerta del Mar, La Joya, Villas Otoch, entre otros. Así mismo, al estar dentro de una zona urbana, se presentan tiendas de autoservicio, gimnasios, gasolineras, escuelas, centros de culto religioso, centros comerciales entre otros.

### **V.1 Clima.**

El registro de los parámetros atmosféricos de temperatura y precipitación que prevalecen en la zona costera norte de Quintana Roo, se lleva a cabo por la Estación Meteorológica Cancún, dependiente de la Comisión Nacional del Agua y que se encuentra establecida en el Km 0+000 del Boulevard Kukulcán en la ciudad de Cancún.

Asimismo, de acuerdo con el Sistema de Clasificación Climática de Köppen modificado por García (1981), y los estudios hidrológicos de Quintana Roo, según la carta de climas escala 1:1'000,000 (INEGI), el predio presenta el subtipo climático Aw0, el subtipo climático Aw0(x) presente en la zona Norte del estado de Quintana Roo corresponde a la variedad Ax'(w0)iw", que corresponde a los climas con regímenes de lluvia repartidos en todo el año.

### **V.2 Suelo**

De acuerdo con la Carta edafológica escala 1:250,000 de INEGI, los suelos de este predio corresponden a la asociación l+E/2: Litosoles más rendzina de clase textural media. Esta asociación de suelos jóvenes son poco evolucionados, permeables y con un pH neutro a ligeramente alcalino. Estos suelos que presentan un color negro a café oscuro con menos de 20 cm de espesor, yacen sobre rocas calcáreas que afloran frecuentemente y son poco evolucionados, por lo general están sometidos a frecuentes alteraciones que determinan su baja fertilidad.

### V.3 Pendiente media

La zona norte de la Entidad presenta en su parte media y occidental depresiones pequeñas de menor relieve, casi planas, con altitudes de hasta 10 msnm, con relativo decremento hacia la costa. La zona de estudio tiene una pendiente entre 0-5%, considerándola como poco significativa (INEGI 2009).

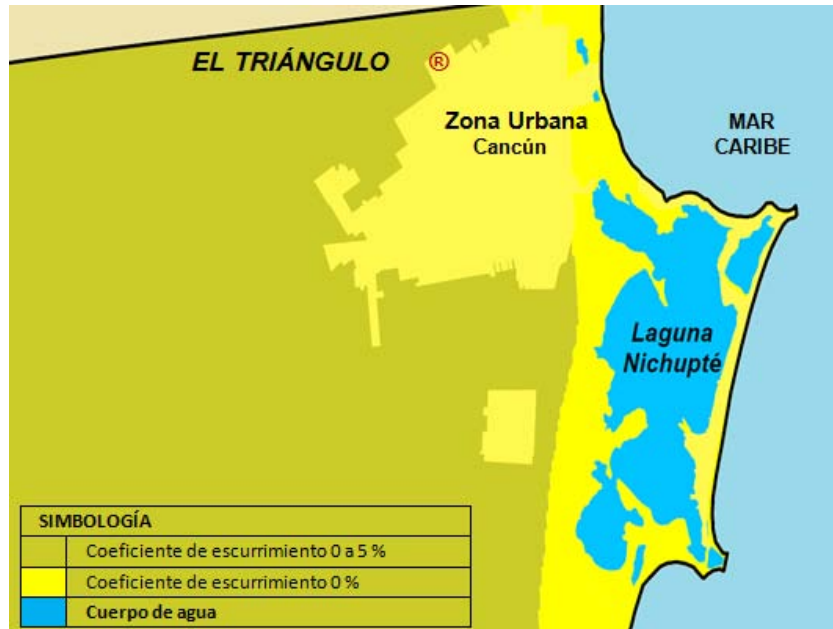


Figura 27. Ubicación del proyecto en una zona con coeficiente de escurrimiento de 0 a 5% (INEGI, 2009).

### V.4 Hidrografía

En el predio como en el Municipio Benito Juárez se carece de corrientes de agua superficiales. Los cenotes, lagunas y aguadas son las únicas manifestaciones de agua superficial, los dos últimos tienen su origen en zonas donde se forman llanuras de inundación, que permanecen temporal o permanentemente inundadas. Sin embargo de acuerdo con la clasificación de la CONAGUA, este predio y sus inmediaciones pertenecen a la Región Hidrológica 32, Yucatán norte y corresponde a la cuenca 32-A Quintana Roo. De acuerdo con la Carta hidrológica de aguas superficiales del INEGI, en el área de estudio, se presenta un rango de escurrimiento menor del 5%. Este coeficiente de escurrimiento es un indicador que representa el porcentaje del agua precipitada que se escurre o se acumula superficialmente. El sitio del proyecto se ubica en las áreas con coeficientes de escurrimiento de 0 a 5%. Este coeficiente de escurrimiento es un indicador que representa el porcentaje del agua precipitada que se escurre o se acumula superficialmente, siendo este escurrimiento bajo y de corto recorrido.

## V.5 Tipos de vegetación

De acuerdo con los resultados obtenidos del trabajo de campo se identificó que el tipo de vegetación a lo largo y ancho del predio corresponde a vegetación secundaria arbórea derivada de una selva mediana subperennifolia (VSA/SMQ), como bien se señala, el resultado coincide con la carta de uso de suelo y vegetación, serie V del INEGI, (escala 1:250,000), sin embargo esta vegetación secundaria arbórea de selva mediana ha sido afectada por el paso del fenómenos hidrometeorológicos por lo que en el predio se logró encontrar en forma de manchones o islas en proceso de desarrollo vegetación secundaria arbustiva, es por esta razón, que predominan los arboles jóvenes de talla chica y mediana, mezclándose con los arboles maduros dispersos que se localizan en el interior del predio.

En toda la extensión del predio predominan especies propias del dosel como son: *Bursera simaruba* (*chacah*), *Cascabela gaumeri* (*Akits*), *Ficus cotinifolia* (*Alamo*) entre otras especies, sin embargo el ejemplar más grande llevo alcanzar 10 m de alto y 61.9 cm de diámetro; la gran mayoría de los individuos presentan tallos delgados el rango donde se concentra la mayoría de los individuos es entre los 3 a 15 cm de diámetro, se observaron cuatro individuos aislados con tallos dentro de la categoría de los 30 a 40 cm de diámetro.

Como se ha mencionado con anterioridad el conglomerado forestal que representa este predio de la parcela 222, corresponde a una vegetación secundaria arbórea derivada de una selva mediana subperennifolia que se encuentra en recuperación, luego del efecto de perturbaciones severas recurrentes en años anteriores. En esta vegetación se aprecian evidencias de daños provocados por los vientos fuertes de los huracanes y tormentas que afectaron esta zona. Pero la mayor afectación en este predio se relaciona con la apertura de un camino que secciona al predio que consiste en la vialidad de doble carril con camellón intermedio denominada Av. Arco Norte o Av. Periférico de Cancún la cual se encuentra totalmente asfaltada y transito continuo de vehículos, en la parte este del predio de la misma manera se encuentra una vialidad asfaltada con transito continuo de vehículos de la ciudad de Cancún, por último en la parte oeste del predio se encuentra la existencia de un camino de terraceria que atraviesa el predio y que es utilizada por los pobladores de la zona como tránsito continuo.

### V.5.1 Procedimiento para la descripción de la vegetación

Para efectuar la caracterización de la vegetación y el inventario de los recursos florísticos del predio, se realizó un extenso recorrido por el área. El reconocimiento de la zona fue facilitado por la existencia de brechas de deslinde de propiedades y dentro de los límites del predio de levantamiento topográfico realizado. Asimismo, la



vegetación fue caracterizada de acuerdo a criterios fisonómicos, por lo que se realizaron observaciones de los diámetros promedio de las especies a la altura del pecho, altura promedio de la vegetación y presencia-ausencia de especies caducifolias y perennifolias. La toma de datos de campo se realizó de acuerdo a las características de la asociación vegetal presente, es decir, para la vegetación de selva mediana se levantaron 20 sitios circulares de 500 m<sup>2</sup> cada uno distribuidos a manera más o menos equidistante.

El listado de las especies observadas dentro del predio se preparó de acuerdo con la nomenclatura propuesta por Carnevalli et al., (2010), avalado por CONABIO y se ordenó alfabéticamente por familias y especies. Se incluyen las categorías de forma de vida correspondientes a cada especie y las categorías de protección de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010. Así como el listado reportado para la Península de Yucatán (Sosa, et al. 1985).

### V.5.2 Forma y tamaño de las unidades de muestreo.

Para calcular la densidad relativa, frecuencia relativa, dominancia relativa, el valor de importancia e índice de shannon-wiener para el predio se utilizaron 12 sitios de muestreo en donde se registran individuos de los estratos herbáceo, arbustivo y arbóreo. Dichos cálculos serán los mismos para la superficie de cambio de uso de suelo. Las unidades de muestreo consistieron en unidades circulares o sitios circulares con subunidades concéntricas de diferentes dimensiones, el tamaño de cada unidad de muestreo consistió en una unidad de 500 m<sup>2</sup>, con subunidades concéntricas de 100 m<sup>2</sup> y 5 m<sup>2</sup>, la forma del muestreo fue iniciando dirección norte y siguiendo el sentido de las manecillas del reloj como se presenta esquemáticamente en la Figura 28.

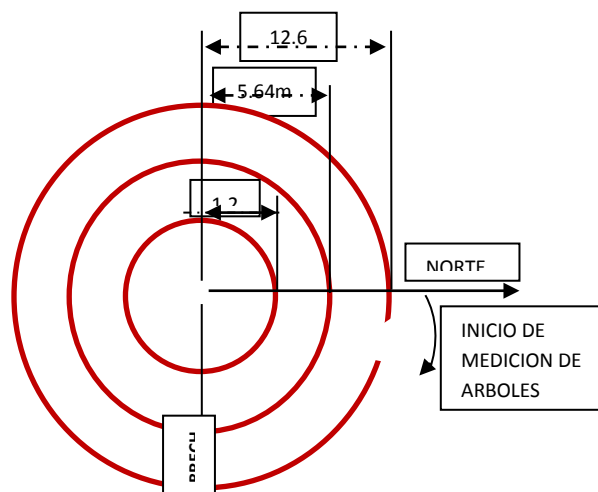


Figura 28. Esquema de las unidades circulares o concéntricas utilizadas en el levantamiento de datos de campo del estudio base.

Los parámetros que se establecieron para la toma de datos de cada unidad, con sus correspondientes subunidades de muestreo se presentan en el cuadro 22.

**Cuadro 22. Parámetros establecidos para la toma de datos en cada uno de los sitios de muestreo.**

Tamaño de unidad y sub-unidad	Parámetros para la toma de datos
Sitio de 500 m <sup>2</sup> Radio de 12.6 m	Se tomaron los datos de todos aquellos individuos con diámetro normal mayor igual a 10 cm. (Estrato arbóreo).
Sitio de 100 m <sup>2</sup> Radio de 5.64 m	Se tomaron los datos de todos aquellos individuos juveniles y arbustos que tengan diámetro normal en el rango de 3 cm y menor a 9.9 cm. (Estrato arbustivo).
Sitio de 5 m <sup>2</sup> Radio de 1.26 m	Se registra la información correspondiente a la regeneración natural de las especies presentes que se encuentren desarrollando a nivel de estrato herbáceo.

Los sitios de muestreo que se establecieron para medir la riqueza en el predio y por consecuente en la superficie propuesta de CUSTF como se ha mencionado se realizaron en 12 sitios. En el cuadro 23, se presenta las coordenadas de ubicación de los sitios de muestreo.

**Cuadro 23. Coordenadas en UTM de los sitios de muestreo empleados durante el levantamiento de datos en campo dentro del predio. Datum WGS-84 México.**

Núm. Consecutivo	Núm. Sitio	Coordenadas geográficas (UTM, GWS-84 16Q)	
		X	Y
1	1	508744	2340919
2	2	508745	2340717
3	3	508485	2340766
4	5	508256	2340920
5	7	507988	2340770
6	9	507744	2340919
7	11	507496	2340768
8	13	507242	2340920
9	15	506996	2340781
10	17	506746	2340922
11	19	506486	2340763
12	20	506485	2340959

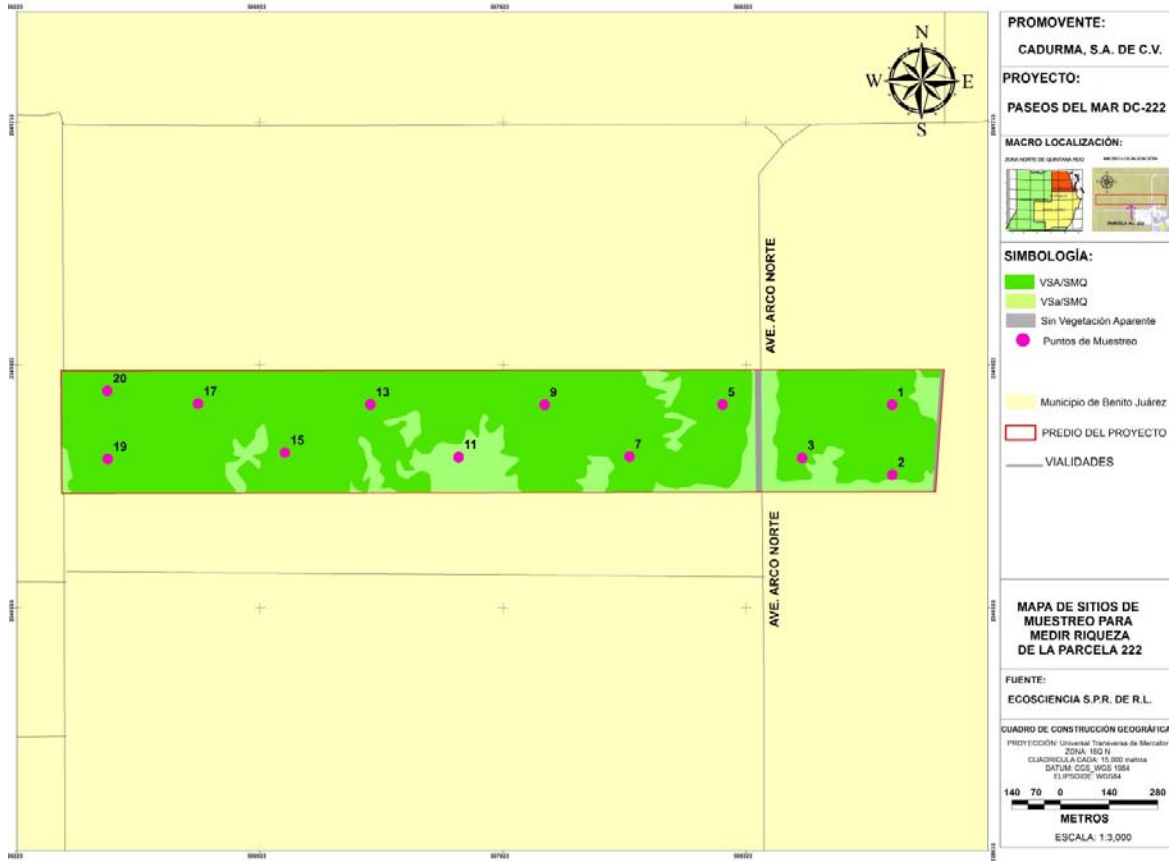


Figura 29. Distribución de las 12 unidades de muestreo para evaluar la diversidad florística dentro del predio.

Con los datos que se obtuvieron de los sitios de muestreo se estima:

- La densidad relativa ( $DR = \text{número de individuos de cada especie} / \text{número total de individuos} \times 100$ ).
- La frecuencia relativa ( $FR = \text{frecuencia de cada especie} / \text{frecuencia total de todas las especies} \times 100$ ).
- La dominancia relativa ( $DMR = \text{dominancia de cada especie} / \text{dominancia de todas las especies} \times 100$ ) se calculó el área basal de cada especie a partir de la sumatoria del área basal de cada individuo ( $\text{diámetro al cuadrado} \times 3.1416/4$ ).
- Por último, se estimó el valor de importancia relativa de cada especie ( $VIR = DR + FR + DMR$ ).

Se analiza la diversidad de especies por estrato para observar la variación de la riqueza y la abundancia de las especies de los grupos diamétricos registrados en las unidades de muestreo. Para este análisis se utilizó el índice de Shannon Wiener ( $H'$ ), este índice refleja la relación entre riqueza y uniformidad (Magurran, 1988; citado por Moreno C., 2002).

Fórmula para calcular el índice de Shannon Wiener ( $H'$ ):

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

Donde:

H' = contenido de la información de la muestra.

P<sub>i</sub> = proporción de la muestra que pertenecen a la especie i.

Para conocer la distribución de los individuos entre las especies registradas por grupo diamétrico se calculó el índice de Equidad de Pielou (Moreno, 2001).

Índice de Equidad de Pielou.

$$E = H/H_{max}$$

Donde:

E = Equidad

H = Diversidad de especies

H<sub>max</sub> = Diversidad de especies máxima = log S

Los factores ambientales y antropogénicos que han afectado al área, se analizaron para evaluar el estado actual de la vegetación. Este análisis sirve de base para respaldar las recomendaciones sobre las medidas de mitigación que se proponen en función de las condiciones de la vegetación y de las especies seleccionadas, que se encuentran dentro del predio.

### **V.5.3 Descripción fisonómica de la vegetación identificada.**

Los resultados obtenidos del trabajo de campo se identificó que el tipo de vegetación a lo largo y ancho del predio corresponde a vegetación secundaria derivada de una selva mediana subperennifolia con predominancia arbórea (VSA/SMQ) y arbustiva (VSa/SMQ), como bien se señala, el tipo de vegetación coincide con la carta de uso de suelo y vegetación, serie V del INEGI, (escala 1:250,000), esta vegetación secundaria de selva mediana ha sido afectada por el paso del fenómenos hidrometeorológicos por lo que en el predio se aprecia una distribución irregular en forma de manchones con diferentes condiciones de desarrollo. En esta comunidad predominan los arboles jóvenes de talla chica y mediana, mezclándose con los árboles maduros dispersos en este predio.

La comunidad que integra la cobertura vegetal del predio, presenta una composición florística joven, en donde el arbolado adulto joven es predominante, aunque existen una cierta cantidad de árboles maduros, por lo que el dosel no se torna completamente cerrado entremezclado con la vegetación arbustiva y herbácea, existiendo grandes cantidades de espacios para la entrada de luz, que es necesaria para el adecuado desarrollo de las plántulas durante el proceso de regeneración natural de la vegetación. En el sotobosque de esta comunidad son comunes las especies de palmas, trepadoras y epifitas.

A nivel del suelo es evidente la materia orgánica en descomposición, originada por el proceso de regeneración vegetativa (ramas, hojas, etc.) de las distintas especies que se encuentran presentes; así mismo, se pueden observar bejucos, lianas y bromelias creciendo en el follaje de la vegetación. Los individuos arbóreos adultos generalmente presentan contrafuertes en la base de los troncos, siendo esta, una característica peculiar de las selvas en la Península de Yucatán, ya que les permite alcanzar grandes alturas en suelos poco profundos.

#### **V.5.4 Estructura de la vegetación secundaria en el predio**

El predio comprende un mosaico con varios patrones estructurales, causados por distintos tipos y grados de perturbación a nivel de su estructura vertical se pueden distinguir tres estratos en la vegetación, cuyo orden de importancia por masa forestal, señala que el estrato arbóreo es el más importante y evidente, seguido del estrato arbustivo que se mezcla con el arbóreo en algunas zonas; y por último tenemos el estrato herbáceo bien representado, debido a los espacios que existen para su crecimiento, aunque existe la competencia del espacio y la luz que ocurre en los niveles superiores del dosel.

A continuación se describen los principales atributos de cada estrato como su composición y tamaño de los individuos que la componen que fueron identificados en la vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia que se presenta en el predio.

- ***Estrato arbóreo.*** Los resultados obtenidos durante el análisis de los datos tomados del inventario forestal al interior del predio; arrojan un diámetro promedio de 15.16 cm para las especies que componen éste estrato, siendo el diámetro mayor registrado con un individuo de 61.9 cm correspondiente a la especie *Manilkara zapota* (zapote), únicamente existen 4 individuos entre la categoría de los 30 a 40 cm de diámetro, en tanto que el diámetro menor fue de 10 cm correspondiente a tres especies *Bursera simaruba* (*chacah*), *Cascabela gaumeri* (*Akits*) y *Ficus cotinifolia* (*Alamo*). Cabe mencionar que los individuos que integran este estrato presentan un follaje reducido por lo que el dosel generalmente no se encuentra cerrado. La altura promedio del arbolado es de 6.8 metros, siendo la altura máxima registrada en los sitios de muestreo de 10 metros correspondiente a tres individuos que representan 2 especies: *Manilkara zapota* (Chicozapote) y *Metopium brownei* (Chechem negro); mientras que la altura menor registrada fue de 3 metros correspondiente a un individuo de la especie *Thrinax radiata* (Palma chit), en este estrato se encontraron aproximadamente 150 individuos por hectárea con un área basal de 3.36 m<sup>2</sup>/ha. Entre las especies más representativas de éste estrato destacan *Bursera simaruba* (*chacah*), *Metopium brownei* (Chechem negro) y *Vitex gaumeri* (Yaaxnic).

· ***Estrato arbustivo.*** Éste estrato se encuentra compuesto por individuos jóvenes de las distintas especies que componen la vegetación, donde la mayoría presentan diámetros menores a 10 cm, aunque ninguna rebasa dicho diámetro. Se trata de individuos jóvenes delgados que se encuentran entremezclados con los individuos arbóreos distribuidos de manera dispersa de tal manera que no conforman masas continuas; por lo que éste estrato se encuentra en su entorno natural dominando por el estrato arbóreo, sin embargo se puede observar que la altura promedio es de 4.6 metros, siendo la altura máxima registrada de 8 m correspondiente a la especie de *Thrinax radiata* (Palma chit); y la altura mínima de 2.5 m perteneciente a las especies *Hampea trilobata* y *Vitex gaumeri* (Yaaxnic), la mayor parte de los individuos su desarrollo se encuentra entre la clase de 4 a 6 metros de altura, se encontró un total aproximado de 2,133 individuos por hectárea con un área basal de 4.12 m<sup>2</sup>/ha. Entre las especies más representativas se encuentran *Cascabela gaumeri* (Akits), *Nectandra coriácea* (Neco), *Diphysa yucatanensis* (Dzudzuk) y *Ficus pertusa* (Fipe)

· ***Estrato herbáceo.*** Se trata del estrato mejor representado compuesto generalmente por un alto número de individuos con aproximadamente 13,833 por hectárea, esto es, debido principalmente a los espacios que existen para el crecimiento de plántulas durante el proceso de regeneración natural. La altura promedio de éste estrato no va más allá de un metro. Entre las especies más representativas se encuentran en estadio herbáceo a *Psychotria nervosa*, *Bursera simaruba*, *Metopium brownei*, *Thrinax radiata*, *Guettarda elliptica*, *Malmea depressa*, *Eupatorium daleoides*, *Eugenia sp.*, *Sabal yapa*, *Talisia olivaeformis*, *Malpighia glabra*, *Lonchocarpus rugosus*, *Hampea trilobata*, *Esenbeckia pentaphylla*, *Nectandra coriácea*, *Parathesis cubana*, *Bahuinia divaricata*, *Bahuinia jenningsii*, *Randia aculeata*, *Dendropanax arboreus*, *Zygia stevensonii* entre otras.





Figura 30. Características de la vegetación secundaria de selva mediana predominante en el predio.

### **Estructura de la comunidad vegetal en el predio.**

En el estudio se estimaron en promedio para el estrato herbáceo 13,833 individuos por hectárea con una altura promedio de 0.53 m; para el estrato arbustivo, se estiman en promedio 2,133 individuos por hectárea con una altura promedio de 4.66 m y un DAP de 4.70 cm; para el estrato arbóreo, se estima 150 individuos por hectárea, con una altura promedio de 6.8 m y 15.16 cm de DAP (Cuadro 24). En

las siguientes figuras se presentan las alturas por clases diamétricas por estrato de los individuos registrados en los 12 sitios de muestreo utilizados.

**Cuadro 24.** Valores del número de individuos por hectárea, altura máxima, altura promedio y DAP por grupo diamétrico de la Vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia.

Valores Promedio	Estratos		
	Herbáceo	Arbustivo	Arbóreo
Individuos/ha	13,833	2,133	150
Individuos/Muestreo	83	256	90
Altura máxima (m)	1	8	10
Altura promedio (m)	0.53	4.66	6.8
DAP promedio ( cm)	---	4.70	15.16
DAP máximo ( cm)	---	9.9	61.5
AB m2/ha	---	4.12	3.36

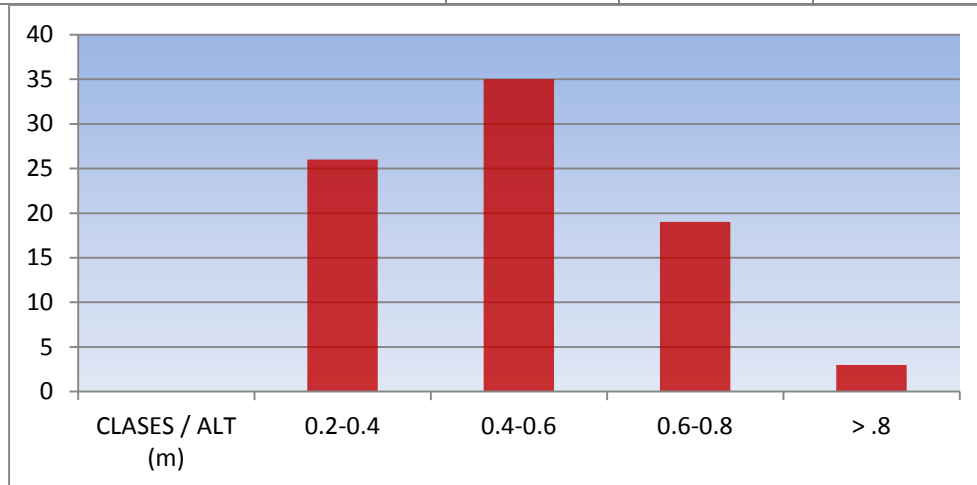


Figura 31. Distribución de la altura en el estrato herbáceo

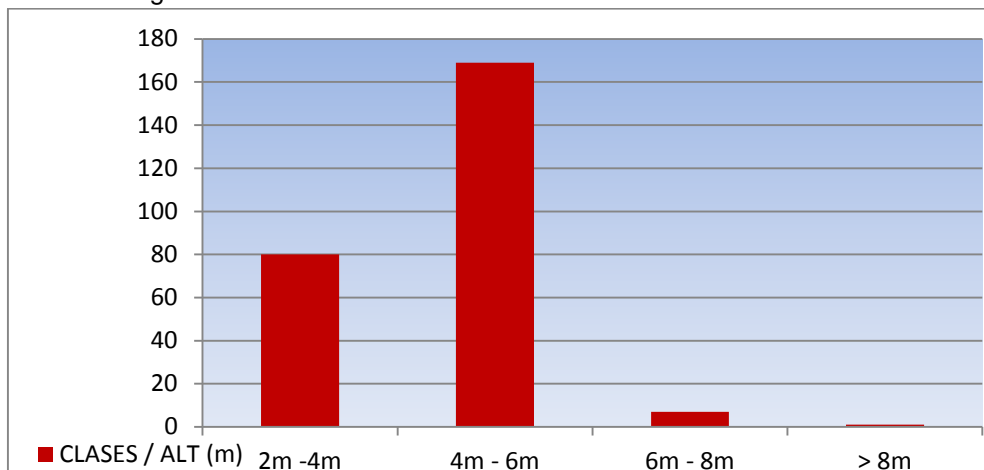


Figura 32. Distribución de la altura en el estrato arbustivo



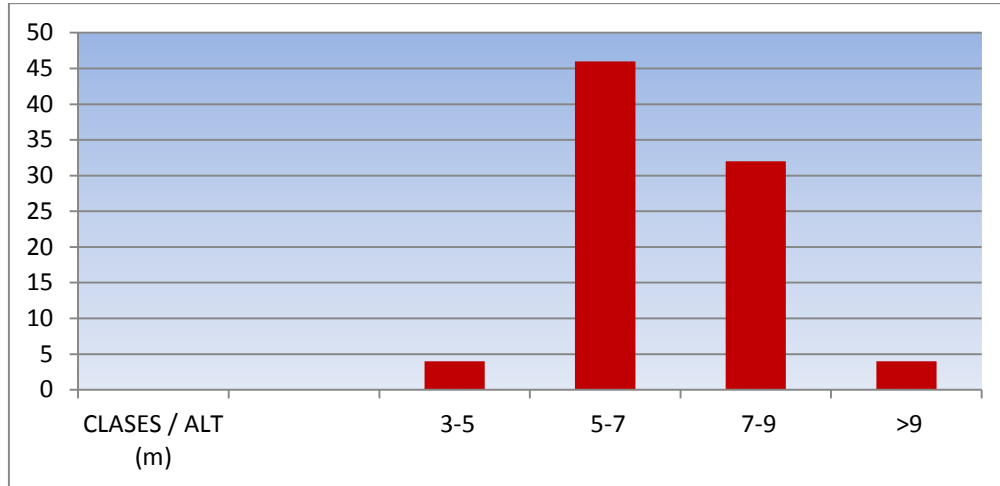


Figura 33. Distribución de la altura en el estrato arbóreo

### Estimación del Área basal

Con respecto al área basal considerando tanto los totales, se estima que existen 7.48 metros cuadrados por hectárea, de los cuales 4.12 m<sup>2</sup>/ha corresponde a los individuos con diámetros de 3 cm a 9.9 cm, por lo que se considera que el estrato de regeneración contribuye con el 55 % del área basal total por hectárea; mientras que las clases diamétricas de 10 cm de diámetro en adelante se reparten el área basal contribuyendo con el 45%. Al graficar la distribución del área basal de acuerdo a los diferentes grupos diamétricos identificados para el presente estudio, se observa que la mayoría del área basal por hectárea se concentra sobre individuos jóvenes (de 3-15 cm de diámetro). Esto nos indica que se trata de una comunidad joven compuesta por individuos con tallos delgados en franco desarrollo. Figura 34.

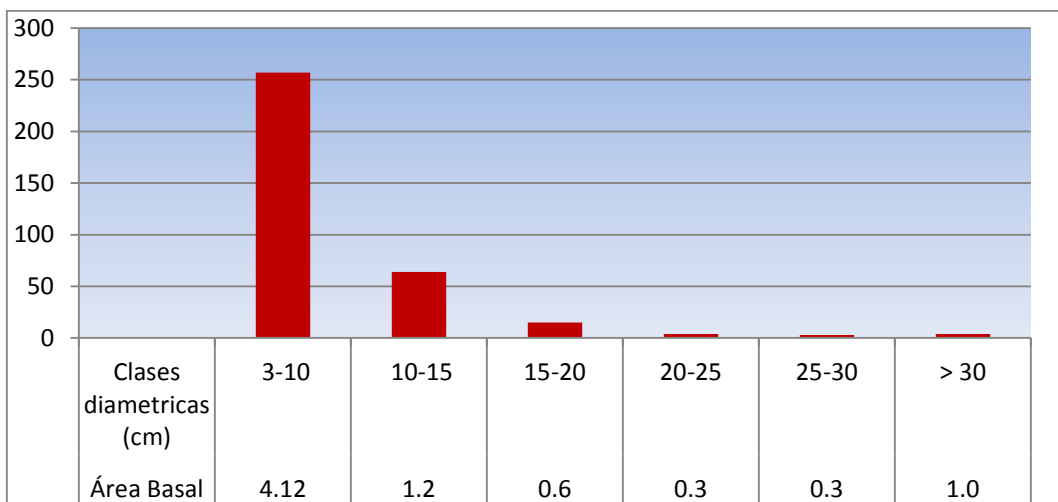


Figura 34. Distribución del área basal por hectárea de acuerdo a los diferentes grupos diamétricos

En la figura 35 se representa el mapa de vegetación con la distribución espacial de las condiciones de la vegetación que se detectaron mediante la interpretación de imágenes de satélite y recorridos de campo en este predio la vegetación predominante es el ecosistema de vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia.

Es importante reconocer que las condiciones de la vegetación registradas en este predio, derivan de vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia en la mayor parte del predio, por lo que el mapa de vegetación definitivo que se presenta es congruente con los valores obtenidos de los sitios de muestreo.

Dentro del predio se observa una rejollada inundable de temporal de aproximadamente 40 metros de diámetro y alrededor de 3 metros de profundidad con presencia de especies arbóreas adaptadas a estas condiciones como: *Ficus máxima*, *Ficus cotinifolia* y *Annona glabra*, así como algunas epifitas como: *Anthurium sp.*, *Anthurium schlechtendalii*, bromelias, helechos y musgos.

En el cuadro 25 e imagen del plano de la vegetación actual del predio se representa la distribución y las superficies que ocupan las comunidades vegetales, la vegetación arbórea ocupa el 82.81% de la superficie total del predio, correspondiendo a la vegetación arbustiva el 16.0% y por último las Vialidades y camino de terracería en conjunto ocupan una superficie de 1.18 % de la superficie total del predio.

**Cuadro 25. Superficie y porcentaje de ocupación de las condiciones de la vegetación en el predio del proyecto.**

Distribución de la vegetación	m <sup>2</sup>	Has	%
Vegetación secundaria arbórea de Selva mediana subperennifolia (VSA/SMQ) <i>color verde intenso</i>	740,408.84	74.04	82.81
Vegetación secundaria arbustiva de Selva mediana subperennifolia (VSa/SMQ) <i>color verde bajo</i>	143,108.84	14.31	16.00
Sin Cobertura forestal ; Vialidad Av. Arco Norte ( <i>color gris</i> )	6,391.07	0.639	0.71
Sin Cobertura forestal ; Vialidad lado este del municipio ( <i>color gris</i> )	3,403.69	0.34	0.38
Sin Cobertura forestal ; Camino de terracería ( <i>color gris</i> )	836.7	0.083	0.09
<b>TOTAL</b>	<b>894,149.14</b>	<b>89.41</b>	<b>100.00</b>

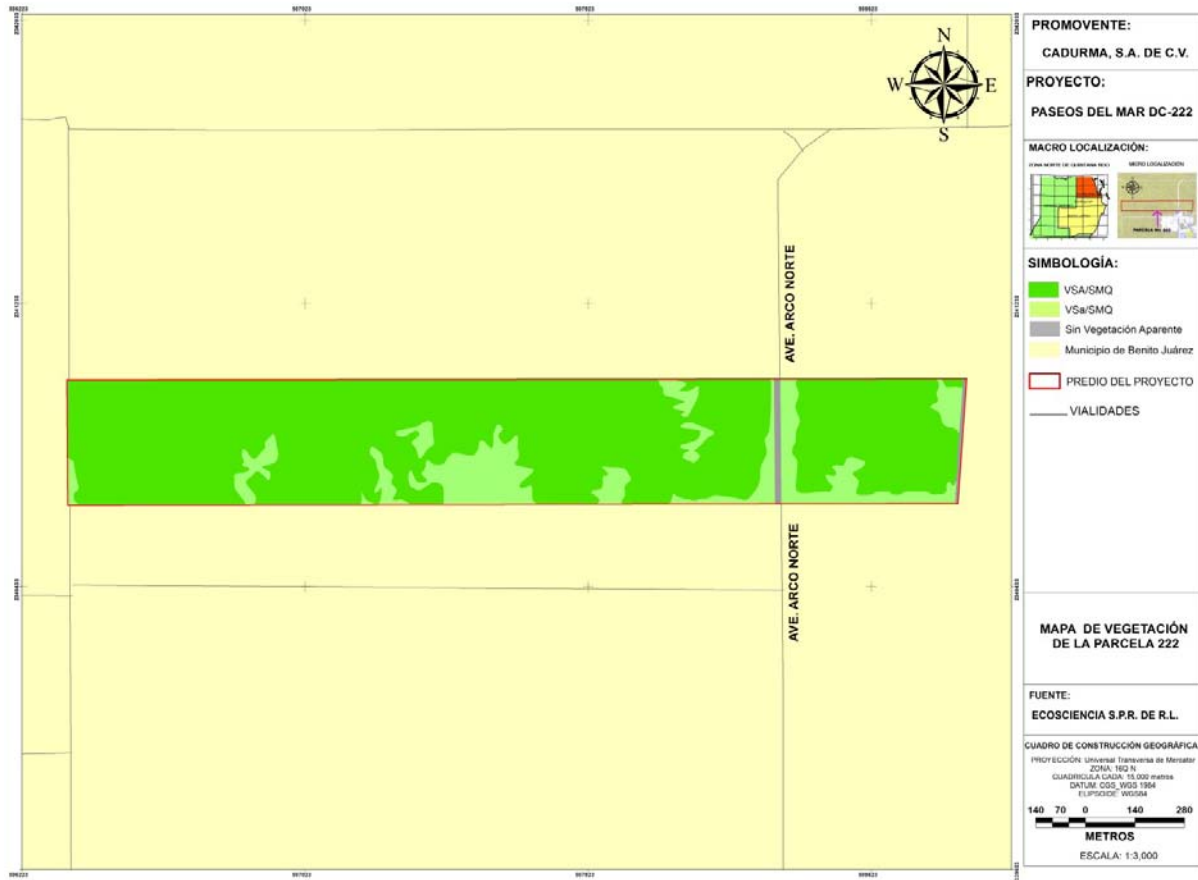


Figura 35. Distribución espacial de las condiciones de la vegetación secundaria arbórea y arbustiva de selva mediana subperennifolia.

### V.5.5 Composición de especies

Con el propósito de conocer la cobertura vegetal y las especies que se distribuyen en el área de interés, se realizaron recorridos por todo el terreno y en general, en toda la zona. Durante los recorridos de campo realizando registro y con base en el apoyo bibliográfico y el conocimiento previo de personal conocedor de la vegetación forestal, se registraron las especies arbóreas, arbustivas y herbáceas observadas directamente, con el fin de conformar un listado florístico de la vegetación que interactúa con el predio y conspicuas en las colindancias.

La vegetación al interior del predio alcanza una riqueza de 92 especies, de las cuales 66 especies son árboles, 11 especies son arborescentes y arbustivas, 7 son herbáceas, 3 especies son rastreras y trepadoras, 3 son palmas y 2 son epifitas.

De acuerdo con el espectro de formas de vida, se puede observar que la mayor parte de las especies registradas por su composición y estructura son árboles, seguido de arbustos y herbáceas. Estas especies se encuentran agrupadas en 44

Familias, de las cuales las Fabaceae son las más abundantes con 14 especies identificadas.

**Cuadro 26.** Riqueza florística registrada en el predio objeto de estudio y su correspondiente forma de vida y categoría de protección.

REGISTRO	FAMILIA	NOMBRE COMÚN	ESPECIE	FORMA DE VIDA	CATEGORÍA DE PROTECCIÓN
1	AMARANTHACEAE	KIXTEE	<i>Amaranthus spinosus</i>	Herbácea	
2	ANACARDIACEAE	CHECHEM	<i>Metopium brownei</i>	Árbol	
3	ANNONACEAE	ELEMUY	<i>Malmea depressa</i>	Árbol	
4	ANNONACEAE	ANONA	<i>Annona glabra</i>	Árbol	
5	APOCINACEAE	AKITZ	<i>Cascabela gaumeri</i>	Árbol	
6	ARACEAE	BOBTUM	<i>Anthurium schlechtendalii</i>	Epífita	
7	ARACEAE	TELÉFONO	<i>Syngonium sp.</i>	Trepadora	
8	ARALIACEAE	SAKCHACA	<i>Dendropanax arboreus</i>	Árbol	
9	BIGNONIACEAE	ANIK KA	<i>Arrabidaea floribunda</i>	Trepadora	
10	BIGNONIACEAE	MACULIS AMARILLO	<i>Tabebuia chrysantha</i>	Árbol	Amenazada
11	BORAGINACEAE	SIRICOTE	<i>Cordia dodecandra</i>	Árbol	
12	BROMELIACEAE	TZALBAY	<i>Bromelia pinguin</i>	Arbustiva	
13	BURSERACEAE	CHACA	<i>Bursera simaruba</i>	Árbol	
14	CARICACEAE	PAPAYA	<i>Carica papaya</i>	Arbustiva	
15	CELESTRACEAE	HOJA DURA	<i>Hippocratea sp</i>	Árbol	
16	CLUSIACEAE	CHUNUP	<i>Clusia flava</i>	Árbol	
17	COMPOSITAE	EUDA	<i>Eupatorium daleoides</i>	Arbustiva	
18	CYPERECEAE		<i>Cyperus sp</i>	Herbácea	
19	EBENACEAE	DIVE	<i>Diospyros verae-crucis</i>	Árbol	
20	EBENACEAE	SILIL	<i>Diospyros cuneata</i>	Árbol	
21	EUPHORBIACEAE	CHAYA DE MONTE	<i>Cnidoscopus multilobus</i>	Arbustiva	
22	EUPHORBIACEAE	CROTON	<i>Croton niveus</i>	Árbol	
23	EUPHORBIACEAE	POMOLCHE	<i>Jatropha gaumeri</i>	Árbol	
24	EUPHORBIACEAE	YAITE	<i>Gymnanthes lucida</i>	Árbol	
25	FABACEAE	SAK PIICH	<i>Albizia tomentosa</i>	Árbol	
26	FABACEAE	CACAOCHÉ	<i>Zygia stevensonii</i>	Árbol	
27	FABACEAE	CHACMOLCHE	<i>Eritrina standleyana</i>	Árbol	
28	FABACEAE	DZUDZUK	<i>Diphysa yucatanensis</i>	Árbol	
29	FABACEAE	GRANADILLO	<i>Platymiscum yucatanum</i>	Árbol	
30	FABACEAE	JABIN	<i>Piscidia piscipula</i>	Árbol	
31	FABACEAE	KANASIN	<i>Lonchocarpus rugosus</i>	Árbol	
32	FABACEAE	KATALOX	<i>Swartzia cubensis</i>	Árbol	
33	FABACEAE	KITINCHE	<i>Caesalpinia gaumeri</i>	Árbol	
34	FABACEAE	PATA DE VACA	<i>Bahuinia divaricata</i>	Árbol	
35	FABACEAE	LENGUA DE VACA	<i>Bahuinia jenningsii</i>	Arbustiva	

36	FABACEAE	SAKYAB	<i>Gliricidia sepium</i>	Árbol	
37	FABACEAE	SUBIN	<i>Acacia cornigera</i>	Arbustiva	
38	FABACEAE	TZALAM	<i>Lysiloma latisiliquum</i>	Árbol	
39	FLACOURTIACEAE	TAMAY	<i>Zuelania guidonea</i>	Árbol	
40	LAMIACEAE	XPUKIM	<i>Calicarpa acuminata</i>	Arbustiva	
41	LAURACEAE	NECO	<i>Nectandra coriacea</i>	Árbol	
42	LAURACEAE	PIMIENTILLO	<i>Lickaria pecki</i>	Árbol	
43	MALPIGHIACEAE	WAYACTE	<i>Malpighia glabra</i>	Árbol	
44	MALVACEAE	MAJAHUA	<i>Hampea trilobata</i>	Árbol	
45	MALVACEAE	POCHOTE	<i>Ceiba aesculifolia</i>	Árbol	
46	MALVACEAE	TULIPAN	<i>Malvaviscus arboreus</i>	Arbustiva	
47	MELIACEAE	TRIQUILIA	<i>Trichilia glabra</i>	Árbol	
48	MORACEAE	AKUM	<i>Ficus máxima</i>	Árbol	
49	MORACEAE	ALAMO	<i>Ficus cotinifolia</i>	Árbol	
50	MORACEAE	FIOB	<i>Ficus obtusifolia</i>	Árbol	
51	MORACEAE	FIPE	<i>Ficus pertusa</i>	Árbol	
52	MYRSINACEAE	PICO DE PALOMA pacu	<i>Parathesis cubana</i>	Arbustiva	
53	MYRTACEAE	CHAKNII	<i>Calyptanthes pallens</i>	Árbol	
54	MYRTACEAE	EUGENIA	<i>Eugenia sp.</i>	Árbol	
55	NINCAGINACEAE	TATSI	<i>Neea psychotrioides</i>	Árbol	
56	ORCHIDACEAE	DAMA DE NOCHE	<i>Brassavola grandiflora</i>	Epífita	
57	ORCHIDACEAE	ORQUIDEA	<i>Oeceoclades maculata</i>	Herbácea	
58	PALMAE	CHIT	<i>Thrinax radiata</i>	Palma	Amenazada
59	PALMAE	GUANO	<i>Sabal yapa</i>	Palma	
60	PALMAE	XIAT	<i>Chamaedorea seifrizii</i>	Palma	
61	PASSIFLORACEAE		<i>Passiflora sp.</i>	Trepadora	
62	POACEAE	KANCHIN	<i>Ichnanthus lanceolatus</i>	Herbácea	
63	POACEAE	SIIT	<i>Lasiacis divaricata</i>	Herbácea	
64	POLYGONACEAE	BOB	<i>Coccoloba spicata</i>	Árbol	
65	POLYGONACEAE	COAC	<i>Coccoloba acapulcensis</i>	Árbol	
66	POLYGONACEAE	SAKBOB	<i>Coccoloba diversiflora</i>	Árbol	
67	POLYGONACEAE	TSITSILCHE	<i>Gymnopodium floribundum</i>	Árbol	
68	PORTULACACEAE	VERDOLAGA	<i>Sesuvium portulacastrum</i>	Herbácea	
69	PTERIDACEAE	CULANTRILLO	<i>Pteridium aquilinum</i>	Herbácea	
70	PUTRANJIVACEAE	EKULUB	<i>Drypetes lateriflora</i>	Árbol	
71	RUBIACEAE	ALSEIS	<i>Alseis yucatanensis</i>	Árbol	
72	RUBIACEAE	CAFÉ	<i>Psychotria nervosa</i>	Arbustiva	
73	RUBIACEAE	RANDIA	<i>Randia aculeata</i>	Árbol	
74	RUBIACEAE	TASTAB	<i>Guettarda elliptica</i>	Árbol	
75	RUTACEAE	NARANJACHE	<i>Esenbeckia pentaphylla</i>	Árbol	
76	RUTACEAE	YUY	<i>Casimiroa tetrameria</i>	Árbol	

77	RUTACEAE	TAMKASCHE	<i>Pilocarpus racemosus</i>	Árbol	
78	SALICACEAE	XIMCHE	<i>Casearia corymbosa</i>	Árbol	
79	SAPINDACEAE	CUDE	<i>Cupania dentata</i>	Árbol	
80	SAPINDACEAE	HUAYA	<i>Talisia olivaeformis</i>	Árbol	
81	SAPINDACEAE	KANCHUNUP	<i>Thouinia paucidentata</i>	Árbol	
82	SAPINDACEAE	WAYAMCOX	<i>Exothea diphylla</i>	Árbol	
83	SAPOTACEAE	CAIMITO	<i>Crysophyllum caimito</i>	Árbol	
84	SAPOTACEAE	CHIKE	<i>Chrysophyllum mexicanum</i>	Árbol	
85	SAPOTACEAE	KANISTE	<i>Pouteria campechiana</i>	Árbol	
86	SAPOTACEAE	CHAKYA	<i>Sideroxylon salicifolium</i>	Árbol	
87	SAPOTACEAE	ZAPOTE	<i>Manilkara zapota</i>	Árbol	
88	SAPOTACEAE	ZAPOTE MAMEY	<i>Pouteria sapota</i>	Árbol	
89	SIMARUBACEAE	PASAK	<i>Simariba glauca</i>	Árbol	
90	ULMACEAE	SAK PIXOY	<i>Trema micrantha</i>	Arbustiva	
91	URTICACEAE	GUARUMBO	<i>Cecropia peltata</i>	Árbol	
92	VERBENACEAE	YAAXNIK	<i>Vitex gaumeri</i>	Árbol	

### V.5.6 Especies protegidas.

Entre las categorías de riesgo que tiene establecida 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 o cambio de lista de especies en riesgo publicada en el Diario Oficial de la Federación el 30 de diciembre de 2010, para las especies de flora que habitan el territorio nacional (SEMARNAT, 2010) en este predio solo se identificaron especies de plantas que corresponden a la categoría de Amenazada.

Amenazada (A).- Aquella especie, o poblaciones de la misma, que podrían llegar a encontrarse en peligro de desaparecer a corto o mediano plazos, si siguen operando los factores que inciden negativamente en su viabilidad, al ocasionar el deterioro o modificación de su hábitat o disminuir directamente el tamaño de sus poblaciones. (Esta categoría coincide parcialmente con la categoría vulnerable de la clasificación de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza, UICN).

De acuerdo con la información recopilada en este predio, se observaron dos especies, que se reportan como Amenazadas. Las especies citadas con estatus de amenazada en la NOM-059-SEMARNAT-2010: son la palma Chit (*Thrinax radiata*) y Maculis amarillo (*Tabebuia chrysantha*).

Al respecto se observa que estas especies presentan un mínimo número de individuos en el predio, en especial la especie de maculis amarillo la cual no se observó dentro de los sitios de muestreo, sin embargo durante los recorridos

realizados se observó muy esporádicamente en el predio. Ante tal situación, se tiene contemplada dar prioridad a estas especies, además se contemplan otras especies nativas para su rescate y reforestación.

**Cuadro 27. Especie bajo estatus de amenazada observada en el predio listada en la NOM-059-SEMARNAT-2010.**

Nombre científico	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010 Estatus
<i>Thrinax radiata</i>	Palma Chit	Amenazada
<i>Tabebuia chrysantha</i>	Maculis amarillo	Amenazada

### V.5.7 Densidad de individuos en el predio.

El resultado del número de individuos por cada uno de los estratos, herbáceo, arbustivo y arbóreo por la superficie total del predio y por hectárea se presenta en los siguientes cuadros.

La información obtenida de los muestreos de campo para el estrato conformado por individuos con un DN menor de 3 cm se señala en el siguiente cuadro, donde se presenta la densidad registrada de individuos para 60 m<sup>2</sup> muestreados y su extrapolación para una hectárea (cuadro 28). Se observa que la especie más abundante es *Hampea trilobata* (majahua) con una estimación de 2000 individuos por hectárea, le siguen *Psychotria nervosa* (café de monte) con 1333, *Bursera simaruba* (chaca rojo) y *Nectandra coriácea* (Neco) con estimaciones de 1000 individuos por hectárea cada uno, que en conjunto con el resto de las especies citadas son características de Selva mediana subperennifolia que corresponden a estadios herbáceos.

**Cuadro 28. Número de individuos por especie en los 12 sitios de muestreo y por hectárea en el estrato herbáceo.**

Especie	Nombre común	Ind/sitios de muestreo	Ind/ha
<i>Cascabela gaumeri</i>	AKITS	4	667
<i>Coccoloba spicata</i>	BOB	3	500
<i>Psychotria nervosa</i>	CAFÉ	8	1333
<i>Bursera simaruba</i>	CHACA	6	1000
<i>Metopium brownei</i>	CHECHEM	1	167
<i>Thrinax radiata</i>	CHIT	2	333
<i>Guettarda elliptica</i>	TASTAB	2	333
<i>Malmea depressa</i>	ELEMUY	1	167
<i>Eupatorium daleoides</i>	EUDA	2	333
<i>Eugenia sp.</i>	EUGENIA	3	500
<i>Sabal yapa</i>	GUANO	1	167

<i>Talisia olivaeformis</i>	GUAYA	1	167
<i>Malpighia glabra</i>	WAYACTE	1	167
<i>Lonchocarpus rugosus</i>	KANASIN	3	500
<i>Hampea trilobata</i>	MAJAHUA	12	2000
<i>Esenbeckia pentaphylla</i>	NARANJACHE	1	167
<i>Nectandra coriacea</i>	NECO	6	1000
<i>Parathesis cubana</i>	PACU	3	500
<i>Bahuinia divaricata</i>	PATA DE VACA	1	167
<i>Bahuinia jenningsii</i>	LENGUA DE VACA	2	333
<i>Randia aculeata</i>	RANDIA	4	667
<i>Dendropanax arboreus</i>	SACCHACA	5	833
<i>Zygia stevensonii</i>	SIST	4	667
<i>Guettarda elliptica</i>	TASTAB	3	500
<i>Malvaviscus arboreus</i>	TULIPAN	1	167
<i>Bromelia pinguin</i>	TZALBAY	1	167
<i>Casearia corymbosa</i>	XIMCHE	1	167
<i>Manilkara zapota</i>	ZAPOTE	1	167
<b>TOTAL</b>		<b>83</b>	<b>13,833</b>

La información obtenida de los muestreos de campo para el estrato arbustivo conformado por individuos con un DAP desde 3 cm y hasta 9.9 cm se manifiesta en el siguiente cuadro, donde se presenta la densidad registrada de individuos en 1200 m<sup>2</sup> y su extrapolación para una hectárea (cuadro 29). Las especies más abundantes son: *Cascabela gaumeri* (Akits) con 283 individuos arbustivos, *Diphysa yucatanensis* (Dzudzuk) y *Nectandra coriácea* (Neco) con 192 individuos cada uno por hectárea; todas sin excepción son propias e indicadoras de vegetación de Selva mediana subperennifolia.

**Cuadro 29.** Número de individuos por especie en los 12 sitios de muestreo y por hectárea en el estrato arbustivo.

Nombre científico	Nombre común	Ind/sitios de muestreo	Ind/ha
<i>Cascabela gaumeri</i>	AKITS	34	283
<i>Ficus máxima</i>	AKUM	9	75
<i>Ficus cotinifolia</i>	ALAMO	6	50
<i>Coccoloba spicata</i>	BOB	11	92
<i>Crysophillum caimito</i>	CAIMITO	1	8
<i>Bursera simaruba</i>	CHACA	5	42
<i>Calypttranthes pallens</i>	CHAKNI	1	8
<i>Sideroxylon salicifolium</i>	CHAKYA	4	33



<i>Metopium brownei</i>	CHECHEM	8	67
<i>Thrinax radiata</i>	CHIT	4	33
<i>Coccoloba sp.</i>	COCOLOBA	4	33
<i>Cordia sp.</i>	CORDIA	1	8
<i>Cupania dentata</i>	CUDE	3	25
<i>Diospyros cuneata</i>	DICU-SILIL	3	25
<i>Diospyros verae-crucis</i>	DIVE	8	67
<i>Gymnopodium floribundum</i>	TSITSILCHE	3	25
<i>Diphysa yucatanensis</i>	DZUDZUK	23	192
<i>Drypetes lateriflora</i>	EKULUB	1	8
<i>Eupatorium daleoides</i>	EUDA	6	50
<i>Eugenia sp.</i>	EUGENIA	1	8
<i>Ficus obtusifolia</i>	FIOB	3	25
<i>Ficus pertusa</i>	FIPE	12	100
<i>Platymiscum yucatanum</i>	GRANADILLO	4	33
<i>Hippocratea sp</i>	HOJA DURA	1	8
<i>Piscidia piscipula</i>	JABIN	2	17
<i>Lonchocarpus rugosus</i>	KANASIN	5	42
<i>Pouteria campechiana</i>	KANISTE	2	17
<i>Swartzia cubensis</i>	KATALOX	1	8
<i>Caesalpinia gaumer</i>	KITINCHE	2	17
<i>Hampea trilobata</i>	MAJAHUA	10	83
<i>Esenbeckia pentaphylla</i>	NARANJACHE	3	25
<i>Nectandra coriacea</i>	NECO	23	192
<i>Simariba glauca</i>	PASAK	2	17
<i>Lickaria pecki</i>	PIMIENTILLO	2	17
<i>Dendropanax arboreus</i>	SACCHACA	16	133
<i>Albizia tomentosa</i>	SAKPIICH	3	25
<i>Trema micrantha</i>	SACPIXOY	2	17
<i>Cordia dodecandra</i>	SIRICOTE	3	25
<i>Lasiacis divaricata</i>	SIST	2	17
<i>Zuelania guidonea</i>	TAMAY	2	17
<i>Guettarda elliptica</i>	TASTAB	5	42
<i>Neea psychotrioides</i>	TATSI	1	8
<i>Trichilia glabra</i>	TRIQUILIA	1	8
<i>Casearia corymbosa</i>	XIMCHE	3	25
<i>Calicarpa acuminata</i>	XPUKIN	1	8
<i>Vitex gaumeri</i>	YAAXNIC	7	58
<i>Casimiroa tetrameria</i>	YUY	2	17
<b>TOTAL</b>		<b>256</b>	<b>2,133</b>

En el caso del estrato arbóreo que en este estudio se consideró individuos de 10 cm de DAP en adelante, en el siguiente cuadro, se señala el número de individuos por especie registrados en los 12 sitios de muestreo (6,000 m<sup>2</sup>) y su extrapolación para una hectárea (cuadro 30). En este estrato destaca la especie *Bursera simaruba* simaruba (Chaca rojo) como la más conspicua con estimaciones de 18 individuos por hectárea, le sigue la especie *Vitex gaumeri* (Yaaxnic) con 17 individuos por hectárea.

**Cuadro 30.** Número de individuos por especie en los 12 sitios de muestreo y por hectárea en el estrato arbóreo.

Nombre científico	Nombre común	Ind/sitios de muestreo	Ind/ha
<i>Acacia dolichostachya</i>	ACACIA	5	8
<i>Cascabela gaumeri</i>	AKITS	6	10
<i>Ficus máxima</i>	AKUM	2	3
<i>Ficus cotinifolia</i>	ALAMO	8	13
<i>Coccoloba spicata</i>	BOB	1	2
<i>Bursera simaruba</i>	CHACA	11	18
<i>Sideroxylon salicifolium</i>	CHAKYA	1	2
<i>Metopium brownei</i>	CHECHEM	9	15
<i>Thrinax radiata</i>	CHIT	1	2
<i>Diphysa yucatanensis</i>	DZUDZUK	1	2
<i>Ficus obtusifolia</i>	FIOB	2	3
<i>Ficus pertusa</i>	FIPE	6	10
<i>Sabal yapa</i>	GUANO	2	3
<i>Cecropia peltata</i>	GUARUMBO	4	7
<i>Piscidia piscipula</i>	JABIN	4	7
<i>Lonchocarpus rugosus</i>	KANAZIN	3	5
<i>Swartzia cubensis</i>	KATALOX	1	2
<i>Albizia tomentosa</i>	SAKPIICH	3	5
<i>Neea psychotrioides</i>	TATSI	1	2
<i>Lysiloma latisiliquum</i>	TZALAM	5	8
<i>Vitex gaumeri</i>	YAAXNIK	10	17
<i>Manilkara zapota</i>	ZAPOTE	4	7
<b>TOTAL</b>		<b>90</b>	<b>150</b>

### V.5.8 Resultados de los valores obtenidos de Importancia Ecológica en el predio.

La información del valor de importancia relativa generado a partir de los muestreos para los diversos estratos de la comunidad se presenta en los siguientes cuadros.

**Cuadro 31. Valor de Importancia Relativa (VIR). Estrato herbáceo área del predio de individuos con un DN menor de 3 cm.**

Especie	Nombre común	No./Ind	Densidad Relativa	Frecuencia Relativa	Valor de Importancia Relativa
<i>Cascabela gaumeri</i>	AKITS	4	4.8	3.2	8.0
<i>Coccoloba spicata</i>	BOB	3	3.6	4.8	8.4
<i>Psychotria nervosa</i>	CAFÉ	8	9.6	9.5	19.2
<i>Bursera simaruba</i>	CHACA	6	7.2	4.8	12.0
<i>Metopium brownei</i>	CHECHEM	1	1.2	1.6	2.8
<i>Thrinax radiata</i>	CHIT	2	2.4	3.2	5.6
<i>Guettarda elliptica</i>	CUCO	2	2.4	3.2	5.6
<i>Malmea depressa</i>	ELEMUY	1	1.2	1.6	2.8
<i>Eupatorium daleoides</i>	EUDA	2	2.4	1.6	4.0
<i>Eugenia sp.</i>	EUGENIA	3	3.6	4.8	8.4
<i>Sabal yapa</i>	GUANO	1	1.2	1.6	2.8
<i>Talisia olivaeformis</i>	GUAYA	1	1.2	1.6	2.8
<i>Malpighia glabra</i>	GUAYACTE	1	1.2	1.6	2.8
<i>Lonchocarpus rugosus</i>	KANASIN	3	3.6	4.8	8.4
<i>Hampea trilobata</i>	MAJAHUA	12	14.5	9.5	24.0
<i>Esenbeckia pentaphylla</i>	NARANJACHE	1	1.2	1.6	2.8
<i>Nectandra coriacea</i>	NECO	6	7.2	7.9	15.2
<i>Parathesis cubana</i>	PACU	3	3.6	4.8	8.4
<i>Bahuinia divaricata</i>	PATA DE VACA	1	1.2	3.2	4.4
<i>Bahuinia jenningsii</i>	LENGUA DE VACA	2	2.4	1.6	4.0
<i>Randia aculeata</i>	RANDIA	4	4.8	3.2	8.0
<i>Dendropanax arboreus</i>	SACCHACA	5	6.0	6.3	12.4
<i>Zygia stevensonii</i>	SIST	4	4.8	6.3	11.2
<i>Guettarda elliptica</i>	TASTAB	3	3.6	1.6	5.2
<i>Malvaviscus arboreus</i>	TULIPAN	1	1.2	1.6	2.8
<i>Bromelia pinguin</i>	TZALBAY	1	1.2	1.6	2.8
<i>Casearia corymbosa</i>	XIMCHE	1	1.2	1.6	2.8
<i>Manilkara zapota</i>	ZAPOTE	1	1.2	1.6	2.8
<b>Totales</b>		<b>83</b>	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>	<b>200.0</b>

Cuadro 32. Valor de Importancia Relativa (VIR). Estrato arbustivo área del predio (DN desde 3 cm y hasta 9.9 cm).

Especie	Nombre común	No./Ind	Densidad Relativa	Dominancia Relativa	Frecuencia Relativa	Valor de Importancia Relativa
<i>Cascabela gaumeri</i>	AKITS	34	13.281	5.83	15.45	34.6
<i>Ficus máxima</i>	AKUM	9	3.516	2.50	3.98	10.0
<i>Ficus cotinifolia</i>	ALAMO	6	2.344	0.83	2.36	5.5
<i>Coccoloba spicata</i>	BOB	11	4.297	5.83	4.89	15.0
<i>Cryosophillum caimito</i>	CAIMITO	1	0.391	0.83	0.19	1.4
<i>Bursera simaruba</i>	CHACA	5	1.953	2.50	2.51	7.0
<i>Calyptanthes pallens</i>	CHACNI	1	0.391	0.83	0.48	1.7
<i>Sideroxylon salicifolium</i>	CHACYA	4	1.563	1.66	1.36	4.6
<i>Metopium brownei</i>	CHECHEM	8	3.125	4.16	3.37	10.7
<i>Thrinax radiata</i>	CHIT	4	1.563	2.50	5.16	9.2
<i>Coccoloba sp</i>	COCOLOBA	4	1.563	2.50	0.97	5.0
<i>Cordia sp.</i>	CORDIA	1	0.391	0.83	0.27	1.5
<i>Cupania dentata</i>	CUDE	3	1.172	1.66	0.90	3.7
<i>Diospyros cuneata</i>	DICU-SILIL	3	1.172	2.50	1.06	4.7
<i>Diospyros verae-crucis</i>	DIVE	8	3.125	4.16	2.91	10.2
<i>Gymnopodium floribundum</i>	DZISILCHE	3	1.172	1.66	0.74	3.6
<i>Diphysa yucatanensis</i>	DZUDZUK	23	8.984	3.33	9.80	22.1
<i>Drypetes lateriflora</i>	EKULUB	1	0.391	0.83	1.18	2.4
<i>Eupatorium daleoides</i>	EUDA	6	2.344	2.50	1.13	6.0
<i>Eugenia sp.</i>	EUGENIA	1	0.391	0.83	0.17	1.4
<i>Ficus obtusifolia</i>	FIQB	3	1.172	1.66	0.96	3.8
<i>Ficus pertusa</i>	FIPE	12	4.688	5.00	5.69	15.4
<i>Platymiscum yucatanum</i>	GRANADILLO	4	1.563	1.66	0.96	4.2
<i>Hippocratea sp</i>	HOJA DURA	1	0.391	0.83	0.14	1.4
<i>Piscidia piscipula</i>	JABIN	2	0.781	1.66	1.05	3.5
<i>Lonchocarpus rugosus</i>	KANASIN	5	1.953	1.66	2.02	5.6
<i>Pouteria campechiana</i>	KANISTE	2	0.781	0.83	0.78	2.4
<i>Swartzia cubensis</i>	KATALOX	1	0.391	0.83	0.40	1.6
<i>Caesalpinia gaumer</i>	KITINCHE	2	0.781	0.83	0.36	2.0
<i>Hampea trilobata</i>	MAJAHUA	10	3.906	4.16	2.16	10.2
<i>Esenbeckia pentaphylla</i>	NARANJACHE	3	1.172	0.83	1.20	3.2
<i>Nectandra coriacea</i>	NECO	23	8.984	5.83	1.20	16.0
<i>Simariba glauca</i>	PASAK	2	0.781	1.66	5.72	8.2
<i>Lickaria pecki</i>	PIMIENTILLO	2	0.781	1.66	0.43	2.9
<i>Dendropanax arboreus</i>	SACCHACA	16	6.250	2.50	0.54	9.3
<i>Albizia tomentosa</i>	SACPICH	3	1.172	1.66	6.32	9.2

<i>Trema micrantha</i>	SACPIXOY	2	0.781	1.66	2.01	4.5
<i>Cordia dodecandra</i>	SIRICOTE	3	1.172	0.83	0.86	2.9
<i>Lasiacis divaricata</i>	SIST	2	0.781	1.66	0.55	3.0
<i>Zuelania guidonea</i>	TAMAY	2	0.781	1.66	1.02	3.5
<i>Guettarda elliptica</i>	TASTAB	5	1.953	3.33	1.07	6.4
<i>Neea psychotrioides</i>	TATSI	1	0.391	0.83	0.23	1.5
<i>Trichilia glabra</i>	TRIQUILIA	1	0.391	0.83	0.41	1.6
<i>Casearia corymbosa</i>	XIMCHE	3	1.172	0.83	1.02	3.0
<i>Calicarpa acuminata</i>	XPUKIN	1	0.391	0.83	0.25	1.5
<i>Vitex gaumeri</i>	YAAXNIC	7	2.734	5.00	3.36	11.1
<i>Casimiroa tetrameria</i>	YUY	2	0.781	0.83	0.43	2.0
<b>Totales</b>		<b>256</b>	<b>100.000</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>300.0</b>

**Cuadro 33. Valor de Importancia Relativa (VIR). Estrato arbóreo área del predio de individuos con un DN de 10 cm en adelante.**

Especie	Nombre común	No./Ind	Densidad Relativa	Dominancia Relativa	Frecuencia Relativa	Valor de Importancia Relativa
<i>Acacia dolichostachya</i>	ACACIA	5	5.56	3.70	3.00	12.26
<i>Cascabela gaumeri</i>	AKITS	6	6.67	7.41	4.81	18.88
<i>Ficus máxima</i>	AKUM	2	2.22	3.70	2.04	7.96
<i>Ficus cotinifolia</i>	ALAMO	8	8.89	9.26	5.45	23.59
<i>Coccoloba spicata</i>	BOB	1	1.11	1.85	0.51	3.48
<i>Bursera simaruba</i>	CHACA	11	12.22	9.26	7.56	29.04
<i>Sideroxylon salicifolium</i>	CHACYA	1	1.11	1.85	0.61	3.57
<i>Metopium brownei</i>	CHECHEM	9	10.00	9.26	9.12	28.37
<i>Thrinax radiata</i>	CHIT	1	1.11	1.85	0.51	3.48
<i>Diphysa yucatanensis</i>	DZUDZUK	1	1.11	1.85	1.22	4.18
<i>Ficus obtusifolia</i>	FIOB	2	2.22	3.70	1.88	7.80
<i>Ficus pertusa</i>	FIPE	6	6.67	3.70	3.55	13.92
<i>Sabal yapa</i>	GUANO	2	2.22	3.70	4.99	10.91
<i>Cecropia peltata</i>	GUARUMBO	4	4.44	1.85	2.27	8.56
<i>Piscidia piscipula</i>	JABIN	4	4.44	7.41	5.00	16.85
<i>Lonchocarpus rugosus</i>	KANAZIN	3	3.33	5.56	1.42	10.30
<i>Swartzia cubensis</i>	KATALOX	1	1.11	1.85	0.51	3.48
<i>Albizia tomentosa</i>	SAKPIICH	3	3.33	3.70	1.51	8.55
<i>Neea psychotrioides</i>	TATSI	1	1.11	1.85	2.15	5.11
<i>Lysiloma latisiliquum</i>	TZALAM	5	5.56	3.70	5.62	14.88
<i>Vitex gaumeri</i>	YAAXNIK	10	11.11	7.41	7.02	25.54
<i>Manilkara zapota</i>	ZAPOTE	4	4.44	5.56	29.28	39.28
<b>Totales</b>		<b>90</b>	<b>100.000</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>300.0</b>

Los valores de importancia obtenidos para los tres estratos de la vegetación, confirman la hipótesis de que la vegetación estudiada corresponde a una comunidad de selva mediana subperennifolia de carácter secundario donde los valores más altos corresponde a especies de rápido crecimiento.

### V.5.9 Resultados de los valores obtenidos de Diversidad florística por estrato en el predio.

De esta forma, el índice se expresa como  $H'$  y contempla la cantidad de especies presentes en el área de estudio (riqueza de especies), y la cantidad relativa de individuos de cada una de esas especies (abundancia). Este índice normalmente se refiere con un número positivo, que en la mayoría de los ecosistemas naturales varía entre 1 y 5. Excepcionalmente puede haber ecosistemas con valores mayores (bosques tropicales, arrecifes de coral) o menores (algunas zonas desérticas). Entre mayor es el índice, mayor es la diversidad.

**Cuadro 34.** Diversidad ( $H'$ ), Equidad de las especies por grupo diamétrico (E). Estrato herbáceo.

Nombre científico	Nombre común	D	pi		(LNpi)
<i>Cascabela gaumeri</i>	AKITS	4	0.0482	0.146146807	-3.032546247
<i>Coccoloba spicata</i>	BOB	3	0.0361	0.120008252	-3.320228319
<i>Psychotria nervosa</i>	CAFÉ	8	0.0964	0.225484247	-2.339399066
<i>Bursera simaruba</i>	CHACA	6	0.0723	0.18990948	-2.627081139
<i>Metopium brownei</i>	CHECHEM	1	0.0120	0.053239043	-4.418840608
<i>Thrinax radiata</i>	CHIT	2	0.0241	0.089775745	-3.725693427
<i>Guettarda elliptica</i>	CUCO	2	0.0241	0.089775745	-3.725693427
<i>Malmea depressa</i>	ELEMUY	1	0.0120	0.053239043	-4.418840608
<i>Eupatorium daleoides</i>	EUDA	2	0.0241	0.089775745	-3.725693427
<i>Eugenia sp.</i>	EUGENIA	3	0.0361	0.120008252	-3.320228319
<i>Sabal yapa</i>	GUANO	1	0.0120	0.053239043	-4.418840608
<i>Talisia olivaeformis</i>	GUAYA	1	0.0120	0.053239043	-4.418840608
<i>Malpighia glabra</i>	GUAYACTE	1	0.0120	0.053239043	-4.418840608
<i>Lonchocarpus rugosus</i>	KANASIN	3	0.0361	0.120008252	-3.320228319
<i>Hampea trilobata</i>	MAJAHUA	12	0.1446	0.27960491	-1.933933958
<i>Esenbeckia pentaphylla</i>	NARANJACHE	1	0.0120	0.053239043	-4.418840608
<i>Nectandra coriacea</i>	NECO	6	0.0723	0.18990948	-2.627081139
<i>Parathesis cubana</i>	PACU	3	0.0361	0.120008252	-3.320228319
<i>Bahuinia divaricata</i>	PATA DE VACA	1	0.0120	0.053239043	-4.418840608
<i>Bahuinia jenningsii</i>	LENGUA DE VACA	2	0.0241	0.089775745	-3.725693427
<i>Randia aculeata</i>	RANDIA	4	0.0482	0.146146807	-3.032546247
<i>Dendropanax arboreus</i>	SACCHACA	5	0.0602	0.169241126	-2.809402695

<i>Zygia stevensonii</i>	SIST	4	0.0482	0.146146807	-3.032546247
<i>Guettarda elliptica</i>	TASTAB	3	0.0361	0.120008252	-3.320228319
<i>Malvaviscus arboreus</i>	TULIPAN	1	0.0120	0.053239043	-4.418840608
<i>Bromelia pinguin</i>	TZALBAY	1	0.0120	0.053239043	-4.418840608
<i>Casearia corymbosa</i>	XIMCHE	1	0.0120	0.053239043	-4.418840608
<i>Manilkara zapota</i>	ZAPOTE	1	0.0120	0.053239043	-4.418840608
		83	1.00	3.0	
			H=	3.0	
			Hmax=	3.3	
			Equitabilidad=	0.91	

Cuadro 35. Diversidad (H'), Equidad de las especies por grupo diamétrico (E). Estrato arbustivo.

Nombre científico	Nombre común	D	pi		(LNpi)
<i>Cascabela gaumeri</i>	AKITS	34	0.1328	0.268124122	-2.01881692
<i>Ficus máxima</i>	AKUM	9	0.0352	0.117701468	-3.347952867
<i>Ficus cotinifolia</i>	ALAMO	6	0.0234	0.087970734	-3.753417975
<i>Coccoloba spicata</i>	BOB	11	0.0430	0.135234781	-3.147282172
<i>Cryosophillum caimito</i>	CAIMITO	1	0.0039	0.021660849	-5.545177444
<i>Bursera simaruba</i>	CHACA	5	0.0195	0.076869913	-3.935739532
<i>Calyptanthes pallens</i>	CHACNI	1	0.0039	0.021660849	-5.545177444
<i>Sideroxylon salicifolium</i>	CHACYA	4	0.0156	0.064982548	-4.158883083
<i>Metopium brownei</i>	CHECHEM	8	0.0313	0.108304247	-3.465735903
<i>Thrinax radiata</i>	CHIT	4	0.0156	0.064982548	-4.158883083
<i>Coccoloba sp</i>	COCOLOBA	4	0.0156	0.064982548	-4.158883083
<i>Cordia sp.</i>	CORDIA	1	0.0039	0.021660849	-5.545177444
<i>Cupania dentata</i>	CUDE	3	0.0117	0.052108185	-4.446565156
<i>Diospyros cuneata</i>	DICU-SILIL	3	0.0117	0.052108185	-4.446565156
<i>Diospyros verae-crucis</i>	DIVE	8	0.0313	0.108304247	-3.465735903
<i>Gymnopodium floribundum</i>	DZISILCHE	3	0.0117	0.052108185	-4.446565156
<i>Diphysa yucatanensis</i>	DZUDZUK	23	0.0898	0.216494978	-2.409683229
<i>Drypetes lateriflora</i>	EKULUB	1	0.0039	0.021660849	-5.545177444
<i>Eupatorium daleoides</i>	EUDA	6	0.0234	0.087970734	-3.753417975
<i>Eugenia sp.</i>	EUGENIA	1	0.0039	0.021660849	-5.545177444
<i>Ficus obtusifolia</i>	FIOB	3	0.0117	0.052108185	-4.446565156
<i>Ficus pertusa</i>	FIPE	12	0.0469	0.143450194	-3.060270795
<i>Platymiscum yucatanum</i>	GRANADILLO	4	0.0156	0.064982548	-4.158883083
<i>Hippocratea sp</i>	HOJA DURA	1	0.0039	0.021660849	-5.545177444
<i>Piscidia piscipula</i>	JABIN	2	0.0078	0.037906486	-4.852030264
<i>Lonchocarpus rugosus</i>	KANASIN	5	0.0195	0.076869913	-3.935739532
<i>Pouteria campechiana</i>	KANISTE	2	0.0078	0.037906486	-4.852030264

<i>Swartzia cubensis</i>	KATALOX	1	0.0039	0.021660849	-5.545177444
<i>Caesalpinia gaumeri</i>	KITINCHE	2	0.0078	0.037906486	-4.852030264
<i>Hampea trilobata</i>	MAJAHUA	10	0.0391	0.126663764	-3.242592351
<i>Esenbeckia pentaphylla</i>	NARANJACHE	3	0.0117	0.052108185	-4.446565156
<i>Nectandra coriacea</i>	NECO	23	0.0898	0.216494978	-2.409683229
<i>Simariba glauca</i>	PASAK	2	0.0078	0.037906486	-4.852030264
<i>Lickaria pecki</i>	PIMIENTILLO	2	0.0078	0.037906486	-4.852030264
<i>Dendropanax arboreus</i>	SACCHACA	16	0.0625	0.173286795	-2.772588722
<i>Albizia tomentosa</i>	SACPICH	3	0.0117	0.052108185	-4.446565156
<i>Trema micrantha</i>	SACPIXOY	2	0.0078	0.037906486	-4.852030264
<i>Cordia dodecandra</i>	SIRICOTE	3	0.0117	0.052108185	-4.446565156
<i>Lasiacis divaricata</i>	SIST	2	0.0078	0.037906486	-4.852030264
<i>Zuelania guidonea</i>	TAMAY	2	0.0078	0.037906486	-4.852030264
<i>Guettarda elliptica</i>	TASTAB	5	0.0195	0.076869913	-3.935739532
<i>Neea psychotrioides</i>	TATSI	1	0.0039	0.021660849	-5.545177444
<i>Trichilia glabra</i>	TRIQUILIA	1	0.0039	0.021660849	-5.545177444
<i>Casearia corymbosa</i>	XIMCHE	3	0.0117	0.052108185	-4.446565156
<i>Calicarpa acuminata</i>	XPUKIN	1	0.0039	0.021660849	-5.545177444
<i>Vitex gaumeri</i>	YAAXNIC	7	0.0273	0.098417465	-3.599267295
<i>Casimiroa tetrameria</i>	YUY	2	0.0078	0.037906486	-4.852030264
		256	1.00	3.4	
			H=	3.4	
			Hmax=	3.9	
			Equitabilidad=	0.87	

**Cuadro 36.** Diversidad ( $H'$ ), Equidad de las especies por grupo diamétrico (E). Estrato Arbóreo.

Nombre científico	Nombre común	D	pi		(LNpi)
<i>Acacia dolichostachya</i>	ACACIA	5	0.0556	0.160576209	-2.890371758
<i>Cascabela gaumeri</i>	AKITS	6	0.0667	0.18053668	-2.708050201
<i>Ficus máxima</i>	AKUM	2	0.0222	0.0845925	-3.80666249
<i>Ficus cotinifolia</i>	ALAMO	8	0.0889	0.215143834	-2.420368129
<i>Coccoloba spicata</i>	BOB	1	0.0111	0.049997885	-4.49980967
<i>Bursera simaruba</i>	CHACA	11	0.1222	0.256900649	-2.101914398
<i>Sideroxylon salicifolium</i>	CHACYA	1	0.0111	0.049997885	-4.49980967
<i>Metopium brownei</i>	CHECHEM	9	0.1000	0.230258509	-2.302585093
<i>Thrinax radiata</i>	CHIT	1	0.0111	0.049997885	-4.49980967
<i>Diphysa yucatanensis</i>	DZUDZUK	1	0.0111	0.049997885	-4.49980967
<i>Ficus obtusifolia</i>	FIOB	2	0.0222	0.0845925	-3.80666249
<i>Ficus pertusa</i>	FIPE	6	0.0667	0.18053668	-2.708050201



<i>Sabal yapa</i>	GUANO	2	0.0222	0.0845925	-3.80666249
<i>Cecropia peltata</i>	GUARUMBO	4	0.0444	0.138378458	-3.113515309
<i>Piscidia piscipula</i>	JABIN	4	0.0444	0.138378458	-3.113515309
<i>Lonchocarpus rugosus</i>	KANAZIN	3	0.0333	0.113373246	-3.401197382
<i>Swartzia cubensis</i>	KATALOX	1	0.0111	0.049997885	-4.49980967
<i>Albizia tomentosa</i>	SAKPIICH	3	0.0333	0.113373246	-3.401197382
<i>Neea psychotrioides</i>	TATSI	1	0.0111	0.049997885	-4.49980967
<i>Lysiloma latisiliquum</i>	TZALAM	5	0.0556	0.160576209	-2.890371758
<i>Vitex gaumeri</i>	YAAXNIK	10	0.1111	0.244136064	-2.197224577
<i>Manilkara zapota</i>	ZAPOTE	4	0.0444	0.138378458	-3.113515309
		90	1.00	2.8	
			<b>H=</b>	<b>2.8</b>	
			<b>Hmax=</b>	<b>3.1</b>	
			<b>Equitabilidad=</b>	<b>0.91</b>	

De acuerdo con los resultados, la diversidad florística de los diferentes estratos es muy similar, siendo el estrato arbustivo el que presenta la mayor riqueza de especies con un valor H de 3.4, seguido del estrato arbóreo y herbáceo el menos diverso con un valor H de 2.8 y 3.0 respectivamente, este valor es considerado como mediano. Lo anterior nos indica que la vegetación se encuentra en un proceso de recuperación del dosel en el caso del estrato arbóreo.

La equitatividad (E) puede entenderse como que: tan uniformemente están distribuidos los individuos entre las especies (Newman, 2003). Esto es, refleja la distribución de individuos entre especies (Clements y Newman, 2002). Se puede medir comparando la diversidad observada en una comunidad contra la diversidad máxima posible de una comunidad hipotética con el mismo número de especies. Respecto a la flora del predio la equidad no presenta grandes diferencias entre los tres estratos cada uno de ellos se distribuye prácticamente de manera equitativa, observándose una pequeña diferencia entre el estrato arbustivo contra los estratos herbáceos y arbóreos.

De acuerdo con los valores obtenidos se puede apreciar que la vegetación presente en el predio del proyecto, respecto a los estratos herbáceo, arbustivo y arbóreo presenta una tendencia a la equidad, existiendo una variedad de especies en el área de estudio. Para el estrato herbáceo y arbóreo, los valores obtenidos son de 0.91 muy cercano a 1, y para el estrato arbustivo fue de 0.87 lo que significa que la equidad está muy bien repartida.

**Cuadro 37. Diversidad de especies por estrato de acuerdo con el índice de Shannon-Wiener.**

ESTRATOS	H	HMAX	E
Herbáceo	3.0	3.3	0.91
Arbustivo	3.4	3.9	0.87
Arbóreo	2.8	3.1	0.91

## V.6 Fauna

La caracterización de la fauna en el sitio del proyecto dentro de la parcela 222, fue realizada con el objeto de describir la fauna de vertebrados que existen en él y determinar la presencia de especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

La metodología empleada para el reconocimiento de los vertebrados terrestres ha quedado descrita en el capítulo 4 en el apartado de la descripción de la fauna del sistema ambiental.

Los resultados obtenidos del trabajo de campo se presentan en el siguiente cuadro, en donde se observa que el grupo mejor representado son las aves con 39 especies, seguido de los reptiles con 10, mamíferos con 8 especies y 2 anfibios. De acuerdo con el listado se observa la presencia de ciertas especies que se caracterizan por pertenecer a hábitats perturbados, encontrándose comúnmente en los centros de población, siendo el caso de la lagartija (*Anolis sagrei*) y el zanate (*Quiscalus mexicanus*).

Con la finalidad de estandarizar el análisis de los datos para los diversos grupos de vertebrados terrestres, una vez que se calculó la abundancia relativa se asignaron las siguientes categorías de abundancia de acuerdo con lo propuesto para aves por Petingill (1969):

- Abundante.-De 90% hasta 100% de abundancia relativa
- Común.-De 65% hasta 89% de abundancia relativa.
- Frecuente.-Con 31% hasta 64% de abundancia relativa.
- Escasa.-Con 10% hasta 30% de abundancia relativa
- Rara.- Con 1% hasta 9% de abundancia relativa.

**Cuadro 38. Abundancia relativa de las especies registradas en el predio del proyecto.**

N o	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	REGISTRO DE CAMPO	Abundancia relativa	
				%	Clase
ANFIBIOS					
1	<i>Bufo marinus</i>	Sapo	2	100	Abundante
2	<i>Bufo valliceps</i>	Sapo	1	50	Frecuente
REPTILES					

N o	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	REGISTRO DE CAMPO	Abundancia relativa	
				%	Clase
1	<i>Ameiva undulata</i>	Lagartija metálica	2	66	Común
2	<i>Anolis sagrei</i>	Lagartija chipoyo	2	66	Común
3	<i>Basiliscus vittatus</i>	Toloke	1	33	Frecuente
4	<i>Ameiva undulata</i>	Lagartija	1	33	Frecuente
5	<i>Anolis sagrei</i>	Lagartija	1	33	Frecuente
6	<i>Coniophanes imperialis</i>	Culebra rayada	1	33	Frecuente
7	<i>Ctenosaura similis</i>	Iguana rayada	3	100	Abundante
8	<i>Conophis lineatus</i>	Culebra	1	33	Frecuente
9	<i>Norops rodriguezii</i>	Toloquito	2	66	Común
10	<i>Sceloporus crysostictus</i>	Lagartija escamosa	2	66	Común
<b>AVES</b>					
1	<i>Amazilia rutila</i>	Colibrí canelo	1	14	Escasa
3	<i>Arremonops rufivirgatus</i>	Gorrión oliváceo	2	29	Escasa
4	<i>Buteo magnirostris</i>	Aguililla caminera	1	14	Escasa
5	<i>Cardinales cardinales</i>	Cardenal	2	29	Escasa
6	<i>Centurus pygmaeus</i>	Carpintero yucateco	2	29	Escasa
7	<i>Colinus nigrogularis</i>	Torcacita	2	29	Escasa
8	<i>Columba flavirostris</i>	Paloma morada	1	14	Escasa
9	<i>Columbina passerina</i>	Tortolita común	2	29	Escasa
10	<i>Columbina talpacoti</i>	Tórtola rojiza	2	29	Escasa
11	<i>Conopus cinereus</i>	Mosquero	1	14	Escasa
12	<i>Crotophaga sulcirostris</i>	Garrapatero pijuy	1	14	Escasa
13	<i>Crypturellus cinnamomeus</i>		2	29	Escasa
14	<i>Cyanocorax morio</i>	Pea	3	43	Frecuente
15	<i>Cyanocorax yncas</i>	Chara verde	1	14	Escasa
16	<i>Cyanocorax yucatanicus</i>	Chara yucateca	1	14	Escasa
17	<i>Dendroica petechia</i>	Chipee amarillo	2	29	Escasa
18	<i>Dives dives</i>	Tordo cantor	2	29	Escasa
19	<i>Dryocopus lineatus</i>	Carpintero lineado	2	29	Escasa
20	<i>Icterus auratus</i>	Bolsero yucateco	1	14	Escasa
21	<i>Icterus cucullatus</i>	Bolsero cuculador	2	29	Escasa
22	<i>Icterus gularis</i>	Bolsero de altamira	2	29	Escasa
23	<i>Leptotila verreauxi</i>	Paloma	1	14	Escasa
24	<i>Melanerpes aurifrons</i>	Carpintero frentidorad	1	14	Escasa
25	<i>Mimus gilvus</i>	Cenzontle	4	57	Frecuente
26	<i>Momotus momota</i>	Momoto cabeza negra	2	29	Escasa
27	<i>Myiarchus tyrannulus</i>	Copetón tirano	1	14	Escasa
28	<i>Myiodynastes luteiventris</i>	Mosquero	1	14	Escasa
29	<i>Myiozetetes similis</i>	Luis gregario	1	14	Escasa
30	<i>Ortalis vetula</i>	Chachalaca	5	71	Común
31	<i>Passerina ciris</i>	Mariposo	2	29	Escasa
32	<i>Piaya cayana</i>	Cuco	2	29	Escasa
33	<i>Piranga rubra</i>	Tángara roja	1	14	Escasa
34	<i>Pitangus sulphuratus</i>	Luis grande	1	14	Escasa
35	<i>Quiscalus mexicanus</i>	Zanate mexicano	7	100	Abundante

N o	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	REGISTRO DE CAMPO	Abundancia relativa	
				%	Clase
36	<i>Troglodytes aedon</i>	Saltapared sureño	1	14	Escasa
37	<i>Turdus grayi</i>	Ruiseñor	1	14	Escasa
38	<i>Tyrannus melancholicus</i>	Tirano tropical	2	29	Escasa
39	<i>Zenaida asiatica</i>	Paloma alas blancas	1	14	Escasa
MAMIFEROS					
1	<i>Artibeus jamaicensis</i>	Murciélago	2	66	Común
2	<i>Dasiprocta punctata</i>	Sereque	2	66	Común
3	<i>Didelphys marsupialis</i>	Tlacuache	2	66	Común
4	<i>Nasua narica</i>	Tejón	3	100	Abundante
5	<i>Peromyscus yucatanicus</i>	ratón	2	66	Común
6	<i>Odocoileus virginianus</i>	Venado cola blanca	1	33	Frecuente
7	<i>Porcion lotor</i>	Mapache	1	33	Frecuente
8	<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	Zorra gris	1	33	Frecuente

Para determinar el índice de diversidad en el caso de la fauna se estimó el Índice de Shannon-Wiener para medir la riqueza de especies registrada en el predio. Los resultados por grupo se presentan en los siguientes cuadros.

**Cuadro 39. Diversidad (H') y Equidad de las especies por grupo de los Anfibios**

Registro	Anfibios	Nombre	D-muestra	Pi		(LNpi)
1	<i>Bufo marinus</i>	Sapo	2	0.6667	0.270310072	-0.405465108
2	<i>Bufo valliceps</i>	Sapo	1	0.3333	0.366204096	-1.098612289
			3	1.00	0.6	
				H=	0.6	
				Hmax=	0.7	
				Equitabilidad=	0.92	

**Cuadro 40. Diversidad (H') y Equidad de las especies por grupo de los Reptiles**

Registro	Reptiles	Nombre	D-muestra	Pi		(LNpi)
1	<i>Ameiva undulata</i>	Lagartija metálica	2	0.1250	0.259930193	-2.079441542
2	<i>Anolis sagrei</i>	Lagartija chipoyo	2	0.1250	0.259930193	-2.079441542
3	<i>Basiliscus vittatus</i>	Toloke	1	0.0625	0.173286795	-2.772588722
4	<i>Ameiva undulata</i>	Lagartija	1	0.0625	0.173286795	-2.772588722
5	<i>Anolis sagrei</i>	Lagartija	1	0.0625	0.173286795	-2.772588722
6	<i>Coniophanes imperialis</i>	Culebra rayada	1	0.0625	0.173286795	-2.772588722
7	<i>Ctenosaura similis</i>	Iguana rayada	3	0.1875	0.313870581	-1.673976434
8	<i>Conophis lineatus</i>	Culebra	1	0.0625	0.173286795	-2.772588722
9	<i>Norops rodriguezii</i>	Toloquito	2	0.1250	0.259930193	-2.079441542
10	<i>Sceloporus crysostictus</i>	Lagartija escamosa	2	0.1250	0.259930193	-2.079441542
			16	1.00	2.2	0

			H=	2.2	
			Hmax=	2.3	
			Equitabilidad=	0.96	

Cuadro 41. Diversidad (H') y Equidad de las especies por grupo de las Aves

Registro	Aves	Nombre	D-muestra	Pi		(LNpi)
1	<i>Amazilia rutila</i>	Colibrí canelo	1	0.0145	0.061363862	-4.234106505
3	<i>Arremonops rufivirgatus</i>	Gorrión oliváceo	2	0.0290	0.102636502	-3.540959324
4	<i>Buteo magnirostris</i>	Aguililla caminera	1	0.0145	0.061363862	-4.234106505
5	<i>Cardinales cardinales</i>	Cardenal	2	0.0290	0.102636502	-3.540959324
6	<i>Centurus pygmaeus</i>	Carpintero yucateco	2	0.0290	0.102636502	-3.540959324
7	<i>Colinus nigrogularis</i>	Torcacita	2	0.0290	0.102636502	-3.540959324
8	<i>Columba flavirostris</i>	Paloma morada	1	0.0145	0.061363862	-4.234106505
9	<i>Columbina passerina</i>	Tortolita común	2	0.0290	0.102636502	-3.540959324
10	<i>Columbina talpacoti</i>	Tórtola rojiza	2	0.0290	0.102636502	-3.540959324
11	<i>Conopus cinereus</i>	Mosquero	1	0.0145	0.061363862	-4.234106505
12	<i>Crotophaga sulcirostris</i>	Garrapatero pijuy	1	0.0145	0.061363862	-4.234106505
13	<i>Crypturellus cinnamomeus</i>		2	0.0290	0.102636502	-3.540959324
14	<i>Cyanocorax morio</i>	Pea	3	0.0435	0.136325835	-3.135494216
15	<i>Cyanocorax yncas</i>	Chara verde	1	0.0145	0.061363862	-4.234106505
16	<i>Cyanocorax yucatanicus</i>	Chara yucateca	1	0.0145	0.061363862	-4.234106505
17	<i>Dendroica petechia</i>	Chipee amarillo	2	0.0290	0.102636502	-3.540959324
18	<i>Dives dives</i>	Tordo cantor	2	0.0290	0.102636502	-3.540959324
19	<i>Dryocopus lineatus</i>	Carpintero lineado	2	0.0290	0.102636502	-3.540959324
20	<i>Icterus auratus</i>	Bolsero yucateco	1	0.0145	0.061363862	-4.234106505
21	<i>Icterus cucullatus</i>	Bolsero cuculador	2	0.0290	0.102636502	-3.540959324
22	<i>Icterus gularis</i>	Bolsero de altamira	2	0.0290	0.102636502	-3.540959324
23	<i>Leptotila verreauxi</i>	Paloma	1	0.0145	0.061363862	-4.234106505
24	<i>Melanerpes aurifrons</i>	Carpintero frentedorad	1	0.0145	0.061363862	-4.234106505
25	<i>Mimus gilvus</i>	Cenzontle	4	0.0580	0.165090559	-2.847812143
26	<i>Momotus momota</i>	Momoto cabeza negra	2	0.0290	0.102636502	-3.540959324
27	<i>Myiarchus tyrannulus</i>	Copetón tirano	1	0.0145	0.061363862	-4.234106505
28	<i>Myiodynastes luteiventris</i>	Mosquero	1	0.0145	0.061363862	-4.234106505
29	<i>Myiozetetes similis</i>	Luis gregario	1	0.0145	0.061363862	-4.234106505
30	<i>Ortalis vetula</i>	Chachalaca	5	0.0725	0.190193376	-2.624668592
31	<i>Passerina ciris</i>	Mariposo	2	0.0290	0.102636502	-3.540959324
32	<i>Piaya cayana</i>	Cuco	2	0.0290	0.102636502	-3.540959324
33	<i>Piranga rubra</i>	Tángara roja	1	0.0145	0.061363862	-4.234106505
34	<i>Pitangus sulphuratus</i>	Luis grande	1	0.0145	0.061363862	-4.234106505
35	<i>Quiscalus mexicanus</i>	Zanate mexicano	7	0.1014	0.232135862	-2.288196356

36	<i>Troglodytes aedon</i>	Saltapared sureño	1	0.0145	0.061363862	-4.234106505
37	<i>Turdus grayi</i>	Ruiseñor	1	0.0145	0.061363862	-4.234106505
38	<i>Tyrannus melancholicus</i>	Tirano tropical	2	0.0290	0.102636502	-3.540959324
39	<i>Zenaida asiatica</i>	Paloma alas blancas	1	0.0145	0.061363862	-4.234106505
			69	1.00	3.5	-3.33067E-16
				H=	3.5	
				Hmax=	3.6	
				Equitabilidad=	0.96	

**Cuadro 42. Diversidad (H') y Equidad de las especies por grupo de los Mamíferos**

Registro	Mamíferos	Nombre	D-muestra	Pi		(LNpi)
1	<i>Artibeus jamaicensis</i>	Murciélago	2	0.1429	0.277987164	-1.945910149
2	<i>Dasiprocta punctata</i>	Sereque	2	0.1429	0.277987164	-1.945910149
3	<i>Didelphys marsupialis</i>	Tlacuache	2	0.1429	0.277987164	-1.945910149
4	<i>Nasua narica</i>	Tejón	3	0.2143	0.330095366	-1.540445041
5	<i>Peromyscus yucatanicus</i>	ratón	2	0.1429	0.277987164	-1.945910149
6	<i>Odocoileus virginianus</i>	Venado cola blanca	1	0.0714	0.188504095	-2.63905733
7	<i>Porcion lotor</i>	Mapache	1	0.0714	0.188504095	-2.63905733
8	<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	Zorra gris	1	0.0714	0.188504095	-2.63905733
			14	1.00	2.0	-2.22045E-16
				H=	2.0	
				Hmax=	2.1	
				Equitabilidad=	0.97	

Como es de esperarse, el grupo de las aves obtuvo el valor H más alto con 3.5 que se considera mediano, en tanto que los reptiles y los mamíferos obtuvieron un Índice H de 2.2 y 2 considerado bajo. La equitatividad resultó muy similar en los cuatro grupos. Los anfibios obtuvieron un índice de 0.6 muy bajo en razón a que sólo se registraron dos especies. La equitatividad resultó muy similar en todos los grupos.

El escaso número de especies registradas en este estudio encuentra su explicación en dos aspectos fundamentales: el estado de deterioro de la vegetación originado por las perturbaciones meteorológicas y antropogénicas, por la presencia humana debido a que la zona de estudio se encuentra muy próxima a sitios habitados y por los ruidos continuos que se generan en las obras en construcción colindantes.

De acuerdo con los resultados obtenidos, en el predio habita la Iguana gris (*Ctenosaura similis*) que cuenta con el estatus de especies amenazada y protección especial en la NOM-059-SEMARNAT-2010. Con base en los resultados obtenidos de la fauna de vertebrados terrestres que se registró en el predio donde se realizará la construcción del desarrollo habitacional se establecen las siguientes conclusiones:

1. Debido a la condición de la vegetación del predio, la cual presenta evidencias notorias de actividades antropogénicas y secuelas de eventos hidrometeorológicos recurrentes, la mayoría de las especies de fauna que se registraron en el predio toleran o se ven favorecidas por el desarrollo de actividades humanas.
2. En el predio no existen sitios críticos que merezcan un tratamiento especial; sin embargo, el registro de la Iguana gris (*Ctenosaura similis*) y la especie Toloque (*Laemanctus serratus*) requieren que para estas especies en particular y para el resto de la fauna en general se apliquen medidas para evitar su captura, daño o muerte. A este respecto, será necesario implementar un Programa de Rescate y ahuyentamiento de Fauna Silvestre que forma parte de las medidas de mitigación del proyecto.

## **VI. ESTIMACIÓN DEL VOLUMEN POR ESPECIE DE LAS MATERIAS PRIMAS FORESTALES DERIVADAS DEL CAMBIO DE USO DE SUELO.**

De acuerdo con la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, las materias primas forestales son los productos del aprovechamiento de los recursos forestales que no han sufrido procesos de transformación hasta el segundo grado (*Capítulo II, artículo 7, inciso XVII*); por lo que a continuación se describe la metodología que se aplicó en este estudio para su estimación.

### **VI.1 Metodología para el inventario forestal en el área propuesta para el cambio de uso del suelo.**

En el presente estudio la caracterización dasométrica de la vegetación se hizo con base a un inventario forestal con un sistema de muestreo de tipo sistemático para una mejor distribución de las unidades de muestreo en campo, con una intensidad de muestreo del 1.1% para las especies de blandas y duras tropicales. La distancia entre cada unidad de muestreo fue de 250 m entre hileras y 200 m entre columnas.

Para determinar la estructura y composición florística de los ecosistemas que se distribuyen en el predio, primeramente la vegetación fue caracterizada de acuerdo a criterios fisonómicos, para ello se realizó el análisis de la carta de usos de suelo y vegetación de la Escala 1:250,000 Serie V. INEGI. A partir de estas, se determinó la presencia de los patrones de distribución de la vegetación, mismos que fueron corroborados durante un extenso recorrido de campo a través del cual se pudo constatar que la vegetación está compuesta por Vegetación Secundaria de Selva Mediana Subperennifolia.

Del recorrido de prospección previamente indicado, y considerando las dimensiones del predio, se optó por realizar un muestreo de vegetación cuyos puntos de las unidades de muestreo fueron distribuidos sistemáticamente, de tal manera que se generaron en total 20 unidades de muestreo para el cálculo del volumen.

Una vez determinado el número de unidades y su distribución sistemática en un plano, fueron obtenidas las coordenadas UTM del punto central de cada unidad de muestreo. Una vez en campo, con el apoyo del plano obtenido en gabinete, las coordenadas de los sitios y un GPS (*Global Positioning System*), fue posible ubicar los puntos de cada sitio de muestreo, cuya orientación se estableció con la ayuda de una brújula. Una vez marcadas las unidades se procedió a la delimitación de los sitios para dar paso al inventario y registro de los individuos existentes.



### VI.1.1 Diseño de muestreo.

El inventario forestal se realizó mediante un diseño de muestreo sistemático (figura 36) distribuidos a todo lo largo de la superficie propuesta para el CUSTF del proyecto distribuidas aproximadamente a cada 250 m entre sitios, se realizó un inventario forestal que constó de 20 unidades de muestreo generales.

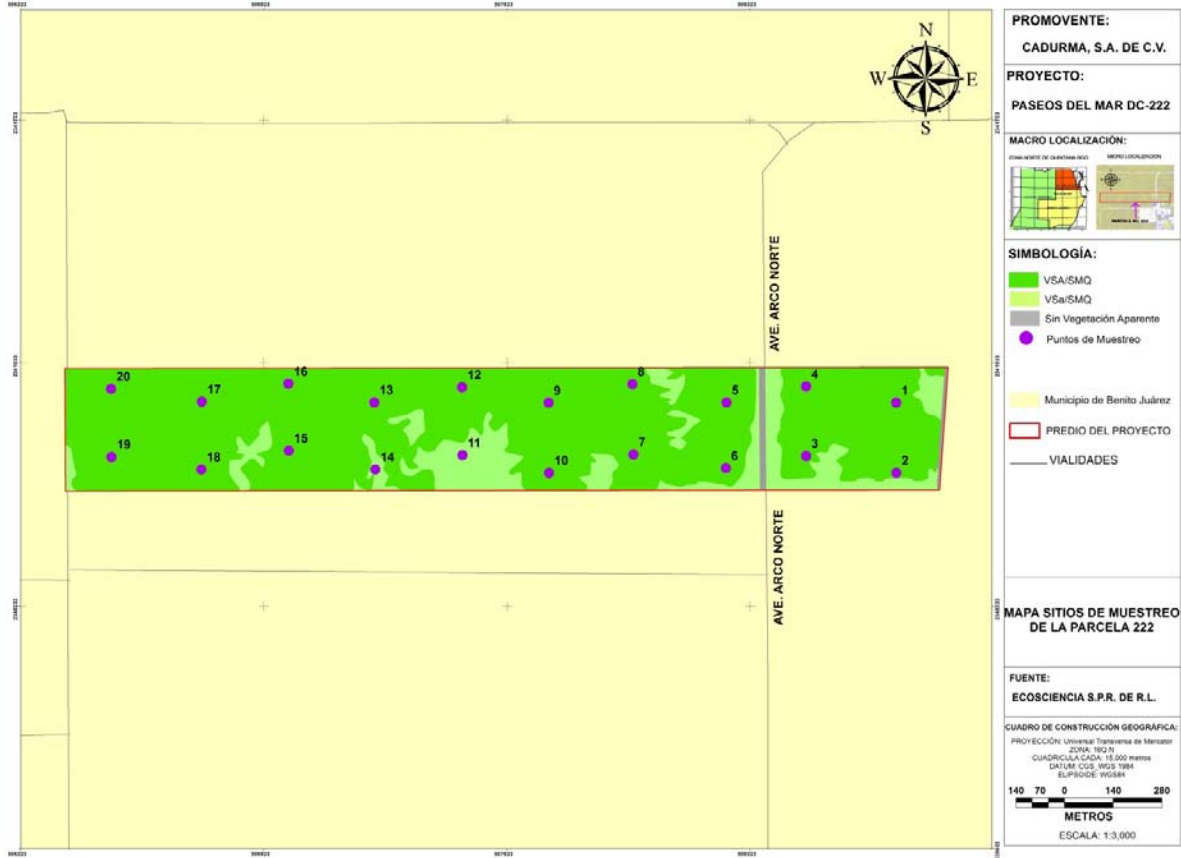


Figura 36. Distribución espacial de las unidades de muestreo en el predio.

### VI.1.2 Forma y tamaño de los sitios de muestreo.

Cada unidad de muestreo se realizó de manera circular la cual consistió en una unidad de 500 m<sup>2</sup>, (12.6 m de radio) con subunidades concéntricas de 100 m<sup>2</sup> (5.54 m de radio) y 5 m<sup>2</sup> (1.25 m de radio). En los círculos de 500 m<sup>2</sup>, se llevó a cabo el muestreo de todos los individuos enraizados con diámetro del tallo medidos a 1.30 metros del suelo (DAP) mayor a 10 cm. En la unidad de 100 m<sup>2</sup>, se realizó el muestreo de todos los individuos de 3 a 9.9 cm de diámetro. En la unidad de 5m<sup>2</sup> se registran los individuos de la regeneración menores de 3 cm de diámetro.

En la unidad de 500 m<sup>2</sup> se realizó el muestreo del arbolado, marcando cada individuo con numeración seguida y obteniendo el registro de la clave o nombre común de la especie, el diámetro del tallo medidos a 1.30 metros del suelo, sin importar si se encontraban deformes, torcidos o inclinados, se tomó la altura total hasta el ápice de los individuos. En las subunidades de muestreo de 100 m<sup>2</sup> se registró el número de individuos juveniles. Así como la clave o nombre común de la especie, el diámetro del tallo medidos a 1.30 metros del suelo y la altura total. Mientras que en las subunidades de 5 m<sup>2</sup> solo se registra el nombre de la especie y la altura de cada individuo herbáceo.

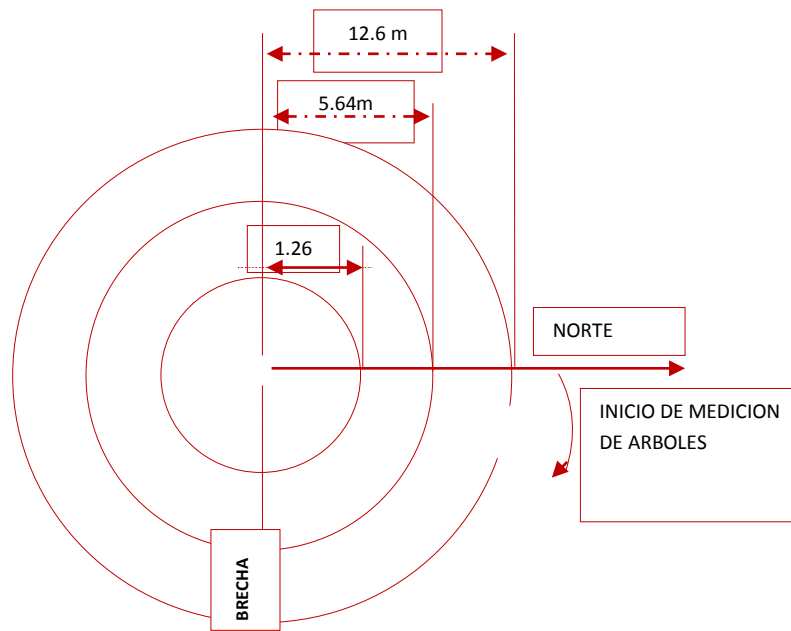


Figura 37. Esquema de las unidades circulares o concéntricas utilizadas en el levantamiento de datos de campo del estudio base.

### VI.1.3 Intensidad de muestreo.

Las 20 unidades de muestreo de 500 m<sup>2</sup> que se establecieron sistemáticamente dentro del predio donde se pretende el proyecto "Paseos del Mar DC-222", se obtuvo una superficie total de muestreo de 10,000 m<sup>2</sup> que representa un poco más del 1.1% de intensidad de muestreo de la superficie propuesta a solicitud de cambio de uso del suelo en Terrenos Forestales conformada en una superficie de 88.35 hectáreas.

Las intensidades se estimaron con la siguiente fórmula:  $IM(\%) = \text{Intensidad e muestreo } (\%)$ .

$$IM(\%) = \frac{\text{Superficie muestreada}}{\text{Superficie total}} * 100$$

Para las unidades de 500 m<sup>2</sup>:

$$IM (%) = \frac{10,000}{883,518.04} * 100 = 1.1\%$$

Dónde:

IM (%) = Intensidad de muestreo expresada en porcentaje.

Los resultados de su aplicación indican que se alcanzó una intensidad de muestreo adecuado.

En el siguiente cuadro 43, se presenta la ubicación del centro de las unidades de muestreo conforme al número de sitio que corresponde.

**Cuadro 43.** Ubicación de los sitios de muestreo. Se presentan las coordenadas en UTM de los sitios de muestreo empleados durante el levantamiento de datos en campo. Datum WGS-84 México.

Ubicación geográfica de los sitios de muestreo		
No. Sitio	Coordenadas geográficas en UTM con Datum WGS-84	
	X	Y
1	508744	2340919
2	508745	2340717
3	508485	2340766
4	508485	2340966
5	508256	2340920
6	508254	2340731
7	507988	2340770
8	507985	2340973
9	507744	2340919
10	507745	2340717
11	507496	2340768
12	507495	2340964
13	507242	2340920
14	507245	2340727
15	506996	2340781
16	506995	2340974
17	506746	2340922
18	506745	2340727
19	506486	2340763
20	506485	2340959

En las siguientes imágenes se ilustra parte del trabajo de campo implementado durante el inventario forestal.



Señalización de los sitios de muestreo



Medición de DAP



Árboles marcados para verificación

Figura 38. Se muestra parte del trabajo de campo durante el inventario forestal del predio del proyecto.

#### VI.1.4 Procesamiento de la información.

En cuanto a las fórmulas utilizadas para el procesamiento de los datos para el cálculo de área basal y Volumen Total Árbol (VTA) por especie, se usó la hoja de cálculo EXCEL, para obtener los resultados que más adelante se describen.

### VI.1.5 Fórmulas utilizadas.

El área basal es la superficie de la sección transversal del tallo de un árbol. El área basal (AB) se calcula mediante el diámetro medidos a 1.30 metros del suelo o también llamada a la altura del pecho, según la siguiente fórmula:

Para estimar el área basal se utilizó la siguiente fórmula:

$$AB_{m^2} = 0.7854(DN_m)^2$$

Dónde:

AB = Área basal (m<sup>2</sup>).

DN = Diámetro normal (m).

DN = Diámetro a la altura del pecho (m<sup>2</sup>)

$\frac{1}{4}\pi$  = Un cuarto de Pi = (3.1416)/4

El área basal de una especie, de una categoría diamétrica, de un grupo diamétrico ya sea por hectárea o de todo el predio es igual a la suma de las áreas basales de todos los árboles considerados en cada caso.

El cálculo del Volumen Total Árbol (VTA), se realizó considerando los resultados del Inventario Nacional Forestal de 1960. Para determinar el Volumen Total de los Árboles existentes por hectárea y en la superficie del proyecto para el cambio de uso de suelo propuesto, se utilizaron las ecuaciones de volúmenes para 13 grupos de especies para utilizarse en el Primer Inventario Nacional Forestal del estado de Campeche.

Los grupos de especies suman en total 49 especies y las ecuaciones generadas se observan en el Cuadro 44. Son estas las ecuaciones más utilizadas en Campeche y al mismo tiempo, son las que maneja el paquete de cómputo Selva que fue generado por el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias INIFAP.

### VI.1.6 Modelos matemáticos para estimar Volumen:

El modelo que se utilizó para construir las tablas de volúmenes fue el siguiente:

$$V_{cc} = \text{Exp}[\beta_0 + \beta_1 \text{Log}(D) + \beta_2 \text{Log}(A)]$$

Dónde:

*Exp*= base de los logaritmos neperianos.

*Log*= logaritmo natural.

**Cuadro 44.** Ecuaciones utilizadas para volúmenes con corteza (V<sub>CC</sub>), en m<sup>3</sup> para las especies localizadas en el predio.

Grupo	Ecuación	Nombre científico
IV.	$V_{CC} = e^{[9.84923104+1.91175328LN(D)+1.04555238LN(A)]}$	<i>Manilkarazapota</i>
V.	$V_{CC} = e^{[9.88284891+1.92178549LN(D)+1.04714889LN(A)]}$	<i>Bursera simaruba</i>
VIII.	$V_{CC} = e^{[8.81312542+1.56449274LN(D)+1.08361129LN(A)]}$	<i>Metopiumbrownei</i>
X.	$V_{CC} = e^{[9.56438150+1.82330416LN(D)+1.01741981LN(A)]}$	<i>Lysilomabahamensis</i> <i>Swartziacubensis</i>
XI	$V_{CC} = e^{[9.52774573+1.76329569LN(D)+1.08168791LN(A)]}$	<i>Thevetiagaumeri</i>
XIII. Otras	$V_{CC} = e^{[9.41737421+1.76385327LN(D)+1.04067809LN(A)]}$	<i>Acacia dolichostachya</i> <i>Ficus máxima</i> <i>Ficus cotinifolia</i> <i>Coccoloba spicata</i> <i>Diospyros verae-crucis</i> <i>Ficus pertusa</i> <i>Ficus obtusifolia</i> <i>Thrinax radiata</i> <i>Sabal yapa</i> <i>Lonchocarpus rugosus</i> <i>Caesalpinia gaumeri</i> <i>Ceiba aesculifolia</i> <i>Albizia tomentosa</i> <i>Neea psychotrioides</i> <i>Sideroxylon salicifolium</i> <i>Diphysa yucatanensis</i> <i>Cecropia peltata</i>

Cuando no existían ecuaciones para algunas especies, se utilizaron las fórmulas existentes generadas por De los Santos (1976) en el área concesionada a la Unidad de Explotación Forestal Maderas Industrializadas de Quintana Roo, elaboró tablas de volúmenes con corteza y sin corteza para seis grupos de especies de los montes de la Península de Yucatán, agrupando un total de 33 especies del estado de Quintana Roo.

El modelo utilizado fue el de la variable combinada:

$$V_{cc} = \beta_0 + \beta_1 D^2 A$$

**Cuadro 45.** Ecuaciones de volúmenes con corteza (V<sub>CC</sub>) y sin corteza (V<sub>SC</sub>) (m<sup>3</sup>) para grupos de especies del estado de Quintana Roo.

GRUPO	ECUACIÓN	NOMBRE COMUNES	NOMBRE CIENTIFICO
1 Cedro rojo	$V_{CC}=0.12267+0.000055393AD^2$ $V_{SC}=0.07055+0.000047705AD^2$	Cedro rojo	<i>Cedrelaodorata L.</i>
2. Blandas corrientes	$V_{CC}=0.01219+0.000057946AD^2$	<i>Caáscat</i> <i>Ceiba</i>	<i>Lueheaspeciosa</i> <i>Ceiba pentandra</i>

	$V_{SC}=0.01247+0.000047554AD^2$	<i>Copal</i> <i>Chacah</i> <i>Higo mono</i> <i>Jobo</i> <i>Maculís</i> <i>Negrilo o paasak</i> <i>Sacchacah</i> <i>Tastab</i>	<i>Protium copal</i> <i>Bursera simaruba</i> <i>Picussa</i> <i>Spondias mombin</i> <i>Tabebuia rosea</i> <i>Simarouba glauca</i> <i>Dendropanax arboreus</i> <i>Guettarda combsii</i>
3 Duras corrientes	$V_{CC}=0.01686+0.000056743AD^2$ $V_{SC}=0.00842+0.000050894AD^2$	<i>Bojón</i> <i>Ciricote</i> <i>Chactecoc</i> <i>Chacteviga</i> <i>Chechem negro</i> <i>Chicozapote</i> <i>Chintoc</i> <i>Granadillo</i> <i>Guayacán</i> <i>Jabín</i> <i>Kanixte</i> <i>Katalox</i> <i>Machiche</i> <i>Mora</i> <i>Pucté</i> <i>Ramón</i> <i>Tzalam</i> <i>Ya'axnic</i> <i>Zapotillo</i>	<i>Cordia alliodora</i> <i>Cordiadodecandra</i> <i>Sickingia salvadorensis</i> <i>Caesalpinia platyloba</i> <i>Metopium brownei</i> <i>Manilkara zapota</i> <i>Krugiodendron ferreum</i> <i>Platymiscium yucatanum</i> <i>Guaiacum sanctum</i> <i>Psicidia piscipula</i> <i>Pouteria campechiana</i> <i>Swartzia cubensis</i> <i>Lonchocarpus castilloi</i> <i>Macluratinctoria</i> <i>Bucida buceras</i> <i>Brosimum alcastrum</i> <i>Lysiloma bahamensis</i> <i>Vitex gaumeri</i> <i>Sideroxylon meyeri</i>
4 Amapola	$V_{CC}=0.05678+0.000049483AD^2$ $V_{SC} = 0.03139 + 0.000038954AD^2$	<i>Amapola</i>	<i>Pseudobombax ellipticum</i>
5 Caoba de planadas	$V_{CC}=0.23266+0.000048213AD^2$ $V_{SC}=0.17110+0.000041591AD^2$	<i>Caoba</i>	<i>Swietenia macrophylla King</i>
6 Caoba de bajos	$V_{CC}=0.20363+0.000048128AD^2$ $V_{SC}=0.13579+0.000042044AD^2$	<i>Caoba</i>	<i>Swietenia macrophylla King</i>

Las formulas desarrolladas estiman solo volumen de fuste total (VFT). Para obtener el Volumen Total Árbol VTA, al VFT se multiplica por el factor de conversión que permite estimar el Volumen Total del Árbol, y para obtener el VFL, al VFT se multiplica por coeficiente mórfico, dicho factor se calculó para las especies registradas en el predio, mismas que se presentan en el cuadro 46.

**Cuadro 46. Factores de conversión a Volumen Total Árbol (VTA)**

Factor	Especies
2.153	<i>Chaca</i>
2.018	<i>Chechem</i>
2.510	<i>Jabín</i>
2.165	<i>Tzalam, katalox</i>
2.160	<i>Chicozapote</i>
2.500	<i>Otras (Especies tropicales comunes)</i>

## VI.1.7 Resultados de la estimación del Volumen Total Árbol de las materias primas forestales.

Existencias Volumétricas Total (VTA) para todas las especies.

En el cuadro 47, se resume el promedio (estadístico básico) de las variables dasométricas para cada una de las especies inventariadas, se presentan los cálculos obtenidos las existencias volumétricas reales por hectárea y por la superficie de cambio de uso de suelo en el que se incluyen todas las especies registradas en la superficie propuesta de CUSTF, como se ha mencionado se tomó la altura total de los individuos, medidos desde los 10 centímetros de diámetro en adelante sin importar si los individuos se encontraban deformes, torcidos o inclinados.

En total se estimó un Volumen Total Árbol (VTA) de 35.873 m<sup>3</sup> con corteza por hectárea, el Volumen Total Árbol estimado que se pudiera encontrar en la superficie solicitada de cambio de uso de suelo en las 88.35 hectáreas es de 3,169.411 m<sup>3</sup> con corteza, las especies que contribuyen más en este volumen son las especies *Manilkara zapota*, *Metopium brownei* y *Psicidia piscipula*.

En el siguiente cuadro se presenta el Volumen Total Árbol de cada especie expresada por hectárea y por la superficie de cambio de uso del suelo estimado a partir de los datos obtenidos del inventario forestal para el proyecto.

**Cuadro 47.** Concentrado del número total de individuos con DN  $\geq$  10 cm (IND/HA), área basal (AB/HA) expresada en m<sup>2</sup>, Volumen Total Árbol m<sup>3</sup> (VTA) y por la superficie sujeta a CUSTF de las especies identificadas en el terreno forestal para el proyecto.

Especie	Nombre común	Por hectárea				Por 88.35 hectáreas		
		DN/prom	IND/HA	AB/HA (m <sup>2</sup> /ha)	VTA/HA (m <sup>3</sup> /ha)	IND/CUSF (88.35 ha)	AB/CUSF (88.35 ha)	VTA/CUSF (88.35 ha)
<i>Cascabela gaumeri</i>	AKITZ	12.29	10	0.134	1.107	884	11.853	97.835
<i>Acacia dolichostachya</i>	ACACIA	12.34	5	0.060	0.563	442	5.345	49.756
<i>Bursera simaruba</i>	CHACA ROJO	12.5	15	0.188	1.492	1325	16.612	131.860
<i>Metopium brownei</i>	CHECHEM	15.5	13	0.266	2.777	1149	23.519	245.386
<i>Manilkara zapota</i>	CHICOZAPOTE	42.6	9	1.397	15.934	795	123.384	1407.816
<i>Lysiloma latisiliquum</i>	TZALAM	15.7	7	0.147	1.326	618	12.973	117.121
Ficus máxima	AKUM	19.6	5	0.159	1.345	442	14.086	118.872
<i>Ficus cotinifolia</i>	ALAMO	13.2	12	0.173	0.987	1060	15.279	87.169
<i>Coccoloba spicata</i>	BOB	10.8	2	0.018	0.095	177	1.612	8.405
<i>Swartzia cubensis</i>	KATALOX	11.5	1	0.010	0.081	88	0.918	7.138



Especie	Nombre común	Por hectárea				Por 88.35 hectáreas		
		DN/prom	IND/HA	AB/HA (m <sup>2</sup> /ha)	VTA/HA (m <sup>3</sup> /ha)	IND/CUSF (88.35 ha)	AB/CUSF (88.35 ha)	VTA/CUSF (88.35 ha)
<i>Diospyros verae-crucis</i>	DIVE	10.7	1	0.009	0.094	88	0.794	8.274
<i>Ficus pertusa</i>	FIPE	11.94	17	0.193	1.204	1502	17.066	106.343
<i>Ficus obtusifolia</i>	FIOB	16.8	6	0.141	1.172	530	12.438	103.569
<i>Thrinax radiata</i>	CHIT	10.8	2	0.018	0.103	177	1.612	9.064
<i>Sabal yapa</i>	GUANO	24.0	5	0.236	1.347	442	20.863	119.019
<i>Lonchocarpus rugosus</i>	KANASIN	12.0	4	0.060	0.621	353	5.289	54.907
<i>Caesalpinia gaumeri</i>	KITIMCHE	11.5	1	0.010	0.091	88	0.918	8.003
<i>Ceiba aesculifolia</i>	PIM	22	1	0.038	0.359	88	3.359	31.698
<i>Albizia tomentosa</i>	SACPICH	11.3	3	0.030	0.308	265	2.688	27.168
<i>Neea psychotrioides</i>	TATSI	23.5	1	0.043	0.320	88	3.832	28.230
<i>Sideroxylon salicifolium</i>	CHACYA	12.5	1	0.012	0.123	88	1.084	10.884
<i>Psicidia piscipula</i>	JABIN	13.9	23	0.368	2.316	2032	32.476	204.603
<i>Diphysa yucatanensis</i>	DZUDZUK	16.2	2	13.500	0.368	177	1192.749	32.503
<i>Cecropia peltata</i>	GUARUMBO	12.0	4	0.046	0.488	353	4.037	43.139
<i>Vitex gaumeri</i>	YAAXNIC	13.4	14	0.206	1.252	1237	18.195	110.650
<b>Total</b>			<b>164</b>	<b>17.464</b>	<b>35.873</b>	<b>14,490</b>	<b>1,542.981</b>	<b>3,169.411</b>

Los resultados del inventario forestal en el predio nos permiten concluir que en el terreno destinado para el cambio de uso del suelo para el proyecto "Paseos del Mar Dc-222", por la composición de especies y las características dasométricas del arbolado que presenta, existen por hectárea 164 individuos, el estimado que se pudiera encontrar en la superficie de cambio de uso de suelo propuesto es de 14,490 individuos, como ya se ha mencionado el volumen total árbol por hectárea es de 35.873 m<sup>3</sup>, el volumen total árbol estimado que se pudiera encontrar en la superficie solicitada de cambio de uso de suelo en las 88.35 hectáreas es de 3,169.41 m<sup>3</sup>. (Los resultados obtenidos de área basal y volumen se estimaron con las Ecuaciones de volúmenes con corteza).

## VII. PLAZO Y FORMA DE EJECUCIÓN DEL CAMBIO DE USO DE SUELO.

### VII.1 Plazo de ejecución para el cambio de uso de suelo en terreno forestal.

El programa de trabajo tiene por objeto precisar las actividades que se habrán de realizar y los períodos de tiempo en que se llevarán a cabo cada una de éstas acciones. Para este proyecto se solicita un plazo de 3 años para llevar a cabo la ejecución del cambio de uso del suelo. Este plazo se solicita tomando en cuenta las características del proyecto "Paseos del Mar DC-222", considerando que se tiene programado el cambio de uso de suelo en 3 etapas que corresponden a las Etapa I, Etapa II y Etapa III, cada etapa se propone para un periodo de 1 año (12 meses), con la finalidad de evitar los procesos de erosión de los suelos, evitando así los tiempos prolongados sin edificación.

Todas las etapas realizan las mismas actividades de manera secuencial como se ha resumido en el CAPITULO II, a continuación se presenta el programa de actividades. El programa de trabajo tiene por objeto precisar las actividades que se habrán de realizar y los períodos de tiempo en que se llevarán a cabo cada una de éstas acciones. Para este proyecto se solicita un plazo de tres años necesarios para llevar a cabo la ejecución del cambio de uso del suelo.

**Cuadro 48.** Programa de trabajo para las actividades de cambio de uso de suelo forestal para el proyecto "Paseos del Mar DC-222".

<b>Etapa I (Año 1)</b>												
<b>Actividades</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>12</b>
Trazo topográfico para la delimitación del predio	■											
Trazo y delimitación física de áreas de desmonte. Etapa I.	■											
Acondicionamiento del vivero temporal	■											
Rescate de vegetación	■	■										
Rescate de Fauna y Ahuyentamiento		■	■	■	■							
Desmonte y despalme			■	■	■							
Almacenamiento y triturado de material vegetal				■	■	■						
Clasificación y reutilización del material de despalme							■	■				
Nivelación y compactación							■	■				
Reforestación y Reubicación de especies forestales								■	■	■	■	
Mantenimiento			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
<b>Etapa II (Año 2)</b>												
<b>Actividades</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>12</b>

Trazo y delimitación física de áreas de desmonte. Etapa II.	1												
Rescate de vegetación	1	2											
Rescate de Fauna y Ahuyentamiento		2	3	4	5								
Desmonte y despalme			3	4	5								
Almacenamiento y triturado de material vegetal					5	6							
Clasificación y reutilización del material de despalme							7	8					
Nivelación y compactación							7	8					
Reforestación y Reubicación de especies forestales								8	9	10	11		
Mantenimiento	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
<b>Etapa III (Año 3)</b>													
<b>Actividades</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>12</b>	
Trazo y delimitación física de áreas de desmonte. Etapa III.	1												
Rescate de vegetación	1	2	3										
Rescate de Fauna y Ahuyentamiento		2	3	4	5								
Desmonte y despalme			3	4	5								
Almacenamiento y triturado de material vegetal					5	6							
Clasificación y reutilización del material de despalme							7	8					
Nivelación y compactación							7	8					
Reforestación y Reubicación de especies forestales								8	9	10	11		
Mantenimiento	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	

## VII.2 Forma de ejecución para el cambio de uso de suelo en terreno forestal

A la obtención de los permisos y autorizaciones correspondientes se dará inicio a las labores de cambio de uso del suelo de acuerdo con el siguiente programa de trabajo.

Para la ejecución del cambio de uso de suelo de la etapa programada se consideran las siguientes actividades relacionadas con el cambio de uso del suelo, las cuales se pretenden ajustar en tiempo conforme a los requerimientos y avances del proyecto. Por lo que dentro de las actividades más relevantes se tiene lo siguiente:

---

**Trazo y delimitación de áreas de desmonte.-** Esta actividad la realizara una cuadrilla de topografía. Se realizará la delimitación topográfica del proyecto, delimitando las respectivas áreas de desmonte y despalme, con la utilización de estacas de 1.5 m a 1.80 m de alto pintadas de color llamativo (rojo o naranja), para garantizar que los trabajos de desmonte y despalme no excedan lo establecido en el proyecto. Además por cada etapa se delimitaran las áreas propuestas de cambio de uso de suelo.

**Acondicionamiento del vivero.** El vivero será temporal por lo cual se considera de construcción rústica y, no contará con ningún tipo de infraestructura permanente. Para el caso se aprovechará el dosel de los árboles para proporcionar sombra a los ejemplares rescatados con lo que únicamente se realizará una limpieza de la zona retirando ramas y vegetación herbácea que impidan la colocación y formación de grupos de las plantas rescatadas sobre el piso. Se ha considerado su ubicación en un sitio con disponibilidad de agua dentro del predio, lo que permitirá realizar el riego adecuado de todos los ejemplares a través de la utilización de una cisterna plástica, no enterrada, de tipo Rotoplas de 5,000 litros que será abastecida a través de camiones de pipas de agua. Para mantener la humedad del suelo en la base de las plantas, se realizarán riegos abundantes durante los primeros cuatro días dejando de regar el quinto día. Posteriormente se realizarán riegos cada tercer día según el clima prevaleciente, procurando que la tierra se mantenga siempre húmeda desde la superficie hasta, por lo menos 15 cm al fondo, pero con el cuidado que no sea excesivo para evitar que la raíz de las plantas se pudra o que se infeste con hongos.

**Rescate y reubicación de vegetación.-** Esta actividad la realizan un grupo de trabajadores con experiencia en el manejo de cultivos, de preferencia jardineros y ayudantes de jardinería bajo la supervisión de un profesional con experiencia en el manejo de viveros y manipulación de plantas nativas. Consiste en la extracción, embolsado y recuperación de las plantas susceptibles de ser trasplantadas. Dando especial atención a las especies protegidas. Se rescatarán todos los ejemplares de flora protegidos por la NOM-059-SEMARNAT-2010. El esfuerzo de rescate se centrará sobre los individuos de especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 que puedan ser extraídos, mantenidos en vivero y, posteriormente reubicadas.

**Rescate y ahuyentamiento de fauna.** Un aspecto importante antes de realizar las actividades de cambio de uso de suelo de las áreas es implementar el Programa de Rescate y Ahuyentamiento de Fauna. Dicho programa se presenta en la sección de anexo, en el cual se describen todas las actividades y metodologías a utilizar para llevarlo a cabo. Durante todo el periodo en el que se realice esta actividad, un especialista en manejo de fauna recorrerá las áreas previas al desmonte, con la finalidad de efectuar el rescate de la fauna silvestre de poca movilidad y los cuales deben ser trasladados a las áreas que aún conserven vegetación. Considerando las

condiciones del predio, no se espera que exista un número significativo de organismos a ser reubicados. Esta aseveración se base en el hecho de que la Aves son el grupo más frecuentes en la zona, las cuales por sus hábitos voladores pueden alejarse prontamente de los espacios por afectar. Así, se prevé que las acciones del rescate de especies animales se concentrarán en aquellos organismos de poca movilidad.

**Desmante y despalme.-** Esta actividad se realiza una vez que se liberan las áreas por el personal encargado de realizar el rescate ecológico. El desmante y el despalme se realizan con maquinaria pesada tanto los residuos vegetales como el material del despalme se depositan en sitios separados. Los residuos vegetales serán triturados y vertidos a las áreas verdes consideradas para el proyecto y en el vivero para generar composta.

**Almacenamiento de residuos vegetales.-** Los residuos vegetales se clasifican, y almacenan en sitios separados y protegidos dentro del área desmontada hasta que se requieran para las labores de reforestación. Durante las labores de reforestación se extiende una capa uniforme para favorecer la infiltración de las precipitaciones y evitar el arrastre de partículas del suelo expuesto en las áreas verdes en su caso.

**Clasificación y reutilización del material de despalme.-** El material residual de despalme se separa y clasifica para el aprovechamiento de los materiales pétreos en labores de nivelación y la tierra vegetal mediante cernido para que se utilice en el vivero y durante la reforestación y jardinería.

**Nivelación y compactación.-** Estas actividades se realizan como parte del proceso de construcción, consisten en la conformación de terraplenes.

**Reforestación y reubicación con plantas nativas.-** Seguidamente después de la conclusión de la etapa constructiva, en las áreas verdes se recomienda iniciar las labores de reforestación reubicando las plantas rescatadas tanto en los espacios afectados, como en parques, jardines. Camellones y frentes de las casas habitaciones.

**Mantenimiento.-** Durante el desarrollo de todas las actividades se deberá mantener limpio de desechos el frente de trabajo. Así como todas instalaciones que requiera el proyecto. Además de que todos los desechos que sean generados deberán ser trasladados al sitio que indique la autoridad competente. En este caso, se debe considerar que todos los residuos de origen vegetal deben ser triturados e integrados por medio de compostas al sustrato. Además de que se debe fomentar el reciclaje de aquellos productos como son plásticos, pedacería de metales, papel, cartón, producto de los trabajadores.

Por lo tanto y de acuerdo con el programa de trabajo de este proyecto se concluye que las actividades preliminares para la remoción de la vegetación en su conjunto se pretenden ejecutar de manera escalonada y gradual, antes del inicio de la obra, y luego de obtener todos los permisos y autorizaciones, para llevar a cabo el cambio de uso del suelo en el terreno forestal que incluye un periodo de 36 meses para la remoción de la vegetación.

De acuerdo con el programa de trabajo de este proyecto se contempla que las actividades preliminares de preparación del sitio, desmonte y despalme, así como las medidas propuestas para el cambio de uso del suelo se ejecuten dentro del periodo establecido de acuerdo con el programa propuesto.

Las obras y actividades provisionales previstas en el proyecto son:

- Instalación de servicios sanitarios portátiles a razón de 1 por cada 20 trabajadores.
- Construcción de una bodega de obra, la cual será edificada a base de estructuras de madera y lámina negra de cartón, y será destinada al almacenamiento de herramientas y materiales de construcción que requieren de protección ante las inclemencias del tiempo, asimismo, servirá como dormitorio del velador contratado para el cuidado de estos recursos, esta instalación se realizará dentro de la superficie sujeta a cambio de uso de suelo.
- Colocación de contenedores de residuos sólidos rotulados, distribuidos uniformemente en las diferentes áreas de trabajo.
- Se implementará un área (vivero provisional), destinada a la estancia temporal de las plantas que sean rescatadas previo a su trasplante.
- Colocación de un tinaco de plástico para almacén del agua purificada para el consumo de los trabajadores.
- No se crearán dormitorios provisionales para los trabajadores, lo anterior considerando que la mano de obra a emplear será principalmente local de la ciudad de Cancún, desplazándose todos los días de sus hogares al área de trabajo.

Todas estas obras y actividades provisionales del proyecto, serán retiradas al culminar la etapa de construcción del mismo y antes de su conclusión.

## **VIII. VEGETACIÓN QUE DEBA RESPETARSE O ESTABLECERSE PARA PROTEGER LAS TIERRAS FRÁGILES.**

La definición establecida en el Artículo 2, fracción XXXV del Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS), que a la letra dice:

*"Artículo 2..*

*XXXV. Tierras Frágiles aquéllas, que 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.*

La Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales en su portal oficial de internet publica el documento electrónico denominado Informe de la situación del Medio Ambiente en México, el cual en su versión 2008, localizable en la liga [http://app1.semarnat.gob.mx/dgeia/informe\\_2008/index\\_informe\\_2008.html](http://app1.semarnat.gob.mx/dgeia/informe_2008/index_informe_2008.html), señala: *"la Convención de las Naciones Unidas para la Lucha contra la Desertificación y la Sequía (UNCCD, por sus siglas en inglés), definió a la degradación de la tierra como "la reducción o pérdida de la productividad económica y de la complejidad de los ecosistemas terrestres, incluyendo a los suelos, la vegetación y otros componentes bióticos de los ecosistemas, así como los procesos ecológicos, biogeoquímicos e hidrológicos que tienen lugar en los mismos". En este sentido, la degradación de la tierra incluye a la degradación del suelo, de los recursos hídricos y de la vegetación, los cambios en la frecuencia de incendios, las alteraciones en los ciclos biogeoquímicos y las invasiones biológicas, entre otros fenómenos."*

En ese tenor, el referido documento oficial señala que en México las tierras frágiles se localizan en las zonas muy áridas, áridas, semiáridas y subhúmedas secas las cuales ocupan aproximadamente 128 millones de hectáreas, es decir, más de la mitad del país. Las zonas muy áridas y áridas se encuentran principalmente en Baja California, Baja California Sur, Coahuila, Chihuahua y Sonora, representando 49% del total de las tierras secas del país. Las zonas semiáridas abarcan 29%, distribuidas en su mayoría en el desierto Sonorense y en los estados del altiplano mexicano; y el 22% corresponde a las zonas subhúmedas secas de Campeche y Yucatán, el Golfo de México y las costas del Océano Pacífico desde Sinaloa hasta Chiapas.

De acuerdo al decreto por el cual se establece el Programa de Ordenamiento Ecológico Local (POEL) del Municipio de Benito Juárez, Quintana Roo publicado en el periódico oficial del estado de Quintana Roo el 27 de Febrero de 2014 (actualización), el predio del proyecto que nos ocupa se encuentra en la Unidad de Gestión Ambiental (UGA) 21 denominada "Zona Urbana de Cancún" con una Política

Ambiental de Aprovechamiento Sustentable, y por lo tanto sujeto a los parámetros del Programa de desarrollo Urbano 2104-2030 (Publicado el 27 de febrero 2014, en el periódico oficial del estado de Quintana Roo en Tomo I, número 19 extraordinario Octava época) y por el Programa de Desarrollo Urbano de Centro de Población de Cancún 2014-2030.

Por lo antes mencionado, el desarrollo urbano del predio es un escenario que se tiene contemplado en los instrumentos de planeación ambiental y urbanos correspondientes, y por lo tanto se solicita el CUSTF de 88.35 hectáreas que corresponden al 98.81% de la superficie total del terreno.

Sin embargo, de acuerdo con el Artículo 132 de la Ley del Equilibrio y la Protección al Ambiente del Estado de Quintana Roo se establece que "*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.*

*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%, y predios cuya superficie sea de 3,001 metros cuadrados en adelante, proporcionarán como área verde el 40% como mínimo".*

Dado que el predio tiene una superficie total de 89.41 hectáreas, el proyecto cuenta con una superficie total de áreas permeables del 40% distribuida en áreas verdes como parques, jardines, camellones, estacionamiento y patios de las casas habitaciones todas ellas serán acondicionadas con vegetación nativa producto del rescate de la flora.

De manera complementaria, se contempla el rescate de plantas sanas y vigorosas de las especies silvestres que se encuentren en la superficie de despalme, incluyendo de manera particular las especies protegidas y aquellas especies útiles con fines ornamentales que se encuentren en este predio y se programa la reforestación y reubicación con especies nativas en las áreas verdes y en las áreas propuestas por el proyecto como son las áreas para jardines, parques y patios de las propiedades.

Sin embargo, como se ha señalado el proyecto pretende mantener 10.84% como áreas verdes y áreas comunes compuesta por parques y jardines, más



29.16% de áreas permeables compuesta por 5.87 has de camellones de las vialidades, 3.97 has de estacionamiento de las unidades habitacionales y 16.23 has de los patios de las casas que se destinarán para áreas jardinadas.

En diversos estudios de ordenamiento ecológico se contempla la fragilidad ambiental considerándola como "la capacidad intrínseca de la unidad territorial a enfrentar agentes de cambio, basado en la fortaleza propia de los componentes y en la capacidad y velocidad de regeneración del medio". Sin embargo los resultados planteados resultan en algunos casos contradictorios, al asignar valores de mayor fragilidad a las unidades fragmentadas y con alta incidencia de actividades antrópicas, mientras que otros estudios reconocen mayor fragilidad ambiental en las unidades con ecosistemas mejor conservados y con mayor desarrollo de las comunidades vegetales.

En este trabajo de acuerdo con Chiappy (2001), se realiza una evaluación de la fragilidad de los ecosistemas presentes en el predio de este proyecto, definida como la susceptibilidad de los complejos naturales ante el impacto que pueden ocasionar tanto los procesos naturales como las diferentes acciones antropogénicas a las que pueden estar expuestos. Por lo que las consecuencias esperadas están en función de la intensidad, duración y extensión de los eventos de perturbación y de sus efectos potenciales que pueden alterar la composición, estructura y funcionamiento de los ecosistemas y por lo tanto su estabilidad.

En este caso, el sitio del proyecto se encuentra en un **SA** altamente fragmentado por fenómenos como la urbanización y crecimiento poblacional que se registran en el mismo. La vegetación presente corresponde a **vegetación secundaria arbórea derivada de selva mediana subperennifolia** producto de la perturbación en la vegetación primaria, debido principalmente a actividades antropogénicas y fenómenos meteorológicos como son los recientes huracanes que se han presentado en la zona.

Con respecto al índice de erodabilidad, en este trabajo se utiliza la metodología CORINE (Díaz *et. al.*, 2008), para determinar el índice de riesgo de erosión potencial (IREP) y actual del sitio del proyecto (IREA), en la cual se obtienen cuatro índices relacionados con el comportamiento de los elementos:

- Índice de Erosividad (FI): Se mide partir de la intensidad y cantidad de precipitaciones mediante la siguiente fórmula:

$$FI = \sum_{i=1}^{12} \frac{P_i^2}{\bar{P}} \text{ Donde. } P_i^2 : \text{Precipitación total en el mes } i.$$

$\bar{P}$  : Precipitación total media anual.

Se clasifican como clase 1 (muy baja) los valores menores que 60, como clase 2 (baja) los valores entre 60 y 90, clase 3 (moderada) entre 90 y 120, clase 4 (alta) entre 120 y 160, y clase 5 (muy alta) mayores de 160.

- Índice de Erodabilidad (Er): Se mide a partir de la profundidad, textura y pedregosidad de los suelos, mediante la siguiente fórmula:

$$Er = \text{Clase de Textura} \times \text{Clase de Profundidad} \times \text{Clase de Pedregosidad}$$

La clase de textura se clasifica como: clase 1 (ligeramente erodible) los suelos de composición arcilloso, arcilloso arenoso, arcilloso limoso; clase 2 (moderadamente erodible) los suelos de composición loam arcilloso arenoso, loam arcilloso, loam arcilloso limoso, loam arenoso, arenoso; y clase 3 (altamente erodible) los suelos loam, loam limoso, limoso, loam arenoso.

La clase de profundidad es: clase 1 (ligeramente erodible) en suelos de profundidad del horizonte A mayor que 750 mm, clase 2 (moderadamente erodible) en suelos de profundidad entre 250 y 750 mm, y clase 3 (altamente erodible) en suelos de profundidad menor 250 mm.

La clase de pedregosidad es: clase 1 (completamente protegido) cuando el porcentaje de cobertura de piedras del suelo es mayor del 10 %, y clase 2 (no completamente protegido) cuando es menor del 10 %.

- Índice de Pendiente (IP): Se mide a partir de las pendientes (topografía). El índice de pendiente expresada en porcentaje, es igual a 1 (de ondulado a plano) cuando el porcentaje es menor que 5, 2 (ondulado) cuando oscila entre 5 y 15, 3 (empinado) si varía entre 15 y 30, y 4 (muy empinado) para porcentajes mayores de 30.
- Índice de Cubierta vegetal (ICV): Se establece el índice de cubierta vegetal por un sistema sencillo (binario) de clasificación donde se asigna 1 (totalmente cubierta) si el suelo está ocupado por bosques, pastos permanentes y malezas, y 2 (no totalmente cubierta) si se usa como tierras cultivadas o en barbecho.

Considerando los índices previamente citados, la erosión potencial del sitio del proyecto se determina aplicando la siguiente fórmula:

$$\text{IREP} = \text{FI} \times \text{Er} \times \text{IP}$$

De acuerdo con la fórmula calculada, el índice de riesgo de erosión potencial (IREP) es 1 (bajo) si el resultado está entre 0 y 5, es igual a 2 (moderado) si el resultado está entre 5 y 11, y a 3 (alto) para un resultado mayor que 11.

Aunado a lo anterior, para determinar el Índice de Riesgo de Erosión Actual (IREA), se calcula interpolando el índice de cubierta vegetal con el índice de riesgo de erosión potencial (cuadro 49) de la manera siguiente:

**Cuadro 49. Matriz para la determinación del índice de riesgo actual (IREA).**

Índice de cubierta vegetal	Nulo (0)	bajo (1)	Moderado (2)	Alto (3)
1	0	1	1	2
2	0	1	2	3

Considerando la precipitación del municipio de Benito Juárez de acuerdo a la clasificación climática de Koopen con una precipitación media anual para la zona de 1,401.6 mm, el sitio del proyecto presenta un valor de erosividad de 156.32 correspondiente a un Índice de Erosividad (FI) de Clase 4. (*Información obtenida del DTU-A en apartado de climas Capítulo V*).

En relación con la erodabilidad, los suelos del proyecto presentan una clase de textura arcillosa (Clase 1), profundidad media clase (Clase 2) y con un porcentaje de cobertura de piedras mayor al 10% (Clase 1), presenta un Índice de Erodabilidad (Er) de 2.

Finalmente, dado que presenta una topografía sensiblemente plana, presenta un Índice de Pendiente (IP) de 1.

Por lo antes mencionado, el sitio del proyecto presenta un Índice de Riesgo de Erosión Potencial (IREP) igual a 8 ( $IREP = 4 \times 2 \times 1$ ), lo que significa un riesgo potencial de erosión moderado ( $IREP = 2$ ). Sin embargo, dado que el proyecto pretende mantener el 40% de la superficie total del terreno como áreas permeables, interpolando el índice de cubierta vegetal con el índice de riesgo de erosión potencial, se obtiene un Índice de Riesgo de Erosión Actual (IREA) moderado ( $IREP=2$ ), con clasificación 1 (totalmente cubierta).

Aunado al hecho de contar con un índice de riesgo de erosión potencial moderado, la zona del proyecto se caracteriza por presentar escurrimientos superficiales efímeros o de muy corto recorrido, debido a la alta permeabilidad del material que constituye el terreno y la elevada evaporación, que originan una importante infiltración del agua de lluvia, por lo que la erosión previamente determinada se reduce aún más. Asimismo, el proyecto contará con construcciones permanentes que evitarán la erosión del suelo.

Por lo tanto, se considera que la fragilidad ambiental de este predio, definida como la susceptibilidad de las condiciones de la vegetación ante el impacto que pueden ocasionar tanto los procesos naturales como las diferentes acciones antropogénicas a las que pueden estar expuestos, así como por las consecuencias esperadas en

función de la intensidad, duración y extensión de los eventos de perturbación y de sus efectos potenciales que pueden alterar su composición, estructura y funcionamiento se considera que las áreas con vegetación de selva mediana subperennifolia presenta fragilidad moderada.

## IX. IDENTIFICACION, DESCRIPCION Y EVALUACION DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES.

### IX. 1. Identificación de Impactos

La metodología usada para realizar la identificación y evaluación de los impactos ambientales producto del cambio de uso de suelo en terrenos forestales del predio donde se pretende llevar a cabo la construcción del proyecto "Paseos del Mar DC-222", se basó en el documento denominado "Fundamentos de Evaluación de Impacto Ambiental" (Espinoza, 2001), y fue a través de listas de verificación, las cuales permiten identificar por un lado las actividades del proyecto que podrían generar un impacto en el ambiente (cuadro 50) y por otro, los componentes (factores) ambientales que serían afectados, así como los indicadores de impacto correspondientes (cuadro 51).

**Cuadro 50.** Actividades del proyecto que pueden causar impactos sobre el ambiente.

ETAPA DEL PROYECTO	ACTIVIDADES	CODIGO
<b>Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales</b>	Desmote y Despalme	1
	Trazo, Relleno y Nivelación	2
	Operación de Maquinaria	3
	Presencia de Trabajadores	4

**Cuadro 51.** Factores ambientales e indicadores de impacto.

FACTORES AMBIENTALES	INDICADORES DE IMPACTO	CODIGO
<b>MEDIO NATURAL</b>		
Aire	Calidad	A
Suelo	Calidad	SC
Agua Subterránea	Calidad	AC
Flora	Diversidad y Abundancia	FLD
	Especies Protegidas	FLP
Fauna	Diversidad y Abundancia	FAD
	Especies Protegidas	FAP
	Fragmentación de Hábitats	FH
<b>MEDIO CONCEPTUAL</b>		
Paisaje (Estética)	Calidad	PC
Naturalidad	Calidad	NC
<b>MEDIO SOCIO-ECONÓMICO</b>		
Recursos Humanos	Calidad de vida	RHC
	Salud y seguridad	RHS
Economía	Empleo	EM
	Economía Local	EL

Una vez identificadas las actividades que podrían generar un impacto en el ambiente y los factores ambientales que se verían afectados, los posibles impactos ambientales resultantes de la implementación del proyecto se identificaron y evaluaron de acuerdo con la metodología de matriz de cribado o causa-efecto.

La calificación asignada en las interacciones de las actividades del proyecto con los aspectos del medio natural y socioeconómico está dada por la naturaleza del carácter adverso (-) o benéfico del impacto (+), considerándose adverso (-) cuando una actividad del proyecto actúa en forma negativa sobre algún componente del medio natural, conceptual y socioeconómico, y benéfico (+) cuando la actividad del proyecto actúa sin causar afectación al medio, ocasionando un beneficio.

**Cuadro 52.** Identificación de los impactos potenciales derivados de la implementación del cambio de uso de suelo en terrenos forestales del proyecto "Paseos del Mar DC-222" sobre los diferentes factores ambientales.

			Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales	CODIGO				
					Desmonte y despalme	Trazo, relleno y nivelación	Operación de Maquinaria	Presencia de Trabajadores
					1	2	3	4
Medio Natural	Físico	Aire	Calidad	A	(-)	(-)	(-)	(-)
		Suelo	Calidad	SC	(-)	(-)	(-)	(-)
		Agua Subterránea	Calidad	AC			(-)	(-)
	Biológico	Flora	Diversidad y abundancia	FLD	(-)			
			Especies protegidas	FLP	(-)			
		Fauna	Diversidad y abundancia	FAD	(-)		(-)	(-)
			Especies protegidas	FAP	(-)			
			Fragmentación de hábitats	FH	(-)			
Medio Conceptual		Paisaje (Estética)	PC				(-)	
		Naturalidad	NC	(-)		(-)		
Medio Socio-Económico	Recursos Humanos		Calidad de vida	RHC			(-)	(+)
			Salud y seguridad	RHS				(-)
	Economía		Empleo	EM				(+)
			Economía local	EL				(+)

**Simbología:** (-) Impacto Negativo, (+) Impacto Positivo, ( ) Sin interacción, ningún impacto.

## IX.2 Caracterización de los impactos.

Una vez identificados los impactos potenciales que pueden producirse por la interacción de las actividades del proyecto sobre los factores ambientales, de acuerdo con la metodología seleccionada, corresponde la predicción de los impactos en función de las relaciones causa-efecto determinadas en la etapa de identificación.

**Cuadro 53.** Predicción de los Impactos Potenciales derivados de la implementación del cambio de uso del suelo en terrenos forestales del predio donde se pretende llevar a cabo la construcción del proyecto.

ACTIVIDAD	CODIGO	IMPACTOS POTENCIALES
<b>AIRE - CALIDAD</b>		
Desmonte y Despalme	A-1	Durante las actividades de remoción de la vegetación (desmonte) y de la cubierta superficial del terreno (despalme), se afectará temporalmente la calidad del aire por la generación de emisiones atmosféricas (sólidos suspendidos).
Trazo, Relleno y Nivelación	A-2	Durante las actividades de desmonte y despalme, se afectará temporalmente la calidad del aire por la generación de emisiones atmosféricas (sólidos suspendidos) por el movimiento de materiales pétreos (sascab).
Operación de Maquinaria	A-3	Durante las actividades de desmonte y despalme, se afectará temporalmente la calidad del aire por la generación de emisiones atmosféricas de combustión (ej. humos y gases de combustión por la operación de maquinaria pesada y vehículos que consumen gasolina o diesel para su funcionamiento) y ruido (operación de la maquinaria, equipo y tránsito vehicular). El aumento en los niveles sonoros se reflejará principalmente sobre la fauna, los trabajadores del proyecto y los habitantes de los predios colindantes durante los días y horas hábiles y se sumará al ruido del tráfico y movimiento urbano existente en la zona y de la Av. Arco norte de la ciudad de Cancún.
Presencia de Trabajadores	A-4	La disposición inadecuada de las aguas residuales sanitarias de los trabajadores de la construcción, derivada de la carencia de baños sanitarios portátiles suficientes y funcionales (buen estado, limpios y con un mantenimiento adecuado) y a la de falta de costumbre de los trabajadores en usarlos, afectará temporalmente la calidad del aire por la generación de malos olores.
<b>SUELO - CALIDAD</b>		
Desmonte y Despalme	SC-1	La calidad del suelo en las áreas sujetas a desmonte y despalme, sufrirán afectación por la remoción de la vegetación (desmonte) y extracción y retiro de la capa fértil superficial (despalme).
Trazo, Relleno y Nivelación	SC-2	Se afectará el suelo por excavaciones, relleno, nivelación y compactación, es decir, modificación puntual de la topografía (relieve).
Operación de Maquinaria	SC-3	Se contempla la contaminación del suelo por residuos peligrosos derivada de posibles fugas de aceites, gasolina, aditivos, lubricantes, etc. Así mismo, por acciones de mantenimiento de la maquinaria y vehículos de transporte, serán generados aceites, grasas y estopas que pueden afectar aún más la calidad del suelo.
Presencia de Trabajadores	SC-4	Por la presencia de trabajadores en el sitio del proyecto, se generarán residuos sólidos orgánicos e inorgánicos provenientes principalmente del consumo de víveres del personal que laborará en el sitio del proyecto los

ACTIVIDAD	CODIGO	IMPACTOS POTENCIALES
		<p>cuales estarán constituidos principalmente de restos de alimentos y su empaque (envolturas de celofán, plástico, cartón, recipientes), y bebidas (envases de cartón, cristal, aluminio, latas). El manejo inadecuado de la basura puede afectar de manera negativa la calidad del suelo por su dispersión.</p> <p>La defecación al aire libre en el área de trabajo y zonas aledañas al sitio del proyecto, se originaría por la carencia de baños sanitarios portátiles suficientes y funcionales (buen estado, limpios y con un mantenimiento adecuado) y a la de falta de costumbre de los trabajadores en usarlos. Dicho personal podría realizar sus necesidades fisiológicas al aire libre, afectando con esta acción a la calidad del suelo.</p>
<b>AGUA SUBTERRÁNEA - CALIDAD</b>		
Operación de Maquinaria	AC-3	Se contempla la contaminación del suelo, y por filtraciones la contaminación del manto acuífero, derivado de posibles fugas de aceites, gasolina, aditivos, etc., así mismo, por acciones de mantenimiento de la maquinaria y vehículos de transporte, serán generados aceites, grasas y estopas que pueden afectar aún más la calidad del acuífero.
Presencia de Trabajadores	AC-4	La defecación al aire libre en el área de trabajo y zonas aledañas al sitio del proyecto, se originaría por la carencia de baños sanitarios portátiles suficientes y funcionales (buen estado, limpios y con un mantenimiento adecuado) y a la de falta de costumbre de los trabajadores en usarlos. Dicho personal podría realizar sus necesidades fisiológicas al aire libre, afectando con esta acción a la calidad del suelo, y por filtraciones la contaminación del manto acuífero.
<b>FLORA – DIVERSIDAD Y ABUNDANCIA</b>		
Desmonte y Despalme	FLD-1	En cuanto a los impactos sobre la diversidad y abundancia de flora, esta se verá impactada por la remoción de la vegetación de las áreas sujetas a cambio de uso de suelo en terrenos forestales.
<b>FLORA – ESPECIES EN ESTATUS DE PROTECCIÓN</b>		
Desmonte y Despalme	FLP-1	En cuanto a los impactos sobre las especies de flora en estatus de protección, estas se verán impactadas por la remoción de la vegetación de las áreas sujetas a cambio de uso de suelo en terrenos forestales. De acuerdo con la caracterización de la vegetación del predio, en el sitio se registra la presencia de 2 especies protegidas por la NOM-059-SEMARNAT-2010: la palma Chit ( <i>Thrinax radiata</i> ) y Maculis amarillo ( <i>Tabebuia chrysantha</i> ) que se catalogan con el estatus de Amenazadas.
<b>FAUNA – DIVERSIDAD Y ABUNDANCIA</b>		
Desmonte y Despalme	FAP-1	El desmonte y el despalme en el sitio del proyecto afectarán principalmente el hábitat de la fauna, reduciéndolo considerablemente para llevar a cabo la implementación del proyecto. De acuerdo con la caracterización de fauna, en el sitio del proyecto se registra la presencia de especies protegidas por la NOM-059-SEMARNAT-2010 como el caso de la iguana rayada ( <i>Ctenosaura similis</i> ) enlistada con la categoría de Amenazada.
Operación de Maquinaria	FAD-3	La operación de la maquinaria en las actividades de trazo, nivelación y compactación, afectarán de manera negativa a la fauna, ya que será ahuyentada a los predios colindantes al proyecto debido a los altos niveles sonoros.
Presencia de Trabajadores	FAD-4	Por la mala disposición final de la basura orgánica e inorgánica, se puede generar la proliferación de fauna nociva (ratas) y feral (perros callejeros). Esto no solo representa una peligrosidad de los animales hacia los trabajadores del



ACTIVIDAD	CODIGO	IMPACTOS POTENCIALES
		proyecto y predios colindantes, sino en la posibilidad de transmisión de enfermedades. La fauna nativa puede ser desplazada por la fauna feral, o en su defecto, por consumo de residuos sólidos se puede provocar mortandad.
<b>FAUNA – ESPECIES EN ESTATUS DE PROTECCIÓN</b>		
Desmote y Despalme	FAP-1	El proyecto, previo a las actividades de cambio de uso de suelo, cuenta con un Programa de Rescate y Ahuyentamiento Ecológico de Fauna, cuyo objetivo principal es minimizar los posibles impactos ambientales negativos hacia la fauna de vertebrados del predio donde se desarrollará el proyecto, con especial énfasis hacia los organismos de lento desplazamiento, crías en nidos o aquellos que ocupan hábitats muy particulares (cuevas y tronco huecos, principalmente) y especies protegidas por la NOM-059-SEMARNAT-2010 como el caso de la iguana rayada ( <i>Ctenosaura similis</i> ), enlistada con la categoría de Amenazada.
<b>FAUNA – FRAGMENTACIÓN DE HÁBITATS</b>		
Desmote y Despalme	FH-1	Fenómenos como urbanización, industrialización y crecimiento poblacional han sido los principales responsables por la disminución del número de especies del planeta y sus hábitats. La modificación de un suelo por efectos del aislamiento y fragmentación, dificulta las posibilidades de perpetuar especies tanto dentro del área como en las áreas cercanas, ya que se pierde la dispersión de los individuos por semillas (plantas), afectaciones a la migración de individuos para descanso, anidación o alimentación (animales). Las áreas que se pretenden desmontar para la implementación del proyecto, se encuentran delimitadas por vialidades, Av Arco Norte y asentamientos humanos.
<b>PAISAJE (ESTÉTICA) - CALIDAD</b>		
Presencia de Trabajadores	PC-4	Por la mala disposición final de la basura orgánica e inorgánica por parte de los trabajadores del proyecto, esta puede ser dispersada por vientos a la vegetación y predios colindantes, con lo que se afectaría el paisaje. Así mismo, se puede presentar defecación al aire libre en la vegetación de los predios colindantes, por la carencia de letrinas.
<b>NATURALIDAD - CALIDAD</b>		
Desmote y Despalme	NC-1	Las actividades de desmote y despalme afectarán la naturalidad de la zona, al remover la vegetación presente en el sitio.
Operación de Maquinaria	NC-3	Se afectará la naturalidad de la zona debido a la contemplación de maquinaria operando durante las presentes actividades.
<b>RECURSOS HUMANOS – CALIDAD DE VIDA</b>		
Operación de Maquinaria	RHC-3	La operación de la maquinaria y equipo, así como tránsito vehicular, traerá consigo el incremento de los niveles sonoros, afectando la calidad de vida de los habitantes de los predios colindantes.
Presencia de Trabajadores	RHC-4	En el proyecto, el personal contará con las prestaciones de ley entre los más importantes destaca el servicio de Seguro Social garantizando el bienestar y salud tanto de los trabajadores como de sus respectivas familias. Es importante señalar que se contará además con el equipo indispensable de primeros auxilios para eventuales accidentes laborales. Por otro lado, se cumplirá con las normas referentes a seguridad e higiene durante todas las etapas del proyecto, por lo tanto, los trabajadores contarán con equipo de protección personal (botas, guantes, cubre bocas, orejeras, cascos, etc.) de acuerdo con las actividades que desarrollen.
<b>RECURSOS HUMANOS – SALUD Y SEGURIDAD</b>		
Presencia de Trabajadores	RHS-4	Por la mala disposición final de la basura orgánica e inorgánica, se puede

ACTIVIDAD	CODIGO	IMPACTOS POTENCIALES
		generar la proliferación de fauna nociva (ratas). Así mismo, la generación de fauna feral (ej. perros) no solo representa una peligrosidad de los animales hacia los trabajadores, sino en la posibilidad de transmisión de enfermedades.
<b>ECONOMÍA - EMPLEO</b>		
Presencia de Trabajadores	EM-4	El proyecto, durante las actividades de cambio de uso de suelo, generará empleos temporales para las personas de la localidad, debido al requerimiento de mano de obra. Se requiere de la elaboración de estudios y trámites para obtener autorizaciones, licencias, permisos y similares que sean requisito para la realización del presente proyecto ante las dependencias gubernamentales correspondientes (federales, estatales y/o municipales), para lo cual se necesita de la contratación de mano de obra calificada para realizar estos estudios y tramites, lo cual generará empleos temporales.
<b>ECONOMÍA – ECONOMÍA LOCAL</b>		
Presencia de Trabajadores	EL-4	En cuanto a la economía local, está se reactivará provocando un beneficio localmente ya que el personal consumirá productos varios de los comerciales cercanos al proyecto (tiendas, tortillerías, puestos de comida, etc.). También se provocará el suministro de víveres y materiales diversos hacia el área del proyecto.

### IX.3 Valoración de los impactos.

#### IX.3.1 Valoración Cualitativa de los Impactos

Para la valoración cualitativa de los impactos potenciales identificados en el cuadro anterior, se clasificarán de acuerdo a los criterios establecidos en el siguiente cuadro (cuadro 54).

**Cuadro 54. Criterios de clasificación de los impactos ambientales.**

CRITERIOS DE CLASIFICACIÓN	CLASES
Por el carácter	<b>Positivos:</b> Son aquellos que significan beneficios ambientales. <b>Negativos:</b> Son aquellos que causan daño o deterioro de componentes o del ambiente global
Por la relación Causa-efecto	<b>Primarios:</b> Son aquellos efectos que causa la acción y que ocurren generalmente al mismo tiempo y en el mismo lugar de ella, a menudo estos se encuentran asociados a fases de construcción, operación, mantenimiento de una instalación o actividad y generalmente son obvios y cuantificables. <b>Secundarios:</b> Son aquellos cambios indirectos o inducidos en el ambiente. Los impactos secundarios cubren todos los efectos potenciales de los cambios adicionales que pudiesen ocurrir más adelante o en lugares diferentes como resultado de la implementación de una acción.

CRITERIOS DE CLASIFICACIÓN	CLASES
Por el momento en que se manifiestan	<p><b>Latente:</b> Aquel que se manifiesta al cabo de cierto tiempo desde el inicio de la actividad que lo provoca.</p> <p><b>Inmediato:</b> Aquel que en el plazo de tiempo entre el inicio de la acción y el de la manifestación es prácticamente nulo.</p> <p><b>Momento crítico:</b> Aquel en que tiene lugar el más alto grado de impacto, independiente de su plazo de manifestación</p>
Por la interrelación de acciones y/o alteraciones	<p><b>Impacto simple:</b> Aquel cuyo impacto se manifiesta sobre un solo componente ambiental o cuyo modo de acción es individualizado, sin consecuencias en la inducción de nuevas alteraciones, ni en la de su acumulación, ni en la de su sinergia.</p> <p><b>Impacto acumulativo:</b> Son aquellos resultantes del impacto incrementado de la acción propuesta sobre algún recurso común cuando se añade a acciones pasadas, presentes y razonablemente esperadas en el futuro.</p> <p><b>Impactos sinérgicos:</b> Son aquellos que se producen cuando el efecto conjunto de la presencia simultánea de varios agentes, supone una incidencia ambiental por la suma de los impactos individuales. Así mismo se incluye en este tipo aquel efecto cuyo modo de acción induce en el tiempo la aparición de otros nuevos.</p>
Por la extensión	<p><b>Puntual:</b> Cuando la acción impactante produce una alteración muy localizada.</p> <p><b>Parcial:</b> Aquel cuyo impacto supone una incidencia apreciable en el área estudiada.</p> <p><b>Extremo:</b> Aquel que se detecta en una gran parte del territorio estudiado.</p> <p><b>Total:</b> Aquel que se manifiesta en todo el entorno considerado.</p>
Por la persistencia.	<p><b>Temporal:</b> Aquel que supone una alteración con un plazo de manifestación determinado y por lo general corto.</p> <p><b>Permanente:</b> Aquel que supone una alteración por tiempo indefinido.</p>
Por la capacidad de recuperación del ambiente	<p><b>Irrecuperable:</b> Cuando la alteración del medio o pérdida que supone es imposible de reparar.</p> <p><b>Irreversible:</b> Aquel impacto que supone la imposibilidad o dificultad extrema de retornar, por medios naturales, a la situación anterior a la acción que lo produce.</p> <p><b>Reversible:</b> Aquel en el que la acción puede ser asimilada por el entorno de forma medible a corto, mediano o largo plazo debido al funcionamiento de los procesos naturales.</p> <p><b>Fugaz:</b> Aquel cuya recuperación es inmediata tras el cese de la actividad y no precisa prácticas de mitigación.</p>

Fuente: **Jure, J. y S. Rodríguez, 1997.** *Aplicabilidad del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental a los Planos Reguladores Comunes*. Informe para optar al Título de Ingeniero de Ejecución en Ordenación Ambiental, Instituto Profesional INACAP (modificado).

En el cuadro 55, se presenta la evaluación de impactos ambientales identificados para el presente proyecto, en función de los criterios expuestos en el cuadro previamente citado.

**Cuadro 55. Valoración cualitativa de los impactos ambientales potenciales identificados para el proyecto "Paseos del Mar DC-222".**

CODIGO	CARACTER	CAUSA-EFECTO	MOMENTO MANIFESTACIÓN	INTERRELACIÓN ACCIONES Y/O ALTERACIONES	EXTENSIÓN	PERSISTENCIA	RECUPERACIÓN
<b>AIRE - CALIDAD</b>							
A-1	Negativo	Primario	Inmediato	Simple	Puntual	Temporal	Fugaz
A-2	Negativo	Primario	Inmediato	Simple	Puntual	Temporal	Fugaz
A-3	Negativo	Primario	Inmediato	Simple	Puntual	Temporal	Fugaz
A-4	Negativo	Primario	Inmediato	Simple	Puntual	Temporal	Fugaz
<b>SUELO – CALIDAD</b>							
SC-1	Negativo	Primario	Inmediato	Simple	Puntual	Permanente	Irreversible
SC-2	Negativo	Primario	Inmediato	Simple	Puntual	Permanente	Irreversible
SC-3	Negativo	Primario	Inmediato	Simple	Puntual	Temporal	Reversible
SC-4	Negativo	Primario	Inmediato	Simple	Puntual	Temporal	Reversible
<b>AGUA SUBTERRÁNEA – CALIDAD</b>							
AC-3	Negativo	Primario	Inmediato	Simple	Puntual	Temporal	Reversible
AC-4	Negativo	Primario	Inmediato	Simple	Puntual	Temporal	Reversible
<b>FLORA – DIVERSIDAD Y ABUNDANCIA</b>							
FLD-1	Negativo	Primario	Inmediato	Acumulativo	Puntual	Permanente	Irreversible
<b>FLORA – ESPECIES EN ESTATUS DE PROTECCIÓN</b>							
FLP-1	Negativo	Primario	Inmediato	Acumulativo	Puntual	Permanente	Irreversible
<b>FAUNA – DIVERSIDAD Y ABUNDANCIA</b>							
FAD-1	Negativo	Primario	Inmediato	Acumulativo	Puntual	Permanente	Irreversible
FAD-3	Negativo	Primario	Inmediato	Simple	Puntual	Temporal	Fugaz
FAD-4	Negativo	Primario	Inmediato	Simple	Puntual	Temporal	Reversible
<b>FAUNA – ESPECIES EN ESTATUS DE PROTECCIÓN</b>							
FAP-1	Negativo	Primario	Inmediato	Acumulativo	Puntual	Permanente	Irreversible
<b>FAUNA – FRAGMENTACIÓN DE HÁBITATS</b>							
FH-1	Negativo	Primario	Inmediato	Acumulativo	Puntual	Permanente	Irreversible
<b>PAISAJE (ESTÉTICA) - CALIDAD</b>							
PC-4	Negativo	Primario	Inmediato	Simple	Puntual	Temporal	Reversible
<b>NATURALIDAD - CALIDAD</b>							
NC-1	Negativo	Primario	Inmediato	Simple	Puntual	Permanente	Irreversible
NC-3	Negativo	Primario	Inmediato	Simple	Puntual	Temporal	Fugaz
<b>RECURSOS HUMANOS – CALIDAD DE VIDA</b>							
RHC-3	Negativo	Primario	Inmediato	Simple	Puntual	Temporal	Fugaz
RHC-4	Positivo	Primario	Inmediato	Simple	Puntual	Temporal	-
<b>RECURSOS HUMANOS – SALUD Y SEGURIDAD</b>							
RHS-4	Negativo	Primario	Inmediato	Simple	Puntual	Temporal	Reversible
<b>ECONOMÍA – EMPLEO</b>							
EM-4	Positivo	Primario	Inmediato	Simple	Puntual	Temporal	-
<b>ECONOMÍA – ECONOMÍA LOCAL</b>							
EL-4	Positivo	Primario	Inmediato	Simple	Puntual	Temporal	-

### IX.3.2 Valoración Cuantitativa de los Impactos

Para la valoración cuantitativa de los impactos ambientales potenciales identificados, se emplearon los criterios y metodología descritos en el cuadro 56 para estimar la incidencia del proyecto sobre los distintos factores y atributos ambientales.

**Cuadro 56. Criterios para la valoración cuantitativa de los impactos ambientales potenciales identificados para el proyecto.**

CRITERIO	EVALUACIÓN	DESCRIPCIÓN	VALORES
<b>Carácter (C)</b>	Positivo	Benéfico para el factor o atributo	+1
	Neutro	-	0
	Negativo	Perjuicio para el factor o atributo, por debajo de los umbrales de aceptabilidad contenidos en las regulaciones ambientales.	-1
<b>Perturbación (P)</b>	Escasa	Baja Perturbación	1
	Regular	Perturbación Moderada	2
	Importante	Alta Perturbación	3
<b>Importancia (I)</b>	Baja	Baja severidad y/o frecuencia del impacto	1
	Media	Moderada severidad y/o frecuencia del impacto	2
	Alta	Alta severidad y/o frecuencia del impacto	3
<b>Ocurrencia (O)</b>	Poco Probable	Baja probabilidad que los impactos se presenten	1
	Probable	Media probabilidad que los impactos se presenten	2
	Muy Probable	Alta probabilidad que los impactos se presenten.	3
<b>Extensión (E)</b>	Puntual	Se encuentra dentro de las áreas de concesión o propiedad del promotor.	1
	Local	Excede las áreas de concesión o propiedad del promovente y se encuentra dentro de las áreas de administración local (municipio)	2
	Regional	Excede las áreas de administración local	3
<b>Duración (D)</b>	Corta	Durante la etapa de construcción del proyecto	1
	Media	Duradera la operación del proyecto	2
	Permanente	Duradera en toda la vida del proyecto	3
<b>Reversibilidad (R)</b>	Reversible	No requiere ayuda humana para volver a las condiciones iniciales.	1
	Parcial	Si se requiere ayuda humana para volver a las condiciones iniciales.	2
	Irreversible	Se debe generar una nueva condición ambiental.	3

De esta forma se construyó una expresión numérica que es aplicada para cada impacto ambiental y resume la interacción del mismo con cada factor y atributo ambiental potencialmente afectado.

$$\text{Impacto Total} = C * (P + I + O + E + D + R)$$

Con los resultados de la valoración de los impactos según los criterios seleccionados, se califica la seriedad del mismo de acuerdo a la ponderación que se muestra en el cuadro 57.

**Cuadro 57. Ponderación para la valoración de impactos ambientales.**

Negativo (-)	
Severo	$\geq (-) 15$
Moderado	$(-) 15 \geq (-) 9$
Compatible	$\leq (-) 9$
Positivo (+)	
Alto	$\geq (+) 15$
Mediano	$(+) 15 \geq (+) 9$
Bajo	$\leq (+) 9$

Los niveles de ponderación de los impactos negativos se presentan a continuación:




- **Impacto Compatible:** La carencia de impacto o la recuperación inmediata tras el cese de la acción. No se necesitan prácticas mitigadoras.
- **Impacto Moderado:** La recuperación de las condiciones iniciales requiere cierto tiempo. Se precisan prácticas de mitigación simples.
- **Impacto Severo:** La magnitud del impacto exige, para la recuperación de las condiciones, la adecuación de prácticas específicas de mitigación. La recuperación necesita un periodo de tiempo dilatado. A continuación los resultados de la ponderación y valoración de los impactos se sintetizan en el cuadro 58.

**Cuadro 58. Valoración cuantitativa de los impactos ambientales potenciales identificados para el proyecto "Paseos del Mar DC-222".**

FACTOR AMBIENTAL	CODIGO	C	P	I	O	E	D	R	VALOR
AIRE	A-1	-1	1	1	2	1	1	1	-7
	A-2	-1	1	1	3	1	1	1	-8
	A-3	-1	1	1	1	1	1	1	-6
	A-4	-1	1	1	1	1	1	1	-6
SUELO	SC-1	-1	3	3	3	1	3	2	-15
	SC-2	-1	3	3	3	1	3	2	-15
	SC-3	-1	1	2	1	1	1	1	-7
	SC-4	-1	1	2	1	1	1	1	-7
ACUÍFERO	AC-3	-1	1	2	1	1	1	1	-7
	AC-4	-1	1	2	1	1	1	1	-7
FLORA	FLD-1	-1	3	3	3	1	3	2	-15
	FLP-1	-1	3	3	3	1	3	2	-15
FAUNA	FAP-1	-1	3	3	3	1	3	2	-15
	FAD-3	-1	2	1	2	1	1	1	-8
	FAD-4	-1	2	1	1	1	1	1	-7
	FAP-1	+1	2	1	3	1	1	-	8

FACTOR AMBIENTAL	CODIGO	C	P	I	O	E	D	R	VALOR
FRAGMENTACIÓN	FH-1	-1	3	3	3	1	3	2	-15
PAISAJE	PC-4	-1	1	1	1	1	1	1	-6
NATURALIDAD	NC-1	-1	1	2	3	1	2	2	-11
	NC-3	-1	1	1	3	1	1	1	-8
RECURSOS HUMANOS	RHC-3	-1	1	2	2	1	1	1	-8
	RHC-4	+1	3	1	3	1	1	-	9
	RHS-4	-1	1	1	1	1	1	1	-6
EMPLEO Y ECONOMÍA	EM-4	+1	2	1	3	1	1	-	8
	EL-4	+1	2	1	3	1	1	-	8

NOTA:

Compatible:  -Moderado:  -Bajo:  +Mediano:  +

#### IX.4 Conclusiones.

Con la información generada en el DTU-A del presente proyecto y de acuerdo con la perspectiva planteada en los instrumentos de planeación ambiental aplicables en este predio, mediante este estudio se demuestra que la remoción de la vegetación en una superficie de 88.35 hectáreas para la construcción de este proyecto no se compromete la biodiversidad, no se provoca la erosión de los suelos, no se provoca el deterioro de la calidad del agua ni la disminución en su captación ya que existirán medidas de mitigación y/o prevención aplicables para cada uno de los impactos generados, y se reconoce que este proyecto genera beneficios sociales y es un uso alternativo más productivo a largo plazo que el uso actual de este terreno baldío.

Se puede concluir que la implementación del cambio de uso de suelo en terrenos forestales para llevar a cabo la construcción del proyecto Paseos del Mar DC-222 generará un total de 25 impactos ambientales, de los cuales 88% se identificaron como negativos (22 impactos), mientras que el 12% se identificaron como positivos (3 impactos) (Fig. 39).

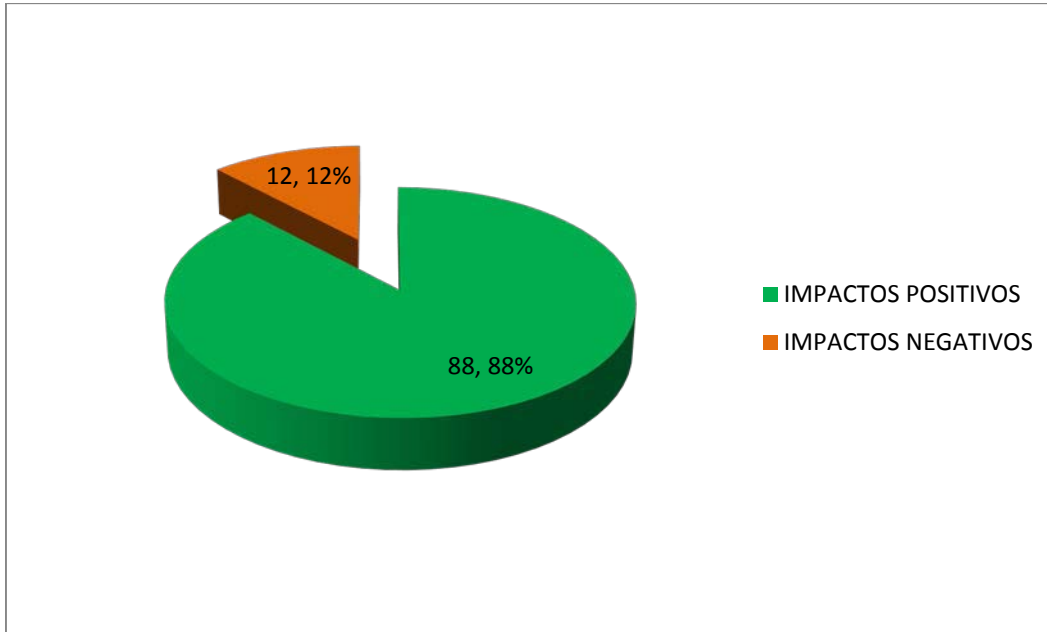


Figura 39. Impactos ambientales negativos y positivos que serán generados por el cambio de uso de suelo en terrenos forestales del proyecto.

#### IX.4.1. Impactos Negativos.

Dentro de los 22 impactos que fueron identificados como negativos, mediante la aplicación de los criterios para la valoración cuantitativa de los impactos ambientales potenciales identificados para el proyecto, se ponderó que 14 son compatibles, mientras que 8 son moderados. Por lo antes mencionado, para dichos impactos ambientales no se necesitan prácticas mitigadoras (impactos compatibles), o en su defecto, se precisan prácticas de mitigación simples (impactos moderados).

Para cada uno de los impactos ambientales negativos producto de la implementación del cambio de uso de suelo sobre el medio natural, conceptual y socioeconómico, se cuenta con medidas de prevención, mitigación y/o compensación las cuales se describen de manera detallada en el Capítulo X.

Los impactos permanentes más relevantes que serán generados por el proyecto están relacionados con la modificación del entorno, remoción de la cobertura vegetal para llevar a cabo el cambio de uso de suelo en terrenos forestales. Este es un escenario que ya se tiene contemplado en el Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Benito Juárez y del Programa de Desarrollo Urbano de la ciudad de Cancún. El H. Ayuntamiento de Benito Juárez cuenta con medidas para evitar los impactos acumulativos de la construcción del presente proyecto, como son un servicio de recolección de basura y consolidación de áreas verdes en la zona.



### **IX.4.2. Impactos Positivos**

Dentro de los 3 impactos que fueron calificados como positivos, los tres se consideran bajos.

Los impactos benéficos consisten básicamente en el rescate y reubicación de las especies vegetales de las áreas sujetas a cambio de uso de suelo, lo cual promoverá la protección de especies vegetales de importancia ecológica, económica y de ornato y enriquecerá los elementos paisajísticos, vistas panorámicas y naturalidad de la zona del proyecto.

La autorización del cambio de uso de suelo del proyecto y la consecuente puesta en marcha del proyecto "Paseos del Mar DC-222", traerá consigo un beneficio en cuanto a la economía local ya que se provocará la generación de empleos temporales durante su construcción, lo que provocará que la calidad de vida, salud y seguridad, bienestar y estilo de vida de los habitantes de la zona sea adecuada.

### **IX.4.3. Conclusiones generales**

Con la información generada en el DTU-A del presente proyecto y de acuerdo con la perspectiva planteada en los instrumentos de planeación ambiental aplicables en este predio, mediante este estudio se demuestra que la remoción de la vegetación en una superficie de 88.35 hectáreas para la lotificación de este proyecto no se compromete la biodiversidad, no se provoca la erosión de los suelos, no se provoca el deterioro de la calidad del agua ni la disminución en su captación y se reconoce que este proyecto genera beneficios sociales y es un uso alternativo más productivo a largo plazo que el uso actual de este terreno baldío.

Con la finalidad de plantear información suficientemente válida para sustentar la afirmación anterior, se puede observar como el sitio del proyecto se localiza en un sistema ambiental que está fuertemente influenciado por la presencia de la zona urbana de la ciudad de Cancun, el cual se divide de manera general por la vialidad de doble carril denominada Av. Arco norte o periferico Cancún (Fig. 40).



Figura 40. Condiciones ambientales del sistema ambiental donde se localiza el sitio del proyecto.

Este centro de población se encuentra regulado por el Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Benito Juárez, el cual es un instrumento establecido por la Legislación Ambiental Mexicana, el área del proyecto se ubica en la UGA-21 denominada "Zona Urbana de Cancún". Por lo antes mencionado, en el sitio del proyecto se anticipa un proceso continuo de degradación de los recursos naturales, derivados del avance de la mancha urbana y que tiene como consecuencia la pérdida o transformación de las características funcionales del ecosistema de selva para dar paso a un área urbanizada, provocando la interrupción de los procesos de regeneración natural.

En la cuadro 59, se presenta la superficie expresada en metros cuadrados y hectáreas, así como el porcentaje de ocupación de cada una de las condiciones de la vegetación y los usos de suelo de las condiciones que prevalecen en este sistema ambiental.

**Cuadro 59. Superficie y porcentaje de ocupación de las condiciones que prevalecen en el sistema ambiental.**

Clave	Condición de la vegetación y uso del suelo	Hectáreas	Porcentaje
VSA/SMQ	Vegetación secundaria arbórea de selva mediana en recuperación	2,072.58	83.0
AH	Asentamiento humano	425.5944	17.0
<b>TOTAL</b>		<b>2,498.17</b>	<b>100.0</b>

Fuente: Carta de vegetación y uso del suelo INEGI serie V.

El cambio de uso de suelo en terrenos forestales de interés del presente documento, representa únicamente el 3.5% del sistema ambiental, por lo que su afectación a este sistema ambiental es mínima ya que la gran parte del sistema ambiental (83%) corresponde a vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia en distintos estados de desarrollo y conservación.

En la Figura 41, se puede observar el predio en donde se pretende realizar el cambio de uso del suelo está fuertemente influenciada por un entorno previamente fraccionado y sujeto a presiones de urbanización. El predio se encuentra dentro del área urbana de la ciudad de Cancún, donde predomina el uso de suelo habitacional con presencia de comercios, servicios, espacios deportivos entre otros.



Figura 41. Panorámica de las presiones de urbanización sobre el predio.

Al interior del predio, se considera que **no se compromete la biodiversidad de especies de flora y fauna** ya que de acuerdo con la información recopilada en este predio, solo se registró en el predio dos especies vegetales protegidas, que se reportan como Amenazadas. Estas especies citadas con estatus de protección en la NOM-059-SEMARNAT-2010 son: la palma Chit (*Thrinax radiata*) y el Maculis amarillo (*Tabebuia chrysantha*), también se registró un individuo de especie protegida de fauna: la Iguana gris (*Ctenosaura similis*). Esta especie presenta una amplia distribución en la zona. Como medidas de mitigación de los impactos potenciales sobre la vegetación y fauna se propone ejecutar los programas de rescate de las plantas sanas y vigorosas, y el rescate y ahuyentamiento de la fauna de lento desplazamiento que se encuentren en las áreas de despalme de este proyecto, dando especial atención a las especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Se considera que la afectación a la biodiversidad con respecto a la fauna silvestre es mínima, tomando en cuenta la capacidad de desplazamiento, la aplicación de las medidas de mitigación propuestas y por el porcentaje de áreas de conservación al interior del predio y las afectaciones que el predio ha sufrido a lo largo de los últimos años por encontrarse inmerso dentro de la zona urbana.

Aunado a lo anterior, el desarrollo de este proyecto afectará de manera moderada la protección y recuperación de suelos, más no lo pondrá en riesgo, ya que implica la remoción de la cobertura vegetal y consecuentemente de la capa superficial del suelo alterando sus componentes físicos del predio. Su afectación será puntual y circunscrita a la zona de cambio de uso de suelo. Al respecto resulta importante mencionar que al interior del predio se mantendrá una superficie de áreas verdes de 5.88%, las cuales contribuirán a la generación de materia orgánica, manteniendo los procesos de fijación y formación de suelos. Además, entre las medidas de mitigación, se contempla que en las áreas donde se pretende realizar el cambio de uso de suelo se realice la recuperación de suelo vegetal o tierra de monte.

En cuanto a la provisión de agua en calidad y cantidad. Se debe de esperar que una vez que se haya realizado el desmonte de la vegetación, la infiltración en el sitio disminuirá la captación de agua en un volumen aproximado de 11,130 m<sup>3</sup> anuales, sólo el 9.37%. Sin embargo considerando que el proyecto pretende el establecimiento de pozos de adsorción el cual aumentara la infiltración al suelo permeable, pues al caer el agua sobre la superficie del proyecto (área construida) se evaporara aproximadamente un 70%, en este sentido se calcula que el 30% puede infiltrarse, es decir 4,770 m<sup>3</sup> serán conducidas a los pozos de adsorción, por lo que la infiltración total, en el escenario modificado por el proyecto disminuirá. En el caso de las vialidades el 100% del agua captada será enviada hacia las áreas verdes que tiene contemplado el proyecto en 5.27 hectáreas.

Aunado a lo anterior, para evitar la contaminación del suelo, subsuelo y por consecuencia el manto freático, existirán medidas de mitigación y/o prevención aplicables para cada uno de los impactos generados, por lo que se considera que la afectación será mínima.

En relación con el servicio de generación de oxígeno, se considera que no derivará en afectaciones significativas en la prestación del mismo, lo anterior, dado que la superficie de cambio de uso de es mínima, si se compara con la superficie forestal remanente en el área de influencia y sobre la cual existe vegetación forestal que presta el servicio de generación de oxígeno. Asimismo, al interior del predio se contará con un 5.88% de áreas verdes las cuales seguirán prestando el servicio ambiental.

En relación con la **productividad a largo plazo**, la condición de uso del suelo urbano de este terreno constituye un elemento técnico de importancia; toda vez que este uso limita el manejo y aprovechamiento forestal y se contempla como incompatible en los instrumentos de planeación, lo que asegura que no existan conflictos ambientales entre ambos usos del suelo.

---

Ahora bien, derivado de los resultados del análisis del inventario forestal y la estimación volumétrica obtenida se presentan las existencias reales por hectárea y por la superficie de cambio de uso de suelo en el que se incluyen todas las especies registradas en el predio, se tomo la altura total de los individuos desde el suelo hasta la punta del ápice, medidos desde los 10 centímetros de diámetro en adelante sin importar si se encontraban deformes, torcidos o inclinados, en total se estimo un volumen total árbol (VTA) de 35.873 m<sup>3</sup> por hectárea, el volumen total árbol estimado que se pudiera encontrar en la superficie solicitada de cambio de uso de suelo en las 88.35 has es de 3,169.411 m<sup>3</sup> con corteza, las especies que contribuyen más en este volumen son las especies *Manilkara zapota*, *Metopium brownei* y *Psicidia piscipula*, esto es, debido a que son las especies más abundante en el predio. Asimismo se estima un área basal total de 17.46 m<sup>2</sup>/ha y de 1,542.9 m<sup>2</sup> en la superficie de CUSF. Debido a que los árboles presentan tallos dañados y retorcidos estos no se consideran aptos para su aprovechamiento maderable, cuyo fin más adecuado es su trituración y posterior utilización en las labores de reforestación y reubicación de áreas verdes.

Por lo antes mencionado, se permite anticipar un proyecto viable en el ámbito ambiental, ya que no pone en riesgo la diversidad de especies de flora y fauna en peligro de extinción, ni la contaminación del suelo, subsuelo y atmósfera ocasionado por la generación de residuos sólidos y líquidos ya que existirán medidas de mitigación y/o prevención aplicables para cada uno de los impactos generados, por lo que se considera que la afectación será mínima.

## X. MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS SOBRE LOS RECURSOS FORESTALES, LA FLORA Y FAUNA SILVESTRE, APLICABLES DURANTE LAS DISTINTAS ETAPAS DE DESARROLLO DEL CAMBIO DE USO DE SUELO.

### X.1 Descripción de las medidas de prevención y mitigación.

A continuación se describen las medidas de prevención y mitigación (Cuadro 60) previstas para los impactos ambientales negativos producto del cambio de uso del suelo en terrenos forestales del proyecto "Paseos del Mar Dc-222", sobre el medio natural, conceptual y socioeconómico:

**Cuadro 60.** Medidas de prevención y mitigación para los impactos ambientales negativos identificados.

CÓDIGO IMPACTO	TIPO DE MEDIDA	DESCRIPCIÓN DE LAS MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN
<b>AIRE - CALIDAD</b>		
A-5	Prevenición	La superficie desmontada deberá permanecer expuesta el menor tiempo posible, para evitar el transporte de polvos por el viento.
	Prevenición	Estará prohibida la quema de basura y material orgánico resultante de la limpieza, desyerbe y desmonte.
A-8	Prevenición	Durante todo el proceso de cambio de uso de suelo se utilizarán lonas en los vehículos de transporte de materiales pétreos para evitar la dispersión de polvos. Así mismo, durante las actividades de trazo, relleno y nivelación, se deberá humedecer el material para reducir el incremento de polvo en el aire y evitar afectaciones a la vegetación aledaña.
A-11	Prevenición	Las emisiones de los vehículos automotores y maquinaria serán vertidas directamente a la atmósfera, por lo que se utilizarán vehículos, maquinaria y equipo con el sistema de escape y silenciadores en buenas condiciones de operación, así como, adecuada afinación de los motores de combustión interna por lo que las emisiones estarán debajo de los niveles máximos permisibles establecidos por las Normas Oficiales Mexicanas siguientes: NOM-041-SEMARNAT-2006 que establece los niveles máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible; NOM-045-SEMARNAT-1996 que establece los niveles máximos permisibles de opacidad del humo, proveniente del escape de vehículos automotores en circulación que usan diesel o mezclas que incluyan diesel como combustible; NOM-080-SEMARNAT-1994 que establece los niveles máximos permisibles de emisión de ruido proveniente del escape de vehículos automotores; además de ajustarse al horario permitido por la misma. Los gases resultantes serán dispersados en la atmósfera por la acción de los vientos dominantes.
A-12	Mitigación	Se deberán instalar sanitarios portátiles a razón de 1 por cada 20 trabajadores. Además se hará del conocimiento de los empleados de la obra para evitar prácticas inadecuadas de micción y defecación a ras del suelo.
<b>SUELO - CALIDAD</b>		

CÓDIGO IMPACTO	TIPO DE MEDIDA	DESCRIPCION DE LAS MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN
SC-5 FLD-6	Mitigación	Para evitar la erosión del suelo se debe reducir el tiempo entre el desmonte y el despalme para evitar la exposición prolongada de la capa orgánica.
	Mitigación	Una parte del material vegetal residual, como troncos, ramas, arbustos y hojas producto del desmonte del predio, será triturado y revuelto con la tierra negra del despalme para generar composta.
SC-8	Mitigación	La modificación puntual de la topografía del sitio, requerirá de la adquisición de materias primas tales como sascab o polvo de piedra, grava o gravilla, etc., afectando el ecosistema del cual serán extraídos, por lo cual tales materias primas deberán ser adquiridas de fuentes que cuenten con los permisos de explotación correspondientes.
SC-11	Prevención	Para prevenir la contaminación del suelo por hidrocarburos, se establecerán sistemas de control de derrames de combustibles y lubricantes de la maquinaria pesada, y no se deberá realizar reparaciones mayores en el área del proyecto. En el sitio donde se almacene combustible (aunque sea en mínimas cantidades), deberá estar impermeabilizada y deberá contar con los señalamientos respectivos. Los aceites, grasas y estopas una vez utilizados ("quemados"), serán depositados en recipientes especiales para ser entregados a personal autorizado para su reciclamiento o disposición final.
SC-12	Mitigación	Para evitar el impacto generado por la basura orgánica e inorgánica, durante la etapa de preparación del sitio se instalarán contenedores rotulados (basura orgánica e inorgánica) en lugares estratégicos dentro del predio para depositar la basura generada. Los contenedores serán vaciados periódicamente, trasladando los desechos, en camiones recolectores autorizados.
<b>AGUA SUBTERRÁNEA - CALIDAD</b>		
AC-11	Mitigación	Para prevenir la contaminación del acuífero por hidrocarburos, se establecerán sistemas de control de derrames de combustibles y lubricantes de la maquinaria pesada, y no se deberá realizar reparaciones mayores en el área del proyecto. En el sitio donde se almacene combustible (aunque sea en mínimas cantidades), deberá estar impermeabilizada y deberá contar con los señalamientos respectivos. Los aceites, grasas y estopas una vez utilizados ("quemados"), serán depositados en recipientes especiales para ser entregados a personal autorizado para su reciclamiento o disposición final.
AC-12	Mitigación	Se instalarán sanitarios portátiles a razón de 1 por cada 20 trabajadores. Además se hará del conocimiento de los empleados de la obra para evitar prácticas inadecuadas de micción y defecación a ras del suelo. Toda fuga proveniente de dichos sanitarios, deberá ser reparada de inmediato, para evitar su filtración al acuífero.
<b>FLORA</b>		
FLD-1 FLD-5 FLP-5	Prevención	El proyecto, previo a las actividades de cambio de uso del suelo en terrenos forestales, contempla la implementación de una Programa de Rescate y Reubicación de especies de la vegetación forestal, con especial énfasis a las especies protegidas por la NOM-059-SEMARNAT-2010, con el cual se pretende proteger y conservar especies de flora nativa mediante técnicas apropiadas para garantizar su permanencia. Lo anterior generará que la calidad del suelo

CÓDIGO IMPACTO	TIPO DE MEDIDA	DESCRIPCION DE LAS MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN
		<p>de las áreas de conservación, se mejoren considerablemente ya que las plantas rescatadas se trasplantarán en aquellos, evitando con ello la destrucción y erosión del suelo.</p> <p>Las plantas rescatadas serán mantenidas temporalmente en un vivero dentro del sitio del proyecto, para su mantenimiento.</p> <p>Incluir protección de árboles en áreas verdes y acciones de reforestación en áreas verdes, jardines, camellones de avenidas y estacionamientos.</p>
<b>FAUNA</b>		
FAD-5 FAP-5	Prevenición	<p>El proyecto, previo a las actividades de cambio de uso de suelo, cuenta con un Programa de Rescate y Ahuyentamiento de fauna silvestre, cuyo objetivo principal es minimizar los posibles impactos ambientales negativos hacia la fauna de vertebrados del predio donde se desarrollará el proyecto, con especial énfasis hacia los organismos de lento desplazamiento, crías en nidos o aquellos que ocupan hábitats muy particulares (cuevas y tronco huecos, principalmente) y especies protegidas por la NOM-059-SEMARNAT-2010 como el caso de la iguana rayada (<i>Ctenosaura similis</i>) enlistada en la presente Norma ambiental.</p> <p>En el caso de especies animales de lento o escaso desplazamiento éstas deberán ser capturadas mediante trampas (que no produzcan daño al ejemplar, solo confinamiento o inmovilización), para ser trasladadas y posteriormente liberadas en ecosistemas similares en los cuales no se vislumbre próximo un proceso de afectación.</p>
FAD-11	Prevenición	<p>En relación con la fauna presente en el predio, será primordial que los desmontes se realicen por etapas y en un solo frente de trabajo, con la finalidad que la mayor parte de la fauna se desplace libremente hacia los sitios donde no existan afectaciones. Lo anterior facilitará el trabajo de rescate ecológico, ya que los esfuerzos se concentrarán hacia los organismos de lento desplazamiento, crías en nidos o aquellos que ocupan hábitats muy particulares (cuevas y tronco huecos, principalmente).</p>
FAD-12	Prevenición	<p>Se deberán llevar a cabo pláticas de educación ambiental con los trabajadores de la obra, en donde planteen los señalamientos de evitar molestar a las especies de fauna silvestre que puedan deambular por la zona, y su afectación por la mala disposición de los residuos sólidos.</p> <p>Se instalarán contenedores rotulados (basura orgánica e inorgánica) en lugares estratégicos dentro del predio para depositar la basura generada.</p> <p>Los contenedores serán vaciados periódicamente, trasladando los desechos, en camiones recolectores autorizados.</p>
<b>FAUNA – FRAGMENTACIÓN DE HÁBITATS</b>		
FH-5	Mitigación Compensación	<p>Las áreas que se pretenden desmontar para la implementación del proyecto, se encuentran delimitadas por vialidades y asentamientos humanos. Como parte del programa de reforestación, se enriquecerán las áreas de jardinadas.</p>
<b>PAISAJE (ESTÉTICA) - CALIDAD</b>		
PC-12	Mitigación	<p>Se deberán instalar sanitarios portátiles a razón de 1 por cada 20 trabajadores. Además se hará del conocimiento de los empleados de la obra para evitar prácticas inadecuadas de micción y defecación a ras del suelo.</p> <p>Para evitar el impacto generado por la basura orgánica e inorgánica, durante las etapas de preparación del sitio y construcción se instalarán contenedores rotulados (basura orgánica e inorgánica) en lugares estratégicos dentro del predio para depositar la basura generada.</p>



CÓDIGO IMPACTO	TIPO DE MEDIDA	DESCRIPCION DE LAS MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN
		Los contenedores serán vaciados periódicamente, trasladando los desechos, en camiones recolectores autorizados.
<b>NATURALIDAD - CALIDAD</b>		
NC-5 NC-11	Mitigación	La construcción del proyecto se deberá llevar a cabo dentro del plazo mencionado en el Programa de Obra, para recuperar el paisaje urbano y ciudadano y limitar el transporte de polvos por el viento y la erosión.
<b>RECURSOS HUMANOS – CALIDAD DE VIDA</b>		
RHC-11	Prevención	La maquinaria empleada durante el desarrollo del proyecto deberá contar con sistemas de reducción de ruido (mofles y/o silenciadores) y ajustarse al horario permitido.
<b>RECURSOS HUMANOS – SALUD Y SEGURIDAD</b>		
RHS-12	Mitigación	Se deberán instalar sanitarios portátiles a razón de 1 por cada 20 trabajadores. Además se hará del conocimiento de los empleados de la obra para evitar prácticas inadecuadas de micción y defecación a ras del suelo. Para evitar el impacto generado por la basura orgánica e inorgánica, durante las etapas de preparación del sitio y construcción se instalarán contenedores rotulados (basura orgánica e inorgánica) en lugares estratégicos dentro del predio para depositar la basura generada. Los contenedores serán vaciados periódicamente, trasladando los desechos, en camiones recolectores autorizados.

## X.2. Impactos residuales.

De acuerdo con el Reglamento de la LGEEPA en Materia del Impacto Ambiental, un impacto ambiental residual se define como aquel que persiste después de la aplicación de medidas de mitigación.

El criterio para identificar los impactos ambientales residuales fue desarrollar un nuevo análisis de los impactos considerando un escenario del Proyecto para el cual todas las medidas de prevención y mitigación, planteadas en la Sección X.1, se aplicaran de manera eficaz.

Los resultados de ponderación y valoración de los impactos ambientales residuales se sintetizan en el Cuadro 61.

**Cuadro 61.** Valoración cuantitativa de los impactos ambientales residuales para el proyecto "Paseos del Mar DC-222", una vez implementadas las medidas de prevención y mitigación planteadas por el proyecto.

CODIGO	C	P	I	O	E	D	R	VALOR
<b>AIRE - CALIDAD</b>								
A-5	-1	1	1	1	1	1	1	-6
A-8	-1	1	1	1	1	1	1	-6
A-11	-1	1	1	1	1	1	1	-6

A-12	-1	1	1	1	1	1	1	-6
<b>SUELO – CALIDAD</b>								
SC-5	-1	1	1	2	1	3	3	-11
SC-8	-1	1	1	2	1	3	3	-11
SC-11	-1	1	1	1	1	1	1	-6
SC-12	-1	1	1	1	1	1	1	-6
<b>AGUA SUBTERRÁNEA – CALIDAD</b>								
AC-11	-1	1	1	1	1	1	1	-6
AC-12	-1	1	1	1	1	1	1	-6
<b>FLORA – DIVERSIDAD Y ABUNDANCIA</b>								
FLD-1	-1	1	1	1	1	1	1	-6
FLD-5	-1	1	1	1	1	1	1	-6
FLD-6	-1	1	1	1	1	1	1	-6
<b>FLORA – ESPECIES EN ESTATUS DE PROTECCIÓN</b>								
FLP-5	-1	1	1	1	1	1	1	-6
<b>FAUNA – DIVERSIDAD Y ABUNDANCIA</b>								
FAD-5	-1	1	1	1	1	1	1	-6
FAD-11	-1	1	1	1	1	1	1	-6
FAD-12	-1	1	1	1	1	1	1	-6
<b>FAUNA – ESPECIES EN ESTATUS DE PROTECCIÓN</b>								
FAP-5	-1	1	1	1	1	1	1	-6
<b>FAUNA – FRAGMENTACIÓN DE HÁBITATS</b>								
FH-5	-1	1	1	2	1	3	3	-11
<b>PAISAJE (ESTÉTICA) - CALIDAD</b>								
PC-12	-1	1	1	1	1	1	1	-6
<b>NATURALIDAD - CALIDAD</b>								
NC-5	-1	1	1	2	1	3	3	-11
NC-11	-1	1	1	1	1	1	1	-6
<b>RECURSOS HUMANOS – CALIDAD DE VIDA</b>								
RHC-11	-1	1	1	1	1	1	1	-6
<b>RECURSOS HUMANOS – SALUD Y SEGURIDAD</b>								
RHS-12	-1	1	1	1	1	1	1	-6

De acuerdo con la tabla previamente citada, se concluye que una vez implementadas las medidas de mitigación planteadas por el proyecto, únicamente cuatro impactos ambientales, fueron clasificados como Moderados (el resto de los impactos fueron compatibles), los cuales persisten después de la implementación de las medidas de prevención y/o mitigación y se describen a continuación:

- SC-1: La calidad del suelo en las áreas sujetas a desmonte y despalme, sufrirán afectación por la remoción de la vegetación (desmonte) y extracción y retiro de la capa fértil superficial (despalme).
- SC-2: Durante las presentes actividades se afectará el suelo por excavaciones, relleno, nivelación y compactación, es decir, modificación puntual de la topografía (relieve).
- FH-1: Fragmentación de Hábitats
- NC-1: Las actividades de desmonte y despalme afectarán la naturalidad de la zona, al remover la vegetación presente en el sitio del proyecto.

Estos impactos ambientales residuales que serán generados por el proyecto están relacionados con la modificación del entorno, remoción de la cobertura vegetal para llevar a cabo el cambio de uso de suelo en terrenos forestales. Este es un escenario que ya se tiene contemplado en el Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Benito Juárez y en el Programa de Desarrollo Urbano 2014-2030, dado que el sitio del proyecto se localiza dentro de una zona de aprovechamiento urbano y como tal el sitio del proyecto forma parte del paisaje urbano que prevalece en la zona.

### **X.3 Descripción y análisis del escenario sin proyecto.**

De acuerdo a lo descrito en el presente estudio referente a la construcción de la Conjunto Habitacional Paseos del Mar DC-222, y en caso de que el inmueble de interés no se desarrolle ningún tipo de proyecto, es de esperarse que prosiguiera en el sitio su tendencia actual hacia la restitución de la calidad ambiental del mismo. No obstante, se deberán tomar en consideración que el predio de interés se cubre de una vegetación que es resultado de las afectaciones generadas por el paso de los huracanes Gilberto (1988). Este fenómeno se consideró de naturaleza catastrófica, por lo se emitió un decreto de veda permanente durante 5 años para promover la recuperación de las características naturales de las zonas siniestradas.

De esta manera y para determinar la evolución de los ecosistemas de esta zona, se deben de tomar en consideración los criterios que se siguieron para emitir un nuevo decreto en el 2000 para declarar el Levantamiento de la Veda de los Polígonos Siniestrados en 1989 (Periódico Oficial del Gobierno del Estado de Quintana Roo, con fecha 16 de octubre del 2000). Por lo que a través de un acuerdo llevado a cabo entre los distintos niveles de gobierno, se consideró que luego de "restringirse el cambio de uso del suelo y los aprovechamientos forestales en las zonas afectadas, no redujo la demanda de los mismos y por el contrario los aprovechamientos ilegales así como la presencia de asentamientos humanos irregulares han tenido un incremento sustancial, motivado por el desarrollo turístico de los últimos once años en Cancún, Isla Mujeres en su parte continental y en el corredor turístico conocido como Rivera Maya".

En este sentido, se debe confirmar que luego de casi 26 años de paso de los fenómenos naturales, para toda esta zona no se muestra de manera franca que se esté dando la restitución de la estructura de la selva mediana subperennifolia que fue siniestrada de manera evidente. Es por ello que aún prevalece una cobertura de selva que se encuentra dominada por una vegetación secundaria arborea y arbustiva. Además y en este caso, se debe considerar los estudios de Whigham, et al. (1990) quienes llevaron a cabo la valoración del ritmos de crecimiento de las especies de la selva mediana subperennifolia y en donde se registra que en promedio estas pueden alcanzar un incremento de 0.5 cm anuales.

Por lo que de acuerdo con estos datos, se puede considerar que para que un individuo alcance una talla por arriba de los 30 cm en DAP, se requiere de cerca de 60 años, suponiendo que este crecimiento fuera continuo. No obstante, dentro de este concepto no está incluido el tiempo que requiere una especie para su desarrollo desde su germinación hasta alcanzar el primer centímetro en DAP. De esta forma, la restitución de la estructura de la selva mediana subperennifolia como ecosistema dominante puede ser un evento tardío y que de alguna manera se está vislumbrado en el estado actual de la vegetación del predio que consiste básicamente de cuantiosas especies arbustivas y herbáceas.

En otro sentido, actualmente la zona cuenta con vialidades de acceso, por lo que el escenario que se pudiera presentar es que comience a darse algún proceso de invasión de tierras, la disposición y acumulación de basura y todo tipo de desechos que ocurre en la periferia de todas las ciudades, la extracción de recursos como son: leña, roca calcárea, tierra vegetal, etc.

Por lo antes mencionado, la calidad ambiental de la vegetación del predio en general, se verá en constante detrimento ya que se encuentra colindante a las áreas habitacionales y por lo antes mencionado se puede dar la presencia de quemados, tiraderos clandestinos, defecación al ras del suelo, asentamientos irregulares, extracción de flora y fauna entre otros.

En la Figura 42, se representan las condiciones ambientales que en la actualidad existen en la zona de influencia de este proyecto. Este predio se encuentra colindante al área urbana de Cancún y comunicado a través de la vialidad denominada Arco Norte por lo que está fuertemente influenciado por un entorno previamente fraccionado y sujeto a presiones de urbanización.

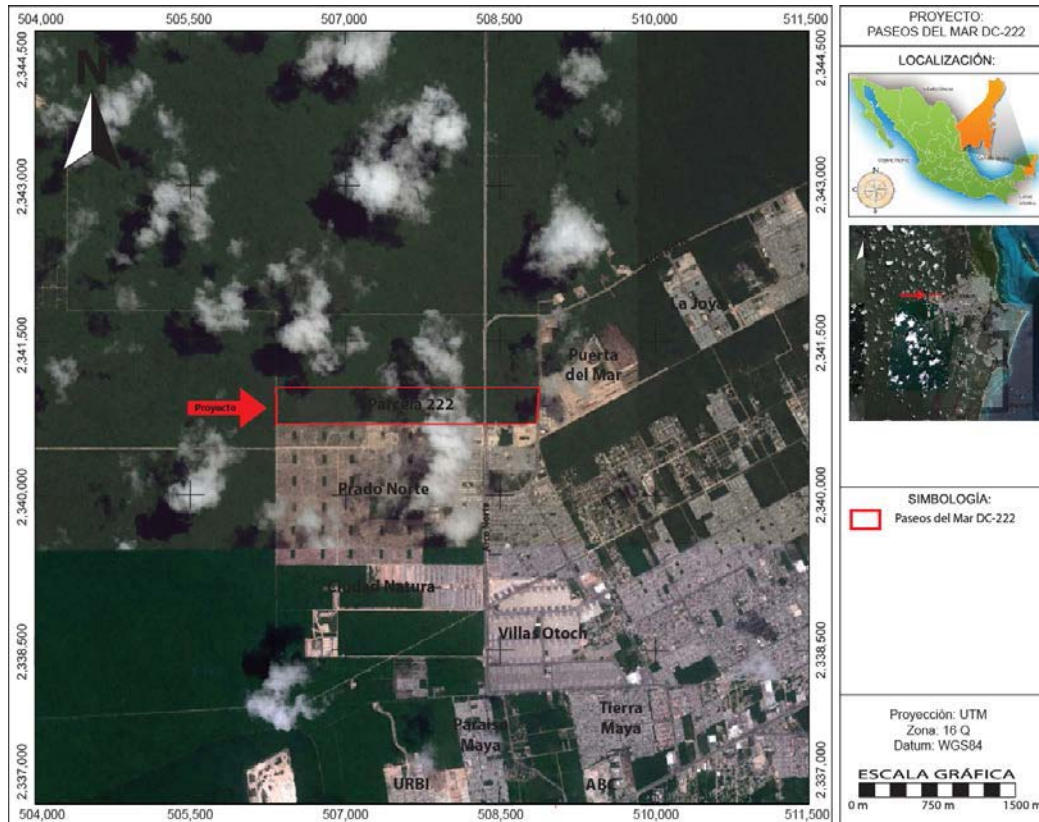


Figura 42. Escenario del predio sin la implementación del proyecto.

#### X.4. Descripción y análisis del escenario con proyecto.

En caso de realizarse el proyecto *Paseos del Mar Dc-222*, sin que se lleven a cabo las medidas de prevención, mitigación y compensación mencionadas en el presente documento, se tendrían los siguientes escenarios:

- Durante las etapas de preparación del sitio se habría de esperar el desmonte total de la vegetación existente dentro de la propiedad.
- Durante la etapa de preparación de sitio y de construcción de la obra civil, el proyecto pudiera convertirse en una fuente discontinua de emisión de polvo y gases contaminantes provenientes principalmente de los camiones de transporte de materiales. Así como por las excavaciones, cortes, nivelaciones y la construcción civil, que sin control, provocarían algunas molestias a los habitantes de la zona y afectaciones al aire, agua y suelo dentro del sitio.
- Se podría tener una producción importante de algunos residuos sólidos y líquidos, que podrían generar desde malos olores hasta la atracción, contaminación del medio físico y crecimiento de fauna nociva.
- En caso de que los trabajos de construcción no se realizaran conforme al programa de trabajo y se aumentara el tiempo necesario, los efectos negativos que generará podrían prolongarse y la presencia de los impactos llevaría a un periodo de recuperación mayor.

- Durante la construcción en la zona disminuiría la calidad visual y ambiental, ya que en el caso de viento los contaminantes en la atmósfera podrían acumularse en mayor cantidad sobre las áreas habitadas aledañas al sitio del proyecto.
- El escenario, presentaría un incremento de partículas sólidas en suspensión deteriorando las condiciones del paisaje, incrementando los desechos sólidos en sitios no autorizados y potencialmente se constituirían como un foco infección y fuente de contaminación del suelo.

Por lo que, a lo señalado anteriormente, el proyecto se pretende desarrollar en apego a la legislación ambiental y urbana, así como a los instrumentos de planeación ambientales que se citan a continuación, en los cuales ya se tiene contemplado el escenario de desarrollo del predio ya que le asignan al mismo un uso de suelo predominante urbano con una política de aprovechamiento sustentable.

- Modificación del Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Benito Juárez.
- Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población Cancún, Municipio de Benito Juárez, Quintana Roo (2014-2030).

Su ubicación se considera adecuada, al estar conectado el predio con la Ciudad de Cancún a través del Arco Norte que le da fácil acceso. Con lo antes mencionado, se permite anticipar un proyecto viable en el ámbito legal ambiental y urbano, ya que se diseñó en apego a los criterios ambientales y lineamientos urbanos aplicables al sitio.

De llevarse a cabo el desarrollo del proyecto de interés, se podrá satisfacer la demanda de vivienda de interés social para esta zona de la Ciudad de Cancún. Aunado a lo anterior, como parte del programa de reforestación, las plantas rescatadas en el sitio del proyecto se utilizarán para enriquecer las zonas de conservación del proyecto, proyectadas para las áreas jardinadas, parques camellones y áreas de estacionamientos.

Por lo tanto en el escenario del proyecto "Paseos del Mar DC-222" el cual se desarrollara en un predio que cuenta con una superficie total de 89.41 hectáreas, en el se podrá observar el desplante de un desarrollo habitacional compuesto de 5,511 viviendas de interés social y una serie de vialidades, rodeado de un entorno de áreas comunes como parques, jardines y áreas comerciales.

#### **X.5. Descripción y análisis del escenario considerando las medidas de mitigación.**

La puesta en marcha del proyecto, y la consecuente implementación de las medidas de prevención y mitigación que se ponen a consideración de la autoridad

---

para su evaluación y autorizadas, permitirán controlar y mitigar los impactos ambientales adversos al predio y al ambiente. El proyecto cuenta con medidas de prevención y mitigación para evitar la afectación de los siguientes factores ambientales:

- Aire
- Suelo
- Acuífero
- Diversidad y abundancia de flora y fauna, así como las enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.
- Paisaje
- Recursos Humanos

Con lo antes mencionado, se permite anticipar un proyecto viable en el ámbito ambiental, ya que no pone en riesgo la diversidad de especies de flora y fauna en peligro de extinción, ni la contaminación del suelo, subsuelo y atmósfera ocasionado por la generación de residuos sólidos y líquidos ya que existirán medidas de mitigación y/o prevención aplicables para cada uno de los impactos generados.

El escenario que se tendrá en el caso de que se apliquen las medidas de prevención de impactos ambientales corrigieran los problemas ambientales que se generarían habrá de redundar en las siguientes consideraciones:

- Se habrá de llevar a cabo una edificación con base en planos de obra debidamente autorizados por la Dirección de Desarrollo Urbano del municipio de Benito Juárez.
- Se contará con las autorizaciones materia de impacto ambiental y de cambio de uso del suelo, y con ello se dictaminarían de todas las medidas de protección que se deben llevar a cabo para evitar afectaciones dolosas a los elementos del ambiente.
- Se mitigará la generación de polvos, gases y desechos que afectan la calidad de aire y suelo.
- Se conservará las características de la vegetación correspondientes con las áreas verdes que propone el desarrollo y se habrá sembrar plantas nativas que mitiguen aún más los impactos ambientales.
- Se tendrá un servicio eficiente de drenaje sanitario que enviará las aguas residuales a una planta de tratamiento del agua residuales ubicada en la parte norponiente de la ciudad de Cancún.
- Con la vegetación que será conservada se promoverán las condiciones para que la fauna silvestre pueda adaptarse a estas nuevas condiciones ya que contarán con espacios arbolados para que sean utilizados para su descanso, alimentación e incluso anidación.

- El paisaje será una combinación del elemento urbano con áreas verdes.
- Se crearán empleos durante la construcción de la obra.

Los impactos permanentes más relevantes que serán generados por el proyecto están relacionados con la modificación del entorno, remoción de la cobertura vegetal para llevar a cabo la construcción del desarrollo habitacional. Este es un escenario que ya se tiene contemplado en el Programa de Ordenamiento Ecológico Local correspondiente, ya que le asigna al sitio del proyecto un uso de suelo urbano. Por su parte, el H. Ayuntamiento de Benito Juárez cuenta con medidas para evitar los impactos acumulativos de la construcción del presente proyecto, como recolección de basura y consolidación de áreas verdes. En cuanto a los impactos benéficos, la implementación del proyecto traerá consigo un beneficio en cuanto a la economía local, ya que se provocará la generación de empleos temporales durante su construcción.

#### **X.6. Pronóstico ambiental.**

En la zona de influencia en donde se pretende llevar a cabo la implementación del presente proyecto, prevalecen condiciones de crecimiento urbano. Este es un escenario que ya se tiene contemplado en los Programas de Ordenamiento Ecológico de la Región y en específico para el sitio del proyecto se cuenta con una política de aprovechamiento sustentable.

De acuerdo con los instrumentos de planeación aplicables, el desarrollo del proyecto permitirá controlar y, en su caso, mitigar algunos de los impactos adversos al ambiente, mediante la implementación de actividades, programas y medidas preventivas y/o correctivas, tales como: eliminar y evitar la presencia de tiraderos clandestinos de basura, quema de la misma y defecación al ras del suelo; llevar a cabo un buen manejo de los residuos sólidos generados por la operación del proyecto; reforestación de jardines.

La implementación de las medidas de prevención propuestas permitirá al proyecto ser menos agresivo con el ambiente; las medidas tienen como objetivo de mitigar los efectos de las actividades del proyecto sobre los componentes ambientales en todas las etapas que implica su ejecución.

En la búsqueda de un área proclive donde se pueda desarrollar el proyecto, se encontró el señalado en todo el trabajo, mismo que muestra una zona con conveniencia y aprobación con el tipo de uso de suelo tanto a nivel estatal como a nivel municipal, procurando que no tuviera un riesgo al medio ambiente o que este sea mínimo.



---

Por ello durante la construcción se tendrán en cuenta las medidas de mitigación señaladas relativas a patios de maniobras, trabajos sobre el trazo y terracerías de acceso a la obra, durante las etapas de preparación del sitio, construcción y operación.

Además de que con la aplicación de programas de rescate de flora y fauna y de reforestación de áreas verdes, se logrará minimizar los efectos negativos de los impactos ambientales generados, durante la preparación y construcción, se reduciría la contaminación atmosférica a través de la aplicación de acciones para evitar la contaminación del aire, un plan de manejo integrado de residuos sólidos, con los cuales serían subsanados los efectos negativos de modo simultáneo disminuyendo los riesgos de contaminación del suelo y/o agua y garantizando la protección de la vida silvestre.

En lo que refiere a la calidad de vida de los habitantes de la región, se debe mencionar que el mejoramiento del nivel y calidad de vida es un fenómeno complicado, ligado al nivel sociocultural y educativo de la gente, por lo que se podría decir que este habrá de mejorar sustancialmente. Asimismo, se creará fuentes de empleo directas y de capacitación y otras oportunidades, que son importantes para el desarrollo de las actividades económicas del municipio.

## **X.7 Programa de Manejo Ambiental**

Aunando a las medidas de prevención y mitigación establecidas en la Sección IX.1 para los impactos ambientales que pueda generar por el cambio de uso de suelo en terrenos forestales de una superficie de 88.35 hectáreas del proyecto "Paseos del Mar DC-222", se requieren de medidas integrales de manejo que permitan su mitigación, prevención, atenuación o reducción, apegando el proyecto a la normatividad ambiental aplicable, para lo cual se presentan los siguientes programas que permitan la supervisión ambiental adecuada del proyecto:

- **Programa de Rescate y Reubicación de especies de la vegetación forestal**

El Artículo 123 Bis del Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, establece que *para efectos de los dispuesto en el párrafo cuarto del artículo 117 de la Ley, la Secretaría incluirá en su resolución de autorización de cambio de uso del suelo en terrenos forestales, un programa de rescate y reubicación de especies de la vegetación forestal afectadas y su adaptación al nuevo hábitat, mismo que estará obligado a cumplir el titular de la autorización. La Secretaría deberá de integrar el programa, con base en la información sobre las medidas de prevención y mitigación de impactos sobre los recursos forestales, la flora y fauna silvestres, referidos en la fracción VIII del artículo 121 de este Reglamento.*

*Con base en la información proporcionada por el interesado en el estudio técnico justificativo, el programa 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 (Artículo adicionado DOF 24-02-2014).*

Este programa tuvo como objetivo el rescate las especies y ejemplares susceptibles de ser rescatadas, principalmente de aquellas que se encuentran catalogadas en algún estatus de protección de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010. Se pretende el rescate de aproximadamente 39,851 plantas silvestres de cuando menos 24 especies nativas en el predio destinado para la construcción de viviendas e infraestructura urbana. Todas las especies que sean rescatadas serán reincorporadas dentro de las áreas verdes como; parques Jardines, Camellones, áreas de estacionamiento y frentes de los patios de las propiedades del desarrollo habitacional.

- **Programa de Rescate y Ahuyentamiento de Fauna**

El reconocimiento de la fauna realizado en el predio y el análisis de los resultados, permitió establecer los pasos fundamentales a seguir para realizar el ahuyentamiento de la fauna, cuyo objetivo sera contribuir a minimizar los posibles impactos ambientales negativos hacia la fauna de vertebrados del predio donde se desarrollara el proyecto.

Durante los recorridos hechos para la realización de la presente caracterización se pudo constatar que la fauna silvestre no presenta un gran número de individuos, debido posiblemente a que el predio se encuentra ubicado en una zona con alto grado de afectación y no encuentran alimento ni lugares ni vegetación donde refugiarse además los saqueos y la tala clandestina de los árboles, así como, de la construcción y ampliación de vialidades adjuntos la cual genera ruido y polvos. A continuación se indican las especies observadas en el área del proyecto, predominando el grupo de las aves:

**Cuadro 62. Listado de fauna registrado en el sitio del proyecto.**

No	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	REGISTRO DE CAMPO
ANFIBIOS			
1	<i>Bufo marinus</i>	Sapo	2
2	<i>Bufo valliceps</i>	Sapo	1
REPTILES			
1	<i>Ameiva undulata</i>	Lagartija metálica	2

No	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	REGISTRO DE CAMPO
2	<i>Anolis sagrei</i>	Lagartija chipojo	2
3	<i>Basiliscus vittatus</i>	Toloke	1
4	<i>Ameiva undulata</i>	Lagartija	1
5	<i>Anolis sagrei</i>	Lagartija	1
6	<i>Coniophanes imperialis</i>	Culebra rayada	1
7	<i>Ctenosaura similis</i>	Iguana rayada	3
8	<i>Conophis lineatus</i>	Culebra	1
9	<i>Norops rodriguezii</i>	Toloquito	2
10	<i>Sceloporus crysostictus</i>	Lagartija escamosa	2
AVES			
1	<i>Amazilia rutila</i>	Colibrí canelo	1
3	<i>Arremonops rufivirgatus</i>	Gorrión oliváceo	2
4	<i>Buteo magnirostris</i>	Aguilla caminera	1
5	<i>Cardinalis cardinales</i>	Cardenal	2
6	<i>Centurus pygmaeus</i>	Carpintero yucateco	2
7	<i>Colinus nigrogularis</i>	Torcacita	2
8	<i>Columba flavirostris</i>	Paloma morada	1
9	<i>Columbina passerina</i>	Tortolita común	2
10	<i>Columbina talpacoti</i>	Tórtola rojiza	2
11	<i>Conopus cinereus</i>	Mosquero	1
12	<i>Crotophaga sulcirostris</i>	Garrapatero pijuy	1
13	<i>Crypturellus cinnamomeus</i>		2
14	<i>Cyanocorax morio</i>	Pea	3
15	<i>Cyanocorax yncas</i>	Chara verde	1
16	<i>Cyanocorax yucatanicus</i>	Chara yucateca	1
17	<i>Dendroica petechia</i>	Chipee amarillo	2
18	<i>Dives dives</i>	Tordo cantor	2
19	<i>Dryocopus lineatus</i>	Carpintero lineado	2
20	<i>Icterus auratus</i>	Bolsero yucateco	1
21	<i>Icterus cucullatus</i>	Bolsero cuculador	2
22	<i>Icterus gularis</i>	Bolsero de altamira	2
23	<i>Leptotila verreauxi</i>	Paloma	1
24	<i>Melanerpes aurifrons</i>	Carpintero frentidorad	1
25	<i>Mimus gilvus</i>	Cenzontle	4
26	<i>Momotus momota</i>	Momoto cabeza negra	2
27	<i>Myiarchus tyrannulus</i>	Copetón tirano	1
28	<i>Myiodynastes luteiventris</i>	Mosquero	1
29	<i>Myiozetetes similis</i>	Luis gregario	1
30	<i>Ortalis vetula</i>	Chachalaca	5
31	<i>Passerina ciris</i>	Mariposo	2
32	<i>Piaya cayana</i>	Cuco	2
33	<i>Piranga rubra</i>	Tángara roja	1
34	<i>Pitangus sulphuratus</i>	Luis grande	1
35	<i>Quiscalus mexicanus</i>	Zanate mexicano	7
36	<i>Troglodytes aedon</i>	Saltapared sureño	1
37	<i>Turdus grayi</i>	Ruiseñor	1

No	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	REGISTRO DE CAMPO
38	<i>Tyrannus melancholicus</i>	Tirano tropical	2
39	<i>Zenaida asiatica</i>	Paloma alas blancas	1
MAMIFEROS			
1	<i>Artibeus jamaicensis</i>	Murciélago	2
2	<i>Dasiprocta punctata</i>	Sereque	2
3	<i>Didelphys marsupialis</i>	Tlacuache	2
4	<i>Nasua narica</i>	Tejón	3
5	<i>Peromyscus yucatanicus</i>	ratón	2
6	<i>Odocoileus virginianus</i>	Venado cola blanca	1
7	<i>Porcion lotor</i>	Mapache	1
8	<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	Zorra gris	1

La única especie con alguna categoría de protección de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010, es la *Ctenosaura similis* (Iguana rayada). A la cual se dará prioridad durante esta actividad.

La técnica del ahuyentamiento de la fauna, consiste en la no manipulación a la fauna silvestre, por lo que se aleja a los individuos que se localizan dentro del área de desplante del proyecto, evitando en todo momento la contención o contacto directo con ellos. Para ello se realizarán recorridos a lo ancho de dichas áreas en zig-zag, con dirección Este y Oeste y viceversa, con la finalidad de dirigir el desplazamiento hacia las áreas en breña colindantes.

Los recorridos por el predio se realizarán durante dos días y en dos turnos cada día, por la mañana y por la tarde, para ahuyentar al mayor número de especies; debido a las dimensiones del predio, la actividad se realizará con dos personas. Cada persona portará una vara de 2 a 3 m de longitud durante el recorrido, la vara puede ser de madera u otro material duro. La persona, durante el recorrido se desplazará haciendo movimientos semicirculares (con una amplitud de 180°) con la vara de tal manera que antes de su paso mueva la vegetación a nivel de piso.

Esto provocará la huida de la fauna, pues ante la presencia o actividad humana los mismos individuos se desplazan inmediatamente a áreas más seguras. Esta acción también serviría para prevenir a la persona de la presencia de algún animal riesgoso como víboras. Pese a que no se registró evidencia de la presencia de estos animales, es mejor tomar precauciones.

Esta técnica aplica a todos los grupos faunísticos e involucra a todos los individuos que pueden estar presentes en el predio, tanto de las especies que fueron registradas en el predio como aquellas que, pese a que no se avistaron durante el trabajo de campo, puedan ocupar el predio.

- **Programa de Manejo de Residuos Sólidos y Líquidos:**

La implementación del cambio de uso del suelo en terrenos forestales dentro del sitio del proyecto, conllevará la generación de residuos líquidos y sólidos. Con la finalidad de disminuir al máximo los riesgos de contaminación al suelo y al manto freático y con el objetivo principal de que las medidas de mitigación sean implementadas de manera efectiva, se ha considerado conjuntarlas en un Programa de Manejo de Residuos cuyos componentes se presentan a continuación:

- Supervisión del uso de sanitarios portátiles en frentes de trabajo, los cuales serán instalados en proporción de un sanitario por cada 20 trabajadores.
- Supervisión del mantenimiento de la infraestructura sanitaria y la disposición final de residuos líquidos a cargo de empresas acreditadas para tal fin por las autoridades competentes.
- Supervisión de la colocación y adecuada ubicación de los contenedores de basura, rotulados (basura orgánica e inorgánica) y con tapa.
- Supervisión de que los residuos sólidos domésticos sean colocados en los contenedores específicos y que su contenido sea retirado y conducido hacia el relleno sanitario del Municipio.
- Supervisión del adecuado mantenimiento de la maquinaria para evitar la producción de ruidos, gases y derrames de líquidos.

## **X.8 Seguimiento y control**

Para garantizar el cumplimiento de las medidas de prevención y mitigación propuestas en el documento para los impactos ambientales producto del cambio de uso del suelo en terrenos forestales para el sitio de interés, se presenta el Programa de Seguimiento y Control el cual tiene como objetivos principales los siguientes:

- Vigilar el cumplimiento de las medidas de prevención y mitigación propuestas para cada uno de los impactos ambientales identificados.
- Vigilar el cumplimiento de los términos y condicionantes emitidos por la autoridad correspondiente posterior a su análisis del presente documento técnico unificado de cambio de uso de suelo.
- Vigilar que no se produzcan impactos ambientales adicionales a los ya identificados en el presente documento, y en su caso, aplicar medidas de prevención, mitigación y compensación para dichos impactos.

Lo anterior se pretende lograr mediante el recorrido de las áreas sujetas al cambio de uso del suelo en terrenos forestales, por parte de personal capacitado, así como, la elaboración de informes de seguimiento que deberán ser presentados a

los encargados de obra para que en su caso se apliquen las medidas preventivas, de mitigación o de compensación correspondientes.

Para el seguimiento del presente programa, se tendrán en consideración los indicadores del cuadro 63.

**Cuadro 63. Identificadores de Impacto para el Programa de Monitoreo del Proyecto.**

IMPACTO	IDENTIFICADOR DE IMPACTO
Contaminación del Suelo	Evidencia de escurrimientos de aceites, grasas, hidrocarburos etc.
	Evidencia de micción y defecación al aire libre.
	Inadecuada disposición de residuos sólidos en los sitios dispuestos para ello.
Contaminación del Agua	Evidencia de escurrimientos de aceites, grasas, hidrocarburos etc.
	Evidencia de micción y defecación al aire libre
Contaminación del Aire	Evidencia de emisiones de gases por parte de la maquinaria.
Vegetación	Evidencia de residuos en áreas verdes públicas municipales.
	Evidencia de especies exóticas en áreas verdes públicas municipales.
	Evidencia de ampliación de las áreas sujetas a desmonte y despalme.
Fauna	Mortalidad de especies.
	Especies en cautiverio.

### Procedimiento para instrumentar medidas de mejora

La implementación del Programa de Manejo Ambiental descrito en el presente capítulo, representa la garantía de la atención y mitigación adecuada de los impactos ambientales generados y potenciales esperados por el cambio de uso de suelo en terrenos forestales del proyecto, y permite la identificación oportuna en caso de que se presente algún incumplimiento.

En el cuadro 64, se presenta una estimación de los costos de implementación de las medidas de mitigación propuestas así como el cumplimiento del programa ambiental descrito con anterioridad. Por lo cual, se considera que este proyecto resulta ambientalmente responsable, si se respetan las restricciones de construcción previstas y se da cabal cumplimiento al programa de trabajo, a las medidas de mitigación propuestas y a los criterios y parámetros establecidos en los instrumentos de planeación vigentes.

**Cuadro 64.** Costo total de la inversión para el Programa de Manejo Ambiental de este proyecto.

CONCEPTO	ESTATUS	IMPORTE
Costo del rescate de plantas silvestres (39,851 plantas con un costo de rescate promedio de \$10.00 pesos)	Actividad ejecutada	\$398,510.00
Costo del mantenimiento de las plantas rescatadas por un periodo de cuando menos 24 meses (7,000 por mes)	Pendiente	\$168,000.00
Costo de las labores de reforestación con un costo de plantación y mantenimiento promedio de (10,000 por mes durante 12 meses)	Pendiente	\$ 120,000.00
Costo de las labores de ahuyentamiento de fauna (5,000 pesos por 5 meses).	Actividad ejecutada	\$25,000.00
Costo de las labores de trituración de los residuos vegetales	Actividad ejecutada	\$70,000.00
<b>COSTO TOTAL DEL PROGRAMA DE MANEJO AMBIENTAL</b>		<b>\$781,510.00</b>

Por lo tanto se estima que la ejecución del Programa de Manejo Ambiental para este proyecto tiene un costo total de inversión de \$781,510.00 pesos M.N., para la ejecución de las labores contempladas como medidas de mitigación para el rescate de flora, ahuyentamiento de fauna, reforestación con plantas nativas, recuperación de materias primas forestales y triturado de residuos vegetales.

---

## **XI. SERVICIOS AMBIENTALES QUE PUDIERAN PONERSE EN RIEGO POR EL CAMBIO DE USO DEL SUELO PROPUESTO.**

La Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (Artículo 7 fracción XXXVII) define los servicios ambientales como: Los que brindan los ecosistemas forestales de manera natural o por medio de manejo sustentable de los recursos forestales, tales como la provisión de agua en calidad y cantidad, la captura de carbono, la generación de oxígeno, componentes naturales, la protección de la biodiversidad, de los ecosistemas y formas de vida, la protección y recuperación de suelos; entre otros.

Aunado a la definición anterior según Huetting et al. 1998, los servicios ambientales se pueden definir como el conjunto de condiciones y proceso naturales (incluyendo especies y genes) que la sociedad puede utilizar y que ofrecen las áreas naturales por su simple existencia. Dentro de este conglomerado de servicios se pueden señalar la biodiversidad, el mantenimiento de germoplasma con uso potencial para el beneficio humano, el mantenimiento de valores estéticos y filosóficos, la estabilidad climática, la contribución a ciclos básicos (agua, carbono y otros nutrientes) y la conservación de suelos, entre otros. Para el caso particular de recursos forestales, la producción de tales servicios está determinada por las características de las áreas naturales y su entorno socioeconómico.

En el orden de ideas que se sigue la biodiversidad proporciona servicios como degradación de desechos orgánicos, formación de suelos y control de la erosión, fijación de nitrógeno, incremento de los recursos alimenticios, de las cosechas y su producción, control biológico de plagas, polinización de plantas, productos farmacéuticos y naturistas, turismo de bajo impacto, secuestro de bióxido de carbono, infiltración del agua y mantenimiento de las cuencas hidrológicas. El proyecto en estudio se ubica en terrenos de uso urbano donde aún existen relictos de vegetación de selva mediana subperennifolia en franco proceso de degradación y que a mediano plazo están destinados a ser usados como vialidades urbanas o zonas de fraccionamientos.

Tomando en consideración las definiciones antes citadas en este apartado, se espera la reducción de los servicios ambientales en la superficie que se solicita el cambio de uso de suelo en terrenos forestales es mínima y no será una causal de la pérdida si no de la reducción puntual de los servicios ambientales del sistema ambiental regional en donde se ubica el proyecto. A continuación se hace una identificación de los servicios ambientales que se verían disminuidos como resultado de la ejecución del proyecto en estudio.



## La protección y recuperación de suelos

La vegetación es fundamental para controlar la erosión superficial, por ello su eliminación del terreno afectará a este servicio ambiental de forma puntual, pues en términos de erosión la remoción de la vegetación podrá originar una pérdida de suelo forestal para convertirse en suelo inútil para el soporte de formas de vida.

No obstante, se asegura que esta afectación no es significativa al nivel del sistema ambiental y menos al nivel de la cuenca. Con la finalidad de demostrar que la remoción de la vegetación que se pretende no provocará la erosión de los suelos de manera significativa en el sitio del proyecto.

Como se podrá comprobar en el Capítulo 12 del presente Documento Técnico Unificado, por la implementación del proyecto no se prevé la afectación significativa del predio por erosión ya que mediante el cálculo realizado se pudo observar que la erosión que podría darse en el área es mínima encontrándose muy por debajo de los límites establecidos por el Dr. Mario Martínez Méndez (2005). Es importante aclarar que dicha ecuación fue diseñada a partir de datos empíricos en parcelas experimentales agrícolas que cumplían un "cierto tipo" de condiciones y no en función de lo que sería el cambio de uso del suelo forestal, sin embargo, se hace uso de esta fórmula para calcular la erosión potencial.

Sin embargo, la remoción total de vegetación forestal correspondiente a vegetación secundaria de Selva mediana subperennifolia, se realizará en una superficie de 88.35 hectáreas que corresponde al 98.81 % de la superficie total del terreno.

El proyecto también implica el rescate y reubicación de especies de flora y fauna; se pretende mantener áreas verdes con vegetación natural, sobre una superficie de 5.27 hectáreas que equivalen al 5.89 % de la superficie total del predio, las áreas con vegetación natural en pie se distribuyen en varias zonas al interior del predio que nos ocupa.

## La protección de la biodiversidad

Como se verá en el Capítulo 12 del presente Documento Técnico Unificado, no se compromete la biodiversidad en el predio por la implementación del proyecto, tanto para la flora como para la fauna silvestre, ya que en ambos casos se prevé la implementación de programas específicos que permitirán la conservación de los mismos a través de su reubicación parcial y total respectivamente.

En ecología, el término paisaje se utiliza para designar unidades geográficas en las que, a pesar de la existencia de una cierta heterogeneidad interna (por ejemplo diferentes tipos de vegetación o distintos estados sucesionales de los mismos), las

principales variables ambientales (por ejemplo, la temperatura, la humedad, la precipitación u otras) no cambian significativamente dentro del área de la propia unidad geográfica, la cual muestra una historia geomorfológica y biogeográfica común (Sánchez, et al., 2000). Este concepto necesariamente considera la presencia del ser humano. En este sentido, en la zona del proyecto existe un tipo de vegetación en distintos niveles de perturbación o conservación, en donde se distribuyen especies de vida silvestre (microorganismos, hongos, flora, fauna, etcétera), cuya biodiversidad es reflejo de su propia historia evolutiva, natural o inducida.

En general, la Península de Yucatán es menos diversa que otras regiones de México, aunque presenta atributos taxonómicos y filogenéticos que la caracterizan de otras zonas del país, Centro y Sur América. Por ejemplo, presenta pocas especies endémicas, baja riqueza de especies restringidas y un mayor número de especies con intervalos de distribución amplios, por lo que la probabilidad de que se registren las mismas especies en dos sitios es elevada (Arita y Vázquez-Domínguez, 2003). La península también se caracteriza por su baja diversidad beta (tasas de recambio de especies entre un hábitat y otro o entre un estado de uso y otro), lo cual ha sido explicado como resultado de la topografía homogénea, la falta de barreras geográficas y la baja heterogeneidad de hábitats (Vázquez-Domínguez y Arita, 2010).

En este contexto, para analizar si la ejecución del cambio de uso del suelo ocasionará efectos significativos al servicio ambiental de protección a la biodiversidad de los ecosistemas y formas de vida, se realizaron los siguientes análisis.

En el área del proyecto se registraron 92 especies de flora que representan el 3.9% del total registrado para la Península de Yucatán con 2,300 especies de flora y el 5 % del Estado de Quintana Roo con 1,800 especies (Valdez-Hernández e Islebe, 2011). En cuanto a la fauna silvestre se tiene que sólo se registraron dos especies de reptiles y treinta y nueve especies de aves, mismas que si se comparan con los registros para la Subcuenca "a" reportada por CAM (op. cit.), debido a que el predio se ubica al interior de una zona urbana rodeada de fraccionamientos y vialidades, presenta vegetación secundaria y severas afectaciones antropogénicas que han mermado su calidad ambiental. Empero, confirman la hipótesis de que el cambio de uso de suelo dentro del predio del proyecto tendrá un efecto reducido sobre la biodiversidad de flora y fauna dentro del sistema ambiental y la Subcuenca hidrológico-forestal.

Adicionalmente, hay que señalar que al interior del predio no se registró especie vegetal endémica, por lo que no se comprometen sus poblaciones y por si fuera poco se han considerado acciones preventivas y de mitigación para reducir aún

más una posible afectación. La especie de fauna endémica registrada es la lagartija escamosa (*Sceloporus chrysostictus*) que es relativamente común y más abundante en sitios abiertos o perturbados que en hábitats naturales.

Con la información recopilada en este predio, las especies, que se reportan como Amenazadas. Son *Thrinax radiata* y *Tabebuia chrysantha* en la NOM-059-SEMARNAT-2010. Es la palma Chit (*Thrinax radiata*) está especie ampliamente representada en el sistema ambiental, la Subcuenca "a" y en la Península de Yucatán, como se evidencia en las cartas de distribución conocida reportadas por la CONABIO. Además, para estas especies en particular se han considerado acciones preventivas y de mitigación para reducir aún más una posible afectación.

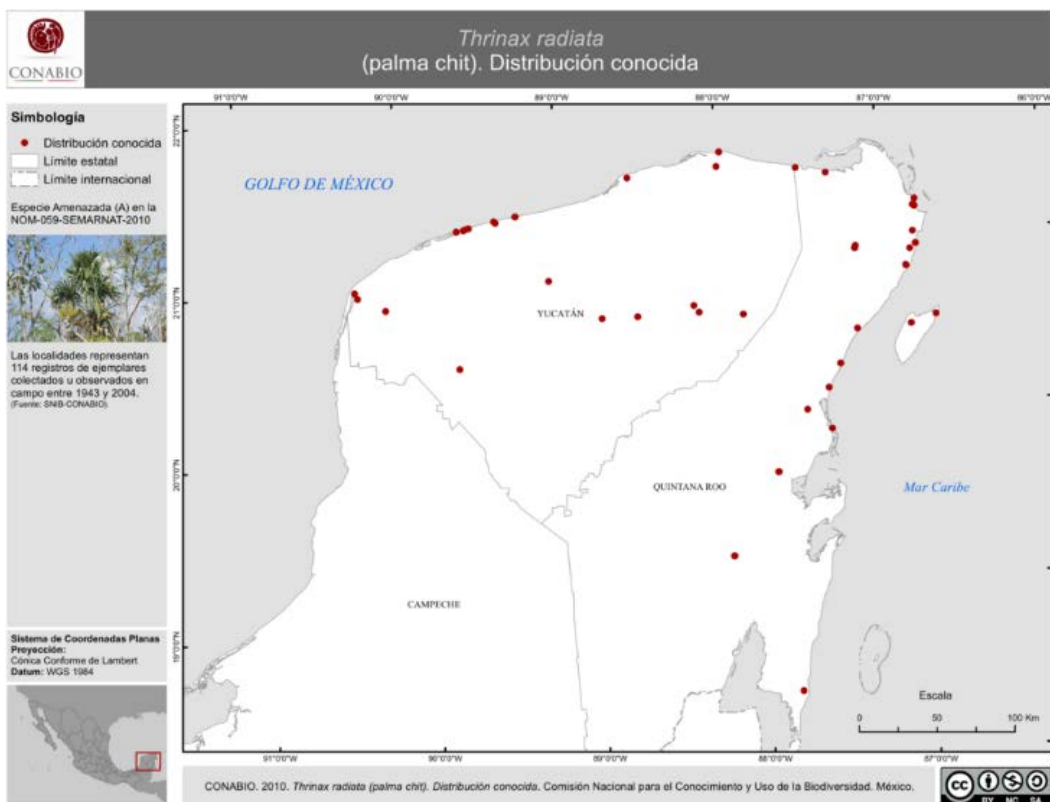


Figura 43. Distribución conocida de la palma *Thrinax radiata* (chit), de acuerdo con la CONABIO. Fuente: Catálogo de metadatos geográficos. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, 2010.

Más aún, esta especie ha sido privilegiada en el Programa permanente de reforestación para el mejoramiento ambiental de escuelas y áreas públicas que implementa la Dirección General de Ecología del Ayuntamiento Benito Juárez y son relativamente comunes dentro de la zona urbana de Cancún y en su zona hotelera.

Asimismo de los recorridos realizados por el Sistema ambiental se pudo observar a la especie *Tabebuia chrysantha* que se distribuye dispersamente, por lo cual al

encontrarse dentro de la la NOM-059-SEMARNAT-2010 en categoría de amenazada, se ha propuesto su rescate en caso de encontrarse dentro del área sujeta a cambio de uso de suelo.

En relación con los reptiles encontrados en el predio, únicas especies residentes en éste y que dependen de los recursos naturales que el predio aporta para su sobrevivencia, a saber, la iguana rayada (*Ctenosaura similis*) y la lagartija escamosa (*Sceloporus chrysostictus*),

La iguana rayada (*Ctenosaura similis*), según Ramírez Bautista y Arizmendi (2004) se distribuye en México en los estados de Campeche, Chiapas, Guerrero, Michoacán, Oaxaca, Quintana Roo, Tabasco, Veracruz y Yucatán; pero su distribución alcanza hasta Panamá.



Figura 44. Área de distribución de la iguana rayada (*Ctenosaura similis*) en México. Fuente: Ramírez Bautista y Arizmendi, 2004.

Finalmente, los mapas de distribución de los tipos de vegetación de Quintana Roo – Carta de Uso del Suelo y Vegetación de INEGI e Inventario Nacional Forestal de CONAFOR- indican que la superficie de cambio de uso del suelo que se solicita para el desarrollo del proyecto no solo no corresponde a una comunidad vegetal única, en riesgo o relictos, ni se trata de vegetación poco representada en el Estado como el popal, manglar y la sabana con pino caribeño (Ek-Díaz 2011; Thomassiny y Chan, 2011).

Como resultado del análisis de las características de las especies de flora y fauna silvestres y su distribución, así como de la extensión y ubicación del predio del

proyecto, se concluye que la ejecución del cambio de uso del suelo que se solicita no tendrá implicaciones perceptibles sobre la biodiversidad de la Subcuenca "a" que incluye al predio, o en el sistema ambiental definido para el proyecto.

### **La provisión de agua en calidad y cantidad**

Este servicio ambiental está relacionado con la función de los bosques y selvas tropicales como reguladores del agua y garantes de su disponibilidad y calidad. La unidad física básica en la regulación del agua es la cuenca. Muchos de los patrones hídricos observados en una cuenca, al igual que la cantidad del agua que de ella emana, dependen de su relieve y pendiente, así como de su tamaño, ubicación geográfica, tipo de suelo y, por supuesto, los ecosistemas que la conforman.

Los estratos de la vegetación interceptan el agua de la lluvia y la canalizan lentamente por hojas, ramas y troncos hacia el suelo, de manera que regulan el escurrimiento pluvial y evitan que el suelo se sature. A su vez, la hojarasca y suelos con un alto porcentaje de porosidad y materia orgánica, característicos de ecosistemas tropicales, actúan de manera permeable para la captación del agua de lluvia, permitiendo su lenta filtración hacia el subsuelo con un aumento en la recarga de los mantos acuíferos.

En virtud de lo anterior, las 5.27 hectáreas que equivalen al 5.89 % de la superficie total del predio, mismos que se destinaran para las áreas verdes, permitirán conservar los procesos naturales en la captación del agua pluvial como áreas permeables; y que en suma permitirán la infiltración del agua pluvial hacia el subsuelo, favoreciendo la recarga del acuífero, máxime si consideramos que la zona en la que se ubica el predio tiene alto potencial para funcionar como acuífero.

Así mismo, de acuerdo a la precipitación que se presenta en el área del proyecto, el régimen de lluvias es afectado por los ciclones que se generan en los centros de presión del Océano Atlántico y Mar Caribe. Quintana Roo sufre la mayor incidencia ciclónica debido a su ubicación dentro de la trayectoria que sigue la mayoría de las tormentas tropicales y ciclones que se originan en el Atlántico. Con base en los registros de precipitación mensual y anual promedio en milímetros de la estación meteorológica de Cancún en el periodo 1991-2010, se tiene que los meses de menor precipitación media anual son 45.7 y 40.6 mm, respectivamente.

La precipitación media anual es de 1401.6 mm y el período de secas se presenta de febrero a abril. La precipitación se puede incrementar por tormentas tropicales, nortes o huracanes. Los meses con mayor precipitación pluvial son junio, septiembre y octubre. Aunado a lo anterior y con base en la información señalada en un apartado de este capítulo 4, los suelos tipo litosoles presentan fuertes restricciones

---

para su utilización con propósitos agrícolas, pues presentan buen drenaje, que favorece la infiltración de las aguas meteorológicas.

**En cantidad.** No obstante a los datos anteriores, Chow, et al. (1994), menciona que el coeficiente de escurrimiento está en función del tipo de suelo y cubierta vegetal presente, de tal manera que una zona con suelo de textura arenosa y vegetación en abundancia, tendrá menor capacidad de escurrimiento (mayor infiltración) que una zona carente de vegetación donde no existen horizontes edáficos. El retiro de la vegetación potencializa el escurrimiento de agua en una cuenca, proceso que repercute en el balance hidrológico de la misma al disminuir el suministro gradual de agua al acuífero; sin embargo, tomando en cuenta las dimensiones del área de Cambio de Uso de Suelo en el predio, que es de 88.35 hectáreas que corresponden al 98.81 % de la superficie total del terreno, misma que con respecto a las dimensiones de la cuenca Quintana Roo (1,474,565.85 has) donde se encuentra inmerso el proyecto, representa únicamente un 0.0599 % del total de la cuenca, lo que permite asumir que la variación en el coeficiente de escurrimiento, por más drástico que sea el cambio de uso de suelo, no podrá alterar el flujo, ni la cantidad disponible de agua en la cuenca antes mencionada. Considerando lo anterior se asume que las posibles afectaciones hacia este servicio ambiental, serán puntuales y sólo se limitarán a la superficie de cambio de uso de suelo propuesta.

**En calidad.** De acuerdo con este balance hidrológico en el Estado de Quintana Roo, se infiere que existe una gran disponibilidad de agua subterránea en el mismo; sin embargo, los principales problemas del agua se relacionan con su calidad no con su cantidad. Esto se debe a que la alta permeabilidad que tienen los suelos cársticos en el estado que favorecen la infiltración del agua de lluvia, también representa una de sus principales causas de contaminación; ya que de la misma manera se filtran con facilidad los agroquímicos empleados en las actividades agrícolas, los residuos líquidos (lixiviados) de los tiraderos de basura a cielo abierto o de las lagunas de oxidación de las plantas de tratamiento, así como las filtraciones de aguas residuales de las fosas sépticas. Este problema de contaminación se agrava día con día si se considera que el agua fluye a través de ríos subterráneos, lo cual favorece la difusión de la contaminación a otros sitios, y llega finalmente a la zona costera, donde se encuentran ecosistemas tan frágiles como los arrecifes coralinos que sustentan una gran diversidad de organismos acuáticos de importancia ecológica y económica. Otro factor que afecta la calidad del agua subterránea es la entrada de agua salada al manto freático; sin embargo, en éste último punto, cabe mencionar que el predio del proyecto se encuentra relativamente alejado de la costa.

De manera particular en el área de estudio se pretende establecer en tiempo y forma una serie de medidas para mitigar los efectos negativos que se pudieran

presentarse por llevar a cabo el cambio de uso de suelo y que pudieran afectar la calidad del agua, mismos que a continuación se describen:

Se proporcionarían suficientes instalaciones de baños portátiles para el personal que labore en el predio, con el objeto de no afectar el manto freático por la defecación y micción al aire libre en los sitios aledaños a las áreas de aprovechamiento.

El manejo y disposición final de las aguas residuales, correrá a cargo de la empresa arrendadora de los sanitarios portátiles, lo cual quedará debidamente establecido en el contrato que se celebre para la prestación de dicho servicio. Se colocaran depósitos temporales para residuos domésticos (cartón, papel, unigel, plásticos, aluminio etc.), para evitar el esparcimiento de basura en el predio.

Se evitara el derrame de combustibles y aceites en las áreas destinadas al cambio de usos de suelo (ver programa de manejo de residuos).

### **Captura de Carbono**

La fijación de carbono y su almacenamiento en forma de biomasa es una labor importante del metabolismo vegetal. El proceso de fotosíntesis se realiza en las hojas y otras partes verdes de las plantas.

Las selvas capturan, almacenan y liberan carbono como resultado de la fotosíntesis, la respiración y la degradación de la materia seca. Este servicio ambiental equilibra la concentración de carbono naturalmente existente con el que se produce con las emisiones de origen humano. El concepto de captura de carbono normalmente integra la idea de conservar los inventarios de éste elemento que se encuentra en suelos y selvas, es decir, la vegetación es vista como "sumideros" (Tipper 2000).

En México, existen estimaciones sobre el potencial de captura de carbono empleando diferentes supuestos. Por ejemplo, se ha estimado de 35 a 54 millones de toneladas de carbono por año si se mantuvieran las áreas naturales protegidas durante un período de 100 años (Bellón et al. 1993). Otros han calculado la pérdida de carbono por cambio de uso del suelo en selvas bajas y medianas en 91.25 toneladas de carbono por hectárea (T C/ha) al convertirlas para la agricultura (Adger et al. 1995). Incluso se ha sugerido que 6.1 millones de hectáreas de bosques y selvas tienen un potencial de capturar entre 348.3 a 714.9 millones de toneladas de carbono (Trexler y Haugen 1995).

Para Quintana Roo, se ha estimado la captura de carbono para las selvas presentes en la entidad, en una magnitud de 1'858,724 toneladas de CO<sub>2</sub> por año (Torres y Guevara 2002). Considerando que el Estado tiene una superficie de 50,843 km<sup>2</sup> de los cuales 67.44% es ocupada por selvas (alta y mediana subperennifolia;

---

mediana caducifolia y subcaducifolia; baja caducifolia y subcaducifolia y baja subperennifolia) (Thomassiny y Chan 2011), es posible que se capture aproximadamente 54.20 toneladas de CO<sub>2</sub> por año/km<sup>2</sup>.

Para determinar la cantidad de carbono secuestrado en la superficie forestal del proyecto, este se realizó mediante el método IPCC (Panel Intergubernamental de Cambio Climático), (Ordoñez, 2001), que considera los siguientes supuestos:

Para la estimación de la masa vegetal que se acumula en bosques y selvas se han desarrollado diversas metodologías, las principales se basan en inventarios de árboles en pie, inventarios de la vegetación rastrera (mantillo), medición de biomasa muerta (necromasa) y medición de biomasa en raíces y suelo (Husch, 2001).

Las técnicas de estimación de la biomasa viva están basadas en estadísticas sobre la densidad de la vegetación y peso por especie. La estimación de biomasa en raíces es más compleja, ya que requiere del muestreo por especie y tipo de suelo además de no tener factores estadísticos aplicables. La estimación de carbono en suelos es la parte más difícil, ya que, dependiendo del tipo de suelo, se requiere de análisis químicos de mayor o menor sensibilidad. Las técnicas más reconocidas son muestras tubulares de suelos, calicatas o excavación (Husch, 2001).

La precisión de las estimaciones de biomasa es de crítica importancia, porque los modelos determinan la cantidad de carbono que llega a la atmósfera y son muy sensibles a estas estimaciones (Brown y Lugo, 1986).

Derivado de esto, el contenido de carbono almacenado en la biomasa aérea (volumen del árbol en m<sup>3</sup>), se calculó por el método de IPCC (Panel Intergubernamental de Cambio Climático) como se indica a continuación:

$$CCC = V_r \times F_d \times FCC$$

Dónde:

CCC= Coeficiente de captura de carbono

V<sub>r</sub>= Volumen real en m<sup>3</sup>

F<sub>d</sub>= Factor densidad

FCC= Factor de captura de carbono

El procedimiento general realizado para la estimación de este indicador fue el siguiente:

Cálculo del volumen total en metros cúbicos

Estimación de la superficie total de aprovechamiento (ha)



Multiplicación del factor de densidad (para coníferas 0,48 y 0,60 para latifoliadas) por el volumen calculado (Ordoñez, 2001)

Multiplicación del resultado anterior por el factor de contenido de carbono 0,45 (toneladas de carbono/toneladas de materia seca) (Ordoñez, 2001)

Multiplicación del resultado de esta última estimación por la superficie total, para obtener el indicador en toneladas por hectárea.

Los valores obtenidos siguiendo el método anterior se presentan en el siguiente cuadro.

**Cuadro 65. Cálculo de captura de Carbono**

Clasificación	Volumen Total Árbol (m3)	Factor de densidad	Factor CO2	Captura de CO2 (t)
Latifoliadas	35.87	0.60	0.45	9.68

El resultado total de 9.68 ton, es la cantidad de carbono que se ha almacenado por hectárea en la vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia que se pretende remover con motivo del cambio de uso de suelo.

De acuerdo a la superficie forestal a afectar por el cambio de uso de suelo para el presente proyecto por las 88.35 hectáreas que se solicita el CUSTF se perderá 855.66 toneladas de Carbono que están secuestradas en la vegetación secundaria de selva mediana a remover, considerando las dimensiones del proyecto y su influencia en la cuenca el impacto será puntal, siempre y cuando las medidas de mitigación sean ejecutadas de forma correcta.

### Generación de oxígeno

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 afectación a este servicio ambiental se valora como bajo, considerando los mismos argumentos expuestos en el análisis del servicio de captura de carbono, debido a que se relacionan de manera directa con la fisiología de las plantas y sus procesos biológicos, por lo tanto también se asume que su afectación será puntual y de muy baja magnitud.

Contrario a lo que pudiera pensarse, las plantas no son generadoras o productoras de oxígeno, ya que durante el proceso de fotosíntesis ellos absorben CO<sub>2</sub> y liberan O<sub>2</sub> y lo que se produce es glucosa, almidón y demás sustancias necesarias para las plantas, y de noche, no pueden "producir ni desechar" CO<sub>2</sub> ya que es lo que

utilizan para la realización de la fijación de carbono y el ciclo de Calvin. Sin embargo para su proceso natural de respiración ellas si necesitan el oxígeno y liberan el CO<sub>2</sub>, por lo que también son fuente de liberación de CO<sub>2</sub> en la noche. Aunque parezca un poco contradictorio un árbol maduro se considera que tiene tasa cero en la captura y liberación de CO<sub>2</sub> y su liberación de oxígeno es menor a un árbol joven. Los grandes liberadores de oxígeno son los mares que aportan el 70 % del oxígeno existente en el planeta y los árboles que en total liberan 30 % restante.

Por tal motivo las plantas también compiten con los humanos por el oxígeno existente en el planeta, sin embargo ellos han aprendido a utilizar menos de lo que absorben por lo que tiene más probabilidades de vivir más tiempo que los humanos que básicamente somos los consumidores.

### **Paisaje y Recreación**

El concepto de paisaje –extensión de terreno que se ve desde un sitio<sup>8</sup>- se utiliza de manera diferente por varios campos de estudio, aunque todos los usos del término llevan implícita la existencia de un sujeto observador y de un objeto observado (el terreno), del que se destacan fundamentalmente sus cualidades visuales y espaciales. Así un mismo paisaje (agente estático del binomio) puede ser entendido y calificado de formas diferentes, en función del observador (agente dinámico del binomio) y se puede hablar del paisaje geográfico, artístico, cultural, natural, urbano, etc. Por tanto, el valor del paisaje depende del sujeto observador, es decir, de su percepción, la cual está matizada por factores sociales y personales.

Según ciertos autores (Bernáldez, 1985; Kaplan, 1987) el paisaje se aprecia por su potencial en recursos (agua, comida, etc.), pero otras características (belleza, valor simbólico, etc.), son valoradas de forma desigual según características propias de los sujetos, como son la edad, sexo, el nivel de estudios, lugar de residencia, el nivel socioeconómico e incluso aspectos relacionados con la personalidad. Así, el aprecio o preferencia por determinados paisajes frente a otros tiene como base reacciones de origen biológico, social y personal ante el carácter figurado o simbólico de determinados elementos de la escena (Bernáldez, op. cit.; Bourassa, 1990).

El paisaje, como componente del medio ambiente, es objeto de protección por parte de diversas leyes e instituciones nacionales e internacionales, porque los ecosistemas se integran en formas caprichosas generando espacios para la

---

<sup>8</sup> Definición del Diccionario de la lengua española, RAE, 2001.

recreación y el disfrute y su belleza constituye uno de los servicios ambientales más evidentes para el ser humano.

De acuerdo con la SEMARNAT y Hombre Naturaleza, A.C. (2003), el servicio ambiental que aporta la belleza escénica es fundamental para el equilibrio del ser humano. Además, se vincula con la conservación de las áreas naturales –tanto las protegidas por la ley ambiental como aquellas que no lo están-, en la medida en que puede generar un encadenamiento de actividades productivas que fomenten el desarrollo comunitario sobre bases de sustentabilidad. Desde este punto de vista, el predio de interés no tiene valor escénico de importancia y por tanto no tiene valor paisajístico como componente del medio ambiente.

Desde otra perspectiva, para estimar la capacidad de asimilación que tiene el paisaje de los efectos derivados del establecimiento de un proyecto se puede considerar la fragilidad del paisaje evaluándola desde dos enfoques, uno estrictamente ecológico, contemplado en las metodologías de ordenamiento territorial y de gestión que consideran a la fragilidad del paisaje con los mismos criterios utilizados para la fragilidad ecológica, denominada fragilidad ecológica del paisaje (FEcP); y el otro, de tipo más arquitectónico, que considera la fragilidad el paisaje como la capacidad del mismo para absorber los cambios que se produzcan en él y se denomina como fragilidad estética del paisaje (FEsP).

La fragilidad ecológica del paisaje permite una evaluación del impacto visual y se emplea para establecer áreas donde es necesario mantener los más posible la estética paisajística de la zona, que desde los lugares transitados conserva un aspecto lo menos perturbado posible, y al mismo tiempo conservar las áreas de mayor interés ecológico, tanto las que se deben de mantener como tales para respetar las legislación vigente, como área de que complementen las áreas conservadas con efectos de amortiguamiento de las actividades antrópicas.

La fragilidad estética del paisaje se orienta a medir qué tanto se pueden absorber las obras o proyectos sin alterar la calidad paisajística. Sin embargo, este enfoque encierra la dificultad de encontrar una sistemática objetiva para medirlo, si bien casi todos los modelos coinciden en tres apartados, la visibilidad, la calidad paisajística y la fragilidad del paisaje. Así, los factores que integran la fragilidad estética en los ambientes naturales son biofísicos (suelo, vegetación, cromatismo, entre otros), morfológicos (cuenca visual, altura relativa, entre otros) y la frecuentación humana. La fragilidad estética del paisaje puede entenderse como la capacidad de respuesta de un paisaje frente a un uso de él.

En otras palabras, es el grado de deterioro de la calidad visual ante cambios en sus propiedades como forma de establecer su vulnerabilidad. Lo contrario es la capacidad de absorción visual (Escribano, et al., 1991), entendida como la

capacidad de recibir alteraciones sin deterioro de la calidad visual. Entonces, a mayor fragilidad visual paisajística menor capacidad de absorción visual y viceversa. Dadas las características de ubicación del terreno que se desea desarrollar, se optó por el método de fragilidad estética del paisaje para valorar el posible efecto del desarrollo del proyecto sobre el paisaje.

La fragilidad estética del paisaje en un ambiente natural, como una selva o una laguna, pondera la altura de la vegetación y su continuidad, así como la orografía del terreno como los elementos visuales a considerar; en tanto que en un ambiente urbano, la altura de los edificios, sus formas arquitectónicas y diseños, así como su continuidad constituyen los elementos visuales de interés.

En este tenor se considera que una selva o bosque bien conservado tienen fragilidad estética baja mientras que los cultivos o áreas abiertas como las lagunas tienen fragilidad estética alta. Ello obedece a que una obra que no rebase el dosel arbóreo sería más visible en un área abierta que en una cerrada y por tanto las primeras son más vulnerables o frágiles que las segundas. En un área urbana una calle dominada por residencias de uno o dos niveles de altura no sería más frágil estéticamente que otra que presentara edificios de ocho o más niveles, ya que la fragilidad en este caso no descansa en la amplitud de la visual, sino en la homogeneidad arquitectónica y en la armonización de las obras entre sí y el diseño urbano.

Se reitera que la zona donde se pretende desarrollar el proyecto se ubica de manera contigua a una zona conurbada de la ciudad de Cancún, en donde los elementos antrópicos predominan sobre los naturales siendo, estos los fraccionamiento habitacionales y su equipamiento; aunado a lo anterior recordemos que de acuerdo con el Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Benito Juárez, el predio del proyecto se ubica dentro de las Unidades de Gestión Ambiental 21. En este orden de ideas, la belleza escénica a nivel natural, ya se encuentra reducida o planeada para su reducción por el desarrollo urbano de la zona.

## **XI.1 Diagnóstico ambiental**

El proyecto "Paseos del Mar DC-222" pretende llevar a cabo el cambio de uso del suelo en terrenos forestales en una superficie de 88.35 hectáreas con la finalidad de construir un Fraccionamiento habitacional de interés social rodeado de todos los servicios básicos y el equipamiento necesario en un predio privado que se localiza dentro de la zona urbana de la ciudad de Cancun. En la vegetación secundaria de este predio se aprecian vestigios de afectaciones severas y recurrentes ocasionadas por huracanes y actividades antropogénicas que se aprecian dentro del mismo.

---

El área de influencia de este proyecto comprende de vegetación secundaria arbórea y de los asentamientos humanos. Este polígono tiene una superficie total de 2,498.17 hectáreas que rodean el predio y corresponde al área donde se prevén los efectos directos de este proyecto. Además se ha de mencionar que en el área de influencia existen desarrollos habitacionales en expansión como son Prado Norte, Ciudad Natura, Puerta del Mar, La Joya, Villas Otoch, gasolineras, comercios entre otros.

Así mismo, al estar dentro de una zona urbana, se presentan tiendas de autoservicio, gimnasios, gasolineras, escuelas, centros de culto religioso, centros comerciales entre otros. Ampliándose constantemente los asentamientos humanos que se comunican con la red de vialidades y donde existen amplias perspectivas de desarrollo en el corto y mediano plazo, tal y como lo establecen los instrumentos de planeación vigentes. Sin embargo, es necesario reconocer que aún existen grandes extensiones con vegetación de selva en proceso de recuperación dentro de las reservas de crecimiento urbano de la ciudad de Cancún.

La vegetación predominante en el sistema ambiental, presenta características que corresponden con una vegetación secundaria derivada de una selva mediana subperennifolia. La selva mediana subperennifolia es el tipo de vegetación más extenso en el municipio, esta comunidad vegetal se desarrolla sobre suelos jóvenes ligeramente planos y con buen drenaje, presenta los individuos de mayor talla, el mayor número de especies y el mayor número de especies protegidas en comparación con los demás tipos de vegetación de este municipio.

Para prevenir y controlar los impactos irreversibles y/o acumulativos, que genere este proyecto por la remoción de la vegetación en una superficie de 88.35 hectáreas, se deberán respetar las disposiciones que señala el Programa de Ordenamiento Ecológico de Benito Juárez, así como los parámetros establecidos por el Programa de Desarrollo Urbano vigente. De esta manera, mediante el cumplimiento ambiental se garantiza que el proyecto no pone en riesgo los servicios ambientales, no compromete la biodiversidad, ni ocasionara la erosión de los suelos del área de estudio.

Por las tendencias del crecimiento urbano en el área de estudio y la necesidad de dotar de servicios públicos a la población, se considera que la construcción y operación de este proyecto es una alternativa que genera mayores beneficios a la sociedad que los que proporciona este predio baldío en la actualidad.

Las presiones previstas por la expansión de la mancha urbana nos señalan que a corto plazo se presente una tendencia de incremento en el cambio de uso del suelo dentro de este sistema ambiental hacia los usos urbanos como lo prevén los instrumentos de planeación vigentes, por lo que se esperan condiciones que indican que no se puedan encontrar las condiciones adecuadas para el desarrollo de

poblaciones de flora y fauna silvestres que son sensibles a la presencia humana. Además de que por su incorporación al desarrollo urbano contribuye al impulso del desarrollo socioeconómico sostenido de la misma y garantiza la dotación de servicios públicos que eviten y pongan en riesgo los recursos y procesos prioritarios.

La puesta en marcha del proyecto y una vez concluida la construcción del desarrollo habitacional, traerá consigo que en esta zona y sus alrededores se complemente la oferta de casas de interés social requerida para la creciente población de Cancún.

## **XII. JUSTIFICACIÓN TÉCNICA, ECONÓMICA Y SOCIAL QUE MOTIVE LA AUTORIZACIÓN EXCEPCIONAL DEL CAMBIO DE USO DE SUELO**

La Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable establece que el cambio de uso del suelo en terrenos forestales, sólo puede autorizarse por excepción considerando el supuesto del artículo 117 que a la letra dice: *"La Secretaría sólo podrá autorizar el cambio de uso del 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 que demuestren que no se compromete la biodiversidad, ni se provocará la erosión de los suelos, el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación; y que los usos alternativos del suelo que se propongan sean más productivos a largo plazo"*.

En este sentido, el presente documento técnico unificado se elaboró para justificar el cambio de uso del suelo de forestal a urbano del predio ubicado en la Supermanzana 258, manzana 01, lote 222 de la ciudad de Cancún, Municipio de Benito Juárez, Estado de Quintana Roo, el cual presenta vegetación secundaria arbórea derivada de selva mediana subperennifolia en toda su extensión. Y, con base en la información técnica presentada en este estudio enseguida se presentan los argumentos que demuestran que con el desarrollo del proyecto no se compromete la biodiversidad, ni se provocará la erosión de los suelos, el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación; y que el uso alternativo del suelo que se propone es más productivo a largo plazo que la conservación del uso del suelo actualmente existente.

### **XII.1 Justificación técnica para demostrar que no se compromete la biodiversidad**

La diversidad biológica o biodiversidad puede definirse como la variedad y abundancia de especies en una unidad definida de estudio (Magurran, 2004) Según Moreno (2001) la riqueza específica es la forma más sencilla de medir la biodiversidad, ya que se basa únicamente en el número de especies presentes, sin tomar en cuenta el valor de importancia de las mismas. La forma ideal de medir la riqueza específica es contar con un inventario completo que nos permita conocer el número total de especies (S) obtenido por un censo de la comunidad.

Con objeto de determinar si el cambio de uso del suelo que se propone compromete la biodiversidad en el sistema ambiental definido, se utilizó el análisis de similitud de Sorensen para comparar la diversidad entre el predio de interés y otro sitio (sitio de referencia) ubicado dentro del sistema ambiental definido para el proyecto. La hipótesis es que si ambos sitios presentan una similitud elevada entre sí, la pérdida de la vegetación en uno de ellos está respaldada por la conservación del cobertura en el otro y por ende la biodiversidad no sería comprometida.

El Índice de Sorensen se calcula a partir de los siguientes datos:

$$QS = \frac{2C}{A+B} = \frac{2|A \cap B|}{|A| + |B|}$$

Dónde:

A: Número de especies en el sitio A

B: Número de especies en el sitio B

C: Número de especies presentes en ambos sitios, A y B

De acuerdo con el inventario forestal del predio de interés presentado en el capítulo V de este documento, la vegetación en su interior alcanza una riqueza de 90 especies. Estas se encuentran agrupadas en 44 familias, de las cuales las Fabaceae son las más abundantes con 14. La mayoría de las especies identificadas presentan una forma de vida arbórea (64), 11 especies son arbustivas, 7 especies son herbáceas, 3 son palmas, 3 son rastreras o trepadoras y 2 epifitas.

Por otra parte, de acuerdo con el inventario forestal para el sistema ambiental de referencia presentado en el capítulo IV de este documento, la vegetación tiene una riqueza específica de 135 especies de vegetación de selva mediana, de las cuales 82 especies son árboles, 20 especies son arbustivas, 21 son herbáceas y 10 especie rastreras y trepadoras. Estas especies se encuentran agrupadas en 54 familias, de la cual la Fabaceae es la más abundante con 16 especies identificadas. El número de especies que son comunes a ambos sitios es de 92,

Por tanto, sustituyendo en la fórmula se tiene que el índice de similitud es:

$$QS = \frac{2(90)}{(135 + 90)} \times 100 = 0.8 \times 100 = 80 \%$$

El análisis indica que la similitud de la composición florística en ambos sitios es de 0.80 (80% de similitud), o sea, más cercana a uno que a cero, por lo que no se compromete la riqueza de las especies, ya que en caso que tenga lugar el desmonte en el sitio del proyecto, la representatividad específica está garantizada en el sistema ambiental, al conservarse en el sitio de referencia.

Otra forma de aproximarse a la valoración de la conservación de la biodiversidad es mediante la estimación de la diversidad real (H) y la máxima posible ( $H_{max}$ ) de una comunidad hipotética con el mismo número de especies mediante el índice de Shannon-Wiener, del cual también se deduce la equitatividad en el ecosistema.



En respecto con este último parámetro, la flora del sistema ambiental presente en los tres estratos –herbáceo, arbustivo y arbóreo- se estimó muy cercana a 1 –0.80, 0.85 y 0.85, respectivamente- lo cual significa que la distribución de las especies es homogénea. Esto mismo se encontró en el predio de referencia, donde la equitatividad fue de 0.91, 0.87 y 0.91 para los estratos herbáceo, arbustivo y arbóreo, respectivamente. Lo anterior indica una alta homogeneidad entre estratos y la representatividad en el estrato herbáceo de las especies presentes en los estratos arbustivo y arbóreo, indicador del proceso de regeneración y semejanza de los sitios analizados.

Los índices de diversidad por estrato tanto en el sitio del proyecto como en el sistema ambiental de referencia indican que en ambos casos que la diversidad real encontrada en cada uno de los estratos está muy cercana a la máxima hipotética, por lo que ambos son sitios de alta diversidad, típicos de los ambientes con alta perturbación al interior de zonas urbanas (cuadro 66).

La mayor diversidad en el sitio del proyecto se encontró en el estrato arbustivo y la menor en el arbóreo; mientras que en el sistema ambiental de la misma manera se comportó en el estrato arbustivo y la menor en el estrato arbóreo. Las diferencias que se pudieran encontrar son consecuencia de la historia particular de cada sitio y de las formas en que cada uno se ha aprovechado en el pasado y del efecto del desarrollo en sus inmediaciones. Si se compara los valores de  $H_{max}$ , se observa que en todos los casos son muy parecidos, por lo que en realidad existe equivalencia entre los sitios comparados por estrato, de lo que se concluye que la biodiversidad no se compromete al ejecutar el cambio de uso del suelo en el sitio del proyecto. En cuanto a la riqueza de las especies se puede observar que el estrato arbustivo en ambos casos es el que tiene la mayor riqueza de las especies y la de menor riqueza la podemos encontrar en el estrato arbóreo.

**Cuadro 66. Resultados del índice de diversidad de Shannon-Wiener por estratos.**

Sitio	Estrato	Riqueza	H	$H_{max}$	Equitatividad
Área sujeta a CUSTF	Herbáceo	28	3.0	3.3	0.91
	Arbustivo	47	3.4	3.9	0.87
	Arbóreo	22	2.8	3.1	0.91
Sistema Ambiental	Herbáceo	27	3.1	3.8	0.80
	Arbustivo	46	3.2	3.8	0.85
	Arbóreo	19	2.5	2.9	0.85

Al comparar el Índice de Valor de Importancia por especie del Sistema Ambiental con la del área de CUSTF, se puede observar que tanto en el área sujeta a CUSTF como en el ecosistema del sistema ambiental se presenta una composición florística muy similar, ya que prácticamente todas las especies que se localizan en la superficie de cambio de uso de suelo se encuentran en el sistema ambiental, aun y cuando no

hayan aparecido en los muestreos de referencia.

El análisis de valor de importancia que se obtiene por estrato es el resultado de los muestreos realizados tanto en el área de CUSTF y del sitio del Sistema Ambiental. Cabe recordar que el índice de valor de importancia (VIR) es un parámetro que mide el valor de las especies, típicamente, en base a tres parámetros principales: dominancia (ya sea en forma de cobertura o área basal), densidad y frecuencia. El VIR es la suma de estos tres parámetros. Este valor revela la importancia ecológica relativa de cada especie en una comunidad vegetal y es un mejor descriptor que cualquiera de los parámetros utilizados individualmente.

Los resultados obtenidos en cada uno de los sitios de muestreo señalan los valores obtenidos de acuerdo con el número de muestras en cada caso, 12 sitios en la superficie de CUSTF y 12 sitios (SA), así como en la riqueza de especies registrada en cada caso, por lo que una especie determinada puede tener un valor de importancia alto en un sitio y bajo en el segundo, aun así, la comparación nos da una idea del valor de las especies en la estructura y composición de la comunidad vegetal que en ambos casos corresponde a una vegetación secundaria derivada de selva mediana subperennifolia.

En este contexto, para analizar si la ejecución del CUSTF ocasionará efectos significativos al sistema ambiental de protección a la biodiversidad de los ecosistemas y formas de vida, en el área del proyecto se registraron 92 especies de flora que representan el 3.9% y el 5% del total registrado para la Península, la cual es de 2,300 especies de flora y del Estado de Quintana Roo con 1,800 especies, respectivamente (Valdez-Hernández e Islebe 2011).

Por la realización del CUSTF se implica el retiro de ejemplares de flora correspondientes a especies de amplia distribución en la zona: *Manilkara zapota*, *Dendropanax arboreus*, *Bursera simaruba*, *Cascabela gaumeri*, *Jatropha gaumeri*, *Ficus cotinifolia*, *Metopium brownei*, *Piscidia piscipula*, *Lysiloma latisiliquum*, *Vitex gaumeri*, *Ceiba aesculifolia*, entre otras. La remoción de estas especies generalistas no pone en peligro a esas poblaciones. De esta forma, por contemplar la afectación de especies de amplia distribución y abundantes en la región, el CUSTF no representa un impacto grave ni amenaza el servicio ambiental de biodiversidad a nivel de poblaciones ni, mucho menos, especies. Se encontró una especie de flora que sería afectada por el CUSTF que enlista en la NOM-059-SEMARNAT-2010, la especie se encuentra bajo la categoría de amenazada: *Thrinax radiata*, misma especie que está incluida en el programa de rescate y reubicación de flora, las cuales se reubicarán dentro de las áreas verdes, jardines y parques que contempla el proyecto.

En conclusión, se tiene que el proyecto no compromete la diversidad local, o del sistema ambiental donde se localiza el predio, dado el estado actual del ecosistema, considerando que tanto en el predio del área sujeta a cambio de uso de suelo como en el ecosistema del sistema ambiental se presenta una composición florística similar, ya que la vegetación está compuesta principalmente de vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia del tipo arbóreo por lo que se garantiza la permanencia y distribución de las especies de selva registrada en este estudio, incluso dentro del mismo predio toda vez que se destinara 5.27 hectáreas como áreas verdes.

En cuanto a la fauna silvestre, la diversidad de los diferentes grupos de vertebrados registrados en el predio, según el índice de Shannon obtenido es muy parecida con respecto a sus comparaciones. El grupo de las aves resultó por razones obvias el grupo más diverso registrando un índice H de 3.5 y 3.8 para el sitio del predio y del sistema ambiental respectivamente que se considera como ligeramente alto, Sin embargo se debe tomar en cuenta que muchas de las especies de aves registradas sólo se observaron en tránsito o se encontraban en el predio sólo con el propósito de alimentarse o en reposo.

En el caso de los réptiles; dicho índice H equivale a 2.2 y 2.1 respectivamente que se considera bajo, índices muy parecidos para el grupo de los mamíferos de 2 y 2 el número de especies para ambos grupos faunísticos, sin duda puede aumentar si se incrementa el número de muestreos a lo largo del año. Los anfibios obtuvieron un índice de 0.6 muy bajo en razón a que sólo se registraron dos especies. La equitatividad resultó muy similar en todos los grupos. Además, es necesario mencionar que los registros obtenidos en el presente estudios sólo reflejan una parte de las especies que ocurren en un sitio en particular; ya que fluctuaciones estacionales y ambientales en el corto plazo afectan la posibilidad de observar la mayor parte de los individuos que habitan el área en un momento en particular. (cf. Manzanilla y Péeffaur, 2000).

Respecto a la diversidad de fauna silvestre tampoco se esperan modificaciones sustanciales y aunque se reporta la distribución en el predio de 59 especies de las cuales, 39 son aves, 10 son reptiles, 8 son mamíferos y 2 son anfibios. Los organismos no se verán afectados de manera extraordinaria debido a que dentro del sistema ambiental se logra detectar 81 especies de las cuales, 58 son aves, 12 son reptiles, 9 son mamíferos y 2 son anfibios porque:

- En el caso de los Anfibios no se removerá la zona donde se registraron las especies.
- Las Aves presentan hábitos voladores por lo que pueden desplazarse libremente fuera de la zona de aprovechamiento, sin que se vean afectadas de manera alguna.

- En el caso de Reptiles y Mamíferos, podrán desplazarse a la zona que se mantendrá sin afectación a las áreas colindantes del predio dentro del sistema ambiental.

Cabe mencionar que se reporta una especie incluida en la NOM-059-SEMARNAT-2010, la iguana gris (*Ctenosaura similis*), a la cual se le debe aplicar las medidas de mitigación que permitan redundar en la protección de este organismo. A este respecto, será necesario implementar un Programa de Rescate y ahuyentamiento de Fauna Silvestre que forma parte de las medidas de mitigación del proyecto para evitar su captura, daño o muerte.

**Cuadro 67. Comparativo de riqueza por grupos de vertebrados**

	Área sujeta a CUSTF				Sistema Ambiental			
	Estrato				Estrato			
	Anfibios	Reptiles	Aves	Mamíferos	Anfibios	Reptiles	Aves	Mamíferos
Riqueza	2	10	39	8	2	12	58	9
Índice H	0.6	2.2	3.5	2	0.6	2.1	3.8	2
Equidad	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.8	0.9	0.9

Debe considerarse que las especies registradas en el predio no se encuentran establecidas como tal, sino que algunos ejemplares emplean el sitio del proyecto como paso, pernocta y de alimentación debido a que el predio se encuentra fuertemente presionado por el crecimiento de la mancha urbana, lo que posiblemente no suceda con el sistema ambiental, puesto que al tratarse de un sistema ambiental que contienen en gran parte vegetación de característica de selva, dichas especies se encuentran de forma permanente, siendo entonces un lugar con fauna diversa que se distribuye en la superficie que presenta la unidad de análisis del sistema ambiental delimitado. Lo anterior nos permite concluir que la biodiversidad referente a la fauna de vertebrados no se ve comprometida pues todas las especies registradas en el predio también fueron registradas en el sistema ambiental.

En cuanto a fauna, en el predio se verificó la presencia de 59 especies que representan entre 7.8% reconocido para la Península y hasta 9.0% para el Estado, respectivamente (Pozo 2011). Esta reducida representación proporcional se mantiene al comparar las especies de los diferentes grupos de vertebrados terrestres registrados en el área del proyecto con respecto a la reconocida para la Península y el Estado (Cuadro 68).

**Cuadro 68.** Número de especies de vertebrados terrestres reconocida para la Península y Estado de Quintana Roo. Entre paréntesis se indica el porcentaje que representa la riqueza específica presente en el predio del proyecto.

Grupo	Península de Yucatán	Estado de Quintana Roo
Anfibios	43 (4.6%)	22 (9%)
Reptiles	139 (7.1%)	106 (9.4%)
Aves	528 (7.3%)	483 (8.0%)
Mamíferos terrestres	45 (17.7%)	40 (20%)

Nota: Para el caso de los mamíferos terrestres no se consideran a los murciélagos y a los pequeños roedores de las familias Heteromyidae y Cricetidae.

Si bien es cierto que en la superficie del proyecto existe un reducido número de especies con respecto al reconocido para toda la Península y el Estado, esto es reflejo de la relación especie-área. Por tal motivo, la valoración sobre el criterio de excepcionalidad para demostrar que no se compromete la biodiversidad por el cambio de uso de suelo propuesto dentro del predio del proyecto, se concluye que se tendrá un efecto reducido sobre la riqueza de flora y fauna, lo cual no solo se motiva con el bajo número de especies protegidas registrado, sino fundamentalmente en los siguientes hechos:

- 1) Existen pocas especies endémicas; no se presentan especies restringidas; todas las especies tienen intervalos de distribución amplios; las especies registradas también están presentes en muchos otros sitios de la Península y el Estado de Quintana Roo, los cuales incluyen diferentes tipos de vegetación algunas incluso se establecen en hábitats naturales e inducidos.
- 2) La superficie que eventualmente será sometida a cambio de uso del suelo para este proyecto 88.35 hectáreas, representa una fracción insignificante del total de las selvas altas y medianas subperennifolias del Estado (estimadas en 2,898,051 hectáreas).
- 3) Las cifras muestran, junto con los mapas de distribución de los tipos de vegetación de Quintana Roo, que el cambio de uso de suelo tampoco se realizará sobre una comunidad vegetal única, en riesgo o relictos y que tampoco se trata de vegetación poco representada en el Estado como el popal, manglar y la sabana con pino caribeño (Ek-Díaz 2011; Thomassiny y Chan 2011).

## **XII.2 Justificación técnica para demostrar que no se comprometerá la erosión de los suelos.**

Para demostrar que no se provocará la erosión de los suelos, se considera lo señalado en el capítulo 4 del presente documento, en donde se describe el tipo de suelo presente en la cuenca hidrológica forestal del área del proyecto y el correspondiente al sitio del presente estudio, y que de acuerdo con esa información

se tiene que el tipo de suelo corresponde a Litosol con Rendzina de clase textural media (I+E/2) (Fuente. INEGI, Banco de Información sobre Perfiles de Suelo); así mismo se toma en consideración que el Estado de Quintana Roo presenta un relieve casi plano con escasas pendientes (montañas y valles), dando como resultado una erosionabilidad muy escasa.

La superficie que se solicita para cambio de uso del suelo para el proyecto "*Paseos del Mar Dc-222*" se pretende en 88.35 hectáreas. Si bien, la eliminación de la vegetación forestal afectará a este servicio ambiental de forma puntual en la superficie desmontada, en términos de erosión, significa que la remoción de la vegetación podrá originar una pérdida de suelo forestal para convertirse en suelo útil con fines urbanos.

Con la finalidad de demostrar que la remoción de la vegetación no provocará la erosión de los suelos de manera significativa en el predio del proyecto, a continuación mediante el modelo de ECUACIÓN UNIVERSAL DE PÉRDIDA DE SUELOS se presentan los resultados estimados. Es importante aclarar que dicha ecuación fue diseñada a partir de datos empíricos en parcelas experimentales agrícolas que cumplieran un "cierto tipo" de condiciones y no en función de lo que sería el cambio de uso del suelo forestal, sin embargo, se hace uso de esta fórmula para calcular la erosión potencial. En este sentido se puede decir que el proyecto afectará una superficie de 88.35 hectáreas destinadas a terreno urbano.

Como se ha mencionado para la estimación de la pérdida de suelo que ocurrirá en la superficie del proyecto que se ha propuesto y considerando que se trata de un caso hipotético con fines de predicción a continuación se presenta el desarrollo del método empleado y sus resultados.

En el año 2005, se utilizó esta fórmula simplificada adecuada a nuestro país para estimar la erosión del suelo a partir de la ecuación universal de pérdida de suelos (E): Mario Martínez Méndez (2005).

#### Ecuación Universal de Pérdida de Suelos

$$E= R K L S C P$$

Donde:

E= Erosión del suelo t/ha/año

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

K= Erosionabilidad del suelo

LS= Longitud y grado de pendiente

C= Factor de vegetación.

P= Factor de prácticas mecánicas

La erosividad (R) se puede estimar a partir de la precipitación media anual que para la región donde se ubica el predio es de aproximadamente 1401.6 mm que multiplicado por las ecuaciones para estimar la erosividad de la lluvia en el estado de Quintana Roo de acuerdo al mapa y tabla proporcionada por el autor donde existen 14 regiones. La región bajo estudio se asocia bajo un número de la región y se consulta una ecuación cuadrática donde a partir de datos de precipitación anual (P) se puede estimar el valor de R.

Región	Ecuación	R <sup>2</sup>
I	$R = 1.2078P + 0.002276P^2$	0.92
II	$R = 3.4555P + 0.006470P^2$	0.93
III	$R = 3.6752P - 0.001720P^2$	0.94
IV	$R = 2.8559P + 0.002983P^2$	0.92
V	$R = 3.4880P - 0.00088P^2$	0.94
VI	$R = 6.6847P + 0.001680P^2$	0.90
VII	$R = -0.0334P + 0.006661P^2$	0.98
VIII	$R = 1.9967P + 0.003270P^2$	0.98
IX	$R = 7.0458P - 0.002096P^2$	0.97
X	$R = 6.8938P + 0.000442P^2$	0.95
XI	$R = 3.7745P + 0.004540P^2$	0.98
XII	$R = 2.4619P + 0.006067P^2$	0.96
XIII	$R = 10.7427P - 0.00108P^2$	0.97
XIV	$R = 1.5005P + 0.002640P^2$	0.95

De acuerdo con los datos señalados se tiene que el predio del proyecto se ubica dentro de la región XI y por lo tanto, le aplica la ecuación  $R = 3.7745 (P) + 0.004540 (P)^2$ .

Por lo tanto considerando que la precipitación media anual de la zona donde se ubica el predio y por ende la superficie de cambio de uso de suelo como se ha mencionado es de 1401.6 mm, sustituyendo estos valores en la ecuación obtenemos los siguientes resultados:

$$R = 3.7745 (1401.6) + 0.004540 (1401.6)^2$$
$$R = 14,209.08 \text{ Mj/ha mm/hr}$$

La erosionabilidad del suelo (K) se estima a partir de la textura de los suelos presentes y la cantidad de materia orgánica.

Con datos de la textura de los suelos y contenido de materia orgánica, se estima el valor de erosionabilidad (K). (Morgan 1986).

Textura	% de materia orgánica		
	0.0 – 0.5	0.5 - 2.0	2.0 – 4.0
Arena	0.005	0.003	0.002
Arena fina	0.016	0.014	0.010
Arena muy fina	0.042	0.036	0.028
Arena migajosa	0.012	0.010	0.008
Arena fina migajosa	0.024	0.020	0.016
Arena muy fina migajosa	0.044	0.038	0.030
Migajón arenosa	0.027	0.024	0.019
Migajón arenosa fina	0.035	0.030	0.024
Migajón arenosa muy fina	0.047	0.041	0.033
Migajón	0.038	0.034	0.029
Migajón limoso	0.048	0.042	0.033
Limo	0.060	0.052	0.042
Migajón arcillo arenosa	0.027	0.025	0.021
Migajón arcillosa	0.028	0.025	0.021
Migajón arcillo limosa	0.037	0.032	0.026
Arcillo arenosa	0.014	0.013	0.012
Arcillo limosa	0.025	0.023	0.019
Arcilla	0.013 - .029		

Mediante análisis de la carta edafológica del INEGI, se advierte que el predio se encuentra dentro de las unidades edafológicas Litosol más rendzina en clase textural media.

Derivado de lo anterior tenemos que el suelo presenta en la superficie de cambio de uso de suelo es de textura migajón arenoso y el contenido de materia orgánica del 2.0%, por lo tanto el valor de K estimado de 0.019 de acuerdo al cuadro presentado anteriormente.

$$K = 0.019$$

La longitud y grado de pendiente. La pendiente del terreno afecta los escurrimientos superficiales imprimiéndoles velocidad. El tamaño de las partículas así como la cantidad de material que el escurrimiento puede desprender o llevar en suspensión, son una función de la velocidad con la que el agua fluye sobre la superficie.

Se estima a partir de la siguiente fórmula:



$$S = \frac{H_a - H_b}{L}$$

Donde:

S= Pendiente media del terreno (%)

Ha= Altura de la parte alta del terreno (m)

Hb= Altura de la parte baja del terreno (m)

L= Longitud del terreno (m)

Se acuerdo con el levantamiento topográfico en la superficie de cambio de uso de suelo seria de:

La altura de la parte alta del terreno es de 13 msnm

La altura de la parte baja del terreno es de 9 msnm

La longitud del terreno analizada es de 2000 m (equivalente a la parte ancha del predio).

Entonces tenemos:

$$S = 12 - 9 / 350$$

$$S = 3 / 350$$

$$S = 0.0085 (100)$$

$$S = 0.85 \%$$

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

$$LS: (\lambda)^m (0.0138 + 0.00965 (s) + 0.00138 (s)^2)$$

$\lambda$  = 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 formula tenemos:

$$LS = (350)^{0.5} (0.0138 + 0.00965 (0.85) + 0.00138 (0.85)^2)$$

$$LS = (18.71) (0.0302856)$$

$$LS = 0.41$$

Por consiguiente la erosión potencial es:

$$E = R * K * LS$$

$$E = 14,209.08 * 0.019 * 0.41$$

E= 110.68 ton/ha/año en suelo sin vegetación y sin prácticas de conservación del suelo y del agua, lo que significa que anualmente se perdería una lámina de suelo de 11.0 mm, si consideramos que 1 mm de suelo es igual a 10 ton/ha de suelo.

Que multiplicado por un factor de vegetación C de 0.001, (bosque con cobertura vegetal).

$$E = 110.68 * \text{factor de vegetación}$$

$$E = 110.68 * .001$$

$$E = 0.110 \text{ toneladas/ha/año.}$$

De acuerdo con los cálculos realizados en los apartados anteriores, la erosión neta para el predio con vegetación es de 0.11 toneladas/ha/año, lo que significa que anualmente se pierde una lámina de suelo de 0.011 mm.

La erosión calculada en la superficie sin vegetación es de 110.68 ton/ha/año sin prácticas de conservación del suelo y del agua, lo que significa que anualmente se perderá una lámina de suelo de 11.0 mm.

Dándole sentido a lo anterior, tenemos que la pérdida de suelo por erosión con la eliminación de la vegetación por el cambio de uso de suelo es significativa en el caso de que estuviera expuesto durante todo el año a las condiciones del clima (viento y lluvia), se tendría una pérdida de 110.68 ton/ha, sin embargo esta pérdida como se ha mencionado es anual, pero si consideramos que el predio estará expuesto 30 días que es el tiempo de duración de la remoción de la vegetación y que posteriormente se vertirá sobre el suelo material pétreo y se iniciará con el proceso constructivo, entonces tenemos que la pérdida efectiva de la lámina del suelo es de 0.90 mm ( $11.0\text{mm} * 30 / 365$ ), lo cual se considera poco significativo ya que este no logra alcanzar el centímetro, además el proyecto considera en su caso realizar las actividades de trabajo en el periodo de seca para reducir aún más la erosión del suelo por arrastre a través de agua de lluvia, también se pretende rápidamente el sellado de la superficie removida, y si a esto le sumamos medidas de mitigación como la recuperación de tierra, podemos concluir que el cambio de uso de suelo no provocará de manera significativa la erosión del suelo.

Como medida para no provocar la erosión de los suelos del sitio del proyecto, cabe señalar que el promovente plantea medidas de prevención y mitigación para atenuar los posibles impactos sobre el suelo. Por lo que de manera complementaria, se contempla el rescate y reubicación de plantas sanas y vigorosas de especies silvestres incluyendo de manera particular las especies protegidas y aquellas especies útiles con fines ornamentales que se encuentren en este predio y se programa la

reforestación y reubicación con especies nativas en las áreas verdes naturales que tiene contemplado el proyecto.

A continuación se plantean las medidas de prevención y mitigación para atenuar los posibles impactos que pudieran provocar la erosión del suelo entre los que se encuentran:

1. El rescate de la tierra vegetal para evitar la extracción de este material en otros sitios.
2. No se realizarán trabajos de mantenimiento ni reparación mecánica de los equipos y maquinaria dentro del área del proyecto y se realizarán en talleres establecidos para este fin.
3. El manejo de hidrocarburos se realizará siguiendo todas las precauciones necesarias para evitar que estos se derramen en el suelo contaminándolo.
4. Para evitar la defecación al aire libre se instalarán servicios sanitarios para los trabajadores, evitando así la contaminación al suelo y el enrarecimiento de la atmósfera.
5. El desmonte se realizará de manera paulatina, conforme el avance de las obras, para evitar la exposición prolongada de las superficies, y aminorar la dispersión de partículas de polvo por el viento y la erosión.
6. Se protegerá el suelo a través de humedecimiento constante según se quiera, dentro de las zonas sujetas al cambio de uso de suelo, para evitar la suspensión de sedimentos.
7. Se realizara la colecta de tierra vegetal para utilizarla en el embolsado de las plantas en el vivero temporal y la demás resultante será incorporada a las áreas verdes del proyecto como parte de proceso de enriquecimiento del suelo.
8. En las áreas verdes del proyecto, se realizara la distribución de una capa del material triturado proveniente de los residuos vegetales del desmonte para prevenir efectos erosivos del suelo en las porciones descubiertas y propiciar la reforestación.

### **XII.3 Justificación técnica para demostrar que no se provoca el deterioro de la calidad del agua y la disminución en su captación.**

En relación a la disminución en la captación del agua, se considera que por el desarrollo del proyecto "Paseos del Mar DC-222" este servicio no se verá afectado negativamente. Por lo que mediante el adecuado seguimiento de estas acciones se podrá garantizar que la continuidad de los procesos de infiltración del agua lluvia al subsuelo.

La zona del proyecto se ubica en la región hidrológica Yucatán Norte y particularmente en la Cuenca Quintana Roo (32-A). Dicha cuenca ocupa el 31% del Estado, tiene una precipitación de 800 a 1500 mm, un rango de escurrimiento de 0

a 5% y en general se reconoce que el agua subterránea está sin contaminar y con excelente calidad. La unidad geohidrológica está formada por material consolidado con rendimiento alto mayor a 40 litros por segundo (lps) y es la más extensa en Quintana Roo con el 76% de la superficie Estatal (Herrera y Heredia 2011).

A pesar del incremento en el consumo de agua en los últimos años, no se aprecia disminución en el nivel estático del agua subterránea y se acepta que las previsiones del incremento de la demanda futura de agua se pueden satisfacer si se mantienen las medidas de protección del acuífero (CONAGUA 2012).

La capacidad de infiltración de un suelo es la cantidad de lluvia que puede absorber en unidad de tiempo, por lo que ésta dependerá de la intensidad de la lluvia, tipo de suelo, uso del suelo, cubierta vegetal y humedad inicial. Parte del agua suele quedar retenida en el follaje de vegetación, una más se ubica en la capa no saturada de suelo y está disponible para ser absorbida por las plantas en la franja de penetración de las raíces o para ser evaporada por la acción de la energía solar sobre la superficie del terreno. Otra fracción del agua que se infiltra puede alcanzar la zona saturada del sistema acuífero, una vez superada la capacidad de campo del suelo (Ortiz-Ortiz, 1990; Mishra, 2003).

La captura de agua 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 o selva y que representa la oferta de agua producida por este. 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 (Torres y Guevara, 2002).

Cantidad de agua.

Dado que para el desarrollo del proyecto que solicita el cambio de uso de suelo en 88.35 hectáreas en donde se realizaron labores de desmonte. Esto significa que la infiltración al acuífero se puede ver alterada de manera diferencial durante la etapa de preparación del sitio. Sin embargo, la infiltración al acuífero que se dejara de percibir, representan porcentajes muy bajos (cifras que resultan prácticamente imperceptibles) en relación con los volúmenes captados en toda la Península de Yucatán, la región hidrológica Yucatán Norte y la cuenca de Quintana Roo 32-A.

Es por esto, que a continuación se presenta la estimación del cálculo de infiltración así como la metodología empleada de la superficie donde se pretende el cambio de uso de suelo para las 88.35 hectáreas del agua que se infiltraba y de la actualmente se dejó de infiltrar por la remoción de la vegetación.

El coeficiente de escurrimiento se estimó a través de la aplicación del método propuesto en la NOM-011-CNA-2000 que establece las especificaciones y el método para determinar la disponibilidad media anual de aguas nacionales.

Este método parte de valores de  $k$ , que son valores que dependen del tipo de suelo y su uso actual. Para este caso, los suelos pueden clasificarse como tipo "A" que pertenece a los "suelos permeables", y con un uso de suelo clasificado como "Bosque, cubierto en más del 75%". Asimismo, el predio será considerado con un uso de "Bosque, cubierto en más del 75%".

A cada uno de ellos le corresponde un valor  $k$ , cuyo valor se obtiene aplicando las ecuaciones siguientes:

Se aplica esta ecuación debido a que el valor de  $k$  es menor que 0.15.

$$C_e = K * \frac{(P - 250)}{2000}$$

Donde:

$C_e$  = Coeficiente de escurrimiento  
 $k$  = Constante de tipo y uso de suelo  
 $P$  = Precipitación anual en mm

Donde:

Se aplica esta ecuación debido a que el valor de  $k$  es mayor que 0.15.

$$C_e = K * \frac{(P - 250)}{2000} + \frac{(K - 0.15)}{1.5}$$

Donde:

$C_e$  = Coeficiente de escurrimiento  
 $k$  = Constante de tipo y uso de suelo  
 $P$  = Precipitación anual en mm

Además de que se debe mencionar que también solo es válida para valores de precipitación anual entre 350 y 2,150 mm anuales.

Para el caso particular del proyecto "Paseos del Mar DC-222", se tienen los siguientes datos:

$P$  = Precipitación en el sitio, la reportada por la Estación meteorológica Cancún (1991-2006) con un valor de 1401.6 mm anuales.

K = Para este caso, se obtuvo un valor que sería el siguiente para cada uno de los ambientes, lo cual puede apreciarse en el cuadro que se presenta a continuación:

Tipo de suelo			
Cobertura del bosque	A	B	C
Más del 75%	0.07	0.16	0.24
Entre 50 - 75%	0.12	0.22	0.26
Entre 25 - 50%	0.17	0.26	0.28
Menos del 25%	0.22	0.28	0.30
Zonas Urbanas	0.26	0.29	0.33

Suelo A. Suelos permeables, tales como arenas profundas y loess poco compactos.

Suelo B. Suelos semipermeables, tales como arena de mediana profundidad.

Suelo C. Suelos casi impermeables, tales como arenas o loess muy delgados sobre una capa impermeable.

Bosque cubierto más del 75% = 0.07;

Zona Urbana = 0.26

El coeficiente de escurrimiento se habrá de calcular a partir de estos datos, por lo que ha resultado la siguiente estimación:

1) Bosque cubierto más del 75%

$$C_e = 0.07 * \frac{(1401.6 - 250)}{2000} = 0.07 * 0.5758 = 0.0403$$

2) Zonas urbanas%

$$C_e = 0.26 * \frac{(1401.6 - 250)}{2000} + \frac{(0.26 - 0.15)}{1.5} = 0.26 * 0.5758 + 0.0733 = 0.1687$$

El volumen medio anual de escurrimiento natural se estima a partir de la siguiente fórmula:

$$\text{Volumen anual de escurrimiento natural Millones de metros cúbicos} = \left( \text{Precipitación anual de la cuenca m} \right) * \left( \text{Área de afectación Km}^2 \right) * \left( \text{Coeficiente de escurrimiento} \right)$$

El volumen natural de escurrimiento se calculó a partir de estos valores, por lo que se tiene como resultado lo siguiente:

1) Bosque cubierto más del 75%

$$V_{IESC} = 1.4016 * 0.8835 * 0.0403 = 0.049904 \text{ Mm}^3$$

Por lo tanto el volumen medio anual natural = 49,904 m<sup>3</sup>

## 2) Zonas urbanas

$$\text{VolESC} = 1.4016 * 0.8835 * 0.1687 = 0.2089035 \text{ Mm}^3$$

Por lo tanto el volumen medio anual natural = 208,903.5 m<sup>3</sup>

En relación a la infiltración, la norma NOM-011-CNA-2000, no hace mención sobre su cálculo, pero puede estimarse considerando lo que menciona Aparicio (2006):

$$I = P - \text{VolESC}$$

Donde:

- I: Volumen estimado de infiltración en el área de interés (m<sup>3</sup>)
- P: Precipitación media anual en el área de interés (m<sup>3</sup>),  
Dónde: P = Precipitación anual (m) \* Superficie del área de interés (km<sup>2</sup>)
- E: Volumen estimado de escurrimiento en el área de interés (m<sup>3</sup>)

Con lo que el escurrimiento y la infiltración se obtienen de la siguiente forma:

## 1) Bosque cubierto más del 75%.

$$\text{Infiltración} = 1.238 - 0.049904 = 1.188096 = 118,809.6 \text{ m}^3$$

## 2) Zonas urbanas.

$$\text{Infiltración} = 1.238 - 0.2089035 = 1.0290965 = 102,909.6 \text{ m}^3$$

De acuerdo con los resultados obtenidos, debido al cambio de uso de suelo realizado para el proyecto "Paseos del Mar DC-222" en una superficie de 88.35 hectáreas, la infiltración en el sitio por la implementación del proyecto disminuirá su captación de agua en un volumen aproximado de 15,900 m<sup>3</sup> anuales, es decir, un 13.39% menos de lo que teóricamente se captaría con la cobertura de la vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia, esta pérdida será puntual.

Sin embargo considerando que el proyecto pretende el establecimiento de pozos de adsorción el cual aumentara la infiltración al suelo permeable, pues al caer el agua sobre la superficie del proyecto (área construida) se evaporara aproximadamente un 70%, en este sentido se calcula que el 30% puede infiltrarse, es decir 4,770 m<sup>3</sup> serán conducidas a los pozos de absorción, por lo que la infiltración total, en el escenario modificado por el proyecto su disminución sería de 11,130 m<sup>3</sup> anuales, sólo el 9.37%.

#### XII.4 El uso alternativo propuesto será más productivo a largo plazo

Ante este escenario, es evidente que el proyecto propuesto coadyuvará a revertir las condiciones socioeconómicas de la región. Con la ejecución del proyecto se generan alrededor de 100 empleos permanentes y se estima la generación de

aproximadamente 350 empleos temporales y 300 indirectos durante la fase de construcción. El proyecto tendrá una inversión superior a los 580 millones de pesos MN., para las obras de urbanización y edificación de viviendas, cifra significativa no solo para el desarrollo del municipio de Benito Juárez sino para toda la Entidad, ya que activará múltiples cadenas de la economía.

No hay que perder de vista que la mayor parte del predio en donde se desarrollará el proyecto, colinda con vialidades, caminos y carreteras, y está rodeado prácticamente por áreas urbanas. Esto ocasiona que la vegetación secundaria presente carezca de volúmenes aprovechables de madera con fines comerciales y, aunque puede contener recursos forestales no maderables, estos no tienen el valor potencial que permita rebasar la relación beneficio-uso comparado con la derrama económica que ocasionaría realizar el proyecto. Lo mismo sucede con algunas especies consideradas como productoras de maderas promisorias (por ejemplo *Bursera simaruba* y *Lysiloma latisiliquum*) (Forster et al. 2011) y de palmas (por ejemplo: *Thrinax radiata*) (Calvo-Irabién 2011), cuyo número de individuos presente en el predio no representan volúmenes aprovechables a pesar de tener usos potenciales para construcción, cimbra, lambrines, muebles, cajas, tarimas, vigas, postes, marcos, puertas y barandales.

Mientras que los resultados de la valoración de los recursos forestales maderables estimada para la superficie de cambio de uso del suelo de este proyecto arroja un total de \$ 1,570,163.1 pesos M.N. considerando una contribución parcial de al menos 25 especies arbóreas con un volumen total árbol de 939.7 m<sup>3</sup> de madera para aserrío y palizada. Por el aprovechamiento de los potenciales productos forestales no maderables considerando las plantas ornamentales, palma de guano para el área de desplante de este proyecto se obtiene una estimación de \$ 347,657.2 pesos M.N. Mientras que por la tierra de monte un valor de \$ 441,750 pesos, el costo de para leña, carbón y material triturado se obtendría un costo de \$ 436,060.2 pesos M.N.

Por lo tanto se puede considerar como un indicador el valor total estimado de los recursos biológico forestales para el área sujeta a cambio de uso del suelo con el procedimiento contingente de valoración de recursos sustitutos descrito con anterioridad, tomando como base el uso potencial (forestal) que presenta el predio, incluyendo la derrama económica por la venta de productos o servicios forestales por lo que se obtiene un valor global de \$ 2,929,920.37 pesos (Son dos millones novecientos veintinueve mil novecientos veinte pesos 37/100 M.N.).

Al considerar que la valoración económica de los recursos forestales resulta significativamente menor al monto total de inversión para este proyecto, este análisis demuestra que el uso que se propone para este proyecto representa mayores beneficios económicos y sociales a corto y largo plazo que los que



proporciona el área forestal que se pretende afectar, basados en los resultados de la evaluación ambiental y socio-económica.

No hay que perder de vista que este predio en donde se desarrollará el proyecto, forma parte de la zona urbana de la ciudad de Cancún, tiene un uso urbano, colinda con vialidades en operación, y está cerca de otras áreas ocupadas por diversas actividades comerciales y viviendas habitadas. Por los efectos de perturbaciones recurrentes la vegetación secundaria presente se encuentra en un proceso de degradación, carece de volúmenes aprovechables de madera con fines comerciales y aunque contiene recursos forestales no maderables, estos no tienen el valor potencial que permita rebasar la relación beneficio-uso comparado con la derrama económica que ocasionaría realizar este proyecto.

Entonces tenemos que la inversión proyectada de **\$ 580,000,000.00 millones de pesos (Quinientos ochenta millones de pesos M.N.)** del nuevo uso que se propone para el proyecto contra la derrama económica por la venta de los recursos forestales que presenta el predio de aproximadamente **\$2,929,920.37 pesos (Son dos millones novecientos veintinueve mil novecientos veinte pesos 37/100 M.N.)**., apenas el 0.5%, por lo que no tienen el valor potencial que permita rebasar la relación beneficio-uso comparado con la derrama económica que ocasionaría realizar el proyecto. Por lo tanto se deja ver muy claramente que el uso propuesto para el predio del proyecto resulta más alto que el del uso forestal y se reconoce que esta actividad es incompatible con los usos autorizados por los instrumentos de planeación en esta zona.

La inversión proyectada para este proyecto no solo incluye el punto de vista económico, sino también involucra los recursos financieros requeridos para que el proyecto se desarrolle bajo los principios de protección al ambiente y se asegure el seguimiento y la evaluación para que la apropiación del territorio, se realice con pleno respeto a la normativa vigente. Dado que este proyecto asignará recursos para la aplicación de las medidas de prevención, mitigación y compensación de los impactos ambientales previstos. Por lo que se considera que el supuesto establecido en el Artículo 117 de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable relativo a que los usos alternativos del suelo propuestos serán más productivos a largo plazo, es admisible.

## **XII.5 Factores socioeconómicos.**

El nivel de desarrollo y el potencial socioeconómico de los municipios, permite establecer el grado de concordancia entre ambos y las diferencias fundamentales existentes, así como detectar situaciones problemáticas que deben considerarse para orientar el uso del territorio. La evaluación del grado de desarrollo socioeconómico considera entre otros aspectos, el índice de marginación. Por su

parte, el potencial (ventajas comparativas que permiten el desarrollo), se valora a partir de índices sobre la situación geográfica, la densidad de población, el grado de preparación para participar de manera calificada en actividades productivas y la concentración sectorial de las actividades secundarias y terciarias.

Por ejemplo, el Índice de Desarrollo Humano (IDH) es una estimación de la condición para que las personas amplíen sus posibilidades de elegir entre distintos tipos de vida (PNUD 2004). Se reconoce que el municipio de Benito Juárez ocupa el primer lugar Estatal con un IDH de 0.8292 (arriba del resto de los municipios del Estado) y ocupa el lugar 25 a nivel nacional con un grado de desarrollo alto. No hay que perder de vista que este municipio es el más poblado de la Entidad ya que concentra el 50% de los habitantes de Quintana Roo (Lozano y Olivares 2011). Sin embargo, al estimar que tan equitativa es la posibilidad de acceder al desarrollo humano en la localidad de Cancún (Índice de Theil), el valor resultante está por arriba de lo que se reconoce para todo el municipio (0.3%), lo cual se interpreta como el porcentaje que aporta Cancún en la desigualdad total del Estado en desarrollo humano.

Una de las principales justificantes para la edificación del proyecto "Paseos del Mar DC-222", está cimentada en el crecimiento estimado que se habrá de registrar hacia la porción norponiente de la ciudad Cancún. Por ello, los requerimientos de la mejora de los servicios contrarrestarán los fuertes rezagos que se tiene en la actualidad.

Ante esta situación, el Plan Estatal de Desarrollo 2011-2016, plantea dentro de la Visión 2016 se considere la necesidad de contar con "Un Quintana Roo con ciudades dignas que crecen ordenadamente conforme a sus programas de desarrollo urbano, con reservas territoriales suficientes para su crecimiento, donde la población cuenta con servicios públicos urbanos de calidad, lo que les permite crecer y desarrollarse en mejores niveles de bienestar familiar y personal".

Por lo anterior, se tiene como objetivo "Dignificar las ciudades del Estado a través de una planeación urbana efectiva que permita proveerlas de la infraestructura básica y equipamiento suficiente para la dotación de servicios públicos de calidad".

Por lo que para lograr ese cometido, se pretende "desarrollar suficientes reservas territoriales, en las que el Gobierno del Estado gestione su participación patrimonial destinada al crecimiento de los centros urbanos, a fin de que se garantice el requerimiento para el equipamiento urbano y el de los demandantes de vivienda de los diferentes segmentos sociales, principalmente el de la población de bajos ingresos. Por lo que con estas acciones se contribuye al desarrollo con base en una planificación con enfoque integral y de largo plazo, a formular y actualizar planes maestros de agua potable, alcantarillado sanitario y tratamiento de aguas

residuales en comunidades. Asimismo, se requiere impulsar programas de desarrollo de suelo urbano con infraestructura básica de servicios para la construcción de vivienda.

Ante esta perspectiva el proyecto, se apega a los instrumentos de planeación del desarrollo urbano por lo que se debe realizar el cambio de uso de suelo para así continuar impulsando el desarrollo regional. De esta manera, el proyecto habrá de contribuir a la mejora de los estándares de vida en la zona norponiente de la ciudad de Cancún por lo que en este sentido, permitirá proporcionar alojamiento digno y permanente a la población asentada en la ciudad de Cancún y cuyo crecimiento está generado por el desarrollo turístico, atendiendo al objetivo fundamental, que es el desarrollo y bienestar de la población del Estado.

Se pretende con esto la atención a las necesidades de la población urbana siempre creciente, evitando que los nuevos inmigrantes se asienten en forma irregular en el suelo urbano no apto por ausencia o incumplimiento de la normatividad para nuevos asentamientos humanos, se permitirá la dotación de estructura suficiente, clara y atractiva a la ciudad. Además de que esta será acorde con el crecimiento de la población de la zona. La inversión contribuirá con la creación de empleos temporales y permanentes que beneficiará a gran cantidad de obreros de la industria de la construcción de la zona. Se impulsará al comercio organizado y significará ingresos en materia de impuestos y permisos al Municipio Benito Juárez, al gobierno estatal y federal.

Por lo anterior y tomando en consideración lo indicado en los instrumentos de planeación aplicables para el municipio de Benito Juárez (Programa de Ordenamiento Ecológico Local del municipio de Benito Juárez), el establecimiento del proyecto Paseos del Mar Dc-222, habrá de generar lo siguiente:

- Una oferta inmobiliaria en apoyo a la creciente demanda habitacional que se está generando hacia la zona norponiente que habrá de ofertar en apoyo a la población que atiende en su mayoría el sector turismo.
- Una infraestructura que permitirá el crecimiento poblacional ordenado en la zona norponiente de la ciudad de Cancún.
- La generación de empleos a un sector específico como lo es el ramo de la construcción a través de las distintas etapas de desarrollo del proyecto.
- La integración de la oferta habitacional, impulsando el establecimiento de todos los servicios básicos. Además de nuevas áreas comerciales, donaciones (áreas verdes).
- La adecuada dotación de servicios públicos y su envío a sitios de tratamiento que abra de evitar la contaminación del aire, agua y suelo.
- Impedimento al desarrollo de cinturones de miseria que son propios de las grandes ciudades y de las cuales no está exenta la ciudad de Cancún.

Por lo anterior, se tiene que desde la etapa preparación del sitio y construcción del proyecto, serán requeridos de la participación directa de al menos 100 empleos permanentes 350 empleos temporales y 300 empleos indirectos dependiendo de la etapa de construcción de la obra.

Adicionalmente, otras actividades diversas como la agropecuaria no serían redituables por el tipo de terreno y por su incompatibilidad prevista en los instrumentos de planeación. Sin embargo, la propuesta de implementar un fraccionamiento habitacional de interés social es necesaria para el adecuado crecimiento de la ciudad de Cancún, por lo que esta actividad es mucho más viable desde el punto de vista económico ya que el uso urbano genera mayores beneficios.

Finalmente tenemos que para construir los elementos que integrarán el proyecto, se requerirá de una inversión total del orden de **\$ 580,000,000.00 pesos** con IVA incluido, cifra significativa no solo para el desarrollo del municipio de Benito Juárez sino para toda la Entidad, ya que activará múltiples cadenas de la economía.

### **XIII. DATOS DE INSCRIPCIÓN EN EL REGISTRO DE LA PERSONA QUE HAYA FORMULADO EL ESTUDIO Y EN SU CASO DEL RESPONSABLE DE DIRIGIR LA EJECUCIÓN.**

La persona responsable de la formulación del presente Documento Técnico Unificado Modalidad A, para el trámite de cambio de uso de suelo forestal es el M. en C. Julio Rafael Castillo Espadas, Prestador de Servicios Técnicos Forestales persona Física, con inscripción al Registro Forestal Nacional en el Libro QROO, Tipo UI, Volumen 2, Número 21; Año 12, (anexo 8) con Registro Federal de Causantes CAEJ 601220 LI1; y cédula profesional 2833250,

Asimismo, es responsable de dirigir la ejecución del cambio de uso de suelo forestal en su parte técnica, hasta que el representante legal, el promovente o el prestador de servicios técnicos forestales notifiquen lo contrario a la autoridad, en observancia al artículo 83 del Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.

Atentamente

M. en C. Julio Rafael Castillo Espadas.

Los que abajo firman declaran, bajo protesta de decir verdad, que los resultados se obtuvieron a través de la aplicación de las mejores técnicas y metodologías comúnmente utilizadas por la comunidad científica del país y del uso de la mayor información disponible, y que las medidas de prevención y mitigación sugeridas son las más efectivas para atenuar los impactos ambientales.

C. Manuel Araiza Luevano  
Representante legal

M. en C. Julio Rafael Castillo Espadas  
Responsable técnico

#### **XIV. VINCULACION Y APLICACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURIDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y, EN SU CASO, CON LA REGULACION SOBRE USO DEL SUELO**

El presente estudio que se pone a consideración de la Delegación Federal de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales en el Estado de Quintana Roo, corresponde al Documento Técnico Unificado Modalidad A para la solicitud de la autorización del Cambio de Uso de Suelo en Terrenos forestales en materia de impacto ambiental y forestal, para una superficie total de 88.35 hectáreas con el objeto de llevar a cabo la construcción de un desarrollo habitacional de interés social.

Las obras y actividades que se describen en el presente documento, cuentan con todos los permisos ambientales para el desmote solicitado, actualmente se cuenta con la autorización en materia de impacto ambiental por parte del Instituto de Impacto y Riesgo Ambiental (INIRA) del Estado de Quintana Roo para la etapa de construcción y se cuenta con las licencias y permisos municipales correspondientes para ejecutar el proyecto que avalan su momento su construcción y se está desarrollando dentro de la reglamentación Federal, Estatal y Municipal aplicable.

De esta manera, se pretende que a través del procedimiento de evaluación de impacto ambiental, se acredite en primer orden la viabilidad y compatibilidad jurídica del proyecto en su etapa de preparación del sitio en función de los diversos instrumentos legales aplicables al sitio del proyecto, y asimismo, se establezcan las condiciones a que se sujetarán las obras y actividades durante la operación del proyecto, que puedan causar efectos adversos al entorno o rebasar los límites y condiciones establecidos en las disposiciones aplicables para proteger el ambiente y preservar los ecosistemas, a fin de evitar o reducir al mínimo sus efectos negativos sobre el ambiente, para finalmente, cumplir administrativa y ambientalmente.

La presentación del Documento Técnico Unificado se realiza en referencia a la Fracción Quinta del "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 materia forestal que se indican y se asignan atribuciones correspondientes en los servidores públicos que se señalan" publicado en el Diario Oficial de la Federación el 22 de diciembre de 2010, la cual establece que "*las Delegaciones Federales de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales resolverán el trámite unificado de cambio de uso de suelo forestal, en sus modalidades A y B, cuando los solicitantes sean particulares*".

Así mismo, la integración del presente Documento Técnico Unificado se basa en lo manifestado en la Fracción Sexta del acuerdo citado, que a la letra dice:

*SEXTO. El documento técnico unificado correspondiente al trámite unificado de cambio de uso de suelo forestal modalidad A, contendrá la información indicada en los artículos 117 de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y 121 de su Reglamento, así como la señalada en el artículo 12, fracciones I, III, V y VIII, del Reglamento de la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Evaluación de Impacto Ambiental.*

#### XIV.1 Planes de ordenamiento ecológico del territorio (POET)

##### XIV.1.1 Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Benito Juárez.

El sitio del proyecto se encuentra dentro del ámbito de aplicación del Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Benito Juárez, Quintana Roo (Periódico Oficial del Gobierno del Estado de Quintana Roo del 27 de febrero de 2014).

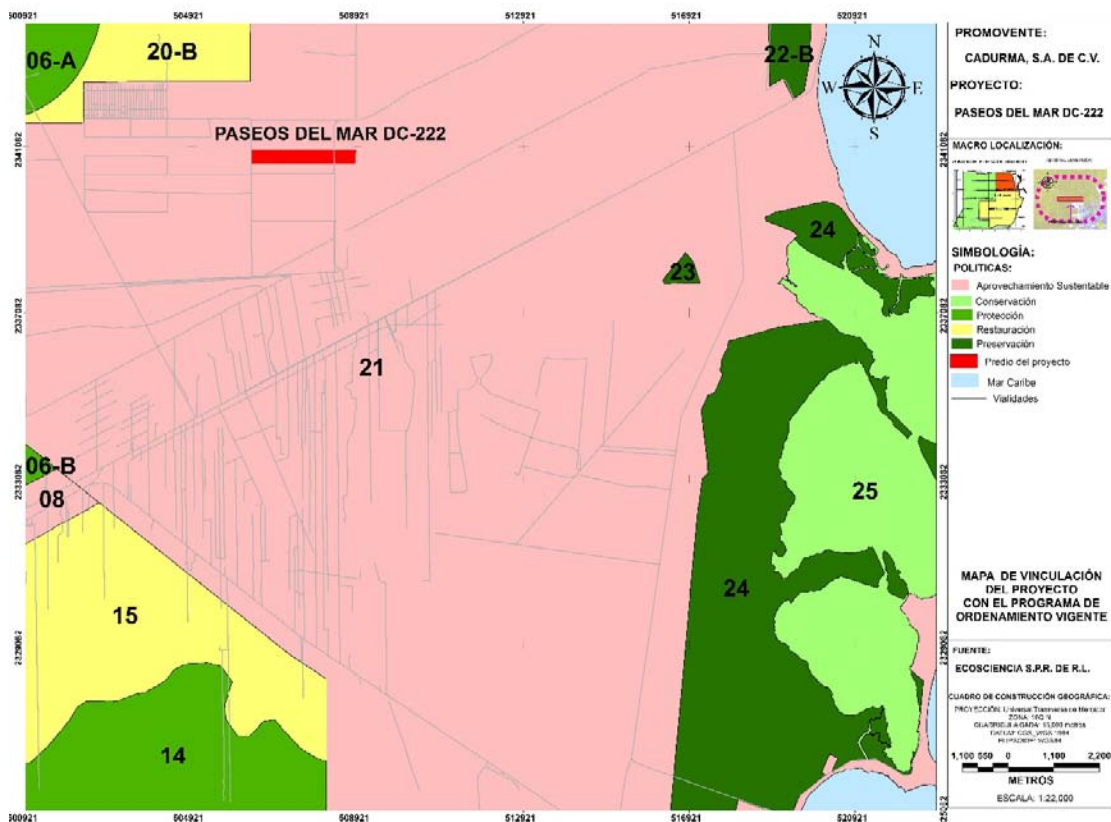


Figura 45. Localización del sitio de interés con respecto al POEL de Benito Juárez.

En el Cuadro 69, se presenta la vinculación de los criterios ecológicos de aplicación general, que son de observancia en todo el territorio municipal de Benito Juárez, independientemente de la unidad de gestión ambiental en la que se ubique el proyecto o actividad.

**Cuadro 69. Criterios ecológicos generales del POEL del Municipio de Benito Juárez.**

CLAVE	CRITERIOS ECOLÓGICOS GENERALES	VINCULACIÓN AL PROYECTO
CG-01	En el tratamiento de plagas y enfermedades de plantas en cultivos, jardines, áreas de reforestación y de manejo de la vegetación nativa deben emplearse productos que afecten específicamente la plaga o enfermedad que se desea controlar, así como los fertilizantes que sean preferentemente orgánicos y que estén publicados en el catálogo vigente por la Comisión Intersecretarial para el Control del Proceso y Uso de Plaguicidas, Fertilizantes y Substancias Tóxicas (CICOPLAFEST).	El proyecto no contempla actividades de control de plagas. En caso de utilizar agroquímicos, serán los establecidos por la CICOPLAFEST.
CG-02	Los proyectos que en cualquier etapa empleen agroquímicos de manera rutinaria e intensiva, deberán elaborar un programa de monitoreo de la calidad del agua del subsuelo a fin de detectar, prevenir y, en su caso, corregir la contaminación del recurso. Los resultados del Monitoreo se incorporarán a la bitácora ambiental.	No se contempla el uso de agroquímicos de manera rutinaria o intensiva durante la implementación del proyecto en sus diferentes etapas. Sin embargo, en caso de llegarse a requerir tratamiento de plagas y enfermedades en la vegetación, se emplearán únicamente los autorizados por la CICOPLAFEST y se llevará un registro por el responsable legal.
CG-03	Con la finalidad de restaurar la cobertura vegetal que favorece la captación de agua y la conservación de los suelos, la superficie del predio sin vegetación que no haya sido autorizada para su aprovechamiento, debe ser reforestada con especies nativas propias del hábitat que haya sido afectado.	El proyecto contará con una superficie total de 5.27 hectáreas que serán destinadas para áreas verdes, se recuperan áreas para reforestación y jardinado, y en las cuales se tiene contemplada el establecimiento de especies protegidas, conforme a su programa de rescate y reubicación de vegetación del proyecto.
CG-04	En los nuevos proyectos de desarrollo urbano, agropecuario, suburbano, turístico e industrial se deberá separar el drenaje pluvial del drenaje sanitario. El drenaje pluvial de techos, previo al paso a través de un decantador para separar sólidos no disueltos, podrá ser empleado para la captación en cisternas, dispuesto en áreas con jardines o en las áreas con vegetación nativa remanente de cada proyecto. El drenaje pluvial de estacionamientos públicos y privados así como de talleres mecánicos deberá contar con sistemas de retención de grasas y aceites.	El proyecto cuenta con una red pluvial la cual estará separada de la red sanitaria. Las aguas residuales serán conectadas al sistema de drenaje para la planta de tratamiento de la localidad. Durante la construcción del proyecto se contemplará lo establecido en el presente criterio.
CG-05	Para permitir la adecuada recarga del acuífero, todos los proyectos deben acatar lo	El proyecto contará con una superficie total de 5.27 hectáreas para destinarlas a áreas verdes,



CLAVE	CRITERIOS ECOLÓGICOS GENERALES	VINCULACIÓN AL PROYECTO
	dispuesto en el artículo 132 de la LEEPAQROO o la disposición jurídica que la sustituya.	con lo cual se recuperan áreas para reforestación y jardinado, y en las cuales se tiene contemplado el establecimiento de especies protegidas y nativas, y permitirán la recarga del acuífero. Asimismo, se contará con un drenaje pluvial separado del drenaje sanitario.
CG-06	Con la finalidad de evitar la fragmentación de los ecosistemas y el aislamiento de las poblaciones se deberán agrupar las áreas de aprovechamiento preferentemente en áreas "sin vegetación aparente" y mantener la continuidad de las áreas con vegetación natural. Para lo cual, el promovente deberá presentar un estudio de zonificación ambiental que demuestre la mejor ubicación de la infraestructura planteada por el proyecto, utilizando preferentemente las áreas perturbadas por usos previos o con vegetación secundaria o acahual.	El sitio del proyecto se encuentra dentro de la mancha urbana de Cancún, colindante a desarrollos habitacionales similares al planteado por el presente proyecto. Este es un escenario que ya se tiene contemplado en el Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Benito Juárez y en el Programa de Desarrollo Urbano de Cancún 2014-2030, y se cuenta con medidas de mitigación al impacto generado por la fragmentación del hábitat. Este se soporta con una caracterización de la vegetación del predio para identificar las áreas perturbadas y darle la prioridad para el aprovechamiento urbano.
CG-07	En los proyectos en donde se pretenda llevar a cabo la construcción de caminos, bardas o cualquier otro tipo de construcción que pudiera interrumpir la conectividad ecosistémica deberán implementar pasos de fauna menor (pasos inferiores) a cada 50 metros, con excepción de áreas urbanas.	Dado que el sitio del proyecto se localiza en un área urbana, no requiere de la instalación de los pasos de fauna citados en el presente criterio.
CG-08	Los humedales, rejolladas inundables, petenes, cenotes, cuerpos de agua superficiales, presentes en los predios deberán ser incorporados a las áreas de conservación.	Al interior del predio se observa una rejollada inundable de temporal de aproximadamente 40 metros de diámetro y alrededor de 3 metros de profundidad con presencia de especies arbóreas adaptadas a estas condiciones como: <i>Ficus máxima</i> , <i>Ficus cotinifolia</i> y <i>Annona glabra</i> , así como algunas epifitas como: <i>Anthurium sp.</i> , <i>Anthurium schlechtendalii</i> , bromelias, helechos y musgos. Por último el área de la rejollada de manera estratégica se localiza sobre un área verde que mantendrá su cobertura vegetal en su estado natural.
CG-09	Salvo en las UGAs urbanas, los desarrollos deberán ocupar el porcentaje de aprovechamiento o desmonte correspondiente para la UGA en la que se encuentre, y ubicarse en la parte central del predio, en forma perpendicular a la carretera principal. Las áreas que no sean intervenidas no podrán ser cercadas o bardeadas y deberán ubicarse preferentemente a lo largo del perímetro del predio en condiciones naturales y no podrán ser desarrolladas en	El sitio del proyecto se localiza en la UGA-21 denominada "Zona Urbana de Cancún" con una política de Aprovechamiento Sustentable. De acuerdo con los lineamientos ambientales de la presente UGA para el desarrollo de proyectos, los parámetros de aprovechamiento, y usos compatibles e incompatibles, estarán sujetos a lo establecido en el Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población Cancún, Municipio de Benito Juárez, Quintana Roo (2014-2030).

CLAVE	CRITERIOS ECOLÓGICOS GENERALES	VINCULACIÓN AL PROYECTO
	futuras ampliaciones.	
CG-10	Sólo se permite la apertura de nuevos caminos de acceso para actividades relacionadas a los usos compatibles, así como aquellos relacionados con el establecimiento de redes de distribución de servicios básicos necesarios para la población.	El proyecto contempla una superficie total de 38.19 hectáreas para la conformación de vialidades, y respetan el trazo de las principales vialidades contempladas en el Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población Cancún, Municipio de Benito Juárez, Quintana Roo (2014-2030).
CG-11	El porcentaje de desmante que se autorice en cada predio, deberá estar acorde a cada uso compatible y no deberá exceder el porcentaje establecido en el lineamiento ecológico de la UGA, aplicando el principio de equidad y proporcionalidad.	El sitio del proyecto se localiza en la UGA-21 denominada "Zona Urbana de Cancún" con una política de Aprovechamiento Sustentable. De acuerdo con los lineamientos ambientales de la presente UGA para el desarrollo de proyectos, los parámetros de aprovechamiento, y usos compatibles e incompatibles, estarán sujetos a lo establecido en el Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población Cancún, Municipio de Benito Juárez, Quintana Roo (2014-2030). Conforme lo remite el POEL.
CG-12	En el caso de desarrollarse varios usos de suelo compatibles en el mismo predio, los porcentajes de desmante asignados a cada uno de ellos solo serán acumulables hasta alcanzar el porcentaje definido en el lineamiento ecológico.	El sitio del proyecto se localiza en la UGA-21 denominada "Zona Urbana de Cancún" con una política de Aprovechamiento Sustentable. De acuerdo con los lineamientos ambientales de la presente UGA para el desarrollo de proyectos, los parámetros de aprovechamiento, y usos compatibles e incompatibles, estarán sujetos a lo establecido en el Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población Cancún, Municipio de Benito Juárez, Quintana Roo (2014-2030).
CG-13	En la superficie de aprovechamiento autorizada previo al desarrollo de cualquier obra o actividad, se deberá de ejecutar un programa de rescate de flora y fauna.	El proyecto cuenta con un Programa de Vigilancia Ambiental, el cual integra el Programa de Rescate y Reubicación de Flora silvestre y el Programa de Rescate y Ahuyentamiento de Fauna silvestre los cuales se anexan al presente documento.
CG-14	En los predios donde no exista cobertura arbórea, o en el caso que exista una superficie mayor desmontada a la señalada para la unidad de gestión ambiental ya sea por causas naturales y/o usos previos, el proyecto sólo podrá ocupar la superficie máxima de aprovechamiento que se indica para la unidad de gestión ambiental y la actividad compatible que pretenda desarrollarse.	El sitio del proyecto se localiza en la UGA-21 denominada "Zona Urbana de Cancún" con una política de Aprovechamiento Sustentable. De acuerdo con los lineamientos ambientales de la presente UGA para el desarrollo de proyectos, los parámetros de aprovechamiento, y usos compatibles e incompatibles, estarán sujetos a lo establecido en el Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población Cancún, Municipio de Benito Juárez, Quintana Roo (2014-2030). El sitio del proyecto cuenta con una superficie total de 89.41 hectáreas, de las cuales el 98.81% presenta vegetación de selva mediana con vegetación secundaria y el 1.19% se

CLAVE	CRITERIOS ECOLÓGICOS GENERALES	VINCULACIÓN AL PROYECTO
		encuentra libre de vegetación debido a la presencia del Arco Norte, vialidades y terracería que seccionan al predio.
CG-15	En los ecosistemas forestales deberán eliminarse los ejemplares de especies exóticas considerados como invasoras por la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) que representen un riesgo de afectación o desplazamiento de especies silvestres. El material vegetal deberá ser eliminado mediante procedimientos que no permitan su regeneración y/o propagación.	De acuerdo a la caracterización de vegetación y recorridos continuos que se realizaron en el sitio del proyecto no se registra la presencia de especies exóticas.
CG-16	La introducción y manejo de palma de coco ( <i>Cocus nucifera</i> ) debe restringirse a las variedades que sean resistentes a la enfermedad conocida como "amarillamiento letal del cocotero".	En caso de contemplar la introducción de palma de coco al sitio del proyecto, se restringirá a las variedades que sean resistentes a la enfermedad conocida como "amarillamiento letal del cocotero". Sin embargo no se tiene contemplado la introducción de esta palma.
CG-17	Se permite el manejo de especies exóticas, cuando: 1. La especie no esté catalogada como especie invasora por la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad o la SAGARPA. 2. La actividad no se proyecte en cuerpos naturales de agua. 3. El manejo de fauna, en caso de utilizar encierros, se debe realizar el tratamiento secundario por medio de biodigestores autorizados por la autoridad competente en la materia de aquellas aguas provenientes de la limpieza de los sitios de confinamiento. 4. Se garantice el confinamiento de los ejemplares y se impida su dispersión o distribución al medio natural. 5. Deberán estar dentro de una Unidad de Manejo Ambiental o PIMVS.	El proyecto no contempla el manejo de especies de flora y fauna exóticas, las especies a establecer serán las que previamente sean rescatadas dentro del predio.
CG-18	No se permite la acuicultura en cuerpos de agua en condiciones naturales, ni en cuerpos de agua artificiales con riesgo de afectación a especies nativas.	El proyecto no contempla actividades de acuicultura.
CG-19	Todos los caminos abiertos que estén en propiedad privada, deberán contar con acceso controlado, a fin de evitar posibles afectaciones a los recursos naturales existentes.	El proyecto no contempla la construcción de caminos abiertos.
CG-20	Los cenotes, rejolladas inundables y cuerpos de agua deberán mantener inalterada su estructura geológica y mantener el estrato arbóreo, asegurando que la superficie establecida para su uso garantice el mantenimiento de las condiciones ecológicas	Al interior del predio se observa una rejollada inundable de temporal de aproximadamente 40 metros de diámetro y alrededor de 3 metros de profundidad con presencia de especies arbóreas adaptadas a estas condiciones como: <i>Ficus máxima</i> , <i>Ficus cotinifolia</i> y <i>Annona glabra</i> ,

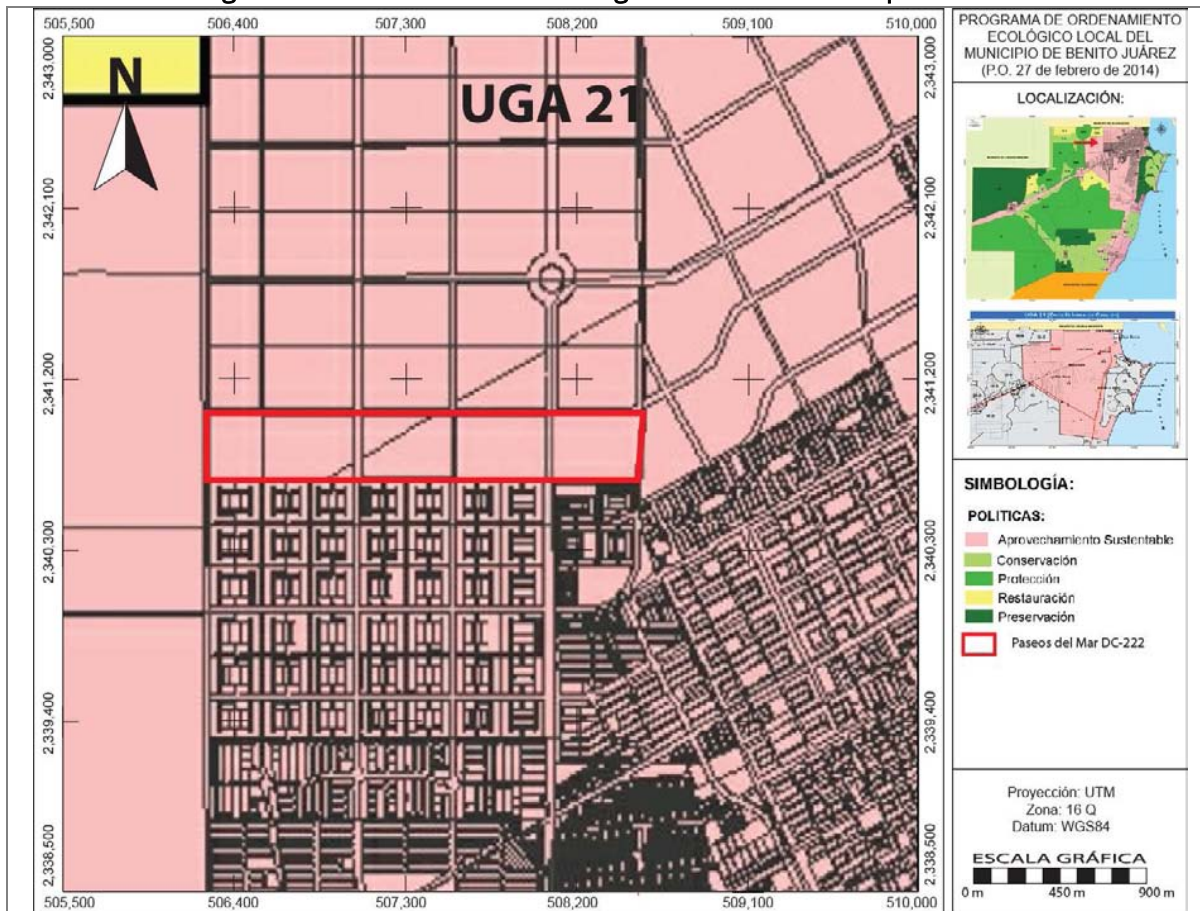
CLAVE	CRITERIOS ECOLÓGICOS GENERALES	VINCULACIÓN AL PROYECTO
	de dichos ecosistemas.	asi como algunas epifitas como: <i>Anthurium sp.</i> , <i>Anthurium schlechtendalii</i> , bromelias, helechos y musgos. Por ultimo el área de la rejollada de manera estratégica se localiza sobre un área verde que mantendrá su cobertura vegetal en su estado natural.
CG-21	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.	En el sitio del proyecto no se registra la presencia de vestigios arqueológicos.
CG-22	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.	En el sitio del proyecto no se registra la presencia de tendidos de energía eléctrica.
CG-23	La instalación de infraestructura de energía eléctrica de baja tensión y de comunicación deberá ser subterránea en el interior de los predios, para evitar la contaminación visual del paisaje y afectaciones a la misma por eventos meteorológicos extremos y para minimizar la fragmentación de ecosistemas.	De acuerdo con el Programa Municipal de Desarrollo Urbano Sustentable del Municipio de Benito Juárez, las instalaciones de infraestructura eléctrica al pie de la Parcela 222 serán subterráneas, como también, la distribución del cableado a las casas habitacionales.
CG-24	Los taludes de los caminos y carreteras deberán ser reforestados con plantas de cobertura y herbáceas que limiten los procesos de erosión.	El proyecto por su naturaleza, no contempla la construcción de caminos o carreteras que requieran reforestación en sus taludes, sin embargo sobre las orillas de las vialidades se establecerán plantas nativas como un proceso de reforestación.
CG-25	En ningún caso la estructura o cimentación de la construcción deberá interrumpir la hidrodinámica natural superficial y/o subterránea.	De acuerdo a las curvas de nivel del terreno se diseño el proyecto habitacional para aprovechar los desniveles del mismo y fluya el agua por gravedad hasta las partes bajas y permee al subsuelo y manto freático, no interrumpiendo la hidrodinámica natural del sitio.
CG-26	De acuerdo a lo que establece el Reglamento Municipal de Construcción, los campamentos de construcción o de apoyo y todas las obras en general deben: 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. 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	Por su ubicación al poniente del área urbana de la Ciudad de Cancún, el proyecto no contempla la instalación de campamentos de construcción.

CLAVE	CRITERIOS ECOLÓGICOS GENERALES	VINCULACIÓN AL PROYECTO
	peligrosos.	
CG-27	En el diseño y construcción de los sitios de disposición final de Residuos Sólidos Urbanos se deberán colocar en las celdas para residuos y en el estanque de lixiviados, una geomembrana de polietileno d alta densidad o similar, con espesor mínimo de .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.	El proyecto no contempla la construcción de un sitio de disposición final de Residuos Sólidos Urbano.
CG-28	La disposición de materiales derivados de obras, excavaciones o dragados sólo podrá realizarse en sitios autorizados por la autoridad competente, siempre y cuando no contengas residuos sólidos urbanos, así como aquellos que puedan ser catalogados como peligrosos por la normatividad vigente.	Los materiales derivados de las obras y excavaciones, serán dispuestos y provendrán de los sitios autorizados por las autoridades correspondientes.
CG-29	La disposición final de residuos sólidos únicamente podrá realizarse en los sitios previamente aprobados para tal fin.	Los residuos sólidos municipales serán recolectados por el servicio público municipal con cierta periodicidad y tienen como destino el relleno sanitario municipal.
CG-30	Los desechos biológicos infecciosos no podrán disponerse en el relleno sanitario y/o en depósitos temporales de servicio municipal.	El proyecto no contempla la generación de desechos biológicos infecciosos.
CG-31	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.	El proyecto no contempla la construcción de un sitio de disposición final de RSU.
CG-32	Se prohíbe la quema de basura, así como su entierro o disposición a cielo abierto.	El proyecto no contempla la quema de basura. Los residuos sólidos municipales serán recolectados por el servicio público municipal con cierta periodicidad y tendrán como destino el relleno sanitario municipal.
CG-33	Todos los proyectos deberán contar con áreas específicas para el acopio temporal de los residuos sólidos. En el caso de utilizar el servicio municipal de colecta, dichas áreas deben ser accesibles a la operación del servicio.	El proyecto acatará este criterio ya que contará con sitios específicos de concentración de desechos para posteriormente ser trasladados a lugares autorizados (contenedores de basura).
CG-34	El material pétreo, sascab, piedra caliza, tierra negra, tierra de despalme, madera, materiales vegetales y/o arena, que se utilice en la construcción de un proyecto deberá provenir de fuentes y/o bancos de material autorizados.	El proyecto acatará esta disposición toda vez que utilizará materiales pétreos provenientes de bancos de préstamo y materiales debidamente autorizados por la autoridad ambiental correspondiente.
CG-35	En la superficie en la que por excepción la	Durante la implementación del proyecto, se

CLAVE	CRITERIOS ECOLÓGICOS GENERALES	VINCULACIÓN AL PROYECTO
	autoridad competente autorice la remoción de la vegetación, también se podrá retirar el suelo, subsuelo y las rocas para nivelar el terreno e instalar los cimientos de las edificaciones e infraestructura, siempre y cuando no se afecten los ríos subterráneos que pudieran estar presentes en los predios que serán intervenidos.	acatará lo establecido en el presente criterio.
CG-36	Los desechos orgánicos derivados de las actividades agrícolas, pecuarias y forestales deberán aprovecharse en primera instancia para la recuperación de suelos, y/o fertilización orgánica de cultivos y áreas verdes, previo composteo y estabilización y ser dispuestos donde lo indique la autoridad competente en la materia.	El proyecto por su naturaleza, no contempla la generación de desechos orgánicos, la única actividad que se realizara será la trituración del material vegetal resultante de la remoción de la vegetación, la cual será utilizada para el vertimiento a las áreas verdes propuestas por el proyecto.
CG-37	Todos los proyectos que impliquen la remoción de la vegetación y el despalme del suelo deberán realizar acciones para la recuperación de la tierra, realizando su separación de los residuos vegetales y pétreos, con la finalidad de que sea utilizada para acciones de reforestación dentro del mismo proyecto o done lo disponga la autoridad competente en la materia, dentro del territorio municipal.	El material vegetal que será desmontado (troncos, ramas, arbustos y hojas), será triturado y vertimiento a las áreas verdes propuestas por el proyecto.  La tierra negra recuperada del despalme se utilizara para generar el llenado de bolsa de las plantas rescatadas y para la elaboración de composta, misma que será utilizada en las actividades de jardinería del proyecto.
CG-38	No se permite la transferencia de densidades de cuartos de hotel, residencias campestres, cabañas rurales y/o cabañas ecoturísticas de una unidad de gestión ambiental a otra.	El proyecto por su naturaleza, no contempla la transferencia de densidades establecidas en el presente criterio.
CG-39	El porcentaje de desmonte permitido en cada UGA que impliquen el cambio de uso de suelo de la vegetación forestal, solo podrá realizarse cuando la autoridad competente expida por excepción las autorizaciones de cambio de uso de suelo de los terrenos forestales.	La promovente llevará a cabo la obtención de todos los permisos y licencias necesarios ante las dependencias correspondientes para poder desarrollar el proyecto en apego a la Ley en materia forestal.

De acuerdo con la sobreposición del sitio del proyecto sobre la Modificación del POEL del Municipio de Benito Juárez, Quintana Roo, se aprecia que este predio se localiza dentro de la Unidad de Gestión Ambiental UGA-21 denominada "Zona Urbana de Cancún" con una Política Ambiental de Aprovechamiento Sustentable (Cuadro 70).

**Cuadro 70.** Lineamientos ambientales para el desarrollo de proyectos de acuerdo con la UGA-21 del Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Benito Juárez.



**Superficie:** 34,937.17ha

**Política:** Aprovechamiento Sustentable

**Criterios de Delimitación:** Esta UGA se delimitó con base en la poligonal del Centro de Población establecida en el Programa Municipal de Desarrollo Urbano Sustentable del Municipio de Benito Juárez (PMDUS BJ), el cual ha sido aprobado y Publicado el 27 de febrero 2014, en el periódico oficial del estado de Quintana Roo

**Condiciones de la Vegetación y Uso de Suelo:**

CLAVE	CONDICIONES DE LA VEGETACION	HECTAREAS	%
ZU	Zona Urbana	10,622.07	30.40
VS2	Vegetación Secundaria Arbórea de Selva Mediana Subperennifolia en recuperación	9,666.56	27.67
VSa	Vegetación Secundaria Arbustiva de Selva Mediana Subperennifolia	5,241.10	15.00
VSA	Vegetación Secundaria Arbórea de Selva Mediana Subperennifolia en buen estado	2,647.59	7.58
SV	Sin Vegetación Aparente	2,302.20	6.59
AH	Asentamiento Humano	2,108.27	6.03
Ma	Manglar	1,023.16	2.93

SBS	Selva Baja Subcaducifolia	693.00	1.98
GR	Mangle Chaparro y gramínoideas	363.84	1.04
CA	Cuerpo de Agua	156.52	0.45
TU	Tular	76.68	0.22
MT	Matorral Costero	36.18	0.10
	TOTAL	34,937.17	100.00
<b>% de UGA que posee vegetación en buen estado de conservación:</b> 10.92 %		<b>Superficie de la UGA con importancia para la recarga de acuíferos:</b> 56.54 %	
<b>Objetivo de la UGA:</b> Regular el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales en las zonas de reserva para el crecimiento urbano, dentro de los límites del centro de población, con el fin de mantener los ecosistemas relevantes y en el mejor estado posible, así como los bienes y servicios ambientales que provee la zona, previo al desarrollo urbano futuro.			
<b>Problemática General:</b> Presión de los recursos naturales por incremento de asentamientos irregulares; Expansión de la mancha urbana fuera de los centros de población; Presión y riesgo de contaminación al acuífero por la expansión urbana y falta de servicios básicos; Incremento en la incidencia y de Incendios Forestales; Carencia de servicios de recolección y disposición final de los Residuos Sólidos Urbanos; Incompatibilidad entre instrumentos de planeación urbana y ambiental; Necesidades de infraestructura en zonas urbanas de Cancún; Cambios de Uso de Suelo no autorizados.			
<b>Poblados o sitios importantes en esta UGA (habitantes):</b> Según INEGI (2010), esta UGA cuenta con 29 localidades, siendo las dos principales Cancún y Alfredo V. Bonfil. La población total de la UGA es de 643,577 habitantes, aunque fuentes paralelas indican que la población total de la ciudad es de poco más de 800,000 habitantes. La red carretera abarca un total de 462.52 km, en su mayoría de caminos pavimentados.			
<b>Lineamientos Ecológicos:</b> -Se contiene el crecimiento urbano dentro de los límites del centro de población, propiciando una ocupación compacta y eficiente del suelo urbano de tal manera que las reservas de crecimiento se ocupen hasta obtener niveles de saturación mayores al 70% de acuerdo a los plazos establecidos en el programa de desarrollo urbano de la ciudad de Cancún, para disminuir la tasa de deterioro de los recursos naturales. -Las autoridades competentes deben propiciar que el crecimiento urbano sea ordenado y compacto y estableciendo al menos 12 m <sup>2</sup> de áreas verdes accesibles por habitante, acorde a la normatividad vigente en la materia. -Las autoridades competentes deben propiciar el tratamiento del 100 % de las aguas residuales domésticas, así como la gestión integral de la totalidad de los residuos sólidos generados en esta localidad.			
<b>Recursos y Procesos Prioritarios:</b> Suelo, Cobertura vegetal			
<b>Parámetros de aprovechamiento:</b> Sujeto a lo establecido en su Programa de Desarrollo Urbano vigente.			
<b>Usos Compatibles:</b> Los que se establezcan en su Programa de Desarrollo Urbano Vigente.			
<b>Usos Incompatibles:</b> Los que se establezcan en su Programa de Desarrollo Urbano Vigente.			



En la UGA-21 se identifican 59 criterios ecológicos de aplicación específica (cuadro 71). Estos son los criterios asignados a una unidad de gestión ambiental determinada (cuadro 72).

**Cuadro 71. Criterios de regulación ecológica específicas de acuerdo a la UGA-21.**

Recursos y procesos prioritarios	Clave	Criterios de Regulación Ecológica											
Agua	URB	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12
		13	14	15	16	17							
Suelo y Subsuelo		19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	
Flora y Fauna		30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41
Paisaje		43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54
		55	56	57	58	59							

**Cuadro 72. Cumplimiento de los criterios ecológicos de aplicación específica por parte del proyecto.**

CRITERIO	CRITERIOS DE APLICACIÓN URBANA	VINCULACIÓN AL PROYECTO
<b>Recurso Agua.</b>		
<b>URB-01</b>	En tanto no existan sistemas municipales para la conducción y tratamiento de las aguas residuales municipales, los promoventes de nuevos proyectos, de hoteles, fraccionamientos, condominios, industrias y similares, deberán instalar y operar por su propia cuenta, sistemas de tratamiento y reciclaje de las aguas residuales, ya sean individuales o comunales, para satisfacer las condiciones particulares que determinen las autoridades competentes y las normas oficiales mexicanas aplicables en la materia.	El sitio del proyecto cuenta con servicio de agua potable y alcantarillado de acuerdo con la Factibilidad de Servicio CAPA-DG-DPE/0798/2014 de fecha 26 de noviembre de 2014, además todas las aguas residuales domesticas del fraccionamiento serán conectados a la planta de tratamiento de aguas residuales y cloración del municipio de Benito Juárez que opera del lado norponiente de la ciudad de Cancún.
<b>URB-02</b>	A fin de evitar la contaminación ambiental y/o riesgos a la salud pública y sólo en aquellos casos excepcionales en que el tendido de redes hidrosanitarias no exista, así como las condiciones financieras, socioeconómicas y/o topográficas necesarias para la introducción del servicio lo ameriten y justifiquen, la autoridad competente en la materia podrá autorizar a persona físicas el empleo de biodigestores para que en sus domicilios particulares se realice de manera permanente un tratamiento de aguas negras domiciliarias. Estos sistemas deberán estar aprobados por la autoridad ambiental competente.	Todas las aguas residuales domesticas del fraccionamiento serán conectados a la planta de tratamiento de aguas residuales y cloración del municipio de Benito Juárez que opera del lado norponiente de la ciudad de Cancún, además el sitio del proyecto cuenta con servicio de agua potable y alcantarillado de acuerdo con la Factibilidad de Servicio CAPA-DG-DPE/0798/2014 de fecha 26 de noviembre de 2014.
<b>URB-03</b>	En zonas que ya cuenten con el servicio de drenaje sanitario el usuario estará obligado a conectarse a dicho servicio. En caso de que a partir de un dictamen técnico del organismo operador resulte no ser factible tal conexión, se podrán utilizar sistemas de tratamiento debidamente certificados y contar con la autorización para la descargas por la	Todas las aguas residuales domesticas del fraccionamiento serán conectados a la planta de tratamiento de aguas residuales y cloración del municipio de Benito Juárez que opera del lado norponiente de la ciudad de Cancún.

CRITERIO	CRITERIOS DE APLICACIÓN URBANA	VINCULACIÓN AL PROYECTO
	CONAGUA.	
URB-04	Los sistemas de producción agrícola intensiva (invernaderos, hidroponía y viveros) que se establezcan dentro de los centros de población deben reducir la pérdida del agua de riego, limitar la aplicación de agroquímicos y evitar la contaminación de los mantos freáticos.	El proyecto no contempla actividades de producción agrícola intensiva.
URB-05	En el caso de los campos de golf o usos de suelo similares que requieran la aplicación de riegos con agroquímicos y/o aguas residuales tratadas, deberán contar con la infraestructura necesaria para optimización y reciclaje del agua. Evitando en todo la contaminación al suelo, cuerpos de agua, y mantos freáticos.	El proyecto no contempla la construcción de campos de golf.
URB-06	Los proyectos de campos deportivos y/o de golf, así como las áreas jardinadas de los desarrollos turísticos deberán minimizar el uso de fertilizantes y/o pesticidas químicos para evitar riesgos de contaminación.	No se contempla el uso de agroquímicos durante la implementación del proyecto. Sin embargo, en caso de llegar a requerir tratamiento de plagas y enfermedades en el vivero o áreas verdes, se emplearán únicamente los autorizados por la CICOPLAFEST.
URB-07	No se permite la disposición de aguas residuales sin previo tratamiento hacia los cuerpos de agua, zonas inundables y/o al suelo y subsuelo, por lo que se promoverá que se establezca un sistema integral de drenaje y tratamiento de aguas residuales.	Todas las aguas residuales domesticas del fraccionamiento serán conectados a la planta de tratamiento de aguas residuales y cloración del municipio de Benito Juárez que opera del lado norponiente de la ciudad de Cancún.
URB-08	En las zonas urbanas y sus reservas del Municipio de Benito Juárez se deberán establecer espacios jardinados que incorporen elementos arbóreos y arbustivos de especies nativas.	El proyecto contará con una superficie total de 5.27 hectáreas como áreas verdes en donde estarán incluidos los parques y jardines, con lo cual se recuperan áreas para reforestación y jardinado, y en las cuales se tiene contemplada el establecimiento de especies protegidas y nativas.
URB-09	Para mitigar el aumento de la temperatura y la sensación térmica en la zonas urbanas, mejorar el paisaje, proteger las zonas de infiltración de aguas y recarga de mantos acuíferos, dotar espacios para recreación y mejoramiento de la calidad de vida de los ciudadanos en general, deben existir parques y espacios recreativos que cuenten con elementos arbóreos y arbustivos y cuya separación no será mayor a un km entre	El proyecto contará con una superficie total de 5.27 hectáreas en donde se ubicaran los parques y jardines los cuales quedaran dispuestos de manera estratégica dentro del proyecto, con lo cual se recuperan áreas para reforestación y jardinado, y en las cuales se tiene contemplado el establecimiento de especies protegidas y nativas.

CRITERIO	CRITERIOS DE APLICACIÓN URBANA	VINCULACIÓN AL PROYECTO
	dichos parques.	
<b>URB-10</b>	Los cenotes, rejolladas inundables y cuerpos de agua presentes en los centros de población deben formar parte de las áreas verdes, asegurando que la superficie establecida para tal destino del suelo garantice el mantenimiento de las condiciones ecológicas de dichos ecosistemas.	Al interior del predio se observa una rejollada inundable de temporal de aproximadamente 40 metros de diámetro y alrededor de 3 metros de profundidad con presencia de especies arbóreas adaptadas a estas condiciones como: <i>Ficus máxima</i> , <i>Ficus cotinifolia</i> y <i>Annona glabra</i> , así como algunas epifitas como: <i>Anthurium sp.</i> , <i>Anthurium schlechtendalii</i> , bromelias, helechos y musgos. Por último el área de la rejollada de manera estratégica se localiza sobre un área verde que mantendrá su cobertura vegetal en su estado natural.
<b>URB-11</b>	Para el ahorro del recurso agua, las nuevas construcciones deberán implementar tecnologías que aseguren el ahorro y uso eficiente del agua.	Este criterio será acatado por la promovente durante la construcción de las viviendas.
<b>URB-12</b>	En las plantas de tratamiento de aguas residuales y de desactivación de lodos deberán implementarse procesos para la disminución de olores y establecer franjas de vegetación arbórea de al menos 15 m de ancho que presten el servicio de barreras dispersantes de malos olores dentro del predio que se encuentren dichas instalaciones.	El proyecto no contempla la instalación de la infraestructura citada en el presente criterio.
<b>URB-13</b>	La canalización del drenaje pluvial hacia espacios verdes, cuerpos de agua superficiales o pozos de absorción, debe realizarse previa filtración de sus aguas con sistemas de decantación, trampas de grasas y sólidos, u otros que garanticen la retención de sedimentos y contaminantes. Dicha canalización deberá ser autorizada por la Comisión Nacional del Agua.	Una de las medidas que se consideró en este documento es la construcción de pozos de absorción para la canalización de aguas pluviales asegurando así la conservación de la capacidad de captación e infiltración del terreno. Aunque, estas obras no forman parte de las actividades de cambio de uso del suelo en terrenos forestales, se informa que se están realizando las gestiones ante la autoridad competente para obtener las autorizaciones correspondientes, también se ha considerado el uso de trampas de sólidos para garantizar la retención de sedimentos.
<b>URB-14</b>	Los crematorios deberán realizar un monitoreo y control de sus emisiones a la atmósfera.	El proyecto no contempla la instalación de la infraestructura citada en el presente criterio.
<b>URB-15</b>	Los cementerios deberán impermeabilizar paredes y piso de las fosas, con el fin de evitar contaminación al suelo, subsuelo y manto freático.	El proyecto no contempla la instalación de la infraestructura citada en el presente criterio.
<b>URB-16</b>	Los proyectos en la franja costera dentro de las UGA urbanas deberán tomar en cuenta la existencia de las bocas de tormenta que de manera temporal desaguan las zonas sujetas a	El proyecto no colinda con la franja costera.

CRITERIO	CRITERIOS DE APLICACIÓN URBANA	VINCULACIÓN AL PROYECTO
	inundación durante la ocurrencia de lluvias extraordinarias o eventos ciclónicos. Por ser tales sitios zonas de riesgo, en los espacios públicos y privados se deben de realizar obras de ingeniería permanentes que en una franja que no será menor de 20 m conduzcan y permitan el libre flujo que de manera natural se establezca para el desagüe.	
URB-17	Serán susceptible de aprovechamiento los recursos biológicos forestales, tales como semilla, que generen los arboles urbanos, con fines de propagación por parte de particulares, mediante la autorización de colecta de recursos biológicos forestales.	El proyecto no contempla lo establecido en el presente criterio.
URB-18	Adicional a los sitios de disposición final autorizados de RSU, se debe contar con un área de acopio y retención de Residuos Especiales, en caso de contingencia, a fin de evitar que se introduzcan en la(s) celda(s).	El proyecto no contempla la construcción de un sitio de disposición final de RSU.
<b>Recurso Suelo y subsuelo</b>		
URB-19	La autorización emitida por la autoridad competente para la explotación de bancos de materiales pétreos deberá sustentarse en los resultados provenientes de estudios de mecánica de suelos y geohidrológicos que aseguren que no existan afectaciones irreversibles al recurso agua, aun en los casos de afloramiento del acuífero para extracción debajo del manto freático. Estos estudios deberán establecer claramente cuáles serán las medidas de mitigación aplicables al proyecto y los parámetros y periodicidad para realizar el monitoreo que tendrá que realizarse durante todas las etapas del proyecto, incluyendo las actividades de la etapa de abandono.	El proyecto utilizará materiales pétreos provenientes de bancos de préstamo y materiales debidamente autorizados por la autoridad ambiental correspondiente.
URB-20	Con el objeto de integrar cenotes, rejolladas, cuevas y cavernas a las áreas públicas urbanas, se permite realizar un aclareo, poda y modificación de vegetación rastrera y arbustiva presente, respetando en todo momento los elementos arbóreos y vegetación de relevancia ecológica, así como la estructura geológica de estas formaciones.	Al interior del predio se observa una rejollada inundable de temporal de aproximadamente 40 metros de diámetro y alrededor de 3 metros de profundidad con presencia de especies arbóreas adaptadas a estas condiciones como: <i>Ficus máxima</i> , <i>Ficus cotinifolia</i> y <i>Annona glabra</i> , así como algunas epifitas como: <i>Anthurium sp.</i> , <i>Anthurium schlechtendalii</i> , bromelias, helechos y musgos. Por ultimo el área de la rejollada de manera estratégica se localiza sobre un área verde que mantendrá su cobertura vegetal en su estado natural.

CRITERIO	CRITERIOS DE APLICACIÓN URBANA	VINCULACIÓN AL PROYECTO
URB-21	Los bancos de materiales autorizados deben respetar una zona de amortiguamiento que consiste en una barrera vegetal alrededor del mismo, conforme lo señala el Decreto 36, del Gobierno del Estado; y/o la disposición jurídica que la sustituya.	El proyecto utilizará materiales pétreos provenientes de bancos de préstamo y materiales debidamente autorizados por la autoridad ambiental correspondiente.
URB-22	Para evitar la contaminación del suelo y subsuelo, en las actividades de extracción y exploración de materiales pétreos deberán realizarse acciones de acopio, separación, utilización y disposición final de cualquier tipo de residuos generados, en el marco de lo que establezcan las disposiciones jurídicas aplicables.	El proyecto utilizará materiales pétreos provenientes de bancos de préstamo y materiales debidamente autorizados por la autoridad ambiental correspondiente.
URB-23	Para reincorporar las superficies afectadas por extracción de materiales pétreos a las actividades económicas del municipio, deberá realizarse la rehabilitación de dichas superficie en congruencia con los usos que prevean los instrumentos de planeación vigentes para la zona.	El proyecto utilizará materiales pétreos provenientes de los establecimientos debidamente autorizados por la autoridad ambiental correspondiente.
URB-24	Los generadores de Residuos de Manejo Especial y los Grandes Generadores de Residuos Sólidos Urbanos deberán contar con un plan de manejo de los mismos, en apego a la normatividad vigente en la materia.	El proyecto cuenta con un Programa de Vigilancia Ambiental, el cual integra el Programa de Manejo de Residuos Sólidos y Líquidos.
URB-25	Para el caso de fraccionamientos habitacionales, el fraccionador deberá construir a su cargo y entregar al Ayuntamiento por cada 1000 viviendas previstas en el proyecto de fraccionamiento, parque o parques públicos recreativos con sus correspondientes áreas jardinadas y arboladas con una superficie mínima de 5,000 metros cuadrados, mismos que podrán ser relacionados a las áreas de donación establecidas en la legislación vigente en la materia. Tratándose de fracciones en el número de viviendas previstas en el fraccionamiento, las obras de equipamiento urbano serán proporcionales, pudiéndose construir incluso en predios distintos al fraccionamiento.	El proyecto contará con una superficie total de 5.27 hectáreas para destinarlas a áreas verdes (parques y jardines), con lo cual se recuperan áreas para reforestación y jardinado, y en las cuales se tiene contemplado el establecimiento de especies protegidas y nativas.
URB-26	En las etapas de crecimiento de la mancha urbana considerada por el PDU, para mitigar el aumento de la temperatura y la sensación térmica en la zonas urbanas, mejorar el paisaje, proteger las zonas de infiltración de aguas y recarga de mantos acuíferos, favorecer la función de barrera contra ruido, dotar espacios para recreación y	El proyecto contará con una superficie total de 5.27 hectáreas para destinarlas a áreas verdes (parques y jardines), con lo cual se recuperan áreas para reforestación y jardinado, y en las cuales se tiene contemplado el establecimiento de especies protegidas y nativas.

CRITERIO	CRITERIOS DE APLICACIÓN URBANA	VINCULACIÓN AL PROYECTO
	mejoramiento de la calidad de vida de los ciudadanos en general, los fraccionamientos deben incorporar áreas verdes que contribuyan al Sistema Municipal de Parques, de conformidad con la normatividad vigente en la materia .	
URB-27	La superficie ocupada por equipamiento en las áreas verdes no deberá exceder de un 30% del total de la superficie cada una de ellas.	El proyecto contemplará el cumplimiento de lo establecido en el presente criterio.
URB-28	Para evitar las afectaciones por inundaciones, se prohíbe el establecimiento de fraccionamientos habitacionales así como de infraestructura urbana dentro del espacio excavado de las sascaberas en desuso y en zonas en donde los estudios indiquen que existe el riesgo de inundación (de acuerdo al Atlas de Riesgos del municipio y/o del estado).	En el sitio del proyecto no se registra la presencia de sascaberas en desuso o zonas con riesgo de inundación.
URB-29	En la construcción de fraccionamientos dentro de las áreas urbanas, se permite la utilización del material pétreo que se obtenga de los cortes de nivelación dentro del predio. El excedente de los materiales extraídos que no sean utilizados deberá disponerse en la forma indicada por la autoridad competente en la materia.	El proyecto contemplará el cumplimiento de lo establecido en el presente criterio.
<b>Recurso Flora y Fauna</b>		
URB-30	En zonas inundables, se deben mantener las condiciones naturales de los ecosistemas y garantizar la conservación de las poblaciones silvestres que la habitan. Por lo que las actividades recreativas de contemplación deben ser promovidas y las actividades de aprovechamiento extractivo y de construcción deben ser condicionadas.	En el sitio del proyecto no se registra la presencia de zonas inundables.
URB-31	Las áreas destinadas a la conservación de la biodiversidad y/o del agua que colinden con las áreas definidas para los asentamientos humanos, deberán ser los sitios prioritarios para ubicar los ejemplares de plantas y animales que sean rescatados en el proceso de eliminación de la vegetación.	El sitio del proyecto no colinda con áreas destinadas a la conservación de la biodiversidad y/o del agua. Se encuentra inmerso dentro de la UGA 21.
URB-32	Deberá preverse un mínimo de 50% de la superficie de los espacios públicos jardinados para que tengan vegetación natural de la zona y mantener todos los árboles nativos que cuenten con DAP mayores de 15 cm, en buen estado fitosanitario y que no representen riesgo de accidentes para los usuarios.	El proyecto contará con una superficie total de 5.27 hectáreas donde se encuentran incluidos los parques y jardines, con lo cual se recuperan áreas para reforestación y jardinado. Se mantendrán todos los arboles que cuenten con DAP mayores de 15 cm.

CRITERIO	CRITERIOS DE APLICACIÓN URBANA	VINCULACIÓN AL PROYECTO
URB-33	Deberán establecerse zonas de amortiguamiento de al menos 50 m alrededor de las zonas industriales y centrales de abastos que se desarrollen en las reservas urbanas. Estas zonas de amortiguamiento deberán ser dotados de infraestructura de parque público.	El proyecto no contempla el establecimiento de zonas industriales o centrales de abasto.
URB-34	En los programas de rescate de fauna silvestre que deben elaborarse y ejecutarse con motivo de la eliminación de la cobertura vegetal de un predio, se deberá incluir el sitio de reubicación de los ejemplares, aprobado por la autoridad ambiental competente.	El proyecto cuenta con un Programa de Vigilancia Ambiental, el cual integra el Programa de Rescate y Ahuyentamiento de Fauna silvestre. Esta actividad se realizara antes que se lleve a cabo el desmonte de las superficies contempladas en la etapa de preparación del terreno, por conducto de personal especializado y con experiencia comprobable. Es primordial que los desmontes se realicen por etapas y en un solo frente de trabajo, con la finalidad que la mayor parte de la fauna se desplace libremente hacia los sitios donde no existan afectaciones. Lo anterior facilita el trabajo de rescate ecológico, ya que los esfuerzos se concentran hacia los organismos de lento desplazamiento, crías en nidos o aquellos que ocupan habitats muy particulares (cuevas y tronco huecos, principalmente).
URB-35	No se permite introducir o liberar fauna exótica en parques y/o áreas de reservas urbanas.	No se contempla la liberación o introducción de fauna exótica en el sitio del proyecto.
URB-36	Las áreas con presencia de ecosistemas de manglar dentro de los centros de población deberán ser consideradas como Áreas de Preservación Ecológica para garantizar el mantenimiento de los bienes y servicios ambientales que proveen por lo que no podrán ser modificadas, con el fin de proporcionar una mejor calidad de vida para los habitantes del municipio; con excepción de aquellas que cuenten previamente con un plan de manejo autorizado por la autoridad ambiental competente.	El sitio del proyecto no cuenta con vegetación de manglar.
URB-37	Para minimizar los impactos ambientales y el efecto de borde sobre los ecosistemas adyacentes a los centros urbanos, la ocupación de nuevas reservas territoriales para el desarrollo urbano, solo podrá realizarse cuando se haya ocupado el 85% del territorio de la etapa de desarrollo urbano previa.	El sitio del proyecto se localiza en la UGA-21 denominada "Zona Urbana de Cancún" con una política de Aprovechamiento Sustentable. De acuerdo con los lineamientos ambientales de la presente UGA para el desarrollo de proyectos, los parámetros de aprovechamiento, y usos compatibles e incompatibles, estarán sujetos a lo establecido en el Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población Cancún,

CRITERIO	CRITERIOS DE APLICACIÓN URBANA	VINCULACIÓN AL PROYECTO
		Municipio de Benito Juárez, Quintana Roo (2014-2030).
URB-38	Las áreas verdes de los estacionamientos descubiertos públicos y privados deben ser diseñadas en forma de camellones continuos y deberá colocarse por lo menos un árbol por cada dos cajones de estacionamiento.	El proyecto contempla el establecimiento de arboles juveniles en las áreas de estacionamiento, cumpliendo lo establecido en el presente criterio.
URB-39	Los predios colindantes con los humedales deberán tener áreas de vegetación, preferentemente nativa, que permitan el tránsito de la vida silvestre hacia otros manchones de vegetación. Los predios colindantes en el Sur del área natural protegida Manglares de Nichupté (ANPLN) deberán mantener su cubierta vegetal para favorecer el tránsito de fauna. Se deberán realizar obras que permitan la comunicación de la fauna entre el ANPLN el área de vegetación nativa con la que colinda en su límite Sur, para tal efecto se deberán realizar las obras necesarias en la carretera que las divide para que la fauna pueda transitar entre ambos terrenos, sin que pueda ser atropellada.	El sitio del proyecto no es colindante con áreas de humedales.
URB-40	En las previsiones de crecimiento de las áreas urbanas colindantes con las ANPs, se deberán mantener corredores biológicos que salvaguarden la conectividad entre los ecosistemas existentes.	El sitio del proyecto no es colindante con áreas naturales protegidas.
URB-41	Los proyectos urbanos deberán reforestar camellones y áreas verdes colindantes a las ANPs y parques municipales deberán reforestar con especies nativas que sirvan de refugio y alimentación para la fauna silvestre, destacando el chicozapote ( <i>Manilkara zapota</i> ), la guaya ( <i>Talisia oliveriformis</i> ), capulín ( <i>Muntingia calabura</i> ), Ficus spp, entre otros.	El sitio del proyecto no es colindante con ANPs, sin embargo, contará con una superficie total de 5.27 hectáreas para áreas verdes donde se reforestaran los parques, jardines, camellones y áreas de estacionamiento, con lo cual se recuperan áreas para reforestación y jardinado.
URB-42	Los desarrollos turísticos y/o habitacionales deberán garantizar la permanencia del hábitat y las poblaciones de mono araña <i>Ateles geoffroyi</i> , mediante la regulación de los horarios de uso del sitio, mantenimiento de la disponibilidad natural de alimento y sitios de pernocta y de reproducción, así como con otras acciones que sean necesarias.	En el sitio no se registra la presencia de poblaciones de mono araña <i>Ateles geoffroyi</i> . Sin embargo, cuenta con medidas de prevención para evitar impactos negativos sobre la fauna silvestre.
<b>Recurso Paisaje</b>		
URB-43	Las áreas verdes y en las áreas urbanas de conservación, deberán contar con el equipamiento adecuado para evitar la	El proyecto acatará lo establecido en el presente criterio.



CRITERIO	CRITERIOS DE APLICACIÓN URBANA	VINCULACIÓN AL PROYECTO
	contaminación por residuos sólidos, ruido, aguas residuales y fecalismo al aire libre.	
<b>URB-44</b>	Las autorizaciones municipales para el uso de suelo en los predios colindantes a la zona federal marítimo terrestre y las concesiones de zona federal marítimo terrestre otorgadas por la Federación, deberán ser congruentes con los usos de suelo de la zona que expida el Estado o Municipio.	El sitio del proyecto no es colindante con la zona federal marítimo terrestre.
<b>URB-45</b>	Para recuperar el paisaje y compensar la pérdida de vegetación en las zonas urbanas, en las actividades de reforestación designadas por la autoridad competente, se usarán de manera prioritaria especies nativas acordes a cada ambiente.	Las plantas rescatadas durante la preparación del sitio, se utilizarán para la reforestación y ajardinado del mismo proyecto, considerando que el proyecto contará con una superficie total de 5.27 hectáreas de parques y jardines, con lo cual se recuperan áreas verdes.
<b>URB-46</b>	El establecimiento de actividades de la industria concretera y similares debe ubicarse a una distancia mínima de 500 metros del asentamiento humano más próximo y debe contar con barreras naturales perimetrales para evitar la dispersión de polvos.	El proyecto no contempla el establecimiento de actividades de la industria concretera o similares.
<b>URB-47</b>	Se establecerán servidumbres de paso y accesos a la zona federal marítimo terrestre y el libre paso por la zona federal a una distancia máxima de 1000 metros entre estos accesos, de conformidad con la Ley de Bienes Nacionales y el Reglamento para el Uso y Aprovechamiento del Mar Territorial, Vías Navegables, Playas, Zona Federal Marítimo Terrestre y Terrenos Ganados al Mar.	El sitio del proyecto no es colindante con la zona federal marítimo terrestre.
<b>URB-48</b>	En las áreas de aprovechamiento proyectadas se debe mantener en pie la vegetación arbórea y palmas de la vegetación original que por diseño del proyecto coincidan con las áreas destinadas a camellones, parques, áreas verdes, jardines, áreas de donación o áreas de equipamiento, de tal forma que estos individuos se integren al proyecto.	El proyecto acatará lo establecido en el presente criterio.
<b>URB-49</b>	Los proyectos que pretendan realizarse en predios que colinden con playas aptas para la anidación de tortugas marinas deberán incorporar medidas preventivas que minimicen el impacto negativo a estos animales tanto durante la temporada de arribo y anidación de las hembras como durante el período de desarrollo de los huevos y eclosión de las crías.	El proyecto no es colindante con la zona de playa.

CRITERIO	CRITERIOS DE APLICACIÓN URBANA	VINCULACIÓN AL PROYECTO
URB-50	<p>Las especies recomendadas para la reforestación de dunas son: plantas rastreras: <i>Ipomea pes-caprae</i>, <i>Sesuvium portulacastrum</i>, herbáceas: <i>Ageratum littorale</i>, <i>Erythalis fruticosa</i> y arbustos: <i>Tournefortia gnaphalodes</i>, <i>Suriana maritima</i> y <i>Coccoloba uvifera</i> y Palmas <i>Thrinax radiata</i>, <i>Coccothrinax readii</i>.</p>	<p>El proyecto no es colindante con la zona de playa y no contempla su reforestación.</p>
URB-51	<p>La selección de sitios para la rehabilitación de dunas y la creación infraestructura de retención de arena deberá tomar en cuenta los siguientes criterios:</p> <p>Que haya evidencia de la existencia de dunas en los últimos 20 años.</p> <p>Que los vientos prevalecientes soplen en dirección a las dunas.</p> <p>Que existan zonas de dunas pioneras (embrionarias) en la playa en la que la arena esté constantemente seca, para que constituya la fuente de aportación para la duna.</p> <p>Las cercas de retención deberán ser biodegradables, con una altura aproximada de 1.2 m y con 50% de porosidad y ubicadas en paralelo a la costa.</p> <p>Las dunas rehabilitadas deberán ser reforestadas.</p>	<p>El proyecto no es colindante con la zona de playa y no contempla su rehabilitación.</p>
URB-52	<p>En las playas de anidación de tortugas marinas se deben realizar las siguientes medidas precautorias:</p> <p>Evitar la remoción de la vegetación nativa y la introducción de especies exóticas en el hábitat de anidación.</p> <p>Favorecer y propiciar la regeneración natural de la comunidad vegetal nativa y el mantenimiento de la dinámica de acumulación de arena del hábitat de anidación.</p> <p>Retirar de la playa, durante la temporada de anidación, cualquier objeto movable que tenga la capacidad de atrapar, enredar o impedir el paso de las tortugas anidadoras y sus crías.</p> <p>Eliminar, reorientar o modificar cualquier instalación o equipo que durante la noche genere una emisión o reflexión de luz hacia la playa de anidación o cause resplandor detrás de la vegetación costera, durante la época de anidación y emergencia de crías de tortuga marina.</p> <p>Orientar los tipos de iluminación que se instalen cerca de las playas de anidación, de</p>	<p>El proyecto no es colindante con la zona de playa.</p>

CRITERIO	CRITERIOS DE APLICACIÓN URBANA	VINCULACIÓN AL PROYECTO
	<p>tal forma que su flujo luminoso sea dirigido hacia abajo y fuera de la playa, usando alguna de las siguientes medidas para la mitigación del impacto:</p> <p>a) Luminarias direccionales o provistas de mamparas o capuchas.</p> <p>b) Focos de bajo voltaje (40 watts) o lámparas fluorescentes compactas de luminosidad equivalente.</p> <p>c) Fuentes de luz de coloración amarilla o roja, tales como las lámparas de vapor de sodio de baja presión.</p> <p>Tomar medidas para mantener fuera de la playa de anidación, durante la temporada de anidación, el tránsito vehicular y el de cualquier animal doméstico que pueda perturbar o lastimar a las hembras, nidadas y crías. Sólo pueden circular los vehículos destinados para tareas de monitoreo y los correspondientes para el manejo y protección de las tortugas marinas, sus nidadas y crías.</p>	
<b>URB-53</b>	<p>Las obras y actividades que son susceptibles de ser desarrolladas en las dunas costeras deberán evitar la afectación de zonas de anidación y de agregación de especies, en particular aquellas que formen parte del hábitat de especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.</p>	<p>El proyecto no es colindante con la zona de playa o dunas costeras.</p>
<b>URB-54</b>	<p>En las dunas no se permite la instalación de tuberías de drenaje pluvial, la extracción de arena, ni ser utilizadas como depósitos de la arena o sedimentos que se extraen de los dragados que se realizan para mantener la profundidad en los canales de puertos, bocas de lagunas o lagunas costeras.</p>	<p>El proyecto no es colindante con la zona de playa o dunas costeras.</p>
<b>URB-55</b>	<p>La construcción de infraestructura permanente o temporal debe quedar fuera de las dunas pioneras (embrionarias).</p>	<p>El proyecto no es colindante con la zona de playa o dunas costeras.</p>
<b>URB-56</b>	<p>En las dunas primarias podrá haber construcciones de madera o material degradable y piloteadas (p.e. casas tipo palafito o andadores), detrás de la cara posterior del primer cordón y evitando la invasión sobre la corona o cresta de estas dunas.</p> <p>El pilotaje deberá ser superficial (hincado a golpes), no cimentado y deberá permitir el crecimiento de la vegetación, el transporte de sedimentos y el paso de fauna, por lo que se recomienda que tenga al menos un metro de elevación respecto al nivel de la duna. Esta</p>	<p>El proyecto no es colindante con la zona de playa o dunas costeras.</p>

CRITERIO	CRITERIOS DE APLICACIÓN URBANA	VINCULACIÓN AL PROYECTO
	recomendación deberá revisarse en regiones donde hay fuerte incidencia de huracanes, ya que en estas áreas constituyen un sistema importante de protección, por lo que se recomienda, después de su valoración específica, dejar inalterada esta sección del sistema de dunas.	
URB-57	La restauración de playas deberá realizarse con arena que tenga una composición química y granulometría similar a la de la playa que se va a rellenar. El material arenoso que se empleará en la restauración de playas deberá tener la menor concentración de materia orgánica, arcilla y limo posible para evitar que el material se consolide formando escarpes pronunciados en las playas por efecto del oleaje.	El proyecto no contempla actividades de restauración de playas.
URB-58	Se prohíbe la extracción de arena en predios ubicados sobre la franja litoral del municipio con cobertura de matorral costero.	El proyecto no cuenta con vegetación de matorral costero ni arena, ni se contempla extracción de arena.
URB-59	En las áreas verdes los residuos vegetales producto de las podas y deshierbes deberán incorporarse al suelo después de su composteo. Para mejorar la calidad del suelo y de la vegetación.	El proyecto cuenta con un Programa de Vigilancia Ambiental, mediante el cual se llevará un adecuado manejo de los residuos líquidos y sólidos.

Por todo lo anterior podemos concluir que una vez realizada la Vinculación del Proyecto con el PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO LOCAL DEL MUNICIPIO DE BENITO JUÁREZ, QUINTANA ROO", el proyecto es ambientalmente viable con base en los criterios ecológicos generales y específicos urbanos aplicables al proyecto y no se contrapone con la política establecida en la Unidad de Gestión Ambiental 21.

#### **XIV.2. Decretos y programas de conservación y manejo de las áreas naturales protegidas.**

##### **Áreas Naturales Protegidas.**

En el ámbito de las declaratorias de áreas naturales protegidas, el predio en estudio no forma parte de algún área natural protegida, ni colinda con alguna de éstas. Para la presente determinación, se utilizó el Sistema de Información Geográfica para la Evaluación del Impacto Ambiental (SIGEA) del portal de la SEMARNAT (<http://mapas.semarnat.gob.mx/sigeia4Publico/bos/bos.php>) (Fig. xx), con los siguientes resultados (cuadro 73).

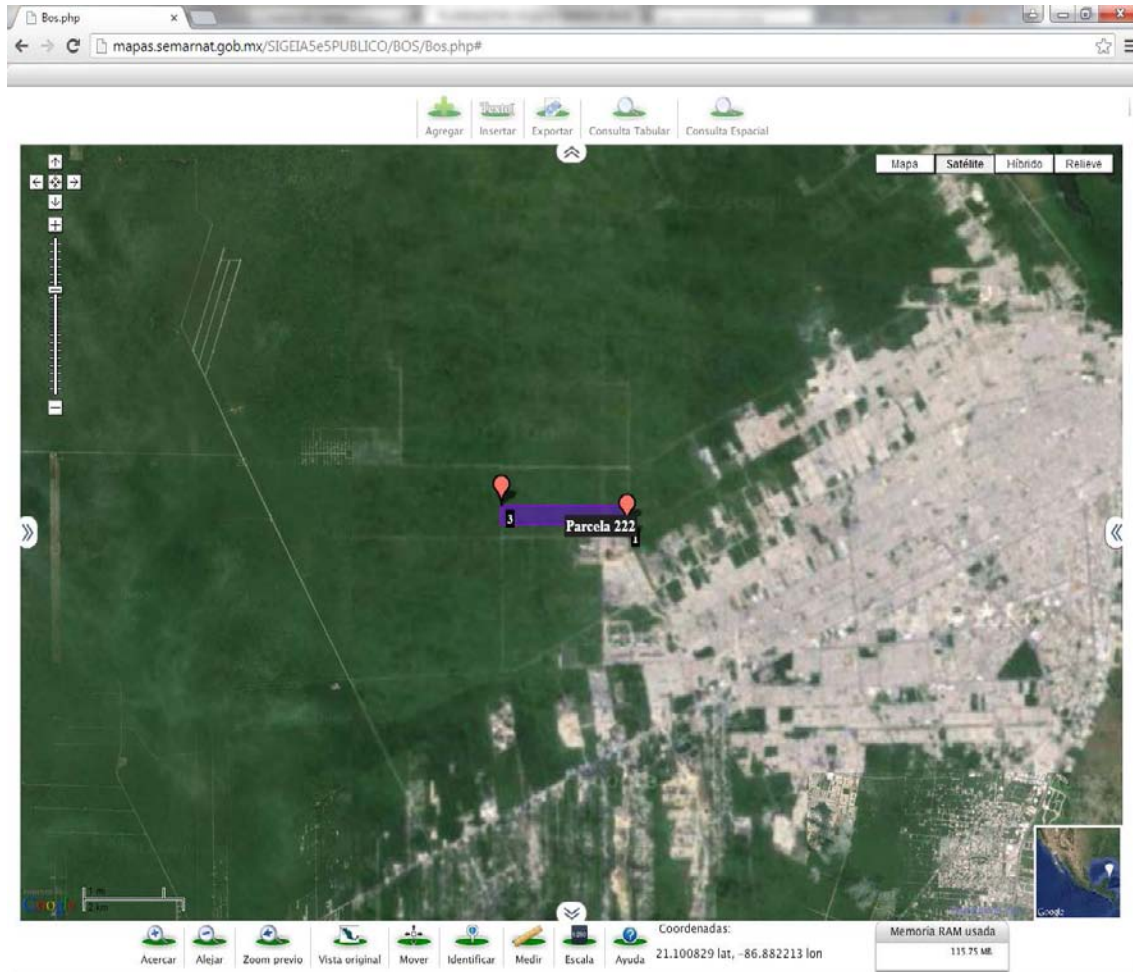


Figura 46. Pantalla del portal del Sistema de Información Geográfica para la Evaluación del Impacto Ambiental (SIGEA) del portal de la SEMARNAT.

Cuadro 73. Resultados del análisis espacial del SIGEA, con respecto a las áreas naturales protegidas de la región, de acuerdo con la poligonal definida del proyecto.

Instrumentos Jurídicos Vinculantes	Resultado Análisis Espacial
ANP Federal	No hay capas que intersecten.
ANP Federal – zonas núcleo	No hay capas que intersecten.
ANP Zonificación	No hay capas que intersecten.
ANP Estatal	No hay capas que intersecten.
ANP Municipal	No hay capas que intersecten.
Importancia Ambiental	Resultado Análisis Espacial
Manglares CONABIO	No hay capas que intersecten
Humedales	No hay capas que intersecten
Sitios RAMSAR	No hay capas que intersecten
AICAS	No hay capas que intersecten
Regiones Hidrológicas Prioritarias	RHP-103 Contoy
Regiones Marinas Prioritarias	RMP-62 Dzilam-Contoy
Regiones Terrestres Prioritarias	No hay capas que intersecten

UMAS	No hay capas que intersecten
Uso de Suelo y Vegetación (Ser. IV INEGI 2010)	AH

### Región Hidrológica Prioritaria (RHP-103) Contoy (Arriaga et. al., 2002)

En mayo de 1998, la CONABIO inició el Programa de Regiones Hidrológicas Prioritarias, con el objetivo de obtener un diagnóstico de las principales subcuencas y sistemas acuáticos del país considerando las características de biodiversidad y los patrones sociales y económicos de las áreas identificadas, para establecer un marco de referencia que pueda ser considerado por los diferentes sectores para el desarrollo de planes de investigación, conservación uso y manejo sostenido.

El sitio del proyecto forma parte de la región hidrológica prioritaria número 103 denominada "Contoy" (Figura 47). La problemática que enfrenta esta región es la modificación del entorno por asentamientos irregulares, sobrepastoreo por ganado. Zona fuertemente perturbada por ciclones, quemas no controladas, explotación forestal y pesca sin manejo adecuado. Amenazada fuertemente por crecimiento urbano y construcción de caminos. Introducción de fauna exótica a la isla de Contoy. Asimismo, uso de trampas no selectivas y tráfico ilegal de especies. Actividad forestal, turística, pesquera y pecuaria. Cacería furtiva. Saqueo de nidos de tortuga. La región constituye una importante fuente de abastecimiento de agua y recursos forestales.

Por las características del proyecto y sus dimensiones, como se demuestra a través del presente documento, se considera que el proyecto no generará impactos significativos que pudieren llegar a afectar esta Región Hidrológica Prioritaria, ya que no agrava la problemática de la región ya que la implementación del proyecto se encuentra perfectamente regulada por la normatividad ambiental y urbana aplicable.

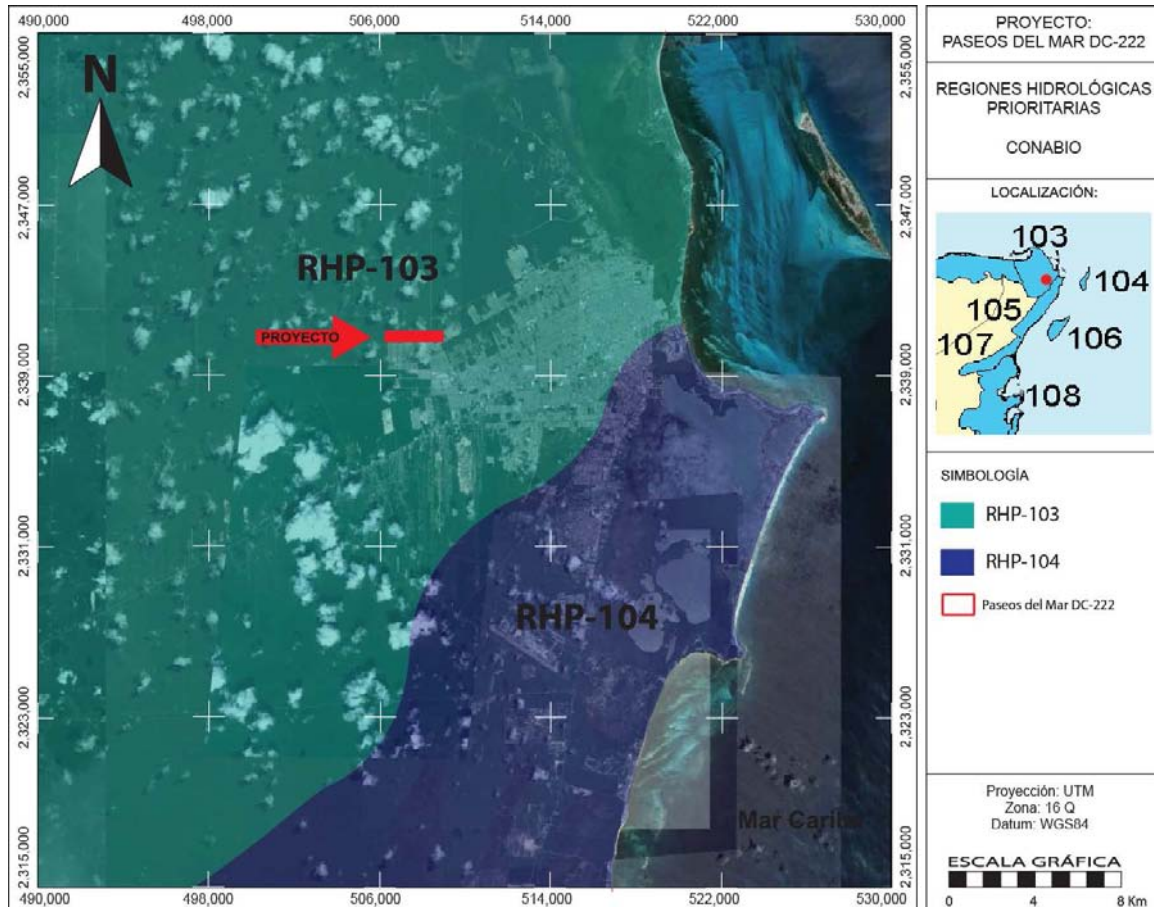


Figura 47. Localización del sitio del proyecto con respecto a la Región Hidrológica Prioritaria número 103 denominada "Contoy".

### Región Marina Prioritaria (RMP-62) Dzilam-Contoy (Arriaga et. al., 1998)

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

El proyecto se localiza en la región marina prioritaria número 62 denominada "Dzilam-Contoy" (Figura 48), la cual ocupa un área de 31,143 km<sup>2</sup>. Esta región está compuesta por playas, dunas, marismas, petenes y arrecifes. La problemática que enfrenta la región es la modificación del entorno por fractura de arrecifes, remoción de pastos marinos y dragado; contaminación en los muelles y puertos, por petróleo, embarcaciones pesqueras, turísticas y de carga; y uso de recursos que genera presión sobre las langostas y el caracol rosado. Hay pesca ilegal, arrastres, trampas no selectivas y colecta de especies exóticas.

Por las características del proyecto, sus dimensiones y ubicación al poniente del centro de población de la Ciudad de Cancún, se considera que el proyecto no agravará la problemática de esta región marina al no colindar con el Mar Caribe.

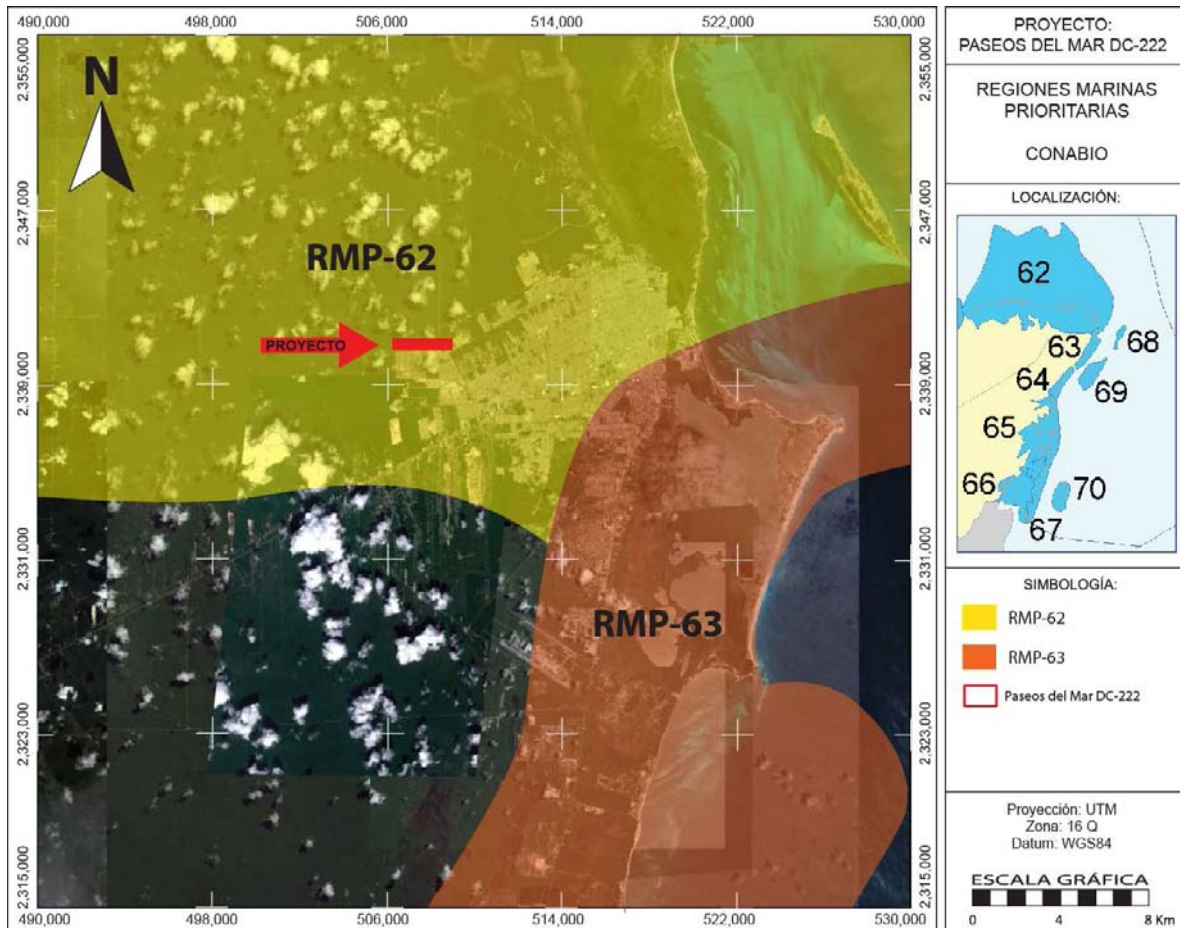


Figura 48. Región Marina Prioritaria aplicable al sitio del proyecto.

## Sitios RAMSAR

La Convención sobre los Humedales de Importancia Internacional, llamada la Convención de Ramsar, es un tratado intergubernamental que sirve de marco para la acción nacional y la cooperación internacional en pro de la conservación y el uso racional de los humedales y sus recursos. La misión de la Convención es “la conservación y el uso racional de los humedales mediante acciones locales y nacionales y gracias a la cooperación internacional, como contribución al logro de un desarrollo sostenible en todo el mundo” (Official site of the secretariat for the Convention on Wetlands<sup>9</sup>).

<sup>9</sup>[http://www.ramsar.org/cda/ramsar/display/main/main.jsp?zn=ramsar&cp=1\\_4000\\_2\\_](http://www.ramsar.org/cda/ramsar/display/main/main.jsp?zn=ramsar&cp=1_4000_2_)



El Convenio de Ramsar o Convención relativa a los Humedales de Importancia Internacional especialmente como Hábitats de Aves Acuáticas, fue firmado en la ciudad de Ramsar, Irán, el 2 de febrero de 1971 y entró en vigor en 1975. En diciembre de 2000 contaba con 123 Partes Contratantes (Estados miembros) en todo el mundo (ProDiversitas<sup>10</sup>). México se adhiere a la Convención a partir del 4 de noviembre de 1986 al incluir a la Reserva de la Biosfera Ría Lagartos como humedal de importancia internacional. En 2014 existen 168 partes contratantes, dando un total de 2,181 sitios designados, cubriendo un área de 208.5 millones de hectáreas (Ramsar<sup>2</sup>). México, por su parte, cuenta con 138 sitios Ramsar en una superficie de 8,376,271 de hectáreas (CONANP<sup>11</sup>). En Quintana Roo existen 12 sitios incorporados (claves 1320, 1323, 1329, 1332, 1343, 1351, 1353, 1360, 1364, 1449, más dos sitios sin clave).

El sitio de interés donde se pretende el desarrollo del proyecto Urban Center Cancun no se ubica en alguno de los sitios RAMSAR decretados que inciden en el Municipio Benito Juárez.

### XIV.3. Normas Oficiales Mexicanas

Durante el desarrollo del proyecto en sus diferentes etapas, se llevará a cabo el seguimiento de las siguientes Normas Oficiales Mexicanas (cuadro 74).

**Cuadro 74. Seguimiento de normas oficiales mexicanas durante las diferentes etapas del proyecto.**

Norma Oficial Mexicana	Vinculación al Proyecto
<b>Descargas de Aguas Residuales</b>	
Norma Oficial Mexicana NOM-002-SEMARNAT-1996, Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado urbano o municipal.	Las aguas residuales generadas por la operación del proyecto consistirán en aguas negras y grises generadas por los trabajadores se rentaran sanitarios portátiles y la misma empresa será la responsable del mantenimiento de los mismos  Para el proceso constructivo todas las aguas residuales domesticas del fraccionamiento serán conectados a la planta de tratamiento de aguas residuales y cloración del municipio de Benito Juárez que opera del lado norponiente de la ciudad de Cancún.
<b>Residuos Peligrosos, Sólidos Urbanos y de Manejo Especial</b>	
Norma Oficial Mexicana NOM-052-SEMARNAT-2005, Que establece las características de los residuos peligrosos, el listado de los mismos y	Por acciones de mantenimiento de la maquinaria y vehículos de transporte, serán generados aceites, grasas y estopas, así como,

<sup>10</sup> <http://www.prodiversitas.bioetica.org/des23.htm>

<sup>11</sup> CONANP, Dirección de Cooperación Internacional, 2007 En: <http://www.conanp.gob.mx/>

Norma Oficial Mexicana	Vinculación al Proyecto
los límites que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente.	se pueden presentar fugas de aceites, gasolina, aditivos, etc.
Norma Oficial Mexicana NOM-138-SEMARNAT/SS-2003, Que establece los límites máximos permisibles de hidrocarburos en suelos y las especificaciones para su caracterización y remediación.	Para prevenir la contaminación del suelo por hidrocarburos, se establecerán sistemas de control de derrames de combustibles y lubricantes de la maquinaria pesada, y no se deberán realizar reparaciones mayores en el área del proyecto. Los aceites, grasas y estopas una vez utilizados ("quemados"), serán depositados en recipientes especiales para ser entregados a personal autorizado para su reciclamiento o disposición final.
Flora y Fauna	
Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Que determina las especies y subespecies de flora y fauna silvestres terrestres y acuáticas en peligro de extinción, amenazadas, raras y las sujetas a protección especial, y que establece especificaciones para su protección.	En cuanto a los impactos sobre la diversidad y abundancia de flora y fauna con estatus de protección, esta se verá impactada por la remoción de la vegetación del predio. De acuerdo con la caracterización ambiental del sitio del proyecto, no se registró ninguna especie en peligro de extinción, sólo se registraron tres especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 con la categoría de Amenazada las cuales corresponde con la iguana <i>Ctenosaura similis</i> , <i>Thrinax radiata</i> y <i>Tabebuia chrysantha</i> . El proyecto cuenta con un Programa de Vigilancia Ambiental, el cual integra el Programa de Rescate y Reubicación de Flora y el Programa de Rescate y Ahuyentamiento de Fauna, para evitar impactos negativos sobre estas especies.
Contaminación por Ruido	
Norma Oficial Mexicana NOM-080-SEMARNATA-1994, Que establece los límites máximos de ruido provenientes del escape de los vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación y su método de medición.	La maquinaria empleada durante el desarrollo del proyecto deberá contar con sistemas de reducción de ruido (mofles y/o silenciadores) para no rebasar los límites permitidos por las presentes normas, además de que se ajustarán a los horarios permitidos.
Norma Oficial Mexicana NOM-081-SEMARNAT-1994, Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición.	
Emisiones de Fuentes Móviles	
Norma Oficial Mexicana NOM-041-SEMARNAT-2007, Límites Máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del	Las emisiones de los vehículos automotores y maquinaria serán vertidas directamente a la atmósfera, por lo que se utilizaran vehículos,

Norma Oficial Mexicana	Vinculación al Proyecto
escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible.	maquinaria y equipo con el sistema de escape y silenciadores en buenas condiciones de operación, así como, adecuada afinación de los motores de combustión interna por lo que las emisiones estarán debajo de los niveles máximos permisibles establecidos por las presentes normas.
Norma Oficial Mexicana, NOM-045-SEMARNAT-2006, Vehículos en circulación que usan diesel como combustible. Establece los niveles máximos de opacidad, procedimiento de prueba y características técnicas del equipo de medición.	
<b>Seguridad e Higiene Laboral</b>	
NOM-012-SSA1-1993 requisitos sanitarios que deben cumplir los sistemas de abastecimiento de agua para uso y consumo humano públicos y privados.	Durante las diferentes etapas del proyecto, estas normas se considerarán por el promovente y los contratistas, como parte de las condiciones y medidas de seguridad en los frentes de trabajo.
Norma Oficial Mexicana NOM-001-STPS-1999, Edificios, locales, instalaciones y áreas en los centros de trabajo-Condiciones de seguridad e higiene.	
Norma Oficial Mexicana NOM-002-STPS-2000, Condiciones de seguridad Prevención, protección y combate de incendios en los centros de trabajo.	
Norma Oficial Mexicana NOM-017-STPS-2001, Relativa al equipo de protección personal para los trabajadores en los centros de trabajo.	
Norma Oficial Mexicana NOM-003-SEGOB-2002, Señales y Avisos para Protección Civil. Colores, formas y símbolos a utilizar.	

#### **XIV.4. Planes o programas de desarrollo urbano (PDU)**

El sitio del proyecto se encuentra dentro del ámbito de aplicación del Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población Cancún, Municipio de Benito Juárez, Quintana Roo (2014-2030) (Periódico Oficial del Gobierno del Estado de Quintana Roo del 16 de Octubre de 2014) (Fig. 49).



Figura 49. Localización del sitio del proyecto en el Plano H del Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población Cancún, Municipio de Benito Juárez, Quintana Roo (2014-2030).

Aunque no corresponde en este estudio presentar para su valoración el proyecto de construcción del Proyecto "Paseos del Mar DC-222", ya que por normatividad únicamente compete a la federación la valoración del cambio de uso del suelo en terrenos forestales, tanto en materia forestal como en materia de impacto ambiental, enseguida se presentan los parámetros urbanos aplicables al predio que establece el instrumento de planeación aplicable y los parámetros proyectados, a fin de evidenciar la congruencia del proyecto con los parámetros urbanos a los que refiere el Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de la ciudad de Cancún y que el Programa de ordenamiento ecológico local del Municipio Benito Juárez establece que son normativos.

De acuerdo con la sobreposición del sitio del proyecto sobre el PDU aplicable y la clasificación de usos en zonas de crecimiento, el predio de interés tiene un uso de suelo Habitacional H/80, por lo que se le asigna al predio una densidad bruta de 80 viviendas por hectárea. Por lo antes citado, el proyecto de desarrollo cumple cabalmente con el uso de suelo al contar con una densidad habitacional de 61.62 viviendas/ha.

#### **XIV.5. Otros instrumentos a considerar**

##### **Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y su reglamento**

La Ley General del Desarrollo Forestal Sustentable en su Artículo 12 establece que *son facultades de la Federación el expedir, por excepción, la **autorización de cambio de uso del suelo de los terrenos forestales**, así como controlar y vigilar el uso del suelo forestal.*

Así mismo, en su Artículo 117 establece que *la Secretaría sólo podrá autorizar el cambio de uso del suelo en terrenos forestales cuando se demuestre que no se compromete la biodiversidad, ni se provocará la erosión de los suelos, el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación; y que los usos alternativos del suelo que se propongan sean más productivos a largo plazo, lo cual se demuestra en el presente documento técnico unificado.*

A través del presente documento técnico unificado se ponen a consideración de la autoridad, medidas de mitigación y prevención de los impactos ambientales generados por el CUSTF del proyecto el cual se desarrolla en una superficie total de 88.35 hectáreas.

##### **Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y su reglamento en materia de impacto ambiental**

La Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, tiene entre sus principales objetivos, el propiciar el desarrollo sustentable y establecer las bases para garantizar el derecho de toda persona a vivir en un ambiente adecuado para su desarrollo, así como definir los principios de la política ambiental y los instrumentos para su aplicación.

Dicha ley, en su Artículo 5º Fracción X establece que *son facultades de la Federación 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.*

Por su parte, el Artículo 28 Fracción VII y IX establece que *quienes pretendan llevar a cabo **cambios de uso del suelo** de áreas forestales, así como en **selvas** y zonas áridas; y **desarrollos inmobiliarios que afecten ecosistemas costeros** requerirán previamente la autorización en materia de impacto ambiental de la Secretaría.*

En virtud de lo anterior, su reglamento en materia de impacto ambiental, establece en su Artículo 5 Fracción Q que *quienes pretendan llevar a cabo **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, requerirán previamente la autorización de la Secretaría en materia de impacto ambiental.*

En virtud y apego a lo antes citado, es que se presenta el documento técnico unificado del proyecto con la información requerida para su evaluación y autorización por parte de las autoridades correspondientes.

## **XV. ESTIMACIÓN ECONÓMICA DE LOS RECURSOS BIOLÓGICOS FORESTALES DEL ÁREA SUJETA AL CAMBIO DE USO DEL SUELO.**

La estimación económica de los recursos biológicos forestales que se encuentran dentro del área sujeta a cambio de uso del suelo en terrenos forestales de este proyecto, incluyendo flora y fauna, y de acuerdo con lo que se establece en la fracción XXIV del Artículo 7 de la LGDFS, los Recursos biológicos forestales comprenden las especies y variedades de plantas, animales y microorganismos de los ecosistemas forestales y su biodiversidad y en especial aquéllas de interés científico, biotecnológico o comercial; a continuación se presenta una alternativa de valoración económica de los recursos que pudieran tener un valor económico:

Los recursos biológicos forestales presentes en la vegetación de selva de este predio son de naturaleza diversa, tales como plantas, animales y microorganismos y sus partes: frutos, cortezas, hojas, tallos, resinas, pieles, fibras, humus, etc. Los cuáles aunque no sean aprovechados de forma comercial, por su potencial uso doméstico y debido a que son de apropiación libre, para su valoración económica se requiere de criterios distintos a los monetarios convencionales.

De acuerdo con los resultados de la caracterización de la vegetación de este predio en la vegetación de selva mediana se identificaron 92 especies de plantas vasculares, pertenecientes a 44 familias botánicas presente en sus tres estratos. Con la finalidad de realizar la estimación económica de los recursos biológicos forestales presentes en el área del proyecto, la estrategia aplicada en este estudio parte de la valoración de los recursos forestales que tienen un precio de mercado en la región, las cuales se agrupan por similitud y se consideran como productos forestales sustitutos. Estas materias primas se clasifican en maderables y no maderables.

### **XV.1 Valoración económica directa.**

El valor de uso directo de los recursos forestales resulta ser el medio más accesible en su concepción para la estimación económica de los recursos biológicos forestales, debido a que se reconoce de manera inmediata a través del consumo de los mismos (madera para aserrío, palizada, leña, carbón y triturado etc.).

**Madera para aserrío.** En el siguiente cuadro se presenta la estimación del valor económico por especie estimado para los individuos registrados, considerando el uso potencial de la madera que podría utilizarse como madera en rollo para aserrío de primera y segunda mano con diámetros de 25 cm y mayores. Se considera que el precio de la madera promedio para aserrío duras y blandas de baja calidad varía de acuerdo con el tipo de madera y si es obtenida a orilla de brecha o a pie de

tocón. Para este caso se presenta el precio de la madera obtenida a pie de tocón. (Los cálculos para aserrío están basados en el VFL, se estimó toda la madera obtenida en m<sup>3</sup> para conversión a aserrío sin importar si se encontraba en condiciones para su venta).

**Cuadro 75. Estimación del volumen comercial (m<sup>3</sup>) por especie, por hectárea y por la superficie de cambio de uso del suelo para este proyecto.**

<i>Materia prima</i>	<i>Nombre común</i>	<i>Valor Económico/m<sup>3</sup> (00/100, M.N)</i>	<i>Volumen Comercial (m<sup>3</sup>/ha)</i>	<i>Valor Económico (m<sup>3</sup>/ha)</i>	<i>Volumen Comercial (m<sup>3</sup>/88.35ha)</i>	<i>Valor Económico subtotal (88.35 ha)</i>
Madera para aserrío	<i>Chicozapote</i>	2100	4.354	9,143.40	384.654	807,819.39
	<i>Guano</i>	1000	0.199	199.00	17.585	17,581.65
	<i>Chechem</i>	1500	0.163	244.50	14.373	21,601.575
	<i>Akits</i>	800	0.100	80.00	8.830	7,068
	<i>Akum</i>	1000	0.112	112.00	9.882	9,895.2
<b>TOTAL</b>				<b>\$9,778.9</b>		<b>\$863,965.815</b>

Nota: Dentro del valor total obtenido para madera para aserrío se incluyeron algunas especies que no tienen valor comercial para venta como madera aserrada.

De acuerdo con el cuadro anterior, el valor total económico estimado de las materias primas forestales que pudieran tener un valor comercial por el cambio de uso de suelo propuesto en 88.35 hectáreas, de las existencias reales volumétricas contabilizando la contribución de los individuos vivos a partir de 25 cm de diámetro y mayores son de aproximadamente 435.325 metros cúbicos de madera en rollo con corteza que asciende a la cantidad de \$ 863,965.81 (Ochocientos sesenta y tres mil novecientos sesenta y cinco pesos 81/100 M.N.).

**Madera para palizada.** En el siguiente cuadro se presenta el desglose de la estimación económica de la madera que podría utilizarse como madera en rollo para palizada de primera y segunda mano con diámetros de 10 cm a 24.9 cm.

Se considera que el precio de la madera de palizada en bacadilla es de \$ 1,400/m<sup>3</sup>. Se consideran precios promedios, ya que se trata principalmente de maderas duras, blandas denominadas comunes tropicales.

Los árboles y arbustos contribuye con 5.70 m<sup>3</sup> de madera en rollo para uso en palizada por hectárea de 25 especies lo que constituye el volumen que se pudiera comercializar derivado del cambio de uso del suelo en este predio.



**Cuadro 76.** Estimación del volumen comercial (m3) por especie, por hectárea y por la superficie de cambio de uso del suelo para este proyecto.

<i>Materia prima</i>	<i>Nombre común</i>	<i>Volumen Comercial (m3/ha)</i>	<i>Valor Económico/ha (00/100 M.N)</i>	<i>Volumen Comercial (m3/88.35ha)</i>	<i>Valor Económico subtotal (88.35 ha)</i>
Madera para Palizada	ACDO	0.137	191.22	12.068	16,894.89
	AKITZ	0.248	347.54	21.933	30,705.60
	AKUM	0.240	335.61	21.180	29,651.61
	ALAMO	0.413	578.05	36.480	51,071.68
	BOB	0.051	71.60	4.519	6,326.26
	CHACA	0.511	714.84	45.112	63,156.87
	CHACYA	0.034	47.84	3.019	4,226.90
	CHECHEM	0.561	785.53	49.573	69,402.25
	CHICOZAPOTE	0.056	78.30	4.942	6,918.24
	CHIT	0.045	63.39	4.001	5,600.97
	DIVE	0.024	33.85	2.136	2,990.43
	DZUDZUK	0.092	128.61	8.116	11,362.73
	FIOB	0.330	462.06	29.160	40,823.75
	FIPE	0.492	688.13	43.427	60,797.39
	GUANO	0.213	297.54	18.777	26,288.15
	GUARUMBO	0.092	128.52	8.110	11,354.68
	JABIN	0.867	1213.19	76.562	107,186.36
	KANAZIN	0.169	237.25	14.973	20,961.65
	KATALOX	0.023	32.74	2.066	2,892.66
	KITINCHE	0.027	38.44	2.426	3,396.00
	PIM	0.067	93.90	5.926	8,296.46
	SACPICH	0.076	106.58	6.726	9,416.74
	TATSI	0.090	125.52	7.921	11,089.72
TZALAM	0.395	552.50	34.867	48,814.11	
YAAXNIC	0.457	640.30	40.408	56,571.17	
<b>TOTAL</b>		<b>5.709</b>	<b>7,993.09</b>	<b>504.427</b>	<b>706,197.29</b>

Nota: Dentro del valor total obtenido para palizada se incluyeron algunas especies que no tienen valor comercial para venta como madera de palizada.

Puede decirse que el valor total de los productos forestales maderables que pueden ser utilizados como palizada de valor comercial en el área de desplante de este proyecto es de \$ 706,197.29 pesos considerando las especies de 10 a 24.9 cm de DAP en una superficie de 88.35 hectáreas donde se solicita el cambio de uso del suelo forestal.

**Madera para leña, triturado y elaboración de carbón.** Para obtener valores para leña, carbón y triturado, se incluyen los individuos de 3.0 cm a 9.9 cm de diámetro,

de los cuales se considera que el 30% podría utilizarse para leña, 20 para triturado y el 50% restante como material para la elaboración de carbón.

En el cuadro 77, se presenta el desglose de la estimación económica de los porcentajes volumétricos por hectárea que podría utilizarse para leña, material triturado y carbón.

Se contabiliza el 100% del volumen total árbol donde se incluyen los individuos de 3.0 cm a 9.9 cm de diámetro, se tiene un precio unitario de campo de \$ 300 pesos por m<sup>3</sup> para la elaboración de leña, para carbón el costo de una tonelada se encuentra en \$ 1,400 pesos que equivalen aproximadamente 7 m<sup>3</sup> de material vegetal en un horno tradicional por lo que el costo del m<sup>3</sup> de material vegetal para carbón se estimaría en 120 pesos, para el caso del triturado de material el precio unitario del m<sup>3</sup> se estima en este estudio de \$ 400 pesos.

**Cuadro 77. Estimación económica de la madera para leña, material triturado y carbón vegetal, con valor comercial de acuerdo con la estimación volumétrica del inventario forestal.**

<i>Materia prima</i>	<i>% de Aprovechamiento</i>	<i>Volumen total (m<sup>3</sup>/ha)</i>	<i>Precio unitario \$/m<sup>3</sup></i>	<i>Valor Económico/ha</i>	<i>Valor Económico subtotal (88.35ha)</i>
Leña	30	6.44	300	1,932.00	170,692.2
Material triturado	20	4.29	400	1,716.00	151,608.6
carbón	50	10.73	120	1,287.60	113,759.46
<b>Total</b>	<b>100</b>	<b>21.47</b>		<b>\$4,935.60</b>	<b>\$436,060.26</b>

La estimación del porcentaje del volumen, puede decirse que el valor total de los productos forestales maderables que pudieran tener un valor comercial en el área de desplante para leña, triturado y carbón de este proyecto es de \$ 436,060.26 pesos considerando las especies de 3 a 9.9 cm de DAP en una superficie de 88.35 hectáreas donde se propone el cambio de uso del suelo.

**Plantas de ornato.** Los recursos forestales no maderables con potencial de valor comercial que existen en la superficie a solicitar de CUSTF de este proyecto lo constituyen las plantas de ornato como el *chit (Thrinax radiata)*, el *xiat (Chamaedorea seifrizii)*, *bobtum (Anthurium schlechtendalii)*, *Akits (Thevetia gaumeri)* *Guano (Sabal yapa)* y el *tulipán (Malvaviscus arboreus)*. A continuación en el siguiente cuadro se presenta un desglose del valor económico de las plantas que pudieran tener un uso ornamental.

**Cuadro 78.** Valor económico y número de plantas ornamentales por hectárea y por la superficie de cambio de uso de suelo forestal del proyecto.

<i>Nombre común</i>	<i>Precio unitario \$ por planta</i>	<i>No. de plantas/ha</i>	<i>No. de plantas/88.35ha</i>	<i>Valor Económico (88.35ha) subtotal</i>
Chit	30	55	4859	145,777.50
Xiat	25	34	3004	75,097.50
Bobtun	25	19	1679	41,966.25
Akits	15	10	884	13,252.50
Guano	20	9	795	15,903.00
Tulipán	10	17	1502	15,019.50
Bromelia	50	6	530	26,505.0
<b>Total</b>			<b>13,253</b>	<b>333,521.25</b>

La hoja de la palma de Guano (*Sabal yapa*). Es otro producto forestal no maderable presente en el área de desplante de este proyecto, sin embargo, esta palma se encuentra muy escasa en el predio, se estima que alcanzan apenas 10 ejemplares adultos por hectárea, a los que en promedio se les podrían cortar 4 hojas por planta, que a un precio de \$4.00 pesos por hoja nos da un total de lo que se podría encontrar en las 88.35 hectáreas de \$ 14,136.00 pesos.

**Materia orgánica (tierra vegetal).** En el suelo de los terrenos forestales existe un amplio grupo de micro-organismos que a pesar de ser menos conspicuos, son abundantes en casi todos los ambientes, donde cohabitan con plantas y animales superiores. En la tierra forestal, estos micro-organismos son los responsables de la descomposición de la materia orgánica y la formación del humus, el cuál juega un papel fundamental en la fertilidad del suelo y la retención de agua del suelo. Aquí podemos encontrar bacterias, hongos, protozoarios, nematodos, anélidos, platelmintos, oligoquetos, microartrópodos, macroartrópodos y moluscos.

Se estima que en ambientes tropicales, este conjunto de organismos descomponen entre 5.5 a 15.5 toneladas/año de materia orgánica muerta que en selvas secas y vegetación de tierras bajas; se estima que en caso de no existir dicho grupo de organismos, éstos desechos incrementarían su altura en 120 cm/año. Una vez concluido el proceso de descomposición (a una tasa de transformación de 2.2:1), llegan acumularse en el suelo forestal de 1.7 a 2.45 ton/ha de humus que absorben agua en proporción de 6 veces su peso, previenen la erosión del suelo y se mineralizan, para poner a disposición de las plantas los nutrientes que requieren para crecer.

Si bien la velocidad del proceso varía a lo largo del año en ambientes con marcada estacionalidad, como es el caso de las selvas secas y vegetación costera de la península de Yucatán; el humus o mantillo es un bien que entra en el mercado convencional de las plantas de ornato y la jardinería, y los precios que alcanza varían de acuerdo con su disponibilidad y distancia a los centro de

consumo.

En esta región donde los suelos son limitantes para la actividad agrícola, la escasez de tierra fértil es un recurso forestal no maderable muy apreciado y con alto valor de mercado, que con frecuencia se desperdicia al utilizarlo como material de relleno. Su valoración es un indicador de la contribución de la biodiversidad de este componente dentro del funcionamiento de las selvas. Al considerar que la tierra negra o tierra de monte es muy apreciada y se utiliza extensamente en jardinería; por lo que alcanza precios aproximados de \$ 400.00 por m<sup>3</sup>.

Aunque el predio es pedregoso, existen algunas áreas en las que se acumula en forma natural el sustrato, en la superficie de 88.35 hectáreas que se destinaron para el desarrollo del proyecto; se consideró una capa de suelo de 1 centímetros debido a la topografía del suelo, y se deduce que el potencial de tierra de monte que se pudiera extraer por hectárea 8,835 m<sup>2</sup> el costo en bruto sería de es de aproximadamente 50 pesos m<sup>3</sup>, por lo tanto se estima un monto de aproximadamente \$ 441,750 pesos, por la venta de la tierra forestal.

**Valor económico de las especies de fauna silvestre.** De las referencias localizadas sobre la valoración de vertebrados silvestres en México, la mejor corresponde el estudio "Importancia Económica de los Vertebrados Silvestres de México" (Pérez- Gil Salcido R. et al., 1996). En él se hace una revisión minuciosa sobre la existencia de vertebrados silvestres (anfibios, reptiles, aves y mamíferos) así como de su uso y valor económico asociado; no obstante dicho estudio no llega a datos específicos sobre el valor económico de los vertebrados silvestres para sus diversos usos. En el siguiente cuadro se presenta una valoración de los vertebrados silvestres con base en sus distintos usos. Por otra parte, y a pesar de conocer el valor económico de algunas especies de vertebrados silvestres, el promovente no pretende realizar aprovechamiento alguno de estos (ya sea con fines de cacería deportiva y/o comercial), ya que para ello se tendría que contar con una Unidad de Manejo Ambiental autorizada por la SEMARNAT.

Al agrupar, las especies de fauna con registro de campo en este predio con uso potencial como mascota y considerando los costos de captura para las especies sin uso local que se registraron durante el trabajo de campo se obtiene un total de 20 especies para el área con cambio de uso con precios unitarios desde \$ 50 hasta \$ 500 pesos, con lo que se estima un valor total de captura de la fauna de \$ 3,090.00 pesos M.N. para este grupo de especies.

**Cuadro 79.** Estimación económica de los recursos biológicos forestales de las especies de fauna con registro de campo en el área propuesta para cambio de uso del suelo.

No.	Especie	Nombre común	Registro de campo	Costo de captura subtotal (\$)
Reptiles				
1	<i>Noropssagrei</i>	<i>Lagartija chipoyo</i>	X	50
2	<i>Ameiva undulata</i>	<i>Lagartija metalica</i>	X	150
3	<i>Basiliscus vittatus</i>	<i>Toloke</i>	X	100
4	<i>Ctenosaura similis</i>	<i>Iguana rayada</i>	X	200
Aves				
1	<i>Columba flavirostris</i>	<i>Paloma</i>	X	70
2	<i>Cyanocoraxyucatanicus</i>	<i>Urraca yucateca</i>	X	100
3	<i>Dendroica dominica</i>	<i>Chipe garganta amarilla</i>	X	70
4	<i>Dendroicapetechia</i>	<i>Gorrión dorsiverde</i>	X	50
5	<i>Divesdives</i>	<i>Tordo cantor</i>	X	50
6	<i>Icterusauratus</i>	<i>Bolsero yucateco</i>	X	100
7	<i>Icterus cucullatus</i>	<i>Bolsero cuculado</i>	X	100
8	<i>Icterusgularis</i>	<i>Bolsero de altamira</i>	X	100
9	<i>Leptotila verreauxi</i>	<i>Paloma</i>	X	100
10	<i>Mimusgilvus</i>	<i>Cenzontle</i>	X	100
11	<i>Myiodynastes luteiventris</i>	<i>Mosquero</i>	X	50
12	<i>Myiozetetessimilis</i>	<i>Luis gregario</i>	X	70
13	<i>Ortalissetula</i>	<i>Chachalaca</i>	X	150
14	<i>Pitangussulphuratus</i>	<i>Luis grande</i>	X	70
15	<i>Quiscalusmexicanus</i>	<i>Zanate mayor</i>	X	10
16	<i>Turdus grayi</i>	<i>Ruiseñor</i>	X	100
Mamíferos				
1	<i>Dasyprocta punctata</i>	<i>Sereque</i>	X	500
2	<i>Sciurusyucatanensis</i>	<i>Ardilla de tierra</i>	X	500
3	<i>Nasua narica</i>	<i>Tejón</i>	X	300
			Total	\$ 3,090.00

Con el reconocimiento de las limitaciones técnicas y metodológicas para valorar de manera integral los recursos biológico forestales que existen en este predio, se puede considerar como un indicador el valor total estimado para el área sujeta a cambio de uso del suelo con el procedimiento contingente de valoración de recursos sustitutos descrito con anterioridad, por lo que se obtiene un valor global de \$ 2,798,720.62 (SON DOS MILLONES SETECIENTOS NOVENTA Y OCHO MIL SETECIENTOS VEINTE PESOS 62/100 M.N.).

De acuerdo con lo antes citado, el resumen de las estimaciones de los recursos biológicos existentes en el inmueble de interés se muestra enseguida.

**Cuadro 80.** Resumen de la estimación de los recursos biológicos forestales.

<i>Recurso forestal</i>	<i>Valor total en pesos (\$)</i>
Aserrío	863,965.82
Palizada	706,197.29
Leña	170,692.20
Material triturado	151,608.60
Carbón vegetal	113,759.46
plantas de ornato	333,521.25
Palmas de guano	14,136.00
Tierra vegetal	441,750
Fauna	3,090.00
<b>Total</b>	<b>2,798,720.62</b>

## XV.2 Valoración económica indirecta

Para la estimación del valor de uso indirecto se realizó con base en la estimación de pago por servicios ambientales, modalidad Conservación de la Biodiversidad de la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR), la cual indica que entre los servicios ambientales se encuentran los productos forestales maderables y no maderables, alimentos, plantas medicinales, vida silvestre, entre otros; los de regulación, que incluyen el agua en cantidad y calidad, regulación asociada a la biodiversidad, regulación de la erosión del suelo, regulación del clima y calidad del aire, regulación de la respuesta a eventos naturales extremos; 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 (CONAFOR, 2014).

Para esta forma de estimación económica indirecta de los recursos biológicos, se tomó como base los valores que presenta la Comisión Nacional Forestal en las Reglas de Operación del Programa Nacional Forestal 2014, Región 8 (Península de Yucatán). En el cuadro 81, se presenta la estimación económica indirecta (servicios ambientales) del costo de los recursos biológicos derivados por el cambio de uso de suelo. Dicha estimación se basó en los montos que ofrece la CONAFOR como pago por servicios ambientales, y de acuerdo con la clasificación de montos de la misma, a la cual le corresponde monto de \$ 550.00 (Quinientos cincuenta pesos 00/100 M.N.) por hectárea por año.

**Cuadro 81.** Valoración económica indirecta a partir del valor de los servicios ambientales que presta la vegetación que se desarrolla al interior del predio.

<i>Concepto</i>	<i>Costo Unitario (\$)</i>	<i>Unidad</i>	<i>Superficie de afectación por el CUS (ha)</i>	<i>Costo total del recurso biológico por año (\$)</i>
Servicios ambientales	550	hectárea	88.35	\$ 131,199.75

Todas las estimaciones obtenidas en este capítulo son sólo hipotéticas, ya que no existe intención para hacer un uso comercial, ni explotación de los productos forestales obtenidos; sino un uso alternativo como el desarrollo del proyecto que se localiza dentro de la zona urbana de la ciudad de Cancún.

---

## **XVI. ESTIMACIÓN DEL COSTO DE LAS ACTIVIDADES DE RESTAURACIÓN CON MOTIVO DEL CAMBIO DE USO DE SUELO.**

De acuerdo con la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, el término Restauración Forestal se refiere a *“el conjunto de actividades tendientes a la rehabilitación de un ecosistema forestal degradado, para recuperar parcial o totalmente las funciones originales del mismo y mantener las condiciones que propicien su persistencia y evolución”*.

En caso que se tuviera que volver a la condición natural el sitio afectado por el CUSTF el método que se utilizaría sería mediante un programa de restauración, recuperando la superficie equivalente al área solicitada para cambio de uso de suelo, es decir 88.35 hectáreas. En los siguientes cuadros se presentan los montos calculados de lo que costaría restablecer la superficie a su condición original empleando especies nativas de la región, tomando como base que la zona es tropical, con desarrollo de vegetación natural del tipo selva mediana subperennifolia que forman masas forestales incoetáneas.

La estimación de los costos de restauración que se requieren para este proyecto se fundamenta en la capacidad de regeneración natural de la vegetación descrita en el capítulo V de este documento, ya que el tipo de vegetación que se localiza en la zona donde se ubica el predio de referencia es de vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia con algunos árboles sobresalientes dispersos y pequeñas afectaciones antropológicas.

De manera complementaria se contempla la ejecución de labores de reforestación en un diseño de plantación mixta con especies nativas características de la selva mediana subperennifolia de la región y labores de mantenimiento y vigilancia por un periodo de al menos 20 años. Mediante los cuales y en conjunto con los procesos de regeneración natural se espera que la vegetación secundaria de selva que se restablezca alcance una estructura vertical y horizontal dominada por especies de rápido crecimiento con ejemplares arbóreos y arbustivos con diámetros de un rango a la altura del pecho de 10 a 20 cm y alturas de 5 a 10 metros, similar a la que se encuentra en la actualidad en el predio estudiado.

En cuanto a la recuperación de la funcionalidad de vegetación que permanecerá dentro de una zona urbana en crecimiento se esperaría que mediante las acciones de vigilancia y mantenimiento se mantenga limpio a largo plazo. Entre las principales estrategias a corto y mediano plazo para lograr la protección y recuperación de la cobertura vegetal será necesario considerar el establecimiento de un cerco perimetral que evite la recurrencia de incursiones furtivas para la extracción de recursos.



Para la estimación de los costos de las actividades de restauración con motivo del cambio de uso del suelo en terrenos forestales determinados en función de lo que costaría la recuperación de la vegetación secundaria derivada de una selva mediana subperennifolia a una condición similar a la que presenta actualmente este predio, se consideran los siguientes precios de campo, cantidades y porcentajes:

### **Análisis de la estructura y funcionalidad del ecosistema.**

La composición de un bosque o selva en estado natural, para este caso por encontramos en una zona tropical de selva que está compuesta de una variedad generalmente alta de especies forestales arbóreas, arbustivas y herbáceas de diferentes edades y tamaños de los individuos que la componen.

La sucesión vegetal es el proceso ordenado de desarrollo de una comunidad razonablemente racional y predecible. Resulta de la modificación del medio ambiente por la comunidad y/o disturbios naturales o inducidos el medio ambiente físico (suelo, clima), determina el patrón, la tasa de cambio y, a menudo, impone los límites hasta donde este desarrollo puede avanzar.

Según Berger (1993)<sup>12</sup> la regeneración puede ocurrir naturalmente sin la intervención del hombre, este es un proceso extremadamente lento, por lo cual es necesario recurrir a las técnicas de restauración ecológica para acelerar la sucesión y por lo tanto la recuperación del ecosistema.

La restauración debe contemplar la combinación de múltiples conocimientos científicos sobre la ecofisiología de las especies vegetales, las características del suelo, la dinámica de los nutrientes en el mismo, la historia natural de la localidad, el uso de suelo tradicional, el impacto de la transformación del sistema en las comunidades humanas que lo aprovechan y la importancia económica y social potencial de las especies nativas, entre otros, a fin de generar como resultado un sistema altamente diverso y similar, en cuanto a composición y estructura, al original.

El proceso de planificación de la restauración comienza eliminando o neutralizando los factores que impiden la recuperación del sistema, por lo que es de vital importancia definir la problemática del sitio para posteriormente definir la meta y objetivos que se quieren conseguir. Además, es de suma importancia que los procesos de planificación se basen en el conocimiento, estructura, funcionamiento y dinámica de los ecosistemas a restaurar y en las relaciones establecidas entre éstos y los sistemas humanos (Montes, 2002).

---

<sup>12</sup> Berger, J. 1993. Ecological Restoration and Non Indigenous Plant Species: A Review. Restoration Ecology. June: 74-82.

### ESCENARIO 1.

*Corto plazo (1 a 2 años)*

La estructura y funcionalidad del ecosistema para el caso que se hubiese determinado la restauración de las 88.35 hectáreas, el paso inicial habría de ser la restitución del suelo, es decir que en caso de que se hubiera tendido una capa de material pétreo para formar algunas plataformas ésta debería de ser retirada para minimizar afectaciones al suelo, ya que este es el elemento que determinará en última instancia la distribución y abundancia de la vegetación en la superficie que pudiera sujetarse a la restauración a efecto de cubrir, de inicio y parcialmente, la infiltración de agua al subsuelo.

Dadas las condiciones locales en las que la vegetación cubre amplias extensiones, se está en posibilidad de favorecer la sucesión secundaria así como la inducción de especies arbóreas de rápida regeneración como *Bursera simaruba* y *Jatropha gaueri* que son especies locales que toleran el corte y se regeneran velozmente después de talado por lo que, de acuerdo con la CONABIO<sup>13</sup>, son especies con potencial para reforestación productiva en zonas degradadas de selvas la cual adicionalmente ofrece recursos de nutrición para la vida silvestre ya que sus frutos son consumidos por aves y ardillas (*Sciurus Sp*) lo que también permite la dispersión de las semillas. Se fortalece la siembra utilizando *Akits (Thevetia gaumeri)* y *jabín (Piscidia piscipula)*.

En este momento puede plantearse el escenario en el corto plazo, uno a dos años, en el cual el terreno permite el drenaje natural del agua pluvial y se restablecen, de manera natural o parcialmente asistida, las escorrentías menores hacia el este que corresponde a las partes más bajas del terreno (el proyecto conserva las escorrentías mayores), el suelo se ha cubierto con plantas herbáceas y vegetación graminoide.

Se favorece la reintroducción de tzalam (*Lysiloma latisiliquum*) se reponen o refuerza, de ser necesario, la siembra de árboles de la primera etapa *Bursera simaruba* y *Jatropha gaumeri*, *Thevetia gaumeri* y *Piscidia piscipula*.

Con la germinación, crecimiento y desarrollo de nuevas plantas, se reinician los servicios ambientales suspendidos como captura de carbono, generación de oxígeno, provisión de agua en calidad y cantidad y estabilización del proceso de evaporación.

El desarrollo de especies herbáceas anuales, asegura la floración y producción de semillas; esta oferta de alimento comenzará con la atracción de fauna silvestre

---

<sup>13</sup> [http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/info\\_especies/arboles/doctos/17-burse2m.pdf](http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/info_especies/arboles/doctos/17-burse2m.pdf)

como chupadores de néctar (aves e insectos Lepidópteros, Himenópteros, etc.), insectívoros como reptiles, aves, pequeños mamíferos como ratones. En el primer año serán pocas las especies que se establezcan tal es el caso de himenópteros como avispas y hormigas.

La poca cobertura del dosel únicamente se presenta como atractivo para fuente de alimento, el establecimiento de aves y mamíferos está más condicionado a la estabilidad en protección, temperatura y grado de luminosidad que brinda la vegetación de una selva bien desarrollada. En esta etapa, el área empieza a prestar nuevamente los servicios ambientales detenidos parcialmente como es el caso de Captura de Carbono, Recarga de Mantos Acuíferos, Paisaje e Incorporación de Cadenas Tróficas.

### **ESCENARIO 2.**

*Mediano plazo (3 a 10 años)*

A partir de los 3 años las especies anuales o bianuales son sustituidas por especies perennes; esta fase es conocida como "fase de surgimiento o de estructuración", misma que está compuesta por una combinación de las especies existentes dentro de la regeneración en desarrollo (predominantemente heliófitas y hemisciófitas y esciófitas, dependiendo del tamaño y estructura inicial del área).

Las actividades a realizar a partir de esta fase, son de protección contra incendios forestales, además de realizar evaluaciones en sitios permanentes para determinar la sustitución natural de especies y asegurándose de que las especies tardías se establezcan, como es el caso de *Chicozapote (Manilkara zapota)*, *Guayabillo (Psidium sartorianum)*, *Uchuché (Diospyros cuneata)*, *Guaya (Talassia olivaeformis)*, *Yaite (Gimnanthes lucida)*, *Álamo (Ficus cotinifolia)*, *Chechen negro (Metopium Brownei)* *Boob, (Coccoloba spicata)*, *Akits (Cascabela gaumeri)*, *Akum (Ficus máxima)*, *Chit (Thrinax radiata)* entre otras.

En esta fase, se fortalece la formación de suelo y los servicios que prestan las selvas se establecen en cuanto a la captura de carbono, vida silvestre, captación de agua y protección de erosión de los suelos. Se comienza a ver una estructura más definida de la vegetación y es conocida como Vegetación Secundaria, con individuos muy bifurcados, tallos de forma irregular, una gran presencia de especies espinosas y las alturas máximas encontradas en este lapso del proceso de restauración es de 3 metros.

En cuanto a fauna, en esta fase ya se pueden observar procesos de colonización de ratones, aves, insectos y pequeños reptiles; la estructura aún continúa en un proceso activo de selección natural con la pérdida de herbáceas y la incorporación de especies tardías.

En este periodo se realizará la incorporación de plántulas de palma de huano (*Sabal yapa*) y palma chit (*Thrinax radiata*), teniendo esta última especie una gran importancia por estar registrada en 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, con una importante presencia en la Cuenca; la reforestación de estas especies se realizará en el periodo de lluvias y la recomendación en el desarrollo de la plántula, es que debe tener entre 10 a 20 cm., la siembra es más práctica y el estrés a nivel radicular es menor; en este sitio se recomienda el establecimiento de palmas de cada especie en toda la superficie del predio que nos ocupa; con esta técnica se espera una sobrevivencia del 75%.

A partir del inicio de esta fase la afectación por concepto de sequías, deja de ser un posible factor de riesgo para el proceso de restauración de la vegetación.

Este escenario intermedio, de tres a diez años, determinará la regeneración de condiciones favorables de luz y humedad, situación que habrá de favorecer la instalación natural del sotobosque y permitirá la inducción de otras El paisaje muestra un acahual que corresponde a un proceso sucesional intermedio. Se observa, de nuevo, la presencia de aves. Algunos mamíferos que toleran la perturbación pueden ser avistados nuevamente como la *Didelphis marsupialis*, *Nasua narica* y *Sciurus yucatanensis*.

El ambiente así restaurado admite un esquema de manejo dirigido a la recuperación de una estructura y funcionalidad semejantes al ensamble original. Alcanzar la comunidad clímax, en este momento, deriva en una cuestión de tiempo en el cual los árboles compiten entre sí por los recursos del suelo, las aves trasladan al sitio semillas obtenidas en otros lugares, el suelo recupera sus propiedades fisicoquímicas. Paulatinamente, se incrementa el horizonte húmico que, a su vez, soporta una mayor carga biológica.

Un acahual intermedio como el planteado en el escenario anterior puede adquirir en poco tiempo un amplio dosel (Gómez-Pompa y Vázquez-Yanes, 1981) el cual atrae aves y murciélagos que al visitarlo aumentan la riqueza de especies por el proceso llamado lluvia de semillas (Martínez-Garza y González-Montagut, 2002) y, más tarde, aumentan la riqueza de la comunidad establecida. Finalmente la biomasa de la selva original puede recuperarse después de algunas décadas (Finegan, 1996); sin embargo, la diversidad de especies que existió ahí alguna vez, con todas sus interacciones ecológicas, puede tardar muchos de años en restaurarse.

### **ESCENARIO 3.**

*A largo plazo (10 años en adelante)*

Fase de madurez u óptima, donde las especies sobresalientes codominan o dominan los estratos superiores (donde participan especies heliófitas, esciófitas y hemisciófitas).

En esta fase ya no se realizan actividades de fomento encaminadas al establecimiento de nuevas especies; la vegetación ya ha alcanzado niveles de autosuficiencia, algunos árboles ya cuentan con alturas superiores a los 8 metros, con fustes bien definidos; a partir de los 10 años se pueden encontrar árboles con diámetros normales de 15 algunos de 20cm, para especies de rápido crecimiento como es el caso de la *Bursera simaruba* (Chaca rojo), *Jatropha gaumeri* (Pomolche) y *Lysiloma latisiliquum* (Tzalam), la cobertura de copa ya es superior al 70%, y las condiciones de protección de la vegetación hacia la fauna silvestre, es tal que ya se inicia el proceso de colonización de especies de mamíferos, creándose nuevos hábitats.

A partir de los 20 años de edad ya se puede considerar una Selva Juvenil con dominancia del estrato superior de especies heliófitas y en esa edad ya se puede notar la presencia de un grupo importante de especies esciófitas que inician la colonización del estrato de piso; esta incorporación de nuevas especies tolerantes a la sombra, es el resultado del establecimiento de nuevos nichos de fauna silvestre que se encargan de dispersar semillas traídas desde zonas cercanas cubiertas con vegetación de Selva.

A partir de esta etapa, la continuidad de la sucesión ecológica de la Selva mediana que fue promovida en el predio, ya se puede señalar que las condiciones de diversidad, estructura, funcionalidad y generación de servicios ambientales, tendrán las mismas características de la vegetación que actualmente se desarrolla en el predio. Los riesgos constantes en relación a la suspensión del proceso de restauración de esta selva, están relacionados a la presencia de fenómenos meteorológicos, como es el caso de huracanes.

Así es como se establece el tercer escenario, basado en los procesos naturales de sucesión secundaria en hábitats neotropicales que han sido estudiados. Se ha observado y documentado que durante algunas décadas se establece una mezcla de especies pioneras y unas pocas especies no-pioneras (Denslow, 1985, Uhl, et al., 1988, Guariguata, et al., 1997) que en este caso son las reintroducidas. Las especies pioneras usualmente presentan una sobrevivencia muy baja (González-Montagut, 1996) y son un grupo poco diverso de unas 20 especies (Martínez-Ramos, 1985), de tal manera, que pocas especies cubren amplias áreas perturbadas, no obstante, la selva así restaurada provee importantes servicios ecológicos como la retención del suelo sin embargo, su función biológica esta empobrecida con respecto al ambiente original.

Iniciar el proceso de forma asistida sembrando especies de rápido crecimiento es deseable porque reduce al mínimo el tiempo en que el sitio permanece expuesto a la erosión. Además el rápido desarrollo de un dosel evita el crecimiento de los agresivos pastos exóticos que usualmente dominan las áreas perturbadas.

Al momento de la restauración deben ser tomadas en cuenta las características específicas del sitio y al momento de iniciarlo ya que en caso de que los procesos de sucesión secundaria hayan comenzado de manera natural se recomienda acelerar el proceso que llevará a una selva compleja y rica en especies mediante la siembra de especies no-pioneras. La presencia de herbívoros y granívoros también es importante para la adecuada selección de las especies de refuerzo (Martínez-Garza et al., 2003, Martínez-Garza et al., 2004b).

En caso de que se detecte sucesión detenida, se deberá de usar una mezcla de especies pioneras y no-pioneras. En ambos casos deberán de ser evaluadas las características foliares de tantas especies como sea posible en diferentes microambientes. Una vez avanzado el proceso se puede hacer una segunda selección de especie dependiendo de otras características como el tipo de frutos que tienen a efecto de proporcionar atrayentes y recursos a la fauna.

### **Valoración económica.**

La valoración económica de la restauración, el análisis de costos que a continuación se presenta implicó la recopilación de costos actuales, tanto de servicios como de productos necesarios para llevar a cabo las actividades de restauración propuestas. Para ello se cotizaron costos con empresas de la construcción, fleteras, jardineros, agricultores, consultores ambientales, entre otros y se comparó con los establecidos con la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR) siendo estos muy similares, con la finalidad de obtener una estimación de costos con mayor precisión, apegada a tarifas reales y actuales de los productos y servicios involucrados. Los datos antes mencionados han sido también considerados en el presente análisis económico.

El análisis económico de las actividades de restauración con motivo de cambio de uso de suelo en terrenos forestales, representa solamente una estimación de los costos necesarios para devolver al terreno su condición actual. Asimismo, la lista de actividades de restauración que se ha determinado es enunciativa más no limitativa, ya que se han tomado en cuenta actividades generales para llevar a cabo la restauración; sin embargo, también se han tomado en cuenta las porciones superficiales, tarifas y cantidades máximas necesarias para lograr una exitosa recuperación vegetativa con el objeto de alcanzar una estimación de costos con un margen de error mínimo (corrida financiera).

La restauración de la superficie implicaría la implementación de una serie de actividades dirigidas a restablecer las condiciones y características naturales que la superficie actualmente presenta. A continuación se enlistan y desglosan las actividades para la restauración:

- *Preparación del terreno*
- *Deshierbe*
- *Apertura de cepas*
- *Compra de planta*
- *Transporte*
- *Reforestación*
- *Mantenimiento del área restaurada*
- *Chapeo de malezas*
- *Reposición de plantas (replante)*
- *Monitoreo*
- *Asistencia Técnica*

#### Preparación del terreno

La primera actividad contemplada para la restauración, es la preparación del sitio de para la reforestación, cuyo periodo de duración, materiales, costos e incluso la necesidad de llevarse a cabo o no, dependen en gran medida de las condiciones en las que se encuentre el terreno. Sin embargo, la presente estimación parte de las acciones mínimas necesarias para tener una restauración exitosa.

Limpieza o Deshierbe. Para cualquier actividad relacionada con la preparación del terreno implica mano de obra la cual puede variar en función de la superficie, y el trabajo a realizar. Para actividades que implican remoción de malezas, obras de contención de suelo, mejoramiento de la textura del suelo.

Apertura de cepas. La práctica más común en la preparación del terreno consiste en intervenir sólo el sitio específico en donde se trasplantará o establecerá la planta. Para la reforestación se utilizaran dos métodos para la preparación de apertura de cepas:

El método de cepa

El método a pico de pala

El método de cepa es el más empleado. Consiste en un hoyo de dimensiones variables según la calidad del terreno, puede ser cúbico o cilíndrico, generalmente de 30 x 30 x 30 cm. Aunque esto varía de acuerdo a la calidad del terreno. La forma de hacer la cepa es la siguiente:

- 1) Se abre un hoyo de las dimensiones deseadas con ayuda de una pala. En sitios con suelos muy compactados se tendrá que auxiliar con pico o barreta.
- 2) La tierra que se extraiga de la cepa se amontona a un lado de ésta, para permitir el oreado de la tierra y de las paredes de la cepa.

El método a pico de pala, se utiliza cuando el suelo conserva condiciones adecuadas para recibir las plantas de reforestación, por lo que no se necesita preparar mayor espacio del terreno para introducir la planta. El método consiste en abrir en el suelo el espacio suficiente para introducir la plántula, por medio de una pala recta de punta o pico. Con la pala recta de punta el hueco se hace hendiéndola y palanqueándola hacia abajo hasta que se deja un espacio suficiente para introducir la plántula.

### **Reforestación.**

Material vegetativo. Para continuar con las actividades de restauración, una vez que se prepare el terreno, se deberá llevar a cabo la reforestación de la superficie afectada, es importante considerar que la distancia entre planta y planta dependerá del espaciamiento que la especie demande al ser adulta, tomando en cuenta que en sus etapas juveniles la plantación debe tener por lo menos el doble de densidad que cuando es adulta. Según el Manual Básico elaborado por la Comisión Nacional Forestal del área de Conservación y Restauración el cual propone para áreas tropicales una densidad mínima de 816 plantas por hectárea (3.5 X 3.5m) en marco real y que esta corresponde al porcentaje mínimo de sobrevivencia deseable del 80 %. Considerando que la superficie total a reforestar es de 88.35 hectáreas, se estima que se requerirán un total de 72,093 plantas para la reforestación de dicha superficie, contemplando un 10% más de plantas para el mantenimiento de las plantas (7,209 para sustitución).

La planta será adquirida en viveros autorizados, se requiere de una planta de un mínimo de 30 cm de altura que se estima suficiente para la reforestación, con un eje central y raíces laterales bien distribuidas, sin raíces envolventes o creciendo hacia arriba, sin malformaciones o nudos.

Transporte. Previo al transporte de las plantas al sitio de reforestación éstas serán sometidas a un riego ligero, para evitar su deshidratación. Durante la carga y descarga de las plantas se amarrarán las puntas de las hojas evitando daños mecánicos, en el caso de individuos con alturas mayores a los 30 cm. y que presentaron tallos relativamente frágiles estos serán atados a una vara de madera para evitar el daño al tallo de los individuos.

Reforestación. El conocimiento de la época adecuada de trasplante es un aspecto de mucha importancia para el establecimiento exitoso de las plantas de



reforestación. La reforestación debe coincidir con el momento en que la humedad del sitio es ideal.

Para el caso del presente programa esta se presenta en la época de lluvias, el trasplante se debe realizar una vez que el suelo se encuentra bien humedecido y la estación de lluvias se ha establecido, es decir una o dos semanas después de iniciarse la época de lluvias. Se reconoce que este es el más adecuado, porque la planta cuenta con mayor tiempo para establecerse, antes de que el medio ambiente la someta a condiciones estresantes, como pueden ser temperaturas extremas y sequía.

El trazo será en marco real, ya que esta permite obtener una población uniforme y facilita el acceso en operaciones de mantenimiento, manejo y protección, las cepas estarán marcadas con balizas para su localización e identificación.

Se utilizará una densidad de 816 plantas/ha, el espaciamiento se expresa como la distancia entre los árboles, dentro y entre las líneas o a veces como un número de árboles por hectárea, subentendiéndose un determinado espaciamiento, de tal forma que el arreglo que se utilizará entre cada una de las plantas será de 3.5 x 3.5 entre filas e hileras. Las plantas se distribuirán de manera homogénea en cada una de las líneas.

### **Mantenimiento y Monitoreo**

Mantenimiento del área restaurada. En la etapa inicial de la reforestación y posteriormente, será necesario controlar la maleza con el objeto de que los ejemplares plantados tengan mayor probabilidad de subsistencia. Lo que se mantendrá después de un período de dos años o que los ejemplares plantados presenten una altura mínima de aproximadamente 1.5 metros. El control de la maleza o chapeo de la vegetación, se realizará únicamente a un metro de radio alrededor del sitio donde fue plantado cada ejemplar, y se llevará a cabo con una periodicidad cuatrimestral, es decir, se realizará el chapeo 3 veces por año.

Asistencia técnica. Las actividades mencionadas anteriormente para lograr la restauración del área, deberán ser dirigidas por personal capacitado, durante el período de tiempo necesario para restaurarla completamente, estimado para un periodo de 20 años. El monitoreo se realizará durante los cuatro primeros años o hasta que el área esté totalmente restaurada, es decir durante 20 años, costo que implica contratar a un técnico forestal para realizar las labores antes mencionadas.

A continuación se presenta en el siguiente cuadro, en forma resumida el análisis económico realizado, el cual contiene los montos que serán requeridos para cada actividad de restauración, los costos unitarios, el importe total que significará cada

actividad y el importe total de la actividad de restauración estimada en \$ 43,131 pesos 00/100 M.N. por hectárea.

**Cuadro 82.** Conceptos y costos para las actividades de forestación para la superficie de cambio de uso de suelo.

CONCEPTO	UNIDADES	COSTO UNITARIO	NÚMERO DE UNIDADES	MANO DE OBRA	MATERIALES Y/O MAQUILA	COSTO TOTAL/H A
<b>1.- ESTABLECIMIENTO</b>				<b>12,300.0</b>	<b>8,073.00</b>	<b>20,373.00</b>
<b>1.1.- Preparación del terreno</b>				<b>3,000.00</b>		<b>3,000.00</b>
Limpieza	Jornales	200.00	5	1,000.00		1,000.00
Despiedre y desenraice	Jornales	200.00	4	800.00		800.00
Guardarraya	Jornales	200.00	4	800.00		800.00
Combate de insectos	Jornales	200.00	2	400.00		400.00
<b>1.2.- Material vegetativo</b>					<b>8,073.00</b>	<b>8,073.00</b>
Costos de planta	Plantas	8.00	897		7,176.00	7,176.00
Transporte de plantas	Plantas	1.00	897		897.00	897.00
<b>1.3.- Plantación</b>				<b>4,400.00</b>		<b>4,400.00</b>
Trazo y alineación	Jornales	200.00	4	800.00		800.00
Apertura de pocetas	Jornales	200.00	6	1,200.00		1,200.00
Plantación y fertilización	Jornales	200.00	8	1,600.00		1,600.00
Replantación	Jornales	200.00	4	800.00		800.00
<b>1.4.-Riegos emergentes</b>				<b>3,200.00</b>		<b>3,200.00</b>
Cercado	Jornales	200.00	8	1,600.00		1,600.00
Riegos Emergentes	Jornales	200.00	8	1,600.00		1,600.00
<b>1.5.- Materiales</b>				<b>1,700.00</b>		<b>1,700.00</b>
Picos o Coa	Lote	150.00	4	600.00		600.00
Palas y carretillas	Lote	550.00	2	1,100.00		1,100.00
<b>2.- CULTIVO Y MANTENIMIENTO</b>				<b>6,200.00</b>	<b>2,758.00</b>	<b>8,958.00</b>
<b>2.1.- Labores culturales (mano de obra)</b>				<b>6,200.00</b>		<b>6,200.00</b>
Deshierbe	Jornales	200.00	4	800.00		800.00
Aplicación de herbicidas (año 1 al 4)	Jornales	200.00	4	800.00		800.00
Aplicación de fertilizantes (año 1 al 4)	Jornales	200.00	4	800.00		800.00
Podas	Jornales	200.00	4	800.00		800.00
Aclareos	Jornales	200.00	5	1,000.00		1,000.00
Cajeteo	Jornales	200.00	7	1,400.00		1,400.00
Prevención de plagas y enfermedades	Jornales	200.00	3	600.00		600.00
						0.00
<b>2.2.- Adquisición de insumos</b>					<b>2,758.00</b>	<b>2,758.00</b>
Compra de fertilizante	Kilogramo	3.80	110		418.00	418.00
Compra de insecticidas	Kg y lts (lote)	1,800.00	1		1,800.00	1,800.00

Compra de herbicidas	Litros	150.00	2	300.00	300.00
Compra de combustible y lubricantes	Litros	120.00	2	240.00	240.00
<b>3.- PROTECCIÓN Y VIGILANCIA</b>				<b>1,800.00</b>	<b>0.00</b>
Mantenimiento de Brechas	Jornales	200.00	4	800.00	800.00
Vigilancia	Jornales	200.00	5	1,000.00	1,000.00
<b>4.- DIVERSOS</b>				<b>11,000.0</b>	<b>1,000.00</b>
Adquisición de equipo y herramientas	Lote	1,000.00	1	1,000.00	1,000.00
Administración y Asistencia técnica	Contrato	3,000.00	2	6,000.00	6,000.00
Asesoría especializada	Contrato	5,000.00	1	5,000.00	5,000.00
<b>TOTAL DEL COSTO POR HA</b>				<b>31,300.0</b>	<b>11,831.00</b>
					<b>43,131.00</b>

Con esta idea, lo que costaría llevar el sitio a una condición similar a como se encontraba, bajo el supuesto de que ya se hubiera efectuado el cambio de uso de suelo, desde la perspectiva de análisis de estructura y funcionalidad del ecosistema que se afectaría, se tiene que;

El costo de los trabajos indicados para restauración del sitio, se estima en \$ 43,131 pesos 00/100 M.N. pesos por hectárea, y se propone un mantenimiento y seguimiento por 4 años, hasta que se tenga un arbolado joven de aproximadamente 15 cm de diámetro en promedio. Con este tiempo de mantenimiento se espera que la vegetación al llegar a la edad de 20 años, estará en condiciones similares a como se encontraba antes de realizar el cambio de uso del suelo y se habrían establecido diversas especies de fauna propias del hábitat. Por lo tanto y en el supuesto que se quisiera restaurar una superficie similar a la solicitada de CUSTF (88.35 hectáreas), el costo para restaurar esta superficie estaría alrededor de \$ 3,810,623.80 pesos, como se puede observar en la corrida presentada en el siguiente cuadro para 20 años.

**Cuadro 83. Estimación del costo de las actividades de restauración por hectárea en el sitio en un periodo de 20 años para una superficie de 88.35 has.**

CONCEPTO	COSTOS DE REFORESTACION Y MANTENIMIENTO A 20 AÑOS PARA 1 HA																				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	TOTAL
<b>1.- ESTABLECIMIENTO</b>	<b>20,373.00</b>																				<b>20,373.00</b>
<b>1.1.- Preparación del terreno</b>	<b>3,000.00</b>																				<b>3,000.00</b>
Limpieza	1,000.00																				1,000.00
Despiedre y desenraice	800.00																				800.00
Guardarraya	800.00																				800.00
Combate de insectos	400.00																				400.00
<b>1.2.- Material vegetativo</b>	<b>8,073.00</b>																				<b>8,073.00</b>
Costo de plantas (Compra)	7,176.00																				7,176.00
Transporte de plantas	897.00																				897.00
<b>1.3.- Siembra o plantación</b>	<b>4,400.00</b>																				<b>4,400.00</b>
Trazo y alineación	800.00																				800.00
Apertura de pocetas	1,200.00																				1,200.00
Plantación y fertilización	1,600.00																				1,600.00
Replantación	800.00																				800.00
<b>1.4.- Riegos Emergentes</b>	<b>3,200.00</b>																				<b>3,200.00</b>
Cercado	1,600.00																				1,600.00
Riegos	1,600.00																				1,600.00
<b>1.5.- Materiales</b>	<b>1,700.00</b>																				<b>1,700.00</b>
Picos	600.00																				600.00
Palas y carretillas	1,100.00																				1,100.00
<b>2.- CULTIVO Y MANTENIMIENTO</b>	<b>1,489.50</b>	<b>1,889.50</b>	<b>1,889.50</b>	<b>1,289.50</b>				<b>1,000.00</b>						<b>1,400.00</b>							<b>8,958.00</b>
<b>2.1.- Labores culturales (mano de obra)</b>	<b>800.00</b>	<b>1,200.00</b>	<b>1,200.00</b>	<b>600.00</b>				<b>1,000.00</b>						<b>1,400.00</b>							<b>6,200.00</b>
Deshierbes	200.00	200.00	200.00	200.00																	800.00
Aplicación de herbicidas	200.00	200.00	200.00	200.00																	800.00

Aplicación de fertilizantes	200.00	200.00	200.00	200.00																		800.00
Podas		400.00	400.00																			800.00
Aclareos							1,000.00							1,400.00								2,400.00
Prevención de plagas y enfermedades	200.00	200.00	200.00																			600.00
<b>2.2.- Adquisición de insumos</b>	<b>689.50</b>	<b>689.50</b>	<b>689.50</b>	<b>689.50</b>																		<b>2,758.00</b>
Compra de fertilizante	104.50	104.50	104.50	104.50																		418.00
Compra de insecticidas	450.00	450.00	450.00	450.00																		1,800.00
Compra de herbicidas	75.00	75.00	75.00	75.00																		300.00
Compra de combustible y lubricantes	60.00	60.00	60.00	60.00																		240.00
<b>3.- PROTECCIÓN Y VIGILANCIA</b>	<b>90.00</b>	<b>90.00</b>	<b>90.00</b>	<b>90.00</b>	<b>90.00</b>	<b>90.00</b>	<b>90.00</b>	<b>90.00</b>	<b>90.00</b>	<b>90.00</b>	<b>90.00</b>	<b>90.00</b>	<b>90.00</b>	<b>90.00</b>	<b>90.00</b>	<b>90.00</b>	<b>90.00</b>	<b>90.00</b>	<b>90.00</b>	<b>90.00</b>	<b>90.00</b>	<b>1,800.00</b>
Mantenimiento de Brechas	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00	800.00
Vigilancia	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	1,000.00
<b>4.- DIVERSOS</b>	<b>1,550.00</b>	<b>550.00</b>	<b>550.00</b>	<b>550.00</b>	<b>300.00</b>	<b>300.00</b>	<b>300.00</b>	<b>1,300.00</b>	<b>300.00</b>	<b>300.00</b>	<b>300.00</b>	<b>1,300.00</b>	<b>300.00</b>	<b>300.00</b>	<b>1,300.00</b>	<b>300.00</b>	<b>300.00</b>	<b>300.00</b>	<b>300.00</b>	<b>300.00</b>	<b>1,300.00</b>	<b>12,000.00</b>
Adquisición de equipo y herramientas	250.00	250.00	250.00	250.00																		1,000.00
Administración y Asistencia técnica	300.00	300.00	300.00	300.00	300.00	300.00	300.00	300.00	300.00	300.00	300.00	300.00	300.00	300.00	300.00	300.00	300.00	300.00	300.00	300.00	300.00	6,000.00
Asesoría especializada	1,000.00							1,000.00				1,000.00			1,000.00						1,000.00	5,000.00
<b>TOTAL DEL COSTO POR HA</b>	<b>23,502.50</b>	<b>2,529.50</b>	<b>2,529.50</b>	<b>1,929.50</b>	<b>390.00</b>	<b>390.00</b>	<b>390.00</b>	<b>2,390.00</b>	<b>390.00</b>	<b>390.00</b>	<b>390.00</b>	<b>1,390.00</b>	<b>390.00</b>	<b>1,790.00</b>	<b>1,390.00</b>	<b>390.00</b>	<b>390.00</b>	<b>390.00</b>	<b>390.00</b>	<b>390.00</b>	<b>1,390.00</b>	<b>43,131.00</b>

## **XVII. IDENTIFICACION DE LOS INSTRUMENTOS METODOLOGICOS**

### **XVII.1 Referencias Bibliográficas**

- Acosta-Aburto, J. 2001. Riqueza y abundancia de la avifauna del Jardín Botánico "Dr. Alfredo Barrera Marín", ECOSUR, Puerto Morelos, Quintana Roo, México. Tesis para obtener el grado de licenciatura. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. 98 p.
- Adger, W., K. Brown, R. Cervigni y D. Moran. 1995. Total economic value of forest in Mexico. *Ambio* 24: 286-296.
- Álvarez-Legorreta, T. 2011. Uso y manejo de recursos hídricos. In Riqueza Biológica de Quintana Roo, un análisis para su Conservación, Tomo 1. Pozo, C., A. Canto y S. Calmé (eds.). El Colegio de la Frontera Sur, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Gobierno del Estado de Quintana Roo y Programa de Pequeñas Donaciones. México D.F. p. 121-126.
- Aranda-Sánchez, J.M. 1981. Rastros de los mamíferos silvestres de México. Manual de campo. Instituto Nacional de Investigaciones sobre Recursos Bióticos (INIREB), Xalapa, Veracruz, México. 198 p.
- Bautista, F. y A. Palacio (eds.). 2005. Caracterización y manejo de los suelos de la Península de Yucatán. Implicaciones agropecuarias, forestales y ambientales. Universidad Autónoma de Campeche, Universidad Autónoma de Yucatán, Instituto Nacional de Ecología. Distrito Federal, México. 282 p.
- Bellón, M., O. Masera y G. Segura. 1993. Response options for sequestering carbon in Mexican forests. Report to F-7 International Network on Tropical Forestry and Global Climatic Change, Energy and Environment Division, Lawrence-Berkeley Laboratory, Environmental Protection Agency. Berkeley.
- Bonifacio Mostacedo y Todd S. Frederiksen. 2000. Manual de métodos Básicos de Muestreo y Análisis de Ecología Vegetal, Santa Cruz de la Sierra Bolivia. 82p.
- Boose, E. R., Foster, D. R., Barker Plotkin, A., Hall, B. 2003. Geographical and historical variation in hurricanes across the Yucatan Peninsula. In: Gómez-Pompa, A., Allen, M. F., Fedick, S. L., Jiménez, J. J., Lowland Maya Area: Three Millennia at the Human-Wildland Interface, Haworth Press, New York. 495-516 p.
- Calmé, S. 2011. Uso y manejo de fauna silvestre. In Riqueza Biológica de Quintana Roo, un análisis para su Conservación, Tomo 1. Pozo, C., A. Canto y S. Calmé

- (eds.). El Colegio de la Frontera Sur, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Gobierno del Estado de Quintana Roo y Programa de Pequeñas Donaciones. México D.F. p. 165-170.
- Calvo-Irabién, L. 2011. Usos de las palmas. In Riqueza Biológica de Quintana Roo, un análisis para su Conservación, Tomo 1. Pozo, C., A. Canto y S. Calmé (eds.). El Colegio de la Frontera Sur, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Gobierno del Estado de Quintana Roo y Programa de Pequeñas Donaciones. México D.F. p. 151-156.
- CAM, 2002. Caracterización Ambiental del Municipio Benito Juárez. Ecosistemas y Tipos de Vegetación. Benito Juárez, Quintana Roo
- Carnevali F. C., G. J. L. Tapia-Muñoz, R. Duno de Stefano & I. Ramírez Morillo (Editores generales) 2010. Flora Ilustrada de la Península de Yucatán: Listado florístico. CICY A. C. Mérida Yucatán México. 328 p.
- CCAD-PNUD/GEF, 2002. "Proyecto Para La Consolidación del Corredor Biológico Mesoamericano". GUÍA METODOLÓGICA DE VALORACIÓN ECONÓMICA DE BIENES, SERVICIOS E IMPACTOS AMBIENTALES. Un aporte para la gestión de ecosistemas y recursos naturales en el CBM. RadoslavBarzev. Editor. CMB.
- CONABIO, 1998. La diversidad Biológica de México. Estudio de País. Capítulo 7. Valoración económica de los recursos biológicos del país. Edmundo de Alba, María Eugenia Reyes, pp. 212-233.
- CONAFOR. Regla de Operación del Programa Nacional Forestal 2104. Pago por Servicios Ambientales; Modalidad Conservación de la Biodiversidad.
- De los Santos V. M. 1976. Tablas de volúmenes para montes de la Península de Yucatán. Tesis Profesional. Escuela Nacional de Agricultura. Departamento de Enseñanza, Investigación y Servicio en Bosques. 82 p.
- Dirección General de Ecología, Ayuntamiento de Benito Juárez, Quintana Roo, 2001. Manual de Identificación de la Flora Nativa del Municipio de Benito Juárez Quintana Roo. p. 32.
- Durán R. y M. Méndez (Eds). 2010. Biodiversidad y Desarrollo Humano en Yucatán. CICY, PNUD, CONABIO, SEDUMA, 496 p.
- Ek-Díaz, A. 2011. Vegetación. In Riqueza Biológica de Quintana Roo, un análisis para su Conservación, Tomo 1. Pozo, C., A. Canto y S. Calmé (eds.). El Colegio de la Frontera Sur, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Gobierno del Estado de Quintana Roo y Programa de Pequeñas

Donaciones. México D.F. p. 62-77.

Flores, J. S. 1994. Tipos de vegetación de la península de Yucatán. Etnoflora Yucatanense, Fascículo 3. 135 pp.

Forster, R., N. Armijo y L. Arguelles. 2011. Recursos forestales. In Riqueza Biológica de Quintana Roo, un análisis para su Conservación, Tomo 1. Pozo, C., A. Canto y S. Calmé (eds.). El Colegio de la Frontera Sur, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Gobierno del Estado de Quintana Roo y Programa de Pequeñas Donaciones. México D.F. p. 140-150.

Gaona Vizcaíno, S., Gordillo de Anda T. y Villasuso Pino M., 1980. Cenotes, Karst característico: mecanismos de formación. UNAM, México, Inst. de Geología, Rev. Vol. 4, núm. 1 (1980). p. 32-36.

González Medrano F. 2004. Las comunidades vegetales de México. Propuesta para la unificación de la clasificación y nomenclatura de la vegetación de México. Segunda edición. INE-SEMARNAT. México, D.F.

Halffter, G. y E. Ezcurra. 1992. ¿Qué es la Biodiversidad? In La diversidad biológica de Iberoamérica I. Halffter, G. (ed.). Acta Zoológica Mexicana, Volumen especial. p 3-24.

Hernández Morales Gleybis. (2010). Cálculo de la Tasa de Erosión Hídrica y Propuesta de Obras de Conservación de Suelo en la Línea de Tendido Eléctrico La Ventosa-Juile, Oaxaca. Tesis Profesional. Ingeniero en Restauración Forestal. Universidad Autónoma de Chapingo. Mex.

Herrera, J. 2011. Recursos hídricos: Hidrología subterránea. In Riqueza Biológica de Quintana Roo, un análisis para su Conservación, Tomo 1. Pozo, C., A. Canto y S. Calmé (eds.). El Colegio de la Frontera Sur, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Gobierno del Estado de Quintana Roo y Programa de Pequeñas Donaciones. México D.F. p. 34-41.

Herrera, J. y J. Heredia 2011. Recursos hídricos: Hidrología superficial. In Riqueza Biológica de Quintana Roo, un análisis para su Conservación, Tomo 1. Pozo, C., A. Canto y S. Calmé (eds.). El Colegio de la Frontera Sur, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Gobierno del Estado de Quintana Roo y Programa de Pequeñas Donaciones. México D.F. p. 42-49.

Heuveldop, J., T. Pardo, C. Quirós y P. Espinoza. 1986. Agroclimatología tropical. EUNED. San José, Costa Rica. 394 p.

INEGI. Carta Geológica. Escala 1:250,000. Instituto Nacional de Estadística Geografía

---



e informática.

INEGI Carta Edafológica. Escala 1:250,000. Instituto Nacional de Estadística Geografía e informática.

INEGI Carta de clima. Escala 1:250,000. Instituto Nacional de Estadística Geografía e informática.

INEGI. Carta Hidrológica de aguas superficiales. Escala 1:250,000. Instituto Nacional de Estadística Geografía e informática.

INEGI. Carta Hidrológica de aguas subterránea. Escala 1:250,000. Instituto Nacional de Estadística Geografía e informática.

INEGI. Carta Uso de suelo y vegetación. Escala 1:100,000. Instituto Nacional de Estadística Geografía e informática.

Lesser, H., 1976. Estudio Geohidrológico e hidrogeoquímico de la Península de Yucatán. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. México. 62 p.

López Ramos, E., 1979. Estudio Geológico de la Península de Yucatán. En Enciclopedia Yucateca. Geología Peninsular. Tomo X. Gobierno de Yucatán. Mérida

Lozano, R. y J. Olivares. 2011. Sociedad y economía. In Riqueza Biológica de Quintana Roo, un análisis para su Conservación, Tomo 1. Pozo, C., A. Canto y S. Calmé (eds.). El Colegio de la Frontera Sur, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Gobierno del Estado de Quintana Roo y Programa de Pequeñas Donaciones. México D.F. p. 86-109.

Macario M., P.; E. García, R. Aguirre y E. Hernández-X. 1995. Regeneración natural de especies arbóreas en una selva mediana subperennifolia perturbada por extracción forestal. Acta Botánica Mexicana 32:11-23.

Mario Martínez Ménez. Estimación de la Erosión del Suelo. Año 2005. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural Pesca y Alimentación.

Miranda F., y E. Hernández X. 1963. Los tipos de Vegetación en México y su Clasificación. Bol. Soc. Bot. Méx. 28.

Navarro, D. T. Jiménez y F. Juárez. 1990. Los mamíferos de Quintana Roo. En: Navarro, D. y J.G. Robinson. 1990. Diversidad Biológica en la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an, Quintana Roo, México. Centro de Investigaciones de

Quintana Roo, Chetumal, Quintana Roo: 371-450.

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.

NORMA Oficial Mexicana NOM-011-CNA-2000, Conservación del recurso agua-Que establece las especificaciones y el método para determinar la disponibilidad media anual de las aguas nacionales. Publicación miércoles 17 de abril de 2002.

Patiño, V. F., J. L. López T., y D. A. Gómez. Selva (Versión 4). Paquete de Cómputo para Procesar Datos de Inventarios Forestales para Especies de la Península de Yucatán. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias. Mérida, Yucatán. 46 p.

Pérez-Gil, Salcido, Fernando Jaramillo Monrroy, Ana María Muñiz Salcedo y María Gabriela Torres Gómez. 1995. Importancia económica de los vertebrados silvestres de México. Consultores, S. C. y Conabio, México, 170 p.

Periódico Oficial del Gobierno del Estado de Quintana Roo. 29 de junio de 2001. Ley del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente del Estado de Quintana Roo.

Peterson, R.T. and E.L. Chalif. 1973. A field guide to Mexican birds. The Peterson Field Guide Series. National Audubon Society and National Wildlife Federation. Houghton Mifflin Company. Boston, Massachusetts. 298 pp.

Pozo, C. (ed.). 2011. Riqueza Biológica de Quintana Roo, un análisis para su Conservación. Tomo 2. El Colegio de la Frontera Sur, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Gobierno del Estado de Quintana Roo y Programa de Pequeñas Donaciones. México D.F. 271 p.

Periódico Oficial del Gobierno del Estado de Quintana Roo. 27 de febrero del 2014. Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Benito Juárez (POELMBJ).

Periódico Oficial del Gobierno del Estado de Quintana Roo. 16 de octubre del 2014. Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población Cancún, Municipio de Benito Juárez, Quintana Roo (2014-2030).

Reyes, V., J. Fallas, M. Miranda, O. Segura y R. Sánchez. 2002. Parámetros para la

- valoración del servicio ambiental hídrico brindado por los bosques y plantaciones de Costa Rica. Serie Documentos de Trabajo 008-2002. FONAFIFO y Centro Internacional de Política Económica para el Desarrollo Sustentable. Costa Rica. 28 p.
- Romahn de la Vega, C.F. y Ramírez Maldonado, H. 2006. Dendrometria. Universidad Autónoma Chapingo. 2ª. Edición corregida y aumentada. Publicación digital. México. 294 p.
- Rzedowski, J., 1981. Vegetación de México. Limusa, México
- Sánchez, O., C. Donovarros-Aguilar y J. Sosa-Escalante (editores). 2000. Conservación y manejo de vida silvestre: vertebrados del trópico de México. Unidos para la Conservación-Sierra Madre, Dirección General de Vida Silvestre, INE-SEMARNAP, CONABIO, USFWS, UADY. México.190 p.
- Schellekens, J. 2000. Hydrological processes in a humid tropical rainforest: a combined experimental and modeling approach. Proefschrift, VrijeUniversiteitAmsterdam.
- Sosa-Escalante, J. 2000. Valoración y seguimiento de la biodiversidad: Implicaciones en conservación y manejo. In Conservación y manejo de vida silvestre: vertebrados del trópico de México. Sánchez, O., C. Donovarros y J. Sosa-Escalante (eds.). Unidos para la Conservación-Sierra Madre, Dirección General de Vida Silvestre, INE-SEMARNAP, CONABIO, USFWS, UADY. México. p. 49-67.
- Sousa M. y Cabrera E. 1983. Listados Florísticos de México. II Flora de Quintana Roo. Instituto de Biología, Universidad Autónoma de México. México, D. F.
- Tello, H. 2011. Suelos. In Riqueza Biológica de Quintana Roo, un análisis para su Conservación, Tomo 1. Pozo, C., A. Canto y S. Calmé (eds.). El Colegio de la Frontera Sur, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Gobierno del Estado de Quintana Roo y Programa de Pequeñas Donaciones. México D.F. p. 57-61.
- Thomassiny, J. y E. Chan 2011. Cambios en el uso de suelo. In Riqueza Biológica de Quintana Roo, un análisis para su Conservación, Tomo 1. Pozo, C., A. Canto y S. Calmé (eds.). El Colegio de la Frontera Sur, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Tipper, R. 2000. Carbon offsets from forestry projects in developing countries. Report commissioned by the Department of the Environment, Transport, and Regions. ECCM, Edimburgo. 27 p.

Torres, J. y A. Guevara. 2002. El potencial de México para la producción de servicios ambientales: Captura de carbono y desempeño hidráulico. *Gaceta Ecológica* 63: 40-59.

Valdez-Hernández, M. y G. Islebe. 2011. Tipos de vegetación en Quintana Roo. In *Riqueza Biológica de Quintana Roo, un análisis para su Conservación*, Tomo 2. Pozo, C. (ed.). El Colegio de la Frontera Sur, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Gobierno del Estado de Quintana Roo y Programa de Pequeñas Donaciones. México D.F. p. 32-36.

Vázquez-Domínguez, E. y H. Arita. 2010. The Yucatan Peninsula: Biogeographical History 65 Million Years in the Making. *Ecography* 33: 212-219 P.

### Consultas electrónicas.

- [www.cna.gob.mx](http://www.cna.gob.mx)
- [www.conabio.gob.mx](http://www.conabio.gob.mx)
- [www.conafor.gob.mx](http://www.conafor.gob.mx)
- [www.inegi.gob.mx](http://www.inegi.gob.mx)
- [www.nooa.gob.mx](http://www.nooa.gob.mx)
- [www.cancun.gob.mx](http://www.cancun.gob.mx)
- [www.seduma.qroo.gob.mx](http://www.seduma.qroo.gob.mx)
- [www.semarnat.gob.mx](http://www.semarnat.gob.mx)

### XVII.2 Cartografía y mapas elaborados para este estudio.

- Plano de la ubicación general del predio.
- Plano de ubicación del área de cambio de uso del suelo y su cuadro de construcción.
- Plano de ubicación del predio con respecto a la UGA 21.
- Plano de la vegetación en el predio.
- Plano de los sitios de muestreo en el predio.
- Plano de los sitios de muestreo en el sistema ambiental
- Plano del sistema ambiental

### XVII.3 Datos de campo del inventario forestal del predio.

SITIO	AREA	N. PROGRESIVO	CLAVE	DIAMETRO (cm)	ALT. TOTAL (m)
1	5	0	MAJAHUA		0.5
1	5	0	KANASIN		0.4

1	5	0	SACCHACA		0.6
1	100	0	NECO	3	3.5
1	100	0	MAJAHUA	3.7	4.5
1	100	0	FIPE	7	5
1	500	1	TZALAM	11	6.5
1	500	2	TZALAM	13	6
1	500	3	TZALAM	11.7	6
2	5	0	EUDA		0.5
2	5	0	EUDA		0.5
2	5	0	KANASIN		0.55
2	5	0	MAJAHUA		0.55
2	5	0	MAJAHUA		0.6
2	5	0	MAJAHUA		0.75
2	5	0	CAFÉ		0.35
2	5	0	TZALBAY		0.45
2	5	0	NARANJACHE		0.7
2	100	0	DZUDZUK	6.3	5
2	100	0	TRIQUILIA	5.1	4
2	100	0	DZUDZUK	4.2	4
2	100	0	DZUDZUK	4.4	4.5
2	100	0	DZISILCHE	3.6	3.5
2	100	0	DZUDZUK	7.2	5.5
2	100	0	DZUDZUK	4.2	4.5
2	100	0	DZUDZUK	4.3	4.5
2	100	0	DZUDZUK	5	4.5
2	100	0	DZUDZUK	5.5	5
2	100	0	CORDIA	4.1	5
2	100	0	EUDA	3.6	3.5
2	100	0	DZUDZUK	3.5	4
2	100	0	DZUDZUK	3	4
2	100	0	EUDA	3.5	3.5
2	100	0	EUDA	3.6	4.5
2	100	0	DZUDZUK	3.6	5
2	100	0	AKITS	7.5	6
2	100	0	DZUDZUK	4	5
2	100	0	DZUDZUK	5.1	5
2	100	0	DZUDZUK	3.5	5.5
2	100	0	DZUDZUK	5.5	5.5
2	500	1	AKITS	11	6
2	500	2	JABIN	20	7.5
3	5	0	SIST		0.35
3	5	0	CAFÉ		0.2

3	5	0	CAFÉ		0.4
3	5	0	ELEMUY		0.55
3	5	0	SACCHACA		0.8
3	5	0	SACCHACA		0.7
3	5	0	CHACA		0.5
3	5	0	CHACA		0.45
3	5	0	CHACA		1
3	5	0	BOB		0.6
3	5	0	MAJAHUA		0.7
3	5	0	MAJAHUA		0.5
3	5	0	MAJAHUA		0.8
3	5	0	EUGENIA		0.35
3	100	0	COCOLOBA	3.6	3
3	100	0	EUGENIA	3.3	4.5
3	100	0	NECO	3.3	4.5
3	100	0	CHECHEM	6	5.5
3	100	0	BOB	4.6	4.5
3	100	0	SACCHACA	5.8	5
3	100	0	AKITS	6.5	4.5
3	100	0	MAJAHUA	3.4	4
3	100	0	NECO	3.5	4
3	100	0	AKITS	5.5	5.5
3	100	0	FIOB	5	5
3	100	0	MAJAHUA	3.3	5
3	100	0	TASTAB	3.1	3.5
3	500	1	CHECHEM	10.9	6.5
3	500	2	ALAMO	17	6.5
3	500	3	ALAMO	13	6.5
3	500	4	FIOB	11.5	5
3	500	5	JABIN	23	7
3	500	6	YAAXNIC	15.9	7
3	500	7	BOB	11.5	5.5
3	500	8	SACPICH	10.7	5.5
4	5	0	CUDE		0.35
4	5	0	SIST		0.3
4	5	0	EUDA		0.45
4	5	0	CAFÉ		0.25
4	5	0	KANASIN		0.55
4	5	0	SACCHACA		0.8
4	100	0	MAJAHUA	3.5	5
4	100	0	GUAYAKTE	4.3	4.5
4	100	0	AKITS	6.8	5

---

---

4	100	0	CHACA	6.1	5
4	100	0	JABIN	5	5
4	100	0	CHACA	8	5.5
4	100	0	CHIT	8	3.5
4	100	0	NECO	4	3.5
4	100	0	JABIN	8.1	5.5
4	100	0	NECO	3.9	5
4	100	0	TRIQUILIA	8	6
4	100	0	CHECHEM	3	5
4	100	0	TRIQUILIA	5.1	5.5
4	100	0	CHECHEM	5.3	5
4	100	0	CHECHEM	7.1	5.5
4	100	0	FIPE	6.6	5.5
4	100	0	CHACA	3.8	4
4	100	0	AKITS	3.5	3.5
4	100	0	YAAXNIC	3.4	4.5
4	100	0	CHACA	4.6	3.5
4	100	0	MAJAHUA	4.1	3.5
4	100	0	MAJAHUA	4.1	3.5
4	100	0	NECO	3.1	4
4	100	0	BOB	4.6	3.5
4	100	0	BOB	3.5	3.5
4	100	0	BOB	3.5	3.5
4	100	0	KANASIN	3.7	4
4	100	0	BOB	4.5	3.5
4	100	0	BOB	3.5	3.5
4	100	0	NECO	3.5	3.5
4	100	0	AKITS	3.4	3
4	100	0	AKITS	6.1	4.5
4	100	0	AKITS	5.3	4.5
4	100	0	AKITS	7.2	5
4	100	0	AKITS	5.1	5
4	100	0	FIPE	7.2	5
4	100	0	FIPE	3.8	3.5
4	100	0	AKITS	6.5	6
4	100	0	AKITS	3.5	4.5
4	100	0	AKITS	3.5	4.5
4	100	0	AKITS	4.1	4.5
4	100	0	AKITS	5	4.5
4	100	0	CHECHEM	5.8	6
4	100	0	BOB	3.5	3
4	100	0	NECO	3.9	4

---

---

4	100	0	JABIN	9.5	6
4	500	1	CHACA	11.5	7.5
4	500	2	JABIN	15.6	8
4	500	3	KANASIN	10.5	8
4	500	4	KANASIN	12.5	8
4	500	5	JABIN	11	8
4	500	6	CHACA	11	6.5
4	500	7	TZALAM	15.2	8
4	500	8	JABIN	14.5	7.5
4	500	9	JABIN	15.8	8
4	500	10	CHACA	10	6.5
4	500	11	JABIN	15.3	8
4	500	12	AKITS	11.2	6
4	500	13	FIPE	11.3	7.5
4	500	14	FIPE	13.3	7.5
4	500	15	FIPE	12.2	7.5
4	500	16	JABIN	14.5	8
4	500	17	AKITS	10.2	6.5
4	500	18	JABIN	16	7.5
4	500	19	KANASIN	11.5	5
4	500	20	DZUDZUK	14.6	7.5
4	500	21	DIVE	10.7	7
4	500	22	JABIN	14.2	8
4	500	23	FIPE	10	7
4	500	24	FIPE	10.3	6
5	5	0	CAFÉ		0.2
5	5	0	CUCO		0.45
5	5	0	CHECHEM		0.45
5	5	0	XIMCHE		0.6
5	5	0	BAJE		0.3
5	5	0	TULIPAN		0.4
5	5	0	BOB		0.8
5	100	0	CAIMITO	3.5	3
5	100	0	KANISTE	5.6	4.5
5	100	0	DIVE	3.9	4.5
5	100	0	NECO	4.6	4
5	100	0	SILIL	4.5	5
5	100	0	FIPE	4.3	4.5
5	100	0	PIMIENTILLO	3.5	4.5
5	100	0	FIPE	3.1	4.5
5	100	0	PIMIENTILLO	3.6	4
5	100	0	MAJAHUA	4.1	4



5	100	0	XIMCHE	5.6	4
5	100	0	SIST	3.4	2
5	100	0	DIVE	4	4
5	100	0	CHIT	8.3	4
5	100	0	FIPE	5.1	5
5	100	0	XIMCHE	4.3	5
5	100	0	YAAXNIC	3.3	4.5
5	100	0	BOB	6.2	4
5	100	0	FIPE	6.3	4.5
5	100	0	CHIT	9.9	3
5	100	0	KANISTE	4.2	3.5
5	100	0	XPUKIN	4	4
5	100	0	JABIN	5	5
5	100	0	CUDE	4.2	3.5
5	100	0	SACCHACA	6.4	4
5	100	0	AKUM	5.3	4
5	100	0	CUDE	3.1	4
5	100	0	MAJAHUA	4.1	3.5
5	100	0	AKUM	3.7	4
5	100	0	AKUM	6	4.5
5	100	0	AKUM	6.3	4.5
5	100	0	NECO	3	4
5	100	0	NECO	3.3	4
5	100	0	NECO	4	4
5	100	0	XIMCHE	3.8	4
5	100	0	SACCHACA	3	4
5	100	0	NECO	3.5	4.5
5	100	0	SACPIXOY	5.6	5
5	100	0	SACCHACA	4.8	4.5
5	100	0	AKITS	3	4.5
5	100	0	NECO	5.1	3
5	100	0	PASAK	3.3	3.5
5	100	0	NECO	4.6	3.5
5	500	1	JABIN	15	8
5	500	2	TATSI	23.5	6
5	500	3	FIPE	14	7
5	500	4	CHIT	11.5	3
5	500	5	CHACA	15	6.5
5	500	6	CHACA	12.5	6.5
5	500	7	YAAXNIC	10.5	7
5	500	8	CHACA	14.5	4.5
5	500	9	FIPE	13.4	7.5

5	500	10	GUARUMBO	11.5	7.5
5	500	11	GUARUMBO	13.6	7.5
5	500	12	GUARUMBO	11.7	7
5	500	13	GUARUMBO	11.3	7.5
5	500	14	GUANO	30	5
5	500	15	FIOB	18.7	6.5
5	500	16	CHACA	15.9	6
6	5	0	BOB		0.4
6	5	0	MAJAHUA		0.55
6	5	0	NECO		0.8
6	100	0	NINGUNO		
6	100	0	NINGUNO		
6	500	1	FIOB	22.5	6
6	500	2	FIOB	17.3	6
6	500	3	YAAXNIC	18	6.5
6	500	4	YAAXNIC	10.8	6
7	5	0	MAJAHUA		0.35
7	5	0	MAJAHUA		0.8
7	5	0	MAJAHUA		0.6
7	5	0	CHACA		0.7
7	5	0	CHACA		0.3
7	5	0	NECO		0.4
7	5	0	EUGENIA		0.65
7	100	0	BOB	3	3
7	100	0	SACPIXOY	3	3
7	500	1	ZAPOTE	34	10
7	500	2	ZAPOTE	38	10
8	5	0	RANDIA		0.45
8	5	0	RANDIA		0.45
8	5	0	RANDIA		0.35
8	5	0	KANASIN		0.35
8	5	0	KANASIN		0.35
8	5	0	KANASIN		0.8
8	5	0	CHACA		0.6
8	5	0	CHACA		0.7
8	5	0	YAAXNIC		0.3
8	5	0	NECO		0.65
8	5	0	CUDE		0.65
8	5	0	EUDA		0.7
8	100	0	CHACA	3.3	3.5
8	100	0	CHACA	3	2
8	500	1	AKUM	25.5	7

8	500	2	ZAPOTE	43	10
8	500	3	YAAXNIC	13	6
8	500	4	GUANO	30	4.5
8	500	5	ALAMO	11	6.5
8	500	6	ALAMO	18.5	6.5
8	500	7	ALAMO	10	6.5
8	500	8	ALAMO	15.5	6.5
9	5	0	TASTAB		0.6
9	5	0	TASTAB		0.7
9	5	0	TASTAB		0.8
9	5	0	NECO		0.6
9	5	0	NECO		0.7
9	5	0	MAJAHUA		0.3
9	5	0	PATA DE VACA		0.6
9	5	0	PACU		0.6
9	5	0	CAFÉ		0.3
9	5	0	PATA DE VENADO		0.35
9	100	0	YAAXNIC	5.5	3.5
9	100	0	CHECHEM	5.7	5
9	500	1	CHECHEM	15	7
9	500	2	ALAMO	17.3	6
9	500	3	CHACA	11.2	6
9	500	4	CHACA	12	6
10	5	0	SIST		0.55
10	5	0	PIMIENTILLO		0.6
10	5	0	PIMIENTILLO		0.5
10	5	0	KATALOX		0.6
10	5	0	SOLANUN		0.6
10	5	0	MAJAHUA		0.3
10	5	0	TASTAB		0.7
10	100	0	PAPAYA	7.2	3
10	100	0	PAPAYA	5.8	3
10	100	0	CHACA	3.3	2.5
10	500	1	JABIN	12.5	7
10	500	2	AKITS	10	6.5
10	500	3	AKITS	12	6.5
10	500	4	FIPE	12	6.5
10	500	5	ZAPOTE	61	12
10	500	6	FIPE	10.5	7
10	500	7	FIPE	10.8	7
10	500	8	FIPE	15	5.5
11	5	0	AKITS		0.7

11	5	0	AKITS		0.5
11	5	0	AKITS		0.6
11	5	0	NECO		0.35
11	5	0	SIST		0.7
11	5	0	GUAYACTE		0.4
11	5	0	GUANO		0.3
11	100	0	KATALOX	5	5
11	100	0	NECO	4.5	4.5
11	100	0	NECO	5.6	4.5
11	100	0	YAAXNIC	3	2
11	100	0	AKITS	5	4
11	100	0	AKITS	4.5	4
11	100	0	AKITS	5.1	4
11	100	0	FIPE	4.8	4
11	500	0	NINGUNO		0.45
12	5	0	PIMIENTILLO		0.6
12	5	0	PIMIENTILLO		0.4
12	5	0	MAJAHUA		0.4
12	5	0	XIMCHE		0.6
12	5	0	AKUM		0.4
12	5	0	KANASIN		0.5
12	100	0	KANISTE	7	6
12	100	0	KANISTE	3.6	3.5
12	100	0	YAAXNIC	6.2	5.5
12	100	0	CHIT	7.1	3
12	100	0	AKITS	4.2	4
12	100	0	AKITS	4	4
12	100	0	AKITS	3.6	4
12	100	0	KANASIN	4	4
12	100	0	KANASIN	4	4
12	100	0	KANASIN	3.6	4
12	100	0	KANASIN	3.1	4
12	100	0	AKITS	5	4.5
12	100	0	YAAXNIC	6.6	4.5
12	100	0	YAAXNIC	4.8	5
12	100	0	AKITS	4.4	5
12	100	0	AKITS	5.4	5
12	100	0	AKITS	5.5	5
12	100	0	AKITS	4.5	5
12	100	0	AKITS	4.2	5
12	100	0	AKITS	6	5
12	100	0	YAAXNIC	7.7	5

12	100	0	YAAXNIC	9	6
12	100	0	YAAXNIC	6.5	6
12	100	0	KANASIN	6.8	6
12	100	0	NECO	4.1	3.5
12	500	1	AKUM	22	7
12	500	2	CHIT	10	5
12	500	3	FIOB	19	7.5
12	500	4	ZAPOTE	19	7.5
12	500	5	FIOB	12	6.5
12	500	6	CHACA	10	6.5
12	500	7	BOB	10	6
12	500	8	ZAPOTE	50	10
12	500	9	JABIN	11	8
12	500	10	CHECHEM	21.5	7.5
12	500	11	PIM	22	7.5
13	5	0	SACCHACA		0.35
13	5	0	RANDIA		0.7
13	5	0	RANDIA		0.5
13	5	0	NECO		0.4
13	5	0	BOB		0.5
13	100	0	YUY	3.2	5
13	100	0	YUY	4.1	5
13	100	0	SACCHACA	4.1	4.5
13	100	0	SACCHACA	4.4	4.5
13	100	0	SACCHACA	4.5	4.5
13	100	0	BOB	4.4	5
13	100	0	NARANJACHE	5.5	5
13	100	0	NARANJACHE	5.8	5
13	100	0	NARANJACHE	3.4	5
13	100	0	NECO	3.2	4
13	100	0	ALAMO	3.1	4
13	100	0	NECO	3.5	5
13	100	0	SACCHACA	4.9	5
13	100	0	SACCHACA	6.5	5
13	100	0	ALAMO	7.8	5.5
13	100	0	ALAMO	4.5	4
13	100	0	ALAMO	3.8	4
13	100	0	FIOB	4	3.5
13	100	0	KANASIN	5.2	5.5
13	100	0	NECO	3.1	4
13	100	0	NECO	4.5	4.5
13	100	0	MAJAHUA	3.6	5

13	100	0	MAJAHUA	4.2	5
13	100	0	GRANADILLO	3.8	5
13	100	0	AKUM	4.5	5
13	100	0	DZISILCHE	4.4	4
13	100	0	DZISILCHE	3.8	5
13	100	0	SACCHACA	5.8	6
13	100	0	DZUDZUK	5.5	5
13	100	0	SACCHACA	3.9	4.5
13	100	0	MAJAHUA	3.5	4.5
13	100	0	CHACA	3.6	4.5
13	100	0	CHACA	3.5	4.5
13	100	0	TASTAB	3.6	5.5
13	100	0	AKUM	5.3	5.5
13	100	0	AKUM	4.7	5
13	100	0	SACCHACA	5	5
13	100	0	SACCHACA	4.5	4
13	100	0	SACCHACA	7.2	6
13	100	0	DZUDZUK	9.4	6
13	100	0	DZUDZUK	7.7	6
13	100	0	NECO	4	3.5
13	100	0	CHECHEM	4.4	4.5
13	100	0	NECO	3.3	4.5
13	100	0	NECO	3.2	5
13	100	0	SACCHACA	3.2	4.5
13	100	0	DIVE	4.2	5
13	100	0	NECO	3.1	3
13	100	0	FIOB	4.4	4.5
13	100	0	ALAMO	5.6	6
13	500	1	KANASIN	10.5	7.5
13	500	2	CHECHEM	11	6
13	500	3	DZUDZUK	17.7	6
13	500	4	KATALOX	11.5	6
13	500	5	CHECHEM	26.5	9
14	5	0	BOB		0.6
14	5	0	ALAMO		0.6
14	5	0	RANDIA		0.35
14	5	0	RANDIA		0.7
14	5	0	RANDIA		0.5
14	5	0	CAFÉ		0.75
14	5	0	PATA DE VENADO		0.4
14	5	0	WAYACTE		0.3
14	5	0	NECO		0.7

14	5	0	ALAMO		0.8
14	100	0	NINGUNO		
14	500	1	TZALAM	14	5
14	500	2	GUANO	18.5	4.5
15	5	0	RANDIA		0.45
15	5	0	RANDIA		0.5
15	5	0	SIST		0.6
15	5	0	MAJAHUA		0.75
15	100	0	DZUDZUK	4.2	4
15	100	0	DZUDZUK	4.6	4
15	100	0	DZUDZUK	4.4	4
15	100	0	EUDA	3.7	3
15	100	0	MAJAHUA	3.2	2
15	100	0	AKUM	6.1	4.5
15	100	0	NECO	3.6	4
15	100	0	TASTAB	3.7	4
15	100	0	DZUDZUK	4.5	4
15	100	0	SACPICH	4.4	3.5
15	100	0	AKITS	5.1	4
15	100	0	JABIN	6.4	5
15	100	0	AKITS	3.3	4
15	100	0	AKUM	5	4.5
15	500	1	AKITS	10	6
15	500	2	SACPICH	12.5	7.5
15	500	3	SACPICH	10.8	7.5
16	5	0	XIMCHE		0.45
16	5	0	SACCHACA		0.55
16	5	0	RANDIA		0.55
16	5	0	RANDIA		0.5
16	5	0	RANDIA		0.5
16	5	0	COCOLOBA		0.4
16	5	0	EUGENIA		0.6
16	5	0	PACU		0.7
16	5	0	SIST		0.3
16	5	0	EUDA		0.3
16	100	0	CHIT	7.2	5
16	100	0	CHECHEM	6.5	7
16	100	0	AKITS	4.5	5.5
16	100	0	AKITS	7.4	6.5
16	100	0	YAAXNIC	7.8	6.5
16	100	0	CHIT	8.1	7.5
16	100	0	CHIT	9.8	7.5

16	100	0	CHACA	7.3	6
16	100	0	CHACA	6.3	6
16	100	0	CHECHEM	3.5	4
16	100	0	CHECHEM	4.2	5
16	100	0	CHECHEM	5	5
16	100	0	CHECHEM	4.4	5
16	100	0	DIVE	3.3	4
16	100	0	TASTAB	3.6	4.5
16	100	0	WAYACTE	4.4	4.5
16	100	0	CHECHEM	9.2	6
16	100	0	CHECHEM	9.8	6
16	100	0	DIVE	3.5	4.5
16	100	0	WAYANCOX	4.4	5
16	100	0	CHIT	7.7	4.5
16	100	0	CHIT	7.8	4
16	100	0	CHIT	8	7.5
16	100	0	MAJAHUA	3	3.5
16	100	0	SACCHACA	3	3
16	100	0	SACCHACA	3	4
16	100	0	YAAXNIC	7	5.5
16	100	0	YAAXNIC	4.4	3.5
16	100	0	NECO	3.8	5
16	100	0	TASTAB	3.8	5
16	100	0	NECO	3.3	4.5
16	100	0	NECO	3.1	5
16	100	0	TASTAB	3	4.5
16	100	0	MAJAHUA	3	4
16	100	0	SACHACA	4.6	5
16	100	0	TASTAB	3	4
16	100	0	SIRICOTE	4	4.5
16	100	0	YAAXNIC	4.7	4.5
16	100	0	YAAXNIC	4.7	4.5
16	100	0	CHECHEM	5.1	5
16	100	0	KITINCHE	5.1	5.5
16	100	0	SACCHACA	4.3	5.5
16	100	0	COCOLOBA	4.3	5
16	100	0	CHACA	4.8	4.5
16	100	0	CHIT	9.5	4
16	500	1	CHECHEM	13.2	7.5
16	500	2	ZAPOTE	42.8	9.5
16	500	3	CHECHEM	14	8
16	500	4	AKUM	19.3	6.5



16	500	5	FIPE	11.1	8
16	500	6	CHECHEM	14.7	7.5
16	500	7	FIPE	13	6.5
16	500	8	JABIN	13.2	7.5
16	500	9	KITINCHE	11.5	6
16	500	10	JABIN	16	5
16	500	11	JABIN	11.5	7.5
17	5	0	SACCHACA		0.75
17	5	0	GUCO		0.5
17	5	0	GUAYA		0.45
17	5	0	KANASIN		0.4
17	5	0	CHACA		0.9
17	5	0	NECO		0.4
17	100	0	KANASIN	4.2	4.5
17	100	0	DICU	5.1	6
17	100	0	DZUDZUK	4.6	5
17	100	0	CHACA	5.5	6
17	100	0	CHACA	3.5	3
17	100	0	SIRICOTE	4.6	6
17	100	0	SIRICOTE	3.6	5
17	100	0	SIRICOTE	4.5	2.5
17	100	0	KANASIN	6.1	5.5
17	100	0	KANASIN	5	5.5
17	100	0	KANASIN	4.5	5.5
17	100	0	YAAXNIC	6.7	5.5
17	100	0	BOB	8	5.5
17	100	0	DIVE	5	6.5
17	100	0	BOB	6.1	5.5
17	100	0	FIPE	6.7	5.5
17	100	0	AKITS	7.1	6
17	100	0	AKITS	6.5	6
17	100	0	AKITS	7.2	6
17	100	0	AKITS	7	6
17	500	1	AKITS	11.2	5.5
17	500	2	CHAKAH	10	6
17	500	3	AKUM	11.1	6.5
17	500	4	YAAXNIK	11	6
17	500	5	ALAMO	12.8	7
17	500	6	ALAMO	11	7
17	500	7	ZAPOTE	33.7	9.5
17	500	8	KANAZIN	11.5	6
17	500	9	CHECHEM	19.7	10

17	500	10	ACDO	12.7	6
17	500	11	ACDO	14.8	6
17	500	12	ACDO	11.5	6
18	5	0	MAJAHUA		0.5
18	5	0	TASTAB		0.5
18	5	0	LENGUA DE VACA		0.5
18	5	0	EUDA		0.65
18	5	0	SACCHACA		0.5
18	5	0	SACCHACA		0.35
18	5	0	BOB		0.3
18	5	0	NECO		0.4
18	5	0	SIRICOTE		0.5
18	5	0	CAFÉ		0.3
18	100	0	BOB	5.2	4.5
18	100	0	NECO	3.2	4.5
18	100	0	NECO	3.3	4.5
18	100	0	NECO	3.9	4.5
18	100	0	NECO	3.3	4.5
18	100	0	NECO	4	4.5
18	100	0	BOB	3	4
18	100	0	CHECHEM	3.8	3
18	100	0	NECO	3.8	3
18	100	0	ALAMO	4.7	5
18	100	0	ALAMO	6.4	5
18	100	0	ALAMO	5.5	5
18	100	0	ALAMO	5.9	5
18	100	0	JABIN	8.1	6
18	100	0	DZUDZUK	4.3	5.5
18	100	0	JABIN	4.4	5.5
18	100	0	JABIN	6.1	5.5
18	100	0	YAAXNIC	8.2	4
18	100	0	YAAXNIC	5.7	4
18	100	0	AKITS	4.1	4
18	100	0	YAAXNIC	6.8	5.5
18	100	0	DZUDZUK	4.8	5.5
18	100	0	DZUDZUK	4.7	5.5
18	500	1	JABIN	10.6	7
18	500	2	JABIN	12.7	7.5
18	500	3	JABIN	10	6
18	500	4	JABIN	12.5	6
18	500	5	JABIN	12	7
18	500	6	YAAXNIC	14.5	7.5

18	500	7	JABIN	12.5	7.5
18	500	8	GUANO	22	4.5
19	5	0	CHIT		0.5
19	5	0	EUGENIA		0.6
19	5	0	SIST		0.55
19	5	0	CAFÉ		0.3
19	5	0	PACU		0.4
19	100	0	YAAXNIC	3.5	4
19	100	0	SACCHACA	3.5	5
19	100	0	DIVE	4	5.5
19	100	0	FIPE	3.9	5
19	100	0	CHIT	9.5	8
19	100	0	NECO	3.8	4.5
19	100	0	CHACYA	4.9	6
19	100	0	FIPE	5	5.5
19	100	0	CHECHEM	3	4.5
19	100	0	CHECHEM	5.8	7
19	100	0	MAJAHUA	3.6	5
19	100	0	TAMAY	8	5
19	100	0	EKULUB	8.6	5
19	100	0	SACPICH	4.5	6
19	100	0	TATSI	3.8	5
19	100	0	COCOLOBA	4	4.5
19	100	0	DICU	4.5	6
19	100	0	CHACNI	5.5	6
19	100	0	BOB	5	5.5
19	100	0	SIST	4.8	4.5
19	100	0	HOJA DURA	3	4
19	100	0	CUDE	5.4	5
19	100	0	ALAMO	3.5	3
19	100	0	PASAK	4	5
19	100	0	SACPICH	6.8	5.5
19	100	0	BOB	4.5	4
19	100	0	BOB	3.3	4.5
19	100	0	NECO	4.3	4.5
19	100	0	COCOLOBA	4	4.5
19	100	0	DIVE	4.8	5.5
19	100	0	BOB	4.5	4.5
19	100	0	FIPE	8.1	6.5
19	100	0	FIPE	4.4	6.5
19	100	0	DIVE	7.3	6.5
19	100	0	YAAXNIC	4.4	5

19	100	0	CHECHEM	3.6	5
19	500	1	CHECHEM	15.4	7.5
19	500	2	YAAXNIC	16	7.5
19	500	3	YAAXNIC	14.5	7.5
19	500	4	CHECHEM	16.5	7.5
19	500	5	ZAPOTE	61.5	8.5
19	500	6	CHECHEM	11.5	7.5
19	500	7	ALAMO	12.5	7.5
19	500	8	ALAMO	10	7.5
19	500	9	FIPE	13	7
19	500	10	FIPE	10.5	6.5
19	500	11	CHACA	15.6	7
19	500	12	KANASIN	11	8
19	500	13	FIPE	12.2	7.5
19	500	14	YAAXNIC	13.5	7.5
19	500	15	YAAXNIC	10.5	7.5
19	500	16	YAAXNIC	17.8	7.5
19	500	17	FIPE	10.4	7.5
19	500	18	CHECHEM	12	7.5
19	500	19	YAAXNIC	11.5	7
20	5	0	CAFÉ		0.35
20	5	0	CAFÉ		0.5
20	5	0	CHIT		0.4
20	5	0	AKITS		0.5
20	5	0	PACU		0.7
20	5	0	ZAPOTE		0.9
20	100	0	EUDA	3	4
20	100	0	CHACA	9.5	6
20	100	0	GRANADILLO	3.7	4.5
20	100	0	BOB	6.5	6.5
20	100	0	GRANADILLO	4	4.5
20	100	0	CHACYA	4.3	5.5
20	100	0	AKITS	4.6	4.5
20	100	0	DIVE	4.1	6
20	100	0	EUDA	3.2	4
20	100	0	PIMIENTILLO	3	4
20	100	0	AKITS	7.9	6.5
20	100	0	COCOLOBA	4	4.5
20	100	0	AKITS	5	5
20	100	0	CHECHEM	7	5
20	100	0	AKITS	5	5
20	100	0	AKITS	5.6	5

20	100	0	AKITS	6.3	5
20	100	0	AKITS	5.5	5
20	100	0	AKITS	3.8	4.5
20	100	0	AKITS	6.7	5.5
20	100	0	AKITS	5.7	5.5
20	100	0	TASTAB	4.3	5
20	100	0	GRANADILLO	4	4.5
20	100	0	NECO	3.8	5
20	100	0	CHIT	8.2	4.5
20	100	0	CHACYA	5.2	5
20	100	0	AKITS	3.3	5
20	100	0	AKITS	6.7	5.5
20	100	0	TASTAB	3.5	3.5
20	100	0	AKITS	4.4	5
20	100	0	AKITS	3.6	5
20	100	0	AKITS	3.1	4
20	100	0	AKITS	3.1	4
20	100	0	YAAXNIC	9.2	6
20	100	0	CHACYA	4	5
20	100	0	FIPE	4.7	5
20	100	0	AKITS	4.2	5
20	100	0	AKITS	3.3	5
20	100	0	KITINCHE	3.3	4.5
20	100	0	AKITS	4.4	5
20	100	0	AKITS	5.6	5
20	100	0	AKITS	4.4	5
20	100	0	KITINCHE	3.4	4
20	100	0	CHECHEM	4.4	5
20	500	1	CHACA	14.4	7.5
20	500	2	AKITS	25.5	6.5
20	500	3	AKITS	10.5	6
20	500	4	AKITS	11.3	6
20	500	5	ACDO	11.2	7.5
20	500	6	ACDO	11.5	7.5
20	500	7	CHACA	11.5	6
20	500	8	YAAXNIC	10.5	7.5
20	500	9	GUANO	19.5	5.5
20	500	10	TZALAM	24.4	8.5
20	500	11	TZALAM	20.5	8.5
20	500	12	ALAMO	10	6.5
20	500	13	CHACA	12	6.5
20	500	14	AKUM	20	6

20	500	15	JABIN	11.4	8
20	500	16	CHACYA	12.5	7

Datos de campo del inventario forestal del Sistema Ambiental.

Sitio	Area (m2)	No. progresivo	Clave	Diámetro (cm)	Altura (m)
21	100		BOB	3	2.5
21	100		CHAKAH	3.2	3.5
21	100		CHAKAH	4.4	3
21	500	1	ZAPOTE	18	6
22	100		ZAKPICH	4.4	4.5
22	100		CHACYA	3.9	4
22	100		CHACYA	4.2	4.5
22	100		CHACYA	4.9	4.5
22	100		CHACYA	3.8	4
22	100		AKITS	3.6	4
22	100		AKITS	4.1	4
22	100		PAPAYA	4.9	2.5
22	100		PAPAYA	4.2	2.5
22	500	1	PIIN	10.5	5.5
22	500	2	PIIN	11	5.5
22	500	3	PIIN	12	5
22	500	4	PIIN	14	5
23	100		CHAKAH	5.1	4.5
23	100		YAAXNIK	6.5	5.5
23	100		FIOB	5	3.5
23	100		MAJAHUA	4.4	4.5
23	100		MAJAHUA	3.1	4
23	100		TATSI	3.9	4.5
23	100		CHAKAH	4.6	2.5
23	100		YUUY	3.8	4.5
23	100		FIPE	3.8	4
23	100		FIPE	8.6	6.5
23	100		FIPE	8.5	5
23	100		CHAKAH	7	4.5
23	100		TAMAY	4	3.5
23	100		AKITS	4.1	4
23	100		AKITS	7	6
23	100		AKITS	5.3	5
23	100		AKITS	5.1	4.5

23	100		CHAKAH	7.5	4.5
23	100		HUAYANCOX	5.1	4.5
23	100		DIVE	3.6	5.5
23	100		AKITS	6.4	5
23	100		AKITS	5	4.5
23	100		CHAKAH	5.4	4.5
23	100		NECO	3.1	3.5
23	100		FIPE	8.1	6.5
23	100		FIPE	4.3	4
23	100		ELEMUY	3.7	3
23	100		BOJON	6.5	6.5
23	100		CHAKAH	6.7	4.5
23	100		DZIDZILCHE	3.3	3.5
23	100		DZIDZILCHE	5.8	5.5
23	100		DZIDZILCHE	6.9	5
23	100		EKULUB	5	4
23	100		EKULUB	4.1	3.5
23	100		EKULUB	9.3	5.5
23	100		FIPE	6	4.5
23	100		HOJA DURA	4.1	3
23	500	1	CHAKAH	10	5.5
23	500	2	YAAXNIK	14.7	6.5
23	500	3	CHAKAH	11.3	5
23	500	4	YAAXNIK	10.8	7
23	500	5	YAAXNIK2	11.9	6
23	500	6	AKUM	18.8	6.5
23	500	7	ZAPOTE	26.7	7.5
23	500	8	JABIN	13.4	7.5
23	500	9	YAAXNIK	10	6.5
23	500	10	ALAMO	12.6	6.5
23	500	11	CHECHEM	12.2	6
23	500	12	YAAXNIK	11	6.5
23	500	13	YAAXNIK	14	8
24	100		JABIN	3.2	3
24	100		CHAKAH	3	4
24	100		ALAMO	4.6	4
24	100		CHAKAH	3	3
24	100		MAJAHUA	4	4
24	100		ALAMO	6.2	5
24	100		ALAMO	9.6	6
24	100		YAAXNIK	7.8	5
24	100		YAAXNIK	4.5	4

24	100		YAAXNIK	4.1	3.5
24	100		ZAKPICH	9.5	4.5
24	500	1	YAAXNIK	12.8	6.5
24	500	2	JABIN	10.9	6
24	500	3	CHAKAH	13.1	5
24	500	4	CHAKAH	10.2	4
24	500	5	ALAMO	10.2	4.5
24	500	6	CAIMITO	13.7	5
24	500	7	JABIN	10	6
24	500	8	YAAXNIK	12.3	6.5
24	500	9	YAAXNIK	11.1	6.5
24	500	10	YAAXNIK	10.7	7
24	500	11	HUANO	19.5	4.5
25	100		ALAMO	3.8	4.5
25	100		ZAKCHAKAH	3.2	3.5
25	100		ZAKCHAKAH	4.1	4
25	100		EUDA	3.1	4
25	100		CHAKAH	3.6	3
25	100		ALAMO	3.9	4
25	100		ZAKCHAKAH	4.4	4
25	100		EUDA	3.4	3
25	100		CHAKAH	4.5	4
25	100		AKITS	3.5	3.5
25	100		ALAMO	3.4	3.5
25	100		ALAMO	4.9	4
25	100		ALAMO	4	4
25	100		ALAMO	3	3
25	100		CROTON	3.4	3.5
25	100		EUDA	3.1	3.5
25	100		COCOLOBA	4.4	3
25	100		ALAMO	3	3
25	100		NECO	3.4	3.5
25	100		ALAMO	3.5	2.5
25	100		NECO	4	3.5
25	100		AKITS	3.8	4.5
25	100		ZAKCHAKAH	3.5	4
25	100		ZAKCHAKAH	6.8	5
25	100		NECO	5.3	5
25	100		YAAXNIK	3.9	3.5
25	100		ZAKCHAKAH	3.4	4
25	100		DICU	4.4	4.5
25	500	1	HUANO	22.7	5



25	500	2	ALAMO	11.2	4.5
25	500	3	ALAMO	11.3	6.5
25	500	4	AKITS	15.5	5.5
25	500	5	YAAXNIK	14.5	7
25	500	6	ALAMO	15.7	7
25	500	7	YAAXNIK	12.7	5
25	500	8	YAAXNIK	12.1	6
26	100		ALAMO	3.7	3
26	100		ALAMO	3.7	4
26	100		ALAMO	3.8	4.5
26	100		ALAMO	4.5	5
26	100		BOJON	3.9	4.5
26	100		ZAKCHAKAH	5.4	5
26	100		ZAKCHAKAH	3.4	3.5
26	100		ZAKCHAKAH	3.2	4
26	100		ERITRINA	3.1	3.5
26	100		MAJAHUA	3.1	4
26	100		BOB	3.6	3.5
26	100		DZIDZILCHE	3.9	4.5
26	100		DZIDZILCHE	3.8	4.5
26	100		DZIDZILCHE	3.8	3.5
26	100		DIVE	5.1	5.5
26	100		DZIDZILCHE	4.4	4
26	100		DZIDZILCHE	4.4	4.5
26	100		MAJAHUA	3.2	4
26	100		MAJAHUA	3	2.5
26	100		NECO	3.8	3.5
26	100		ZAKCHAKAH	3.1	3.5
26	100		CROTO	5.1	4.5
26	100		AKITS	6.7	4
26	100		AKITS	4.9	4.5
26	100		KANAZIN	5.5	5.5
26	100		KANAZIN	4.8	5
26	100		KANAZIN	4.4	4
26	100		CAIMITO	3	4
26	100		NECO	3.3	4
26	100		CROTO	3	4
26	100		NECO	3.8	4
26	100		NECO	3.5	4.5
26	100		ZAKCHAKAH	3.7	4
26	100		ZAKCHAKAH	3.6	4
26	100		KANAZIN	4.1	5

26	100		CROTO	3	3.5
26	500	1	KANAZIN	12.9	8.5
26	500	2	YAAXNIK	18.4	6.5
26	500	3	YAAXNIK	10.2	6
26	500	4	YAAXNIK	10.4	6.5
26	500	5	BOB	10.4	6
26	500	6	FIOB	10.4	4.5
26	500	7	BOB	10.1	5.5
26	500	8	YAAXNIK	10.4	6.5
26	500	9	CHAKAH	12.5	5
26	500	10	ALAMO	12.5	7.5
27	100		NECO	3.9	4.5
27	100		NECO	3.1	4
27	100		FIPE	3.1	4.5
27	100		FIPE	3.1	4
27	100		CHIT	4.7	4
27	100		AKITS	6.8	5
27	100		AKITS	3.1	3
27	100		FIPE	3.1	4
27	100		EUDA	3.2	4
27	100		EUDA	3	3.5
27	100		AKITS	3.5	4
27	100		FIPE	5.1	4
27	100		ZAKCHAKAH	4.6	5
27	100		KANAZIN	4.2	4.5
27	100		AKITS	6.3	4.5
27	100		FIPE	4.8	4.5
27	100		ALAMO	4.8	4.5
27	100		CROTO	3.3	4.5
27	100		ZAKCHAKAH	7.3	5
27	100		YAAXNIK	5.5	6
27	100		ZAKCHAKAH	3.8	4
27	100		CHIT	6.8	6
27	100		KANISTE	3.8	4
27	100		CHAKAH	3.6	3.5
27	100		NECO	3.9	4
27	100		ZAKCHAKAH	5.9	4
27	100		EUDA	3.2	4
27	100		YAAXNIK	4.3	5
27	100		YAAXNIK	3.8	4
27	100		YAAXNIK	3.8	4
27	100		YAAXNIK	9.7	6

27	100		ZAKCHAKAH	3.7	3.5
27	100		CHECHEM	3	3.5
27	100		CAIMITO	3.7	4
27	100		CAIMITO	4.2	4
27	100		ZAKCHAKAH	3.8	5
27	100		ZAKCHAKAH	3.3	4.5
27	100		NECO	4	4
27	100		SIST	3.5	4
27	100		GUCO	3.1	4
27	100		EUDA	4	4
27	100		CHAKAH	3.1	4
27	100		AKUM	3.8	4
27	100		AKUM	3.4	3.5
27	100		CROTO	3.1	4
27	100		CHECHEM	6.1	6
27	100		CHECHEM	3.3	4
27	100		CHECHEM	5	5
27	100		DIVE	7.2	6
27	100		CHACNI	4	5
27	100		BOB	6.8	6
27	500	1	CHECHEM	14.5	6.5
27	500	2	AKUM	19	7
27	500	3	CHAKAH	13.6	6
27	500	4	CHECHEM	10.8	7
27	500	5	DIVE	10.2	6.5
27	500	6	FIOB	11.2	6
27	500	7	CHECHEM	13.9	7
27	500	8	FIPE	10	6.5
27	500	9	CHECHEM	12	6.5
27	500	10	FIPE	10	6
27	500	11	AKITS	23	7
27	500	12	CHECHEM	18.9	9.5
27	500	13	CHECHEM	11.4	7
27	500	14	AKUM	10.2	6
27	500	15	ALAMO	11.1	7.5
28	100		CHAKAH	3.9	4
28	100		DIVE	6.4	5
28	100		CHAKAH	4.1	4.5
28	100		DIVE	3.8	4
28	100		CHECHEM	5.8	4.5
28	100		PIMIENTILLO	3.7	4
28	100		MAJAHUA	5.5	4.5

28	100	MAJAHUA	3.5	4
28	100	KITINCHE	5.4	4.5
28	100	KITINCHE	4.8	4
28	100	KITINCHE	4.3	4.5
28	100	MAJAHUA	4	3
28	100	MAJAHUA	3.6	4
28	100	SIST	3.4	3.5
28	100	NECO	3.7	5
28	100	AKITS	5	4.5
28	100	NECO	4.2	5
28	100	NECO	3.3	4.5
28	100	NECO	3.4	5
28	100	NECO	3.2	4.5
28	100	DIVE	3	3.5
28	100	NECO	3.5	5.5
28	100	NECO	3.1	4.5
28	100	NECO	3.7	5
28	100	AKITS	3.4	4
28	100	COCOLOBA	4.6	5
28	100	CHAKAH	5.1	4
28	100	CHAKAH	3.6	4
28	100	MAJAHUA	3.3	4
28	100	COCOLOBA	4.5	4.5
28	100	COCOLOBA	3	4
28	100	GUCO	3	3.5
28	100	NECO	3.5	4.5
28	100	AKITS	3.8	4
28	100	AKITS	3.3	4
28	100	MAJAHUA	3.8	4
28	100	MAJAHUA	3.5	4
28	100	AKITS	4.2	4.5
28	100	DIVE	3	4
28	100	DIVE	3.4	4.5
28	100	AKITS	3.6	4
28	100	AKITS	4.2	4
28	100	NECO	5.1	4.5
28	100	DICU	3.4	4
28	100	CHAKAH	3.7	4
28	100	EUDA	3.3	4.5
28	100	MAJAHUA	3.1	3.5
28	100	KITINCHE	3.4	4.5
28	100	AKITS	3.1	3.5

28	100		AKITS	3.5	4
28	100		KITINCHE	3.2	4
28	100		CHAKAH	3.4	3.5
28	100		PIMIENTILLO	3.8	4
28	100		PIMIENTILLO	3.8	4
28	100		CHAKAH	4.3	4
28	500	1	KANAZIN	17.6	8
28	500	2	ZAPOTILLO	10	5.5
28	500	3	AKUM	14.8	8.5
28	500	4	AKUM	12.4	8.5
28	500	5	AKUM	11.9	7.5
28	500	6	FIOB	10.2	7
29	100		MAJAHUA	3.4	4
29	100		CHECHEM	5	5
29	100		NECO	4.5	5
29	100		FIPE	4.8	6
29	100		AKITS	3.1	3.5
29	100		AKUM	4.4	4
29	100		AKITS	5.9	5
29	100		KANISTE	4.2	4
29	100		CHECHEM	3	5
29	100		AKUM	9.8	4.5
29	100		AKUM	3.9	3.5
29	100		DIVE	5.2	5
29	100		CHECHEM	3.8	4
29	100		ZAKCHAKAH	4.4	5
29	100		AKUM	7.6	6
29	100		CHACYA	3.2	4.5
29	100		DIVE	5.4	5
29	100		ZAKCHAKAH	4.1	4.5
29	100		EUDA	3.2	3.5
29	100		ZAKCHAKAH	6.5	5
29	100		ZAKCHAKAH	3.2	3.5
29	100		MAJAHUA	3	3
29	100		MAJAHUA	3.8	3.5
29	100		MAJAHUA	4.3	4.5
29	100		AKUM	4.3	4.5
29	100		ZAKCHAKAH	4.9	4
29	100		JABIN	3.1	3
29	100		CHACYA	4.4	5
29	100		JABIN	3.7	4.5
29	100		ZAKCHAKAH	3	4

29	100		AKITS	3	4
29	100		AKITS	3.8	4.5
29	100		ZAKCHAKAH	4.8	5
29	100		CHACYA	8.5	7.5
29	100		AKITS	4.6	4.5
29	100		NECO	3	4
29	100		CHECHEM	5.2	5.5
29	100		MAJAHUA	5.5	5
29	100		MAJAHUA	4.2	4
29	100		MAJAHUA	3.4	3.5
29	100		CHECHEM	3	3.5
29	100		NECO	3.5	3.5
29	100		MAJAHUA	3.5	5
29	100		COAC	3.6	4.5
29	100		COAC	4.6	5
29	100		CHIT	7.8	6.5
29	100		MAJAHUA	3.3	3.5
29	100		MAJAHUA	3	4
29	100		MAJAHUA	3	4
29	100		MAJAHUA	3.1	4
29	100		CHECHEM	3.3	4.5
29	100		CHAKAH	3.7	5
29	100		CHAKAH	7.5	5
29	100		TATSI	4.2	4.5
29	100		AKUM	3.9	4
29	100		CHAKAH	3	3
29	500	1	CHECHEM	16.6	7
29	500	2	FIPE	10	6.5
29	500	3	JABIN	14.9	7
29	500	4	FIPE	11.2	7
29	500	5	ZAKCHAKAH	10	6.5
29	500	6	CHECHEM	11	6.5
29	500	7	YAAXNIK	10.1	7.5
29	500	8	YAAXNIK	12.9	7.5
29	500	9	YAAXNIK	12.5	8
29	500	10	JABIN	14	7
29	500	11	AKUM	10.3	6.5
29	500	12	AKUM	13.5	6.5
29	500	13	JABIN	11	6.5
29	500	14	CHECHEM	19.5	7.5
29	500	15	FIPE	10	6.5
29	500	16	AKUM	11.5	6

30	100		MAJAHUA	3.2	3.5
30	100		NECO	3	4
30	100		HUARUMBO	3.5	4
30	100		MAJAHUA	3	3.5
30	100		ZAKCHAKAH	5.3	5
30	100		CHAKAH	4.1	4.5
30	100		NECO	5	5
30	100		MAJAHUA	3.3	4
30	100		NECO	3.5	5
30	100		COCOLOBA	3.2	5
30	100		COCOLOBA	4.1	5
30	100		BOB	4.2	3.5
30	100		CHAKAH	3.6	3.5
30	100		MAJAHUA	3.2	4
30	100		CHECHEM	3.2	4
30	100		CHAKAH	3.8	4
30	100		CHAKAH	3.1	3.5
30	100		GUCO	3	3.5
30	100		NECO	3.2	4.5
30	100		DIVE	3.1	4.5
30	100		ZAKCHAKAH	6.7	5.5
30	100		DIVE	3.8	4.5
30	100		DIVE	3.7	4
30	100		CAIMITO	3.4	4.5
30	100		CHECHEM	6.2	5.5
30	100		DIVE	3.5	4.5
30	100		DIVE	4.9	5.5
30	100		ALAMO	3.6	4
30	100		CHECHEM	4.2	4.5
30	100		CHECHEM	3	4.5
30	100		GUCO	3.4	4.5
30	100		ZUBIN	3.2	5
30	100		ZUBIN	3	4.5
30	100		MAJAHUA	4.9	4.5
30	100		CHAKAH	5.4	4
30	100		MAJAHUA	3.6	3.5
30	100		KANAZIN	3	3.5
30	100		CHECHEM	3.2	4
30	100		CHAKAH	4.9	4
30	100		BOB	3	4
30	500	1	CHAKAH	21.2	6.5
30	500	2	CHECHEM	19.7	7

30	500	3	CHAKAH	12.3	6
30	500	4	BOB	12.1	7
30	500	5	CHECHEM	12.1	6.5
30	500	6	CHECHEM	17.5	7
30	500	7	CHECHEM	14.9	7
30	500	8	CHECHEM	13.7	5
30	500	9	CHECHEM	18.1	6.5
30	500	10	YAAXNIK	11.8	7
30	500	11	YAAXNIK	12.7	6
30	500	12	CHECHEM	10.7	5.5
30	500	13	CHECHEM	10.3	6.5
30	500	14	CHECHEM	11.2	6.5
31	100		ZAKCHAKAH	7	6.5
31	100		JABIN	8.9	6
31	100		DIVE	3.8	4.5
31	100		DIVE	3.9	5
31	100		DZUDZUK	4.2	4.5
31	100		DZUDZUK	4.5	4.5
31	100		DZUDZUK	3.5	4
31	100		ZAKCHAKAH	4.2	3.5
31	100		ZAKCHAKAH	4.9	5
31	100		ZAKCHAKAH	3.4	4
31	100		ZAKCHAKAH	4.9	4
31	100		ZAKCHAKAH	7	5.5
31	100		CHECHEM	6.3	5.5
31	100		NECO	3.3	4
31	100		ZAKCHAKAH	4.9	4.5
31	100		NECO	5.5	5
31	100		EUDA	3.1	4
31	100		BOB	3.9	4.5
31	100		BOB	5.9	5
31	100		ZAKCHAKAH	3.9	4
31	100		JABIN	4.9	5
31	100		D1	6.8	4
31	100		HOJA DURA	4.8	4
31	100		HOJA DURA	4.7	4
31	100		ZAKCHAKAH	3.4	4.5
31	100		DICU	5.5	5.5
31	100		ZAKCHAKAH	5.5	5.5
31	100		JABIN	4	4
31	100		JABIN	5.5	5.5
31	100		MAJAHUA	5	5



31	100		MAJAHUA	4.5	4.5
31	100		ZAKCHAKAH	4	4
31	500	1	DZUDZUK	22.8	6
31	500	2	ZAPOTE	60.5	10
31	500	3	CHAKAH	13.3	6.5
31	500	4	ZAKCHAKAH	13	6.5
31	500	5	FIOB	22.2	6
31	500	6	CHECHEM	10.8	5
31	500	7	ZAKCHAKAH	13.4	6.5
31	500	8	CHECHEM	10.1	6.5
31	500	9	CHECHEM	11.1	6.5
32	100		DZIDZILCHE	3.7	4
32	100		CHECHEM	3.9	4.5
32	100		CHECHEM	7.4	5.5
32	100		CHAKAH	7.5	5
32	100		CHAKAH	8.2	5
32	100		ZAKCHAKAH	7.4	5.5
32	100		KANISTE	5.5	4
32	100		KANISTE	7.4	6.5
32	100		DZIDZILCHE	3.8	3.5
32	100		DICU	3	4
32	100		MAJAHUA	5.5	4.5
32	100		DICU	3.4	4.5
32	100		CHAKAH	6.8	5
32	100		CHECHEM	3.1	4
32	100		PUKIN	3.1	3.5
32	100		KATALOX	3.4	3.5
32	100		KATALOX	3	3.5
32	100		CHECHEM	4.1	5
32	100		KATALOX	4.2	4
32	100		KATALOX	4.1	4.5
32	100		KATALOX	4.3	4
32	100		KATALOX	3	3.5
32	100		CHECHEM	5.5	5
32	100		NECO	3.4	4
32	100		YAAXNIK	3.9	5.5
32	100		CHAKAH	5.9	4
32	100		CHAKAH	3.9	5
32	100		COCOLOBA	8.4	6
32	100		YAAXNIK	7.9	6.5
32	100		CROTO	3.2	3.5
32	100		CROTO	4.7	5.5

---

---

32	100		NECO	4	5.5
32	100		NECO	3.2	5
32	100		ZAKCHAKAH	3.8	4
32	100		CHECHEM	4.3	5.5
32	100		ZAKCHAKAH	4.9	6
32	100		CHAKAH	4.5	5
32	100		CHAKAH	6.2	4
32	100		CHAKAH	5.5	5
32	100		FIPE	6.5	5
32	100		FIPE	4.6	5
32	100		CHAKAH	3.6	3.5
32	100		COCOLOBA	6.9	4.5
32	100		COCOLOBA	6.4	5
32	500	1	DZUDZUK	15.4	7.5
32	500	2	CHECHEM	11.4	5.5
32	500	3	CHAKAH	15.3	6
32	500	4	CHECHEM	11.8	6.5
32	500	5	JABIN	13.3	7.5
32	500	6	YAAXNIK	20.9	8
32	500	7	CHAKAH	13.4	6.5
32	500	8	CHAKAH	10.2	6.5
32	500	9	JABIN	10.9	7
32	500	10	FIOB	12.8	7
32	500	11	FIPE	10.5	6
32	500	12	CHAKAH	11.1	6.5