

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO -A

PARA EL TRÁMITE UNIFICADO DE CAMBIO DE USO DE SUELO FORESTAL

PROYECTO:

“DESARROLLO HABITACIONAL ASTORIA”



CADU RESIDENCIAS S.A. de C.V.

Ecociencia S.P.R de R.L.

Cancún, Benito Juárez, Quintana Roo

Mayo, 2015

CONTENIDO

RESUMEN EJECUTIVO	1
I. DATOS GENERALES DEL PROYECTO Y DEL PROMOVENTE	8
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
II. USOS QUE SE PRETENDEN DAR AL TERRENO.	9
II.1 Objetivo del proyecto.....	9
II.2 Naturaleza del proyecto.....	9
II.3 Justificar por qué los terrenos son apropiados al nuevo uso.....	13
II.4 Programa de Trabajo.....	15
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.....	17
III.1 Ubicación del predio o conjunto de predios donde se ubica el proyecto.....	17
III.2 Representación gráfica de la ubicación geográfica y geopolítica.....	18
III.3 Ubicación y delimitación física de la superficie del proyecto.	22
III.4 Indicar si el proyecto se ubica dentro de alguna modalidad de Área Natural Protegida (ANP).....	25
IV. DESCRIPCIÓN DE LOS ELEMENTOS FISICOS Y BIOLÓGICOS DE LA CUENCA HIDROLOGICO-FORESTAL EN DONDE SE UBIQUE EL PREDIO.	27
IV.1. Delimitación del área de estudio donde pretende establecerse el proyecto.....	28
IV.2. Caracterización y análisis de la Cuenca Hidrológico-Forestal.	31
IV.2.1 Caracterización y análisis retrospectivo de la calidad ambiental del Sistema Ambiental.....	34
IV.2.2 Medio abiótico.....	38
IV.2.2.1 Fisiografía	38
IV.2.2.2 Clima.....	39
IV.2.2.3 Edafología.....	42
IV.2.2.4 Geología y geomorfología.....	44
IV.2.2.5 Hidrología superficial y subterránea	46

V.2.2.6 Aire	49
IV.2.3 Medio biótico.....	49
IV.2.3.1 Vegetación	49
IV.2.3.2 Condiciones de la vegetación en el sistema ambiental.....	52
IV.2.3.3 Resultados de los valores obtenidos de Importancia Ecológica en el Sistema Ambiental (VIR).....	58
IV.2.3.4 Resultados de los valores obtenidos de Diversidad florística por estrato en el Sistema Ambiental.	62
IV.2.3.5 Tipos de fauna en el Sistema Ambiental.	65
V. DESCRIPCIÓN DE LAS CONDICIONES DEL PREDIO QUE INCLUYA LOS FINES A QUE ESTE DESTINADO, CLIMA, TIPO DE SUELO, PENDIENTE MEDIA, RELIEVE, HIDROGRAFÍA Y TIPOS DE VEGETACIÓN Y FAUNA.	72
Fines a que está destinado el predio.....	73
V.1 Clima.....	74
V.2 Suelo	74
V.3 Pendiente media	75
V.4 Hidrografía	75
V.5 Tipos de vegetación.....	75
V.5.1 Procedimiento para la descripción de la vegetación	76
V.5.2 Forma y tamaño de las unidades de muestreo.....	76
V.5.3 Descripción fisonómica de la vegetación identificada.....	79
V.5.4 Estructura de la vegetación secundaria en el predio.....	80
V.5.5 Composición de especies.....	86
V.5.6 Especies protegidas.....	88
V.5.7 Densidad de individuos en el predio.....	89
V.5.8 Resultados de los valores obtenidos de Importancia Ecológica en el predio.....	92
V.5.9 Resultados de los valores obtenidos de Diversidad florística por estrato en el predio.....	95
V.6 Fauna.....	98
VI. ESTIMACIÓN DEL VOLUMEN POR ESPECIE DE LAS MATERIAS PRIMAS FORESTALES DERIVADAS DEL CAMBIO DE USO DE SUELO.	103
VI.1 Metodología para el inventario forestal en el área propuesta para el cambio de uso del suelo.....	103
VI.1.1 Diseño de muestreo.....	104
VI.1.2 Forma y tamaño de los sitios de muestreo.....	104

VI.1.3 Intensidad de muestreo.	105
VI.1.4 Procesamiento de la información.....	107
VI.1.5 Fórmulas utilizadas.....	107
VI.1.6 Modelos matemáticos para estimar Volumen:	108
VI.1.7 Resultados de la estimación del Volumen Total Árbol de las materias primas forestales.	109
VII. PLAZO Y FORMA DE EJECUCIÓN DEL CAMBIO DE USO DE SUELO.....	113
VII.1 Plazo de ejecución para el cambio de uso de suelo en terreno forestal.....	113
VII.2 Forma de ejecución para el cambio de uso de suelo en terreno forestal.....	114
VIII. VEGETACIÓN QUE DEBA RESPETARSE O ESTABLECERSE PARA PROTEGER LAS TIERRAS FRAGILES.	118
IX. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES.....	124
IX.1. Identificación de Impactos.....	124
IX.2 Caracterización de los impactos.	126
IX.3 Valoración de los impactos.	129
IX.3.1 Valoración Cualitativa de los Impactos.....	129
IX.3.2 Valoración Cuantitativa de los Impactos	131
IX.4 Conclusiones.....	134
IX.4.1. Impactos Negativos.....	135
IX.4.2. Impactos Positivos.....	135
IX.4.3. Conclusiones generales.....	135
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.....	140
X.1 Descripción de las medidas de prevención y mitigación.....	140
X.2. Impactos residuales.	143
X.3 Descripción y análisis del escenario sin proyecto.....	145
X.4. Descripción y análisis del escenario con proyecto.....	146
X.5. Descripción y análisis del escenario considerando las medidas de mitigación.	148
X.6. Pronóstico ambiental.....	149
X.7 Programa de Manejo Ambiental.....	150
X.8 Seguimiento y control.....	153
XI. SERVICIOS AMBIENTALES QUE PUDIERAN PONERSE EN RIESGO POR EL CAMBIO DE USO DEL SUELO PROPUESTO.	156
XI.1 Diagnóstico ambiental.....	168

XII. JUSTIFICACIÓN TÉCNICA, ECONÓMICA Y SOCIAL QUE MOTIVE LA AUTORIZACIÓN EXCEPCIONAL DEL CAMBIO DE USO DE SUELO.	171
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.....	192
XIV. VINCULACIÓN Y APLICACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y, EN SU CASO, CON LA REGULACIÓN SOBRE USO DEL SUELO.	193
XIV.1. Planes de ordenamiento ecológico del territorio (POET).....	194
XIV.1.1. Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Benito Juárez.	194
XIV.2. Decretos y programas de conservación y manejo de las áreas naturales protegidas.	214
XIV.3 Normas Oficiales Mexicanas	218
XIV.4 Planes o programas de desarrollo urbano (PDU).....	220
XIV.5 Otros instrumentos a considerar.....	222
XIV.5.1 Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y su reglamento	222
XIV.5.2 Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y su reglamento en materia de impacto ambiental	223
XV. ESTIMACIÓN ECONÓMICA DE LOS RECURSOS BIOLÓGICOS FORESTALES DEL ÁREA SUJETA AL CAMBIO DE USO DEL SUELO.	224
XV.1 Valoración económica directa.....	224
XV.2 Valoración económica indirecta	230
XVI. ESTIMACIÓN DEL COSTO DE LAS ACTIVIDADES DE RESTAURACIÓN CON MOTIVO DEL CAMBIO DE USO DE SUELO.	232
XVII. IDENTIFICACION DE LOS INSTRUMENTOS METODOLOGICOS	246
XVII.1 Referencias Bibliográficas	246
XVII.2 Cartografía y mapas elaborados para este estudio	252
XVII.3 Datos de campo del inventario forestal del predio.....	252

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Superficie a afectar para el desarrollo del proyecto.	11
Cuadro 2. Cuadro de superficies y densidades propuestos por el proyecto “Desarrollo Habitacional Astoria”.	11
Cuadro 3. Programa de trabajo resumido para las etapas de cambio de uso del suelo de acuerdo con el avance del proyecto.	16
Cuadro 4. Coordenadas extremas del predio ubicado en la Supermanzana-330, Manzana-20, Lote 01-04	18
Cuadro 5. Coordenadas que delimitan el polígono del área sujeta al cambio de uso de suelo para el proyecto.	23
Cuadro 6. Distribución actual de la totalidad de la superficie del predio, de acuerdo al uso propuesto.	24
Cuadro 7. Superficie y porcentaje de ocupación de las condiciones que prevalecen en el sistema ambiental.	30
Cuadro 8. Lista de algunos de los huracanes que se han presentado en la región de la Península de Yucatán.	41
Cuadro 9. Superficie y porcentaje de ocupación de las condiciones que prevalecen en el sistema ambiental.	50
Cuadro 10. Coordenadas en UTM de los sitios de muestreo empleados durante el levantamiento de datos en campo en el Sistema Ambiental. Datum WGS-84 México.	53
Cuadro 11. Riqueza florística registrada en el Sistema Ambiental y su correspondiente forma de vida y categoría de protección.	54
Cuadro 12. Valor de Importancia Relativa (VIR). Estrato herbáceo área del predio de individuos con un DN menor de 3 cm.	58
Cuadro 13. Valor de Importancia Relativa (VIR). Estrato arbustivo área del predio (DN desde 3 cm y hasta 9.9 cm).	59
Cuadro 14. Valor de Importancia Relativa (VIR). Estrato arbóreo área del predio de individuos con un DN de 10 cm en adelante.	61
Cuadro 15. Diversidad (H'), Equidad de las especies por grupo diamétrico (E). Estrato herbáceo.	62
Cuadro 16. Diversidad (H'), Equidad de las especies por grupo diamétrico (E). Estrato arbustivo.	63
Cuadro 17. <i>Diversidad (H'), Equidad de las especies por grupo diamétrico (E). Estrato Arbóreo.</i>	64
Cuadro 18. Abundancia relativa de las especies registradas en el sistema ambiental de la zona de estudio	67
Cuadro 19. Diversidad (H') y Equidad de las especies por grupo de los Anfibios	69
Cuadro 20. Diversidad (H') y Equidad de las especies por grupo de los Reptiles	69
Cuadro 21. Diversidad (H') y Equidad de las especies por grupo de las Aves	70
Cuadro 22. Diversidad (H') y Equidad de las especies por grupo de los Mamíferos	71

Cuadro 23. Parámetros establecidos para la toma de datos en cada uno de los sitios de muestreo.....	77
Cuadro 24. Coordenadas en UTM de los sitios de muestreo empleados durante el levantamiento de datos en campo dentro del predio. Datum WGS-84 México.....	77
Cuadro 25. Valores del número de individuos por hectárea, altura máxima, altura promedio y DAP por grupo diamétrico de la Vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia.	81
Cuadro 26. Superficie y porcentaje de ocupación de las condiciones de la vegetación en el predio del proyecto.	85
Cuadro 27. Listado florístico de las especies vegetales registradas en el predio y su correspondiente forma de vida y categoría de protección.....	86
Cuadro 28. Especies bajo estatus de amenazadas observada en el predio listada en la NOM-059-SEMARNAT-2010.....	89
Cuadro 29. Número de individuos por especie en los sitios de muestreo y por hectárea en el estrato herbáceo.....	90
Cuadro 30. Número de individuos por especie en los sitios de muestreo y por hectárea en el estrato arbustivo.	90
Cuadro 31. Número de individuos por especie en los sitios de muestreo y por hectárea en el estrato arbóreo.	92
Cuadro 32. Valor de Importancia Relativa (VIR). Estrato herbáceo área del predio de individuos con un DN menor de 3 cm.....	92
Cuadro 33. Valor de Importancia Relativa (VIR). Estrato arbustivo área del predio (DN desde 3 cm y hasta 9.9 cm).	93
Cuadro 34. Valor de Importancia Relativa (VIR). Estrato arbóreo área del predio de individuos con un DN de 10 cm en adelante.	94
Cuadro 35. Diversidad (H'), Equidad de las especies por grupo diamétrico (E). Estrato herbáceo.....	95
Cuadro 36. Diversidad (H'), Equidad de las especies por grupo diamétrico (E). Estrato arbustivo.	96
Cuadro 37. Diversidad (H'), Equidad de las especies por grupo diamétrico (E). Estrato Arbóreo.....	97
Cuadro 38. Concentrado de las especies de fauna identificadas en campo.....	98
Cuadro 39. Diversidad (H') y Equidad de las especies por grupo de los Anfibios	100
Cuadro 40. Diversidad (H') y Equidad de las especies por grupo de los Reptiles	100
Cuadro 41. Diversidad (H') y Equidad de las especies por grupo de las Aves	101
Cuadro 42. Diversidad (H') y Equidad de las especies por grupo de los Mamíferos	101
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.	106
Cuadro 44. Ecuaciones utilizadas para volúmenes con corteza (Vcc), en m3 para las especies localizadas en el predio.....	108
Cuadro 45. Ecuaciones de volúmenes con corteza (Vcc) y sin corteza (Vsc) (m3) para grupos de especies del estado de Quintana Roo.....	109
Cuadro 46. Valores registrados en los 8 sitios de muestreo (4,000 m ²), DN promedio, número de individuos, área basal y Volumen Total Árbol.	110

Cuadro 47. Concentrado del número total de individuos con $DN \geq 10$ cm (IND/HA), área basal (AB/HA) expresada en m^2 , Volumen Total Árbol m^3 (VTA) y por la superficie sujeta a CUSTF de las especies identificadas en el terreno forestal para el proyecto.	110
Cuadro 48. Volúmenes totales de los árboles de vegetación forestal que se afectarán.....	111
Cuadro 49. Plazo para las actividades de cambio de uso de suelo forestal para el proyecto “Desarrollo Habitacional Astoria”.....	113
Cuadro 50. Matriz para la determinación del índice de riesgo actual (IREA).....	121
Cuadro 51. Actividades del proyecto que pueden causar impactos sobre el ambiente.	124
Cuadro 52. Factores ambientales e indicadores de impacto.	124
Cuadro 53. Identificación de los impactos potenciales derivados de la implementación del cambio de uso de suelo en terrenos forestales del proyecto sobre los diferentes factores ambientales.	125
Cuadro 54. 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.....	126
Cuadro 55. Criterios de clasificación de los impactos ambientales.....	129
Cuadro 56. Valoración cualitativa de los impactos ambientales potenciales identificados para el proyecto.....	131
Cuadro 57. Criterios para la valoración cuantitativa de los impactos ambientales potenciales identificados para el proyecto.....	132
Cuadro 58. Ponderación para la valoración de impactos ambientales.	133
Cuadro 59. Valoración cuantitativa de los impactos ambientales potenciales identificados para el proyecto.....	133
Cuadro 60. Superficie y porcentaje de ocupación de las condiciones que prevalecen en el sistema ambiental.....	137
Cuadro 61. Medidas de prevención y mitigación para los impactos ambientales negativos identificados.....	140
Cuadro 62. Valoración cuantitativa de los impactos ambientales residuales para el proyecto, una vez implementadas las medidas de prevención y mitigación planteadas por el proyecto.	143
Cuadro 63. Listado de fauna registrado en el sitio del proyecto.	151
Cuadro 64. Identificadores de Impacto para el Programa de Monitoreo del Proyecto.	154
Cuadro 65. Costo total de la inversión para el Programa de Manejo Ambiental de este proyecto.....	155
Cuadro 66. Cálculo de captura de Carbono	165
Cuadro 67. Resultados del índice de diversidad de Shannon-Wiener por estratos.	174
Cuadro 68. Comparativo de riqueza por grupos de vertebrados	176
Cuadro 69. 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.	177
Cuadro 70. Criterios ecológicos generales del POEL del Municipio de Benito Juárez.	194
Cuadro 71. Lineamientos ambientales para el desarrollo de proyectos de acuerdo con la UGA-21 del Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Benito Juárez.	201
Cuadro 72. Criterios de regulación ecológica específicas de acuerdo a la UGA-21.....	202

Cuadro 73. Cumplimiento de los criterios ecológicos de aplicación específica por parte del proyecto.....	203
Cuadro 74. Resultados del análisis espacial del SIGEA, con respecto a las áreas naturales protegidas de la región, de acuerdo con la poligonal definida del proyecto.....	215
Cuadro 75. Seguimiento de normas oficiales mexicanas durante las diferentes etapas del proyecto.....	218
Cuadro 76. Estimación del volumen comercial (m3) por especie, por hectárea y por la superficie de cambio de uso del suelo para este proyecto.....	225
Cuadro 77. Estimación del volumen comercial (m3) por especie, por hectárea y por la superficie de cambio de uso del suelo para este proyecto.....	226
Cuadro 78. Estimación económica de la madera para leña, material triturado y carbol vegetal, con valor comercial de acuerdo con la estimación volumétrica del inventario forestal.	227
Cuadro 79. Valor económico y número de plantas ornamentales por hectárea y por la superficie de cambio de uso de suelo forestal del proyecto.....	228
Cuadro 80. Estimación económica de la tierra vegetal	229
Cuadro 81. 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.	229
Cuadro 82. Valoración económica indirecta a partir del valor de los servicios ambientales que presta la vegetación que se desarrolla al interior del predio.	231
Cuadro 83. Resumen de la estimación de los recursos biológicos forestales.....	231
Cuadro 84. Densidades promedio recomendadas por tipo de ecosistema por la CONAFOR, (Reglas de Operación ProÁrbol)	240
Cuadro 85. Conceptos y costos para las actividades de forestación para la superficie de cambio de uso de suelo.....	242
Cuadro 86. Estimación del costo de las actividades de restauración por hectárea en el sitio en un periodo de 20 años.....	244

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Anteproyecto del Desarrollo Residencial Astoria.	12
Figura 2. Plano georreferenciado del predio donde se pretende ejecutar el proyecto.....	17
Figura 3. Croquis de localización del predio del proyecto en su contexto geopolítico.	19
Figura 4. Vialidades, vías de acceso y predios circundantes del desarrollo habitacional.	20
Figura 5. Localización del predio en el contexto del Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio Benito Juárez.	21
Figura 6. Ubicación del sitio del proyecto con base en el PDUCPC 2014-2030.	22
Figura 7. Distribución espacial del área a solicitar de CUSF del proyecto. El polígono de color naranja representa el área sujeta a CUSTF.	23
Figura 8. Pantalla del portal del Sistema de Información Geográfica para la Evaluación del Impacto Ambiental (SIGEA) del portal de la SEMARNAT.	25
Figura 9. En la imagen se aprecia la ubicación del predio, con respecto a las áreas naturales protegidas.	26
Figura 10. El predio de interés se localiza en la Cuenca hidrológica RH32, Cuenca 32 A Quintana Roo, Subcuenca “a” Benito Juárez. FUENTE: INEGI serie V.	28
Figura 11. Ubicación del predio, delimitación del área de influencia y descripción del sistema ambiental en el plano de la serie V del INEGI.	30
Figura 12. Esquematación de la ubicación del sistema natural fragmentado por el desarrollo urbano de la ciudad de Cancún.	37
Figura 13. Carta fisiográfica. El sistema ambiental se ubica en la subprovincia fisiográfica Carso Yucateco.	39
Figura 14. Mapa climático que se presenta en el sistema ambiental. Fuente: Instituto Nacional de Estadística y Geografía, Escala 1: 5,500.	40
Figura 15. 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).	41
Figura 16. De acuerdo con la carta edafológica de INEGI, se observa que el predio tiene originalmente el tipo de suelo Litosol.	44
Figura 17. Mapa geológico del Área de Estudio. Fuente: Carta Geológica del INEGI “CANCÚN F16-8”.	46
Figura 18. Mapa Hidrológico Superficial del Área de Estudio. Fuente: Carta Hidrológica de Aguas Superficiales del INEGI “CANCÚN F16-8”.	47
Figura 19. Mapa Hidrológico Subterráneo del Área de Estudio. Fuente: Carta Hidrológica de Aguas Subterráneas del INEGI “CANCÚN F16-8”.	48
Figura 20. Representación esquemática el flujo subterráneo del agua que caracteriza la zona costera del norte de Quintana Roo. Fuente: Juárez et al, 2006.	49
Figura 21. Carta de uso del suelo y vegetación de INEGI, Serie V.	50
Figura 22. Distribución espacial de los sitios de muestreo para la diversidad de flora en el sistema ambiental.	54
Figura 23. Construcción de la vialidad que afecta parte del predio.	73

Figura 24. Distribución de las 6 unidades de muestreo para evaluar la diversidad florística dentro del predio.....	78
Figura 25. Distribución de la altura en el estrato herbáceo	82
Figura 26. Distribución de la altura en el estrato arbustivo	82
Figura 27. Distribución de la altura en el estrato arbóreo.....	82
Figura 28. Características de la vegetación secundaria de selva mediana en el predio.....	84
Figura 29. Distribución del área basal por hectárea de acuerdo a las diferentes clases diamétricas	84
Figura 30. Distribución espacial de las condiciones de la vegetación secundaria arbórea y arbustiva de selva mediana subperennifolia.	85
Figura 31. Distribución espacial de las unidades de muestreo en el predio.	104
Figura 32. Esquema de las unidades circulares o concéntricas utilizadas en el levantamiento de datos de campo del estudio base.....	105
Figura 33. Se muestra parte del trabajo de campo durante el inventario forestal del predio del proyecto.....	107
Figura 34. Impactos ambientales negativos y positivos que serán generados por el cambio de uso de suelo en terrenos forestales del proyecto.....	134
Figura 35. Condiciones ambientales del sistema ambiental donde se localiza el sitio del proyecto.....	136
Figura 36. En el lado izquierdo se observa un Camino terrazo en proceso y en el lado derecho carril totalmente asfaltado de la Av. Huayacán.	137
Figura 37. Escenario del predio sin la implementación del proyecto.	146
Figura 38. 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.	159
Figura 39. Área de distribución de la iguana rayada (<i>Ctenosaura similis</i>) en México. Fuente: Ramírez Bautista y Arizmendi, 2004.	160
Figura 40. Localización del predio respecto a la expansión de la mancha urbana de la ciudad de Cancún.	170
Figura 41. Pantalla del portal del Sistema de Información Geográfica para la Evaluación del Impacto Ambiental (SIGEA) del portal de la SEMARNAT.....	215
Figura 42. Localización del sitio del proyecto con respecto a la Región Hidrológica Prioritaria número 105 denominada “Corredor Cancún - Tulum”.	216
Figura 43. Región Marina Prioritaria aplicable al sitio del proyecto.....	217
Figura 44. Localización del sitio del proyecto en el Plano del Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población Cancún, Municipio de Benito Juárez, Quintana Roo (2014-2030).	221
Figura 45. El diagrama anterior presenta los componentes importantes del potencial florístico en la regeneración general y no asistida de una selva tropical. Los recuadros y líneas punteadas representan etapa y vías teóricas.....	237

RESUMEN EJECUTIVO

PROYECTO: “*DESARROLLO HABITACIONAL ASTORIA*”

El Documento Técnico Unificado para el cambio de uso del suelo del sitio donde se pretende desarrollar el proyecto “Desarrollo Habitacional Astoria”, y que ahora se presenta para su evaluación y autorización por parte de la empresa CADU RESIDENCIAS 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 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 69,343.24 m² (6.93 has), con vegetación secundaria derivada de selva mediana subperennifolia, y se encuentra comprendido en la Sm-330, Mza-20, Lote 01-04 municipio de Benito Juárez, Quintana Roo, con clave catastral No. 601833002000104000, con una superficie de 72,822.28 m² equivalente a 7.28 hectáreas, cuya propiedad a favor del promovente se acredita con el Contrato de Promesa de Compraventa sujeto a condición que celebran por una parte la Sociedad

Mercantil “Bonfil Nueva Alternativa de Quintana Roo, S.A. de C.V.” y por la otra “Cadu Residencias, S.A. de C.V.” el 16 de octubre de 2014.

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 para llevar a cabo 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.

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 437 unidades habitacionales, con una densidad de 60.02 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 “Desarrollo Habitacional Astoria”, 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 aún 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 91 especies, de las cuales 65 especies son árboles, 9 especies son arborescentes y arbustivas, 7 son herbáceas, 3 especies son rastreras y trepadoras, 4 son palmas y 3 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 16 especies identificadas. No se registró ninguna especie en peligro de extinción; sin embargo, la palma Chit (*Thrinax radiata*) y la palma nacax (*Coccothrinax readii*) son las especies observadas en el sitio y que se encuentran listada en la NOM-059-SEMARNAT-2010 con 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 3.1 y 3.6 para el sitio del predio y del sistema ambiental respectivamente que se considera como 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 1.8 y 2.4 respectivamente que se considera bajo, índices muy parecidos para el grupo de los mamíferos de 1.5 y 2.4 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 0.7 y 1.1 muy bajo en razón a que sólo se registraron muy pocas 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 llevó 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 6 sitios de muestreo para cada caso, las especies con mayor valor de importancia relativa tanto para el predio como para el sistema ambiental son las siguientes: Estrato arbustivo del predio. Akits 25.82%, Chaca 25.49%, Ya'axnik 24.70%, Chechem 22.92% y Kanasin 21.23% de tal manera que estas especies dominan el resto y contribuyen casi en la mitad del VIR de este estrato. Estrato arbustivo del SA. Chaca 31.89%, Akits 20.92%, Chechem 18.21%, Ya'axnik 16.17%

y Yayte 16.01%, como se puede observar esta situación es entendible considerando que se trata de la misma vegetación, por lo tanto las especies dominantes son prácticamente las mismas en ambos casos.

Para el estrato arbóreo sucede un caso parecido, para el índice de valor de importancia (VIR), el comportamiento y las especies entre el sistema ambiental y la superficie sujeta a cambio de uso de suelo prácticamente la dominan 3 especies en la que sobresalen Chechem 91.72%, Ya'axnik 41.19%, Tsalam 39.67% y Chicozapote 27.58% el resto de las especies se encuentran con valores muy bajos, al compararlas con los valores del sistema ambiental observamos que de las 4 especies dominantes en área de CUSTF 3 también son dominantes en las unidades del sistema ambiental como son Chechem 62.89%, Ya'axnik 61.71%, Chicozapote 33.35% y Chaca con 20.27% del VIR. Por lo que se puede observar un mismo comportamiento en ambos sitios comparativos.

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 árboles maduros, jóvenes, delgados, arbustos y plantas herbáceas, el tamaño de cada unidad de muestreo consistió en una subunidad de 500 m², con subunidades concéntricas de 100 m² y 5 m².

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 21 especies en el sitio, y 24 especies en el SA, para el estrato arbustivo, se registraron 43 especies en el sitio, y 45 especies en el SA, y para el estrato arbóreo, en el sitio se encontraron 15 especie y 21 especies en el SA.

El análisis del Índice de Sorensen indica que la similitud de la composición florística en ambos sitios es del 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 (m²) 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 63.04 m³ 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 6.93 hectáreas es de 437.12 m³ con corteza, las especies que contribuyen más en este volumen son las especies las especies *Metopium brownei*, *Manilkara zapota* y

Lysiloma latisiliquum.

Existen en total alrededor de 365 individuos por hectárea de al menos 20 especies considerando los árboles maduros y juveniles desde los 10 cm de diámetro, para la superficie propuesta (6.93 hectáreas) de cambio de uso de suelo se estimó aproximadamente 2,531 individuos, el Volumen Total Árbol estimado es de 437.12 m³. 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 cerca del predio.

Del inventario forestal se concluye, que si bien es cierto, que el área donde se pretende desarrollar el proyecto, 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.

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.

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.

Se 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 6.93 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.

Desarrollo Habitacional Astoria.

I.2. Nombre o Razón Social del Promoviente

CADU RESIDENCIAS S.A. de C.V.,

I.3. Ubicación (dirección) del promoviente.

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 69,343.24 m² (6.93 has) y corresponde a vegetación de selva mediana con vegetación secundaria de tipo 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 **2 años** a partir de la obtención de la autorización correspondiente por la autoridad federal. El proceso de remoción de la vegetación del proyecto "*Desarrollo Habitacional Astoria*", habrá de involucrar 2 etapas con una duración y vigencia de este proyecto de 2 años.

II. USOS QUE SE PRETENDEN DAR AL TERRENO.

II.1 Objetivo del proyecto.

El objetivo perseguido por la sociedad CADU RESIDENCIAS, S.A. de C.V., es el de llevar a cabo la remoción de la vegetación forestal en una superficie de 69,343.24 m² (6.93 has) para llevar a cabo en el futuro un desarrollo habitacional tipo Condominio Residencial con toda su infraestructura, de manera eficiente y con el mínimo impacto ambiental, con esto se pretende promover la edificación de viviendas multifamiliares. 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 que se desempeñan en diferentes sectores económicos.

En términos generales los objetivos 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 de acuerdo con los instrumentos de planeación acorde con 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 de los habitantes de la zona e incidiendo dentro del sector turístico.

II.2 Naturaleza del proyecto.

La Ciudad de Cancún es una de las pocas ciudades que alcanzan un importante crecimiento poblacional en el ámbito nacional. Por lo que cada día, un gran número de personas provenientes de los distintos estados del país, elijen como lugar de residencia permanente o temporal a esta parte de la República y que remata con atractivo litoral con el Caribe. En definitiva, en esta región se ofrecen beneficios que difícilmente se habrán de encontrar en otras entidades y en donde sobresalen impresionantes paisajes, destacadas ofertas de empleo y servicios urbanos de primer nivel.

Por lo anterior, uno de los retos más importantes que enfrenta el estado y municipio de Benito Juárez en lo particular, es proporcionar infraestructura, servicios públicos y equipamiento urbano que permita el armónico crecimiento poblacional. Además, de que se tiene que prever las necesidades del sostén de la industria turística que es la más importante en nuestro país y que hasta ahora se ha centralizado en buena medida en esta ciudad.

Por ello a través de la iniciativa privada se trata de satisfacer estos requerimientos de la población, de tal forma que el proyecto que nos ocupa denominado “Desarrollo Habitacional Astoria”, es de naturaleza eminentemente social, pues mediante su ejecución se pretende satisfacer la demanda social de la vivienda, sin embargo ello no obsta para que su edificación sea realizada en las áreas donde la propia

autoridad a establecido, en los distintos programas de planeación y desarrollo urbano, como aptas y destinadas para ello, evitándose generar impactos innecesarios, desmedidos, desmesurados o desordenados a los ecosistemas circundantes.

El proyecto en mención 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)¹ ya que el predio se encuentra ubicado 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 propuesta 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 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 “Desarrollo Habitacional Astoria”, el cual quedara ubicado en la Sm-330, Mza-20, Lote 01-04 municipio de Benito Juárez, Quintana Roo, con una superficie de 72,822.28 m² equivalente a 7.28 hectáreas, y cuyo proyecto se habrá de realizar acorde a lo dictaminado a través del Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Benito Juárez (POELMBJ) y del Programa Desarrollo Urbano de Centro de Población de Cancún 2014-2030.

El proyecto “Desarrollo Habitacional Astoria” que se propone, se refiere exclusivamente al cambio de uso de suelo en terrenos forestales, a través de la remoción de la vegetación forestal correspondiente a vegetación secundaria de Selva mediana subperennifolia, en una superficie de 69,343.24 m² (6.93 has) correspondiente al 95.22% de la superficie total del terreno, considerando que el 4.78% restante se encuentra sin cobertura forestal a consecuencia de la vialidad en construcción denominada Av. Huayacan.

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

Sin embargo en este predio las áreas a remover se pretenden destinar para la construcción de 437 unidades habitacionales (casas unifamiliares y departamentos) que integran un desarrollo habitacional que cuente con infraestructura, servicios públicos y equipamiento urbano, integrado a la zona urbana de la ciudad de Cancún, Q. Roo. La densidad para esta zona es de 60.02 viviendas/hectárea. Asimismo, el proyecto contará con lotes habitacionales, comerciales y vialidades quedando distribuido de la siguiente manera:

Cuadro 1. Superficie a afectar para el desarrollo del proyecto.

USO DE SUELO		TOTAL (M2)	TOTAL (HAS)	PORCENTAJE (%)
HABITACIONAL	Desplante de vivienda	38,414.65	3.84	52.7
	Área común, área verde	4,600.00	0.46	6.3
	Área común, cajones de estacionamientos	1,002.55	0.10	1.4
MIXTO HAB + COM	Desplante de estructura	11,050.90	1.10	15.2
	Área común, área verde	502.00	0.05	0.7
COMERCIAL		5,271.04	0.53	7.2
VIALIDADES		8,505.12	0.85	11.72
Total superficie solicitada de CUSTF		69,343.24	6.93	95.22
Vialidad Av. Huayacán		3,479.03	0.34	4.78
Superficie Total del predio		72,822.28	7.28	100

El sitio del proyecto ofrece facilidades de acceso (Av. Huayacán) y características de ubicación apropiadas para el desarrollo del proyecto (regulación por PDU), ya que se encuentra dentro de un área urbana en expansión donde se presentan principalmente áreas habitacionales similares a lo planteado por el presente proyecto, con la factibilidad de dotación de servicios municipales, eléctricos, y de agua potable y alcantarillado.

Por lo antes citado, es de interés de mi representada adquirir el Lote 01-04 para el desarrollo del proyecto “Desarrollo Habitacional Astoria” tal y como se establece en el Contrato de Promesa de Compraventa sujeto a condición que celebran por una parte la Sociedad Mercantil “Bonfil Nueva Alternativa de Quintana Roo, S.A. de C.V.” y por la otra “Cadu Residencias, S.A. de C.V.” el 16 de octubre de 2014.

Cuadro 2. Cuadro de superficies y densidades propuestos por el proyecto “Desarrollo Habitacional Astoria”.

LOTE	USO	SUPERFICIE	DENSIDAD	M2	TIPOLOGÍA	
REGIMEN DE CONDOMINIO	H1	HABITACIONAL	8,168.84	39	205	CASAS
	H2	HABITACIONAL	9,988.62	38	170	CASAS
	H3	HABITACIONAL	13,426.57	80	130	DEPARTAMENTOS Y CASAS
	H4	HABITACIONAL	3,460.94	36	105	DEPARTAMENTOS
	H5	MIXTO HAB + COM	6,351.88	76	105	DEPARTAMENTOS

	H6	HABITACIONAL	4,455.00	54	135	DEPARTAMENTOS
	H7	HABITACIONAL	4,517.18	54	135	DEPARTAMENTOS
	S1	COM /SERV	186.24	0	0	-
	S2	COM /SERV	345.39	0	0	-
	AC	AREA COMUN (VIAL)	11,984.15	0	0	-
COM.	C1	COMERCIAL	3,506.65	0	0	-
	C2	COMERCIAL	1,232.76	0	0	-
	C3	MIXTO HAB + COM	5,201.02	60	160	DEPARTAMENTOS
TOTAL			72,822.28	437		
DENSIDAD HABITACIONAL			60.02 VIV/HA			

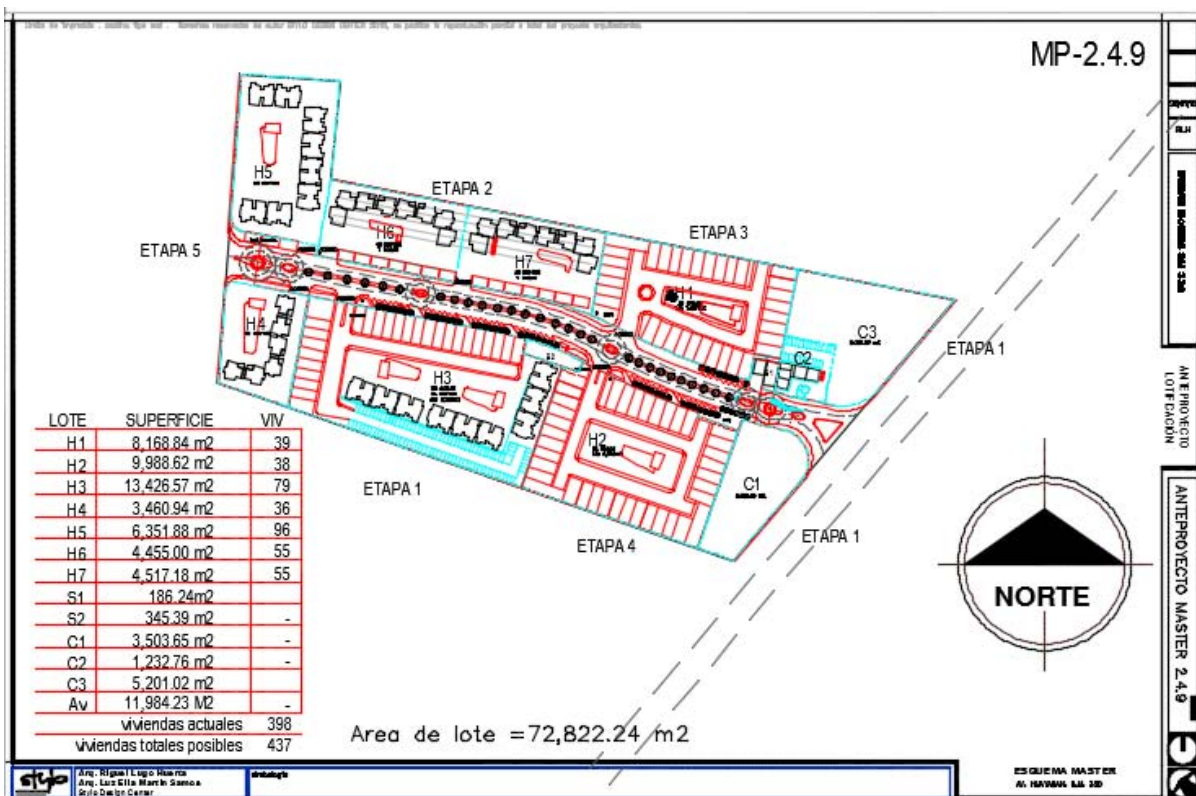


Figura 1. Anteproyecto del Desarrollo Residencial Astoria.

El área habitacional contará con todos los servicios necesarios. Las viviendas contarán con todos los servicios de energía eléctrica, agua potable y drenaje sanitario además de contar con acometida tubular en azotea para antena de televisión y una para teléfono. La superficie total de las vialidades proyectadas, incluyendo banquetas y camellones incluye también el ajardinado de camellones y las áreas verdes asociadas a las vialidades.

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

La ciudad de Cancún se encuentra incluida dentro del rubro de poblaciones con un alto índice de crecimiento, superando a centros urbanos tan importantes como las ciudades de México, Guadalajara y Monterrey. Este crecimiento poblacional acelerado tiene su origen en la tasa natural de crecimiento poblacional, mismo que se ha visto fuertemente aumentado por una corriente migratoria procedente de otras entidades federativas principalmente de los estados de Yucatán, Distrito Federal, Veracruz, Guerrero, etc., y aunque en menor proporción hasta de otros países.

Como es de suponer, una gran proporción de la población inmigrante está formada por individuos relativamente jóvenes, los cuales generalmente vienen en busca de oportunidades de trabajo atraídos por la actividad turística que aquí se desarrolla. Ante esta situación, a muchos de ellos les ha resultado de gran atractivo establecerse de manera definitiva en la localidad, por lo que se requiere cada día de más y nuevos espacios destinados a la vivienda. No obstante, una de las características principales del turismo es que está íntimamente ligado a lo que acontece en la esfera de la economía mundial, por lo que es de carácter cíclico, experimentando auges y retrocesos en su desarrollo. Lo que tiene como consecuencia que existan periodos en donde la capacidad de oferta de trabajo es limitada, no pudiendo absorber a toda la mano de obra disponible; de ahí que se manifieste una importante población económicamente activa fluctuante y con recursos variables y limitados.

Ante esta expectativa, se han hecho evidentes los rezagos en vivienda e infraestructura, así como la amplia brecha que separa la pobreza, de las zonas periféricas por lo general en asentamientos irregulares, del lujo y la abundancia de las zonas turísticas. Con la intención de mitigar esta situación y propiciar un desarrollo ordenado e incluyente, desde el año 2000, el Ayuntamiento de Benito Juárez se ha abocado a definir un Programa Parcial de la Reserva Norte y que se ha incorporado al desarrollo urbano de la ciudad de Cancún.

El planteamiento general para esta área ha definido la ubicación de zonas de vivienda unifamiliar, multifamiliar y de conjuntos habitacionales, así como espacios de uso comercial, mixto, e industrial. Actualmente en esta zona 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 subterránea, así como la instalación de plantas para el tratamiento de aguas residuales, propiciando un desarrollo urbano sustentable y armónico con la naturaleza.

Por esas razones, los gobiernos federal, estatal y municipal, con el concurso de los agentes que participan en el sector de la construcción, mantienen una política activa en materia de construcción de fraccionamientos sustentables, con lo que se espera resolver los problemas más agudos, en particular, la disponibilidad de viviendas de calidad con servicios básicos y condiciones adecuadas para las familias de ingresos bajos y medios. Por ello el desafío para los próximos años, será abatir el actual

déficit y crear una oferta de vivienda suficiente que corresponda a la distribución regional y a los ingresos de la población Quintanarroense.

El predio que se desea desarrollar está inmerso en la unidad de gestión ambiental (UGA) número 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.

En la zona el uso de suelo urbano es el más importante, pues son evidentes los desarrollos habitacionales, los colegios, fraccionamientos habitacionales y constantes vialidades. Se cuenta con una red de caminos que permiten acceder al predio, cuya arteria principal es la Av. Huayacan, misma que corre de norte a suroeste desde la Av. Rojo Gómez hasta la salida de la carretera Federal 307 Cancún Tulúm.

Este predio está destinado para la construcción de un proyecto habitacional que consistirá en la construcción de viviendas tipo residencial que albergarán familias, que cumpla con los requerimientos de la población actual y futura. El predio de interés actualmente está en breña y carece en su interior de cualquier tipo de obra. Sin embargo, cuenta con algunos servicios a pie de lote, como son electricidad, telefonía, agua potable y drenaje sanitario.

El proyecto Desarrollo Habitacional Astoria se ha considerado en apoyo a la creciente sociedad que se distribuye en el polo turístico de Cancún, por lo que refiere la mejora en la calidad de vida de ciertos sectores de los habitantes de la ciudad. Al respecto, se debe citar que cerca de las áreas de este predio corresponden a fraccionamientos habitados y vialidades en operación por lo que se aprecian condiciones de mejoramiento paulatino de los servicios que se ofrecen a los habitantes. Por ello los criterios seguidos para la selección del sitio se refieren a los siguientes argumentos:

- Incrementar la oferta de vivienda de calidad en la zona sur de la ciudad de Cancún.
- La ideal ubicación del proyecto, la cual corresponde a una zona rodeada de conjuntos habitacionales ocupados y en proceso de ocupación.
- La existencia de vialidades de acceso en operación como son la avenida Huayacan.
- Su ubicación dentro de una zona regulada por el Programa Parcial de Desarrollo Urbano del Complejo Sur de la Ciudad de Cancún considera ésta como: habitacional y con una densidad media permitida de 60.02 viv/Ha.
- Se acredita la propiedad de un terreno privado propiedad del promovente con una superficie de 72,822.28 m², como idóneo para el desarrollo de un fraccionamiento habitacional con la infraestructura, equipamiento y servicios básicos.

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.

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 150 empleos temporales (2 años en promedio), y 50 empleos permanentes, sólo para la etapa de cambio de uso de suelo que se propone en el presente estudio; y adicionalmente se tiene contemplada la generación de otros 200 empleos adicionales de tipo temporal y 100 empleos permanentes durante la etapa constructiva (que no es objeto del presente estudio); por lo que en total se estarían generando 350 empleos temporales y 150 empleos permanentes (500 en total). De esta manera, desde el arranque hasta la construcción del proyecto, generara una inversión total de \$ 62,000,000 (Son sesenta y dos 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 437 unidades habitacionales.

Finalmente 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

Se han considerado las etapas y tiempos para el cumplimiento de las medidas ambientales propuestas en el DTU Modalidad A. Del programa general de trabajo para el desarrollo del proyecto ***“Desarrollo Habitacional Astoria”*** 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 24 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 realizaran en un período de 2 años. Éste plazo se solicita tomando en cuenta las características del proyecto, ya que la implementación del proyecto, tienen programada la edificación en 2 etapas que corresponden a las Etapa I y II, cada etapa se propone anualmente, lo anterior tiene la finalidad de evitar la erosión de los suelos.

En la primera etapa de las 2 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 la etapa posterior se realizarán las mismas actividades de manera secuencial.

Cuadro 3. Programa de trabajo resumido para las etapas de cambio de uso del suelo de acuerdo con el avance del proyecto.

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			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Etapa II	Año 2											
Actividades	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
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	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

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 predio sobre el cual se pretende llevar a cabo el cambio de uso de suelo se encuentra localizado en el lote 01-04, SM 330, Mz 20, del Ejido Alfredo V. Bonfil en la Ciudad de Cancún, Municipio de Benito Juárez, Estado de Quintana Roo. De manera complementaria, se cita que el inmueble en cuestión cuenta con una superficie total de 72,822.28 m² equivalente a 7.28 hectáreas, (Figura 2).

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.

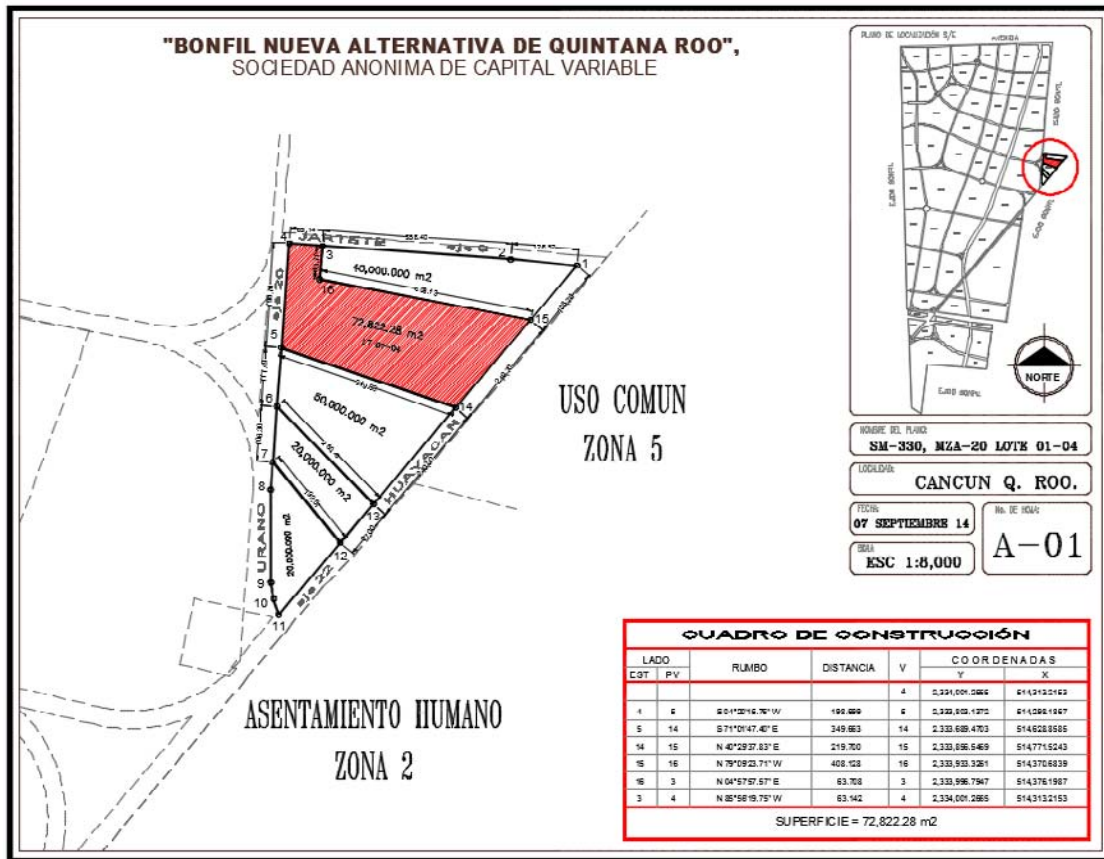


Figura 2. Plano georreferenciado del predio donde se pretende ejecutar el proyecto

El predio donde se pretende establecer el proyecto denominado **“Desarrollo Habitacional Astoria”**, geográficamente lo podemos localizar en las siguientes

coordenadas las cuales se presentan con proyección en Unidades UTM/Datum WGS-84, Zona 16Q Norte.

Cuadro 4. Coordenadas extremas del predio ubicado en la Supermanzana-330, Manzana-20, Lote 01-04

CUADRO DE CONSTRUCCIÓN						
LADO		RUMBO	DISTANCIA	V	COORDENADAS	
EST	PV				Y	X
				4	2,334,001.2665	514,313.2153
4	5	S 04°20'15.76" W	198.699	5	2,333,803.1372	514,298.1867
5	14	S 71°01'47.40" E	349.663	14	2,333,689.4703	514,628.8585
14	15	N 40°29'37.83" E	219.700	15	2,333,856.5469	514,771.5243
15	16	N 79°09'23.71" W	408.128	16	2,333,933.3261	514,370.6839
16	3	N 04°57'57.57" E	63.708	3	2,333,996.7947	514,376.1987
3	4	N 85°56'19.75" W	63.142	4	2,334,001.2665	514,313.2153
SUPERFICIE = 72,822.28 m ²						

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

En la figura 3, 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.

Sin embargo, considerando que el predio de interés está inmerso en la zona urbana de la ciudad de Cancún según el POELMBJ, y que el proyecto pretendido implica la remoción de la vegetación para llevar a cabo la construcción de un desarrollo Habitacional tipo residencial. Como se ha referido, el proyecto se ubicará hacia la zona Sur de la ciudad de Cancún y en un sitio en donde aún prevalecen algunas condiciones naturales. No obstante, para esta zona existen importantes vialidades de acceso. La primera de ellas es la denominada Av. Huayacan, misma que corre de norte a sur con entronque en la Av. Bonampak para salida a la ciudad de Playa del Carmen o al centro de la ciudad de Cancún. Esta vialidad se encuentra en construcción la cual contara con dos cuerpos asfálticos y con amplio camellón central.



Figura 3. Croquis de localización del predio del proyecto en su contexto geopolítico.

En relación con rasgos geográficos predominantes como lagunas y/o humedales, en el sitio del proyecto o en sus colindancias, no se registra la presencia de dichos rasgos geográficos.

Sin embargo como se ha mencionado en relación con vialidades y vías de acceso, para acceder al sitio se realizará a través de la Av. Huayacán, que comunica a la Ciudad de Cancún (Av. Kabah) con el Libramiento de la Carretera Cancún-Mérida. Por su parte, en relación con los predios circundantes, el sitio del proyecto colinda con desarrollos habitacionales similares al planteado por el presente proyecto como son Residencial Arbolada, Residencial Aqua, Residencial Villa Magna, Residencial Cumbres, entre otros, así como, la mancha urbana del Ejido de Alfredo V. Bonfil. Así mismo, al estar dentro de una zona de crecimiento urbana, se presentan tiendas, gimnasios, gasolineras, escuelas, centros de culto religioso, en los márgenes de la Av. Huayacán.

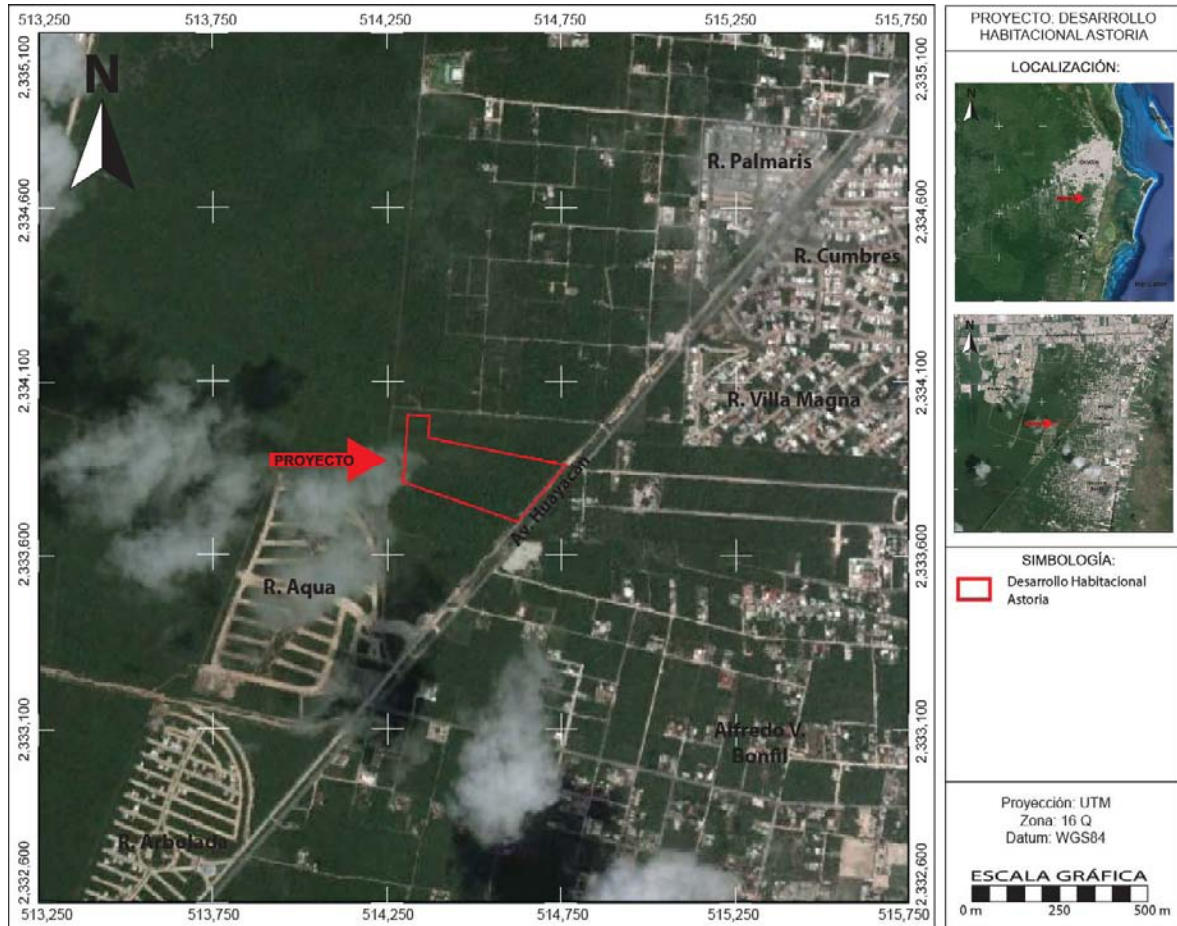


Figura 4. Vialidades, vías de acceso y predios circundantes del desarrollo habitacional.

En relación con los ordenamientos ecológicos, el sitio de interés se encuentra dentro del ámbito de aplicación del Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Benito Juárez² (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 5).

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

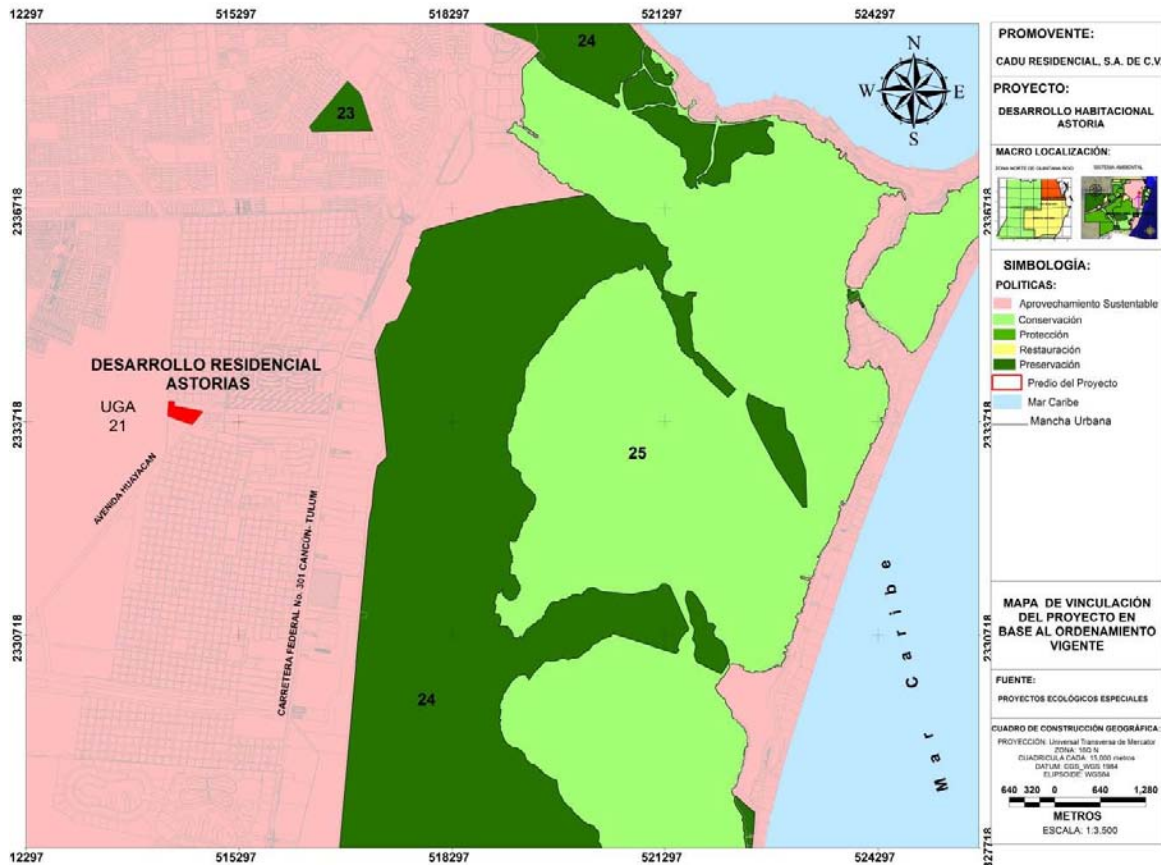


Figura 5. Localización del predio en el contexto del Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio Benito Juárez.

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. Se promueve un proyecto de desarrollo habitacional en donde se pretende llevar a cabo la construcción de viviendas con toda la infraestructura urbana.



Figura 6. Ubicación del sitio del proyecto con base en el PDU CPC 2014-2030.

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

El proyecto denominado “Desarrollo Habitacional Astoria”, tiene contemplado el cambio de uso de suelo de 69,343.24 m² (6.93 has) que corresponden al 95.22% de la superficie total del terreno el cual como se ha mencionado es de 72,822.28 m² (7.28has).

Los vértices que conforman la zona de aprovechamiento o zona de CUSTF, es por eso que a continuación se presenta el polígono y el cuadro de construcción donde se pretende el cambio de uso de suelo y quedaran desplantadas las nuevas obras a solicitar, comprendidas de áreas habitacionales, vialidades, comercial que incluyen las áreas verdes.

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 7.

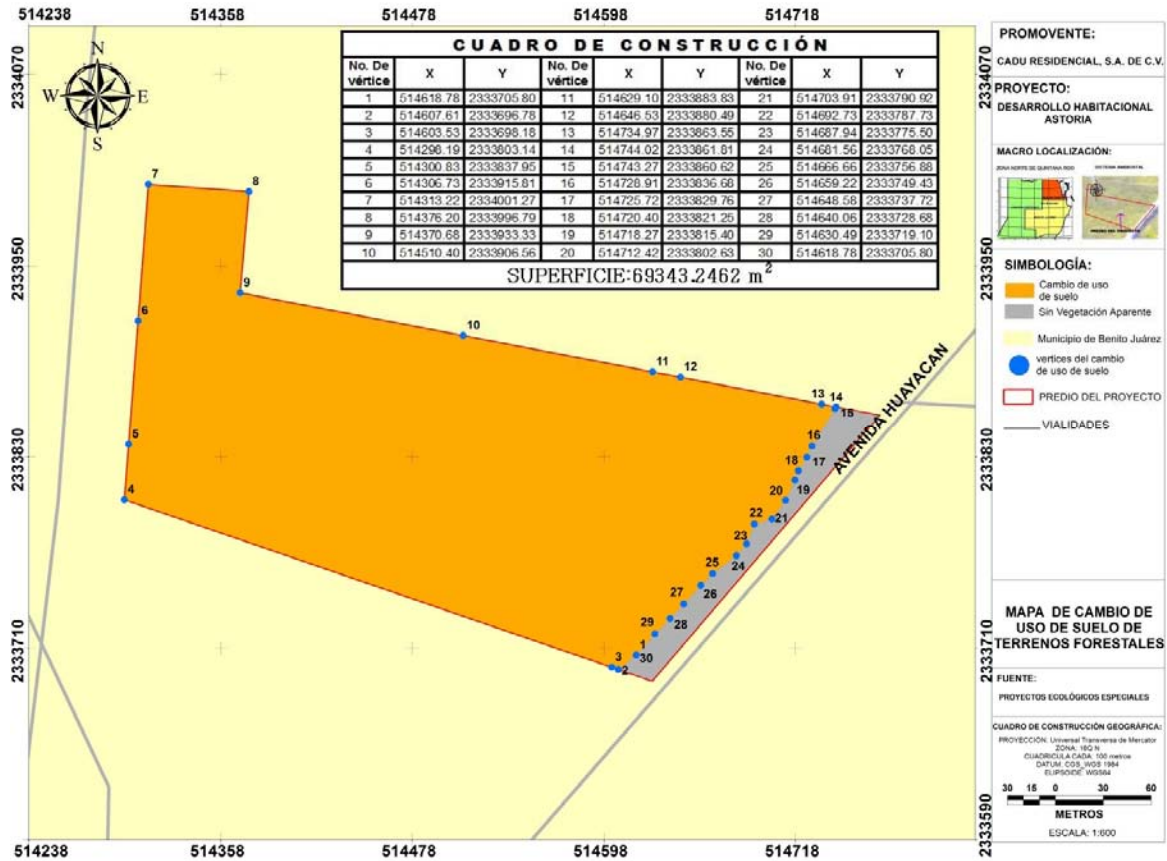


Figura 7. Distribución espacial del área a solicitar de CUSF del proyecto. El polígono de color naranja representa el área sujeta a CUSTF.

Cuadro 5. Coordenadas que delimitan el polígono del área sujeta al cambio de uso de suelo para el proyecto.

Núm. Sitio	Coordenadas geográficas (UTM, GWS-84 16Q)	
	X	Y
1	514618.78	2333705.80
2	514607.61	2333696.78
3	514603.53	2333698.18
4	514298.19	2333803.14
5	514300.83	2333837.95
6	514306.73	2333915.81
7	514313.22	2334001.27
8	514376.20	2333996.79
9	514370.68	2333933.33
10	514510.40	2333906.56
11	514629.10	2333883.83
12	514646.53	2333880.49
13	514734.97	2333863.55
14	514744.02	2333861.81
15	514743.27	2333860.62

16	514728.91	2333836.68
17	514725.72	2333829.76
18	514720.40	2333821.25
19	514718.27	2333815.40
20	514712.42	2333802.63
21	514703.91	2333790.92
22	514692.73	2333787.73
23	514687.94	2333775.50
24	514681.56	2333768.05
25	514666.66	2333756.88
26	514659.22	2333749.43
27	514648.58	2333737.72
28	514640.06	2333728.68
29	514630.49	2333719.10
30	514618.78	2333705.80
		SUPERFICIE: 69,343.246 m²

El proyecto denominado “Desarrollo Habitacional Astoria”, se ubica en un terreno rústico localizado en el lote 01-04, SM 330, Mz 20, del Ejido Alfredo V. Bonfil en la Ciudad de Cancún, Municipio de Benito Juárez, Estado de Quintana Roo, el predio cuenta con una superficie total de 72,822.28 m² (7.28 hectáreas), en donde en aproximadamente el 4.78% de la superficie total (3,479.03 m²) se encuentra sin cobertura forestal, esto debido a que la superficie ocupa lo que será la vialidad de doble carril denominada Av. Huayacán en construcción por el Municipio de Benito Juárez, en donde uno de sus carriles ya se encuentra totalmente asfaltada y la que se encuentra adjunto al predio actualmente se encuentra en terracería en proceso de construcción.

La distribución de la totalidad de la superficie del predio se puede observar en el cuadro 6, en donde se presenta las condiciones del uso actual y propuesto del predio, quedando claramente detallada de la siguiente manera.

Cuadro 6. Distribución actual de la totalidad de la superficie del predio, de acuerdo al uso propuesto.

SUPERFICIES	CUSF Detallado			CUSF Global		
	m ²	HAS	%	m ²	HAS	%
Sin Cobertura forestal	3,479.03	0.347	4.78	72,822.27	7.28	100
Área sujeta a CUSTF (DTU-A)	69,343.24	6.93	95.23			
TOTAL			100%			100%

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. 8).

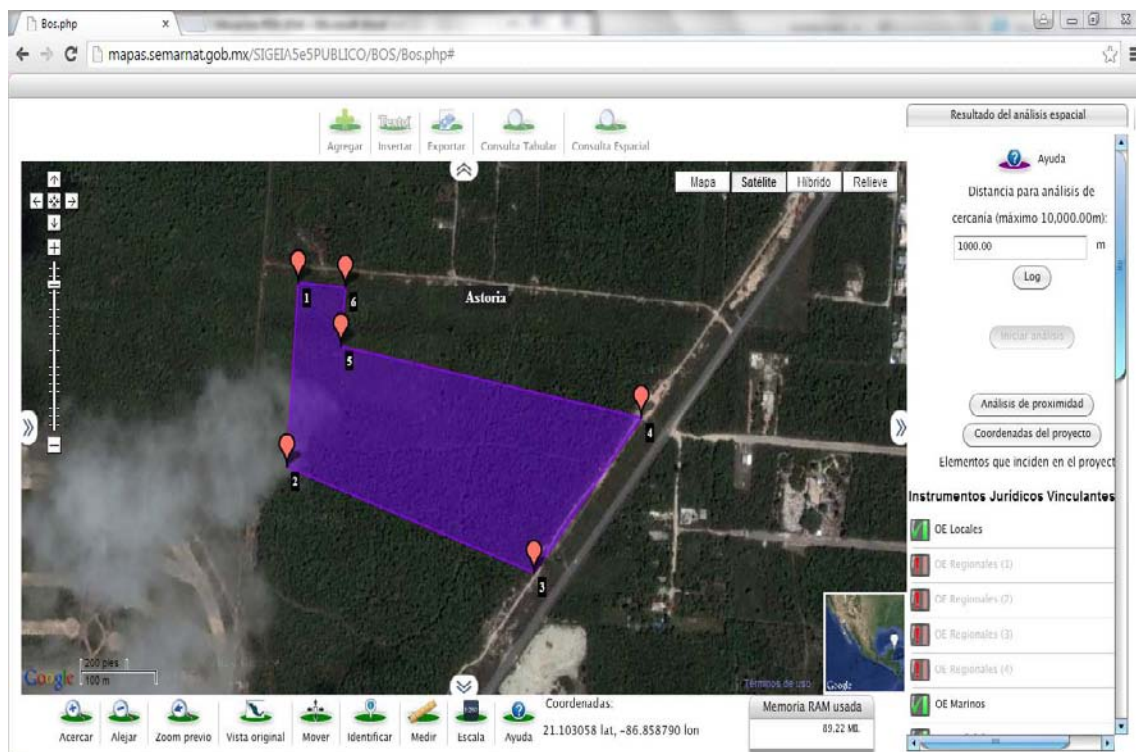


Figura 8. Pantalla del portal del Sistema de Información Geográfica para la Evaluación del Impacto Ambiental (SIGEA) del portal de la SEMARNAT.

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 109 km, Manglares de Nichupte aproximadamente a 2.6 kilómetros de distancia y a 9.8 kilómetros 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 4.2 Kilómetros y 12.5 kilómetros respectivamente del área de este proyecto.

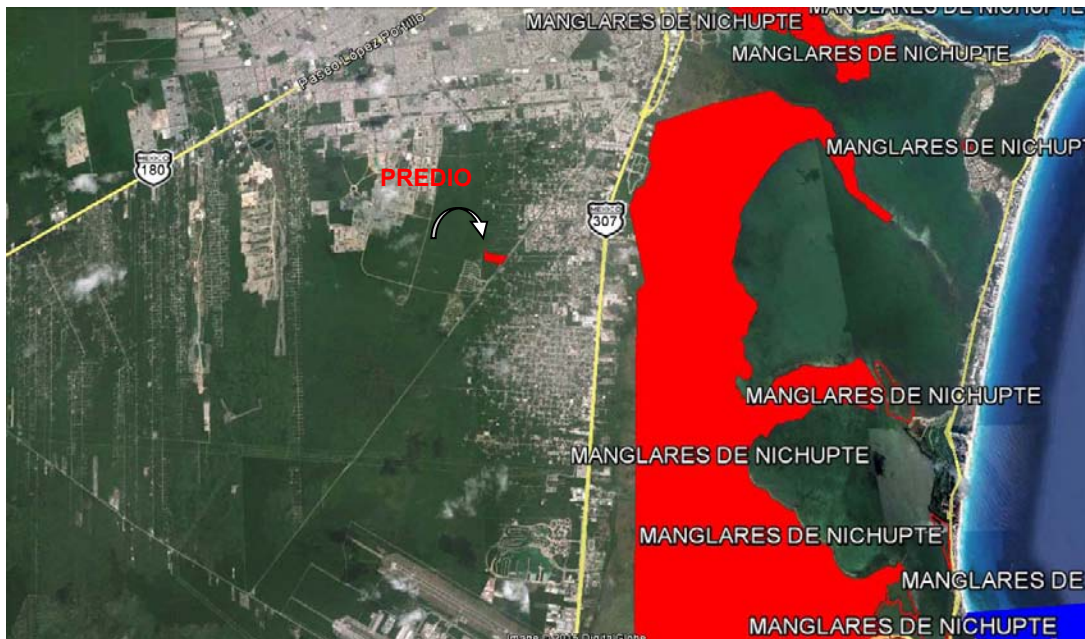


Figura 9. En la imagen se aprecia la ubicación del predio, con respecto a las áreas naturales protegidas.

IV. DESCRIPCIÓN DE LOS ELEMENTOS FÍSICOS Y BIOLÓGICOS DE LA CUENCA HIDROLÓGICO-FORESTAL EN DONDE SE UBICQUE 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 Km²; 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, 33³, 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 10). 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)⁴. 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. La temperatura media anual es de 26 °C con una precipitación que va de 800 mm en

³ 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.

⁴ Presidencia Municipal 2008-2010. Sitio oficial con información institucional, servicios, eventos y programas desarrollados por el gobierno municipal (www.cancun.gob.mx).

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 la cuenca.

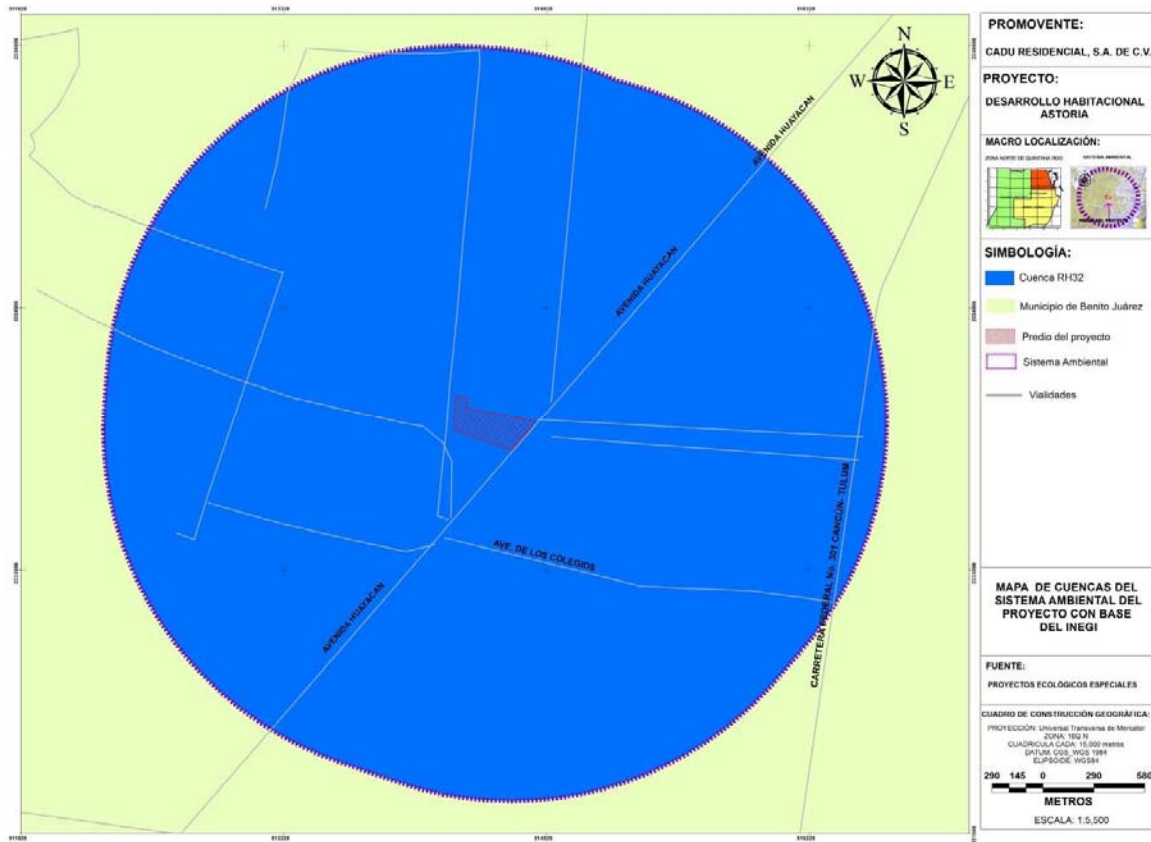


Figura 10. El predio de interés se localiza en la Cuenca hidrológica RH32, Cuenca 32 A Quintana Roo, Subcuenca “a” Benito Juárez. FUENTE: INEGI serie V.

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

Para la delimitación del área de estudio del proyecto “Desarrollo Habitacional Astoria”, 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.

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 “Desarrollo Habitacional Astoria”, 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.

A continuación se describe el Sistema Ambiental en donde se localiza el proyecto “Desarrollo Habitacional Astoria”. Este sistema ambiental (figura 11) abarca una superficie total de 15,142,800 m² (1,548.28 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 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 con árboles dispersos.
- 6.- La zona no se ubica 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 los predios circundantes, el sitio del proyecto colinda con desarrollos habitacionales similares al planteado por el presente proyecto, así como, la mancha urbana del Ejido de Alfredo V. Bonfil. Así mismo, al estar dentro de una zona de crecimiento urbana, se presentan tiendas, gimnasios, gasolineras, escuelas, centros de culto religioso, en los márgenes de la Av. Huayacán.

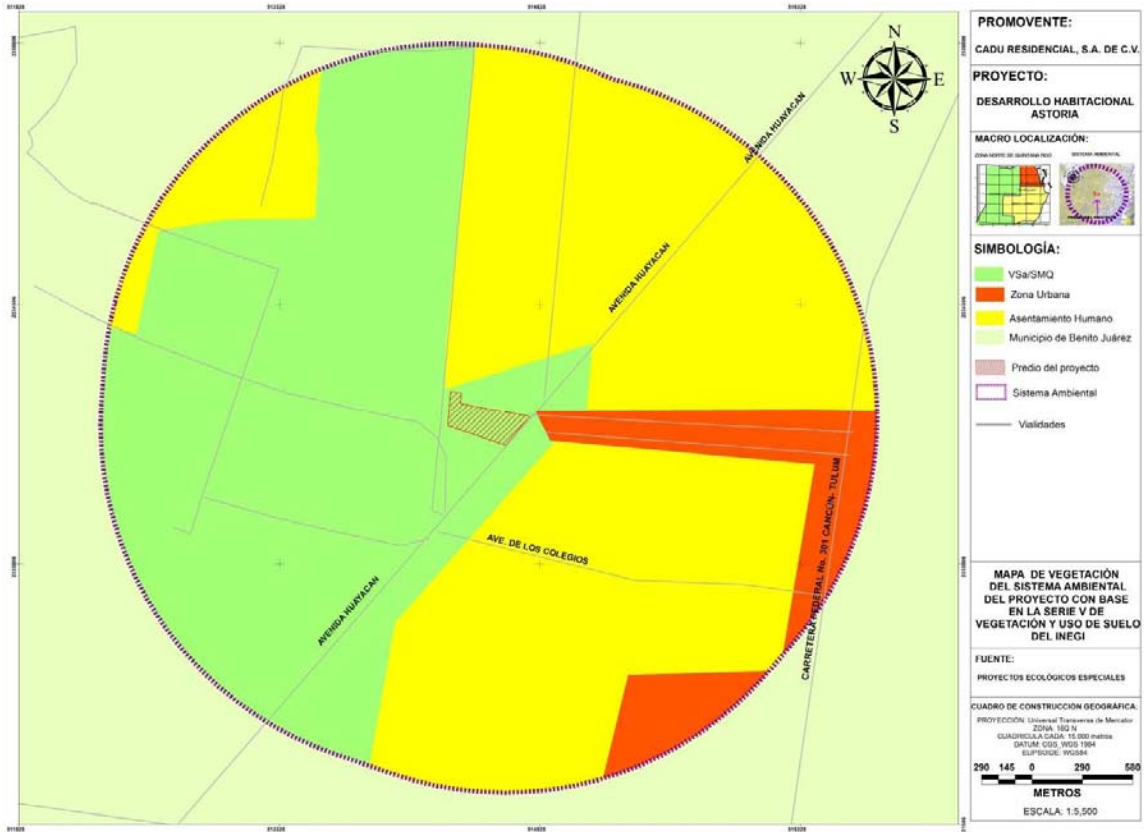


Figura 11. Ubicación del predio, delimitación del área de influencia y descripción del sistema ambiental en el plano de la serie V del INEGI.

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
AH	Asentamiento humano	776.561	51.28
VSa/SMQ	Vegetación secundaria arbustiva de selva mediana subperennifolia	631.616	41.71
ZU	Zona Urbana	106.104	7.01
TOTAL		1,514.281	100.0

Este polígono tiene una superficie total de 1,514.281 hectáreas que rodean el predio y corresponde al área donde se prevén los efectos directos de este proyecto. Los asentamientos humanos ocupan la mayor parte del sistema ambiental aportando el 51.28 %, la vegetación secundaria arbustiva ocupa el 41.71% y la zona urbana aporta el 7.01%

Por su ubicación, el sitio del proyecto se encuentra dentro del ámbito de aplicación del Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población Cancún 2014-2030, así como, de la UGA 21 del Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Benito Juárez.

Como se ha referido, el proyecto se ubicará hacia la zona sur 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 existe una importante vialidad de acceso, así como desarrollos habitacionales similares al planteado por el presente proyecto como son Residencial Arbolada, Residencial Aqua, Residencial Villa Magna, Residencial Cumbres, entre otros, así como, la mancha urbana del Ejido de Alfredo V. Bonfil. Así mismo, al estar dentro de una zona de crecimiento urbana, se presentan tiendas, gimnasios, gasolineras, escuelas, centros comerciales, en los márgenes de la Av. Huayacán.

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

El análisis de los estudios técnicos que se presentan en esta caracterización del sistema ambiental del proyecto “Desarrollo Habitacional Astoria”, 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.- 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.

4.- 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 y fauna de este sistema ambiental, nos permiten reconocer la existencia de más de 142 especies de plantas vasculares, 42 especies de aves, 12 especies de mamíferos, 12 reptiles y 3 especies de anfibios. Se reconoce que existe escasa información de colectas fuera de las áreas naturales protegidas, se desconocen aspectos sobre la dinámica de las poblaciones locales y existen grupos de fauna poco estudiados.

7.- Los ciclones tropicales son fenómenos meteorológicos que 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.- Los procesos de urbanización, desarrollo turístico, especulación de terrenos y proliferación de asentamientos irregulares son las principales causas del cambio de uso del suelo y constituyen la principal amenaza para la diversidad biológica y la conservación del agua como recurso. Destaca la expansión del uso del suelo urbano en la reserva territorial norte de Cancún y la acelerada ocupación de nuevos terrenos para asentamientos humanos.

10.- 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 437 viviendas que integran un desarrollo habitacional que contara 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 hasta 500 empleos temporales y permanentes durante la etapa de construcción.

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 arbustiva de selva mediana subperennifolia con 631.61 hectáreas, misma que ocupa el 51.28% del sistema ambiental, sin embargo los asentamientos humanos contribuye con el 51.28% (776.56 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 y permanentes 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. Así como de los servicios de transporte que aún son deficientes para los usuarios ya sean pobladores o turistas.

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 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 extensos 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, se continua promoviendo el desarrollo turístico, 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. 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.

Los incendios forestales son eventos donde el fuego se expande sin control sobre especies arbóreas, arbustivas, de matorral o herbáceas, de tal manera que se afecta vegetación forestal que no estaba destinada para la quema. En el norte de Quintana Roo han sido frecuentes los incendios forestales de gran extensión como los de 1989 luego del paso del Huracán Gilberto. Se reconoce que existe una alta correlación entre la intensidad de los huracanes y la incidencia de incendios forestales en los periodos de sequía subsecuentes. Por lo general, los incendios de mayor intensidad se presentan en selvas maduras donde existe más cantidad de material combustible acumulado, pero en las áreas con vegetación secundaria los incendios son recurrentes, ya que se incendian con mayor frecuencia las áreas previamente afectadas por incendios

La vegetación predominante en el sistema ambiental de este proyecto, 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 de Benito Juárez. Esta comunidad vegetal presenta los individuos de mayor talla, el mayor número de especies y el mayor número de especies protegidas. Se desarrolla sobre suelos jóvenes ligeramente planos y con buen drenaje.

Las presiones previstas por la expansión de la mancha urbana según el Programa de Desarrollo Urbano vigente, nos señalan que a corto plazo se presenta 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 espera una fragmentación paulatina y la disminución del hábitat con condiciones adecuadas para el desarrollo de las poblaciones de flora y fauna silvestres que son sensibles a la presencia humana. Además de que por su incorporación al desarrollo urbano de la ciudad de Cancún, se hace necesario para evitar la degradación visual de la zona urbana y contribuir al impulso del desarrollo socioeconómico sostenido de la misma, garantizar la dotación de servicios públicos que eviten y pongan en riesgo los recursos naturales y procesos ecológicos prioritarios.

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.

Una consideración importante que se puede obtener de la figura 12 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 12. Esquematación de la ubicación del sistema natural fragmentado por el desarrollo urbano de la ciudad de Cancún.

IV.2.2 Medio abiótico

IV.2.2.1 Fisiografía

El sistema ambiental 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, se realiza por una serie de escalones bruscos que corresponden a líneas de fallas, mostrando las características de una meseta baja tectónica (horst), que se extiende hacia el sur.

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. La peculiaridad de estas formaciones se debe a la carsticidad.

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 suroeste⁵.

Dada la solubilidad de las rocas, son frecuentes las dolinas y depresiones en donde se acumulan arcillas de descalcificación, además, muestran una superficie rocosa con ligeras ondulaciones y carecen en casi toda su extensión de un sistema de drenaje superficial. En su porción litoral son frecuentes las salientes rocosas, caletas, pequeños escarpes, cordones y espolones, así como lagunas pantanosas intercomunicadas con el mar por canales o bocas y extensas zonas de inundación con vegetación de manglar. 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.

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

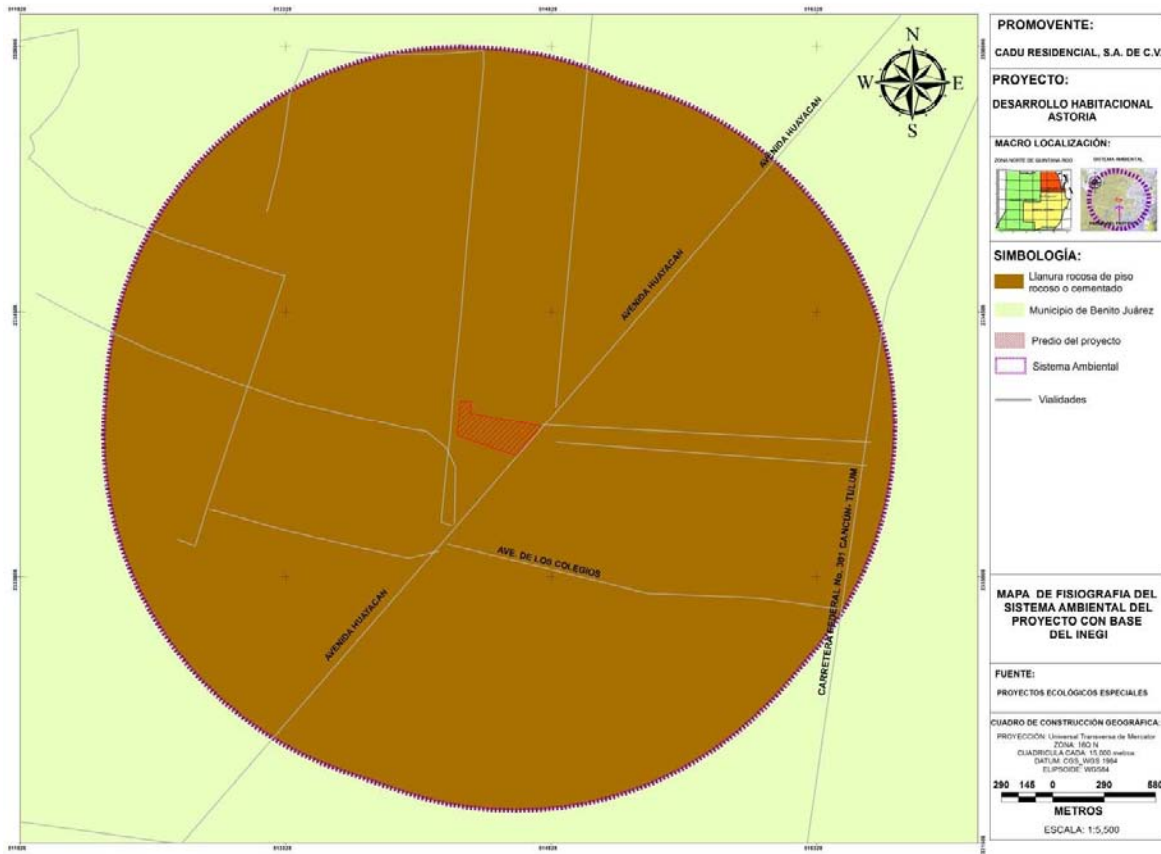


Figura 13. Carta fisiográfica. El sistema ambiental se ubica en la subprovincia fisiográfica Carso Yucateco.

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 atmosférica⁶.

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.

En el sistema ambiental se presenta un régimen climático del tipo cálido subhúmedo, con influencia de factores locales como son la constante brisa marina y la elevada humedad atmosférica, por su colindancia con las aguas del Mar Caribe, así como por la reducida elevación sobre el nivel del mar y la ausencia de prominencias orográficas, que pudieran detener las corrientes de aire húmedo.

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

El comportamiento de la precipitación y la temperatura a través del tiempo y su relación con otros elementos atmosféricos como la evaporación y la humedad relativa, son la base para la clasificación del tipo climático que caracteriza la zona norte de esta entidad. En esta zona se manifiesta el subtipo climático cálido subhúmedo Aw0, que es el más seco de los cálidos subhúmedos (figura xx); presenta un régimen de lluvias en verano y una precipitación media anual de 1012.87 mm. Tiene una temperatura media anual de 26.6 °C, una variación de la temperatura media mensual entre el mes más frío y el mes más caliente menor a 5 °C, por lo que se considera isotermal. 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.

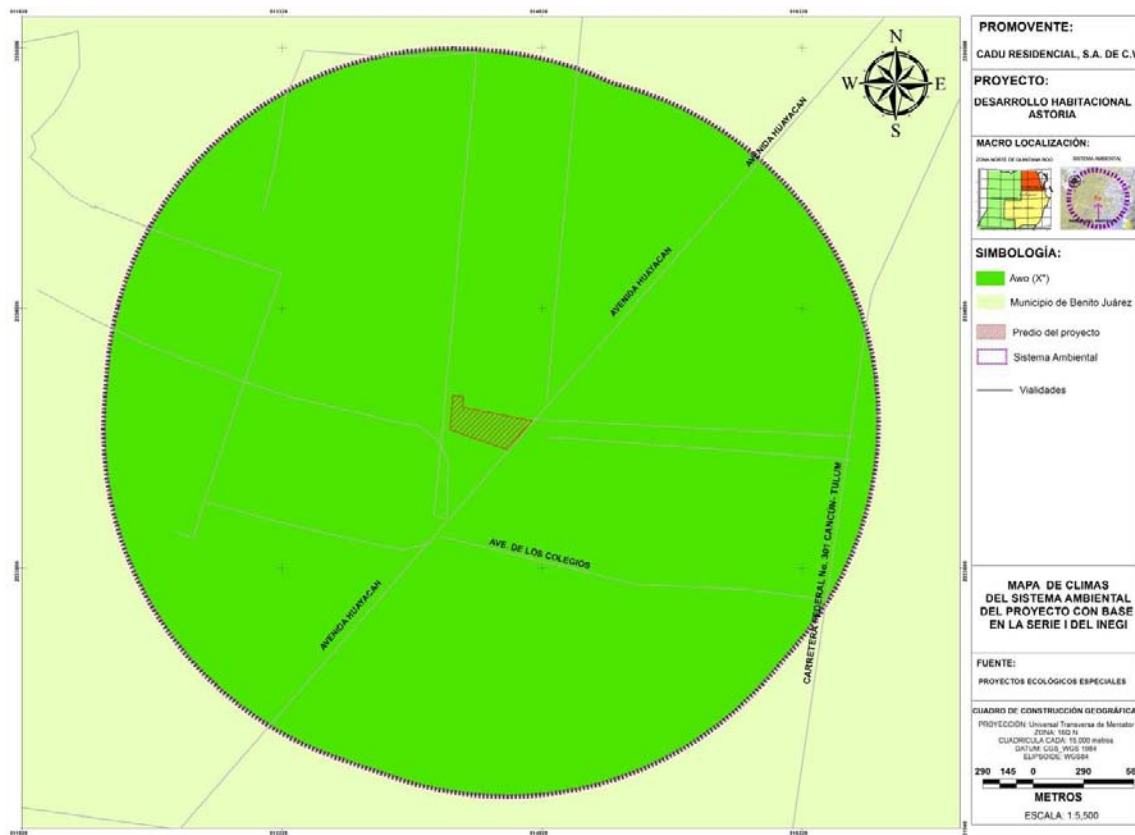


Figura 14. Mapa climático que se presenta en el sistema ambiental. Fuente: Instituto Nacional de Estadística y Geografía, Escala 1: 5,500.

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 1012.87 mm 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. 15).

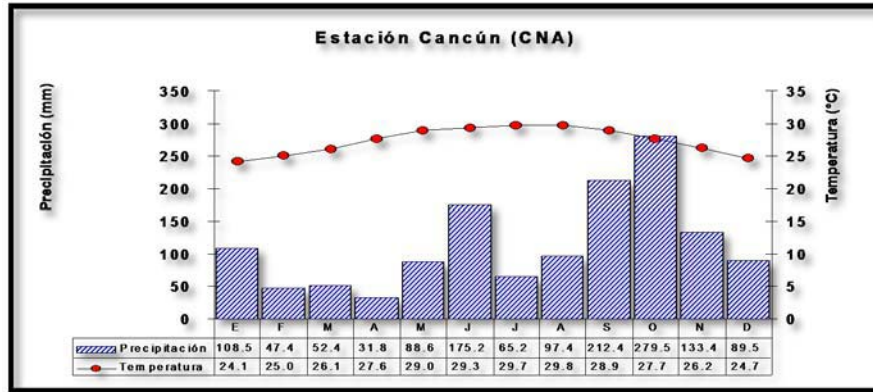


Figura 15. Marcha anual de la temperatura y precipitación para la zona de estudio. Fuente: Datos obtenidos por la CNA en la estación meteorológica Cancún (1991-2006).

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.

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

**IV.2.2.3
 Edafología**

Los suelos son sistemas biofísicos abiertos, dispuestos en capas y compuestos de minerales, materia orgánica y micro-organismos que sirven de

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

soporte para los seres vivos y permiten el crecimiento de las plantas en condiciones naturales. Este sistema intercambia materia y energía con la biosfera, litosfera, atmosfera e hidrosfera; se considera un recurso natural no renovable, con funciones ecológicas, ambientales y culturales.

El suelo almacena nutrimentos, participa en la liberación moderada de los mismos y suministra otros elementos para el crecimiento de las plantas. Mediante los ciclos biogeoquímicos, los nutrimentos pueden ser transformados a formas disponibles para las plantas y convertirse en biomasa. La producción de biomasa es la función del suelo más estudiada, de manera particular se sabe que ciertos cultivos requieren condiciones especiales para su buen desarrollo y sólo es posible cultivarlos con éxito en suelos con características particulares. Por el contrario, otros cultivos pueden crecer y desarrollarse en diversos grupos de suelos.

Los suelos tienen la capacidad para filtrar el agua, limpiándola de impurezas mediante las cargas negativas y positivas en sus partículas minerales y orgánicas, protegiendo la calidad del agua, el aire y la biota. De la misma manera, las comunidades microbianas, y la macro-fauna del suelo, pueden transformar los compuestos orgánicos, ya sea por mineralización o por humificación. En el suelo, el tiempo de residencia de los contaminantes es mucho mayor que en el aire y el agua, y el contaminante puede desactivarse por diversas reacciones

La descripción edafológica se elaboró con base en la carta edafológica escala 1:250,000 serie II del 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.

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 el sistema ambiental están presentes los suelos Litosol y Rendzina que se encuentran interactuando y formando mezclas con predominancia de alguno de ellos.

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.

Unidad Litosol (símbolo: I), del griego lithos: piedra; literalmente, suelo de piedra. Son suelos muy delgados, su espesor es menor a 10 cm, y descansa sobre un estrato duro y continuo, tal como roca, tepetate o caliche. Son los suelos más abundantes del país pues ocupan 22 de cada 100 hectáreas de suelo. Se encuentran en todos los climas y con muy diversos tipos de vegetación. Su fertilidad natural y la susceptibilidad a la erosión son muy variables dependiendo de otros factores ambientales.

El uso de estos suelos depende principalmente de la vegetación que los cubre. En bosques y selvas su uso es forestal; cuando hay matorrales o pastizales se puede llevar a cabo un pastoreo más o menos limitado y en algunos casos se destinan a la agricultura, en especial al cultivo de maíz o el nopal, condicionado a la presencia de suficiente agua. No tiene subunidades.

En el sistema ambiental definido para el proyecto está dominado por suelo tipo

Litosol 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 al suelo Redzina. (Figura 16).

Los suelos en este sistema ambiental se caracterizan por ser someros y pedregosos y algunas ocasiones con rocosidad a través del perfil; en el sistema de clasificación taxonómica FAO/UNESCO, se correlacionan como I + E/2, Litosol y Rendzina de clase textural media respectivamente.

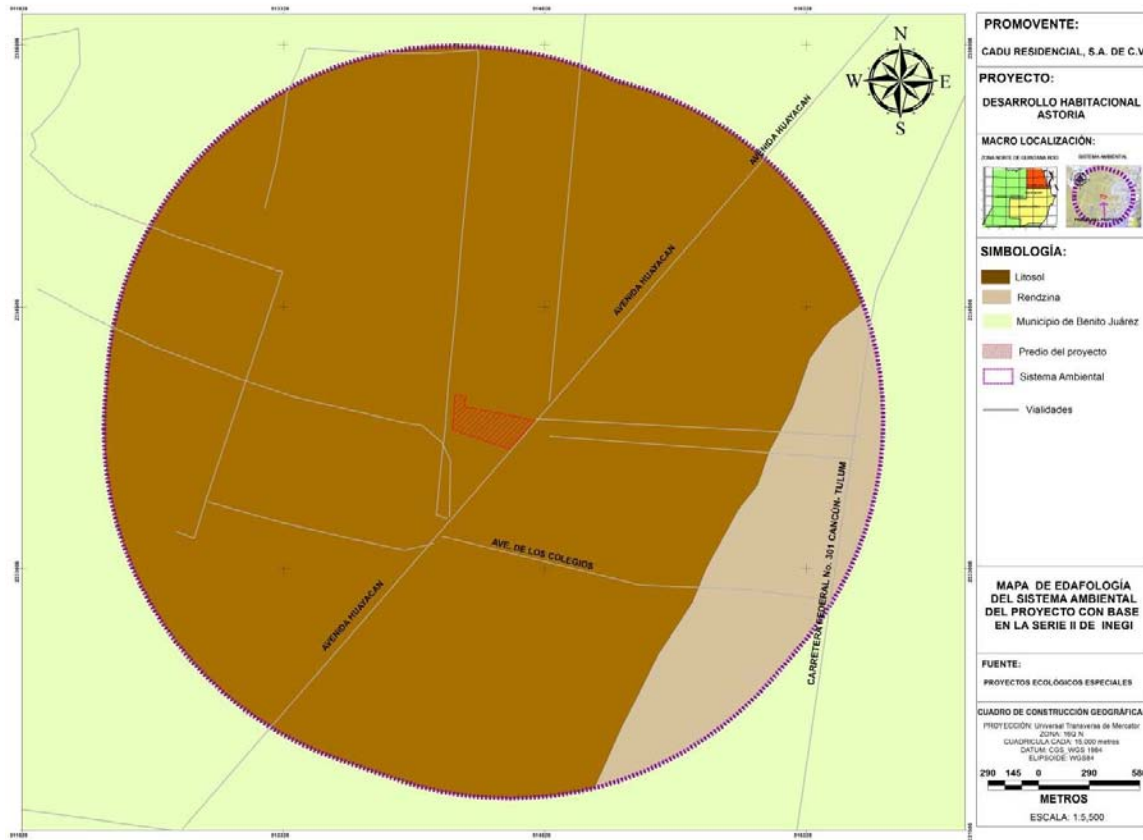


Figura 16. De acuerdo con la carta edafológica de INEGI, se observa que el predio tiene originalmente el tipo de suelo Litosol.

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.

El desarrollo geomorfológico de esta región se inició sobre el terciario superior, con la emersión de una secuencia carbonatada, que ha estado sujeta a una intensa disolución. Esto dio origen a un terreno rocoso, suavemente ondulado, caracterizado por la existencia de numerosos pozos naturales y cavernas de disolución. El área se modificó durante el Cuaternario, por la formación de lagunas y áreas pantanosas y por la acumulación y litificación de depósitos eólicos, así como por la construcción resiente de dunas y depósitos de litoral.

La geología estructural como el resto de la Plataforma de Yucatán se encuentra prácticamente sin deformar. Las rocas calcáreas presentan un lechado casi horizontal y forman parte de un gran banco calcáreo que descansa en un basamento metamórfico del paleozoico.

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

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.

Las calizas Tpl (cz). Esta unidad carece responder a la parte superior de la formación Carrillo Puerto. La parte inferior de lo expuesto está formada por un cuerpo masivo coquinífero, poco compacto, cubierto por calizas laminares con estratificación cruzada que representan dos buzamientos diferentes con ángulos distintos de inclinación. Estas calizas de texturas ooespatíticas, bioespatíticas y bioesparrudíticas, están formadas por fragmentos de conchas de pelecípodos y gasterópodos y por algunos restos de corales y esponjas.

La parte superior de esta unidad está constituida por calizas de textura de ooespatita, bioespatita y biomicrita, dispuestas en capas delgadas y medianas, de color blanco, con un lechado horizontal, contienen algas verdes, pelecípodos, ostrácodos y hexacorales. Su ambiente de depósito es de plataforma de agua poco profundo y morfológicamente constituye lomeríos de poca elevación paralelos a la línea de costa.

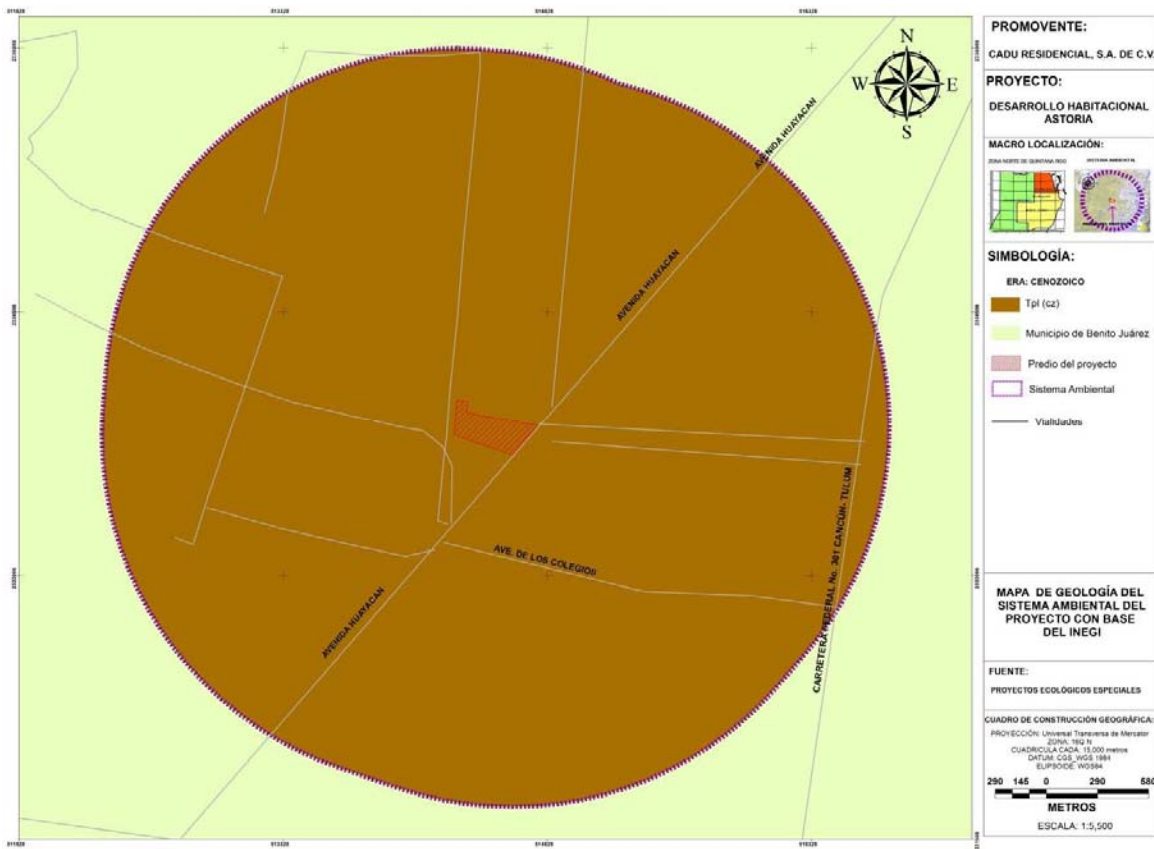


Figura 17. Mapa geológico del Área de Estudio. Fuente: Carta Geológica del INEGI “CANCÚN F16-8”.

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 18).

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%.



Figura 18. Mapa Hidrológico Superficial del Área de Estudio. Fuente: Carta Hidrológica de Aguas Superficiales del INEGI “CANCÚN F16-8”.

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 19. Mapa Hidrológico Subterráneo del Área de Estudio. Fuente: Carta Hidrológica de Aguas Subterráneas del INEGI “CANCÚN F16-8”.

El modelo conceptual que permite explicar el flujo del agua subterránea en el norte de Quintana Roo (figura 20), con aplicación en el sistema ambiental de este proyecto. Se fundamenta en las diferencias altitudinales y las características cársticas del sustrato, se considera que el agua subterránea se mueve de las zonas de mayor precipitación hacia la costa. En los estratos consolidados 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 desplazamiento.

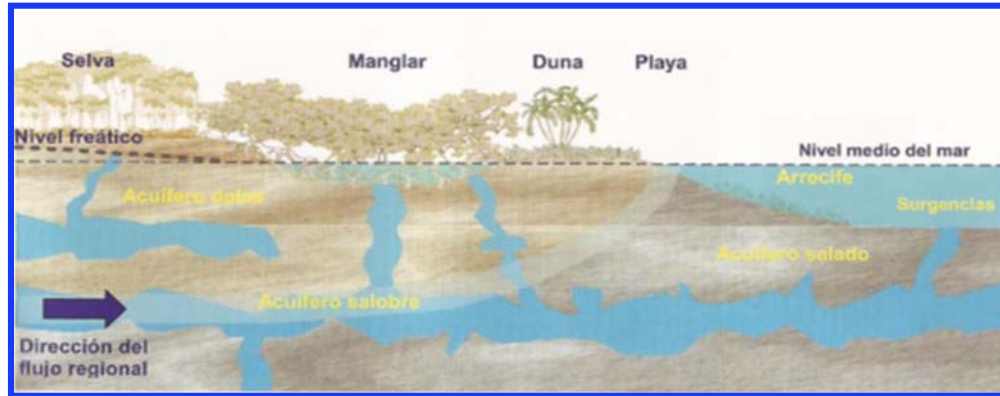


Figura 20. Representación esquemática el flujo subterráneo del agua que caracteriza la zona costera del norte de Quintana Roo. Fuente: Juárez et al, 2006.

V.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

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

corresponde con las características de la vegetación secundaria derivada de una selva mediana subperennifolia (figura 21). Se identifica una condición en este sistema ambiental: la vegetación secundaria arbustiva (VSa/SMQ) que ocupa una superficie de 631.61 hectáreas (41.71% del sistema ambiental).

Este polígono tiene una superficie total de 1,514.281 hectáreas que rodean el predio y corresponde al área donde se prevén los efectos directos de este proyecto. Los asentamientos humanos ocupan la mayor parte del sistema ambiental aportando el 51.28 %, la vegetación secundaria arbustiva ocupa el 41.71% y la zona urbana aporta el 7.01%

Cuadro 9. 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
AH	Asentamiento humano	776.561	51.28
VSa/SMQ	Vegetación secundaria arbustiva de selva mediana subperennifolia	631.616	41.71
ZU	Zona Urbana	106.104	7.01
TOTAL		1,514.281	100.0

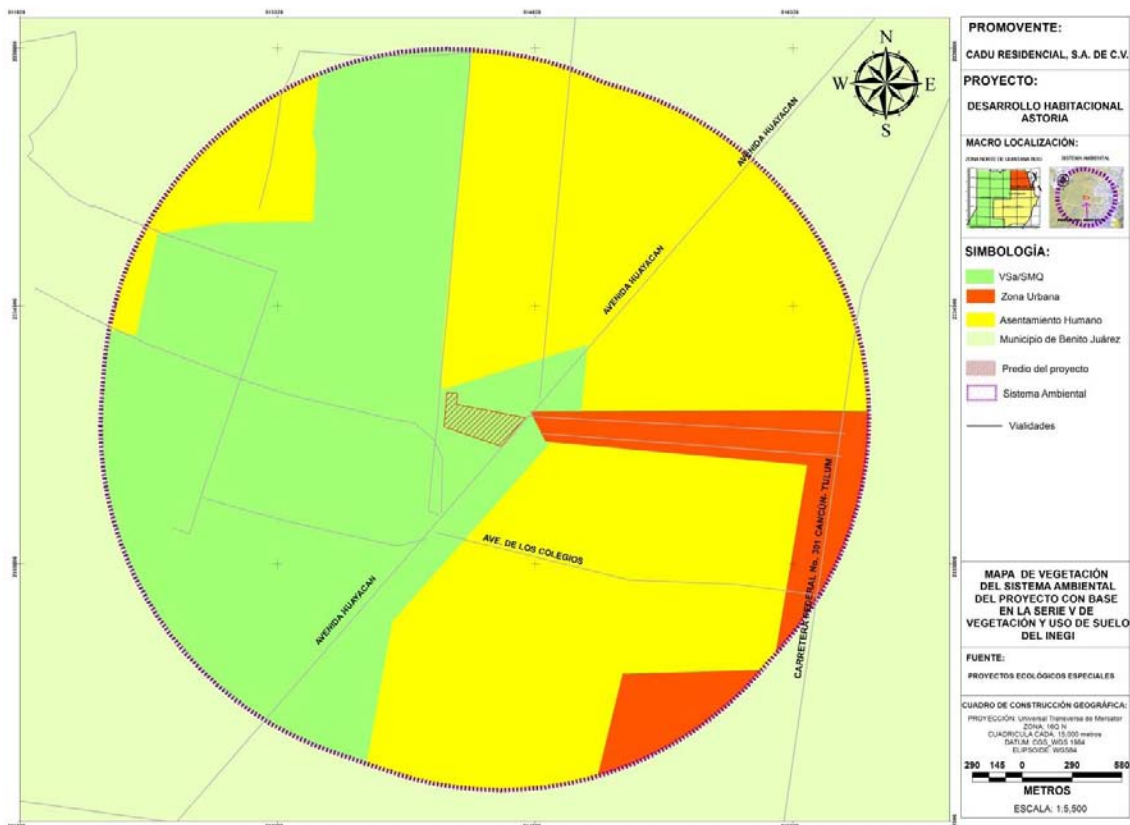


Figura 21. Carta de uso del suelo y vegetación de INEGI, Serie V.

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; *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 acahuals 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.

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 derivada de una selva mediana subperennifolia. En el área de influencia directa de este proyecto predominan los asentamientos humanos, las áreas cubiertas con parches de vegetación secundaria arbustiva, en menor proporción se presentan las áreas urbanizadas.

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, las carreteras y los caminos de terracería, por lo que corresponde a un ecosistema fragmentado y en continua modificación.

IV.2.3.2 Condiciones de la vegetación en el sistema ambiental.

Las condiciones ambientales predominantes en este sistema ambiental definido 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 derivada de una selva mediana subperennifolia. En el área de influencia directa de este proyecto predomina la vegetación secundaria arbustiva de selva mediana subperennifolia, los asentamientos humanos y la zona urbana.

En este sistema ambiental 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 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 del área sujeta a cambio de uso de suelo; se realizaron estimaciones de la flora mediante 6 sitios de muestreo dentro del sistema ambiental cerca del predio en estudio 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 m², con subunidades concéntricas de 100 m² y 5 m², la forma del muestreo fue iniciando dirección norte y siguiendo el sentido de las manecillas del reloj.

Los 6 sitios de muestreo de 500 m² 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 10. 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
9	514681	2333901
10	514578	2333918
11	514485	2333939
13	514524	2333697
14	514424	2333739

15

514338

2333769

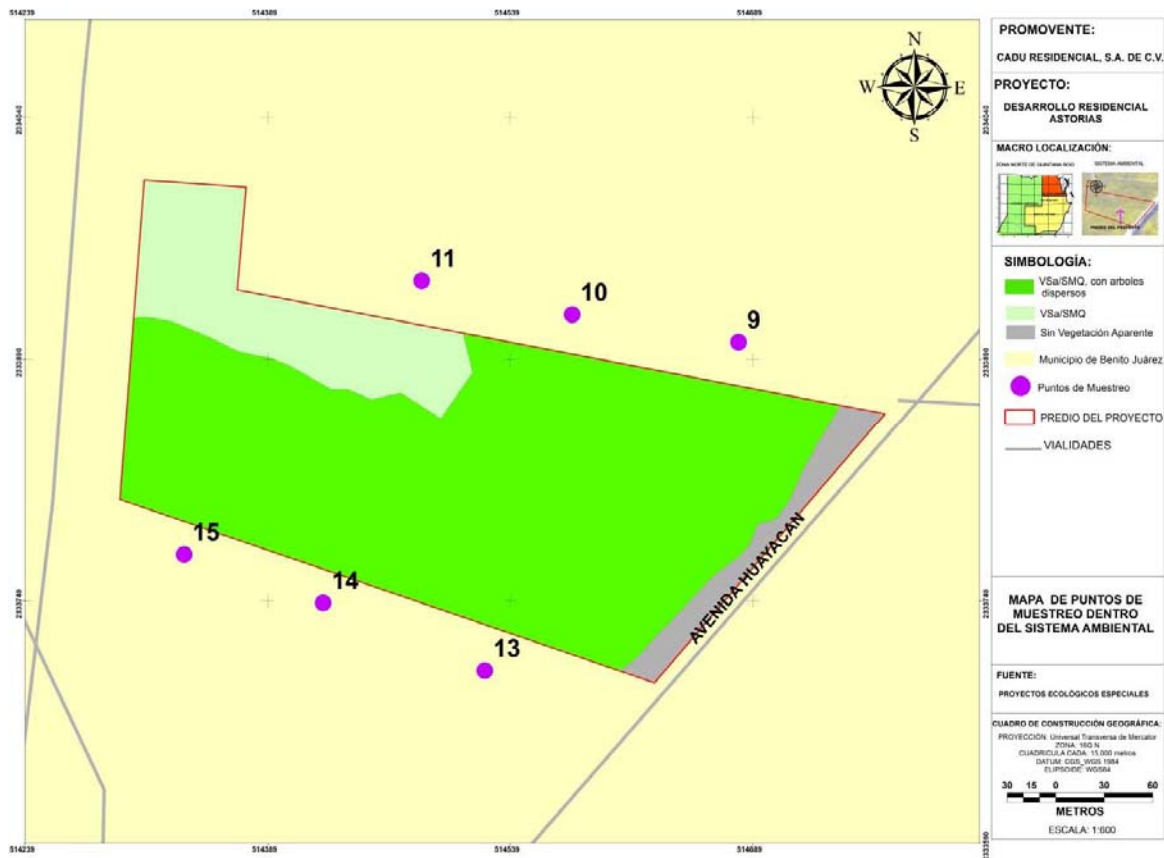


Figura 22. Distribución espacial de los sitios de muestreo para la diversidad de flora en el sistema ambiental.

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 142 especies de vegetación, de las cuales 93 especies son árboles, 21 especies son arbustivas, 20 son herbáceas y 8 especie rastreras y trepadoras. Estas especies se encuentran agrupadas en 60 familias, de la cual la Fabaceae es la más abundante con 19 especies identificadas.

Cuadro 11. 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>Malmea depressa</i>	Elemuy		X			
4	Apocynaceae	<i>Cascabela gaumeri</i>	Akits		X			
5	Apocynaceae	<i>Plumeria obtusa</i>	Flor de mayo		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>Sabal japa</i>	Guano			X		
10	Arecaceae	<i>Chamaedorea seifrizii</i>	Xiat				X	
11	Asteraceae	<i>Critonia daleoides</i>				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>Tabebuia rosae</i>	Maculix		X			
16	Bignoniaceae	<i>Cydista potosina</i>	X-k'an lol					X
17	Boraginaceae	<i>Cordia gerascanthus</i>	Bojon		X			
18	Boraginaceae	<i>Cordia dodecandra</i>	Siricote		X			
19	Bromeliaceae	<i>Bromelia karatas</i>	Piñuela				X	
20	Bromeliaceae	<i>Bromelia pinguin</i>	Ts'albay				X	
21	Bromeliaceae	<i>Tillandsia festucoides</i>	Bromelia				X	
22	Burseraceae	<i>Bursera simaruba</i>	Chakaj		X			
23	Burseraceae	<i>Protium copal</i>	Copal		X			
24	Canellaceae	<i>Canela winterana</i>	Canela		X			
25	Caricaceae	<i>Carica papaya</i>	Papaya			X		
26	Celastraceae	<i>Hippocratea sp</i>	Hoja dura		X			
27	Clusiaceae	<i>Clusia flava</i>	Chunup		X			
28	Commelinaceae	<i>Commelina erecta</i>					X	
29	Compositae	<i>Eupatorium daleoides</i>	Euda			X		
30	Convolvulaceae	<i>Hipomoea hederifolia</i>						X
31	Combretaceae	<i>Terminalia catappa</i>	Almendo		X			
32	Cypereceae	<i>Cyperus sp</i>					X	
33	Dioscoreaceae	<i>Dioscorea sp</i>						X
34	Ebenaceae	<i>Diospyros verae-crucis</i>	Dive		X			
35	Ebenaceae	<i>Diospyros cuneata</i>	Silil O Dicu		X			
36	Euphorbiaceae	<i>Cnidocolus aconitifolius</i>	Chaya			X		

37	Euphorbiaceae	<i>Ricinus comunis</i>	Higuerilla	X
38	Euphorbiaceae	<i>Croton niveus</i>	Palo santo o Croton	X
39	Euphorbiaceae	<i>Jatropha gaumeri</i>	Pomol ché	X
40	Euphorbiaceae	<i>Cnidocolus chayamansa</i>		X
41	Euphorbiaceae	<i>Gymnanthes lucida</i>	Yayté	X
42	Fabaceae	<i>Zygia stevensonii</i>	Cacaoche o sist	X
43	Fabaceae	<i>Erythrina standleyana</i>	Chakmoolche	X
44	Fabaceae	<i>Platymiscium yucatanum</i>	Granadillo	X
45	Fabaceae	<i>Piscidia piscipula</i>	Ja'abin	X
46	Fabaceae	<i>Lonchocarpus rugosus</i>	K'anasin	X
47	Fabaceae	<i>Swartzia cubensis</i>	K'atal oox	X
48	Fabaceae	<i>Caesalpinia gaumeri</i>	Kitinché	X
49	Fabaceae	<i>Bauhinia jenningsii</i>	Lengua de vaca	X
50	Fabaceae	<i>Bauhinia divaricata</i>	Pata de vaca	X
51	Fabaceae	<i>Gliricidia sepium</i>	Sak yaab	X
52	Fabaceae	<i>Albizia tomentosa</i>	Sakpich	X
53	Fabaceae	<i>Acacia pennatula</i>	Chimay	X
54	Fabaceae	<i>Acasia gaumeri</i>	Katzim	X
55	Fabaceae	<i>Acacia cornigera</i>	Subin	X
56	Fabaceae	<i>Caesalpinia yucatanensis</i>	Taakinche	X
57	Fabaceae	<i>Lysiloma latisiliquum</i>	Tsalam	X
58	Fabaceae	<i>Diphysa yucatanensis</i>	Ts'u'ts'uk	X
59	Fabaceae	<i>Delonix regia</i>	Framboyan	X
60	Fabaceae	<i>Leucaena leucocephala</i>	Waxim	X
61	Flacourtiaceae	<i>Zuelania guidonea</i>	Tamay	X
62	Icacinaceae	<i>Ottoschultzia pallida</i>	Uvasché	X
63	Lamiaceae	<i>Calicarpa acuminata</i>	Xpukim	X
64	Lamiaceae	<i>Vitex gaumeri</i>	Ya'axnik	X
65	Lauraceae	<i>Nectandra coriacea</i>	Joochok ché o neco	X
66	Lauraceae	<i>Lickaria pecki</i>	Pimientillo	X
67	Malpighiaceae	<i>Byrsonima bucidaefolia</i>	Sak paj	X
68	Malpighiaceae	<i>Malpighia glabra</i>	Wayakté	X
69	Malvaceae	<i>Hampea trilobata</i>	Mahagua	X
70	Malvaceae	<i>Ceiba aesculifolia</i>	Pochote	X
71	Malvaceae	<i>Malvaviscus arboreus</i>	Tulipán de monte	X
72	Meliaceae	<i>Trichilia glabra</i>	Triquilia	X
73	Moraceae	<i>Ficus maxima</i>	Akum	X
74	Moraceae	<i>Ficus cotinifolia</i>	Alamo	X
75	Moraceae	<i>Ficus pertusa</i>	Ju'um ch'iich' Fipe	X

76	Moraceae	<i>Maclura tinctoria</i>	Mora		X	
77	Moraceae	<i>Brosimum alicastrum</i>	Ramón		X	
78	Moraceae	<i>Ficus obtusifolia</i>	Sak' awaj Fiob		X	
79	Muntingiaceae	<i>Muntingia calabura</i>	Capulin		X	
80	Myrtaceae	<i>Calyptanthes pallens</i>	Chaknii		X	
81	Myrtaceae	<i>Eugenia axillaris</i>	Eugenia		X	
82	Myrtaceae	<i>Myrcianthes fragrans</i>	Guayabill		X	
83	Myrtaceae	<i>Parathesis cubana</i>	Pico paloma o pacu			
84	Nyctaginaceae	<i>Neea psychotrioides</i>	Tatsi		X	
85	Orchidaceae	<i>Brassavola grandiflora</i>	Dama de noche			X
86	Orchidaceae	<i>Oeceoclades maculata</i>	Oquidea			X
87	Orchidaceae	<i>Myrmecophila tibicinis</i>	X-k'unbemba			X
88	Palmae	<i>Thrinax radiata</i>	Chiit	A		X
89	Palmae	<i>Sabal yapa</i>	Guano			X
90	Palmae	<i>Coccothrinax readii</i>	Nacax	A		X
91	Palmae	<i>Cocus nusifera</i>	Coco		X	
92	Palmae	<i>Chamaedorea seifrizii</i>	Xiat			X
93	Passifloraceae	<i>Passiflora sp.</i>				
94	Poaceae	<i>Ichnanthus lanceolatus</i>	Kanchin			X X
95	Poaceae	<i>Lasiacis divaricata</i>	Siit			X
96	Poaceae	<i>Anthephora hermaphrodita</i>				X
97	Poaceae	<i>Aristida adscensionis</i>				X
98	Poaceae	<i>Aristida ternipes</i>				X
99	Poaceae	<i>Cenchrus brownii</i>				X
100	Polygonaceae	<i>Coccoloba spicata</i>	Boob		X	
101	Polygonaceae	<i>Gymnopodium floribundum</i>	Ts'i'ts'ilché		X	
102	Polygonaceae	<i>Coccoloba cozumelensis</i>	Uvero o sakkob		X	
103	Polygonaceae	<i>Coccoloba acapulcensis</i>	X-tojyub o Coac		X	
104	Polygonaceae	<i>Coccoloba diversifolia</i>	Chichbob			
105	Portulacaceae	<i>Sesuvium portulacastrum</i>	Verdolaga		X	X
106	Primulaceae	<i>Parathesis cubana</i>	Pico de paloma		X	
107	Putranjivaceae	<i>Drypetes lateriflora</i>	Ekulub		X	
108	Rubiaceae	<i>Alseis yucatanensis</i>	Alseis		X	
109	Rubiaceae	<i>Randia aculeata</i>	Randia			X
110	Rubiaceae	<i>Guettarda elliptica</i>	Tasta'ab		X	
111	Rubiaceae	<i>Hamelia patens</i>	Xkanan			X
112	Rubiaceae	<i>Psychotria nervosa</i>	Café		X	
113	Rubiaceae	<i>Psychotria pubescens</i>	X-yax k'anan			X
114	Rutaceae	<i>Esenbeckia pentaphylla</i>	Naranja ché		X	

115	Rutaceae	<i>Zanthoxylum caribaeum</i>	Sinanche	X
116	Rutaceae	<i>Amyris sylvatica</i>	Palo de gas	X
117	Rutaceae	<i>Pilocarpus racemosus</i>	Tamkasché	X
118	Rutaceae	<i>Casimiroa tetrameria</i>	Yuy	X
119	Salicaceae	<i>Laetia thamnia</i>	Ch'aw ché	X
120	Salicaceae	<i>Samyda yucatanensis</i>	Pakal o Samyda	X
121	Salicaceae	<i>Casearia corymbosa</i>	Xi'imché	X
122	Salicaceae	<i>Zuelania guidonia</i>	X-ta'amay	X
123	Sapindaceae	<i>Cupania dentata</i>	Cude	X
124	Sapindaceae	<i>Talisia olivaeformis</i>	Guaya	X
125	Sapindaceae	<i>Thouinia paucidentata</i>	K'anchunuup	X
126	Sapindaceae	<i>Cardiospermum halicacabum</i>	P'aak ak'	X
127	Sapindaceae	<i>Exothea diphylla</i>	Wayam kox	X
128	Sapotaceae	<i>Cryosophyllum caimito</i>	Caimito	X
129	Sapotaceae	<i>Sideroxylon foetidissimum</i>	Caracolillo	X
130	Sapotaceae	<i>Sideroxylon salicifolium</i>	Chak yá	X
131	Sapotaceae	<i>Manilkara zapota</i>	Chicozapote	X
132	Sapotaceae	<i>Chrysophyllum mexicanum</i>	Chikee	X
133	Sapotaceae	<i>Pouteria campechiana</i>	K'anisté	X
134	Sapotaceae	<i>Pouteria reticulata</i>	Zapotillo	X
135	Simaroubaceae	<i>Simarouba glauca</i>	Pa'sak' o negrito	X
136	Smilacaceae	<i>Smilax mollis</i>	Ts'ay keej	X
137	Solanaceae	<i>Solanum sp</i>		X
138	Theophrastaceae	Jaquinia sp.	Pincha huevo	
139	Ulmaceae	<i>Trema micrantha</i>	Sak pixoy	X
140	Urticaceae	<i>Cecropia peltata</i>	Guarumbo	X
141	Verbenaceae	<i>Lantana camara</i>	Oregano xiw	X
142	Vitaceae	<i>Cissus gossypiifolia</i>	Ta'ab kanil	X

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

En el cuadro 12, se presentan los valores de importancia relativa (VIR) de las especies que se registraron en el estrato herbáceo e incorporación que corresponde a individuos que presentaron diámetros menores a 3 cm, registradas en las unidades de muestreo de 5 m². En total, en las 6 unidades de muestreo para obtener los valores del sistema ambiental se registró 24 especies que corresponden al estrato de regeneración.

Cuadro 12. 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	1	2.3	2.4	4.7
<i>Ficus cotinifolia</i>	Álamo	3	6.8	4.9	11.7
<i>Psychotria nervosa</i>	Café	1	2.3	2.4	4.7
<i>Metopium brownei</i>	Chechem	1	2.3	2.4	4.7
<i>Manilkara zapota</i>	Chicozapote	1	2.3	2.4	4.7
<i>Thrinax radiata</i>	Chit	5	11.4	9.8	21.1
<i>Diospyros tetrasperma</i>	Dicu	1	2.3	2.4	4.7
<i>Drypetes lateriflora</i>	Ekulub	1	2.3	2.4	4.7
<i>Eugenia sp.</i>	Eugenia	1	2.3	2.4	4.7
<i>Platymiscum yucatanum</i>	Granadillo	1	2.3	2.4	4.7
<i>Talisia olivaeformis</i>	Guaya	3	6.8	4.9	11.7
<i>Piscidia piscipula</i>	Jabín	1	2.3	2.4	4.7
<i>Lonchocarpus rugosus</i>	Kanazin	2	4.5	4.9	9.4
<i>Swartzia cubensis</i>	Katalox	2	4.5	4.9	9.4
<i>Bahuinia jenningsii</i>	Lengua de vaca	2	4.5	4.9	9.4
<i>Hampea trilobata</i>	Mahagua	2	4.5	4.9	9.4
<i>Nectandra coriacea</i>	Neco	3	6.8	7.3	14.1
<i>Amyris sylvatica</i>	Palo gas	1	2.3	2.4	4.7
<i>Randia aculeata</i>	Randia	3	6.8	7.3	14.1
<i>Zygia stevensonii</i>	Sist	4	9.1	9.8	18.8
<i>Acacia cornigera</i>	Subín	2	4.5	4.9	9.4
<i>Gymnopodium floribundum</i>	Ts'i'ts'ilché	1	2.3	2.4	4.7
<i>Malvaviscus arboreus</i>	Tulipán	1	2.3	2.4	4.7
<i>Chamaedorea seifrizii</i>	Xiat	1	2.3	2.4	4.7
	TOTALES	44	100.0	100	200

En el cuadro 13, 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 m². En total, en las 6 unidades de muestreo para obtener los valores del sistema ambiental se registró 45 especies.

De acuerdo con los datos obtenidos, la especie con el valor de importancia relativa más alta es la especie *Bursera simaruba* con el 31.89%, *Cascabela gaumeri* con el 20.92% y *Metopium brownei* con el 18.21% con respecto al total del VIR.

Cuadro 13. Valor de Importancia Relativa (VIR). Estrato arbustivo área del predio (DN desde 3 cm y hasta 9.9 cm).

Especie	Nombre	No./Ind	Densidad	Dominancia	Frecuencia	Valor de
---------	--------	---------	----------	------------	------------	----------

	común		Relativa	Relativa	Relativa	Importancia Relativa
<i>Cascabela gaumeri</i>	Akits	13	6.599	5.618	8.70	20.92
<i>Ficus cotinifolia</i>	Alamo	8	4.061	3.371	2.81	10.24
<i>Coccoloba spicata</i>	Boob	7	3.553	3.371	3.68	10.60
<i>Bursera simaruba</i>	Chaca	18	9.137	5.618	17.14	31.89
<i>Dipholis salicifolia</i>	Chak yá	5	2.538	2.247	1.67	6.45
<i>Calyptanthes pallens</i>	Chaknii	5	2.538	4.494	2.45	9.48
<i>Metopium brownei</i>	Chechem	10	5.076	5.618	7.51	18.21
<i>Coccoloba diversifolia</i>	Chichbob	1	0.508	1.124	0.74	2.37
<i>Manilkara zapota</i>	Chicozapote	3	1.523	3.371	1.56	6.45
<i>Thrinax radiata</i>	Chit	4	2.030	2.247	3.70	7.98
<i>Coccoloba acapulcensis</i>	Coac	4	2.030	2.247	4.62	8.89
<i>Coccoloba sp.</i>	Cocoloba	1	0.508	1.124	1.61	3.24
<i>Croton niveus</i>	Croton niveus	3	1.523	2.247	1.43	5.20
<i>Diospyros tetrasperma</i>	Dicu	6	3.046	3.371	1.59	8.01
<i>Diospyros verae crucis</i>	Dive	7	3.553	2.247	2.06	7.86
<i>Drypetes lateriflora</i>	Ekulub	8	4.061	3.371	4.56	11.99
<i>Malmea depressa</i>	Elemuy	3	1.523	2.247	0.92	4.69
<i>Eupatorium daleoides</i>	Euda	1	0.508	1.124	0.26	1.89
<i>Eugenia sp</i>	Eugenia	1	0.508	1.124	0.49	2.12
<i>Myrcianthes fragrans</i>	Guayabillo	1	0.508	1.124	0.47	2.10
<i>Hippocratea voluvis</i>	Hoja dura	1	0.508	1.124	0.25	1.88
<i>Piscidia piscipula</i>	Jabin	4	2.030	3.371	2.42	7.82
<i>Lonchocarpus rugosus</i>	Kanazín	1	0.508	1.124	0.23	1.86
<i>Thouinia paucidentata</i>	Kanchunup	3	1.523	2.247	1.40	5.17
<i>Swartzia cubensis</i>	K'atal oox	5	2.538	1.124	2.17	5.84
<i>Coccothrinax readii</i>	Nacax	1	0.508	1.124	0.29	1.92
<i>Nectandra coriacea</i>	Neco	6	3.046	2.247	1.72	7.02
<i>Parathesis cubana</i>	Pacu	1	0.508	1.124	0.19	1.82
<i>Jacquinia sp.</i>	Pincha huevo	2	1.015	1.124	0.55	2.69
<i>Randia aculeata</i>	Randia	1	0.508	1.124	0.25	1.88
<i>Dendropanax arboreus</i>	Sak chakaj	3	1.523	1.124	0.98	3.63
<i>Coccoloba cozumelensis</i>	Sakboob	2	1.015	1.124	1.56	3.70
<i>Blomia prisca</i>	Árbol sol	3	1.523	1.124	0.77	3.41
<i>Cordia dodecandra</i>	Siricote	1	0.508	1.124	0.43	2.06
<i>Zygia stevensonii</i>	Sist	4	2.030	1.124	0.82	3.97
<i>Acacia cornigera</i>	Subin	10	5.076	2.247	2.91	10.23
<i>Guettarda elliptica</i>	Tastab	2	1.015	1.124	0.60	2.74
<i>Neea psychotrioides</i>	Tatsi	1	0.508	1.124	0.26	1.89
<i>Lysiloma latisiliquum</i>	Tsalam	2	1.015	1.124	1.00	3.14
<i>Gymnopodium floribundum</i>	Ts'i'tsilché	2	1.015	1.124	0.71	2.84

<i>Ottoschultzia pallida</i>	Uvasché	2	1.015	3.371	1.17	5.55
<i>Malpighia glabra</i>	Wayakté	3	1.523	1.124	0.64	3.29
<i>Casearia corymbosa</i>	Xi'imché	2	1.015	1.124	0.73	2.87
<i>Vitex gaumeri</i>	Ya'axnik	13	6.599	4.494	5.07	16.17
<i>Gymnanthes lucida</i>	Yayté	13	6.599	4.494	4.92	16.01
	TOTALES	197	100.000	100.000	100.00	300.00

En el cuadro 14, 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 6 unidades de muestreo para obtener los valores del sistema ambiental se registró la presencia de 21 especies arbóreas, se puede observar que las especies *Metopium brownei*, *Vitex gaumeri* y *Manilkara zapota* obtuvieron los valores más altos de VIR. Todas ellas características de selva mediana subperennifolia.

Cuadro 14. 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>Cascabela gaumeri</i>	Akits	3	3.45		2.91	11.76
<i>Ficus máxima</i>	Akum	2	2.30	2.70	1.12	6.12
<i>Ficus cotinifolia</i>	Alamo	1	1.15	2.70	0.53	4.38
<i>Bursera simaruba</i>	Chaca	7	8.05	8.11	4.12	20.27
<i>Dipholis salicifolia</i>	Chak yá	1	1.15	2.70	0.42	4.27
<i>Metopium brownei</i>	Chechem	24	27.59	13.51	21.79	62.89
<i>Manilkara zapota</i>	Chicozapote	4	4.60	5.41	23.35	33.35
<i>Protium copal</i>	Copal	1	1.15	2.70	0.42	4.27
<i>Drypetes lateriflora</i>	Ekulub	2	2.30	5.41	0.88	8.58
<i>Ficus obtusifolia</i>	Fiob	2	2.30	2.70	1.38	6.38
<i>Ficus pertusa</i>	Fipe	1	1.15	2.70	0.88	4.73
<i>Talisia olivaeformis</i>	Guaya	2	2.30	5.41	7.22	14.92
<i>Piscidia piscipula</i>	Jabin	3	3.45	5.41	3.46	12.31
<i>Lonchocarpus rugosus</i>	Kanazin	1	1.15	2.70	0.52	4.37
<i>Swartzia cubensis</i>	Katalox	1	1.15	2.70	0.69	4.54
<i>Dendropanax arboreus</i>	Sak chakaj	2	2.30	5.41	1.08	8.78
<i>Lysiloma latisiliquum</i>	Tsalam	2	2.30	5.41	3.90	11.61
<i>Gymnopodium floribundum</i>	Ts'i'tsilché	1	1.15	2.70	1.87	5.72
<i>Exothea diphylla</i>	Wayam kox	1	1.15	2.70	0.83	4.69
<i>Vitex gaumeri</i>	Ya'axnik	25	28.74	10.81	22.17	61.71
<i>Gymnanthes lucida</i>	Yayté	1	1.15	2.70	0.49	4.34
		87	100.00	100.00	100.00	300.0

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

En el cuadro 15, 16 y 17 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 2.7, siendo el estrato arbustivo el que obtuvo el valor H más alto (3.5) que resulta ser el estrato mas diverso.

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

Nombre científico	Nombre común	No./Ind	pi		(LNpi)
<i>Cascabela gaumeri</i>	Akits	1	0.0227	0.08600431	-3.784189634
<i>Ficus cotinifolia</i>	Álamo	3	0.0682	0.183107546	-2.685577345
<i>Psychotria nervosa</i>	Café	1	0.0227	0.08600431	-3.784189634
<i>Metopium brownei</i>	Chechem	1	0.0227	0.08600431	-3.784189634
<i>Manilkara zapota</i>	Chicozapote	1	0.0227	0.08600431	-3.784189634
<i>Thrinax radiata</i>	Chit	5	0.1136	0.247130877	-2.174751721
<i>Diospyros tetrasperma</i>	Dicu	1	0.0227	0.08600431	-3.784189634
<i>Drypetes lateriflora</i>	Ekulub	1	0.0227	0.08600431	-3.784189634
<i>Eugenia sp.</i>	Eugenia	1	0.0227	0.08600431	-3.784189634
<i>Platymiscum yucatanum</i>	Granadillo	1	0.0227	0.08600431	-3.784189634
<i>Talisia olivaeformis</i>	Guaya	3	0.0682	0.183107546	-2.685577345
<i>Piscidia piscipula</i>	Jabín	1	0.0227	0.08600431	-3.784189634
<i>Lonchocarpus rugosus</i>	Kanazin	2	0.0455	0.14050193	-3.091042453
<i>Swartzia cubensis</i>	Katalox	2	0.0455	0.14050193	-3.091042453
<i>Bahuinia jenningsii</i>	Lengua de vaca	2	0.0455	0.14050193	-3.091042453
<i>Hampea trilobata</i>	Mahagua	2	0.0455	0.14050193	-3.091042453
<i>Nectandra coriacea</i>	Neco	3	0.0682	0.183107546	-2.685577345
<i>Amyris sylvatica</i>	Palo gas	1	0.0227	0.08600431	-3.784189634
<i>Randia aculeata</i>	Randia	3	0.0682	0.183107546	-2.685577345
<i>Zygia stevensonii</i>	Sist	4	0.0909	0.217990479	-2.397895273
<i>Acacia cornigera</i>	Subín	2	0.0455	0.14050193	-3.091042453

<i>Gymnopodium floribundum</i>	Ts'i'ts'ilché	1	0.0227	0.08600431	-3.784189634
<i>Malvaviscus arboreus</i>	Tulipán	1	0.0227	0.08600431	-3.784189634
<i>Chamaedorea seifrizii</i>	Xiat	1	0.0227	0.08600431	-3.784189634
		44	1.00	3.0	
			H=	3.0	
			Hmax=	3.2	
			Equitabilidad=	0.95	

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

Nombre científico	Nombre común	No./Ind	pi		(LNpi)
<i>Cascabela gaumeri</i>	Akits	13	0.0660	0.179377192	-2.718254371
<i>Ficus cotinifolia</i>	Alamo	8	0.0406	0.130102018	-3.203762187
<i>Coccoloba spicata</i>	Boob	7	0.0355	0.118584036	-3.33729358
<i>Bursera simaruba</i>	Chaca	18	0.0914	0.218634393	-2.392831971
<i>Dipholis salicifolia</i>	Chak yá	5	0.0254	0.093242787	-3.673765816
<i>Calyptanthus pallens</i>	Chaknii	5	0.0254	0.093242787	-3.673765816
<i>Metopium brownei</i>	Chechem	10	0.0508	0.151300438	-2.980618636
<i>Coccoloba diversifolia</i>	Chichbob	1	0.0051	0.026818293	-5.283203729
<i>Manilkara zapota</i>	Chicozapote	3	0.0152	0.063724743	-4.18459144
<i>Thrinax radiata</i>	Chit	4	0.0203	0.079125063	-3.896909368
<i>Coccoloba acapulcensis</i>	Coac	4	0.0203	0.079125063	-3.896909368
<i>Coccoloba sp.</i>	Cocoloba	1	0.0051	0.026818293	-5.283203729
<i>Croton niveus</i>	Croton niveus	3	0.0152	0.063724743	-4.18459144
<i>Diospyros tetrasperma</i>	Dicu	6	0.0305	0.106338404	-3.49144426
<i>Diospyros verae crucis</i>	Dive	7	0.0355	0.118584036	-3.33729358
<i>Drypetes lateriflora</i>	Ekulub	8	0.0406	0.130102018	-3.203762187
<i>Malmea depressa</i>	Elemuy	3	0.0152	0.063724743	-4.18459144
<i>Eupatorium daleoides</i>	Euda	1	0.0051	0.026818293	-5.283203729
<i>Eugenia sp</i>	Eugenia	1	0.0051	0.026818293	-5.283203729
<i>Myrcianthes fragrans</i>	Guayabillo	1	0.0051	0.026818293	-5.283203729
<i>Hippocratea voluvilis</i>	Hoja dura	1	0.0051	0.026818293	-5.283203729
<i>Piscidia piscipula</i>	Jabin	4	0.0203	0.079125063	-3.896909368
<i>Lonchocarpus rugosus</i>	Kanazín	1	0.0051	0.026818293	-5.283203729
<i>Thouinia paucidentata</i>	Kanchunup	3	0.0152	0.063724743	-4.18459144
<i>Swartzia cubensis</i>	K'atal oox	5	0.0254	0.093242787	-3.673765816
<i>Coccothrinax readii</i>	Nacax	1	0.0051	0.026818293	-5.283203729
<i>Nectandra coriacea</i>	Neco	6	0.0305	0.106338404	-3.49144426
<i>Parathesis cubana</i>	Pacu	1	0.0051	0.026818293	-5.283203729
<i>Jacquinia sp.</i>	Pincha huevo	2	0.0102	0.046599559	-4.590056548

<i>Randia aculeata</i>	Randia	1	0.0051	0.026818293	-5.283203729
<i>Dendropanax arboreus</i>	Sak chakaj	3	0.0152	0.063724743	-4.18459144
<i>Coccoloba cozumelensis</i>	Sakboob	2	0.0102	0.046599559	-4.590056548
<i>Blomia prisca</i>	Árbol sol	3	0.0152	0.063724743	-4.18459144
<i>Cordia dodecandra</i>	Siricote	1	0.0051	0.026818293	-5.283203729
<i>Zygia stevensonii</i>	Sist	4	0.0203	0.079125063	-3.896909368
<i>Acacia cornigera</i>	Subin	10	0.0508	0.151300438	-2.980618636
<i>Guettarda elliptica</i>	Tastab	2	0.0102	0.046599559	-4.590056548
<i>Neea psychotrioides</i>	Tatsi	1	0.0051	0.026818293	-5.283203729
<i>Lysiloma latisiliquum</i>	Tsalam	2	0.0102	0.046599559	-4.590056548
<i>Gymnopodium floribundum</i>	Ts'i'ts'ilché	2	0.0102	0.046599559	-4.590056548
<i>Ottoschultzia pallida</i>	Uvasché	2	0.0102	0.046599559	-4.590056548
<i>Malpighia glabra</i>	Wayakté	3	0.0152	0.063724743	-4.18459144
<i>Casearia corymbosa</i>	Xi'imché	2	0.0102	0.046599559	-4.590056548
<i>Vitex gaumeri</i>	Ya'axnik	13	0.0660	0.179377192	-2.718254371
<i>Gymnanthes lucida</i>	Yayté	13	0.0660	0.179377192	-2.718254371
		197	1.00	3.5	
			H=	3.5	
			Hmax=	3.8	

Cuadro 17. Diversidad (H'), Equidad de las especies por grupo diamétrico (E). Estrato Arbóreo.

ESPECIE	Nombre Comun	No./Ind	pi		(LNpi)
<i>Cascabela gaumeri</i>	Akits	3	0.0345	0.116113649	-3.36729583
<i>Ficus máxima</i>	Akum	2	0.0230	0.086730137	-3.772760938
<i>Ficus cotinifolia</i>	Alamo	1	0.0115	0.051332277	-4.465908119
<i>Bursera simaruba</i>	Chaca	7	0.0805	0.202758457	-2.51999797
<i>Dipholis salicifolia</i>	Chak yá	1	0.0115	0.051332277	-4.465908119
<i>Metopium brownei</i>	Chechem	24	0.2759	0.355270148	-1.287854288
<i>Manilkara zapota</i>	Chicozapote	4	0.0460	0.141591437	-3.079613758
<i>Protium copal</i>	Copal	1	0.0115	0.051332277	-4.465908119
<i>Drypetes lateriflora</i>	Ekulub	2	0.0230	0.086730137	-3.772760938
<i>Ficus obtusifolia</i>	Fiob	2	0.0230	0.086730137	-3.772760938
<i>Ficus pertusa</i>	Fipe	1	0.0115	0.051332277	-4.465908119
<i>Talisia olivaeformis</i>	Guaya	2	0.0230	0.086730137	-3.772760938
<i>Piscidia piscipula</i>	Jabin	3	0.0345	0.116113649	-3.36729583
<i>Lonchocarpus rugosus</i>	Kanazin	1	0.0115	0.051332277	-4.465908119
<i>Swartzia cubensis</i>	Katalox	1	0.0115	0.051332277	-4.465908119
<i>Dendropanax arboreus</i>	Sak chakaj	2	0.0230	0.086730137	-3.772760938
<i>Lysiloma latisiliquum</i>	Tsalam	2	0.0230	0.086730137	-3.772760938
<i>Gymnopodium floribundum</i>	Ts'i'ts'ilché	1	0.0115	0.051332277	-4.465908119

<i>Exothea diphylla</i>	Wayam kox	1	0.0115	0.051332277	-4.465908119
<i>Vitex gaumeri</i>	Ya'axnik	25	0.2874	0.358342613	-1.247032294
<i>Gymnanthes lucida</i>	Yayté	1	0.0115	0.051332277	-4.465908119
		87	1.00	2.3	
			H=	2.3	
			Hmax=	3.0	
			Equitabilidad=	0.75	

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 Péefaur (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 3 anfibios, 12 especies de reptiles, 42 especies de aves y 12 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 18. Abundancia relativa de las especies registradas en el sistema ambiental de la zona de estudio

No.	Especie	Nombre común	Registros	Frecuencia	Abundancia relativa	
					%	Clase
Anfibios						
1	<i>Incilius valliceps</i>	Sapo		2	100	Abundante
2	<i>Rhinella marina</i>	Sapo		2	100	Abundante
3	<i>Smilisca baudini</i>	Rana		1	50	Frecuente
Reptiles						
1	<i>Boa constrictor</i>	Boa		2	67	Común
2	<i>Basiliscus vittatus</i>	Toloke		2	67	Común
3	<i>Cnemidophorus angusticeps</i>	Lagartija		1	33	Frecuente
4	<i>Coniophanes imperialis</i>	Culebra rayada		1	33	Frecuente
5	<i>Laemactus serratus</i>	Toloke		1	33	Frecuente
6	<i>Leptophis mexicanus</i>	Ranera		1	33	Frecuente
7	<i>Leptodeira frenata</i>	Falsa nauyaca		1	33	Frecuente
8	<i>Rhinoclemmys areolata</i>	Tortuga mojina		3	100	Abundante
9	<i>Norops sagrei</i>	Lagartija chipoyo		1	33	Frecuente
10	<i>Cnemidophorus rodecki</i>			2	67	Común
11	<i>Ctenosaura similis</i>	Iguana gris		2	67	Común
12	<i>Sceloporus crysostictus</i>	Lagartija escamosa		2	67	Común
Aves						
1	<i>Amazona albifrons</i>	Loro		3	50	Frecuente
2	<i>Amazona xantholora</i>	Loro yucateco		3	50	Frecuente

3	<i>Aratinga nana</i>	Perico pechisucio		1	17	Escasa
4	<i>Buteo magnirostris</i>	Aguililla caminera		2	33	Frecuente
5	<i>Columbina passerina</i>	Tortolita mucuy		2	33	Frecuente
6	<i>Columbina talpacoti</i>	Tortolita roja		2	33	Frecuente
7	<i>Cyanocorax inca</i>	Chara verde		1	17	Escasa
8	<i>Empidonax minimus</i>	Mosquero minimo		2	33	Frecuente
9	<i>Eumomota superciliosa</i>	Toh		2	33	Frecuente
10	<i>Icterus cucullatus</i>	Bolsero cuculador		1	17	Escasa
11	<i>Leptotila verreauxi</i>	Paloma		1	17	Escasa
12	<i>Melanerpes aurifrons</i>	Carpintero listado		2	33	Frecuente
13	<i>Myiarchus yucatanensis</i>	Copetón yucateco		3	50	Frecuente
14	<i>Piaya cayana</i>	Cuco		1	17	Escasa
15	<i>Passerina cyanea</i>	Azulejo		1	17	Escasa
16	<i>Setophaga ruticilla</i>	Pavito migratorio		2	33	Frecuente
17	<i>Trogon violaceus</i>	Kux		2	33	Frecuente
18	<i>Turdus grayi</i>	Zorzal pardo		2	33	Frecuente
19	<i>Cathartes aura</i>	Aura cabecirroja		1	17	Escasa
20	<i>Centurus pygmaeus</i>	Carpintero yucateco		4	67	Común
21	<i>Columba flavirostris</i>	Paloma		2	33	Frecuente
22	<i>Coragyps atratus</i>	Zopilote negro		1	17	Escasa
23	<i>Crotophaga sulcirostris</i>	Garrapatero pijuy		1	17	Escasa
24	<i>Cyanocorax yucatanicus</i>	Urraca yucateca		4	67	Común
25	<i>Cyclarhis gujanensis</i>	Vireón cejirrufo		2	33	Frecuente
26	<i>Dendroica petechia</i>	Gorrion dorsiverde		1	17	Escasa
27	<i>Dives dives</i>	Tordo cantor		1	17	Escasa
28	<i>Dryocopus lineatus</i>	Carpintero lineado		2	33	Frecuente
29	<i>Dumetella carolinensis</i>	Pájaro gato		5	83	Común
30	<i>Euphonia affinis</i>			2	33	Frecuente
31	<i>Icterus auratus</i>	Bolsero yucateco		3	50	Frecuente
32	<i>Icterus dominicensis</i>	Bolsero capucha negra		1	17	Escasa
33	<i>Icterus gularis</i>	Bolsero de altamira		1	17	Escasa
34	<i>Leptotila jamaicensis</i>	Paloma caribeña		3	50	Frecuente
35	<i>Mimus gilvus</i>	Cenzontle		5	83	Común
36	<i>Myiarchus tyrannulus</i>	Copetón		1	17	Escasa
37	<i>Myzetetes similis</i>	Luis gregario		3	50	Frecuente
38	<i>Ortalis vetula</i>	Chachalaca		5	83	Común
39	<i>Pitangus sulphuratus</i>	Luis grande		3	50	Frecuente
40	<i>Quiscalus mexicanus</i>	Zanate mayor		6	100	Abundante
41	<i>Vireo magister</i>	Vireo yucateco		3	50	Frecuente
42	<i>Zenaida asiatica</i>	Paloma de alas blancas		2	33	Frecuente

Mamíferos						
1	<i>Artibeus lituratus</i>	Murciélago		2	50.00	Frecuente
2	<i>Dasiprocta punctata</i>	Sereque		2	50.00	Frecuente
3	<i>Didelphys marsupialis</i>	Tlacuache		2	50.00	Frecuente
4	<i>Nasua narica</i>	Tejón		4	100.00	Abundante
5	<i>Reinthrionomys gracilis</i>	ratón		3	75.00	Común
6	<i>Sciurus deppei</i>	Ardilla de tierra		3	75.00	Común
7	<i>Conepatus semistriatus</i>	Zorrillo		2	50.00	Frecuente
8	<i>Dasypus novemcinctus</i>	Armadillo		1	25.00	Escasa
9	<i>Ototylomys phyllotis</i>	Rata de campo		2	50.00	Frecuente
10	<i>Odocoileus virginianus</i>	Venado cola blanca		1	25.00	Escasa
11	<i>Procyon lotor</i>	Mapache		1	25.00	Escasa
12	<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	Zorra gris		2	50.00	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 Sistema ambiental. Los resultados por grupo se presentan en los siguientes cuadros.

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

Registro	Anfibios	Nombre	D-muestra	Pi	$-(pi)(\log 2pi)$	$(LNpi)$
1	<i>Incilius valliceps</i>	Sapo	2	0.4000	0.366516293	-0.916290732
2	<i>Rhinella marina</i>	Sapo	2	0.4000	0.366516293	-0.916290732
3	<i>Smilisca baudini</i>	Rana	1	0.2000	0.321887582	-1.609437912
			5	1.00	1.1	
				H=	1.1	
				Hmax=	1.1	
				Equitabilidad=	0.96	

Cuadro 20. Diversidad (H') y Equidad de las especies por grupo de los Reptiles

Registro	Reptiles	Nombre	D-muestra	Pi	$-(pi)(\log 2pi)$	$(LNpi)$
1	<i>Boa constrictor</i>	Boa	2	0.1053	0.236978084	-2.251291799
2	<i>Basiliscus vittatus</i>	Toloke	2	0.1053	0.236978084	-2.251291799
3	<i>Cnemidophorus angusticeps</i>	Lagartija	1	0.0526	0.154970473	-2.944438979
4	<i>Coniophanes imperialis</i>	Culebra rayada	1	0.0526	0.154970473	-2.944438979
5	<i>Laemanctus serratus</i>	Toloke	1	0.0526	0.154970473	-2.944438979
6	<i>Leptophis mexicanus</i>	Ranera	1	0.0526	0.154970473	-2.944438979
7	<i>Leptodeira frenata</i>	Falsa nauyaca	1	0.0526	0.154970473	-2.944438979
8	<i>Rhinoclemmys areolata</i>	Tortuga mojina	3	0.1579	0.29144632	-1.84582669
9	<i>Norops sagrei</i>	Lagartija chipoyo	1	0.0526	0.154970473	-2.944438979

10	<i>Cnemidophorus rodecki</i>	Cnemidophorus	2	0.1053	0.236978084	-2.251291799
11	<i>Ctenosaura similis</i>	Iguana gris	2	0.1053	0.236978084	-2.251291799
12	<i>Sceloporus crysostictus</i>	Lagartija escamosa	2	0.1053	0.236978084	-2.251291799
			19	1.00	2.4	
				H=	2.4	
				Hmax=	2.5	
				Equitabilidad=	0.97	

Cuadro 21. Diversidad (H') y Equidad de las especies por grupo de las Aves

Registro	Aves	Nombre	D-muestra	Pi	-(pi)(log2pi)	(LNpi)
1	<i>Amazona albifrons</i>	Loro	3	0.0316	0.109113619	-3.455264603
2	<i>Amazona xantholora</i>	Loro yucateco	3	0.0316	0.109113619	-3.455264603
3	<i>Aratinga nana</i>	Perico pechisucio	1	0.0105	0.047935546	-4.553876892
4	<i>Buteo magnirostris</i>	Aguililla caminera	2	0.0211	0.08127852	-3.860729711
5	<i>Columbina passerina</i>	Tortolita mucuy	2	0.0211	0.08127852	-3.860729711
6	<i>Columbina talpacoti</i>	Tortolita roja	2	0.0211	0.08127852	-3.860729711
7	<i>Cyanocorax inca</i>	Chara verde	1	0.0105	0.047935546	-4.553876892
8	<i>Empidonax minimus</i>	Mosquero minimo	2	0.0211	0.08127852	-3.860729711
9	<i>Eumomota superciliosa</i>	Toh	2	0.0211	0.08127852	-3.860729711
10	<i>Icterus cucullatus</i>	Bolsero cucullador	1	0.0105	0.047935546	-4.553876892
11	<i>Leptotila verreauxi</i>	Paloma	1	0.0105	0.047935546	-4.553876892
12	<i>Melanerpes aurifrons</i>	Carpintero listado	2	0.0211	0.08127852	-3.860729711
13	<i>Myarchus yucatanensis</i>	Copetón yucateco	3	0.0316	0.109113619	-3.455264603
14	<i>Piaya cayana</i>	Cuco	1	0.0105	0.047935546	-4.553876892
15	<i>Passerina cyanea</i>	Azulejo	1	0.0105	0.047935546	-4.553876892
16	<i>Setophaga ruticilla</i>	Pavito migratorio	2	0.0211	0.08127852	-3.860729711
17	<i>Trogon violaceus</i>	Kux	2	0.0211	0.08127852	-3.860729711
18	<i>Turdus grayi</i>	Zorzal pardo	2	0.0211	0.08127852	-3.860729711
19	<i>Cathartes aura</i>	Aura cabecirroja	1	0.0105	0.047935546	-4.553876892
20	<i>Centurus pygmaeus</i>	Carpintero yucateco	4	0.0421	0.133371896	-3.16758253
21	<i>Columba flavirostris</i>	Paloma	2	0.0211	0.08127852	-3.860729711
22	<i>Coragyps atratus</i>	Zopilote negro	1	0.0105	0.047935546	-4.553876892
23	<i>Crotophaga sulcirostris</i>	Garrapatero pijuy	1	0.0105	0.047935546	-4.553876892
24	<i>Cyanocorax yucatanicus</i>	Urraca yucateca	4	0.0421	0.133371896	-3.16758253
25	<i>Cyclarhis gujanensis</i>	Vireón cejirrufo	2	0.0211	0.08127852	-3.860729711
26	<i>Dendroica petechia</i>	Gorrion dorsiverde	1	0.0105	0.047935546	-4.553876892
27	<i>Dives dives</i>	Tordo cantor	1	0.0105	0.047935546	-4.553876892
28	<i>Dryocopus lineatus</i>	Carpintero lineado	2	0.0211	0.08127852	-3.860729711
29	<i>Dumetella carolinensis</i>	Pájaro gato	5	0.0526	0.154970473	-2.944438979

30	<i>Euphonia affinis</i>		2	0.0211	0.08127852	-3.860729711
31	<i>Icterus auratus</i>	Bolsero yucateco	3	0.0316	0.109113619	-3.455264603
32	<i>Icterus dominicensis</i>	Bolsero capucha negra	1	0.0105	0.047935546	-4.553876892
33	<i>Icterus gularis</i>	Bolsero de altamira	1	0.0105	0.047935546	-4.553876892
34	<i>Leptotila jamaicensis</i>	Paloma caribeña	3	0.0316	0.109113619	-3.455264603
35	<i>Mimus gilvus</i>	Cenzontle	5	0.0526	0.154970473	-2.944438979
36	<i>Myiarchus tyrannulus</i>	Copetón	1	0.0105	0.047935546	-4.553876892
37	<i>Myiozetetes similis</i>	Luis gregario	3	0.0316	0.109113619	-3.455264603
38	<i>Ortalis vetula</i>	Chachalaca	5	0.0526	0.154970473	-2.944438979
39	<i>Pitangus sulphuratus</i>	Luis grande	3	0.0316	0.109113619	-3.455264603
40	<i>Quiscalus mexicanus</i>	Zanate mayor	6	0.0632	0.174449521	-2.762117422
41	<i>Vireo magister</i>	Vireo yucateco	3	0.0316	0.109113619	-3.455264603
42	<i>Zenaida asiatica</i>	Paloma de alas blancas	2	0.0211	0.08127852	-3.860729711
			95	1.00	3.6	
				H=	3.6	
				Hmax=	3.7	
				Equitabilidad=	0.96	

Cuadro 22. Diversidad (H') y Equidad de las especies por grupo de los Mamíferos

Registro	Mamíferos	Nombre	D-muestra	Pi	-(pi)(log2pi)	(LNpi)
1	<i>Artibeus lituratus</i>	Murciélago	2	0.0800	0.202058292	-2.525728644
2	<i>Dasiprocta punctata</i>	Sereque	2	0.0800	0.202058292	-2.525728644
3	<i>Didelphys marsupialis</i>	Tlacuache	2	0.0800	0.202058292	-2.525728644
4	<i>Nasua narica</i>	Tejón	4	0.1600	0.293213034	-1.832581464
5	<i>Reinthrionomys gracilis</i>	ratón	3	0.1200	0.254431624	-2.120263536
6	<i>Sciurus deppei</i>	Ardilla de tierra	3	0.1200	0.254431624	-2.120263536
7	<i>Conepatus semistriatus</i>	Zorrillo	2	0.0800	0.202058292	-2.525728644
8	<i>Dasytus novemcinctus</i>	Armadillo	1	0.0400	0.128755033	-3.218875825
9	<i>Ototylomys phyllotis</i>	Rata de campo	2	0.0800	0.202058292	-2.525728644
10	<i>Odocoileus virginianus</i>	Venado cola blanca	1	0.0400	0.128755033	-3.218875825
11	<i>Procyon lotor</i>	Mapache	1	0.0400	0.128755033	-3.218875825
12	<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	Zorra gris	2	0.0800	0.202058292	-2.525728644
			25	1.00	2.4	0
				H=	2.4	
				Hmax=	2.5	
				Equitabilidad=	0.97	

Como se puede observar en los cuadros anteriores, el grupo de las aves obtuvo el valor H más alto con 3.6 que se considera alto, en tanto que los reptiles y los mamíferos obtuvieron un Índice H de 2.4 y 2.4 considerado bajo, asimismo, los anfibios obtuvieron un índice de 1.1 muy bajo en razón a que sólo se registraron tres especies. La equitatividad resultó muy similar en todos los grupos.

En este sistema ambiental se verificó la presencia de un reducido número de especies de fauna silvestre (69 especies) que representan el 9.1% y el 10.5% 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.

Las 1,514.281 hectáreas de vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia que se encuentra presente en el sistema ambiental definido para el proyecto, mismo que representa el 41.71 %, según (Carta de Vegetación y Uso del Suelo, Serie V del INEGI), únicamente se afectara de manera puntual por la implementación del proyecto el 1.15 % de la vegetación secundaria de selva, considerando lo anterior y mediante la información obtenida, se tiene que no se compromete a la biodiversidad, toda vez que al permanecer 630.46 hectáreas de selva con desarrollo secundario, esto garantiza la permanencia de la vegetación y por consiguiente la permanencia de la fauna en una amplia extensión.

V. DESCRIPCIÓN DE LAS CONDICIONES DEL PREDIO QUE INCLUYA LOS FINES A QUE ESTE DESTINADO, CLIMA, TIPO DE SUELO, PENDIENTE MEDIA, RELIEVE, HIDROGRAFÍA Y TIPOS DE VEGETACIÓN Y FAUNA.

Condiciones del predio.

El predio se encuentra localizado en el lote 01-04, SM 330, Mz 20, del Ejido Alfredo V. Bonfil en la Ciudad de Cancún, Municipio de Benito Juárez, Estado de Quintana

Roo. De manera complementaria, se cita que el inmueble en cuestión cuenta con una superficie conjunta total de 72,822.28 m² (7.28 hectáreas).

Actualmente el predio se encuentra dentro de la zona urbana de Cancún, compuesto de vegetación secundaria arbustiva de selva mediana subperennifolia, sin embargo considerando que el predio se encuentra fuertemente influenciado por un entorno previamente fraccionado y sujeto a las presiones de urbanización, sobre la orilla del predio se encuentra un área sin cobertura forestal de 0.347 has, esto es debido a la construcción de la vialidad de doble carril denominada Avenida Huayacan, la superficie restante corresponde a vegetación secundaria arbustiva con árboles dispersos (5.718 has) y vegetación secundaria arbustiva (1.215 has). En relación con los predios circundantes, el sitio del proyecto colinda con desarrollos habitacionales similares al planteado por el presente proyecto como son Residencial Arbolada, Residencial Aqua, Residencial Villa Magna, Residencial Cumbres, entre otros, así como, la mancha urbana del Ejido de Alfredo V. Bonfil. Así mismo, al estar dentro de una zona de crecimiento urbana, se presentan tiendas, gimnasios, gasolineras, escuelas, centros de culto religioso, en los márgenes de la Av. Huayacán.



Figura 23. Construcción de la vialidad que afecta parte del predio.

Fines a que está destinado el predio

El 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)⁷ 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

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

“Aprovechamiento sustentable” y los usos de suelo que establece el Programa de Desarrollo Urbano vigente.

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 sur de la ciudad de Cancún que de acuerdo con los instrumentos de planeación se desea vaya la tendencia de crecimiento urbano.

En este predio, con la ejecución del proyecto Desarrollo Habitacional Astoria, se contempla la construcción de 437 unidades habitacionales (casas unifamiliares y departamentos) para integrar un desarrollo habitacional que cuente con la infraestructura, los servicios públicos y el equipamiento urbano, dentro de la zona urbana de la ciudad de Cancún, Q. Roo. Considerando que este predio tiene una superficie total de 7.28 hectáreas, a las cuales se les pretende asignar usos de suelo urbano, se requiere el cambio de uso del suelo de la superficie total del predio.

V.1 Clima.

El clima predominante en este predio es cálido subhúmedo, con lluvias todo el año, aunque más abundantes en verano y corresponde al subtipo climático Aw0 (x') el más seco de los subhúmedos con un cociente P/T menor que 43.2, de acuerdo con las modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen propuestas por García (1981). 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, la precipitación media anual es de 1012.87 mm, aunque el predio se encuentra cerca de la isoyeta de los 1,500 mm, estando los valores medios de humedad relativa en un rango del 80 al 90 % como consecuencia del régimen de lluvias prevaeciente y su cercanía al mar. El balance de escurrimiento medio anual es de 0-20 milímetros mientras que el déficit por evapotranspiración para la zona es de 600 a 700 milímetros anuales.

V.2 Suelo

Los suelos en este sistema ambiental se caracterizan por ser someros y pedregosos y algunas ocasiones con rocosidad a través del perfil; en el sistema de clasificación taxonómica FAO/UNESCO, se correlacionan como I + E/2, Litosol y Rendzina de clase textural media respectivamente. 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. Son suelos pedregosos a causa del basamento rocoso y calcáreo, sin embargo, el subsuelo es muy permeable y permite la infiltración del agua de lluvia que disuelve los componentes de las rocas calizas, dando origen a los cenotes, grutas y cavernas. Estos suelos delgados de litosol con clase textural media presentan valores del factor erodabilidad (K) de 0.20 en función de la unidad de suelo y su

textura superficial (según Becerra 2005, citado por Hernández, 2010).

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).

El predio presenta una topografía plana con ligera pendiente descendente hacia el sur y presenta una altura promedio de 10 a 11 metros sobre el nivel medio del mar (msnm) y relieve ondulado en el que se alternan pequeños lomeríos con hondonadas, el terreno se aprecia como una planada con pequeñas depresiones y lomeríos con pendiente media menor al 5%.

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.

Al igual que en gran parte del Norte de la Península de Yucatán, el predio de estudio presenta características cársticas, esta característica permite que el agua de precipitación pluvial se infiltre de manera rápida sin permitir la existencia de corrientes superficiales (Gutiérrez y Cervantes, 2008a). Derivado de esto, se tiene que los coeficientes de escurrimiento presentes en el predio son de 0 a 5%, lo cual señala que superficialmente puede escurrir máximo el 5% de la precipitación total que se presente en el terreno. Acorde a lo mencionado, la carta de geohidrológica del INEGI (escala 1:250,000) muestra que el predio en estudio se encuentra ubicado sobre un material consolidado con posibilidades altas de formar un acuífero.

Así mismo, Gutiérrez y Cervantes (2008) señalan que de acuerdo con un estudio realizado por la Comisión Nacional del Agua en el 2001, el flujo del escurrimiento subterráneo en la zona Norte del Estado de Quintana Roo se da en dirección perpendicular a la línea de costa, aunque a una escala de detalle se ha determinado que los flujos de agua subterránea de esta región son mucho más complejos, incluso con entrada y salida de agua simultáneamente en la zona más cercana a la costa.

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 arbustiva 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 arbustiva de selva mediana se encuentra afectada por el paso de los fenómenos hidrometeorológicos cuyas características presentan un proceso de desarrollo y recuperación razón por la que predominan árboles jóvenes de diámetros menores, mezclándose con algunos árboles maduros dispersos que se localizan en el interior del predio. Pero la mayor afectación en este predio se relaciona a que está fuertemente influenciado por un entorno previamente fraccionado y sujeto a las presiones de urbanización de la zona urbana de la ciudad de Cancún.

En toda la extensión del predio predominan especies propias del dosel como son: *Metopium brownei* (Chechem negro), *Vitex gaumeri* (Ya'axnic) y *Lysiloma latisiliquum* (Tsalam) entre otras especies, sin embargo el ejemplar más grande llegó a alcanzar 10 m de alto y 49.5 cm de diámetro siendo esta una especie de Manilkara zapota; 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 dos individuos aislados con tallos dentro de la categoría de los 30 a 40 cm de diámetro.

V.5.1 Procedimiento para la descripción de la vegetación

Para el trabajo de campo se identificaron los límites del predio, verificando los vértices. Durante el estudio de vegetación, los círculos de muestreo se ubicaron en campo con la ayuda de un GPS marca Garmin, Datum WGS-84.

La colecta de datos para la caracterización de la vegetación de este predio, se realizó en dos etapas. El trabajo de gabinete consistió en la recopilación de información técnica en fuentes secundarias y la revisión de estudios de vegetación realizados en Quintana Roo. Durante el trabajo de campo se obtuvieron fotografías del predio y se realizaron recorridos por la vegetación tomando evidencias de usos y perturbaciones en la vegetación.

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 6 sitios de muestreo en donde se registran individuos de los estratos herbáceo, arbustivo y

arbóreo. Dichos cálculos corresponden a la superficie de cambio de uso de suelo. Las unidades de muestreo consistieron en unidades circulares o sitios circulares con subunidades concéntricos de diferentes dimensiones.

El tamaño de cada unidad de muestreo consistió en una unidad de 500 m², con subunidades concéntricos de 100 m² y 5 m², la forma del muestreo fue iniciando dirección norte y siguiendo el sentido de las manecillas del reloj.

Los parámetros que se establecieron para la toma de datos de cada unidad, con sus correspondientes subunidades de muestreo se presentan en el cuadro 23.

Cuadro 23. Parámetros establecidos para la toma de datos en cada uno de los sitios de muestreo.

<i>Tamaño de unidad y sub-unidad</i>	<i>Parámetros para la toma de datos</i>
Sitio de 500 m ² 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 ² 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 ² 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 6 sitios. En el cuadro 24, se presenta las coordenadas de ubicación de los sitios de muestreo.

Cuadro 24. Coordenadas en UTM de los sitios de muestreo empleados durante el levantamiento de datos en campo dentro del predio. Datum WGS-84 México

<i>Núm. Sitio</i>	<i>Coordenadas geográficas (UTM, GWS-84 16Q)</i>	
	<i>X</i>	<i>Y</i>
1	514665	2333852
2	514570	2333868
3	514468	2333888
4	514367	2333909
5	514529	2333744
6	514438	2333776

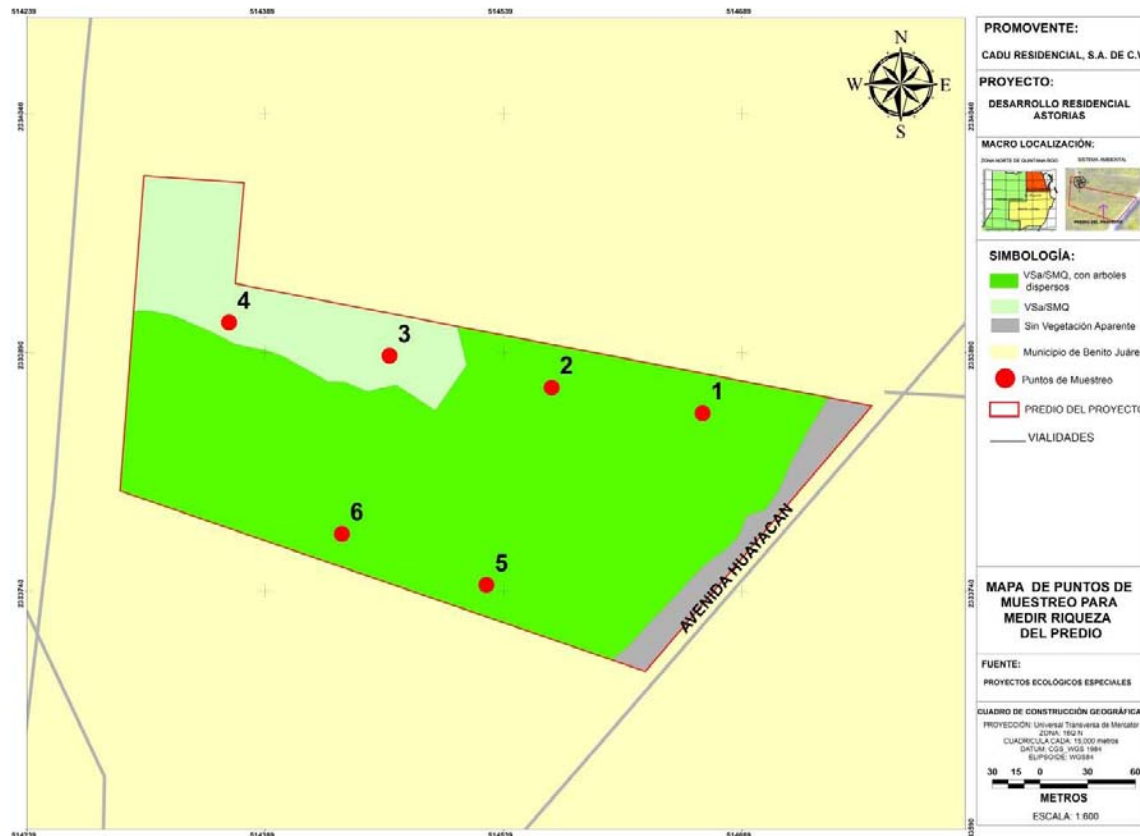


Figura 24. Distribución de las 6 unidades de muestreo para evaluar la diversidad florística dentro del predio.

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

- La densidad relativa (DR = número de individuos de cada especie/número total de individuos x 100).
- La frecuencia relativa (FR = frecuencia de cada especie/frecuencia total de todas las especies x 100).
- La dominancia relativa (DMR = dominancia de cada especie / dominancia de todas las especies x 100) se calculó el área basal de cada especie a partir de la sumatoria del área basal de cada individuo (diámetro al cuadrado x 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.

Pi=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

Hmax= Diversidad de especies máxima= logS

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 en el predio corresponde a vegetación secundaria arbustiva derivada de una selva mediana subperennifolia (VSa/SMQ), 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 afectada en su desarrollo. En esta comunidad predominan los arboles jóvenes de talla chica, mezclándose con algunos ejemplares de árboles maduros. El predio estudiado se encuentra cerca de las áreas urbanizadas; así mismo, este tipo de vegetación carece de volúmenes aprovechables de madera con fines comerciales, pero puede contener recursos forestales no maderables, actualmente la mayor parte de este predio, se encuentra afectado principalmente por el desarrollo de viviendas y obras de infraestructura urbana en construcción.

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

La selva en estado natural está compuesta de una variedad generalmente alta de especies forestales arbóreas, arbustivas y aun herbáceas. En el predio se pueden distinguir tres estratos, cuyo orden de importancia por masa forestal, señala que el estrato arbóreo es el más importante y evidente, seguido del estrato arbustivo con arbustos y árboles de rápido crecimiento que se mezcla con el estrato 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.

De manera general se presenta una descripción de 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 del inventario forestal al interior del predio; arrojan un diámetro promedio de 14.85 cm para las especies que componen éste estrato, siendo el diámetro mayor registrado con un individuo de 49.5 cm correspondiente a la especie *Manilkara zapota* (zapote), únicamente existen 2 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), *Metopium brownei* (Chechem negro), *Vitex gaumeri* (Ya'axnic) y *Ficus máxima* (Akum), los individuos que integran este estrato presentan un follaje reducido por lo que el dosel generalmente no se encuentra completamente cerrado. La altura promedio del arbolado es de 7.22 metros, siendo la altura máxima registrada en los sitios de muestreo de 10 metros correspondiente a la especie *Manilkara zapota* (Chicozapote); mientras que la altura menor registrada fue de 6.5 metros correspondiente a un individuo de la especie *Ficus máxima* (Akum), en este estrato se encontraron aproximadamente 340 individuos por hectárea con un área basal de 6.81 m²/ha. Entre las especies más representativas de éste estrato destacan *Metopium brownei* (Chechem negro), *Lysiloma latisiliquum* (Tsalam) 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 algunos de rápido crecimiento que se encuentran entremezclados con los individuos arbóreos distribuidos de manera dispersa en el predio; por lo que éste estrato se encuentra en su entorno natural dominando por el

estrato arbustivo, sin embargo se puede observar que la altura promedio es de 4.40 metros, siendo la altura máxima registrada de 6.5 m correspondiente a cinco especies; y la altura mínima de 2 m perteneciente a las especies *Hampea trilobata* (Mahagua) y *Bursera simaruba* (Chaca rojo), la mayor parte de los individuos su desarrollo se encuentra entre los 2 a 6 metros de altura, se encontró un total aproximado de 2,967 individuos por hectárea con un área basal de 4.87 m²/ha. Entre las especies con más valor de importancia se encuentran *Cascabela gaumeri* (Akits), *Bursera simaruba* (Chaca rojo), *Vitex gaumeri* (Ya'axnik) y *Metopium brownei* (Chechem).

- **Estrato herbáceo.** Se trata del estrato mejor representado compuesto generalmente por un alto número de individuos con aproximadamente 13,000 por hectárea, esto es, debido principalmente a los espacios que existen para el crecimiento de plántulas durante el proceso de regeneración natural, que en este aspecto se incluyen plantas de regeneración. La altura promedio de éste estrato no va más allá de un metro. Entre las especies con mayor importancia se encuentran en estadio herbáceo a *Metopium brownei*, *Hampea trilobata*, *Parathesis cubana*, *Bahinia jenningsii*, *Randia aculeata*, *Thrinax radiata*, *Diospyros cuneata*, *Eupatorium daleoides*, *Lonchocarpus rugosus*, *Thouinia paucidentata*, *Coccoloba diversiflora*, *Croton niveus* entre otras.

En el siguiente cuadro a manera de resumen se puede observar el comportamiento de la estructura de la vegetación, así como la densidad de la masa forestal que ocupa el sitio y en las figuras se puede visualizar su altura por clase diamétrica del tamaño de los individuos que componen a este tipo de vegetación.

Cuadro 25. 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	13,000	2,967	340
Individuos/Muestreo	39	178	102
Altura máxima (m)	0.9	6.5	10
Altura promedio (m)	0.52	4.40	7.22
DAP promedio (cm)	---	4.34	14.85
DAP máximo (cm)	---	9.5	49.5
AB m ² /ha	---	4.87	6.81

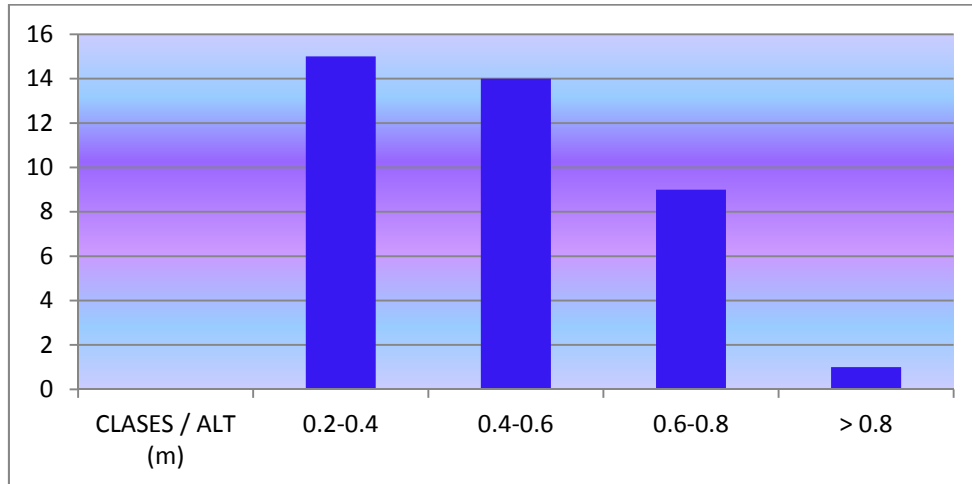


Figura 25. Distribución de la altura en el estrato herbáceo

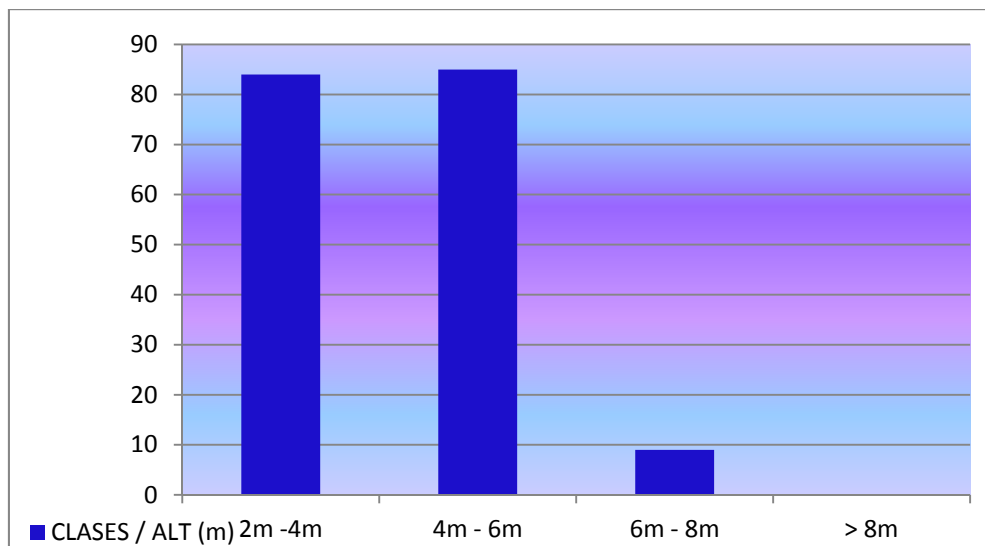


Figura 26. Distribución de la altura en el estrato arbustivo

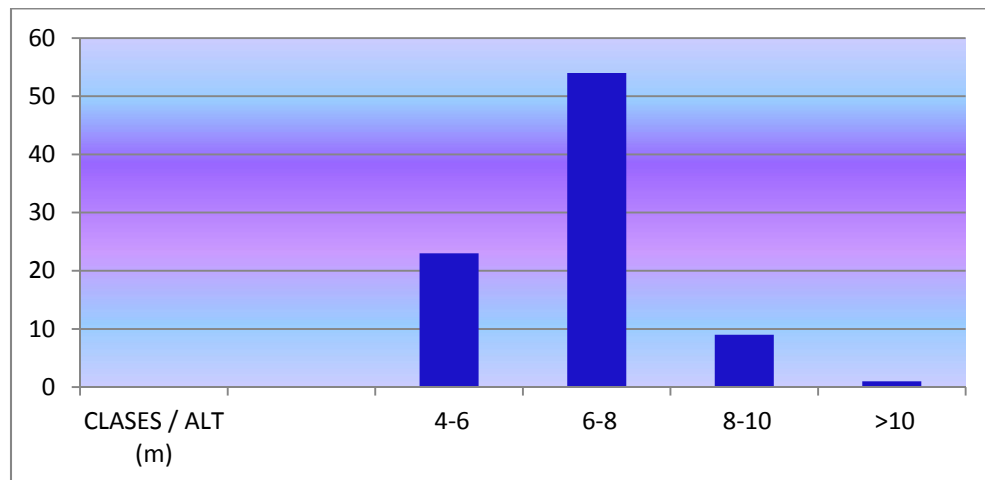


Figura 27. Distribución de la altura en el estrato arbóreo





Figura 28. Características de la vegetación secundaria de selva mediana en el predio.

Estimación del Área basal

Con respecto al área basal considerando tanto los totales, se estima que existen 11.68 metros cuadrados por hectárea, de los cuales 4.88 m²/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 41.7 % 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 58.3%. Al graficar la distribución del área basal de acuerdo a las diferentes clases diamétricas identificadas 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) contribuyendo con 7.55 m²/ha. Esto nos indica que se trata de una comunidad joven compuesta por individuos con tallos delgados en franco desarrollo. Figura 29.

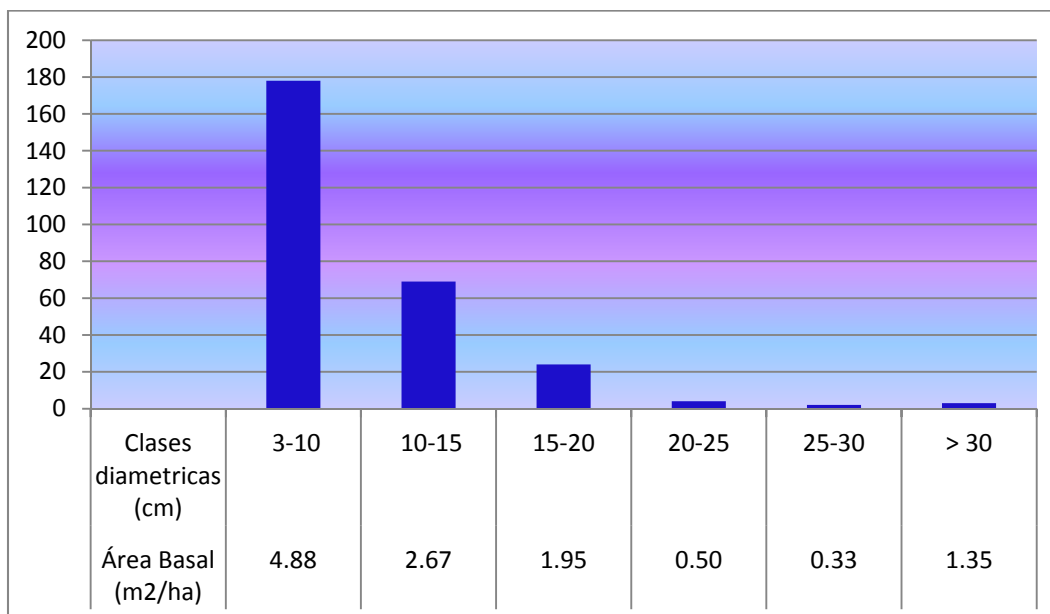


Figura 29. Distribución del área basal por hectárea de acuerdo a las diferentes clases diamétricas

Para la distribución de la vegetación en el predio se representa el mapa de vegetación 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. En el cuadro 26 y figura 30 del plano de la vegetación actual del predio se representa la distribución y las superficies que ocupan las comunidades vegetales, la vegetación arbustiva con árboles dispersos ocupa el 78.53% de la superficie total del predio, correspondiendo a la vegetación arbustiva el 16.70% y por último el área sin cobertura forestal ocupa el 4.78 % de la superficie total del predio.

Cuadro 26. Superficie y porcentaje de ocupación de las condiciones de la vegetación en el predio del proyecto.

Distribución de la vegetación	m ²	Has	%
Vegetación secundaria arbustiva con árboles maduros dispersos (VSa/SMQ)	57,184.56	5.718456	78.53
Vegetación secundaria arbustiva de Selva mediana subperennifolia (VSa/SMQ) <i>color verde bajo</i>	12,158.68	1.215868	16.70
Sin Cobertura forestal; Vialidad lado este del municipio (<i>color gris</i>)	3,479.03	0.347903	4.78
TOTAL	72,822.28	7.282227	100



Figura 30. Distribución espacial de las condiciones de la vegetación secundaria arbórea y arbustiva de selva mediana subperennifolia.

V.5.5 Composición de especies

Para conocer la cobertura vegetal y las especies que se distribuyen en el área de interés, se realizaron recorridos por todo el terreno. 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.

La vegetación al interior del predio alcanza una riqueza de 91 especies, de las cuales 65 especies son árboles, 9 especies son arborescentes y arbustivas, 7 son herbáceas, 3 especies son rastreras y trepadoras, 4 son palmas y 3 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 16 especies identificadas.

Cuadro 27. Listado florístico de las especies vegetales registradas en el predio 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	APOCYNACEAE	AKITZ	<i>Cascabela gaumeri</i>	Árbol	
5	APOCYNACEAE	FLOR DE MAYO	<i>Plumeria obtusa</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	BORAGINACEAE	SIRICOTE	<i>Cordia dodecandra</i>	Árbol	
11	BROMELIACEAE	PIÑUELA	<i>Bromelia Karatas</i>	Epífita	
12	BROMELIACEAE	TS'ALBAY	<i>Bromelia pinguin</i>	Epífita	
13	BURSERACEAE	CHACA	<i>Bursera simaruba</i>	Árbol	
14	BURSERACEAE	COPAL	<i>Protium copal</i>		
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 -DICU	<i>Diospyros cuneata</i>	Árbol	

21	EUPHORBIACEAE	CHAYA DE MONTE	<i>Cnidoscolus 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	SIST O CACAOCHE	<i>Zygia stevensonii</i>	Árbol
26	FABACEAE	CHAKMOLCHE	<i>Eritrina standleyana</i>	Árbol
27	FABACEAE	CHICHIBE	<i>Stylosanthes hamata</i>	Herbácea
28	FABACEAE	CHUKUM	<i>Havardia albicans</i>	Árbol
29	FABACEAE	TS'U'TS'UK	<i>Diphyssa yucatanensis</i>	Árbol
30	FABACEAE	GRANADILLO	<i>Platymiscum yucatanum</i>	Árbol
31	FABACEAE	JABIN	<i>Piscidia piscipula</i>	Árbol
32	FABACEAE	KANASIN	<i>Lonchocarpus rugosus</i>	Árbol
33	FABACEAE	KATALOX	<i>Swartzia cubensis</i>	Árbol
34	FABACEAE	KITINCHE	<i>Caesalpinia gaumeri</i>	Árbol
35	FABACEAE	LENGUA DE VACA	<i>Bahuinia jenningsii</i>	Arbustiva
36	FABACEAE	PATA DE VACA	<i>Bahuinia divaricata</i>	Árbol
37	FABACEAE	SAK PIICH	<i>Albizia tomentosa</i>	Árbol
38	FABACEAE	SAKYAB	<i>Gliricidia sepium</i>	Árbol
39	FABACEAE	SUBIN	<i>Acacia cornigera</i>	Arbustiva
40	FABACEAE	TZALAM	<i>Lysiloma latisiliquum</i>	Árbol
41	ICACINACEAE	UVASCHÉ	<i>Ottoschultzia pallida</i>	Árbol
42	LAMIACEAE	XPUKIM	<i>Calicarpa acuminata</i>	Arbustiva
43	LAURACEAE	NECO	<i>Nectandra coriacea</i>	Árbol
44	MALPIGHIACEAE	WAYAKTE	<i>Malpighia glabra</i>	Árbol
45	MALVACEAE	MAJAHUA	<i>Hampea trilobata</i>	Árbol
46	MALVACEAE	TULIPAN	<i>Malvaviscus arboreus</i>	Arbustiva
47	MORACEAE	AKUM	<i>Ficus máxima</i>	Árbol
48	MORACEAE	ALAMO	<i>Ficus cotinifolia</i>	Árbol
49	MORACEAE	FIOB	<i>Ficus obtusifolia</i>	Árbol
50	MORACEAE	FIPE	<i>Ficus pertusa</i>	Árbol
51	MYRSINACEAE	PICO DE PALOMA pacu	<i>Parathesis cubana</i>	Arbustiva
52	MYRTACEAE	CHAKNII	<i>Calyptanthus pallens</i>	Árbol
53	MYRTACEAE	EUGENIA	<i>Eugenia sp.</i>	Árbol
54	NINCAGINACEAE	TATSI	<i>Neea psychotrioides</i>	Árbol
55	ORCHIDACEAE	ORQUIDEA	<i>Oeceoclades maculata</i>	Herbácea
56	PALMAE	CHIT	<i>Thrinax radiata</i>	Palma Amenazada
57	PALMAE	GUANO	<i>Sabal yapa</i>	Palma
58	PALMAE	NACAX	<i>Coccothrinax readii</i>	Palma Amenazada
59	PALMAE	XIAT	<i>Chamaedorea seifrizii</i>	Palma
60	PASSIFLORACEAE		<i>Passiflora sp.</i>	Trepadora

61	POACEAE	KANCHIN	<i>Ichnanthus lanceolatus</i>	Herbácea
62	POACEAE	SIIT	<i>Lasiacis divaricata</i>	Herbácea
63	POLYGONACEAE	BOB	<i>Coccoloba spicata</i>	Árbol
64	POLYGONACEAE	COAC	<i>Coccoloba acapulcensis</i>	Árbol
65	POLYGONACEAE	SAKBOOB	<i>Coccoloba cozumelensis</i>	Árbol
66	POLYGONACEAE	TSITSILCHE	<i>Gymnopodium floribundum</i>	Árbol
67	POLYGONACEAE	CHICHBOB	<i>Coccoloba diversifolia</i>	Árbol
68	POLYGONACEAE		<i>Coccoloba sp.</i>	Árbol
69	PUTRANJIVACEAE	EKULUB	<i>Drypetes lateriflora</i>	Árbol
70	RUBIACEAE	CAFÉ	<i>Psychotria nervosa</i>	Herbácea
71	RUBIACEAE	RANDIA	<i>Randia aculeata</i>	Árbol
72	RUBIACEAE	TASTAB	<i>Guettarda elliptica</i>	Árbol
73	RUTACEAE	NARANJACHE	<i>Esenbeckia pentaphylla</i>	Árbol
74	RUTACEAE	PALO DE GAS	<i>Amyris sylvatica</i>	Árbol
75	RUTACEAE	TAMKASCHE	<i>Pilocarpus racemosus</i>	Árbol
76	SALICACEAE	SAMYDA	<i>Samyda yucatanesis</i>	Arbustiva
77	SALICACEAE	XIMCHE	<i>Casearia corymbosa</i>	Árbol
78	SAPINDACEAE	CUDE	<i>Cupania dentata</i>	Árbol
79	SAPINDACEAE	GUAYA	<i>Talisia olivaeformis</i>	Árbol
80	SAPINDACEAE	KANCHUNUP	<i>Thouinia paucidentata</i>	Árbol
81	SAPINDACEAE	WAYAMCOX	<i>Exothea diphylla</i>	Árbol
82	SAPOTACEAE	CAIMITO	<i>Cryosophyllum caimito</i>	Árbol
83	SAPOTACEAE	CHAKYA	<i>Sideroxylon salicifolium</i>	Árbol
84	SAPOTACEAE	CHIKE	<i>Chryosophyllum mexicanum</i>	Árbol
85	SAPOTACEAE	KANISTE	<i>Pouteria campechiana</i>	Árbol
86	SAPOTACEAE	CHICOZAPOTE	<i>Manilkara zapota</i>	Árbol
87	SAPOTACEAE	SAPOTILLO	<i>Pouteria reticulata</i>	Árbol
88	SIMARUBACEAE	PASAK	<i>Simaruba glauca</i>	Árbol
89	ULMACEAE	SAK PIXOY	<i>Trema micrantha</i>	Arbustiva
90	URTICACEAE	GUARUMBO	<i>Cecropia peltata</i>	Árbol
91	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 Palma nacax (*Coccothrinax readii*).

Al respecto se observa que estas especies presentan un mínimo número de individuos en el predio, en especial la palma nacax. Ante tal situación, se tiene contemplada dar prioridad a estas especies para su rescate, además se contemplan otras especies nativas para su rescate y reforestación.

Cuadro 28. Especies bajo estatus de amenazadas 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>Coccothrinax readii</i>	Palma nacax	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 30 m² muestreados y su extrapolación para una hectárea (cuadro 29).

Se observa que las especies más abundantes son *Randia aculeata* (Randia) y *Metopium brownei* (Chechem) con una estimación de 1667 individuos por hectárea por especie, le sigue *Nectandra coriacea* (Neco), *Lonchocarpus rugosus* (Kanazin), *Parathesis cubana* (Pacu) con estimaciones de 1000 individuos por hectárea, que en conjunto con el resto de las especies citadas son características de Selva mediana subperennifolia que corresponden a estadios herbáceos.

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

Especie	Nombre común	Ind/sitios de muestreo	Ind/ha
<i>Metopium brownei</i>	Chechem	5	1667
<i>Thrinax radiata</i>	Chit	1	333
<i>Coccoloba sp.</i>	Cocoloba	1	333
<i>Croton niveus</i>	Croton niveus	2	667
<i>Diospyros cuneata</i>	Dicu o Silil	1	333
<i>Eupatorium daleoides</i>	Euda	2	667
<i>Eugenia sp.</i>	Eugenia	1	333
<i>Lonchocarpus rugosus</i>	Kanazin	3	1000
<i>Thouinia paucidentata</i>	Kanchunup	1	333
<i>Caesalpinia gaumeri</i>	Kitinché	1	333
<i>Bahuinia jenningsii</i>	Lengua de vaca	1	333
<i>Hampea trilobata</i>	Mahagua	2	667
<i>Coccothrinax readii</i>	Nakax	1	333
<i>Nectandra coriacea</i>	Neco	3	1000
<i>Parathesis cubana</i>	Pacu	3	1000
<i>Randia aculeata</i>	Randia	5	1667
<i>Coccoloba cozumelensis</i>	Sakboob	1	333
<i>Samyda yucatanesis</i>	Samyda	1	333
<i>Zygia stevensonii</i>	Sist	2	667
<i>Gymnopodium floribundum</i>	Ts'ts'ilché	1	333
<i>Malvaviscus arboreus</i>	Tulipán	1	333
TOTAL		39	13000

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 600 m² y su extrapolación para una hectárea (cuadro 30). Las especies más abundantes son: *Cascabela gaumeri* (Akits) con 283 individuos arbustivos, *Lonchocarpus rugosus* (Kanazin) y *Vitex gaumeri* (Ya'axnic) con 267 individuos cada uno por hectárea; todas sin excepción son propias e indicadoras de vegetación de Selva mediana subperennifolia en desarrollo.

Cuadro 30. Número de individuos por especie en los 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	17	283
<i>Ficus cotinifolia</i>	Alamo	7	117
<i>Coccoloba spicata</i>	Boob	3	50
<i>Crysophillum caimito</i>	Caimito	3	50

<i>Bursera simaruba</i>	Chaca	14	233
<i>Calyptanthes pallens</i>	Chaknii	4	67
<i>Metopium brownei</i>	Chechem	13	217
<i>Coccoloba diversifolia</i>	Chichbob	4	67
<i>Havardia albicans</i>	Chukum	1	17
<i>Coccoloba sp.</i>	Cocoloba	4	67
<i>Croton niveus</i>	Croton niveus	6	100
<i>Diospyros cuneata</i>	Dicu o Silil	3	50
<i>Diospyros verae-crucis</i>	Dive	10	167
<i>Drypetes lateriflora</i>	Ekulub	1	17
<i>Malmea depressa</i>	Elemuy	2	33
<i>Erythrina standleyana</i>	Chakmolche	1	17
<i>Eupatorium daleoides</i>	Euda	3	50
<i>Eugenia sp.</i>	Eugenia	1	17
<i>Ficus pertusa</i>	Fipe	2	33
<i>Plumeria obtusa</i>	Flor mayo	1	17
<i>Piscidia piscipula</i>	Jabin	6	100
<i>Lonchocarpus rugosus</i>	Kanasin	16	267
<i>Thouinia paucidentata</i>	kanchunup	1	17
<i>Pouteria campechiana</i>	Kaniste	3	50
<i>Swartzia cubensis</i>	katalox	1	17
<i>Lonchocarpus sp.</i>	losp	4	67
<i>Hampea trilobata</i>	Mahagua	3	50
<i>Esenbeckia pentaphylla</i>	Naranja ché	1	17
<i>Nectandra coriacea</i>	Neco	6	100
<i>Parathesis cubana</i>	Pacu	1	17
<i>Simaruba glauca</i>	Pa'sak	1	17
<i>Dendropanax arboreus</i>	Sak chakaj	2	33
<i>Coccoloba cozumelensis</i>	Sakboob	1	17
<i>Pouteria reticulata</i>	Sapotillo	1	17
<i>Acacia cornigera</i>	Subin	5	83
<i>Guettarda elliptica</i>	Tastab	1	17
<i>Neea psychotrioides</i>	Tatsi	1	17
<i>Lysiloma latisiliquum</i>	Tsalam	1	17
<i>Gymnopodium floribundum</i>	Ts'i'ts'ilché	2	33
<i>Malpighia glabra</i>	Wayakté	1	17
<i>Casearia corymbosa</i>	Xi'imché	2	33
<i>Vitex gaumeri</i>	Ya'axnik	16	267
<i>Gymnanthes lucida</i>	Yayte	2	33
TOTAL		178	2967

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 sitios de muestreo (3,000 m²) y su extrapolación para una hectárea (cuadro 31). En este estrato destaca la especie *Metopium brownei* (Chechem) como la más conspicua con estimaciones de 147 individuos por hectárea, le sigue la especie *Vitex gaumeri* (Yaaxnic) con 53 individuos por hectárea.

Cuadro 31. Número de individuos por especie en los sitios de muestreo y por hectárea en el estrato arbóreo.

Nombre científico	Nombre común	Ind/sitios de muestreo	Ind/ha
<i>Ficus máxima</i>	Akum	2	7
<i>Ficus cotinifolia</i>	Alamo	6	20
<i>Bursera simaruba</i>	Chaca	8	27
<i>Metopium brownei</i>	Chechem	44	147
<i>Manilkara zapota</i>	Chicozapote	3	10
<i>Coccoloba sp.</i>	Cocoloba	1	3
<i>Plumeria obtusa</i>	Flor de mayo	1	3
<i>Piscidia piscipula</i>	Jabin	1	3
<i>Swartzia cubensis</i>	Katalox	1	3
<i>Simaruba glauca</i>	Pa'sak	2	7
<i>Dendropanax arboreus</i>	Sak chakaj	2	7
<i>Lysiloma latisiliquum</i>	Tsalam	12	40
<i>Diphysa yucatanensis</i>	Ts'u'ts'uk	2	7
<i>Vitex gaumeri</i>	Ya'axnic	16	53
<i>Gymnanthes lucida</i>	Yayté	1	3
TOTAL		102	340

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 32. 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>Metopium brownei</i>	Chechem	5	12.8	14.7	27.50
<i>Thrinax radiata</i>	Chit	1	2.6	2.9	5.50
<i>Coccoloba sp.</i>	Cocoloba	1	2.6	2.9	5.50
<i>Croton niveus</i>	Croton niveus	2	5.1	5.9	11.00
<i>Diospyros cuneata</i>	Dicu o Silil	1	2.6	2.9	5.50
<i>Eupatorium daleoides</i>	Euda	2	5.1	5.9	11.00

<i>Eugenia sp.</i>	Eugenia	1	2.6	2.9	5.50
<i>Lonchocarpus rugosus</i>	Kanazin	3	7.7	5.9	13.60
<i>Thouinia paucidentata</i>	Kanchunup	1	2.6	2.9	5.50
<i>Caesalpinia gaumeri</i>	Kitinché	1	2.6	2.9	5.50
<i>Bahuinia jenningsii</i>	Lengua de vaca	1	2.6	2.9	5.50
<i>Hampea trilobata</i>	Mahagua	2	5.1	2.9	8.10
<i>Coccothrinax readii</i>	Nakax	1	2.6	2.9	5.50
<i>Nectandra coriacea</i>	Neco	3	7.7	8.8	16.50
<i>Parathesis cubana</i>	Pacu	3	7.7	5.9	13.60
<i>Randia aculeata</i>	Randia	5	12.8	11.8	24.60
<i>Coccoloba cozumelensis</i>	Sakbob	1	2.6	2.9	5.50
<i>Samyda yucatanesis</i>	Samida	1	2.6	2.9	5.50
<i>Zygia stevensonii</i>	Sist	2	5.1	2.9	8.10
<i>Gymnopodium floribundum</i>	Ts'it's'ilché	1	2.6	2.9	5.50
<i>Malvaviscus arboreus</i>	Tulipán	1	2.6	2.9	5.50
Totales			100.0	100.0	200.00

Cuadro 33. Valor de Importancia Relativa (VIR). Estrato arbustivo área del predio (DN desde 3 cm y hasta 9.9 cm).

Espece	Nombre común	No./Ind	Densidad Relativa	Dominancia Relativa	Frecuencia Relativa	Valor de Importancia Relativa
<i>Cascabela gaumeri</i>	Akits	17	9.55	6.49	9.78	25.82
<i>Ficus cotinifolia</i>	Alamo	7	3.93	1.29	3.31	8.54
<i>Coccoloba spicata</i>	Boob	3	1.68	2.59	1.26	5.54
<i>Crysophillum caimito</i>	Caimito	3	1.68	2.59	1.04	5.33
<i>Bursera simaruba</i>	Chaca	14	7.86	5.19	12.43	25.49
<i>Calyptanthus pallens</i>	Chaknii	4	2.24	1.29	2.23	5.78
<i>Metopium brownei</i>	Chechem	13	7.30	7.79	7.83	22.92
<i>Coccoloba diversifolia</i>	Chichbob	4	2.24	3.89	2.55	8.69
<i>Havardia albicans</i>	Chukum	1	0.56	1.29	1.07	2.93
<i>Coccoloba sp.</i>	Cocoloba	4	2.24	1.29	2.56	6.11
<i>Croton niveus</i>	Croton niveus	6	3.37	2.59	1.97	7.93
<i>Diospyros cuneata</i>	Dicu o Silil	3	1.68	3.89	1.03	6.61
<i>Diospyros verae-crucis</i>	Dive	10	5.61	2.59	3.71	11.92
<i>Drypetes lateriflora</i>	Ekulub	1	0.56	1.29	0.52	2.38
<i>Malmea depressa</i>	Elemuy	2	1.12	1.29	0.74	3.16
<i>Erythrina standleyana</i>	Chakmolche	1	0.56	1.29	0.67	2.53
<i>Eupatorium daleoides</i>	Euda	3	1.68	2.59	1.08	5.37
<i>Eugenia sp.</i>	Eugenia	1	0.56	1.29	0.54	2.40
<i>Ficus pertusa</i>	Fipe	2	1.12	2.59	2.94	6.66
<i>Plumeria obtusa</i>	Flor mayo	1	0.56	1.29	0.64	2.51
<i>Piscidia piscipula</i>	Jabin	6	3.37	2.59	5.02	10.99

<i>Lonchocarpus rugosus</i>	Kanasin	16	8.98	3.89	8.35	21.23
<i>Thouinia paucidentata</i>	kanchunup	1	0.56	1.29	0.39	2.25
<i>Pouteria campechiana</i>	Kaniste	3	1.68	1.29	2.41	5.39
<i>Swartzia cubensis</i>	katalox	1	0.56	1.29	0.27	2.14
<i>Lonchocarpus sp.</i>	Losp	4	2.24	1.29	1.35	4.90
<i>Hampea trilobata</i>	Mahagua	3	1.68	3.89	0.91	6.49
<i>Esenbeckia pentaphylla</i>	Naranja ché	1	0.56	1.29	0.37	2.23
<i>Nectandra coriacea</i>	Neco	6	3.37	3.89	2.43	9.70
<i>Parathesis cubana</i>	Pacu	1	0.56	1.29	0.33	2.19
<i>Simaruba glauca</i>	Pa'sak	1	0.56	1.29	0.41	2.27
<i>Dendropanax arboreus</i>	Sak chakaj	2	1.12	1.29	2.01	4.43
<i>Coccoloba cozumelensis</i>	Sakbob	1	0.56	1.29	0.33	2.19
<i>Pouteria reticulata</i>	Sapotillo	1	0.56	1.29	0.37	2.23
<i>Acacia cornigera</i>	Subin	5	2.80	1.29	1.48	5.59
<i>Guettarda elliptica</i>	Tastab	1	0.56	1.29	0.37	2.23
<i>Neea psychotrioides</i>	Tatsi	1	0.56	1.29	0.31	2.17
<i>Lysiloma latisiliquum</i>	Tsalam	1	0.56	1.29	2.13	3.99
<i>Gymnopodium floribundum</i>	Ts'i'ts'ilché	2	1.12	2.59	0.62	4.34
<i>Malpighia glabra</i>	Wayakté	1	0.56	1.29	0.41	2.27
<i>Casearia corymbosa</i>	Xi'imché	2	1.12	2.59	0.59	4.31
<i>Vitex gaumeri</i>	Ya'axnik	16	8.98	5.19	10.52	24.70
<i>Gymnanthes lucida</i>	Yayte	2	1.12	1.29	0.74	3.16
Totales			100.00	100.00	100.00	300.00

Cuadro 34. 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>Ficus máxima</i>	Akum	2	1.96	3.45		6.67
<i>Ficus cotinifolia</i>	Alamo	6	5.88	6.90	4.55	17.33
<i>Bursera simaruba</i>	Chaca	8	7.84	10.34	4.72	22.91
<i>Metopium brownei</i>	Chechem	44	43.14	13.79	34.79	91.72
<i>Manilkara zapota</i>	Chicozapote	3	2.94	6.90	17.74	27.58
<i>Coccoloba sp.</i>	Cocoloba	1	0.98	3.45	0.59	5.02
<i>Plumeria obtusa</i>	Flor de mayo	1	0.98	3.45	0.51	4.94
<i>Piscidia piscipula</i>	Jabin	1	0.98	3.45	0.47	4.90
<i>Swartzia cubensis</i>	Katalox	1	0.98	3.45	0.80	5.23
<i>Simaruba glauca</i>	Pa'sak	2	1.96	6.90	2.23	11.08
<i>Dendropanax arboreus</i>	Sak chakaj	2	1.96	6.90	1.42	10.27
<i>Lysiloma latisiliquum</i>	Tsalam	12	11.76	10.34	17.56	39.67
<i>Diphysa yucatanensis</i>	Ts'u'ts'uk	2	1.96	3.45	0.82	6.23

<i>Vitex gaumeri</i>	Ya'axnik	16	15.69	13.79	11.71	41.19
<i>Gymnanthes lucida</i>	Yayté	1	0.98	3.45	0.84	5.27
Totales			100.00	100.00	100.00	300.00

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

Nombre científico	Nombre común	D	p_i	$-(p_i)(\ln p_i)$	$(\ln p_i)$
<i>Metopium brownei</i>	Chechem	5	0.1282	0.263349197	-2.054123734
<i>Thrinax radiata</i>	Chit	1	0.0256	0.093937478	-3.663561646
<i>Coccoloba sp.</i>	Cocoloba	1	0.0256	0.093937478	-3.663561646
<i>Croton niveus</i>	Croton niveus	2	0.0513	0.152328947	-2.970414466
<i>Diospyros cuneata</i>	Dicu o Silil	1	0.0256	0.093937478	-3.663561646
<i>Eupatorium daleoides</i>	Euda	2	0.0513	0.152328947	-2.970414466
<i>Eugenia sp.</i>	Eugenia	1	0.0256	0.093937478	-3.663561646
<i>Lonchocarpus rugosus</i>	Kanazin	3	0.0769	0.197303797	-2.564949357
<i>Thouinia paucidentata</i>	Kanchunup	1	0.0256	0.093937478	-3.663561646
<i>Caesalpinia gaumeri</i>	Kitinché	1	0.0256	0.093937478	-3.663561646
<i>Bahuinia jenningsii</i>	Lengua de vaca	1	0.0256	0.093937478	-3.663561646
<i>Hampea trilobata</i>	Mahagua	2	0.0513	0.152328947	-2.970414466
<i>Coccothrinax readii</i>	Nakax	1	0.0256	0.093937478	-3.663561646
<i>Nectandra coriacea</i>	Neco	3	0.0769	0.197303797	-2.564949357
<i>Parathesis cubana</i>	Pacu	3	0.0769	0.197303797	-2.564949357
<i>Randia aculeata</i>	Randia	5	0.1282	0.263349197	-2.054123734
<i>Coccoloba cozumelensis</i>	Sakbob	1	0.0256	0.093937478	-3.663561646
<i>Samyda yucatanensis</i>	Samida	1	0.0256	0.093937478	-3.663561646
<i>Zygia stevensonii</i>	Sist	2	0.0513	0.152328947	-2.970414466
<i>Gymnopodium floribundum</i>	Ts'i'ts'ilché	1	0.0256	0.093937478	-3.663561646
<i>Malvaviscus arboreus</i>	Tulipán	1	0.0256	0.093937478	-3.663561646
		39	1.00	2.9	
			H=	2.9	
			Hmax=	3.0	

			Equitabilidad=	0.94	
--	--	--	----------------	------	--

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

Nombre científico	Nombre común	D	pi	-(pi)(Lnpi)	(Lnpi)
<i>Cascabela gaumeri</i>	Akits	17	0.0955	0.224301649	-2.348570206
<i>Ficus cotinifolia</i>	Alamo	7	0.0393	0.127253448	-3.235873401
<i>Coccoloba spicata</i>	Boob	3	0.0169	0.068817493	-4.083171262
<i>Cryosophillum caimito</i>	Caimito	3	0.0169	0.068817493	-4.083171262
<i>Bursera simaruba</i>	Chaca	14	0.0787	0.199989703	-2.542726221
<i>Calyptanthus pallens</i>	Chaknii	4	0.0225	0.085291892	-3.795489189
<i>Metopium brownei</i>	Chechem	13	0.0730	0.191117104	-2.616834193
<i>Coccoloba diversifolia</i>	Chichbob	4	0.0225	0.085291892	-3.795489189
<i>Havardia albicans</i>	Chukum	1	0.0056	0.029111144	-5.18178355
<i>Coccoloba sp.</i>	Cocoloba	4	0.0225	0.085291892	-3.795489189
<i>Croton niveus</i>	Croton niveus	6	0.0337	0.114270475	-3.390024081
<i>Diospyros cuneata</i>	Dicu o Silil	3	0.0169	0.068817493	-4.083171262
<i>Diospyros verae-crucis</i>	Dive	10	0.0562	0.161752722	-2.879198457
<i>Drypetes lateriflora</i>	Ekulub	1	0.0056	0.029111144	-5.18178355
<i>Malmea depressa</i>	Elemuy	2	0.0112	0.050434117	-4.48863637
<i>Erythrina standleyana</i>	Chakmolche	1	0.0056	0.029111144	-5.18178355
<i>Eupatorium daleoides</i>	Euda	3	0.0169	0.068817493	-4.083171262
<i>Eugenia sp.</i>	Eugenia	1	0.0056	0.029111144	-5.18178355
<i>Ficus pertusa</i>	Fipe	2	0.0112	0.050434117	-4.48863637
<i>Plumeria obtusa</i>	Flor mayo	1	0.0056	0.029111144	-5.18178355
<i>Piscidia piscipula</i>	Jabin	6	0.0337	0.114270475	-3.390024081
<i>Lonchocarpus rugosus</i>	Kanasin	16	0.0899	0.216556838	-2.409194828
<i>Thouinia paucidentata</i>	kanchunup	1	0.0056	0.029111144	-5.18178355
<i>Pouteria campechiana</i>	Kaniste	3	0.0169	0.068817493	-4.083171262
<i>Swartzia cubensis</i>	katalox	1	0.0056	0.029111144	-5.18178355
<i>Lonchocarpus sp.</i>	Losp	4	0.0225	0.085291892	-3.795489189
<i>Hampea trilobata</i>	Mahagua	3	0.0169	0.068817493	-4.083171262
<i>Esenbeckia pentaphylla</i>	Naranja ché	1	0.0056	0.029111144	-5.18178355
<i>Nectandra coriacea</i>	Neco	6	0.0337	0.114270475	-3.390024081
<i>Parathesis cubana</i>	Pacu	1	0.0056	0.029111144	-5.18178355
<i>Simaruba glauca</i>	Pa'sak	1	0.0056	0.029111144	-5.18178355
<i>Dendropanax arboreus</i>	Sak chakaj	2	0.0112	0.050434117	-4.48863637
<i>Coccoloba cozumelensis</i>	Sakboob	1	0.0056	0.029111144	-5.18178355
<i>Pouteria reticulata</i>	Sapotillo	1	0.0056	0.029111144	-5.18178355
<i>Acacia cornigera</i>	Subin	5	0.0281	0.100346788	-3.572345638
<i>Guettarda elliptica</i>	Tastab	1	0.0056	0.029111144	-5.18178355

<i>Neea psychotrioides</i>	Tatsi	1	0.0056	0.029111144	-5.18178355
<i>Lysiloma latisiliquum</i>	Tsalam	1	0.0056	0.029111144	-5.18178355
<i>Gymnopodium floribundum</i>	Ts'i'ts'ilché	2	0.0112	0.050434117	-4.48863637
<i>Malpighia glabra</i>	Wayakté	1	0.0056	0.029111144	-5.18178355
<i>Casearia corymbosa</i>	Xi'imché	2	0.0112	0.050434117	-4.48863637
<i>Vitex gaumeri</i>	Ya'axnik	16	0.0899	0.216556838	-2.409194828
<i>Gymnanthes lucida</i>	Yayte	2	0.0112	0.050434117	-4.48863637
		178	1.00	3.3	
			H=	3.3	
			Hmax=	3.8	
			Equitabilidad=	0.88	

Cuadro 37. Diversidad (H'), Equidad de las especies por grupo diamétrico (E). Estrato Arbóreo.

Nombre científico	Nombre común	D	pi	-(pi)(Lnpi)	(Lnpi)
<i>Ficus máxima</i>	Akum	2	0.0196	0.07709462	-3.931825633
<i>Ficus cotinifolia</i>	Alamo	6	0.0588	0.166659608	-2.833213344
<i>Bursera simaruba</i>	Chaca	8	0.0784	0.199649511	-2.545531272
<i>Metopium brownei</i>	Chechem	44	0.4314	0.362690783	-0.840783179
<i>Manilkara zapota</i>	Chicozapote	3	0.0294	0.103716486	-3.526360525
<i>Coccoloba sp.</i>	Cocoloba	1	0.0098	0.045342871	-4.624972813
<i>Plumeria obtusa</i>	Flor de mayo	1	0.0098	0.045342871	-4.624972813
<i>Piscidia piscipula</i>	Jabin	1	0.0098	0.045342871	-4.624972813
<i>Swartzia cubensis</i>	Katalox	1	0.0098	0.045342871	-4.624972813
<i>Simaruba glauca</i>	Pa'sak	2	0.0196	0.07709462	-3.931825633
<i>Dendropanax arboreus</i>	Sak chakaj	2	0.0196	0.07709462	-3.931825633
<i>Lysiloma latisiliquum</i>	Tsalam	12	0.1176	0.25177249	-2.140066163
<i>Diphysa yucatanensis</i>	Ts'u'ts'uk	2	0.0196	0.07709462	-3.931825633
<i>Vitex gaumeri</i>	Ya'axnik	16	0.1569	0.290570053	-1.852384091
<i>Gymnanthes lucida</i>	Yayté	1	0.0098	0.045342871	-4.624972813
		102	1.00	1.9	0
			H=	1.9	
			Hmax=	2.7	
			Equitabilidad=	0.71	

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 encontrada en el predio con un valor H de 3.3, seguido del estrato herbáceo con 2.9 y el estrato arbóreo con menos especies con un valor H de 1.9 Este valor es considerado como bajo, indicando que este estrato se encuentra con baja riqueza de especies.

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 equitatividad presente en los estratos herbáceo y arbustivo es muy cercana a 1, lo cual significa que todos los individuos en estos estratos tienden a distribuirse con la misma abundancia, estando muy bien repartida, no así en el caso del estrato arbóreo que presenta un índice un poco más bajo de 0.71, esto es debido a la dominancia de tres especies, *Metopium brownei*, *Vitex gaumeri* y *Lysiloma latisiliquum*, es por esta razón que es menos diverso.

V.6 Fauna

La caracterización de la fauna en el sitio donde se pretende el proyecto Desarrollo Habitacional Astoria, 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. 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. Concentrado de las especies de fauna identificadas en campo.

No	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	REGISTRO DE CAMPO	Abundancia relativa	
				%	Clase
ANFIBIOS					
1	<i>Bufo marinus</i>	Sapo	1	100	Abundante
2	<i>Bufo valliceps</i>	Sapo	1	100	Abundante
REPTILES					
1	<i>Ameiva undulata</i>	Lagartija metálica	2	67	Común
2	<i>Anolis sagrei</i>	Lagartija chipoyo	2	67	Común
3	<i>Basiliscus vittatus</i>	Toloke	3	100	Abundante
4	<i>Ameiva undulata</i>	Lagartija	1	33	Frecuente
5	<i>Norops rodriguezii</i>	Tolokito	1	33	Frecuente
6	<i>Coniophanes imperialis</i>	Culebra rayada	1	33	Frecuente

No	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	REGISTRO DE CAMPO	Abundancia relativa	
				%	Clase
7	<i>Ctenosaura similis</i>	Iguana rayada	4	100	Abundante
AVES					
1	<i>Arremonops rufivirgatus</i>	Gorrión oliváceo	2	33	Frecuente
2	<i>Cardinales cardinales</i>	Cardenal	2	33	Frecuente
3	<i>Centurus pygmaeus</i>	Carpintero yucateco	2	33	Frecuente
4	<i>Colinus nigrogularis</i>	Torcacita	2	33	Frecuente
5	<i>Columba flavirostris</i>	Paloma morada	1	17	Escasa
6	<i>Columbina passerina</i>	Tortolita común	4	67	Común
7	<i>Columbina talpacoti</i>	Tórtola rojiza	2	33	Frecuente
8	<i>Crotophaga sulcirostris</i>	Garrapatero pijuy	1	17	Escasa
9	<i>Cyanocorax morio</i>	Pea	3	50	Frecuente
10	<i>Cyanocorax yncas</i>	Chara verde	1	17	Escasa
11	<i>Cyanocorax yucatanicus</i>	Chara yucateca	1	17	Escasa
12	<i>Dives dives</i>	Tordo cantor	2	33	Frecuente
13	<i>Dryocopus lineatus</i>	Carpintero lineado	2	33	Frecuente
14	<i>Icterus auratus</i>	Bolsero yucateco	1	17	Escasa
15	<i>Leptotila verreauxi</i>	Paloma	1	17	Escasa
16	<i>Mimus gilvus</i>	Cenzontle	4	67	Común
17	<i>Momotus momota</i>	Momoto cabeza negra	2	33	Frecuente
18	<i>Myiarchus tyrannulus</i>	Copetón tirano	1	17	Escasa
19	<i>Myiodynastes luteiventris</i>	Mosquero	1	17	Escasa
20	<i>Myiozetetes similis</i>	Luis gregario	1	17	Escasa
21	<i>Ortalis vetula</i>	Chachalaca	5	83	Común
22	<i>Playa cayana</i>	Cuco	2	33	Frecuente
23	<i>Pitangus sulphuratus</i>	Luis grande	1	17	Escasa
24	<i>Quiscalus mexicanus</i>	Zanate mexicano	6	100	Abundante
25	Troglodytes aedon	Saltapared sureño	1	17	Escasa
26	<i>Zenaida asiatica</i>	Paloma alas blancas	1	17	Escasa
MAMIFEROS					
1	<i>Artibeus jamaicensis</i>	Murciélago	1	25.00	Escasa
2	<i>Didelphys marsupialis</i>	Tlacuache	2	50.00	Frecuente
3	<i>Nasua narica</i>	Tejón	4	100.00	Abundante
4	<i>Peromyscus yucatanicus</i>	ratón	3	75.00	Común
5	<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	Zorra gris	1	25.00	Escasa

El escaso número de especies registradas encuentra su explicación en dos aspectos fundamentales: el estado de deterioro de la vegetación originado por las constantes actividades que se realizan a los alrededores del predio; y por la presencia humana debido a que la zona de estudio se encuentra rodeada a sitios habitados. Además,

es necesario mencionar que estudios de corta duración como el presente, tienen la limitación que los registros obtenidos 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 Péfaur, 2000).

Por otra parte, es necesario implementar un Programa de Rescate de Fauna Silvestre para evitar afectaciones adicionales a la fauna; el cual deberá ser realizado previo a las actividades de desmonte. Asimismo, es necesario establecer en el Reglamento de Vigilancia Ambiental las disposiciones para evitar que los trabajadores molesten o dañen a la fauna en los sitios que se mantengan con vegetación, tanto en el predio como en su zona aledaña. De acuerdo con los resultados obtenidos, en el predio habita la Iguana gris (*Ctenosaura similis*) que cuenta con el estatus de especie amenazada en la NOM-059- SEMARNAT -2010.

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	-(pi)(Lnpi)	(LNpi)
1	<i>Bufo marinus</i>	Sapo	1	0.5000	0.34657359	-0.693147181
2	<i>Bufo valliceps</i>	Sapo	1	0.5000	0.34657359	-0.693147181
			2	1.00	0.7	0
				H=	0.7	
				Hmax=	0.7	
				Equitabilidad=	1.00	

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

Registro	Reptiles	Nombre	D-muestra	Pi	-(pi)(Lnpi)	(LNpi)
1	<i>Ameiva undulata</i>	Lagartija metálica	2	0.1538	0.287969566	-1.871802177
2	<i>Anolis sagrei</i>	Lagartija chipojo	2	0.1538	0.287969566	-1.871802177
3	<i>Basiliscus vittatus</i>	Toloke	3	0.2308	0.338385477	-1.466337069
4	<i>Ameiva undulata</i>	Lagartija	1	0.0769	0.197303797	-2.564949357
5	<i>Norops rodriguezii</i>	Tolokito	1	0.0769	0.197303797	-2.564949357
6	<i>Coniophanes imperialis</i>	Culebra rayada	1	0.0769	0.197303797	-2.564949357
7	<i>Ctenosaura similis</i>	Iguana rayada	3	0.2308	0.338385477	-1.466337069
			13	1.00	1.8	0
				H=	1.8	
				Hmax=	1.9	
				Equitabilidad=	0.95	

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

Registro	Aves	Nombre	D-muestra	Pi	-(pi)(Lnpi)	(LNpi)
1	<i>Arremonops rufivirgatus</i>	Gorrión oliváceo	2	0.0385	0.125311405	-3.258096538
2	<i>Cardinales cardinales</i>	Cardenal	2	0.0385	0.125311405	-3.258096538
3	<i>Centurus pygmaeus</i>	Carpintero yucateco	2	0.0385	0.125311405	-3.258096538
4	<i>Colinus nigrogularis</i>	Torcacita	2	0.0385	0.125311405	-3.258096538
5	<i>Columba flavirostris</i>	Paloma morada	1	0.0192	0.075985456	-3.951243719
6	<i>Columbina passerina</i>	Tortolita común	4	0.0769	0.197303797	-2.564949357
7	<i>Columbina talpacoti</i>	Tórtola rojiza	2	0.0385	0.125311405	-3.258096538
8	<i>Crotophaga sulcirostris</i>	Garrapatero pijuy	1	0.0192	0.075985456	-3.951243719
9	<i>Cyanocorax morio</i>	Pea	3	0.0577	0.16457489	-2.85263143
10	<i>Cyanocorax yncas</i>	Chara verde	1	0.0192	0.075985456	-3.951243719
11	<i>Cyanocorax yucatanicus</i>	Chara yucateca	1	0.0192	0.075985456	-3.951243719
12	<i>Dives dives</i>	Tordo cantor	2	0.0385	0.125311405	-3.258096538
13	<i>Dryocopus lineatus</i>	Carpintero lineado	2	0.0385	0.125311405	-3.258096538
14	<i>Icterus auratus</i>	Bolsero yucateco	1	0.0192	0.075985456	-3.951243719
15	<i>Leptotila verreauxi</i>	Paloma	1	0.0192	0.075985456	-3.951243719
16	<i>Mimus gilvus</i>	Cenzontle	4	0.0769	0.197303797	-2.564949357
17	<i>Momotus momota</i>	Momoto cabeza negra	2	0.0385	0.125311405	-3.258096538
18	<i>Myiarchus tyrannulus</i>	Copetón tirano	1	0.0192	0.075985456	-3.951243719
19	<i>Myiodynastes luteiventris</i>	Mosquero	1	0.0192	0.075985456	-3.951243719
20	<i>Myiozetetes similis</i>	Luis gregario	1	0.0192	0.075985456	-3.951243719
21	<i>Ortalis vetula</i>	Chachalaca	5	0.0962	0.225173635	-2.341805806
22	<i>Piaya cayana</i>	Cuco	2	0.0385	0.125311405	-3.258096538
23	<i>Pitangus sulphuratus</i>	Luis grande	1	0.0192	0.075985456	-3.951243719
24	<i>Quiscalus mexicanus</i>	Zanate mexicano	6	0.1154	0.24917126	-2.159484249
25	<i>Troglodytes aedon</i>	Saltapared sureño	1	0.0192	0.075985456	-3.951243719
26	<i>Zenaida asiatica</i>	Paloma alas blancas	1	0.0192	0.075985456	-3.951243719
			52	1.00	3.1	0
				H=	3.1	
				Hmax=	3.3	
				Equitabilidad=	0.94	

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

Registro	Mamíferos	Nombre	D-muestra	Pi	-(pi)(Lnpi)	(LNpi)
1	<i>Artibeus jamaicensis</i>	Murciélago	1	0.0909	0.217990479	-2.397895273
2	<i>Didelphys marsupialis</i>	Tlacuache	2	0.1818	0.309954199	-1.704748092

3	<i>Nasua narica</i>	Tejón	4	0.3636	0.367854877	-1.011600912
4	<i>Peromyscus yucatanicus</i>	ratón	3	0.2727	0.354349905	-1.299282984
5	<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	Zorra gris	1	0.0909	0.217990479	-2.397895273
			11	1.00	1.5	0
				H=	1.5	
				Hmax=	1.6	
				Equitabilidad=	0.91	

Como es de esperarse, el grupo de las aves obtuvo el valor H más alto con 3.1 que se considera alto, esto indica que existe una muy buena cantidad de especies de aves en el área, en tanto que los reptiles y los mamíferos obtuvieron un Índice H de 1.8 y 1.5 considerado bajo. Los anfibios obtuvieron un índice H de 0.7 esto quiere decir que la riqueza de este grupo de vertebrado es muy bajo en razón a que sólo se registraron dos especies. La equitatividad resultó muy similar en todos los grupos lo que considera que existe una muy buena distribución de las especies de fauna.

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*) requiere que para esta especie 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 llevó a cabo con base a un inventario forestal con un sistema de muestreo de tipo sistemático, lo que nos indica una mejor distribución de las unidades de muestreo en campo, con una intensidad de muestreo del 5.7% en donde se llevara a cabo el registro de todas las especies blandas, duras tropicales y comunes tropicales. La distancia entre cada unidad de muestreo se estableció a 140 m entre hileras y 100 m entre columnas.

Para determinar la estructura y composición florística del ecosistema que se distribuye 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 la vegetación cuyos puntos de las unidades de muestreo fueron distribuidos sistemáticamente, de tal manera que se generaron en total 8 unidades de muestreo para el cálculo del Volumen Total Árbol (VTA).

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. 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.

Para el levantamiento forestal se utilizó un diseño de muestreo sistemático (figura 31) distribuidos a todo lo largo de la superficie propuesta para el CUSTF del proyecto distribuidas de manera sistemática, se realizó un inventario forestal que constó de 8 unidades de muestreo general.

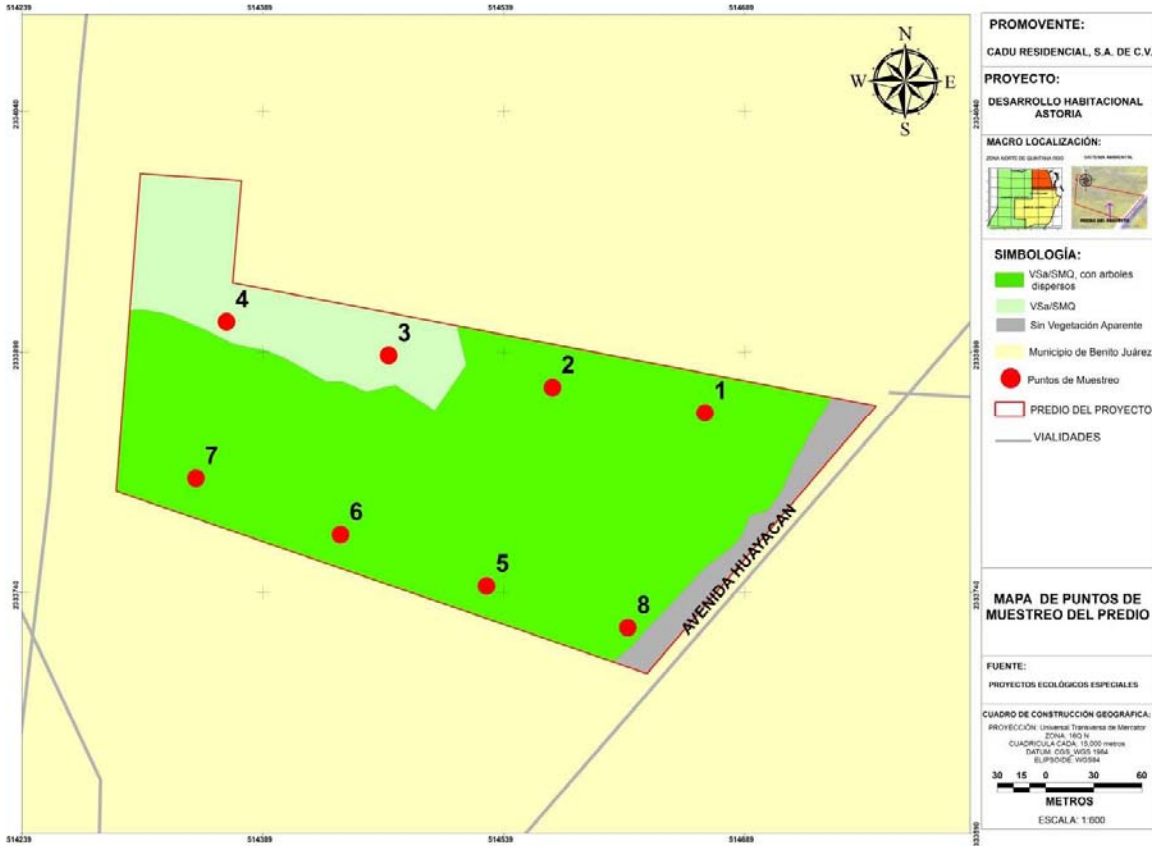


Figura 31. Distribución espacial de las unidades de muestreo en el predio.

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

La forma de las unidades de muestreo fueron circulares la cual consistió de la siguiente manera; en una unidad de 500 m², (12.6 m de radio) con subunidades concéntricas de 100 m² (5.54 m de radio) y 5 m² (1.25 m de radio). En el círculo de 500 m², se llevó a cabo el muestreo de todos los individuos enraizados con diámetro del tallo o fuste medidos a 1.30 metros del suelo (DAP) mayor a 10 cm. En la unidad de 100 m², se realizó el muestreo de todos los individuos de 3 a 9.9 cm de diámetro. En la unidad de 5m² se registran los individuos de la regeneración menores de 3 cm de diámetro.

En la unidad de 500 m² 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 m² 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 m² solo se registra el nombre de la especie y la altura de cada individuo herbáceo.

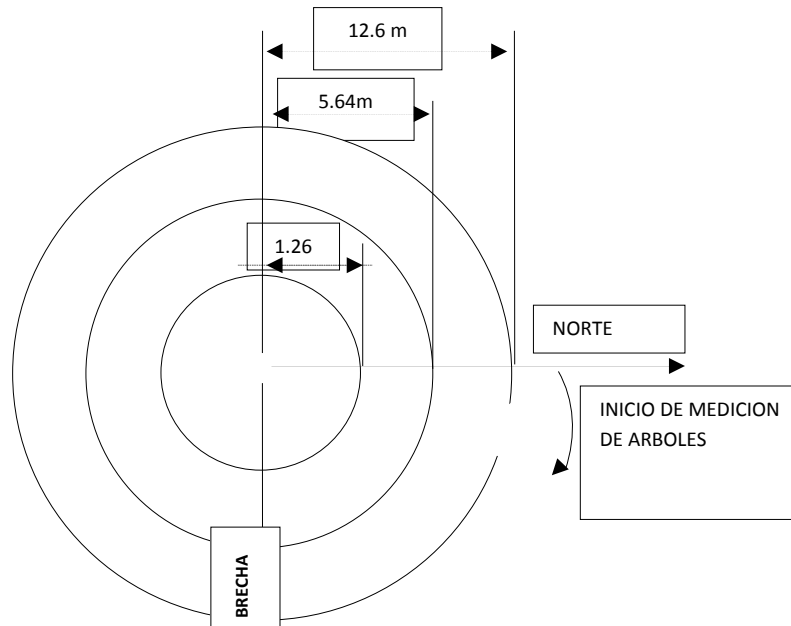


Figura 32. Esquema de las unidades circulares o concéntricas utilizadas en el levantamiento de datos de campo del estudio base.

VI.1.3 Intensidad de muestreo.

Las 8 unidades de muestreo de 500 m² que se establecieron sistemáticamente dentro del predio donde se pretende el proyecto "Desarrollo Habitacional Astoria", se obtuvo una superficie total de muestreo de 4,000 m² que representa el 5.7% de intensidad de muestreo de la superficie propuesta a solicitud de cambio de uso del suelo en Terrenos Forestales.

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

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

Para las unidades de 500 m²:

$$IM (\%) = \frac{4,000}{69343} * 100 = 5.76\%$$

Dónde:

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

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.

<i>Ubicación geográfica de los sitios de muestreo</i>		
No. Sitio	Coordenadas UTM con Datum WGS-84	
	X	Y
1	514665	2333852
2	514570	2333868
3	514468	2333888
4	514367	2333909
5	514529	2333744
6	514438	2333776
7	514348	2333811
8	514617	2333718

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



Señalización de los sitios de muestreo



Elaboración de los sitios



Árboles marcados para verificación

Figura 33. 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 (m²).

DN = Diámetro normal (m).

DN = Diámetro a la altura del pecho (m²)

$\frac{1}{4}\pi$ = 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 Arboles 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 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 (Vcc), en m3 para las especies localizadas en el predio.

Grupo	Ecuación	Nombre científico
IV.	$V_{CC} = e^{[9.84923104 + 1.91175328 \text{LN}(D) + 1.04555238 \text{LN}(A)]}$	<i>Manilkarazapota</i>
V.	$V_{CC} = e^{[9.88284891 + 1.92178549 \text{LN}(D) + 1.04714889 \text{LN}(A)]}$	<i>Bursera simaruba</i>
VIII.	$V_{CC} = e^{[8.81312542 + 1.56449274 \text{LN}(D) + 1.08361129 \text{LN}(A)]}$	<i>Metopium brownei</i>
X.	$V_{CC} = e^{[9.56438150 + 1.82330416 \text{LN}(D) + 1.01741981 \text{LN}(A)]}$	<i>Lysiloma latisiliquum</i> <i>Swartzia cubensis</i>
XI	$V_{CC} = e^{[9.52774573 + 1.76329569 \text{LN}(D) + 1.08168791 \text{LN}(A)]}$	<i>Thevetia gaumeri</i>
XIII. Otras	$V_{CC} = e^{[9.41737421 + 1.76385327 \text{LN}(D) + 1.04067809 \text{LN}(A)]}$	<i>Coccoloba sp.</i> <i>Ficus máxima</i> <i>Ficus cotinifolia</i> <i>Coccoloba diversifolia</i> <i>Diphysa yucatanensis</i> <i>Drypetes lateriflora</i> <i>Plumeria obtusa</i> <i>Lonchocarpus rugosus</i> <i>Simaruba glauca</i> <i>Cordia dodecandra</i> <i>Gymnanthes lucida</i> <i>Dendropanax arboreus</i>

Para 2 especies se utilizó el modelo matemático existente 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 (Vcc) y sin corteza (Vsc) (m3) para grupos de especies del estado de Quintana Roo.

GRUPO	ECUACIÓN	NOMBRE COMUNES	NOMBRE CIENTÍFICO
3 Duras corrientes	$V_{cc}=0.01686+0.000056743AD^2$	<i>Bojón</i>	<i>Cordiaalliodora</i>
		<i>Ciricote</i>	<i>Cordiadodecandra</i>
		<i>Chactecoc</i>	<i>Sickingiasalvadorensis</i>
		<i>Chacteviga</i>	<i>Caesalpiniaplatyloba</i>
		<i>Chechem negro</i>	<i>Metopiumbrownei</i>
		<i>Chicozapote</i>	<i>Manilkarazapota</i>
		<i>Chintoc</i>	<i>Krugiodendrunferreum</i>
		<i>Granadillo</i>	<i>Platymisciumyucatanum</i>
		<i>Guayacán</i>	<i>Guaiaacumsanctum</i>
		<i>Jabín</i>	<i>Psicidia piscipula</i>
		<i>Kanixte</i>	<i>Pouteriacampechiana</i>
		<i>Katalox</i>	<i>Swartziacubensis</i>
		<i>Machiche</i>	<i>Lonchocarpuscastilloi</i>
		<i>Mora</i>	<i>Macluratinctoria</i>
		<i>Pucté</i>	<i>Bucida buceras</i>
<i>Ramón</i>	<i>Brosimunalicastrum</i>		
<i>Tzalam</i>	<i>Lysilomabahamensis</i>		
<i>Ya'axnic</i>	<i>Vitexgaumeri</i>		
<i>Zapotillo</i>	<i>Sideroxylonmeyerii</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.

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 los siguientes cuadros se resume el promedio (estadístico básico) de las variables dasométricas para cada una de las especies inventariadas, se presentan los cálculos obtenidos de 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.

Cuadro 46. Valores registrados en los 8 sitios de muestreo (4,000 m²), DN promedio, número de individuos, área basal y Volumen Total Árbol.

NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMÚN	DN (PROMEDIO)	NO/IND	AB (m ²)	VTA (m ³)
<i>Cascabela gaumeri</i>	Akits	12.6	3	0.038	0.33
<i>Bursera simaruba</i>	Chaca	12.4	12	0.150	1.22
<i>Metopium brownei</i>	Chechem	14.1	58	0.952	10.09
<i>Manilkara zapota</i>	Chicozapote	30.6	5	0.427	4.01
<i>Lysiloma latisiliquum</i>	Tsalam	18.6	14	0.410	3.98
<i>Swartzia cubensis</i>	Katalox	14.4	1	0.016	0.13
<i>Piscidia piscipula</i>	Jabin	11.1	1	0.010	0.07
<i>Vitex gaumeri</i>	Ya'axnic	13.9	25	0.413	2.77
<i>Ficus máxima</i>	Akum	12.6	2	0.026	0.15
<i>Ficus cotinifolia</i>	Alamo	14.4	11	0.197	1.30
<i>Coccoloba diversifolia</i>	chichbob	13.9	1	0.015	0.09
<i>Coccoloba sp.</i>	Cocoloba	12.4	1	0.012	0.08
<i>Diphysa yucatanensis</i>	Tsutzuk	10.4	2	0.017	0.11
<i>Drypetes lateriflora</i>	Ekulub	11.0	1	0.010	0.06
<i>Plumeria obtusa</i>	Flor de mayo	11.5	1	0.010	0.06
<i>Lonchocarpus rugosus</i>	Kanazin	13.9	1	0.015	0.12
<i>Simaruba glauca</i>	Pasak	16.0	2	0.045	0.25
<i>Cordia dodecandra</i>	Siricote	14.1	1	0.016	0.12
<i>Gymnanthes lucida</i>	Yayte	14.0	2	0.031	0.14
<i>Dendropanax arboreus</i>	Sacchaca	13.6	2	0.029	0.16
TOTAL			146	2.839	25.21

En total se estimó un Volumen Total Árbol (VTA) de 63.04 m³ 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 6.93 hectáreas es de 437.12 m³ con corteza, las especies que contribuyen más en este volumen son las especies *Metopium brownei*, *Manilkara zapota*, *Lysiloma latisiliquum*.

En el siguiente cuadro se presenta el Volumen Total Árbol por 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 ≥ 10 cm (IND/HA), área basal (AB/HA) expresada en m², Volumen Total Árbol m³ (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 6.93 hectáreas		
		DN/ Prom	IND/HA	AB/HA (m ² /ha)	VTA/HA (m ³ /ha)	IND/CUSF (6.93 ha)	AB/CUSF (6.93 ha)	VTA/CUSF (6.93 ha)
<i>Cascabela gaumeri</i>	Akits	12.6	8	0.09	0.82	52	0.65	5.66
<i>Bursera simaruba</i>	Chaca	12.4	30	0.38	3.06	208	2.61	21.21
<i>Metopium brownei</i>	Chechem	14.1	145	2.38	25.22	1005	16.51	174.86

<i>Manilkara zapota</i>	Chicozapote	30.6	13	1.07	10.01	87	7.41	69.45
<i>Lysiloma latisiliquum</i>	Tsalam	18.6	35	1.02	9.94	243	7.10	68.93
<i>Swartzia cubensis</i>	Katalox	14.4	3	0.04	0.33	17	0.28	2.29
<i>Piscidia piscipula</i>	Jabin	11.1	3	0.02	0.16	17	0.17	1.14
<i>Vitex gaumeri</i>	Ya'axnic	13.9	63	1.03	6.93	433	7.16	48.08
<i>Ficus máxima</i>	Akum	12.6	5	0.06	0.37	35	0.45	2.54
<i>Ficus cotinifolia</i>	Alamo	14.4	28	0.49	3.24	191	3.41	22.50
<i>Coccoloba diversifolia</i>	Chichbob	13.9	3	0.04	0.21	17	0.26	1.48
<i>Coccoloba sp.</i>	Coccoloba	12.4	3	0.03	0.19	17	0.21	1.30
<i>Diphysa yucatanensis</i>	Tsutzuk	10.4	5	0.04	0.27	35	0.29	1.90
<i>Drypetes lateriflora</i>	Ekulub	11.0	3	0.02	0.14	17	0.16	0.98
<i>Plumeria obtusa</i>	Flor de mayo	11.5	3	0.03	0.14	17	0.18	0.97
<i>Lonchocarpus rugosus</i>	Kanazin	13.9	3	0.04	0.30	17	0.26	2.07
<i>Simaruba glauca</i>	Pasak	16.0	5	0.11	0.63	35	0.79	4.39
<i>Cordia dodecandra</i>	Siricote	14.1	3	0.04	0.31	17	0.27	2.13
<i>Gymnanthes lucida</i>	Yayte	14.0	5	0.08	0.34	35	0.54	2.39
<i>Dendropanax arboreus</i>	Sacchaca	13.6	5	0.07	0.41	35	0.50	2.86
			365	7.10	63.04	2531	49.21	437.12

Los resultados del volumen obtenido en el predio nos permite concluir que en el terreno destinado para el cambio de uso del suelo para el proyecto “Desarrollo Habitacional Astoria”, considerando la composición de especies y las características dasométricas del arbolado que presenta, existen por hectárea 365 individuos, el estimado que se pudiera encontrar en la superficie de cambio de uso de suelo propuesto es de 2,531 individuos. (Los resultados obtenidos de área basal y volumen se estimaron con las Ecuaciones de volúmenes con corteza).

A continuación se presenta la estimación de los individuos que se afectaran por especies y volumen.

Cuadro 48. Volúmenes totales de los árboles de vegetación forestal que se afectarán

<i>Especie</i>	<i>Nombre común</i>	<i>No. Individuos</i>	<i>Volumen (m)³</i>
<i>Cascabela gaumeri</i>	Akits	52	5.66
<i>Bursera simaruba</i>	Chaca	208	21.21
<i>Metopium brownei</i>	Chechem	1005	174.86
<i>Manilkara zapota</i>	Chicozapote	87	69.45
<i>Lysiloma latisiliquum</i>	Tsalam	243	68.93
<i>Swartzia cubensis</i>	Katalox	17	2.29

<i>Piscidia piscipula</i>	Jabin	17	1.14
<i>Vitex gaumeri</i>	Ya'axnic	433	48.08
<i>Ficus máxima</i>	Akum	35	2.54
<i>Ficus cotinifolia</i>	Alamo	191	22.50
<i>Coccoloba diversifolia</i>	Chichbob	17	1.48
<i>Coccoloba sp.</i>	Cocoloba	17	1.30
<i>Diphysa yucatanensis</i>	Tsutzuk	35	1.90
<i>Drypetes lateriflora</i>	Ekulub	17	0.98
<i>Plumeria obtusa</i>	Flor de mayo	17	0.97
<i>Lonchocarpus rugosus</i>	Kanazin	17	2.07
<i>Simaruba glauca</i>	Pasak	35	4.39
<i>Cordia dodecandra</i>	Siricote	17	2.13
<i>Gymnanthes lucida</i>	Yayte	35	2.39
<i>Dendropanax arboreus</i>	Sacchaca	35	2.86
Total		2531	437.12

Nota. El cuadro incluye únicamente las especies con DAP mayor a 10 cm.

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 el plazo necesario para 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 2 años para llevar a cabo la ejecución del cambio de uso del suelo. Este plazo se solicita tomando en cuenta las características del proyecto “Desarrollo Habitacional Astoria”, considerando que se tiene programado el cambio de uso de suelo en 2 etapas que corresponden a las Etapas I y Etapa II, 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 dos años necesarios para llevar a cabo la ejecución del cambio de uso del suelo.

Cuadro 49. Plazo para las actividades de cambio de uso de suelo forestal para el proyecto “Desarrollo Habitacional Astoria”.

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			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Etapa II	Año 2											
Actividades	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

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	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

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 2,000 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.

A fin de contar con tierra vegetal como insumo para las plantas que serán rescatadas, se llevara a cabo la recuperación manual de tierra al interior de las áreas que serán aprovechadas utilizando para ello palas, picos, cubetas de plástico y un cernidor de metal, con la participación de una cuadrilla de tres trabajadores por espacio de una semana. Se estima la recuperación de aproximadamente a 40 m³ de tierra para el área de vivero.

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 desmote, 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, además se prevé previamente el ahuyentamiento de la fauna a hacia los predios aledaños.

Desmote y despalme.- Esta actividad se realiza una vez que se liberan las áreas por el personal encargado de realizar el rescate ecológico. El desmote 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. Se procederá al picado y trituración del material vegetal leñoso producto del desmote. El triturado estará en función del volumen total árbol estimado que se pudiera encontrar en la superficie solicitada de cambio de uso de suelo al interior del predio.

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, cuya finalidad a su vez, sirve para evitar la erosión de los suelos.

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 24 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 Secretaria 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, 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.”

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).

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 6.93 hectáreas que corresponden al 95.22% 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.*

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 arbustiva 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 = Clase de Textura x Clase de Profundidad x 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:

$$IREP = FI \times Er \times IP$$

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 50) de la manera siguiente:

Cuadro 50. 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 1,012.87 mm, el sitio del proyecto presenta un valor de erosividad de 216 correspondiente a un Índice de Erosividad (FI) de Clase 5. (*La precipitación es 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 10 ($IREP = 5 \times 2 \times 1$), 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.

De acuerdo con lo anterior, la mayor justificante para el proyecto se deriva de su ubicación dentro de la zona urbana de la ciudad de Cancún. No obstante, se deberán considerar las siguientes medidas de protección:

1. Se deberán respetar en todo momento las áreas aledañas al proyecto que no estén sujetas al cambio de utilización de terrenos forestales, restringiendo toda actividad a la superficie que ocupará el desarrollo del proyecto y que son motivo del presente estudio para el Cambio de Uso en Terrenos Forestales.
2. Se delimitarán claramente las áreas de aprovechamiento, con el fin de evitar afectaciones e invasiones que puedan disminuir la superficie de las áreas verdes o dañar a la vegetación presente en ella.
3. Se considera la necesidad de conservar el 8.4% de la superficie total del terreno., mismas que se habrán de integrar como áreas verdes de protección y mitigación de impactos, con el objeto de “mantener un equilibrio entre el crecimiento urbano con los espacios verdes que preserven la naturaleza en un contexto transformado, como lo es el conjunto habitacional propiamente dicha. De tal manera que contribuyen a mejorar la calidad de vida de la población, considerando proteger dos criterios básicos: la salud pública y el saneamiento ambiental”.
4. Todo el material vegetal que no sea susceptible de aprovecharse, como ramas, hojas y corteza, será triturado y, en la medida de lo posible, utilizado en la obtención de composta para jardinería y/o como material complementario para estas actividades.
5. Se deberá realizar un programa de rescate y reubicación de flora nativa con énfasis en aquellas especies incluidas dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010. Además de que, en caso necesario, las plantas deberán ser trasladadas a un centro de acopio temporal para su mantenimiento, dentro o fuera del proyecto de interés.
6. Se realizará un programa de reforestación preferentemente con plantas nativas para implementarse en las áreas destinadas a estacionamiento y las vialidades internas del proyecto y áreas destinadas a los jardines.
7. El volumen forestal que pueda aprovecharse deberá ser acumulado en un sitio específico fuera del área de las áreas verdes, ello para su mejor control y cuantificación.

8. Establecer un programa de supervisión ambiental efectivo con la adecuada presencia de una persona por lo menos, durante el desarrollo del cambio de uso de suelo.
9. Se deberán implementar atajos para facilitar el desplazamiento de la fauna silvestre a lo largo de los espacios habitacionales, ya que algunas poblaciones, principalmente de vertebrados, requieren de una gran cantidad de hábitat para sobrevivir.
10. Que como parte de las medidas de mitigación que se proponen, se mantendrá un programa de limpieza periódica del sitio del proyecto.

Al término de las actividades se promoverá la reforestación de las áreas verdes internas del proyecto, además de que se promoverá la creación y ornamentación de espacios ajardinados dentro del mismo.

IX. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN 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 el proyecto “Desarrollo Habitacional Astoria”, 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 51) y por otro, los componentes (factores) ambientales que serían afectados, así como los indicadores de impacto correspondientes (cuadro 52).

Cuadro 51. Actividades del proyecto que pueden causar impactos sobre el ambiente.

ETAPA DEL PROYECTO	ACTIVIDADES	CÓDIGO
Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales	Desmonte y Despalme	1
	Trazo, Relleno y Nivelación	2
	Operación de Maquinaria	3
	Presencia de Trabajadores	4

Cuadro 52. Factores ambientales e indicadores de impacto.

FACTORES AMBIENTALES	INDICADORES DE IMPACTO	CÓDIGO
MEDIO NATURAL		
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
MEDIO CONCEPTUAL		
Paisaje (Estética)	Calidad	PC
Naturalidad	Calidad	NC
MEDIO SOCIO-ECONÓMICO		
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 53. Identificación de los impactos potenciales derivados de la implementación del cambio de uso de suelo en terrenos forestales del proyecto sobre los diferentes factores ambientales.

				CÓDIGO	Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales			
					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 54. 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	CÓDIGO	IMPACTOS POTENCIALES
AIRE - CALIDAD		
Desmante y Despalme	A-1	Durante las actividades de remoción de la vegetación (desmante) 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 desmante 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 desmante 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 de la Av. Huayacan de la ciudad de Cancún.
Presencia de Trabajadores	A-4	La disposición inadecuada de las aguas residuales sanitarias de los trabajadores, 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.
SUELO - CALIDAD		
Desmante y Despalme	SC-1	La calidad del suelo en las áreas sujetas a desmante y despalme, sufrirán afectación por la remoción de la vegetación (desmante) 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 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.

ACTIVIDAD	CÓDIGO	IMPACTOS POTENCIALES
		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.
AGUA SUBTERRÁNEA - CALIDAD		
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.
FLORA – DIVERSIDAD Y ABUNDANCIA		
Desmante 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.
FLORA – ESPECIES EN ESTATUS DE PROTECCIÓN		
Desmante 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 Nacax (<i>Coccothrinax readii</i>) que se catalogan con el estatus de Amenazadas.
FAUNA – DIVERSIDAD Y ABUNDANCIA		
Desmante y Despalme	FAP-1	El desmante 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 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.
FAUNA – ESPECIES EN ESTATUS DE PROTECCIÓN		

ACTIVIDAD	CÓDIGO	IMPACTOS POTENCIALES
Desmonte 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.
FAUNA – FRAGMENTACIÓN DE HÁBITATS		
Desmonte 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 delimitada por la Avenida Huayacan y los asentamientos humanos.
PAISAJE (ESTÉTICA) - CALIDAD		
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.
NATURALIDAD - CALIDAD		
Desmonte y Despalme	NC-1	Las actividades de desmonte 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.
RECURSOS HUMANOS – CALIDAD DE VIDA		
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.
RECURSOS HUMANOS – SALUD Y SEGURIDAD		
Presencia de Trabajadores	RHS-4	Por la mala disposición final de la basura orgánica e inorgánica, se puede 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.
ECONOMÍA - EMPLEO		
Presencia de	EM-4	El proyecto, durante las actividades de cambio de uso de suelo, generará

ACTIVIDAD	CÓDIGO	IMPACTOS POTENCIALES
Trabajadores		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.
ECONOMÍA – ECONOMÍA LOCAL		
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 55).

Cuadro 55. Criterios de clasificación de los impactos ambientales.

CRITERIOS DE CLASIFICACIÓN	CLASES
Por el carácter	Positivos: Son aquellos que significan beneficios ambientales. Negativos: Son aquellos que causan daño o deterioro de componentes o del ambiente global
Por la relación Causa-efecto	Primarios: 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. Secundarios: 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.
Por el momento en que se manifiestan	Latente: Aquel que se manifiesta al cabo de cierto tiempo desde el inicio de la actividad que lo provoca. Inmediato: Aquel que en el plazo de tiempo entre el inicio de la acción y el de la manifestación es prácticamente nulo. Momento crítico: Aquel en que tiene lugar el más alto grado de impacto, independiente de su plazo de manifestación

CRITERIOS DE CLASIFICACIÓN	CLASES
Por la interrelación de acciones y/o alteraciones	<p>Impacto simple: 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>Impacto acumulativo: 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>Impactos sinérgicos: 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>Puntual: Cuando la acción impactante produce una alteración muy localizada.</p> <p>Parcial: Aquel cuyo impacto supone una incidencia apreciable en el área estudiada.</p> <p>Extremo: Aquel que se detecta en una gran parte del territorio estudiado.</p> <p>Total: Aquel que se manifiesta en todo el entorno considerado.</p>
Por la persistencia.	<p>Temporal: Aquel que supone una alteración con un plazo de manifestación determinado y por lo general corto.</p> <p>Permanente: Aquel que supone una alteración por tiempo indefinido.</p>
Por la capacidad de recuperación del ambiente	<p>Irrecuperable: Cuando la alteración del medio o pérdida que supone es imposible de reparar.</p> <p>Irreversible: 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>Reversible: 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>Fugaz: 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 56, se presenta la evaluación de impactos ambientales identificados para el presente proyecto, en función de los criterios expuestos en el cuadro previamente citado.

Cuadro 56. Valoración cualitativa de los impactos ambientales potenciales identificados para el proyecto.

CODIGO	CARÁCTER	CAUSA-EFECTO	MOMENTO MANIFESTACIÓN	INTERRELACIÓN ACCIONES Y/O ALTERACIONES	EXTENSIÓN	PERSISTENCIA	RECUPERACIÓN
AIRE - CALIDAD							
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
SUELO – CALIDAD							
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
AGUA SUBTERRÁNEA – CALIDAD							
AC-3	Negativo	Primario	Inmediato	Simple	Puntual	Temporal	Reversible
AC-4	Negativo	Primario	Inmediato	Simple	Puntual	Temporal	Reversible
FLORA – DIVERSIDAD Y ABUNDANCIA							
FLD-1	Negativo	Primario	Inmediato	Acumulativo	Puntual	Permanente	Irreversible
FLORA – ESPECIES EN ESTATUS DE PROTECCIÓN							
FLP-1	Negativo	Primario	Inmediato	Acumulativo	Puntual	Permanente	Irreversible
FAUNA – DIVERSIDAD Y ABUNDANCIA							
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
FAUNA – ESPECIES EN ESTATUS DE PROTECCIÓN							
FAP-1	Negativo	Primario	Inmediato	Acumulativo	Puntual	Permanente	Irreversible
FAUNA – FRAGMENTACIÓN DE HÁBITATS							
FH-1	Negativo	Primario	Inmediato	Acumulativo	Puntual	Permanente	Irreversible
PAISAJE (ESTÉTICA) - CALIDAD							
PC-4	Negativo	Primario	Inmediato	Simple	Puntual	Temporal	Reversible
NATURALIDAD - CALIDAD							
NC-1	Negativo	Primario	Inmediato	Simple	Puntual	Permanente	Irreversible
NC-3	Negativo	Primario	Inmediato	Simple	Puntual	Temporal	Fugaz
RECURSOS HUMANOS – CALIDAD DE VIDA							
RHC-3	Negativo	Primario	Inmediato	Simple	Puntual	Temporal	Fugaz
RHC-4	Positivo	Primario	Inmediato	Simple	Puntual	Temporal	-
RECURSOS HUMANOS – SALUD Y SEGURIDAD							
RHS-4	Negativo	Primario	Inmediato	Simple	Puntual	Temporal	Reversible
ECONOMÍA – EMPLEO							
EM-4	Positivo	Primario	Inmediato	Simple	Puntual	Temporal	-
ECONOMÍA – ECONOMÍA LOCAL							
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 57 para estimar la incidencia del proyecto sobre los distintos factores y atributos ambientales.

Cuadro 57. Criterios para la valoración cuantitativa de los impactos ambientales potenciales identificados para el proyecto.

CRITERIO	EVALUACIÓN	DESCRIPCIÓN	VALORES
Carácter (C)	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
Perturbación (P)	Escasa	Baja Perturbación	1
	Regular	Perturbación Moderada	2
	Importante	Alta Perturbación	3
Importancia (I)	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
Ocurrencia (O)	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
Extensión (E)	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
Duración (D)	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
Reversibilidad (R)	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 58.

Cuadro 58. 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 59.

Cuadro 59. Valoración cuantitativa de los impactos ambientales potenciales identificados para el proyecto.

FACTOR AMBIENTAL	CÓDIGO	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
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

FACTOR AMBIENTAL	CÓDIGO	C	P	I	O	E	D	R	VALOR
	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: Compat ble: - 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 6.93 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 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. 34).

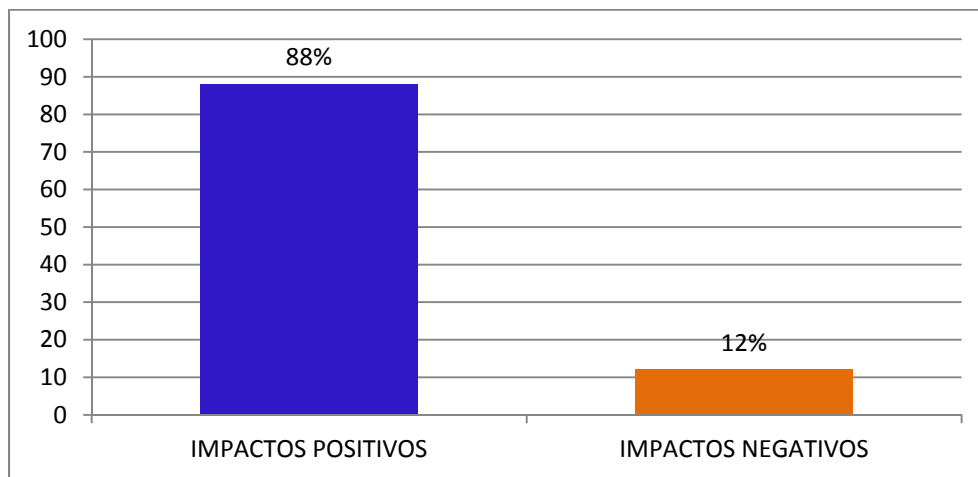


Figura 34. Impactos ambientales negativos y positivos que serán generados por el cambio de uso de suelo en terrenos forestales del proyecto.

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 por la implementación del presente proyecto, como son el 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, 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 6.93 hectáreas que requiere 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 Cancún, el cual colinda con la vialidad de doble carril denominada Av. Huayacan y fraccionamientos de la ciudad de Cancún (Fig. 35).



Figura 35. 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 60, 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 60. 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
AH	Asentamiento humano	776.561	51.28
VSa/SMQ	Vegetación secundaria arbustiva de selva mediana subperennifolia	631.616	41.71
ZU	Zona Urbana	106.104	7.01
TOTAL		1,514.281	100.0

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 0.45% del sistema ambiental, por lo que su afectación a este sistema ambiental es mínima ya que la gran parte del sistema ambiental (41.71%) corresponde a vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia en distintos estados de desarrollo y conservación.

En la Figura 36, 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, escuelas entre otros.



Figura 36. En el lado izquierdo se observa un Camino terrazo en proceso y en el lado derecho carril totalmente asfaltado de la Av. Huayacán.

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, se observaron dos especies, que se reportan como Amenazadas. Las especies citadas con estatus de amenazada en la NOM-059-SEMARNAT-2010 es: son las palmas *Thrinax radiata* y *Coccothrinax readii*, 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.

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 8.4%, 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. De acuerdo con los resultados obtenidos, debido al cambio de uso de suelo realizado para el proyecto en una superficie de 6.93 hectáreas, la infiltración en el sitio por la implementación del proyecto al convertirse en zona urbana disminuirá su captación de agua en un volumen aproximado de 17,542 m³ anuales, es decir, un 25.68% menos de lo que teóricamente se captaría con la cobertura de la vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia, esta pérdida será puntual. Dentro de las 6.93 hectáreas que se solicitan para el cambio de uso de suelo, habrán de destinarse más de 6000 metros cuadrados para áreas verdes que permitirá la infiltración del agua de lluvia lo que conlleva a aumentar la infiltración. Bajo este concepto, el proyecto no alterara de manera significativa la captación de agua en la zona

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 8.4% 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.

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 tomó 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 estimó un volumen total árbol (VTA) de 63.04 m³ por hectárea, el volumen total árbol estimado que se pudiera encontrar en la superficie solicitada de cambio de uso de suelo en las 6.93 has es de 437.12 m³ con corteza, las especies que contribuyen más en este volumen son las especies *Metopium brownei*, *Manilkara zapota*, *Lysiloma latisiliquum*, esto es, debido a que son las especies más abundante en el predio.

Asimismo se estima un área basal total de 7.10 m²/ha y de 49.21 m² en la superficie de CUSTF. 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 61) previstas para los impactos ambientales negativos producto del cambio de uso del suelo en terrenos forestales del proyecto “Desarrollo Habitacional Astoria”, sobre el medio natural, conceptual y socioeconómico:

Cuadro 61. Medidas de prevención y mitigación para los impactos ambientales negativos identificados.

CÓDIGO IMPACTO	TIPO DE MEDIDA	DESCRIPCIÓN DE LAS MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN
AIRE - CALIDAD		
A-5	Prevención	La superficie desmontada deberá permanecer expuesta el menor tiempo posible, para evitar el transporte de polvos por el viento.
	Prevención	Estará prohibida la quema de basura y material orgánico resultante de la limpieza, desyerbe y desmonte.
A-8	Prevención	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	Prevención	Las emisiones de los vehículos automotores y maquinaria serán vertidas directamente a la atmósfera, por lo que se utilizaran 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.
SUELO - CALIDAD		
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.

CÓDIGO IMPACTO	TIPO DE MEDIDA	DESCRIPCIÓN DE LAS MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN
	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 que se recupere 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.
AGUA SUBTERRÁNEA - CALIDAD		
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.
FLORA		
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 de las áreas de conservación, se mejoren considerablemente ya que las plantas rescatadas se trasplantarán en aquellos, evitando con ello la destrucción y

CÓDIGO IMPACTO	TIPO DE MEDIDA	DESCRIPCIÓN DE LAS MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN
		<p>erosión del suelo. Las plantas rescatadas serán mantenidas temporalmente en un vivero dentro del sitio del proyecto, para su mantenimiento. Se contempla mantener en pie la vegetación arbórea y palmas de la vegetación original, que por su diseño coincidan con áreas destinadas a áreas verdes, áreas de equipamiento y áreas jardinadas</p>
FAUNA		
FAD-5 FAP-5	Prevencción	<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>Ctenosaurasimilis</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	Prevencción	<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	Prevencción	<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>
FAUNA – FRAGMENTACIÓN DE HÁBITATS		
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>
PAISAJE (ESTÉTICA) - CALIDAD		
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> <p>Los contenedores serán vaciados periódicamente, trasladando los desechos,</p>

CÓDIGO IMPACTO	TIPO DE MEDIDA	DESCRIPCIÓN DE LAS MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN
		en camiones recolectores autorizados.
NATURALIDAD - CALIDAD		
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.
RECURSOS HUMANOS – CALIDAD DE VIDA		
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.
RECURSOS HUMANOS – SALUD Y SEGURIDAD		
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 62.

Cuadro 62. Valoración cuantitativa de los impactos ambientales residuales para el proyecto, una vez implementadas las medidas de prevención y mitigación planteadas por el proyecto.

CÓDIGO	C	P	I	O	E	D	R	VALOR
AIRE - CALIDAD								
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
SUELO – CALIDAD								
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
AGUA SUBTERRÁNEA – CALIDAD								
AC-11	-1	1	1	1	1	1	1	-6
AC-12	-1	1	1	1	1	1	1	-6
FLORA – DIVERSIDAD Y ABUNDANCIA								
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
FLORA – ESPECIES EN ESTATUS DE PROTECCIÓN								
FLP-5	-1	1	1	1	1	1	1	-6
FAUNA – DIVERSIDAD Y ABUNDANCIA								
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
FAUNA – ESPECIES EN ESTATUS DE PROTECCIÓN								
FAP-5	-1	1	1	1	1	1	1	-6
FAUNA – FRAGMENTACIÓN DE HÁBITATS								
FH-5	-1	1	1	2	1	3	3	-11
PAISAJE (ESTÉTICA) - CALIDAD								
PC-12	-1	1	1	1	1	1	1	-6
NATURALIDAD - CALIDAD								
NC-5	-1	1	1	2	1	3	3	-11
NC-11	-1	1	1	1	1	1	1	-6
RECURSOS HUMANOS – CALIDAD DE VIDA								
RHC-11	-1	1	1	1	1	1	1	-6
RECURSOS HUMANOS – SALUD Y SEGURIDAD								
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 despalde 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 del proyecto, y en caso de que en el predio 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 fenómenos meteorológicos.

Es por ello que aún prevalece una cobertura de selva que se encuentra dominada por una vegetación secundaria 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 37 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. No obstante, para esta zona existe una importante vialidad de acceso, así como desarrollos habitacionales similares al planteado por el presente proyecto como son Residencial Arbolada, Residencial Aqua, Residencial Villa Magna, Residencial Cumbres, entre otros, así como, la mancha urbana del Ejido de Alfredo V. Bonfil. Así mismo, al estar dentro de una zona de crecimiento urbana, se presentan tiendas, gimnasios, gasolineras, escuelas, centros comerciales, en los márgenes de la Av. Huayacán por lo que está fuertemente influenciado por un entorno previamente fraccionado y sujeto a presiones de urbanización.

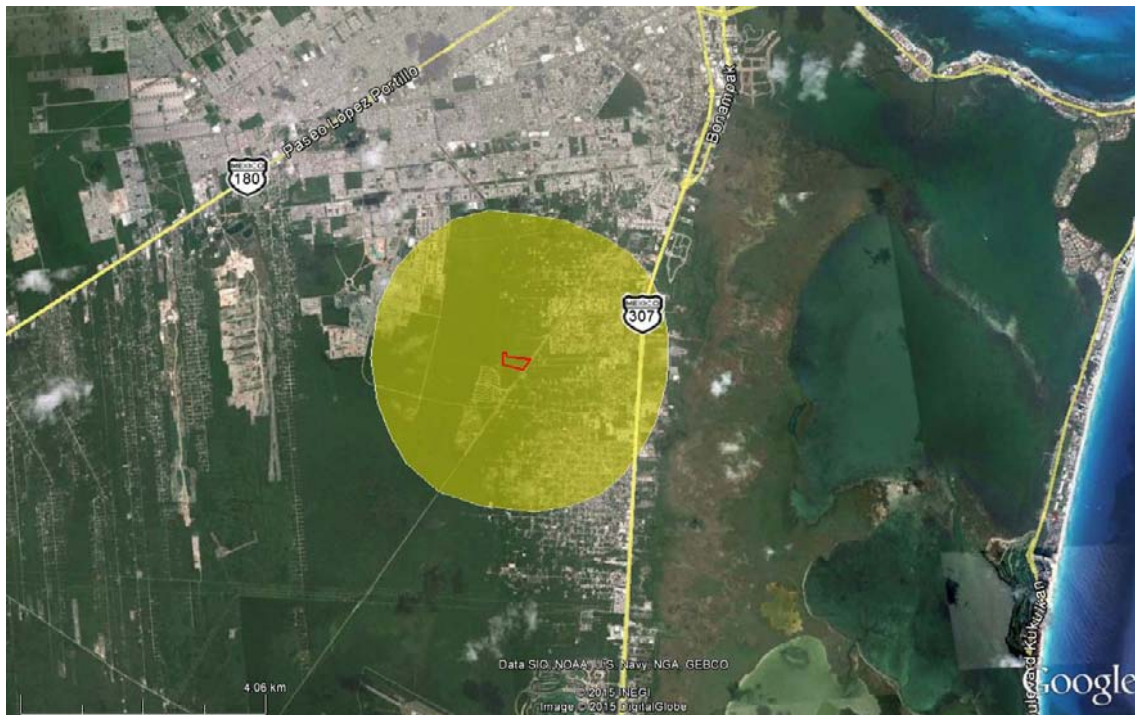


Figura 37. Escenario del predio sin la implementación del proyecto.

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

En caso de realizarse el proyecto, 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 de la Avenida Huayacan 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 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, el cual se desarrollara en un predio que cuenta con una superficie total de 6.93 hectáreas, en él se podrá observar el desplante de un desarrollo habitacional compuesto de 437 unidades habitacionales 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 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 las etapas constructivas.

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 mitigación, 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.

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 simultaneo 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 por la implementación del proyecto “Desarrollo Habitacional Astoria”, 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 lo 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 tiene como objetivo el rescate de 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 3,881 plantas silvestres de cuando menos 30 especies nativas en el predio destinado para la construcción futura 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 y colindancia.

• **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 será 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 63. Listado de fauna registrado en el sitio del proyecto.

No	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	REGISTRO DE CAMPO	Abundancia relativa	
				%	Clase
ANFIBIOS					
1	<i>Bufo marinus</i>	Sapo	1	100	Abundante
2	<i>Bufo valliceps</i>	Sapo	1	100	Abundante
REPTILES					
1	<i>Ameivaundulata</i>	Lagartija metálica	2	67	Común
2	<i>Anolis sagrei</i>	Lagartija chipoyo	2	67	Común
3	<i>Basiliscus vittatus</i>	Toloke	3	100	Abundante
4	<i>Ameivaundulata</i>	Lagartija	1	33	Frecuente
5	<i>Norops rodriguezii</i>	Tolokito	1	33	Frecuente
6	<i>Coniophanes imperialis</i>	Culebra rayada	1	33	Frecuente
7	<i>Ctenosaurus similis</i>	Iguana rayada	4	100	Abundante
AVES					
1	<i>Arremonops rufivirgatus</i>	Gorrión oliváceo	2	33	Frecuente
2	<i>Cardinalis cardinales</i>	Cardenal	2	33	Frecuente
3	<i>Centurus pygmaeus</i>	Carpintero yucateco	2	33	Frecuente
4	<i>Colinus nigrogularis</i>	Torcacita	2	33	Frecuente
5	<i>Columba flavirostris</i>	Paloma morada	1	17	Escasa
6	<i>Columbina passerina</i>	Tortolita común	4	67	Común
7	<i>Columbina talpacoti</i>	Tórtola rojiza	2	33	Frecuente
8	<i>Crotophaga sulcirostris</i>	Garrapatero pijuy	1	17	Escasa

No	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	REGISTRO DE CAMPO	Abundancia relativa	
				%	Clase
9	<i>Cyanocoraxmorio</i>	Pea	3	50	Frecuente
10	<i>Cyanocoraxyncas</i>	Chara verde	1	17	Escasa
11	<i>Cyanocoraxyucatanicus</i>	Chara yucateca	1	17	Escasa
12	<i>Divesdives</i>	Tordo cantor	2	33	Frecuente
13	<i>Dryocopuslineatus</i>	Carpintero lineado	2	33	Frecuente
14	<i>Icterusauratus</i>	Bolsero yucateco	1	17	Escasa
15	<i>Leptotilaverreauxi</i>	Paloma	1	17	Escasa
16	<i>Mimusgilvus</i>	Cenzontle	4	67	Común
17	<i>Momotusmomota</i>	Momoto cabeza negra	2	33	Frecuente
18	<i>Myiarchustyrannulus</i>	Copetón tirano	1	17	Escasa
19	<i>Myiodynastesluteiventris</i>	Mosquero	1	17	Escasa
20	<i>Myiozetetes similis</i>	Luis gregario	1	17	Escasa
21	<i>Ortalisvetula</i>	Chachalaca	5	83	Común
22	<i>Piaya cayana</i>	Cuco	2	33	Frecuente
23	<i>Pitangussulphuratus</i>	Luis grande	1	17	Escasa
24	<i>Quiscalusmexicanus</i>	Zanate mexicano	6	100	Abundante
25	Troglodytesaedon	Saltapared sureño	1	17	Escasa
26	<i>Zenaida asiatica</i>	Paloma alas blancas	1	17	Escasa
MAMIFEROS					
1	<i>Artibeusjamaicensis</i>	Murciélago	1	25.00	Escasa
2	<i>Didelphysmarsupialis</i>	Tlacuache	2	50.00	Frecuente
3	<i>Nasuanarica</i>	Tejón	4	100.00	Abundante
4	<i>Peromyscusyucatanicus</i>	ratón	3	75.00	Común
5	<i>Urocyoncinereoargenteus</i>	Zorra gris	1	25.00	Escasa

La única especie con alguna categoría de protección de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010, es la *Ctenosaurasimilis* (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 realizaran 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 realizara con dos personas. Cada persona portara 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 desplazara 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 servirá 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 64.

Cuadro 64. 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 65, 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 65. Costo total de la inversión para el Programa de Manejo Ambiental de este proyecto.

CONCEPTO	IMPORTE
Costo del rescate de plantas silvestres (3,881 plantas con un costo de rescate promedio de \$10.00 pesos)	\$38,810.00
Costo del mantenimiento de las plantas rescatadas por un periodo de cuando menos 24 meses (5,000 por mes)	\$120,000.00
Costo de las labores de reforestación con un costo de plantación y mantenimiento de (8,000 por mes durante 12 meses	\$ 96,000.00
Costo de las labores de ahuyentamiento de fauna (5,000 pesos por 3 meses).	\$15,000.00
Costo de las labores de trituración de los residuos vegetales	\$40,000.00
COSTO TOTAL DEL PROGRAMA DE MANEJO AMBIENTAL	\$309,810.00

Por lo tanto se estima que la ejecución del Programa de Manejo Ambiental para este proyecto tiene un costo total de inversión de \$309,810.00 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 RIESGO POR EL CAMBIO DE USO DEL SUELO PROPUESTO.

Para determinar los servicios ambientales que pudieran ponerse en riesgo por el cambio de uso de suelo en la superficie que el proyecto propone, se utilizó como primer criterio la definición establecida en la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (Artículo 7 fracción XXXVII), la cual establece que los servicios ambientales son aquellos que brindan los ecosistemas forestales de manera natural o por medio del manejo sustentable de los recursos forestales.

Aunado a la definición anterior según Hueting et al. 1998, los servicios ambientales se pueden definir como el conjunto de condiciones y procesos 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.

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 en donde se ubica el proyecto. A continuación se realiza 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 6.93 hectáreas que corresponde al 95.22 % 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 equivalente al 8.4 % 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.

Se mantendrá como área verde el 8.4% de la superficie total. 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 de 6.93 hectáreas (69,343.24m²), originará una erosión no significativa con un valor menor al 0.00015% con respecto al total de erosión baja que se reconoce para la Península (44,875 km²). Además, la erosión será mucho inferior a la erosión máxima permisible, incluso en otras regiones de México.

Es importante recalcar, que el proyecto también considera el triturado y composta del material producto del desmonte de la vegetación adicional solicitado, para que ya transformado sea utilizado para enriquecer y recuperar de forma orgánica las áreas verdes en el predio. Esta información, aunada a la presentada en relación a la infiltración de agua, permite asegurar que los procesos de formación de suelos, no se verán afectados significativamente, tal y como lo establece la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.

La protección de la biodiversidad

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

proyecto, no se compromete la biodiversidad, 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 atreves de su reubicación parcial y total respectivamente.

En general, la Península de Yucatán es menos diversa que otras regiones de México, aunque presenta atributos taxonómicos y filogenéticos que la diferencian 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.

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 que el cambio de uso de suelo dentro del predio del proyecto tendrá un efecto reducido sobre la riqueza de flora y fauna, no solo se motiva con el bajo número de especies registrado, sino fundamentalmente en dos hechos insoslayables:

- 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 del Estado de Quintana Roo, los cuales incluyen diferentes tipos de vegetación e incluso hábitats naturales e inducidos.
- 2) La superficie que será sometida a cambio de uso del suelo (6.93 has del total), representa únicamente el 0.00023% de las selvas altas y medianas subperennifolias del Estado (2'898,051 hectáreas).

Estas 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 representa vegetación poco representada en el Estado como el popal, el tatistal y la sabana con pino caribeño (Ek-Díaz 2011; Thomassiny y Chan 2011).

En el área del proyecto se registraron 91 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 2 anfibios, 5

especies de mamíferos, 7 especies de reptiles y veintiséis 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.

Con la información recopilada en este predio, se observó una especie, que se reporta como Amenazada. Las especie citada con estatu de amenazada 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.

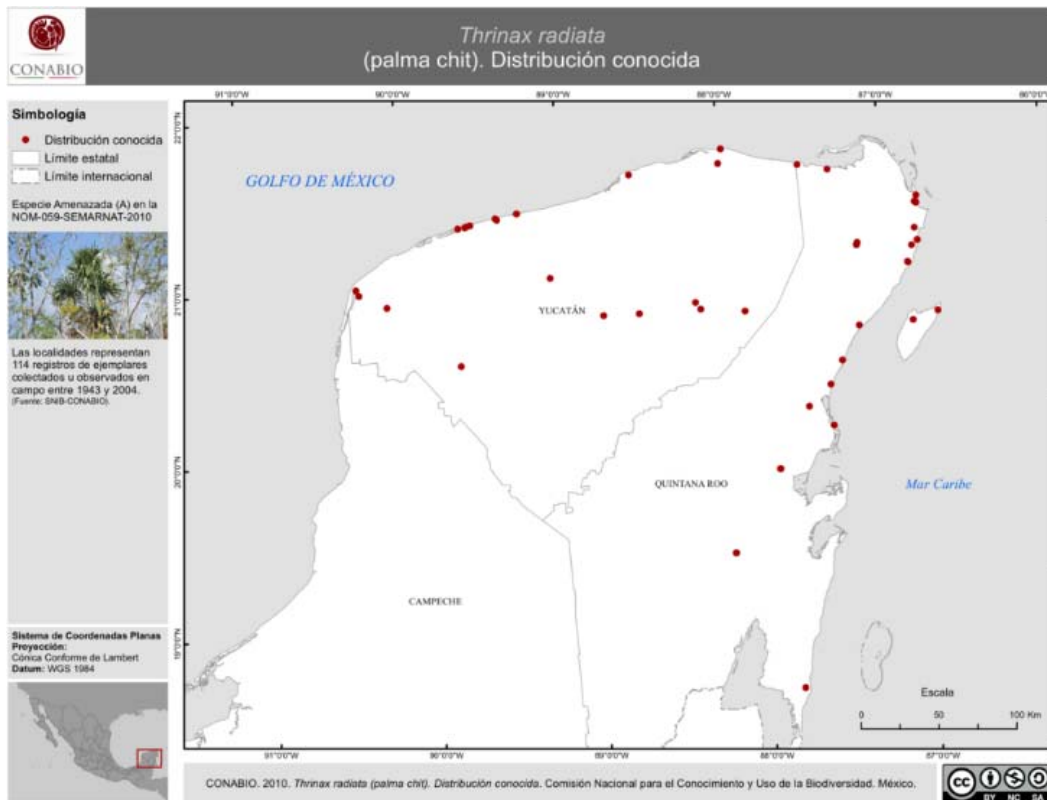


Figura 38. Distribución conocida de la palma *Thrinax radiata* (chit), de acuerdo con la CONABIO. Fuente: Catálogo de metadatos geográficos. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, 2010.

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 registrar a la especie *Coccothrinax readii* 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 dentro del área sujeta a cambio de uso de suelo.

En relación con los reptiles encontrados en el predio, única especie residente en éste y que dependen de los recursos naturales que el predio aporta para su sobrevivencia, a saber, la iguana rayada (*Ctenosaura similis*). 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 39. 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 relicto, 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.

Para contextualizar el servicio ambiental hídrico es importante resaltar sus características en el Estado, en la cuenca y en la zona del predio. Quintana Roo dispone en promedio de 6,187.2 hectómetros cúbicos (hm³) de agua al año. El volumen de agua concesionada es de aproximadamente 459.8 hm³, de los cuales casi el 20% se destinan para abastecimiento público. Las aguas superficiales para éste uso es poco significativo ya que representa sólo el 0.2% de la extracción anual (el resto proviene de fuentes subterráneas) (Herrera 2011).

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 provisiones del incremento de la demanda futura de agua se pueden satisfacer si se mantienen las medidas de protección del acuífero (CONAGUA 2012).

En virtud de lo anterior, se pretende mantener el 8.4 % 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..

La precipitación media anual es de 1012.8 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.

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 6.93 hectáreas, 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 0.0004 % 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.

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 proporcionaran 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, unicel, 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 CO₂ por año (Torres y Guevara 2002). Considerando que el Estado tiene una superficie de 50,843 km² 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 CO₂ por año/km².

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 m³), 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_r= Volumen real en m³

F_d= 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 66. Cálculo de captura de Carbono

Clasificación	Volumen Total Árbol (m3)	Factor de densidad	Factor CO2	Captura de CO2 (t)
Latifoliadas	63.04	0.60	0.45	17.02

El resultado total de 17.02 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 6.93 hectáreas que se solicita el CUSTF se perderá 117.95 toneladas de Carbono que están secuestradas en la vegetación secundaria de selva mediana a remover, considerando las dimensiones del proyecto y su influencia en el sistema ambiental 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 CO₂ y liberan O₂ y lo que se produce es glucosa, almidón y demás sustancias necesarias para las

plantas, y de noche, no pueden “producir ni desechar” CO₂ 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 CO₂, por lo que también son fuente de liberación de CO₂ en la noche. Aunque parezca un poco contradictorio un árbol maduro se considera que tiene tasa cero en la captura y liberación de CO₂ 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 sitio⁸- 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 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

⁸ Definición del Diccionario de la lengua española, RAE, 2001.

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 desplante de este proyecto, en donde se pretende llevar a cabo el cambio de uso del suelo en terrenos forestales, es 6.93 hectáreas con el fin de construir un fraccionamiento habitacional con todos los servicios básicos y el equipamiento necesario en un predio privado que se localiza dentro de la zona urbana de la ciudad de Cancún.

El área de influencia de este proyecto comprende de vegetación secundaria arbórea y de los asentamientos humanos. Este polígono tiene una superficie total de 15,142,800 m² (1,548.28 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 Residencial Arbolada, Residencial Aqua, Residencial Villa Magna, Residencial Cumbres, entre otros, así como, la mancha urbana del Ejido de Alfredo V. Bonfil. Así mismo, al estar dentro de una zona de crecimiento urbana, se presentan tiendas, gimnasios, gasolineras, escuelas, centros comerciales, en los márgenes de la Av. Huayacán.

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.

Las características geológicas que prevalecen en este sistema ambiental lo definen como una estructura relativamente joven, de origen sedimentario con formaciones rocosas sobre las cuales se han depositado arenas y estructuras de origen orgánico marino que han dado forma a una losa caliza consolidada con fracciones en proceso de consolidación.

La porción norte de Quintana Roo donde se ubica este sistema ambiental queda comprendida dentro de la Provincia Fisiográfica Plataforma de Yucatán, por lo que presenta un relieve de planicies ligeramente onduladas, con numerosas cavidades de disolución, lo que favorece el drenaje subterráneo.

En el sistema ambiental de este proyecto son evidentes los procesos de urbanización, existen fraccionamientos urbanos, centros comerciales, vialidades en operación así como especulación de terrenos y proliferación de asentamientos irregulares. 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.

Para prevenir y controlar los impactos irreversibles y/o acumulativos, que genere este proyecto por la remoción de la vegetación, 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 requerida para la creciente población de Cancún.

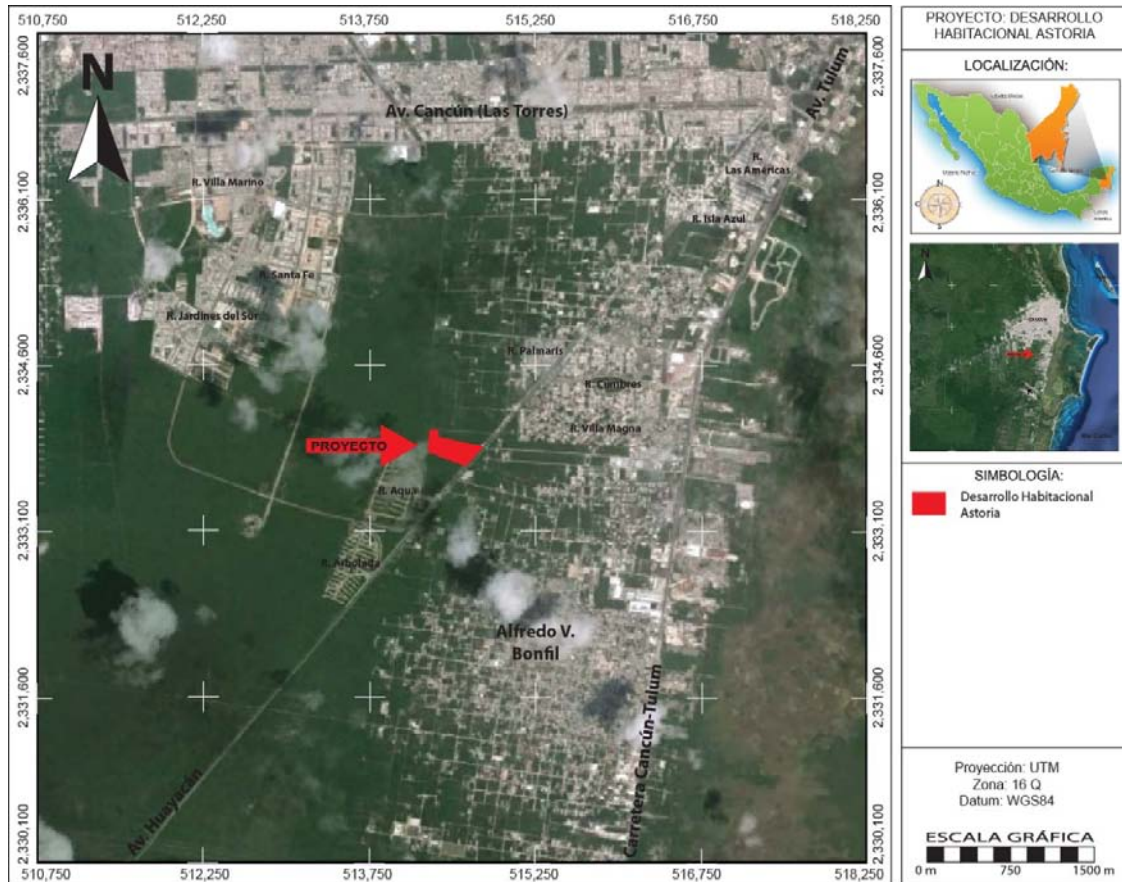


Figura 40. Localización del predio respecto a la expansión de la mancha urbana de la ciudad de Cancún.

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”*.

Con base en la información técnica presentada en este estudio enseguida se presentan los argumentos que demuestran que con el desarrollo del proyecto se cumple con los criterios de excepcionalidad para la autorización del cambio de uso del suelo propuesto ya 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 el uso alternativo del suelo que se propone es más productivo a largo plazo que la conservación del uso del suelo actualmente existente.

El presente documento técnico unificado se elaboró para justificar el cambio de uso del suelo de forestal a urbano del predio ubicado en el lote 01-04, SM 330, Mz 20, del Ejido Alfredo V. Bonfil en la Ciudad de Cancún, Municipio de Benito Juárez, Estado de Quintana Roo, el cual presenta vegetación secundaria derivada de selva mediana subperennifolia.

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.

En relación a los índices de riqueza de flora y en base a los resultados encontrados en el inventario forestal del sistema ambiental y del predio podemos determinar que la vegetación reportada corresponde a vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia en proceso de recuperación, desde el punto de vista de la riqueza de especies no se puede catalogar como una selva mediana subperennifolia en buen estado de conservación, ya que si tomamos en cuenta estos parámetros encontramos que tanto en el predio como en el sistema ambiental se reporta la presencia de 91 y 142 especies respectivamente, siendo que algunos investigadores

han reportado que una selva mediana presenta más de 437 especies (Ibarra Manríquez et al. 1995).

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 riqueza 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 de la 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 91 especies. Estas se encuentran agrupadas en 44 familias, de las cuales las Fabaceae son las más abundantes con 16. Las especies identificadas presentan las siguientes formas de vida, arbórea, arbustivas, herbáceas, palmas, rastreras o trepadoras y epifitas.

Por otra parte, de acuerdo con el inventario forestal para el sistema ambiental de referencia presentado en el capítulo IV de este documento, en la vegetación se encuentra una riqueza específica de 142 especies de vegetación de selva mediana, compuesta de árboles, especies arbustivas, herbáceas, rastreras o trepadoras y epifitas. Estas especies se encuentran agrupadas en 60 familias, de la cual la Fabaceae es la más abundante con 19 especies identificadas.

Por tanto, sustituyendo en la fórmula se tiene que el índice de similitud es:

$$QS = \frac{2(91)}{(142 + 91)} \times 100 = 0.78 \times 100 = 78 \%$$

El análisis indica que la similitud de la composición florística en ambos sitios es de 78% 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.

Por lo tanto todas las especies muestreadas y observadas en el predio, se encuentran en la unidad de análisis del sistema ambiental el cual conserva las especies características de la vegetación donde se localiza el predio.

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 estratos –herbáceo, arbustivo- se estimó muy cercana a 1 –0.95 y 0.91, respectivamente- lo cual significa que la distribución de las especies es homogénea. Sin embargo en el caso del estrato arbóreo se presenta poco baja la distribución de las especies con apenas el 0.75. Sin embargo existe buena 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.

Respecto a la diversidad del predio, la equitatividad presente en los estratos herbáceo y arbustivo es muy cercana a 1, lo cual significa que todos los individuos en estos estratos tienden a distribuirse con la misma abundancia, estando muy bien repartida, no sucede así en el caso del estrato arbóreo que presenta un índice un poco más bajo de 0.71, esto es debido a la dominancia de tres especies, *Metopium brownei*, *Vitex gaumeri* y *Lysiloma latisiliquum*, es por esta razón que es menos diverso.

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 representan prácticamente la misma diversidad, (cuadro 67).

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 comparativos 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, típicos de los ambientes con alta perturbación al interior de zonas urbanas.

Es importante resaltar que los valores obtenidos para el sistema ambiental son ligeramente más altos con relación a los valores del predio, por lo tanto las especies están ligeramente mejor distribuidas.

Cuadro 67. Resultados del índice de diversidad de Shannon-Wiener por estratos.

Sitio	Estrato	Riqueza	H	H _{max}	Equitabilidad
Área sujeta a CUSTF	Herbáceo	21	2.9	3.0	0.94
	Arbustivo	43	3.3	3.8	0.88
	Arbóreo	15	1.9	2.7	0.71
Sistema Ambiental	Herbáceo	24	3.0	3.2	0.95
	Arbustivo	45	3.5	3.8	0.91
	Arbóreo	21	2.3	3.0	0.75

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.

En cuanto al índice de valor de importancia se observó que en el estrato arbustivo del área sujeta a cambio de uso de suelo, para este parámetro se ha registrado una importancia ecológica sobresaliente para algunas especies como es el caso de Akits 25.82%, Chaca 25.49%, Ya'axnik 24.70%, Chechem 22.92% y Kanasin 21.23% de tal manera que estas especies dominan el resto y contribuyen casi en la mitad del VIR de este estrato, en comparación con las unidades de análisis del sistema ambiental, donde las especies más dominantes fueron Chaca 31.89%, Akits 20.92%, Chechem 18.21%, Ya'axnik 16.17% y Yayte 16.01%, como se puede observar esta situación es entendible considerando que se trata de la misma vegetación, por lo tanto las especies dominantes son prácticamente las mismas en ambos casos.

Para el estrato arbóreo sucede un caso parecido, para el índice de valor de importancia (VIR), el comportamiento y las especies entre el sistema ambiental y la superficie sujeta a cambio de uso de suelo prácticamente la dominan 3 especies en la que sobresalen Chechem 91.72%, Ya'axnik 41.19%, Tsalam 39.67% y Chicozapote 27.58% el resto de las especies se encuentran con valores muy bajos, al compararlas con los valores del sistema ambiental observamos que de las 4 especies dominantes en área de CUSTF 3 también son dominantes en las unidades del sistema ambiental como son Chechem 62.89%, Ya'axnik 61.71%, Chicozapote 33.35% y Chaca con 20.27% del VIR. Por lo que se puede observar un mismo comportamiento en ambos sitios comparativos.

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 91 especies de flora que representan el 2% 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 dos especies de flora que serían afectadas por el CUSTF que enlista en la NOM-059-SEMARNAT-2010, estas especies se encuentran bajo la categoría de amenazada: *Thrinax radiata* y *Coccothrinax readii*, mismas especies que están incluidas 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 más del 8% de la superficie total del predio 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 3.1 y 3.1 para el sitio del predio y del sistema ambiental respectivamente que se considera alto, esto indica que existe una muy buena riqueza de especies de aves en ambas unidades comparativas. 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 1.8 y 2.4 respectivamente que se considera bajo, índices muy parecidos para el grupo de los mamíferos de 1.5 y 2.4 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 0.7 y 1.1 muy bajo en razón a que sólo se registraron muy pocas 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 40 especies de las cuales, 26 son aves, 7 son reptiles, 5 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 68 especies de las cuales, 41 son aves, 12 son reptiles, 12 son mamíferos y 3 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 (*Ctenosaurus 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 68. Comparativo de riqueza por grupos de vertebrados

Parámetro	Área sujeta a CUSTF				Sistema Ambiental			
	Estrato				Estrato			
	Anfibios	Reptiles	Aves	Mamíferos	Anfibios	Reptiles	Aves	Mamíferos
Riqueza	2	7	26	5	3	12	41	12
Índice H	0.7	1.8	3.1	1.5	1.1	2.4	3.6	2.4
Equitabilidad	1.0	0.95	0.94	0.91	0.96	0.97	0.96	0.97

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 se encuentran en el sistema ambiental. En cuanto a fauna, en el predio se verificó la presencia de 40 especies que representan entre 5.2% reconocido para la Península y hasta 6.1% 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 69).

Cuadro 69. 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 (9.0%)
Reptiles	139 (5.0%)	106 (6.6%)
Aves	528 (4.9%)	483 (5.3%)
Mamíferos terrestres	45 (11.1%)	40 (12.5%)

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:

- 3) 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.
- 4) La superficie que eventualmente será sometida a cambio de uso del suelo para este proyecto 6.93 hectáreas, representa una fracción insignificante del

total de las selvas altas y medianas subperennifolias del Estado (estimadas en 2,898,051 hectáreas).

- 5) 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 relicto 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).

Para demostrar que no se comprometerá la erosión de los suelos

La descripción de las unidades del suelo identificadas, va de lo general a lo particular, considerando que cada uno se encuentra compuesto por dos o más unidades o subunidades de suelo, cuya mezcla provee las características particulares para cada grupo. El tipo de suelo en el predio es Litosol con Rendzina de clase textural media (I+E/2) (Fuente. INEGI).

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); 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 “Desarrollo Habitacional Astoria” es de 6.93 hectáreas. Si bien, la eliminación de la vegetación forestal afectara 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 provocara 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 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. En este sentido se puede decir que el proyecto afectará una superficie de 6.93 hectáreas de terreno considerado prácticamente urbano.

Como se ha mencionado para la estimación de la pérdida de suelo que ocurrirá en la superficie de cambio de uso de suelo propuesta y considerando que se trata de un

caso hipotético como analogía 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 1012.87 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 ²
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 1012.87 mm, sustituyendo estos valores en la ecuación obtenemos los siguientes resultados:

$$R = 3.7745 (1012.87) + 0.004540 (1012.87)^2$$

$$R = 8480.68 \text{ Mj/ha mm/hr}$$

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 sería de:

La altura de la parte alta del terreno es de 11 msnm

La altura de la parte baja del terreno es de 9 msnm

La longitud del terreno analizada es de 415 m (equivalente a la parte más larga del proyecto).

Entonces tenemos:

$$S = 11-9/415$$

$$S = 3/350$$

$$S = 0.0048 (100)$$

$$S = 0.48 \%$$

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

$$LS: (\lambda)^m (0.0138 + 0.00965 (s) + 0.00138 (s)^2)$$

λ = Longitud de la pendiente

S= Pendiente media del terreno

M= Parámetro cuyo valor es 0.5

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

$$LS = (415)^{0.5} (0.0138 + 0.00965 (0.48) + 0.00138 (0.48)^2)$$
$$LS = (20.37) (0.01874)$$
$$LS = 0.38$$

Por consiguiente la erosión potencial es:

$$E = R * K * LS$$

$$E = 8480.68 * 0.019 * 0.38$$

E= 61.22 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 6.1 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).

$$E = 61.22 * \text{factor de vegetación}$$
$$E = 61.22 * .001$$
$$E = 0.06 \text{ toneladas/ha/año.}$$

De acuerdo con los cálculos realizados en los apartados anteriores, la erosión neta para el predio con vegetación es de 0.06 toneladas/ha/año, lo que significa que anualmente se pierde una lámina de suelo de 0.006mm.

La erosión calculada en la superficie sin vegetación es de 61.22 ton/ha/año sin prácticas de conservación del suelo y del agua, lo que significa que anualmente se perderá una lámina de suelo de 6.12mm.

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 61.22 ton/ha/año, sin embargo esta pérdida como se ha mencionado es anual, pero si consideramos que de los 365 días únicamente se expondrá el suelo 30 días que es el tiempo de duración de la remoción de la vegetación y que posteriormente se verterá sobre el suelo material pétreo y se iniciará con el proceso constructivo, entonces tenemos que la pérdida efectiva es de 5.03 ton/ha/año (61.22*30/365), lo cual se considera poco significativo ya que esta medida reduce la erosión del suelo, inferior a la erosión máxima permisible que en algunas regiones de México es de 10 ton/ha año.

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 significativamente 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.

En conclusión, el CUSTF en 6.93 hectáreas no aumentará la erosión del área. En primer lugar, porque esta es muy baja en todo el Sistema Ambiental, debido a que

no se presentan pendientes mayores en el predio de 1%; y porque después del CUSTF se llevara a cabo el despalme y posteriormente se construirán y cubrirán con materiales las bases y demás infraestructura propuestas para este proyecto, lo que evita la posibilidad constante de los procesos erosivos.

Para demostrar que no se provocara 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 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 6.93 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 6.93 del agua que se infiltra y de la actualmente se dejara 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, se tienen los siguientes datos:

P = Precipitación en el sitio, la reportada por la Estación meteorológica Cancún (1991-2006) con un valor de 1012.87 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%

$$C_e = 0.07 * \frac{(1012.87 - 250)}{2000} = 0.07 * 0.38143 = 0.0267004$$

2) Zonas urbanas%

$$C_e = 0.26 * \frac{(1012.87 - 250)}{2000} + \frac{(0.26 - 0.15)}{1.5} = 0.26 * 0.38143 + 0.07333 = 0.1725018$$

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%

$$VoIESC = 1.0128 * 0.0693 * 0.0267004 = 0.001874 \text{ Mm}^3$$

- 2) Zonas urbanas

$$VoIESC = 1.0128 * 0.0693 * 0.1725018 = 0.0121073 \text{ Mm}^3$$

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):

$$I = P - VoIESC$$

Donde:

- I: Volumen estimado de infiltración en el área de interés (m^3)
- P: Precipitación media anual en el área de interés (m^3),
Dónde: $P = \text{Precipitación anual (m)} * \text{Superficie del área de interés (km}^2\text{)}$
- E: Volumen estimado de escurrimiento en el área de interés (m^3)

Con lo que el escurrimiento y la infiltración se obtienen de la siguiente forma:

- 1) Bosque cubierto más del 75%.

$$\text{Infiltración} = 0.070187 - 0.001874 = 0.068313 = 68,313 \text{ m}^3$$

- 2) Zonas urbanas.

$$\text{Infiltración} = 0.070187 - 0.0121073 = 0.050771 = 50,771 \text{ m}^3$$

De acuerdo con los resultados obtenidos, debido al cambio de uso de suelo realizado para el proyecto en una superficie de 6.93 hectáreas, la infiltración en el sitio por la implementación del proyecto al convertirse en zona urbana disminuirá su captación de agua en un volumen aproximado de 17,542 m^3 anuales, es decir, un 25.68% 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 ya que este se infiltrara más fácilmente, pues al caer el agua sobre la superficie del proyecto (área construida) se estima que se evapora en aproximadamente un 70%, en este sentido se calcula que el 30% puede infiltrarse.

Dentro de las 6.93 hectáreas que se solicitan para el cambio de uso de suelo, habrán de destinarse más de 6000 metros cuadrados para áreas verdes que permitirá la infiltración del agua de lluvia lo que conlleva a aumentar la infiltración. Bajo este concepto, el proyecto no alterara de manera significativa la captación de agua en la zona. La información generada permite concluir que la ejecución del proyecto no comprometerá la cantidad del agua con respecto al predio y de la cuenca.

Para evitar la modificación de la calidad del agua del acuífero ya que es altamente vulnerable a la contaminación antropogénica, por la alta capacidad de infiltración que se registra en el subsuelo. Además de que se debe mantener una explotación controlada que evite la contaminación del acuífero por la intrusión salina, derivado del limitado espesor del acuífero. En este sentido y a través de las distintas actividades que involucran el cambio de uso del suelo para el desarrollo del proyecto, se proponen situaciones para no comprometer la calidad del agua como son:

1. Para evitar la contaminación de las aguas subterráneas se llevara a cabo la disposición adecuada de las aguas residuales generadas por los trabajadores de obra. Por ello se contara con sanitarios portátiles a razón de 1 por cada 20 trabajadores, mismos que se les dará mantenimiento continuo, además se realizara de manera adecuada la disposición final de dichas aguas.
2. El desarrollo del proyecto generara residuos sólidos urbanos, por lo que se aplicara un procedimiento de manejo adecuado a fin de evitar la generación de lixiviados de los mismos y con ello la promoción de la contaminación del suelo y del agua. Por lo que se colocaran depósitos temporales para residuos domésticos (cartón, papel, unicel, plásticos, aluminio, etc.) para evitar el esparcimiento de basura en el predio.
3. Se realizara el mantenimiento periódico de los vehículos y equipo con el fin de evitar descomposturas en el área del proyecto y así evitar el derrame de combustibles y aceites en las áreas destinadas al cambio de usos de suelo conforme al programa de manejo de residuos.

De manera adicional, como se ha señalado el proyecto mantendrá 6104.55m² como áreas verdes que representan el 8.4% de la superficie total del predio, lo que contribuirá a la recarga natural del acuífero, garantizando las áreas permeables en el 40%, por lo que no se limitará la capacidad y calidad de infiltración del agua pluvial. De acuerdo con lo anterior se garantiza la continuidad de los procesos de infiltración del agua de lluvia al subsuelo, por lo que llevar a cabo la ejecución del proyecto no afectara la calidad del agua.

Justificación del uso alternativo propuesto será más productivo a largo plazo

De acuerdo con la información presentada en el presente estudio, la estimación del valor económico total de los recursos biológicos de la superficie de cambio de uso

de suelo, considerando los valores de uso (directo e indirecto) y no uso (opción, legado y existencia), asciende a la cantidad estimada de \$ 393,445.72 (Son trescientos noventa y tres mil cuatrocientos cuarenta y cinco pesos 72/100 M.N.), por un plazo de 2 años, que es el equivalente al plazo de ejecución del cambio de uso de suelo.

Por otra parte, el monto de la inversión programada para la ejecución del cambio de uso del suelo propuesto es de \$2,000,000.00 (son dos millones pesos 00/100 M.N.), estimado en 2 años, que es el período de duración propuesto para esta etapa del proyecto.

Considerando las dos cifras señaladas anteriormente, tenemos que el monto de inversión del proyecto en 2 años es superior al valor económico total de los recursos biológicos de la superficie de CUSTF también en dos años, lo que asegura que en los dos primeros años, el cambio de uso de suelo propuesto será más productivo.

Ahora bien, como referencia si al monto de inversión inicial le sumamos el costo del proceso constructivo de la obra y la operación del proyecto (etapas que no se somete a evaluación), las cuales requieren una inversión de \$60,000,000.00 (son sesenta millones de pesos 00/100 M.N.) y \$2,000,000.00 (son dos millones pesos 00/100 M.N.),

Entonces tenemos como resultado que el proyecto tendrá una inversión total de aproximadamente \$62,000,000.00 (son sesenta y dos millones de pesos 00/100 M.N.). En este sentido, podemos concluir categóricamente que el cambio de uso de suelo propuesto, es más productivo a largo plazo, que si se mantuviera en sus condiciones originales la superficie de CUSTF.

Entonces tenemos que la inversión proyectada de 62 millones de pesos 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 de \$393,445.72 pesos 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 apto que el del uso forestal de la cual no se encuentra permitido desarrollar esta actividad en la zona.

La inversión proyectada para este proyecto no sólo 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.

Justificación de los factores socio-económicos

La sustentabilidad urbana hace referencia a las condiciones de integración y articulación de proyectos que permiten la funcionalidad de la ciudad, lo que a su vez refleja y determina la calidad de vida de sus habitantes, ya que está estrechamente relacionada con los riesgos para el medio ambiente y la salud de sus pobladores. Esa funcionalidad se expresa en las realidades materiales que ofrece el medio urbano, como la dotación y calidad de servicios públicos básicos, el equipamiento urbano, las vialidades, los espacios públicos y un ambiente limpio y sano.

Como el proyecto se ajusta a plenitud a los lineamientos ambientales y urbanos impuestos en los instrumentos de planeación vigentes, se puede concluir que el cambio de uso de suelo que se pretenden no rebasa los umbrales de aprovechamiento previstos y estimados para el aprovechamiento sustentable de la ciudad de Cancún y el Municipio Benito Juárez y por ende el proyecto es congruente con las políticas ambiental y urbana, lo que permite aseverar que éste es viable.

En éste punto es importante mencionar que el predio del proyecto se ubica en una zona con alto potencial para el desarrollo urbano de la Ciudad de la ciudad de Cancún, en particular se ubica dentro de una zona regulada por el Programa de Desarrollo Urbano 2014-2030; y según dicho instrumento normativo, en el predio del proyecto se puede llevar a cabo un fraccionamiento mixto a través de la construcción de viviendas unifamiliares o multifamiliares, comercios, vialidades, etc., según los usos de suelo aplicables. En éste sentido, resulta importante hacer mención que el cambio de uso de suelo que se propone a través del presente estudio, dará paso a un proyecto urbano de tipo habitacional, el cual será sometido a evaluación en su momento procesal oportuno, ante las autoridades competentes.

Para entender la importancia social que tiene el proyecto propuesto, primeramente habrá que considerar la problemática actual que acontece en la zona donde éste se ubica, partiendo desde lo general hasta lo particular, como se describe a continuación:

El Municipio de Benito Juárez y en particular la Localidad de Cancún, ha rebasado los límites de crecimiento pronosticados en los Planes Directores anteriores. Cancún se ha disparado como un punto importante de crecimiento de la población en el Estado, y constantemente se encuentra incrementando su población local.

El crecimiento de la población y de las actividades económicas de la ciudad ha rebasado las previsiones de su Programa original de desarrollo. Esta circunstancia

ha dado como resultado el surgimiento de asentamientos irregulares, o la apertura improvisada de nuevas zonas urbanas sin la debida integración a la estructura urbana y al sistema vial y de transporte. En la mayoría de los casos, sin el establecimiento de derechos de vía adecuados para la infraestructura requerida.

Particularmente el área materia del Programa de Desarrollo Urbano en el que se circunscribe el predio del proyecto, en función de su localización estratégica, de las presiones de crecimiento a que ya está sujeta y a su falta de aptitud para el desarrollo agrícola o forestal, está llamada a formar parte del área urbana en un plazo relativamente corto.

Visto lo anterior, está por demás mencionar que el cambio de uso de suelo que se propone, resulta necesario realizarse para dar paso a la construcción del fraccionamiento que se pretende llevar a cabo y que en su momento se someterá a evaluación ante las autoridades competentes. El desarrollo habitacional contribuirá a reducir, aunque en menor escala, la actual demanda de vivienda que acontece en la zona en la que se circunscribe; por lo tanto, aportará un gran beneficio para la sociedad al proporcionar viviendas para su bienestar y desarrollo familiar.

Aunado a lo anterior, resulta importante mencionar que todo desarrollo habitacional, conlleva la creación de áreas verdes ajardinadas, parques, vialidades y áreas de recreo y esparcimiento para la gente que habite en el fraccionamiento y de aquellos que viven en los desarrollos aledaños; lo que proveerá de bienestar social para la gente que reside en la ciudad de Cancún.

Por último, no hay que dejar de mencionar la alta oferta de empleo que generará el proyecto, puesto que sus dimensiones permiten estimar que se producirán 150 empleos temporales (2 años en promedio), y 50 empleos permanentes, sólo para la etapa de cambio de uso de suelo que se propone en el presente estudio; y adicionalmente se tiene contemplada la generación de otros 200 empleos adicionales de tipo temporal y 100 empleos permanentes durante la etapa constructiva (que no es objeto del presente estudio); por lo que en total se estarían generando 350 empleos temporales y 150 empleos permanentes (500 en total). Estas cifras permiten asumir, que el proyecto tendrá un alto impacto social, puesto que generará ingresos económicos para los trabajadores de la localidad que se dedican a la rama de la construcción, a través de la oferta de empleo que se estima generar.

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, con domicilio en Av. Miguel Hidalgo, Región 93, Mza. 7 Lote 18, Cancún, Municipio de Benito Juárez, Quintana Roo, C.P. 77517. Teléfono (998) 888 7406. Correo electrónico jcastilloespadas@yahoo.com.mx

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. xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx

Representante legal

M. en C. Julio Rafael Castillo Espadas

Responsable técnico

XIV. VINCULACIÓN Y APLICACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y, EN SU CASO, CON LA REGULACIÓN 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 6.93 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 desmonte 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).

Cuadro 70. 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 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.
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 el 8.4% de la superficie total del terreno que serán destinadas para áreas verdes, se recuperan áreas para reforestación y jardinado, y en las cuales se tiene contemplado 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	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

CLAVE	CRITERIOS ECOLÓGICOS GENERALES	VINCULACIÓN AL PROYECTO
	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.	contemplará lo establecido en el presente criterio.
CG-05	Para permitir la adecuada recarga del acuífero, todos los proyectos deben acatar lo dispuesto en el artículo 132 de la LEEPAQROO o la disposición jurídica que la sustituya.	De acuerdo con el Artículo 132 de la LEEPAQROO, se debe proporcionar el 40% de la superficie total del predio preferentemente como área permeable, la cual estará distribuida en las áreas verdes de las áreas habitacionales, banquetas, camellones, jardines, área de estacionamiento, entre otros.
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 zona urbana de crecimiento de Cancún, colindante a la Av. Huayacán y desarrollos habitacionales similares al planteado por el presente proyecto. Este es un escenario que ya se tiene contemplado en el POEL del Municipio de Benito Juárez y en el PDUCP 2014-2030, y se cuenta con medidas de mitigación al impacto generado por la fragmentación del hábitat.
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.	En el sitio del proyecto no se registra la presencia de humedales, rejolladas inundables, petenes, cenotes o cuerpos de agua superficiales.
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 futuras ampliaciones.	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
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.	Por la ubicación del proyecto, colindante a la Av. Huayacán, no se requiere de la apertura de nuevos caminos de acceso.
CG-11	El porcentaje de desmonte que se autorice en cada predio, deberá estar acorde a cada uso compatible y no deberá exceder el porcentaje establecido en el lineamiento ecológico de la UGA, aplicando el principio de equidad y proporcionalidad.	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-12	En el caso de desarrollarse varios usos de suelo compatibles en el mismo predio, los porcentajes de desmonte asignados a cada uno de ellos solo serán acumulables hasta alcanzar el porcentaje definido en el lineamiento ecológico.	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 7.28 hectáreas, de las cuales el 4.78% se encuentra libre de vegetación debido a la presencia de la Av. Huayacán.
CG-15	En los ecosistemas forestales deberán eliminarse los ejemplares de especies exóticas	En el sitio del proyecto no se registra la presencia de especies exóticas.

CLAVE	CRITERIOS ECOLÓGICOS GENERALES	VINCULACIÓN AL PROYECTO
	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.	
CG-16	La introducción y manejo de palma de coco (<i>Cocos 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 de dichos ecosistemas.	En el sitio del proyecto no se registra la presencia de cenotes, rejolladas inundables o cuerpos de agua.
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	En el sitio del proyecto no se registra la presencia de vestigios arqueológicos.

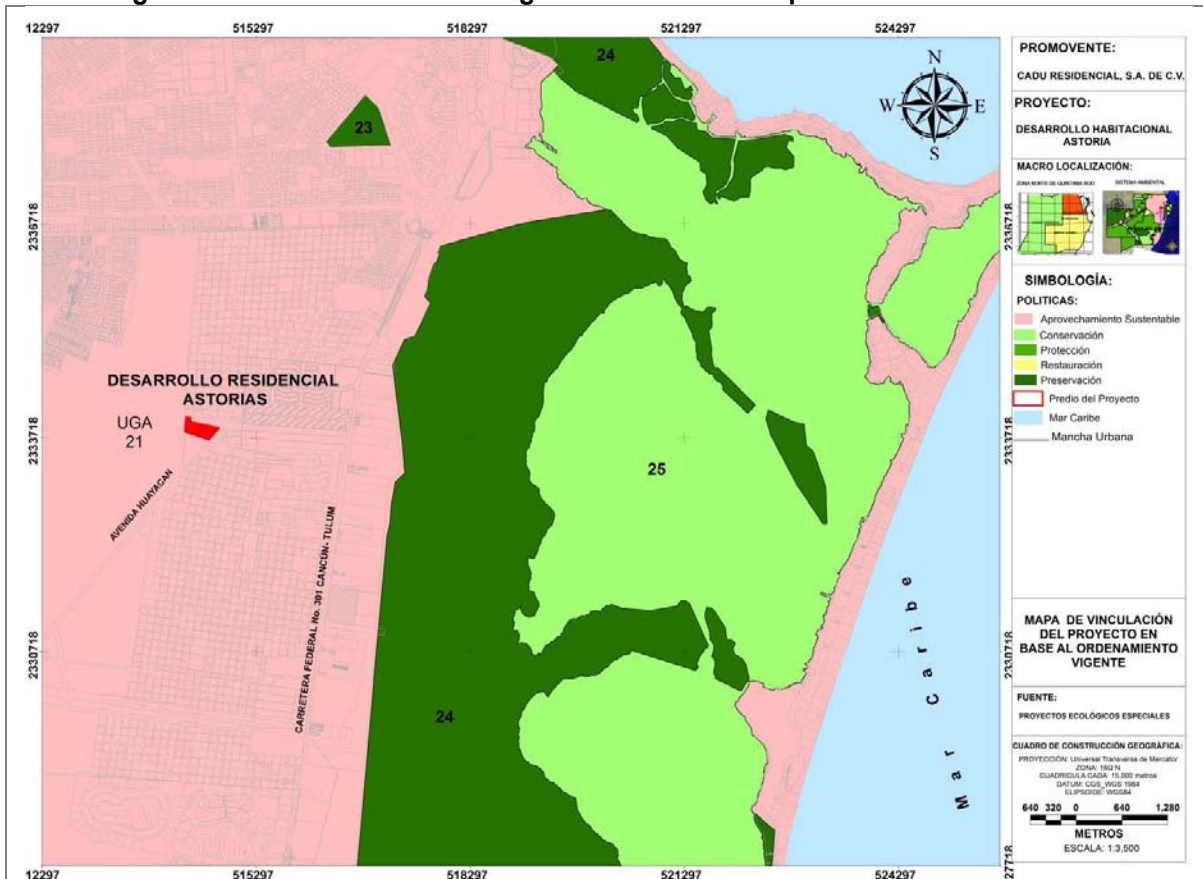
CLAVE	CRITERIOS ECOLÓGICOS GENERALES	VINCULACIÓN AL PROYECTO
	para la construcción de la obra o realización de actividades.	
CG-22	El derecho de vía de los tendidos de energía eléctrica de alta tensión sólo podrá ser utilizado conforme a la normatividad aplicable, y en apego a ella no podrá ser utilizado 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 del proyecto 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 diseñó 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 peligrosos.	Por su ubicación al sur del área urbana de la Ciudad de Cancún, el proyecto no contempla la instalación de campamentos de construcción.
CG-27	En el diseño y construcción de los sitios de	El proyecto no contempla la construcción de un

CLAVE	CRITERIOS ECOLÓGICOS GENERALES	VINCULACIÓN AL PROYECTO
	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 0.5 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.	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.	En su momento los materiales derivados de las obras y excavaciones, serán dispuestos en 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.
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 autoridad competente autorice la remoción de la vegetación, también se podrá retirar el	Durante la implementación del proyecto, se acatará lo establecido en el presente criterio.

CLAVE	CRITERIOS ECOLÓGICOS GENERALES	VINCULACIÓN AL PROYECTO
	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.	
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 no contempla la generación de desechos orgánicos derivados de las actividades agrícolas, pecuarias y forestales.
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 extendido 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 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.

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 71).

Cuadro 71. 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 publicado en el Periódico Oficial del Gobierno del Estado de Quintana Roo 27 de febrero 2014.

Condiciones de la Vegetación y Uso de Suelo:

CLAVE	CONDICIONES DE LA VEGETACIÓN	HECTÁREAS	%
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 graminoides	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

% de UGA que posee vegetación en buen estado de conservación: 10.92 %	Superficie de la UGA con importancia para la recarga de acuíferos: 56.54 %
Objetivo de la UGA: Regular el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales en las zonas de reserva para el crecimiento urbano, dentro de los límites del centro de población, con el fin de mantener los ecosistemas relevantes y en el mejor estado posible, así como los bienes y servicios ambientales que provee la zona, previo al desarrollo urbano futuro.	
Problemática General: Presión 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.	
Poblados o sitios importantes en esta UGA (habitantes): 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.	
Lineamientos Ecológicos: -Se contiene el crecimiento urbano dentro de los límites del centro de población, propiciando una ocupación compacta y eficiente del suelo urbano de tal manera que las reservas de crecimiento se ocupen hasta obtener niveles de saturación mayores al 70% de acuerdo a los plazos establecidos en el programa de desarrollo urbano de la ciudad de 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 ² 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.	
Recursos y Procesos Prioritarios: Suelo, Cobertura vegetal.	
Parámetros de aprovechamiento: Sujeto a lo establecido en su Programa de Desarrollo Urbano vigente.	
Usos Compatibles: Los que se establezcan en su Programa de Desarrollo Urbano Vigente.	
Usos Incompatibles: Los que se establezcan en su Programa de Desarrollo Urbano Vigente.	

En la **UGA-21** se identifican 59 criterios ecológicos de aplicación específica (cuadro 72). Estos son los criterios asignados a una unidad de gestión ambiental determinada (cuadro 73).

Cuadro 72. Criterios de regulación ecológica específicas de acuerdo a la UGA-21.

Recursos y procesos prioritarios	Clave	Criterios de Regulación Ecológica											
		01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12
Agua	URB	13	14	15	16	17							
		19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	
30		31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	
43		44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	
Paisaje		55	56	57	58	59							

Cuadro 73. Cumplimiento de los criterios ecológicos de aplicación específica por parte del proyecto.

CRITERIO	CRITERIOS DE APLICACIÓN URBANA	VINCULACIÓN AL PROYECTO
Recurso Agua.		
URB-01	En tanto no existan sistemas municipales para la conducción y tratamiento de las aguas residuales municipales, los promoventes de nuevos proyectos, de hoteles, fraccionamientos, condominios, industrias y similares, deberán instalar y operar por su propia cuenta, sistemas de tratamiento y reciclaje de las aguas residuales, ya sean individuales o comunales, para satisfacer las condiciones particulares que determinen las autoridades competentes y las normas oficiales mexicanas aplicables en la materia.	El sitio del proyecto cuenta con servicio de agua potable y alcantarillado, que actualmente da servicio a los desarrollos habitacionales colindantes. 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 sur de la ciudad de Cancún.
URB-02	A fin de evitar la contaminación ambiental y/o riesgos a la salud pública y sólo en aquellos casos excepcionales en que el tendido de redes hidrosanitarias no exista, así como las condiciones financieras, socioeconómicas y/o topográficas necesarias para la introducción del servicio lo ameriten y justifiquen, la autoridad competente en la materia podrá autorizar a persona físicas el empleo de biodigestores para que en sus domicilios particulares se realice de manera permanente un tratamiento de aguas negras domiciliarias. Estos sistemas deberán estar aprobados por la autoridad ambiental competente.	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 sur de la ciudad de Cancún. El sitio del proyecto cuenta con servicio de agua potable y alcantarillado, que actualmente da servicio a los desarrollos habitacionales colindantes.
URB-03	En zonas que ya cuenten con el servicio de drenaje sanitario el usuario estará obligado a conectarse a dicho servicio. En caso de que a partir de un dictamen técnico del organismo operador resulte no ser factible tal conexión, se podrán utilizar sistemas de tratamiento debidamente certificados y contar con la autorización para la descargas por la CONAGUA.	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 sur de la ciudad de Cancún.
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	El proyecto no contempla la construcción de campos de golf.

CRITERIO	CRITERIOS DE APLICACIÓN URBANA	VINCULACIÓN AL PROYECTO
	contaminación al suelo, cuerpos de agua, y mantos freáticos.	
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 CICOPAFEST.
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 sur de la ciudad de Cancún. El sitio del proyecto cuenta con servicio de agua potable y alcantarillado, que actualmente da servicio a los desarrollos habitacionales colindantes.
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 espacios jardinados dentro de los lotes habitacionales, así como, banquetas y camellones entre otros.
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 dichos parques.	El proyecto contará con espacios jardinados dentro de los lotes habitacionales, así como, banquetas y camellones entre otros. 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-10	Los cenotes, rejolladas inundables y cuerpos de agua presentes en los centros de población deben formar parte de las áreas verdes, asegurando que la superficie establecida para tal destino del suelo garantice el mantenimiento de las condiciones ecológicas de dichos ecosistemas.	En el sitio del proyecto no se registra la presencia de las geofomas establecidas en el presente criterio.
URB-11	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.

CRITERIO	CRITERIOS DE APLICACIÓN URBANA	VINCULACIÓN AL PROYECTO
URB-12	En las plantas de tratamiento de aguas residuales y de desactivación de lodos deberán implementarse procesos para la disminución de olores y establecer franjas de vegetación arbórea de al menos 15 m de ancho que presten el servicio de barreras dispersantes de malos olores dentro del predio que se encuentren dichas instalaciones.	El proyecto no contempla la instalación de la infraestructura citada en el presente criterio.
URB-13	La canalización del drenaje pluvial hacia espacios verdes, cuerpos de agua superficiales o pozos de absorción, debe realizarse previa filtración de sus aguas con sistemas de decantación, trampas de grasas y sólidos, u otros que garanticen la retención de sedimentos y contaminantes. Dicha canalización deberá ser autorizada por la 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.
URB-14	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.
URB-15	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.
URB-16	Los proyectos en la franja costera dentro de las UGA urbanas deberán tomar en cuenta la existencia de las bocas de tormenta que de manera temporal desaguan las zonas sujetas a inundación durante la ocurrencia de lluvias extraordinarias o eventos ciclónicos. Por ser tales sitios zonas de riesgo, en los espacios públicos y privados se deben de realizar obras de ingeniería permanentes que en una franja que no será menor de 20 m conduzcan y permitan el libre flujo que de manera natural se establezca para el desagüe.	El proyecto no colinda con la franja costera.
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.

CRITERIO	CRITERIOS DE APLICACIÓN URBANA	VINCULACIÓN AL PROYECTO
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.
Recurso Suelo y subsuelo		
URB-19	La autorización emitida por la autoridad competente para la explotación de bancos de materiales pétreos deberá sustentarse en los resultados provenientes de estudios de mecánica de suelos y geohidrológicos que aseguren que no existan afectaciones irreversibles al recurso agua, aun en los casos de afloramiento del acuífero para extracción debajo del manto freático. Estos estudios deberán establecer claramente cuáles serán las medidas de mitigación aplicables al proyecto y los parámetros y periodicidad para realizar el monitoreo que tendrá que realizarse durante todas las etapas del proyecto, incluyendo las actividades de la etapa de abandono.	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.	En el sitio del proyecto no se registra la presencia de las geoformas establecidas en el presente criterio
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	El proyecto utilizará materiales pétreos provenientes de los establecimientos debidamente autorizados por la autoridad ambiental correspondiente.

CRITERIO	CRITERIOS DE APLICACIÓN URBANA	VINCULACIÓN AL PROYECTO
	zona.	
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.	Se pretende la construcción de 437 viviendas, se tiene planteado mantener como áreas verdes el 8.4 % de la superficie total del terreno que corresponde a 6,104.55 metros cuadrados. El proyecto contará con espacios jardinados dentro de los lotes habitacionales, así como, banquetas y camellones, áreas de jardines entre otros, 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 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 .	El proyecto contará con una superficie total de 6104.55 m2 para destinarlas a áreas verdes (parques y jardines), así como, banquetas y camellones entre otros 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-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.

CRITERIO	CRITERIOS DE APLICACIÓN URBANA	VINCULACIÓN AL PROYECTO
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.
Recurso Flora y Fauna		
URB-30	En zonas inundables, se deben mantener las condiciones naturales de los ecosistemas y garantizar la conservación de las poblaciones silvestres que la habitan. Por lo que las actividades recreativas de contemplación deben ser promovidas y las actividades de aprovechamiento extractivo y de construcción deben ser condicionadas.	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 6104.55 m2 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.
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

CRITERIO	CRITERIOS DE APLICACIÓN URBANA	VINCULACIÓN AL PROYECTO
		<p>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.</p> <p>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 hábitats muy particulares (cuevas y tronco huecos, principalmente).</p>
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, 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 árboles juveniles en las áreas de estacionamiento, cumpliendo lo establecido en el presente criterio.
URB-39	<p>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.</p> <p>Los predios colindantes en el Sur del área natural protegida Manglares de Nichupté</p>	El sitio del proyecto no es colindante con áreas de humedales.

CRITERIO	CRITERIOS DE APLICACIÓN URBANA	VINCULACIÓN AL PROYECTO
	(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.	
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 olivaeiformis</i>), capulín (<i>Muntingia calabura</i>), Ficus spp, entre otros.	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. Sin embargo, contará con áreas verdes donde se reforestarán 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.
Recurso Paisaje		
URB-43	Las áreas verdes y en las áreas urbanas de conservación, deberán contar con el equipamiento adecuado para evitar la contaminación por residuos sólidos, ruido, aguas residuales y fecalismo al aire libre.	El proyecto acatará lo establecido en el presente criterio.
URB-44	Las autorizaciones municipales para el uso de suelo en los predios colindantes a la zona federal marítimo terrestre y las concesiones de zona federal marítimo terrestre otorgadas por la Federación, deberán ser congruentes con los usos de suelo de la zona que expida el Estado o Municipio.	El sitio del proyecto no es colindante con la zona federal marítimo terrestre.
URB-45	Para recuperar el paisaje y compensar la pérdida de vegetación en las zonas urbanas, en las actividades de reforestación designadas por la autoridad competente, se usarán de manera prioritaria especies nativas acordes a	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

CRITERIO	CRITERIOS DE APLICACIÓN URBANA	VINCULACIÓN AL PROYECTO
	cada ambiente.	total de 6,104.55 m2 de parques y jardines, con lo cual se recuperan áreas verdes.
URB-46	El establecimiento de actividades de la industria concretera y similares debe ubicarse a una distancia mínima de 500 metros del asentamiento humano más próximo y debe contar con barreras naturales perimetrales para evitar la dispersión de polvos.	El proyecto no contempla el establecimiento de actividades de la industria concretera o similares.
URB-47	Se establecerán servidumbres de paso y accesos a la zona federal marítimo terrestre y el libre paso por la zona federal a una distancia máxima de 1000 metros entre estos accesos, de conformidad con la Ley de Bienes Nacionales y el Reglamento para el Uso y Aprovechamiento del Mar Territorial, Vías Navegables, Playas, Zona Federal Marítimo Terrestre y Terrenos Ganados al Mar.	El sitio del proyecto no es colindante con la zona federal marítimo terrestre.
URB-48	En las áreas de aprovechamiento proyectadas se debe mantener en pie la vegetación arbórea y palmas de la vegetación original que por diseño del proyecto coincidan con las áreas destinadas a camellones, parques, áreas verdes, jardines, áreas de donación o áreas de equipamiento, de tal forma que estos individuos se integren al proyecto.	El proyecto acatará lo establecido en el presente criterio.
URB-49	Los proyectos que pretendan realizarse en predios que colinden con playas aptas para la anidación de tortugas marinas deberán incorporar medidas preventivas que minimicen el impacto negativo a estos animales tanto durante la temporada de arribo y anidación de las hembras como durante el período de desarrollo de los huevos y eclosión de las crías.	El proyecto no es colindante con la zona de playa.
URB-50	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> .	El proyecto no es colindante con la zona de playa y no contempla su reforestación.
URB-51	La selección de sitios para la rehabilitación de dunas y la creación infraestructura de retención de arena deberá tomar en cuenta los siguientes criterios: Que haya evidencia de la existencia de dunas en los últimos 20 años. Que los vientos prevaletentes soplen en dirección a las dunas.	El proyecto no es colindante con la zona de playa y no contempla su rehabilitación.

CRITERIO	CRITERIOS DE APLICACIÓN URBANA	VINCULACIÓN AL PROYECTO
	<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>URB-52</p>	<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 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> <ul style="list-style-type: none"> a) Luminarias direccionales o provistas de mamparas o capuchas. b) Focos de bajo voltaje (40 watts) o lámparas fluorescentes compactas de luminosidad equivalente. c) Fuentes de luz de coloración amarilla o roja, tales como las lámparas de vapor de sodio de baja presión. <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</p>	<p>El proyecto no es colindante con la zona de playa.</p>

CRITERIO	CRITERIOS DE APLICACIÓN URBANA	VINCULACIÓN AL PROYECTO
	<p>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>	
<p>URB-53</p>	<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>
<p>URB-54</p>	<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>
<p>URB-55</p>	<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>
<p>URB-56</p>	<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 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.</p>	<p>El proyecto no es colindante con la zona de playa o dunas costeras.</p>
<p>URB-57</p>	<p>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</p>	<p>El proyecto no contempla actividades de restauración de playas.</p>

CRITERIO	CRITERIOS DE APLICACIÓN URBANA	VINCULACIÓN AL PROYECTO
	oleaje.	
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. 41), con los siguientes resultados (cuadro 74).

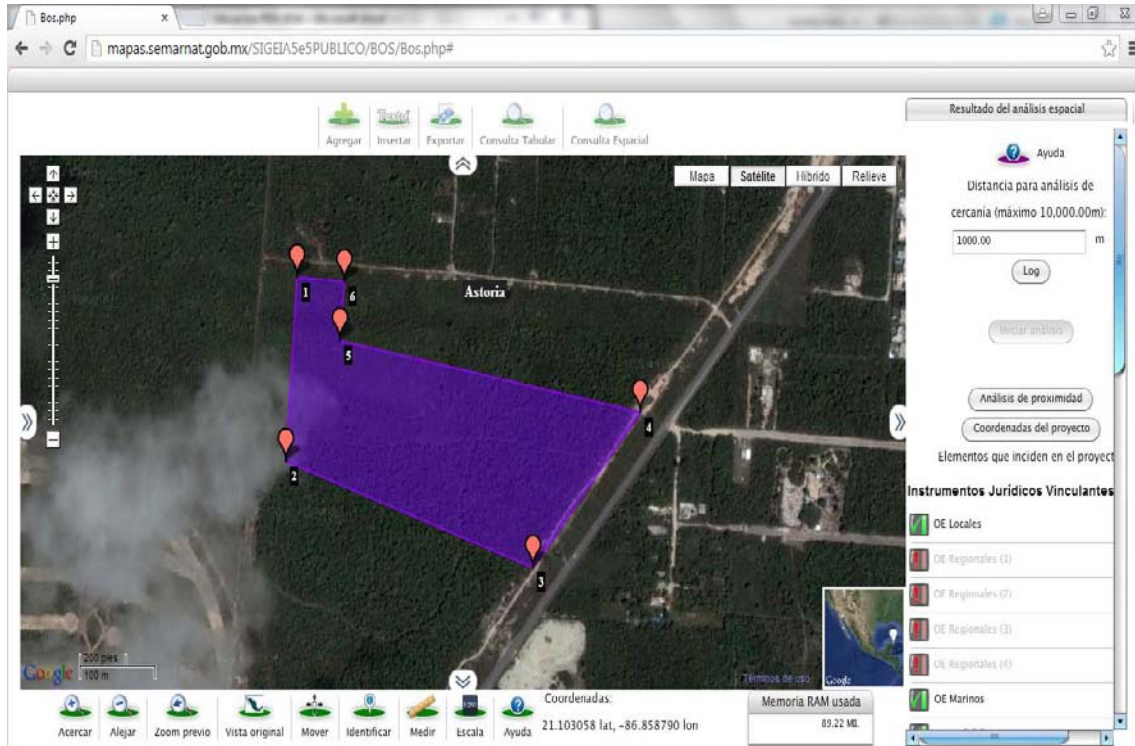


Figura 41. Pantalla del portal del Sistema de Información Geográfica para la Evaluación del Impacto Ambiental (SIGEA) del portal de la SEMARNAT.

Cuadro 74. 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 Federal - 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	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 Terrestres Prioritarias	No hay capas que intersecten
UMAS	No hay capas que intersecten

Región Hidrológica Prioritaria (RHP-105) Corredor Cancún - Tulum (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 105 denominada “Corredor Cancún-Tulum” (Fig. 42).

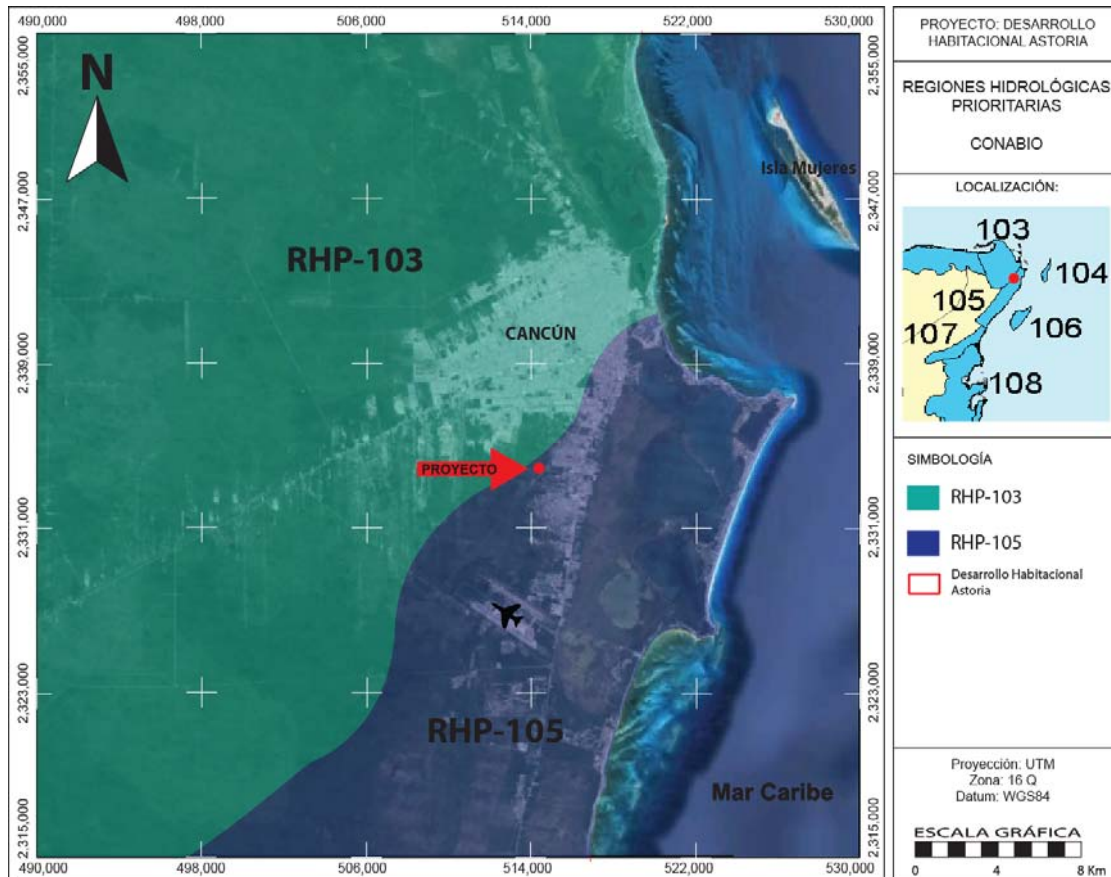


Figura 42. Localización del sitio del proyecto con respecto a la Región Hidrológica Prioritaria número 105 denominada “Corredor Cancún - Tulum”.

La problemática que enfrenta esta región es la modificación del entorno por perturbación por complejos turísticos, obras de ingeniería para corredores turísticos, deforestación, modificación de la vegetación (tala de manglar) y de barreras naturales, relleno de áreas inundables y formación de canales. También se ha identificado la contaminación por aguas residuales y desechos sólidos.

Por las características del proyecto, sus dimensiones y ubicación dentro de la zona de crecimiento urbana de Cancún, se considera que el proyecto no generará impactos significativos que pudieren llegar a afectar esta Región Hidrológica Prioritaria, ya que contará con medidas de prevención para evitar los impactos sobre el acuífero y generación de residuos sólidos.

Región Marina Prioritaria (RMP-63) Punta Maroma - Nizuc (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 63 denominada “Punta Maroma-Nizuc” (Fig. 43), la cual ocupa un área de 1,005 km².

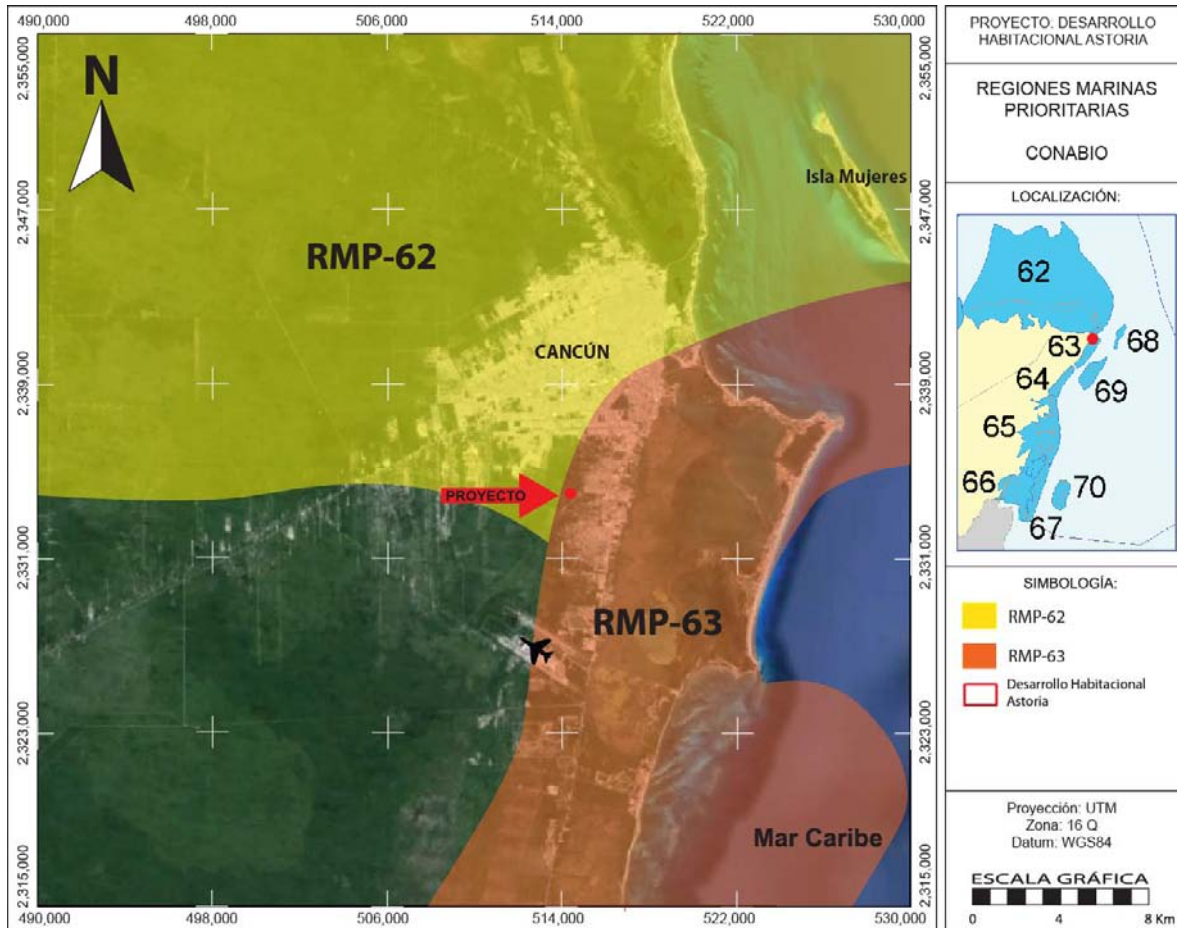


Figura 43. Región Marina Prioritaria aplicable al sitio del proyecto.

Esta región está compuesta por arrecifes, lagunas, playas, dunas costeras y estuarios. La problemática que enfrenta esta región es la modificación del entorno por tala de manglar, relleno de áreas inundables, remoción de pastos marinos, construcción sobre bocas, modificación de barreras naturales.

Por las características del proyecto, sus dimensiones y ubicación dentro de la zona de crecimiento urbana de Cancún, se considera que el proyecto no generará impactos significativos que pudieran llegar a afectar esta Región Marina Prioritaria, ya que sus actividades y obras no agravarán la problemática de la zona al no contemplar tala de manglar, relleno en áreas inundables, remoción de pastos marinos, construcción sobre bocas o modificación de barreras naturales.

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 Wetlands⁹).

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 (ProDiversitas¹⁰). 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 (Ramsar2). México, por su parte, cuenta con 138 sitios Ramsar en una superficie de 8,376,271 de hectáreas (CONANP¹¹). 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 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 75):

Cuadro 75. Seguimiento de normas oficiales mexicanas durante las diferentes etapas del proyecto.

Norma Oficial Mexicana	Vinculación al Proyecto
Descargas de Aguas Residuales	
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 y usuarios de la tienda de autoservicio, y serán vertidas al sistema de drenaje y alcantarillado de Aguakán.
Residuos Peligrosos, Sólidos Urbanos y de Manejo Especial	
Norma Oficial Mexicana NOM-052-SEMARNAT-2005, Que establece las características de los	Por acciones de mantenimiento de la maquinaria y vehículos de transporte, serán

⁹http://www.ramsar.org/cda/ramsar/display/main/main.jsp?zn=ramsar&cp=1_4000_2_

¹⁰ <http://www.prodiversitas.bioetica.org/des23.htm>

¹¹ CONANP, Dirección de Cooperación Internacional, 2007 En: <http://www.conanp.gob.mx/>

Norma Oficial Mexicana	Vinculación al Proyecto
residuos peligrosos, el listado de los mismos y los límites que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente.	generados aceites, grasas y estopas, así como, 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 corresponden a las palmas <i>Thrinax radiata</i> y <i>Coccothrinax readii</i> , y a la iguana <i>Ctenosaura similis</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 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	Las emisiones de los vehículos automotores y maquinaria serán vertidas directamente a la

Norma Oficial Mexicana	Vinculación al Proyecto
de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible.	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 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.	
Seguridad e Higiene Laboral	
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-Condiciónes 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) (Figura 44).

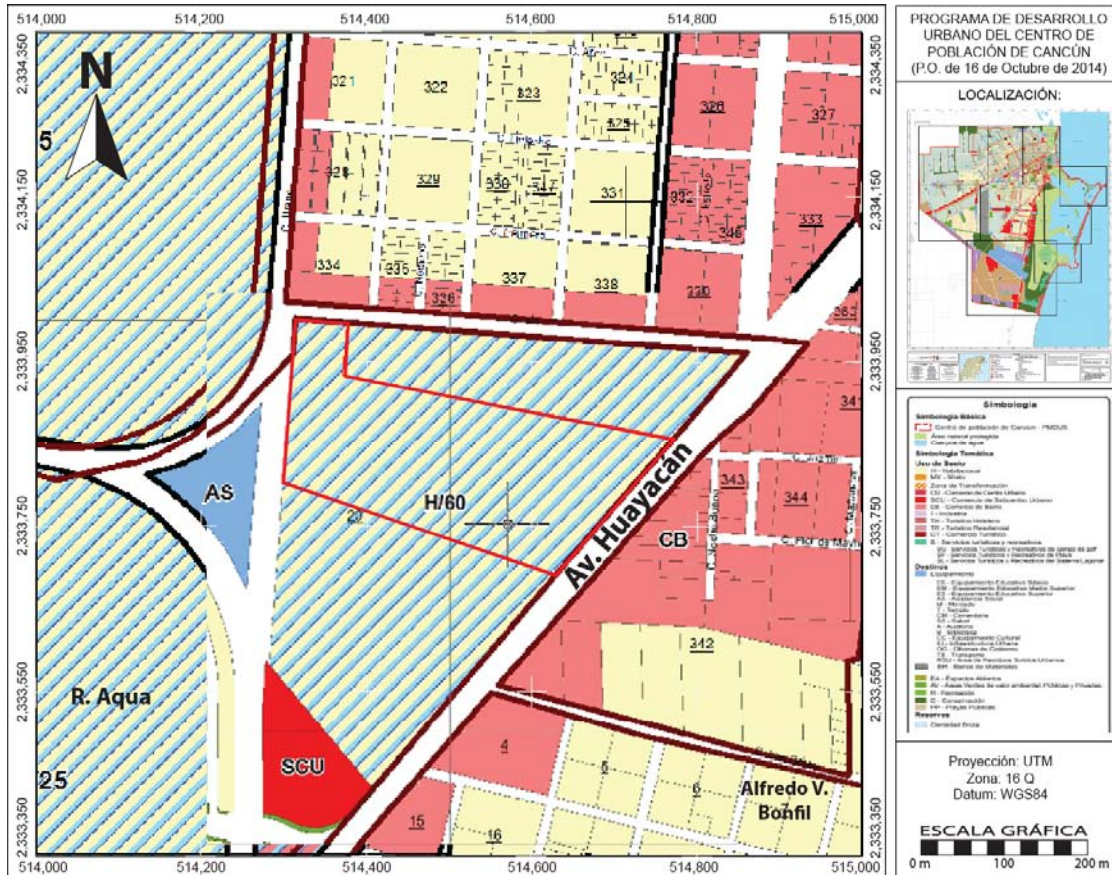


Figura 44. Localización del sitio del proyecto en el Plano del Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población Cancún, Municipio de Benito Juárez, Quintana Roo (2014-2030).

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/60, por lo que se le asigna al predio una densidad bruta de 60 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 60 viviendas/ha.

Aunque no corresponde en este estudio presentar para su valoración el proyecto de construcción del Proyecto “Desarrollo Habitacional Astoria”, 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.

Ley de Fraccionamientos del Estado de Quintana Roo

Para los efectos de esta Ley, se entiende por fraccionamiento cualquier terreno o parte de él, que se divida en 3 o más fracciones para construcciones habitacionales y demás aprovechamientos y usos. Así mismo, los desarrollos de tipo condominal estarán sujetos a las disposiciones de esta Ley, independientemente del cumplimiento que deban tener de otras disposiciones legales específicas.

Según el Artículo 59 de esta Ley, el fraccionador estará obligado a costear por su cuenta todas las obras de urbanización del Fraccionamiento y las de equipamiento urbano que esta Ley específica, incluyendo la construcción de camellones y su respectiva jardinería, así como el arbolado de las vías públicas y obras relativas en las áreas reservadas para jardines públicos.

De acuerdo con el Artículo 60 de la Ley de Fraccionamientos del Estado de Quintana Roo, se tiene el compromiso de donación del 15% de la superficie neta del predio, tal y como se cita a continuación:

Artículo 60.-El fraccionador tendrá la obligación de ceder a título de donación al Municipio donde quede ubicado el fraccionamiento, las superficies destinadas para Parques, Mercados, Escuelas, Puestos de Policía u otros servicios públicos similares, de conformidad a lo expresado en la autorización, y se serán como mínimo:

- I. En los fraccionamientos habitacionales urbanos, la donación comprenderá el 15% de la superficie neta de los mismos;

De acuerdo con lo antes expuesto, el proyecto dará cabal cumplimiento a lo establecido por la citada Ley.

XIV.5 Otros instrumentos a considerar

XIV.5.1 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 desarrollara en una superficie total de 6.93 hectáreas.

XIV.5.2 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.

Para estimar económicamente los recursos biológicos forestales del área se deben tener indicadores cuantificados que estén determinados por los procedimientos normales del mercado de la economía. Desde hace décadas se extraen productos maderables y no maderables de la selva con fines de mercadeo, no obstante siempre ha existido una disyuntiva en el costo del recurso, existiendo siempre una diferencia de acuerdo con la zona. Para la valoración de los usos indirectos que proporcionan los servicios ambientales, en general no existen mercados, y la valoración tiene que recurrir a mercados simulados y a otros métodos de valoración.

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 91 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.).

Para efecto de la estimación del valor económico del volumen de la madera que será afectado por el cambio de uso del suelo, fueron considerados todas las especies maderables que serán removidas, que podrían tener un potencial para su aprovechamiento ya sea con fines maderables.

Madera para aserrío. Para el predio en particular donde se establecerá el nuevo desarrollo, se puede decir que desde el punto de vista económico-forestal no cuenta con especies maderables con características forestales de diámetros y alturas susceptibles de ser aprovechadas en la industria de la madera, ya que corresponde con una asociación vegetal de selva mediana con vegetación secundaria arbustiva y algunos individuos arbóreos. Sin embargo, existen relictos de chicozapote y algunos individuos de otras especies que de acuerdo al inventario realizado pueden ser aprovechadas.

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 y si es utilizada para aserrar o postes para la construcción. 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 m³ para conversión a aserrío sin importar si la especie se encuentra en condiciones para su venta).

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>Valor Económico/m3 (00/100, M.N)</i>	<i>Volumen Comercial (m3/ha)</i>	<i>Valor Económico (m3/ha)</i>	<i>Volumen Comercial (m3/6.93ha)</i>	<i>Valor Económico subtotal (6.93 ha)</i>
Madera para aserrío	Chicozapote	2100	2.694	5657.4	18.679	39,225.90
	Álamo	1500	0.392	588.0	2.720	4,080.00
	Tzalam	1500	0.620	930.0	4.300	6,450.00
	Ya'axnic	1300	0.382	496.6	2.646	3439.80
TOTAL			4.088	\$7672	28.346	\$53,195.70

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 6.93 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 28.34 metros cúbicos de madera en rollo con corteza que asciende a la cantidad de \$ 53,195.70 (Son cincuenta y tres mil ciento noventa y cinco pesos 70/100 M.N.).

Madera para palizada. De forma general, aun cuando se han descrito las características de este tipo de vegetación, si se tuviera la oportunidad de comercializar las distintas especies de acuerdo a las especificaciones del mercado, éstas se clasificarían como palizada y se podría obtener de esta actividad una percepción económica de las mismas.

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/m³. Se consideran precios promedios, ya que se trata principalmente de maderas duras, blandas denominadas comunes tropicales. Los árboles y arbustos contribuye con 15.192 m³ de madera en rollo para uso en palizada por hectárea de 20 especies lo que constituye el volumen que, en su caso, se pudiera comercializar derivado del cambio de uso del suelo en este predio.

Cuadro 77. 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 (m3/6.93ha)</i>	<i>Valor Económico subtotal (6.93 ha)</i>
Madera para Palizada	Akits	0.264	368.99	1.828	2558.66
	Akum	0.547	765.90	3.794	5310.96
	Alamo	1.156	1618.91	8.019	11226.02
	Chaca	1.335	1868.42	9.254	12956.20
	Chechem	6.655	9316.55	46.146	64603.90
	Chichbob	0.079	110.04	0.545	763.072
	Chicozapote	0.107	149.13	0.739	1034.090
	Cocoloba	0.066	91.79	0.455	636.4928
	Ekulub	0.061	86.06	0.426	596.74
	Flor de mayo	0.071	99.40	0.492	689.28
	Jabin	0.079	111.14	0.551	770.70
	Kanazin	0.113	158.02	0.783	1095.79
	Katalox	0.091	127.88	0.633	886.75
	Pasak	0.286	399.79	1.980	2772.27
	Sacchaca	0.139	194.95	0.966	1351.83
	Siricote	0.107	149.13	0.739	1034.09
	Tsutzuk	0.133	186.68	0.925	1294.52
	Tsalam	1.552	2173.46	10.765	15071.47
	Ya'axnic	2.217	3103.45	15.372	21520.29
	Yayte	0.135	188.55	0.934	1307.47
TOTAL		15.192	21,268.22	105.343	147,480.67

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 \$ 147,480.67 pesos considerando las especies de 10 a 24.9 cm de DAP en una superficie de 6.93 hectáreas.

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 78, 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 m³ para la elaboración de leña, para carbón, de acuerdo a los estudios realizados en el Estado en relación de la equivalencia de m³/toneladas de carbón. Se tiene que por cada 7.0 m³ de madera en rollo, se puede obtener 1 tonelada de carbón en horno tradicional y que el costo de este producto es de 2,500.00 pesos por tonelada, para el caso del triturado de material el precio unitario del m³ se estima en este estudio de \$ 400 pesos.

Cuadro 78. Estimación económica de la madera para leña, material triturado y carbol vegetal, con valor comercial de acuerdo con la estimación volumétrica del inventario forestal.

<i>Materia prima</i>	<i>% de Aprovechamiento</i>	<i>Volumen total (m3/ha)</i>	<i>Precio unitario \$/m3</i>	<i>Valor Económico/ha</i>	<i>Valor Económico subtotal (6.93ha)</i>
Leña	30	7.551	300	2,265.30	15,698.52
Material triturado	20	5.034	400	2,013.60	13,954.24
Carbón	50	12.585	357.14	4,494.61	31,147.64
Total	100	25.17		8,773.51	60,800.42

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 \$ 60,800.42 pesos considerando las especies de 3 a 9.9 cm de DAP en una superficie de 6.93 hectáreas.

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)*, el *tulipán (Malvaviscus arboreus)* entre otras especies. A continuación en el siguiente cuadro se presenta un desglose del valor económico de las plantas que pudieran tener un uso ornamental.

Cuadro 79. 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/6.93ha</i>	<i>Valor Económico (6.93ha) subtotal</i>
Chit	35	83	578	20,225.11
Xiat	25	17	116	2,889.30
Bobtun	30	17	116	3,467.16
Akits	15	50	347	5,200.74
Guano	20	17	116	2,311.44
Tulipán	10	100	693	6,934.32
Bromelia	50	33	231	11,557.21
Nacax	35	100	693	24,270.13
Elemuy	10	33	231	2,311.44
Flor de mayo	20	17	116	2,311.44
Total		467	3,236	81,478.31

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 en aproximadamente 12 ejemplares adultos por hectárea, a los que en promedio se les podrían cortar 4 hojas por planta, que a un precio de \$5.00 pesos por hoja nos da un total de lo que se podría encontrar en las 6.93 hectáreas de \$ 1663.2 pesos.

Materia orgánica (tierra vegetal). 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.

Para el caso de la zona sur de la ciudad de Cancún, y en lo particular, para el predio, se reconoce la distribución de una sola asociación de suelo y que está integrada por aquellos del tipo Leptosol lítico+Leptosol réndzico. Se debe mencionar que para este tipo de suelo se observa afloramiento de roca distribuida en forma regular con presencia de una pequeña capa de materia orgánica sobre la cual se ha establecido la vegetación de selva. Estos suelos presentan altas restricciones para su utilización con propósitos agrícolas debido a su escaso espesor y su abundante pedregosidad que afectan el crecimiento de las plantas. Sin embargo, presentan buen drenaje que favorece la infiltración del agua.

En este caso y para hacer una estimación del valor económico, se ha considerado el cálculo de la superficie a afectar y el volumen correspondiente de tierra vegetal. En

este caso, se tiene que en promedio la capa de suelo que se observa en el conjunto de predios es de alrededor de 5 cm. No obstante, este volumen no puede ser extraído de manera literal debido a la microtopografía existente en el terreno, por lo que se ha considerado una capa promedio de alrededor de 1 cm.

Cuadro 80. Estimación económica de la tierra vegetal

CONCEPTO	TOTAL A AFECTAR 6.93 Ha	COSTO POR M3	VALOR TOTAL EN PESOS
Tierra vegetal	693.4 m ³	60.00	\$ 41,605.94
Total			\$ 41,605.94

En el caso que el volumen total obtenido fuera comercializado, se tendría una percepción económica mucha más alta, ya que se tendría que llevar a cabo un proceso de cernido o cribado el cual se utilizaría ampliamente en labores de jardinería.

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 de las especies 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 41 especies para el área con cambio de uso con precios unitarios desde \$ 50 hasta \$ 1,200 pesos, con lo que se estima un valor total de captura de la fauna de \$ 3,840.00 pesos M.N. para un determinado grupo de especies en el supuesto que pudieran tener un valor comercial.

Cuadro 81. 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>Anolis sagrei</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

5	<i>Norops rodriguezii</i>	<i>Toloquito</i>		X	50
			Aves		
1	<i>Columba flavirostris</i>	<i>Paloma</i>		X	70
2	<i>Cyanocorax yucatanicus</i>	<i>Urraca yucateca</i>		X	200
3	<i>Cardinales cardinales</i>	<i>Cardenal</i>		X	250
4	<i>Centurus pygmaeus</i>	<i>Carpintero yucateco</i>		X	150
5	<i>Dives dives</i>	<i>Tordo cantor</i>		X	150
6	<i>Icterusauratus</i>	<i>Bolsero yucateco</i>		X	100
7	<i>Colinus nigrogularis</i>	<i>Torcacita</i>		X	100
8	<i>Dryocopus lineatus</i>	<i>Carpintero lineado</i>		X	150
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>Myiozetetes similis</i>	<i>Luis gregario</i>		X	70
13	<i>Ortalisvetula</i>	<i>Chachalaca</i>		X	150
14	<i>Pitangussulphuratus</i>	<i>Luis grande</i>		X	70
15	<i>Zenaida asiatica</i>	<i>Paloma alas blancas</i>		X	50
			Mamíferos		
1	<i>Nasua narica</i>	<i>Tejón</i>		X	300
2	<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	<i>Zorra gris</i>		X	800
				Total	\$ 3,410.00

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 73, 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 82. 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 CUSTF (ha)</i>	<i>Costo total del recurso biológico por año (\$)</i>
Servicios ambientales	550	hectárea	6.93	\$ 3,811.50

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 estimado de \$ 393,445.72 (Son trescientos noventa y tres mil cuatrocientos cuarenta y cinco pesos 72/100 M.N.).

De acuerdo con lo antes citado, el resumen de las estimaciones de los recursos biológicos existentes en el predio de interés se presenta en el siguiente cuadro.

Cuadro 83. Resumen de la estimación de los recursos biológicos forestales.

<i>Recurso forestal</i>	<i>Valor total en pesos (\$)</i>
Aserrío	53,195.70
Palizada	147,480.67
Leña	15,698.52
Material triturado	13,954.24
Carbón vegetal	31,147.64
plantas de ornato	81,478.31
Palmas de guano	1663.2
Tierra vegetal	41,605.94
Fauna	3,410.00
Sub-Total	389,634.22
Servicios ambientales	3,811.50
Total	393,445.72

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.

Es por ello que la modificación del uso del suelo para el establecimiento de un proyecto urbano, habrá de promover el mejor aprovechamiento del suelo en términos económicos. Por lo que en todos los casos, éste se debe realizar en estricto apego a los lineamientos del POEL de Benito Juárez y al PDU 2014-2030.

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”*.

Para volver a la condición original un sitio afectado por el CUSTF, el método que se utilizaría sería mediante un programa de restauración, a continuación se presenta un ejercicio de lo que costaría restaurar una superficie equivalente al área solicitada para el cambio de uso de suelo, es decir 6.93 hectáreas, los montos calculados están en razón de las especies nativas de la región, la zona es tropical, y la condición del desarrollo de la vegetación de selva mediana subperennifolia.

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 con diámetros promedios de 14 cm y 7 metros de altura y arbustivos con diámetros de 5 cm y altura promedio de 4 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 cerca 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)¹² 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 nutrimentos 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).

Corto plazo (1 a 2 años)

La estructura y funcionalidad del ecosistema para el caso que se hubiese determinado la restauración de las 6.93 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.

¹² Berger, J. 1993. Ecological Restoration and Non Indigenous Plant Species: A Review. Restoration Ecology. June: 74-82.

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 gaumeri* que son especies locales que toleran el corte y se regeneran velozmente después de talado por lo que, de acuerdo con la CONABIO¹³, 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 como *Psychotria nervosa*, *Ichnanthus lanceolatus*, *Lasiacis divaricata* *Stylosanthes hamata*, *Amaranthus spinosus* entre otras especies.

Se favorece la reintroducción de tsalam (*Lysiloma latisiliquum*) se reponen o refuerza, de ser necesario, la siembra de árboles de la primera etapa *Bursera simaruba*, *Jatropha gaumeri*, *Thevetia gaumeri*, *Vitex gaumeri*, *Hampea trilobata* 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 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.

Mediano plazo (3 a 6 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

¹³ http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/info_especies/arboles/doctos/17-burse2m.pdf

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)*, *Guaya (Talassia olivaeformis)*, *Yaite (Gimnanthes lucida)*, *Álamo (Ficus cotinifolia)*, *Chechen negro (Metopium Brownei)* *Boob, (Coccoloba spicata)*, *Akits (Cascabela gaumeri)*, *Akum (Ficus máxima)*, *Ciricote (Cordia dodecandra)*, *Kaniste (Pouteria campechiana)*, 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, gran cantidad de 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 15 a 30 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 seis 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 vegetación secundaria 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.

Una vegetación secundaria intermedia 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 años en restaurarse.

A largo plazo (6 a 15 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 7 metros, con fustes bien definidos; a partir de los 15 años se pueden encontrar árboles con diámetros normales de 14 cm algunos de rápido crecimiento como la *Bursera simaruba* de 20 cm, para especies de rápido crecimiento como es el caso de la *Bursera simaruba* (Chaca rojo), *Jatropha gaueri* (Pamolche) 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.

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.

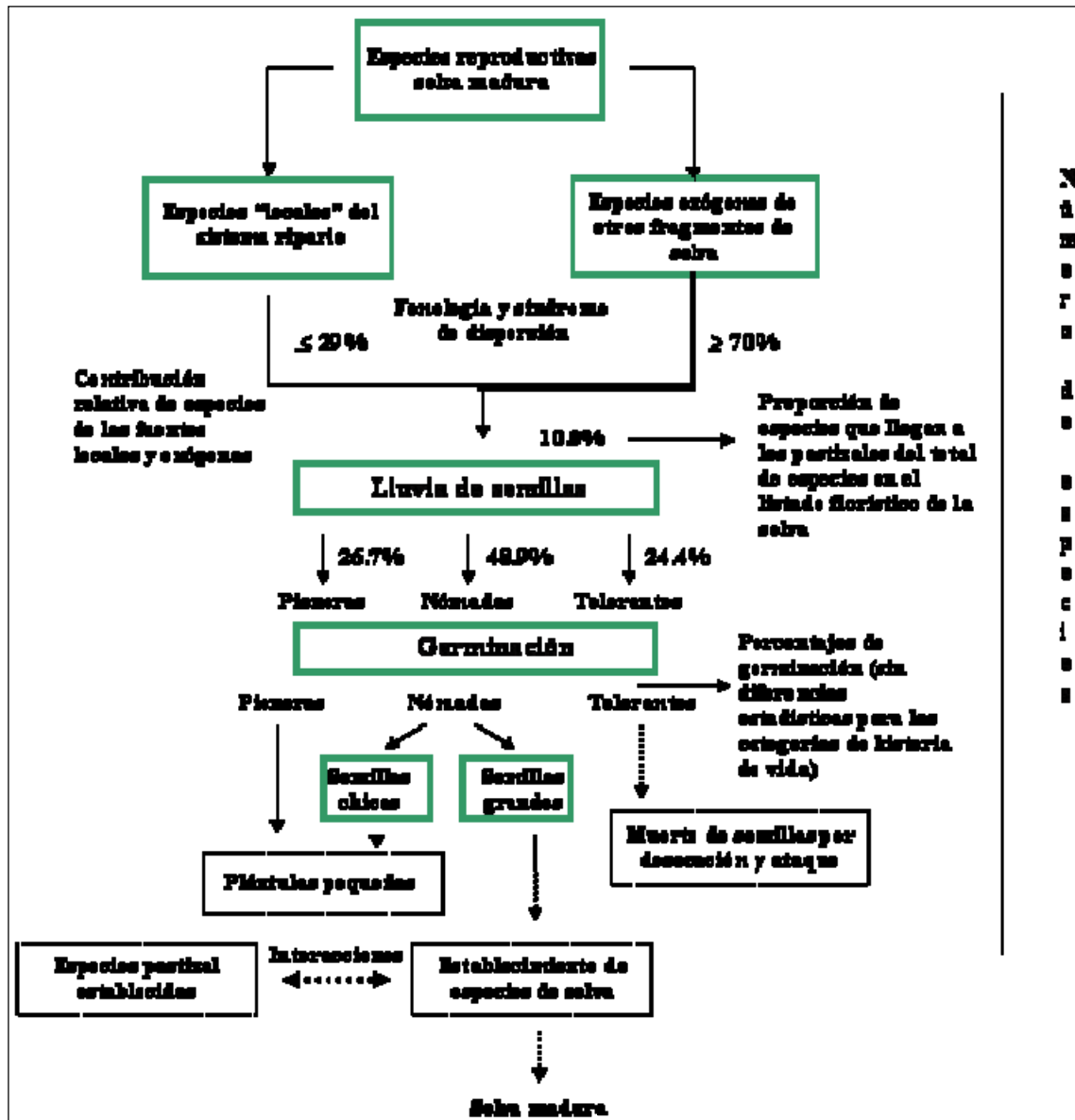


Figura 45. El diagrama anterior presenta los componentes importantes del potencial florístico en la regeneración general y no asistida de una selva tropical. Los recuadros y líneas punteadas representan etapa y vías teóricas.

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.

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., 2004).

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.

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

Existen diferentes maneras de preparar el terreno donde se pretende establecer la plantación, para mejorar las condiciones del suelo y asegurar una mayor sobrevivencia de la planta. La elección del método está en función de diversos factores: superficie a reforestar, disponibilidad de recursos (humanos, económicos, maquinaria y equipo), tipo de suelo, pendiente del terreno y acceso al mismo.

Por lo general los trabajos de preparación del sitio se realizan con la ayuda de herramientas básicas como azadón, pala, talacho, barreta, pico, coa, hacha o machete, entre otras. Estos trabajos son útiles y recomendables para superficies menores de 10 hectáreas. Con este método sólo se trabaja el área donde se colocará la planta, evitando alteraciones innecesarias y la pérdida de suelo por la remoción no requerida. 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. Este método es aplicable en aquellos terrenos manejables y no pedregosos.

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. 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 900 plantas por hectárea.

Cuadro 84. Densidades promedio recomendadas por tipo de ecosistema por la CONAFOR, (Reglas de Operación ProÁrbol)

Tipo	Ecosistema (densidad por ha)			
	Bosques de coníferas	Selvas medianas y altas	Selvas bajas	Zonas áridas y semiáridas
Con planta de vivero	máximo 1,600 mínimo 1,100	máximo 900 mínimo 625	máximo 900 mínimo 625	máximo 2,000 mínimo 800
Con material vegetativo	No aplica	No aplica	No aplica	máximo 4,000 mínimo 1,100

Para este caso se propone una densidad de 816 plantas (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 6.93 hectáreas, se estima que

se requerirán un total de 5,655 plantas para la reforestación de dicha superficie, contemplando un 15% más de plantas para el mantenimiento de las plantas (848 para sustitución por muerte fisiológica).

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 promedio 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 \$ 45,500 pesos 00/100 M.N. por hectárea.

Cuadro 85. Conceptos y costos para las actividades de forestación para la superficie de cambio de uso de suelo

CONCEPTO	UNIDADES	COSTO	NÚMERO DE	MANO DE	MATERIALES	COSTO
		UNITARIO	UNIDADES	OBRA	Y/O MAQUILA	TOTAL/HA
1.- ESTABLECIMIENTO				12,300.00	8,442.00	20,742.00
1.1.- Preparación del terreno				3,000.00		3,000.00
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
1.2.- Material vegetativo					8,442.00	8,442.00
Costos de planta	Plantas	8.00	938		7,504.00	7,504.00
Transporte de plantas	Plantas	1.00	938		938.00	938.00
1.3.- Plantación				4,400.00		4,400.00
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
1.4.-Riegos emergentes				3,200.00		3,200.00
Cercado	Jornales	200.00	8	1,600.00		1,600.00
Riegos Emergentes	Jornales	200.00	8	1,600.00		1,600.00
1.5.- Materiales				1,700.00		1,700.00
Picos o Coa	Lote	150.00	4	600.00		600.00
Palas y carretillas	Lote	550.00	2	1,100.00		1,100.00

2.- CULTIVO Y MANTENIMIENTO				6,200.00	2,758.00	8,958.00
2.1.- Labores culturales (mano de obra)				6,200.00		6,200.00
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
2.2.- Adquisición de insumos					2,758.00	2,758.00
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
3.- PROTECCIÓN Y VIGILANCIA				1,800.00	0.00	1,800.00
Mantenimiento de Brechas	Jornales	200.00	4	800.00		800.00
Vigilancia	Jornales	200.00	5	1,000.00		1,000.00
4.- DIVERSOS				13,000.00	1,000.00	14,000.00
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	7,000.00	1	7,000.00		7,000.00
TOTAL DEL COSTO POR HA				33,300.00	12,200.00	45,500.00

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;

El costo de los trabajos indicados para restauración del sitio, se estima en \$45,500 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 entre 14 cm de diámetro y algunas especies de rápido crecimiento de 20 cm de diámetro. 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 (6.93 hectáreas), el costo para restaurar esta superficie estaría alrededor de \$315,315 pesos M.N., como se puede observar en la corrida presentada en el siguiente cuadro para 20 años.

Cuadro 86. Estimación del costo de las actividades de restauración por hectárea en el sitio en un periodo de 20 años.

CONCEPTO	COSTOS DE REFORESTACIÓN Y MANTENIMIENTO A 20 AÑOS PARA 1 HA																				TOTAL
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
1.- ESTABLECIMIENTO	20,742.0																				20,742.0
	0																				0
1.1.- Preparación del terreno	3,000.00																				3,000.00
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
1.2.- Material vegetativo	8,442.00																				8,442.00
Costo de plantas (Compra)	7,504.00																				7,504.00
Transporte de plantas	938.00																				938.00
1.3.- Siembra o plantación	4,400.00																				4,400.00
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
1.4.- Riegos Emergentes	3,200.00																				3,200.00
Cercado	1,600.00																				1,600.00
Riegos	1,600.00																				1,600.00
1.5.- Materiales	1,700.00																				1,700.00
Picos	600.00																				600.00
Palas y carretillas	1,100.00																				1,100.00
2.- CULTIVO Y MANTENIMIENTO	1,489.50	1,889.5	1,889.5	1,289.5				1,000.0						1,400.0							8,958.00
2.1.- Labores culturales (mano de	800.00	1,200.0	1,200.0	600.00				1,000.0						1,400.0							6,200.00

obra)																						
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								1,000.0							1,400.0						2,400.00	
Prevención de plagas y enfermedades	200.00	200.00	200.00																		600.00	
2.2.- Adquisición de insumos	689.50	689.50	689.50	689.50																	2,758.00	
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	
3.- PROTECCIÓN Y VIGILANCIA	90.00	90.00	90.00	90.00	90.00	90.00	90.00	90.00	90.00	90.00	90.00	90.00	90.00	90.00	90.00	90.00	90.00	90.00	90.00	90.00	1,800.00	
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
4.- DIVERSOS	1,950.00	550.00	550.00	550.00	300.0	300.0	300.0	1,700.0	300.0	300.0	300.0	1,700.0	300.0	300.00	1,700.0	300.0	300.0	300.0	300.0	300.0	1,700.0	14,000.0
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	300.0	300.0	300.0	300.00	300.0	300.0	300.0	300.00	300.0	300.0	300.0	300.0	300.0	300.0	300.0	300.0	300.0	6,000.00
Asesoría especializada	1,400.00							1,400.0				1,400.0			1,400.0						1,400.0	7,000.00
TOTAL DEL COSTO POR 1 HAS	24,271.5	2,529.5	2,529.5	1,929.5	390.0	390.0	390.0	2,790.0	390.0	390.0	390.0	1,790.0	390.0	1,790.0	1,790.0	390.0	390.0	390.0	390.0	390.0	1,790.0	45,500.0

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.

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.

Arriaga Cabrera, L., E. Vázquez Domínguez, J. González Cano, R. Jiménez Rosenberg, E. Muñoz López, V. Aguilar Sierra (coordinadores). 1998. Regiones marinas prioritarias de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad. México.

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.
- Diario Oficial de la Federación. 13 de enero de 1995. Norma Oficial Mexicana NOM-081-ECOL-1994, que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición.
- Diario Oficial de la Federación. 23 de abril de 2003. Norma Oficial Mexicana NOM-080-SEMARNAT-1994, que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido proveniente del escape de los vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación y su método de medición.
- 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.

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.

- Heuvelodop, 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. 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.

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).

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.

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. GacetaEcológica 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
- www.conabio.gob.mx
- www.conafor.gob.mx
- www.inegi.gob.mx
- www.nooa.gob.mx
- www.cancun.gob.mx
- www.seduma.qroo.gob.mx
- 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.

Arbóreo

Sitio	Area (m2)	No. CONSECUTIVO	NOMBRE	Diámetro (CM)	Alt. total (m)
1	500	1	Tsalam	13.5	7.5
1	500	2	Chechem	17	8.5
1	500	3	Chechem	13.4	13.4
1	500	4	Tsalam	14.8	14.8

1	500	5	Tsalam	11.5	7
1	500	6	Tsalam	19	8
1	500	7	Alamo	10.5	10.5
1	500	8	Tsalam	17	8.5
1	500	9	Ya'axnik	17.5	8.5
1	500	10	Ya'axnik	15.2	8.5
1	500	11	Tsalam	16.6	7
1	500	12	Chechem	13.3	7
1	500	13	Tsalam	34.3	9
1	500	14	Chaca	11.3	6.5
1	500	15	Chaca	11	6.5
1	500	16	Chaca	11.8	6.5
1	500	17	Chechem	15.3	6.6
1	500	18	Chaca	16.5	6.5
1	500	19	Ts'u'ts'uk	10.2	7
1	500	20	Ts'u'ts'uk	10.5	7
1	500	21	Chechem	17.8	8.5
1	500	22	Tsalam	21.5	7.5
1	500	23	Alamo	15.5	7
1	500	24	Alamo	10.5	7
1	500	25	Tsalam	18.7	7
1	500	26	Alamo	12.5	6.5
1	500	27	Tsalam	20	8
1	500	28	Alamo	19.8	8.5
2	500	1	Chechem	10.1	6.5
2	500	2	Chechem	18	8
2	500	3	Chechem	19	8
2	500	4	Sak chakaj	12.7	6
2	500	5	Chechem	10.5	5.5
2	500	6	Chechem	12	6
2	500	7	Chechem	10	7
2	500	8	Ya'axnik	10.7	6
2	500	9	Ya'axnik	14.2	6
2	500	10	Chechem	10.7	7
2	500	11	Chechem	14.5	8.5
2	500	12	Chaca	10	8.5
2	500	13	Chaca	11.4	5.5
5	500	1	Akum	10	6.5
5	500	2	Akum	15.1	6.5
5	500	3	Chechem	13.8	7.5
5	500	4	Chechem	18.7	8.5

5	500	5	Chechem	11.9	6.5
5	500	6	Alamo	13.2	7
5	500	7	Chicozapote	39.2	6
5	500	8	Chechem	14.2	6
5	500	9	Chechem	18.8	8
5	500	10	Chechem	12.4	7
5	500	11	Ya'axnik	11.6	7.5
5	500	12	Tsalam	21.6	9
5	500	13	Chechem	10.7	6,5
5	500	14	Chechem	12.1	5
5	500	15	Sak chakaj	14.4	7
5	500	16	Chaca	12.7	6.5
5	500	17	Flor de mayo	11.5	6
5	500	18	Cocoloba	12.4	7
5	500	19	Chechem	16.6	8
5	500	20	Chechem	13.9	7.5
5	500	21	Chechem	17.3	7.5
5	500	22	Chechem	10.2	6.5
5	500	23	Chechem	19.2	8
5	500	24	Chechem	14.6	8
5	500	25	Chechem	10.9	6.5
5	500	26	Katalox	14.4	6.5
5	500	27	Chechem	13.3	7.5
5	500	28	Chechem	17.9	8
5	500	29	Ya'axnik	12.9	8
5	500	30	Ya'axnik	12.5	7.5
5	500	31	Chaca	13.3	6
5	500	32	Pa'sak	21.8	7
5	500	33	Chechem	14.9	8
5	500	34	Ya'axnik	13.5	8
5	500	35	Ya'axnik	12.5	7.5
5	500	36	Chechem	19.3	9
6	500	1	Chicozapote	25.1	8
6	500	2	Ya'axnik	10.2	6.5
6	500	3	Ya'axnik	10.1	6.5
6	500	4	Ya'axnik	25.4	9.5
6	500	5	Ya'axnik	11.4	7.5
6	500	6	Chechem	22.8	9
6	500	7	Chechem	12	7
6	500	8	Jabin	11.1	7
6	500	9	Chechem	11.1	6.5

6	500	10	Tsalam	16	6.5
6	500	11	Chechem	14.2	7.5
6	500	12	Chechem	13.2	7.5
6	500	13	Chechem	10.6	6
6	500	14	Chechem	12	7
6	500	15	Chechem	11.1	7.5
6	500	16	Chechem	10.9	6
6	500	17	Chechem	10.2	6,5
6	500	18	Ya'axnik	13.5	6.5
6	500	19	Chechem	13.1	7.5
6	500	20	Chicozapote	49.5	10
6	500	21	Yayté	14.8	5
6	500	22	Chechem	11.8	6.5
6	500	23	Ya'axnik	11.6	7
6	500	24	Pa'sak	10.2	6.5
6	500	25	Ya'axnik	10	7
7	500	1	yaaxnik	11.5	6
7	500	2	chechem	11.1	7.5
7	500	3	chechem	10	6
7	500	4	akits	13.7	6
7	500	5	akits	12.2	6
7	500	6	chechem	16.2	7
7	500	7	yaayte	13.2	5.5
7	500	8	zapote	14.1	6.5
7	500	9	chechem	12.5	6.5
7	500	10	chechem	12.2	6.5
7	500	11	chaca	16.1	7
7	500	12	chaca	10.2	6.5
7	500	13	chaca	11.9	6.5
7	500	14	alamo	14.7	7.5
7	500	15	chechem	11.9	7.5
7	500	16	chechem	12.8	6
7	500	17	chichicbob	13.9	6.5
7	500	18	chechem	17	7.5
7	500	19	zapote	25	6.5
8	500	1	yaaxnik	16.2	7.5
8	500	2	alamo	11.7	7
8	500	3	alamo	13.7	7
8	500	4	tzlam	19	6.5
8	500	5	alamo	10.6	4.5
8	500	6	Chechem	12.8	7

8	500	7	yaaxnik	11.9	6.5
8	500	8	Chechem	19.5	7.5
8	500	9	yaaxnik	21.2	8.5
8	500	10	yaaxnik	12.3	7
8	500	11	yaaxnik	16.1	7.5
8	500	12	yaaxnik	11.1	6
8	500	13	Chaca	13.5	6
8	500	14	Chechem	23.1	9.5
8	500	15	Ekulub	11	6.5
8	500	16	Tzalam	16.9	8.5
8	500	17	Akits	12	7
8	500	18	Chechem	17.8	8
8	500	19	yaaxnik	15.1	7.5
8	500	20	alamo	25.8	9.5
8	500	21	yaaxnik	21.5	10
8	500	22	Chechem	12.6	8.5
8	500	23	Chechem	11.4	8
8	500	24	Siricote	14.1	9
8	500	25	Kanazin	13.9	9

Arbustivo

Parcela	Area (m2)	Nombre	Diámetro (CM)	Alt. total (m)
1	100	Alamo	3.3	4.5
1	100	Alamo	5.2	4.5
1	100	Alamo	3.3	4.5
1	100	Alamo	3.3	4.5
1	100	Alamo	4.5	4.5
1	100	Alamo	4.8	4.5
1	100	Alamo	4.5	5
1	100	Caimito	3.1	4
1	100	Caimito	3	3.5
1	100	Chaca	3.1	4
1	100	Chechem	4.4	5
1	100	Chechem	5.2	5
1	100	Chechem	3.5	4
1	100	Dicu o Silil	3.5	3.5
1	100	Dive	5.1	5.1
1	100	Dive	3.3	5
1	100	Dive	3.3	4.5

1	100	Dive	3.4	5
1	100	Dive	3	3
1	100	Dive	3.1	3.1
1	100	Dive	3.1	4.5
1	100	Dive	4	5
1	100	Dive	4.3	5
1	100	Euda	4.6	4.5
1	100	Kanasin	3	2.5
1	100	Mahagua	2.4	4
1	100	Neco	3.2	3.5
1	100	Neco	3	3.5
1	100	Tatsi	3.4	3.5
1	100	Ya'axnik	3.5	4.5
1	100	Subin	3.1	5
1	100	Subin	3.5	4
1	100	Subin	3.3	4.5
1	100	Subin	3.4	3.4
1	100	Subin	3.3	4.5
2	100	Akits	3.4	4
2	100	Akits	4.4	3.5
2	100	Caimito	4.5	5
2	100	Chechem	4	5
2	100	Chechem	3.8	5
2	100	Chechem	3.8	5
2	100	Chichbob	6.2	5
2	100	Chichbob	4.1	5
2	100	Chukum	6.3	5
2	100	Cocoloba	3	5
2	100	Cocoloba	5.2	5
2	100	Cocoloba	6.1	5
2	100	Cocoloba	4.7	5
2	100	Croton niveus	3.6	5
2	100	Dicu o Silil	3.9	5
2	100	Eritrina	5	5
2	100	Jabin	3	3
2	100	Jabin	4.1	4
2	100	Jabin	7.5	5
2	100	Jabin	4.8	4
2	100	Jabin	7.6	6.5
2	100	Kanasin	3.8	5
2	100	Kanasin	3.4	3.5

2	100	Kanasin	4.6	4
2	100	Kanasin	4.3	5
2	100	Kanasin	3.7	5.5
2	100	Kanasin	3.5	5
2	100	Kanasin	3.7	5
2	100	Kanasin	3	5
2	100	Kanasin	3.4	5
2	100	Kanasin	3.1	5
2	100	Kanasin	3.3	5
2	100	Kaniste	6	4.5
2	100	kaniste	4.6	3.5
2	100	kaniste	5.7	5
2	100	katalox	3.2	4
2	100	Neco	3.2	3.5
2	100	Tastab	3.7	4.5
2	100	Ya'axnik	7.7	6.5
2	100	Ya'axnik	5.7	6.5
2	100	Ya'axnik	5.3	6.5
3	100	Akits	3.8	4
3	100	Akits	3.3	4
3	100	Akits	3.4	4
3	100	Akits	3.7	4
3	100	Akits	3.4	4
3	100	Akits	3.6	4
3	100	Akits	3.4	4
3	100	Akits	3.8	4
3	100	Chaca	6.6	3.5
3	100	Chaca	4.9	3.5
3	100	Chechem	4.2	4
3	100	Chechem	3.1	3.5
3	100	Euda	3.2	3.5
3	100	Euda	3	5
3	100	losp	3.5	4
3	100	losp	4.2	4.5
3	100	losp	3.3	4.5
3	100	losp	3.1	4.5
3	100	Ya'axnik	3.3	3.5
3	100	Ya'axnik	4.3	4
3	100	Ya'axnik	3.7	3
4	100	Akits	3	3
4	100	Boob	4.4	4

4	100	Chechem	5.5	4
4	100	Chechem	6.7	5
4	100	Croton niveus	3.1	3.5
4	100	Ts'i'ts'ilché	3.5	2.5
4	100	Kanasin	7.4	5.5
4	100	kanzin	3.6	4
4	100	Ya'axnik	3.8	3.5
4	100	Ya'axnik	3.5	3.5
4	100	Ya'axnik	4.9	3.5
5	100	Akits	7.8	6
5	100	Akits	3.6	4
5	100	Akits	6.5	4
5	100	Akits	7.2	6.5
5	100	Akits	6.8	5.5
5	100	Chaca	3.8	2
5	100	Chaca	8.2	6
5	100	Chaca	3.7	3.5
5	100	Chaknii	5.5	5
5	100	Chaknii	3.5	4
5	100	Chaknii	4.8	5.5
5	100	Chaknii	4.2	5
5	100	Chechem	4	4.5
5	100	Chechem	4.7	5
5	100	Chichbob	5.1	4
5	100	Dive	4	5
5	100	Ts'i'ts'ilché	3.3	4
5	100	Elemuy	4	3.5
5	100	Elemuy	3.4	3
5	100	Fipe	9.5	6
5	100	Flor mayo	4.9	5
5	100	Wayakté	3.9	4.5
5	100	Kanasin	7.8	5.5
5	100	Kanasin	5.2	5
5	100	Mahagua	4.3	2
5	100	Pa'sak	3.9	4
5	100	Xi'imché	3.1	3.5
5	100	Sak chakaj	4.3	4.5
5	100	Sak chakaj	7.5	6.5
5	100	Sapotillo	3.7	3.5
6	100	Akits	3	5
6	100	Boob	3,4	3.5

6	100	bBob	4	4.5
6	100	Chaca	4.4	3
6	100	Chaca	6.1	4.5
6	100	Chaca	3.4	3
6	100	Chaca	9	5.5
6	100	Chaca	4.8	4.5
6	100	Chaca	3.9	3.5
6	100	Chaca	9.1	6.5
6	100	Chaca	4.5	4
6	100	Chechem	6.9	5
6	100	Chichbob	3.7	4
6	100	Croton niveus	3.9	4
6	100	Croton niveus	3.7	4
6	100	Croton niveus	3.3	3.5
6	100	Croton niveus	3.3	3.5
6	100	Dicu o Silil	3.3	5
6	100	Ekulub	4.4	4
6	100	Eugenia	4.5	5
6	100	Fipe	4.4	4
6	100	Jabin	4.9	5.5
6	100	kanchunup	3.8	5.5
6	100	Mahagua	3.1	4
6	100	Naranja ché	3.7	4
6	100	Neco	3.5	4.5
6	100	Neco	6	5
6	100	Neco	3.6	4
6	100	Pacu	3.5	4
6	100	Tsalam	8.9	6.5
6	100	Xi'imché	3.5	4
6	100	Ya'axnik	7.6	5
6	100	Ya'axnik	6.6	6.5
6	100	Ya'axnik	3.5	5
6	100	Ya'axnik	3	4
6	100	Ya'axnik	4.4	5.5
6	100	Ya'axnik	4.9	4.5
6	100	Yayte	3.7	4
6	100	Yayte	3.7	3.5
6	100	Sakbob	3.5	3

Herbaceo

Parcela	Especie	Alt. Total (m)
1	Chechem	0.8
1	Chit	0.6
1	Cocoloba	0.5
1	Kanazin	0.5
1	Kanazin	0.7
1	Lengua de vaca	0.8
1	Randia	0.6
2	Chechem	0.4
2	Croton niveus	0.6
2	Euda	0.5
2	Kanazin	0.7
2	Pacu	0.8
2	Pacu	0.5
2	Randia	0.4
2	Sist	0.3
2	Sist	0.8
3	Euda	0.8
3	Eugenia	0.5
3	Samida	0.3
4	Chechem	0.5
4	Croton niveus	0.3
4	Kanchunup	0.2
4	Kitinché	0.4
4	Mahagua	0.4
4	Mahagua	0.3
4	Neco	0.5
4	Pacu	0.8
4	Dicu o Silil	0.8
5	Chechem	0.5
5	Nakax	0.3
5	Neco	0.4
5	Randia	0.9
5	Tulipán	0.4
6	Chechem	0.4
6	Neco	0.5
6	Randia	0.3
6	Randia	0.5
6	Sakbob	0.5
6	Ts'i'ts'ilché	0.3

Datos de campo del inventario forestal del Sistema Ambiental.

Arbóreo

Sitio	Area (m2)	No. CONSECUTIVO	NOMBRE	Diámetro (CM)	Altura Total (m)
9	500	1	Akum	11	4
9	500	2	Akum	12.1	6.5
9	500	3	Chechem	10.7	7
9	500	4	Chechem	12.1	7
9	500	5	Chechem	12.4	6.5
9	500	6	Alamo	11.2	5.5
9	500	7	Chaca	12.7	6
9	500	8	Chaca	12.1	6
9	500	9	Ekulub	10.3	5.5
9	500	10	Chaca	13.3	6.5
9	500	11	Katalox	12.8	6
10	500	1	Ya'axnik	12.5	7
10	500	2	Ya'axnik	26.7	8
10	500	3	Ya'axnik	18.5	7.5
10	500	4	Akits	19.8	5.5
10	500	5	Chechem	14.8	6
10	500	6	Ya'axnik	13.3	6
10	500	7	Jabin	22.8	8
10	500	8	Akits	14.2	6
10	500	9	Ya'axnik	10.1	5
13	500	1	Akits	10	6.5
13	500	2	Chechem	11.4	6.5
13	500	3	Chechem	14.5	7
13	500	4	Chechem	16.8	7.5
13	500	5	Fiob	14.8	6
13	500	6	Chechem	14.4	7
13	500	7	Wayam kox	14.1	5
13	500	8	Sak chakaj	10.5	5
13	500	9	Chechem	10.2	7
13	500	10	Chicozapote	41.9	11
13	500	11	Ya'axnik	10.4	7
13	500	12	Fiob	10.5	6.5
13	500	13	Chechem	11.9	7
13	500	14	Chechem	12.7	6.5
13	500	15	Chechem	15.9	7

13	500	16	Copal	10	5
13	500	17	Ya'axnik	10.6	7.5
13	500	18	Chechem	14	6
13	500	19	Chechem	10.3	6
13	500	20	Chechem	20.9	8
13	500	21	Chechem	12.8	8
13	500	22	Chechem	18.2	8.5
13	500	23	Chechem	15.1	8
13	500	24	Kanazin	11.1	7
13	500	25	Chechem	16	8
13	500	26	Chak yá	10	7
14	500	1	Chechem	11.9	7
14	500	2	Chicozapote	28.8	8
14	500	3	Chaca	10	6.5
14	500	4	Jabin	12.6	8
14	500	5	Chechem	11.2	6.5
14	500	6	Guaya	33.5	10
14	500	7	Chicozapote	49.2	11
14	500	8	Ekulub	10.2	6
14	500	9	Chicozapote	23.8	7.5
14	500	10	Jabin	12.1	6.5
14	500	11	Tsalam	12.6	7
14	500	12	Chechem	10.2	6
14	500	13	Ya'axnik	11.9	7.5
14	500	14	Ya'axnik	11.4	8
14	500	15	Ts'i'ts'ilché	21.1	8
14	500	16	Ya'axnik	13.9	7.5
14	500	17	Fipe	14.5	6.5
14	500	18	Chaca	10.9	6.5
15	500	1	Sak chakaj	12.1	5
15	500	2	Chaca	11.5	5
15	500	3	Chechem	28.7	8
15	500	4	Ya'axnik	11.4	7
15	500	5	Ya'axnik	13.8	8
15	500	6	Ya'axnik	15.8	8.5
15	500	7	Chechem	12.8	6
15	500	8	Chaca	12.1	7
15	500	9	Ya'axnik	16	9
15	500	10	Ya'axnik	11.4	8
15	500	11	Ya'axnik	11.7	8
15	500	12	Ya'axnik	10.6	8

15	500	13	Ya'axnik	13.3	7
15	500	14	Ya'axnik	10.6	7
15	500	15	Ya'axnik	15.3	7
15	500	16	Ya'axnik	11.2	7.5
15	500	17	Ya'axnik	14.7	7
15	500	18	Ya'axnik	26.4	9.5
15	500	19	Yayté	10.8	4.5
15	500	20	Ya'axnik	15.4	8.5
15	500	21	Ya'axnik	10.5	8
15	500	22	Tsalam	27.8	9
15	500	23	Guaya	24.5	10

Arbustivo

Parcela	Area (m2)	Nombre	Diámetro (CM)	Altura Total (m)
9	100	Akits	3.2	3.5
9	100	Alamo	4.6	4
9	100	Alamo	3.1	2.5
9	100	Alamo	3.8	4
9	100	Alamo	3.4	3.5
9	100	Boob	5.2	5
9	100	Boob	3.1	4
9	100	Boob	3.8	4
9	100	Boob	3	3.5
9	100	Chaca	3.2	4
9	100	Chaca	3.4	3.5
9	100	Chaca	5.1	4
9	100	Chaca	7.9	4.5
9	100	Chaca	6.6	4.5
9	100	Chaca	3.8	3.5
9	100	Chak yá	3.2	4
9	100	Chak yá	3	4
9	100	Chak yá	4.2	4.5
9	100	Chak yá	4.9	4.5
9	100	Chaknii	3.9	4
9	100	Chechem	6.6	4.5
9	100	Chechem	4.9	5
9	100	Chicozapote	4.1	4
9	100	Dive	4.8	4
9	100	Dive	3	4
9	100	Dive	3.1	4

9	100	Dive	3.2	4
9	100	Dive	3.9	5
9	100	Dive	3.2	4
9	100	Ekulub	8.9	5
9	100	K'atal oox	3.7	4
9	100	K'atal oox	5.8	5
9	100	K'atal oox	5.7	5.5
9	100	K'atal oox	3.3	4.5
9	100	K'atal oox	3.4	4
10	100	Akits	8.1	4.5
10	100	Alamo	4	4
10	100	Alamo	4.6	4
10	100	Alamo	5.4	4.5
10	100	Boob	3.4	3.5
10	100	Boob	4.9	4
10	100	Chaca	5.9	4
10	100	Chaca	8.2	5
10	100	Chaca	8.7	5
10	100	Chaknii	4.7	3.5
10	100	Chechem	9.4	5.5
10	100	Chechem	4	4
10	100	Chechem	3.1	3.5
10	100	Chechem	4.4	4.5
10	100	Chicozapote	3.4	3.5
10	100	Cocoloba	8.7	4.5
10	100	Ekulub	5.2	4
10	100	Ekulub	3	3.5
10	100	Ekulub	4.4	4
10	100	Euda	3.5	3.5
10	100	Guayabillo	4.7	4.5
10	100	Jabin	7.3	5
10	100	Kanazín	3.3	4
10	100	Kanchunup	5.2	5.5
10	100	Neco	3.2	4
10	100	Sapindacia	3.3	3.5
10	100	Sapindacia	3.4	3.5
10	100	Sapindacia	3.7	3
10	100	Yaaxnik	3.6	3.5
10	100	Ya'axnik	3	3
10	100	Ya'axnik	4.5	4.5
10	100	Ya'axnik	4.1	4.5

10	100	Ya'axnik	6.9	4
10	100	Ya'axnik	4.5	5.5
10	100	Ya'axnik	3.5	4
10	100	Ya'axnik	3.4	3.5
10	100	Ya'axnik	3.8	4.5
10	100	Yayté	3.1	3.5
10	100	Yayté	3.9	3.5
11	100	Akits	5.4	3.5
11	100	Akits	3.4	3.5
11	100	Akits	3.5	3
11	100	Akits	3	3
11	100	Akits	3.7	3
11	100	Alamo	3	3
11	100	Chechem	3.7	3.5
11	100	Hoja dura	3.4	3
11	100	Subin	3.5	3.5
11	100	Subin	3	3.5
11	100	Subin	3	3.5
11	100	Subin	3.1	4
11	100	Subin	3.4	4
13	100	Akits	9.6	5
13	100	Akits	4.8	3.5
13	100	Akits	3.5	4.5
13	100	Akits	9.5	6.5
13	100	Boob	8.8	6.5
13	100	Chaca	8.7	5
13	100	Chaca	9.5	6.5
13	100	Chak yá	4.2	5
13	100	Chechem	9.8	6.5
13	100	Chit	7	4.5
13	100	Chit	5.2	2.5
13	100	Dicu	3.3	5
13	100	Dive	4.4	5.5
13	100	Ekulub	6.8	3.5
13	100	Ekulub	3	4.5
13	100	Uvasché	5.8	4.5
13	100	Sakbob	6.4	4
13	100	Sakbob	5.7	6.5
13	100	Sist	3	3
13	100	Sist	3	4
13	100	Sist	3.3	3.5

13	100	Sist	3.1	3.5
13	100	Wayakté	3	4.5
13	100	Ya'axnik	4.5	4
13	100	Ya'axnik	3.5	3.5
13	100	Yayté	6.5	5.5
13	100	Yayté	3.3	3
13	100	Yayté	4.7	4.5
14	100	Akits	3.9	5
14	100	Akits	5	5
14	100	Chaca	9.2	4.5
14	100	Chaca	4.5	5.5
14	100	Chaca	5.7	5.5
14	100	Chaknii	7	5.5
14	100	Chichbob	5.9	5.5
14	100	Chit	6.9	2.5
14	100	Chit	7.1	4
14	100	Coac	7	6
14	100	Coac	9.4	6.5
14	100	Croton niveus	4.4	5
14	100	Croton niveus	3.8	4.5
14	100	Dicu	3.6	5.5
14	100	Ekulub	3.4	3.5
14	100	Ekulub	3.6	4
14	100	Elemuy	4.1	3.5
14	100	Eugenia	4.8	5.5
14	100	Jabin	3.2	4.5
14	100	Jabin	3.8	5.5
14	100	kanchunup	4.1	5.5
14	100	kanchunup	4.7	5.5
14	100	Nacax	3.7	3
14	100	Pacu	3	4
14	100	Pincha huevo	3.3	3
14	100	Pincha huevo	3.9	4
14	100	Randia	3.4	3.5
14	100	Siricote	4.5	5
14	100	Tatsi	3.5	4
14	100	Tsalam	4.9	4
14	100	Tsalam	4.8	4
14	100	Ts'i'ts'ilché	4.5	5.5
14	100	Ts'i'ts'ilché	3.6	4
14	100	Wayakté	3.4	4

14	100	Xi'imché	4.2	4
14	100	Xi'imché	4.1	3.5
14	100	Ya'axnik	3.6	5
14	100	Yayté	3.9	4.5
14	100	Yayté	3.7	4
15	100	Chaca	7.4	4
15	100	Chaca	7	4.5
15	100	Chaca	6.2	4
15	100	Chaca	3.8	4
15	100	Chaknii	4	5
15	100	Chaknii	3.6	5.5
15	100	Chechem	4.2	4
15	100	Chechem	5	4.5
15	100	Chicozapote	6.7	6
15	100	Coac	5	4.5
15	100	Coac	7.4	5
15	100	Croton niveus	5.8	4.5
15	100	Dicu	3	5
15	100	Dicu	3.4	5.5
15	100	Dicu	3.6	5
15	100	Dicu	4.2	5.5
15	100	Elemuy	4.2	4
15	100	Elemuy	3	4
15	100	Jabin	6	6
15	100	Neco	3.6	4.5
15	100	Neco	3.2	4
15	100	Neco	4	4
15	100	Neco	3.5	4.5
15	100	Neco	4.4	4
15	100	Uvasché	4.6	4
15	100	Sak chakaj	3	3.5
15	100	Sak chakaj	5.2	5
15	100	Sak chakaj	3.2	4
15	100	Subin	5.1	6
15	100	Subin	5.2	6
15	100	Subin	4.1	4.5
15	100	Subin	1	5.5
15	100	Subin	3.8	4
15	100	Tastab	4.4	5
15	100	Tastab	3	4.5
15	100	Wayakté	3.1	3.5

15	100	Ya'axnik	5.3	5.5
15	100	Yayté	3.9	4.5
15	100	Yayté	3.5	4
15	100	Yayté	3.2	4
15	100	Yayté	4.3	4.5
15	100	Yayté	4.9	4.5
15	100	Yayté	4.7	4.5

Herbáceo

Parcela	Especie	Altura Total (m)
9	Chit	0.5
9	Chit	0.6
9	Guaya	0.5
9	Katalox	0.4
9	Lengua de vaca	0.5
9	Randia	0.6
9	Sist	0.5
10	Akits	0.6
10	Álamo	0.5
10	Álamo	0.7
10	Chit	0.8
10	Dicu	0.6
10	Kanazin	0.8
10	Mahagua	0.5
10	Sist	0.8
11	Álamo	0.5
11	Lengua de vaca	0.3
11	Neco	0.8
11	Randia	0.5
11	Subín	0.8
11	Ts'i'ts'ilché	0.6
13	Chit	0.4
13	Eugenia	0.4
13	Granadillo	0.8
13	Kanazin	0.5
13	Randia	0.3
13	Sist	0.5
13	Tulipán	0.4
13	Xiat	0.3
14	Ekulub	0.4

14	Guaya	0.5
14	Katalox	0.3
14	Neco	0.8
14	Palo gas	0.3
14	Sist	0.8
15	Café	0.2
15	Chechem	0.4
15	Chicozapote	0.3
15	Chit	0.8
15	Guaya	0.5
15	Jabín	0.8
15	Mahagua	0.4
15	Neco	0.4
15	Subín	0.3