





# ÍNDICE

<b>I</b>	<b>DATOS GENERALES DEL PROYECTO Y DEL PROMOVENTE .....</b>	<b>I-1</b>
I.1	NOMBRE DEL PROYECTO.....	I-1
I.2	NOMBRE O RAZÓN SOCIAL DEL PROMOVENTE .....	I-1
I.3	UBICACIÓN (DIRECCIÓN) DEL PROMOVENTE .....	I-1
I.4	SUPERFICIE SOLICITADA DE CAMBIO DE USO DE SUELO Y TIPO DE VEGETACIÓN FORESTAL .....	I-1
I.5	DURACIÓN DEL PROYECTO .....	I-1
<b>II</b>	<b>USOS QUE SE PRETENDAN DAR AL TERRENO .....</b>	<b>II-1</b>
II.1	OBJETIVO DEL PROYECTO.....	II-1
II.2	NATURALEZA DEL PROYECTO .....	II-1
II.2.1	<i>Diseño general del proyecto</i> .....	II-5
II.2.2	<i>Áreas de donación</i> .....	II-6
II.2.3	<i>Diseño general de las cerradas tipo</i> .....	II-7
II.3	JUSTIFICAR POR QUÉ LOS TERRENOS SON APROPIADOS AL NUEVO USO.....	II-8
II.3.1	<i>Criterios técnicos</i> .....	II-8
II.3.2	<i>Criterios ambientales</i> .....	II-9
II.4	PROGRAMA DE TRABAJO .....	II-10
<b>III</b>	<b>UBICACIÓN Y SUPERFICIE DEL PREDIO Y DELIMITACIÓN DEL CAMBIO DE USOS DE SUELO .....</b>	<b>III-1</b>
III.1	UBICACIÓN DEL PREDIO O CONJUNTO DE PREDIOS DONDE SE UBICA EL PROYECTO .....	III-1
III.2	REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE LA UBICACIÓN GEOGRÁFICA Y GEOPOLÍTICA .....	III-2
III.3	UBICACIÓN Y DELIMITACIÓN FÍSICA DE LA SUPERFICIE DEL PROYECTO.....	III-3
III.4	INDICAR SI EL PROYECTO SE UBICA DENTRO DE ALGUNA MODALIDAD DE ÁREA NATURAL PROTEGIDA (ANP).....	III-6
<b>IV</b>	<b>DESCRIPCIÓN DE LOS ELEMENTOS FÍSICOS Y BIOLÓGICOS DE LA CUENCA HIDROLÓGICO-FORESTAL EN DONDE SE UBIQUE EL PREDIO.....</b>	<b>IV-1</b>
IV.1	DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO DONDE PRETENDE ESTABLECERSE EL PROYECTO .....	IV-1
IV.2	CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DE LA CUENCA HIDROLÓGICO-FORESTAL .....	IV-4
IV.2.1	<i>Caracterización y análisis retrospectivo de la calidad ambiental del sistema ambiental de la cuenca</i> .....	IV-4
IV.2.2	<i>Medio físico</i> .....	IV-6
IV.2.3	<i>Medio biológico</i> .....	IV-18
<b>V</b>	<b>DESCRIPCIÓN DE LAS CONDICIONES DEL PREDIO QUE INCLUYA LAS FINES A QUE ESTE DESTINADO, CLIMA, TIPO DE SUELO, PENDIENTE MEDIA, RELIEVE, HIDROGRAFÍA Y TIPOS DE VEGETACIÓN Y FAUNA .....</b>	<b>V-1</b>
V.1	CLIMA.....	V-1
V.2	SUELO .....	V-2
V.3	PENDIENTE MEDIA .....	V-13
V.4	HIDROGRAFÍA.....	V-14
V.5	TIPOS DE VEGETACIÓN .....	V-16
V.5.1	<i>Metodología</i> .....	V-16
V.5.2	<i>Riqueza de especies</i> .....	V-18
V.5.3	<i>Abundancia relativa</i> .....	V-26
V.5.4	<i>Índices de diversidad</i> .....	V-31
V.5.5	<i>Índice de valor de importancia</i> .....	V-44
V.5.6	<i>Estado de conservación del predio</i> .....	V-53
V.5.7	<i>Análisis comparativo con la microcuenca</i> .....	V-55
V.6	FAUNA .....	V-56
V.6.1	<i>Métodos de muestreo</i> .....	V-56
V.6.2	<i>Resultados</i> .....	V-57
<b>VI</b>	<b>ESTIMACIÓN DEL VOLUMEN POR ESPECIE DE LAS MATERIAS PRIMAS FORESTALES DERIVADAS DEL CAMBIO DE USO DE SUELO.....</b>	<b>VI-1</b>

VI.1	METODOLOGÍA .....	VI-1
VI.2	RESULTADOS .....	VI-9
VI.2.1	<i>Estimación del tamaño de muestra</i> .....	VI-9
VI.2.2	<i>Diversidad arbórea</i> .....	VI-9
VI.2.3	<i>Variables dasométricas</i> .....	VI-10
VI.2.4	<i>Confiabilidad de la estimación</i> .....	VI-14
<b>VII</b>	<b>PLAZO Y FORMA DE EJECUCIÓN DEL CAMBIO DE USO DE SUELO .....</b>	<b>VII-1</b>
<b>VIII</b>	<b>VEGETACIÓN QUE DEBA RESPETARSE O ESTABLECERSE PARA PROTEGER LAS TIERRAS FRÁGILES</b>	
	<b>VIII-1</b>	
<b>IX</b>	<b>I IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES.....</b>	<b>IX-1</b>
IX.1	IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS .....	IX-1
IX.1.1	<i>Identificación de las acciones que pueden causar impactos al ambiente</i> .....	IX-1
IX.1.2	<i>Identificación de los factores ambientales del entorno susceptibles a recibir impactos</i> .....	IX-2
IX.1.3	<i>Identificación de impactos</i> .....	IX-4
IX.2	CARACTERIZACIÓN DE LOS IMPACTOS.....	IX-6
IX.3	VALORACIÓN DE LOS IMPACTOS .....	IX-21
IX.4	CONCLUSIONES.....	IX-24
<b>X</b>	<b>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 .....</b>	<b>X-1</b>
X.1	DESCRIPCIÓN DE LAS MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN .....	X-1
X.1.1	<i>Medida: Verificación y mantenimiento de maquinaria y equipo de transporte</i> .....	X-2
X.1.2	<i>Medida: Evitar el uso de fuego como método de desmonte</i> .....	X-3
X.1.3	<i>Medida: Rescate de Flora</i> .....	X-4
X.1.4	<i>Medida: Rescate y protección de Fauna</i> .....	X-5
X.1.5	<i>Medida: Establecimiento de una zona permeable</i> .....	X-7
X.1.6	<i>Medida: Evitar el uso de químicos como método de desmonte</i> .....	X-8
X.1.7	<i>Medida: Manejo adecuado de residuos</i> .....	X-9
X.1.8	<i>Medida: Evitar el uso de químicos como método de desmonte</i> .....	X-13
X.1.9	<i>Medida: Aprovechamiento del material de desmonte y despalme</i> .....	X-13
X.1.10	<i>Medida: Establecimiento de un drenaje pluvial separado del drenaje sanitario</i> .....	X-15
X.1.11	<i>Medida: Establecimiento de áreas de conectividad con la selva</i> .....	X-16
X.1.12	<i>Medida: Conexión al drenaje municipal</i> .....	X-17
X.1.13	<i>Medida: Uso de letrinas portátiles</i> .....	X-18
X.2	IMPACTOS RESIDUALES.....	X-19
X.3	DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL ESCENARIO SIN PROYECTO.....	X-21
X.4	DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL ESCENARIO CON PROYECTO .....	X-22
X.5	DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL ESCENARIO CONSIDERANDO LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN.....	X-26
X.6	PRONÓSTICO AMBIENTAL .....	X-26
X.7	PROGRAMA DE MANEJO AMBIENTAL .....	X-28
X.8	SEGUIMIENTO Y CONTROL .....	X-30
<b>XI</b>	<b>SERVICIOS AMBIENTALES QUE PUDIERAN PONERSE EN RIESGO POR EL CAMBIO DE USO DE SUELO PROPUESTO .....</b>	<b>XI-1</b>
XI.1	PROVISIÓN DE AGUA EN CALIDAD Y CANTIDAD.....	XI-1
XI.2	CAPTURA DE CARBONO .....	XI-2
XI.3	GENERACIÓN DE OXIGENO.....	XI-6
XI.4	AMORTIGUAMIENTO DEL IMPACTO DE LOS FENÓMENOS NATURALES .....	XI-7
XI.5	MODULACIÓN O REGULACIÓN CLIMÁTICA .....	XI-8
XI.6	PROTECCIÓN DE LA BIODIVERSIDAD, ECOSISTEMAS Y FORMAS DE VIDA .....	XI-9
XI.7	PROTECCIÓN Y RECUPERACIÓN DE SUELOS .....	XI-11
XI.8	PAISAJE Y RECREACIÓN.....	XI-12
XI.9	DIAGNÓSTICO AMBIENTAL .....	XI-16

<b>XII</b>	<b>JUSTIFICACIÓN TÉCNICA, ECONÓMICA Y SOCIAL QUE MOTIVE LA AUTORIZACIÓN EXCEPCIONAL DEL CAMBIO DE USO DE SUELO .....</b>	<b>XII-1</b>
XII.1	JUSTIFICACIÓN TÉCNICA .....	XII-1
XII.1.1	<i>No se compromete la biodiversidad .....</i>	XII-1
XII.1.2	<i>No se provoca la erosión de los suelos .....</i>	XII-4
XII.1.3	<i>No provocará el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación .....</i>	XII-5
XII.1.4	<i>El uso propuesto es más productivo a largo plazo .....</i>	XII-7
XII.2	JUSTIFICACIÓN SOCIAL .....	XII-7
<b>XIII</b>	<b>DATOS DE INSCRIPCIÓN EN EL REGISTRO DE LA PERSONA QUE HAYA FORMULADO EL ESTUDIO Y EN SU CASO DEL RESPONSABLE DE DIRIGIR LA EJECUCIÓN.....</b>	<b>XIII-1</b>
XIII.1	RESPONSABLE TÉCNICO.....	XIII-1
XIII.2	REGISTRO FEDERAL DE CAUSANETE, CURP Y CÉDULA PROFESIONAL DEL RESPONSABLE TÉCNICO .....	XIII-1
XIII.3	NÚMERO DE INSCRIPCIÓN EN EL REGISTRO FORESTAL NACIONAL.....	XIII-1
XIII.4	DOMICILIO PARA OIR Y RECIBIR NOTIFICACIONES.....	XIII-1
<b>XIV</b>	<b>VINCULACIÓN Y APLICACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y, EN SU CASO, CON LA REGULACIÓN SOBRE USO DEL SUELO .....</b>	<b>XIV-1</b>
XIV.1	PLANES DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO DEL TERRITORIO (POET).....	XIV-1
XIV.1.1	<i>Criterios generales.....</i>	XIV-4
XIV.1.2	<i>Criterios específicos .....</i>	XIV-14
XIV.2	DECRETOS Y PROGRAMAS DE CONSERVACIÓN Y MANEJO DE LAS ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS .....	XIV-29
XIV.3	NORMAS OFICIALES MEXICANAS.....	XIV-30
XIV.3.1	<i>Norma Oficial Mexicana NOM-045-SEMARNAT-2006, Protección ambiental.....</i>	XIV-30
XIV.3.2	<i>Norma Oficial Mexicana NOM-041-SEMARNAT-2015 .....</i>	XIV-30
XIV.3.3	<i>Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 .....</i>	XIV-30
XIV.3.4	<i>Norma Oficial Mexicana NOM-080-SEMARNAT-1994 .....</i>	XIV-32
XIV.3.5	<i>Norma Oficial Mexicana NOM-161-SEMARNAT-2011 .....</i>	XIV-32
XIV.4	PLANES O PROGRAMAS DE DESARROLLO URBANO (PDU).....	XIV-32
XIV.5	OTROS INSTRUMENTOS A CONSIDERAR .....	XIV-40
XIV.5.1	<i>Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente .....</i>	XIV-40
XIV.5.2	<i>Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente .....</i>	XIV-41
XIV.5.3	<i>Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable .....</i>	XIV-42
XIV.5.4	<i>Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable .....</i>	XIV-43
XIV.5.5	<i>Ley para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos .....</i>	XIV-44
XIV.5.6	<i>Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos XIV-46</i>	
XIV.5.7	<i>Ley del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente del Estado de Quintana Roo ...</i>	XIV-46
XIV.5.8	<i>Ley para la Prevención y Gestión Integral de Residuos del Estado de Quintana Roo. XIV-47</i>	
XIV.5.9	<i>Regiones prioritarias .....</i>	XIV-49
XIV.5.10	<i>Región Hidrológica Prioritaria 105 Corredor Cancún - Tulum.....</i>	XIV-49
XIV.5.11	<i>Región Marina Prioritaria .....</i>	XIV-52
XIV.5.12	<i>Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAS) en México. ....</i>	XIV-54
<b>XV</b>	<b>ESTIMACIÓN ECONÓMICA DE LOS RECURSOS BIOLÓGICOS FORESTALES DEL ÁREA SUJETA AL CAMBIO DE USO DE SUELO .....</b>	<b>XV-1</b>
XV.1	VALOR ECONÓMICO DE LOS RECURSOS FORESTALES DEL ÁREA DE CAMBIO DE USO DE SUELO .....	XV-1
XV.2	VALOR ECONÓMICO DE LAS ESPECIES DE FAUNA SILVESTRES ASOCIADAS A LA SUPERFICIE DE CAMBIO DE USO DE SUELO .....	XV-3
<b>XVI</b>	<b>ESTIMACIÓN DEL COSTO DE LAS ACTIVIDADES DE RESTAURACIÓN CON MOTIVO DEL CAMBIO DE USO DE SUELO.....</b>	<b>XVI-1</b>
<b>XVII</b>	<b>IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN SEÑALADA EN LAS FRACCIONES ANTERIORES .....</b>	<b>XVII-5</b>

XVII.1	BIBLIOGRAFÍA .....	XVII-5
XVII.2	CARTOGRAFÍA .....	XVII-11
XVII.3	FOTOGRAFÍAS.....	XVII-12
XVII.4	ANEXOS .....	XVII-15
XVII.4.1	<i>Metodología de evaluación de impactos ambientales.....</i>	<i>XVII-15</i>
XVII.5	PROGRAMAS DE ACTIVIDADES .....	XVII-27
XVII.5.1	<i>Programa general calendarizado del proyecto .....</i>	<i>XVII-27</i>
XVII.5.2	<i>Programa de las actividades de cambio de uso del suelo.....</i>	<i>XVII-27</i>

# I DATOS GENERALES DEL PROYECTO Y DEL PROMOVENTE

---

## I.1 NOMBRE DEL PROYECTO

El proyecto para el cual se solicita el cambio de uso de suelo en terrenos forestales tiene por nombre “**Residencial Civitas**”.

## I.2 NOMBRE O RAZÓN SOCIAL DEL PROMOVENTE

DESARROLLADORA SOMISON S.A.P.I. DE C.V.

## I.3 UBICACIÓN (DIRECCIÓN) DEL PROMOVENTE

Av. Nachi Cocom Mza 28, Lote 1, Int. C-137 PH, SM 50, Cancún, Benito Juárez, Quintana Roo, C.P. 77533.

Teléfono de oficina: (998) 282 30 31, e-mail: [lgarrido@desarrolladoragb.com](mailto:lgarrido@desarrolladoragb.com)

## I.4 SUPERFICIE SOLICITADA DE CAMBIO DE USO DE SUELO Y TIPO DE VEGETACIÓN FORESTAL

La superficie solicitada para el cambio de uso de suelo es de 43.37 ha, equivalentes al 100% de la superficie total del predio.

## I.5 DURACIÓN DEL PROYECTO

Se estima que la vida útil del proyecto será de 80 años





## II USOS QUE SE PRETENDAN DAR AL TERRENO

---

### II.1 OBJETIVO DEL PROYECTO

El objetivo del proyecto Residencial Civitas, es ofertar en el mercado inmobiliario un desarrollo de vivienda de interés social cuya planeación y formulación permita ofrecer una mejor calidad de vida y un excelente foco de desarrollo urbano en total respeto de la legislación aplicable y bajo el paradigma de desarrollo sustentable. Dicho desarrollo inmobiliario se pretende establecer en el Municipio de Puerto Morelos, Quintana Roo, y además de las viviendas de interés social contará con unidades comerciales.

Dadas las necesidades del establecimiento del proyecto Residencial Civitas, requiere la autorización para el cambio de uso de suelo en terrenos forestales (CUSTF) de 43.37 hectáreas distribuidas en cuatro lotes, de los cuales tres conforman la Fase 1 (Lotes 1-02, 1-46 y 1-47 con 6.16 ha) y un solo conforma la Fase 2 (Lote 1-07 de 37.21 ha) en cada uno de los cuales se pretende el desarrollo posterior de un fraccionamiento habitacional.

El predio está regulado por el Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Benito Juárez, Quintana Roo y por el Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Puerto Morelos (PDU-PM) y de acuerdo con ambos instrumentos el desarrollo de un fraccionamiento habitacional es un uso permitido, de manera tal que se trata de un desarrollo congruente con los instrumentos de política ambiental y urbana.

La superficie de aprovechamiento estará destinada al uso de suelo urbano, y en particular al uso habitacional y comercial, de acuerdo con el Programa de Desarrollo Urbano aplicable. Sin embargo, es importante aclarar que el proyecto, sólo implica el cambio de uso de suelo en terrenos forestales, a través de la remoción de vegetación forestal, misma que debe ser evaluada por la Federación, a través de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales; por lo tanto, lo concerniente a la etapa constructiva del proyecto, o en su caso, al desarrollo del conjunto habitacional con la construcción de viviendas, será sometido a evaluación ante la autoridad competente, que para tal efecto, corresponde al Gobierno Estatal a través del Instituto de Impacto y Riesgo Ambiental (INIRA).

### II.2 NATURALEZA DEL PROYECTO

El proyecto Residencial Civitas surge principalmente por la necesidad de cubrir la demanda de vivienda en la región, la cual ha tenido un incremento después de la crisis del 2009, sobre todo porque dicho incremento se encuentra estrechamente ligado a la

oferta de empleo derivada del crecimiento turístico-hotelero. De acuerdo con el PDU-PM, para el año 2025 se espera un incremento de la población de Puerto Morelos de 12,639 habitantes, esto principalmente debido a que su ubicación representa un punto intermedio entre los nodos económicos más importantes del Norte del Estado de Quintana Roo. Además, la reciente creación del Municipio de Puerto Morelos representa otro elemento que consolida aún más la demanda de equipamiento y servicios en la zona.

El proyecto "Residencial Civitas" consiste en la construcción de un fraccionamiento habitacional conformado en total por 1,862 viviendas comprendidas en dos fases. La Fase 1 se localiza en los lotes 1-02, 1-46 y 1-47 e incluye 246 viviendas, mientras que la Fase 2 se localiza en el lote 1-07 e incluye 1,616 viviendas. Los usos de suelo planeados para las fases en comento son los siguientes:

- Uso habitacional para viviendas de tipo horizontal
- Uso habitacional para viviendas de tipo vertical
- Uso habitacional-comercial mixto de tipo vertical
- Uso de equipamiento privado para dotar al proyecto de los servicios necesarios para la comunidad
- Uso de donación, conforme y en cumplimiento de la Ley de Fraccionamientos
- Vialidades públicas y privadas

En el **Cuadro 1** se presentan los usos de suelo para la Fase 1 del proyecto y la superficie que estos ocupan en el predio.

*Cuadro 1. Usos de suelo en la Fase 1 del proyecto Residencial Civitas.*

Uso del Suelo con condominios	Lotes	Superficie (ha)	%
Habitacional vertical	6	1.61	26.14%
Habitacional horizontal	8	1.25	20.31%
Equipamiento privado	4	0.03	0.49%
Comercial	1	0.08	1.35%
Área de Donación	16	0.96	15.58%
Vialidad pública	1	2.23	36.14%
<b>Total</b>	<b>36</b>	<b>6.16</b>	<b>100.00%</b>

En el **Cuadro 2** se presentan los usos de suelo para la Fase 2 del proyecto y la superficie que estos ocupan en el predio.

*Cuadro 2. Usos de suelo en la Fase 2 del proyecto Residencial Civitas.*

Uso del Suelo con condominios	Lotes	Superficie (ha)	%
Habitacional vertical	14	6.7	18.03%
Habitacional vertical mixto comercial	1	0.35	0.93%
Habitacional horizontal (4.65 x 19.5)	23	6.46	17.36%
Habitacional horizontal (6x19.5)	14	3.19	8.56
Comercial	3	2.08	5.59%
Área de Donación en lotes	78	3.15	8.45%
Área de donación en lotes en vialidades excedente de los 32 ml Art. 31 Ley de Fraccionamientos del Estado.		0.58	1.56%
Equipamiento privado	13	1.77	4.75%
Vialidad pública	1	12.93	34.76
<b>Total</b>	<b>147</b>	<b>37.21</b>	<b>100.00%</b>

Como se mencionó anteriormente el proyecto contempla la construcción de 246 viviendas en la Fase 1, y 1,616 en la Fase 2, para un total de 1,862 viviendas. En el **Cuadro 3** se señala la cantidad de viviendas proyectadas por tipo las Fases 1 y 2 del desarrollo.

*Cuadro 3. Viviendas contempladas en ambas fases del proyecto Residencial Civitas.*

FASE	LOTES	VIVIENDAS
FASE 1	Viviendas en lotes de 4.65 x 19	61
	Viviendas en lotes de 6.00 x 19	59
	Cond. Vertical	126
	<b>No. Total de viviendas</b>	<b>246</b>
	<b>Densidad (viv/ha)</b>	<b>40</b>
	<b>No. de viviendas máximas en el lote</b>	<b>246</b>
FASE 2	Condominio vertical prototipo 1	462
	Lotes en condominio de 4.65 x 19.5 (prototipo 2)	675
	Condominio vertical (prototipo 3)	132
	Lotes en condominio de 6.0 x 19.5 prototipo 4	242
	Condominio vertical prototipo 5	84
	Condominio vertical prototipo 6	21
	<b>No. Total de viviendas</b>	<b>1616</b>
	<b>Densidad (viv/ha)</b>	<b>43.43</b>
<b>No. de viviendas máximas en el lote</b>	<b>1616</b>	

El número de viviendas en cada lote para la Fase 1 del proyecto se presenta en la **Figura 1**

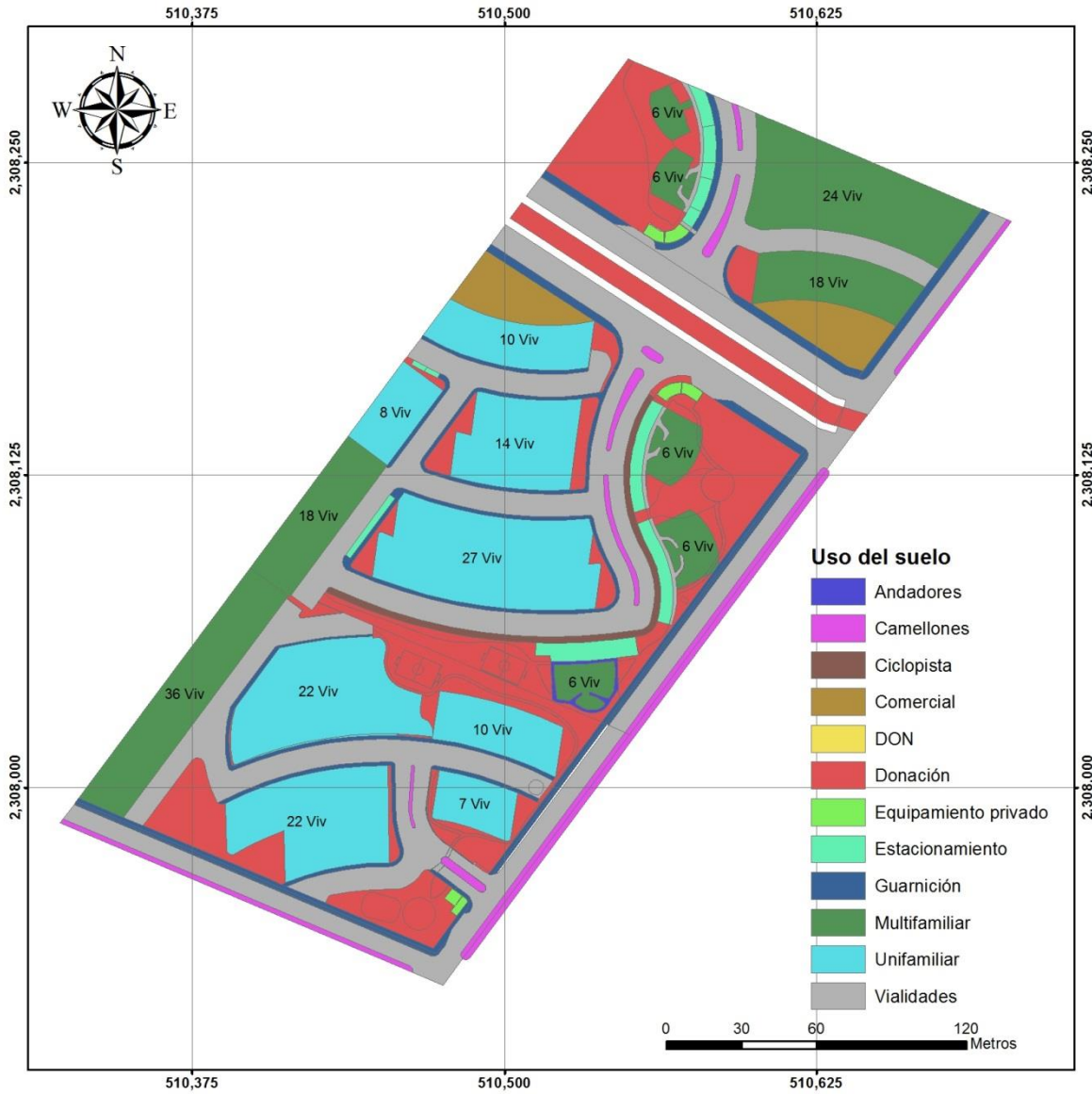


Figura 1. Cantidad de viviendas por lote en la Fase 1 del Proyecto

Por otra parte, la cantidad de viviendas en cada lote para la Fase 2 del proyecto se presenta en la **Figura 2**

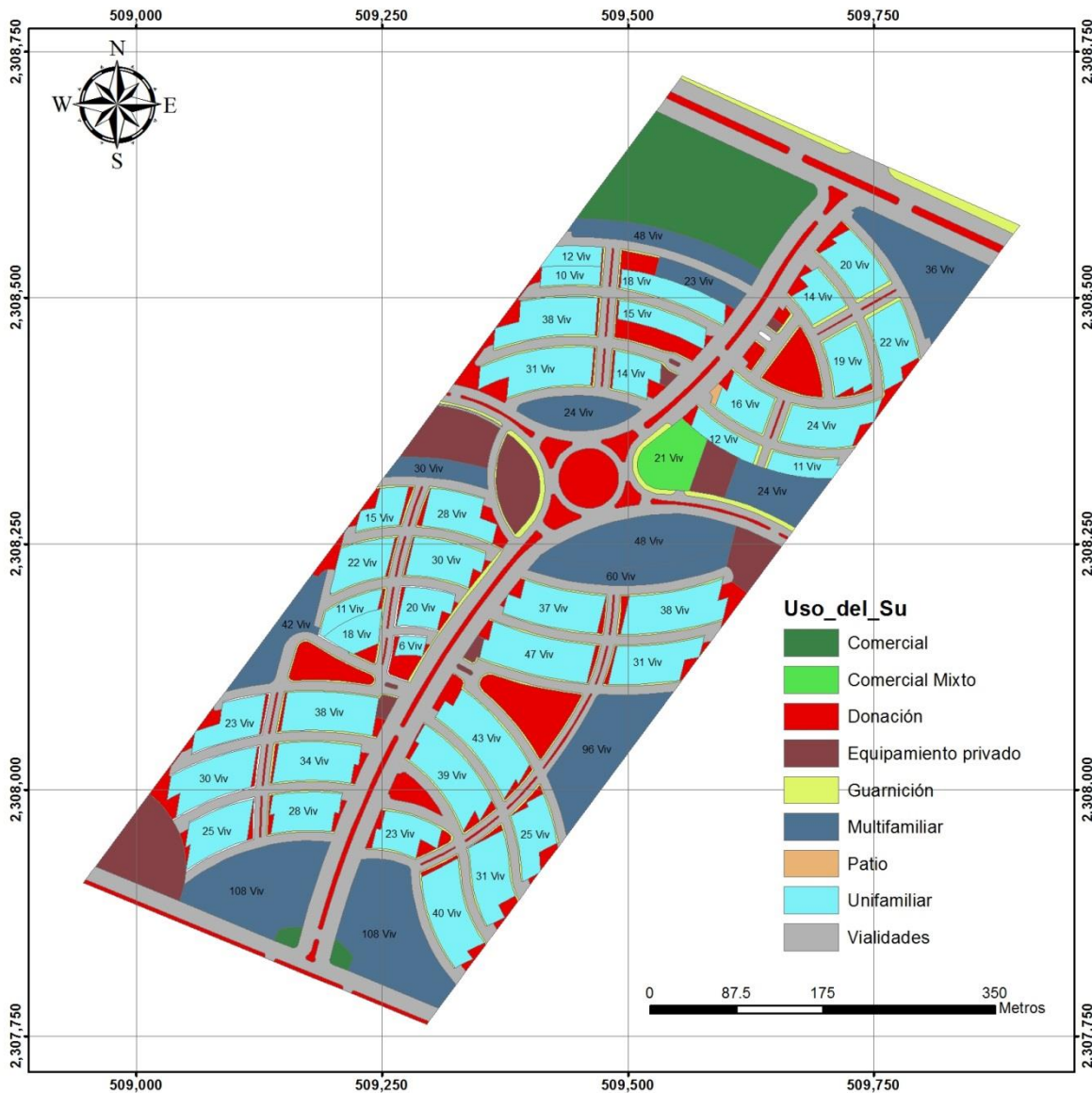


Figura 2. Cantidad de viviendas por lote en la Fase 2 del Proyecto

### II.2.1 Diseño general del proyecto

El diseño general del proyecto es un diseño orgánico finalizado a crear un ambiente urbano amigable con las personas que lo vivirán. Uno de los objetivos principales es la integración con la vegetación existente y la dotación de muchas áreas verdes distribuidas dentro de todo el desarrollo, de manera jerárquica y estratégicas para que sea accesible a todos los residentes.

Las vialidades principales siempre cuentan con amplios camellones, ciclopistas a los lados, banquetas anchas y aéreas verdes que sirven para crear sombra, vista y generar un ambiente integrado.

La Fase 1 se compone de tres cerradas, y zonas de equipamiento para servicios comerciales a lo largo de la avenida del derecho de vía de la línea de transmisión de CFE, que por su amplitud de 40 m, puede tener una vocación comercial.

La Fase 2, se desarrolla con dos ejes principales, dos vialidades que cruzan en terreno en dirección norte-sur y este-oeste. En el cruce de estos dos ejes, se ubica el centro urbano del conjunto con un gran parque central y zonas de equipamiento a los lados, donde se desarrollarán: una iglesia, áreas de equipamiento deportivo y de esparcimiento y servicios comerciales.

Los dos ejes también dividen el proyecto en 4 sectores, cada uno de ellos con un ingreso controlado para garantizar la seguridad de los residentes. En el sector noroeste, en colindancia con la vialidad de 40 m, donde se ubican las torres de la CFE, se ha destinado un lote de 1.9 has para una zona comercial que tenga el espacio suficiente para realizar todos los servicios comerciales y de servicios necesarios para la comunidad.

En los 4 sectores antes mencionados, dentro de un concepto de diseño urbano totalmente orgánico se desarrollan 4 cerradas con acceso controlado para los lotes destinados a uso habitacional horizontal y vertical.

En cada cerrada se localizan varios lotes destinados a áreas verdes de distinto tamaño y jerarquía para todos los habitantes del sector. Las áreas verdes más grandes se establecerán para las zonas centrales y para cada sub-zona dentro del mismo sector, se establecerán las áreas verdes más pequeños y cercanos.

## II.2.2 Áreas de donación

En el **Cuadro 4** se señalan los aspectos considerados en el cálculo de las áreas de donación correspondientes a la Fase 1 de conformidad con lo establecido en la Ley de Fraccionamientos del Estado de Quintana Roo y con información del proyecto proporcionada por el cliente.

*Cuadro 4. Cálculo de las áreas de donación de la Fase 1 del proyecto.*

Calculo del área de Donación	Superficie (ha)	%
<b>Área total</b>	<b>6.16</b>	<b>100.00%</b>
Área vialidad	2.23	36.14%
<b>Área neta (Área total- Área vialidad)</b>	3.93	<b>63.86%</b>
Donación de Ley de fraccionamientos	0.59	15.00%
<b>Donación proyecto</b>	0.96	<b>24.39%</b>
<b>Donación Excedente</b>	<b>0.38</b>	9.39%

En el **Cuadro 5** se señalan los aspectos considerados en el cálculo de las áreas de donación correspondientes a la Fase 2 de conformidad con lo establecido en la Ley de

Fraccionamientos del Estado de Quintana Roo y con información del proyecto proporcionada por el cliente.

*Cuadro 5. Cálculo de las áreas de donación de la Fase 2 del proyecto.*

Calculo del área de Donación	Superficie (ha)	%
Área total	37.21	100.00%
Área vialidad	12.93	34.76%
Área neta (Área total- Área vialidad)	24.28	65.24%
Donación de Ley de fraccionamientos	3.64	15.00%
Donación proyecto	3.73	15.35%
Donación Excedente	0.09	0.35%

### II.2.3 Diseño general de las cerradas tipo

- Accesos

Se accede al interior de una cerrada tipo por un solo acceso controlado. El ingreso se compone de una caseta de seguridad, dotada de un baño y de las rejas para regular el acceso vehicular y peatonal.

- Barda perimetral

El condominio es completamente delimitado por una barda perimetral de hasta 3.00 m de altura. Las bardas se desplantarán sobre cadena a o zapatas dependiendo de las condiciones del sub-suelo y tendrán paredes construidas en block y parte con distintos tipos de reja para permitir la visibilidad entre interior y exterior de las cerradas. Los accesos se controlaran con rejas y/o plumas, diseñadas para no impedir el paso a la fauna en su caso.

- Locales de administración

El condominio cuenta con local para la administración, dotado de una sala, un baño y una bodega

- Cuarto de basura y reciclaje

El fraccionamiento contará con un cuarto de basura con acceso desde el exterior del fraccionamiento para el depósito y retiro de los residuos.

- Áreas comunes

Dentro del fraccionamiento se distribuyen varias áreas verdes para el disfrute de los habitantes, unidas por un andador que permite la circulación peatonal. Cuenta con un

espacio techado y abierto, para las reuniones y eventos familiares, y una zona donde se localizan juegos para niños.

- Albercas

En algunas cerradas, se realizarán albercas de aproximadamente 120 m<sup>2</sup> de superficies divididas en dos secciones una con una profundidad máxima de 1.35 m y la otra con una profundidad máxima de 0.60 m. Alrededor de la alberca se ubicará un solárium de superficie variable entre 100 m<sup>2</sup> y 300 m<sup>2</sup>.

- Áreas verdes

Las áreas verdes del condominio se distribuyen en una superficie aproximada de 0.42 ha que representa más del 20% del área total del condominio. El proyecto de las áreas verdes prevé la salvaguardia y respeto de la vegetación en mejor estado presente en el perímetro de las mismas áreas.

## **II.3 JUSTIFICAR POR QUÉ LOS TERRENOS SON APROPIADOS AL NUEVO USO**

Existen diversos criterios que permiten sustentar el hecho de que el nuevo uso de suelo propuesto para el predio donde se pretende llevar a cabo el cambio de uso de suelo es el adecuado, estos criterios son:

### **II.3.1 Criterios técnicos**

- Uso de suelo coherente con los instrumentos de política ambiental.

El nuevo uso de suelo que se pretende establecer con el proyecto Residencial Civitas se encuentra acorde con el Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Benito Juárez vigente, de acuerdo al cual, los usos compatibles e incompatibles son los definidos por el Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Puerto Morelos.

- Uso de suelo coherente con el plan de desarrollo urbano.

Al igual que el criterio anterior, el nuevo uso de suelo propuesto con el proyecto se encuentra en coherencia con el Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Puerto Morelos al encontrarse en la zona definida por la zonificación del mismo como Zona Habitacional de Densidad Media y Alta, así como Comercial de Barrio.



- Ubicación.

El predio se localiza cercana a la carretera Federal No. 307, que va de Cancún a Chetumal, en una zona que recientemente ha tenido un crecimiento urbano y por su colindancia con zonas residenciales, escuelas, relativa cercanía con el Centro de Población de Puerto Morelos y otras como Cancún y Playa del Carmen, ha tenido una creciente plusvalía.

- Accesibilidad.

Se tiene acceso por las calles Pedro Joaquín Coldwel del Fraccionamiento Villas Morelos III y la Avenida Delfín del Fraccionamiento Villas la Playa y a estas por la Carretera Federal No. 307.

- Disponibilidad de servicios.

Actualmente la zona circundante al sitio donde se desarrollará el fraccionamiento ya dispone de todos los servicios, por lo que la instalación de los mismos en el predio no será una limitante o impedimento.

### II.3.2 Criterios ambientales

- Tipo de vegetación presente en el predio.

El predio en donde se pretende llevar a cabo el proyecto Residencial Civitas, posee una vegetación secundaria derivada de selva mediana subperennifolia, y por lo tanto se encuentra fuera de ecosistemas costeros, humedales o vegetación de manglar, los cuales poseen una regulación ambiental particular dado que en diversas ocasiones se les considera sistemas frágiles.

- Entorno urbano.

El predio se encuentra en un entorno cercano a un área urbana con infraestructura, de tal manera que ya se tienen un ambiente previamente fragmentado y fuera de lo que se puede considerar como corredor biológico para especies bandera como el jaguar.

- Bajo riesgo de inundación.

Si bien la mayor parte de la microcuenca posee un relieve relativamente plano, el predio se encuentra fuera de la zona más baja de la microcuenca, razón por la cual el riesgo de inundación es considerablemente menor en comparación con otras zonas dentro del municipio.

## II.4 PROGRAMA DE TRABAJO

En el **Cuadro 6** se presenta el programa de trabajo acotado a los primeros 20 meses, la versión completa se ajunta como anexo.

**Cuadro 6. Programa de trabajo del proyecto.**

DESCRIPCIÓN DE CONCEPTOS	Meses																			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
<b>PREPARACIÓN DEL SITIO</b>																				
Programa de capacitación																				
Uso y mantenimiento de letrinas portátiles																				
Delimitación topográfica																				
Recorrido para identificar las plantas susceptibles a rescatar																				
Rescate y protección de Fauna Silvestre																				
Selección y limpieza del sitio para el vivero																				
Rescate de vegetación																				
Desmante																				
Despalme																				
Triturado aprovechamiento de material de desmante y despalme																				
Manejo de residuos																				
Terracerías																				
<b>CONSTRUCCIÓN</b>																				
Pavimentación estampado																				
Guarniciones																				
Subrasantes bajo banquetta																				
Red de agua potable																				
Red de alcantarillado sanitario																				
Red de drenaje pluvial																				
Red de electrificación																				
Red de alumbrado																				
Señalamiento																				
Jardinería																				
Red de riego																				
Equipamiento																				
Barda perimetral																				
Pórtico																				
Estructura de las viviendas																				
Acabados de las viviendas																				
Áreas comerciales																				
<b>OPERACIÓN</b>																				
Ocupación de viviendas																				
Mantenimiento																				
Vigilancia																				

# III UBICACIÓN Y SUPERFICIE DEL PREDIO Y DELIMITACIÓN DEL CAMBIO DE USOS DE SUELO

---

## III.1 UBICACIÓN DEL PREDIO O CONJUNTO DE PREDIOS DONDE SE UBICA EL PROYECTO

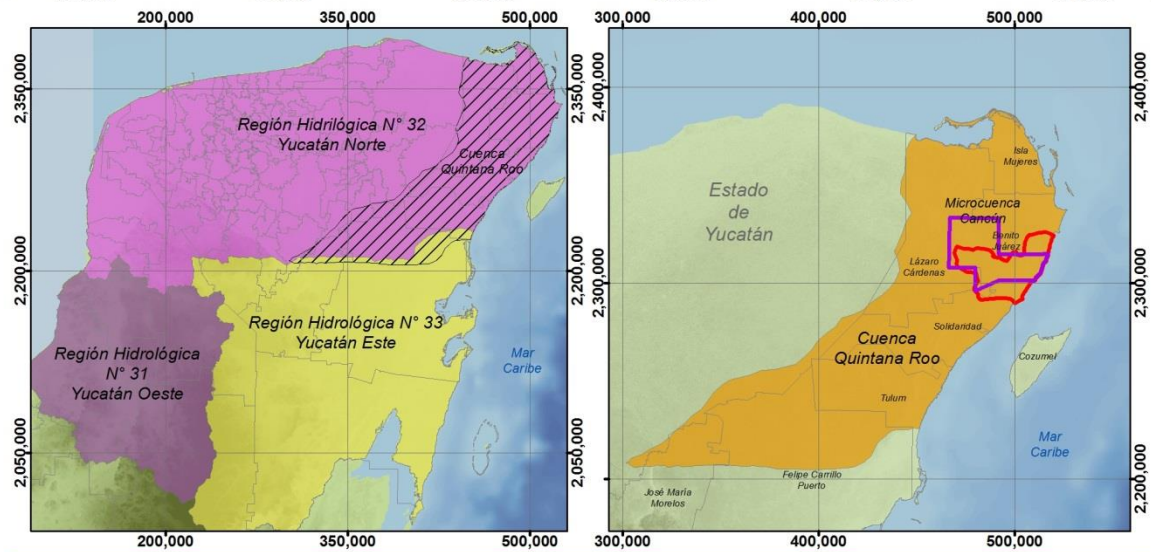
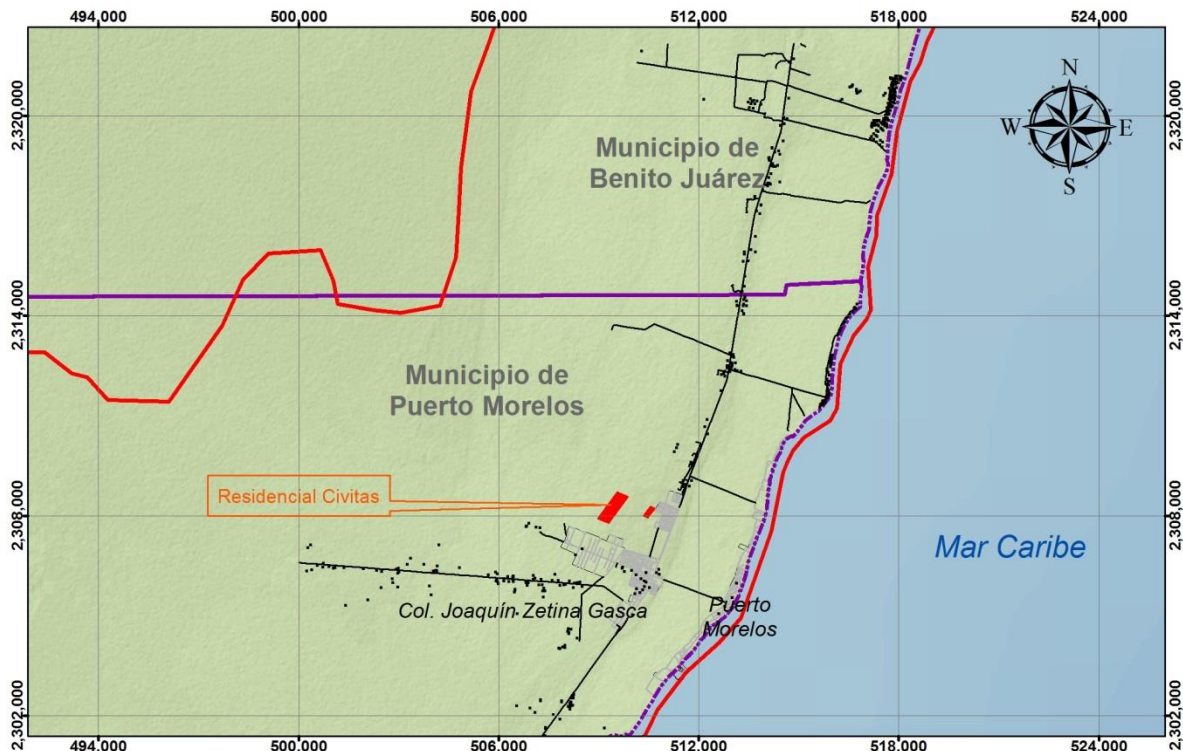
El conjunto de predios forestales donde se pretende llevar a cabo el cambio de uso de suelo corresponde al Lote 1-02, Lote 1-46, Lote 1-47 y Lote 1-07, Supermanzana 02, Manzana 01, de la reserva territorial del IPAE, Municipio de Puerto Morelos, en el Estado de Quintana Roo, mismos que cuentan con una superficie total de 43.37 ha.

Asimismo, en el contexto de la cuenca hidrológico-forestal, el proyecto Residencial Civitas se encuentra en la Región Hidrológica número 32, denominada Yucatán Norte; Región que cuenta con una superficie total de 56,443 km<sup>2</sup>, dicha Región está comprendida por una parte del Estado de Yucatán y Campeche además de la porción Norte del Estado de Quintana Roo, cubriendo un área equivalente al 31.77 % de la superficie de este último. Sus límites en la entidad son: al Norte con el Golfo de México, al Este con el Mar Caribe, al Sur con la Región Hidrológica 33 y al Oeste con el Este de Yucatán donde continúa.

Dicha región hidrológica está formada por dos cuencas: la Cuenca Yucatán y la Cuenca Quintana Roo, siendo ésta última donde se ubica el predio donde se pretende la construcción del proyecto Residencial Civitas. De acuerdo con la delimitación nacional de microcuencas SAGARPA-FIRCO, esta cuenca se encuentra dividida en diez microcuencas las cuales son: Punta Sam, Cancún, San Ángel, Kantunilkin, Joaquín Zetina Gasca, Playa del Carmen, Cobá, Ciudad Chemuyil, Tulum y Tihosuco. Encontrándose el predio de interés dentro de la microcuenca 33-131-01-005 Joaquín Zetina Gasca, la cual se ubica en el extremo Noreste del Estado de Quintana Roo y cuenta con una superficie estimada de 95,239.15 ha.

En la **Figura 3** se muestra el mapa de localización del proyecto en el contexto de cuencas hidrológicas, tanto a nivel de región hidrológica, como a nivel de cuenca y microcuenca.

### III.2 REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE LA UBICACIÓN GEOGRÁFICA Y GEOPOLÍTICA



**Documento Técnico Unificado Modalidad A**  
**Residencial Civitas**  
 Supermanzana 02, Mza 01, Lote 1-02, Lote 1-46, Lote 1-47 y Lote 1-07, Municipio de Puerto Morelos, Quintana Roo.

Sistema de coordenadas: WGS 1984 UTM Zona 16 Norte  
 Proyección: Transversal de Mercator  
 Datum: WGS 1984

**Legend:**  
■ Predio Residencial Civitas      Límite municipal      Lim. Col. J.Z.G.  
  Microcuenca J. Zetina Gasca     Col. J. Z. G.

Figura 3. Localización Geográfica y Geopolítica del proyecto Residencial Civitas.

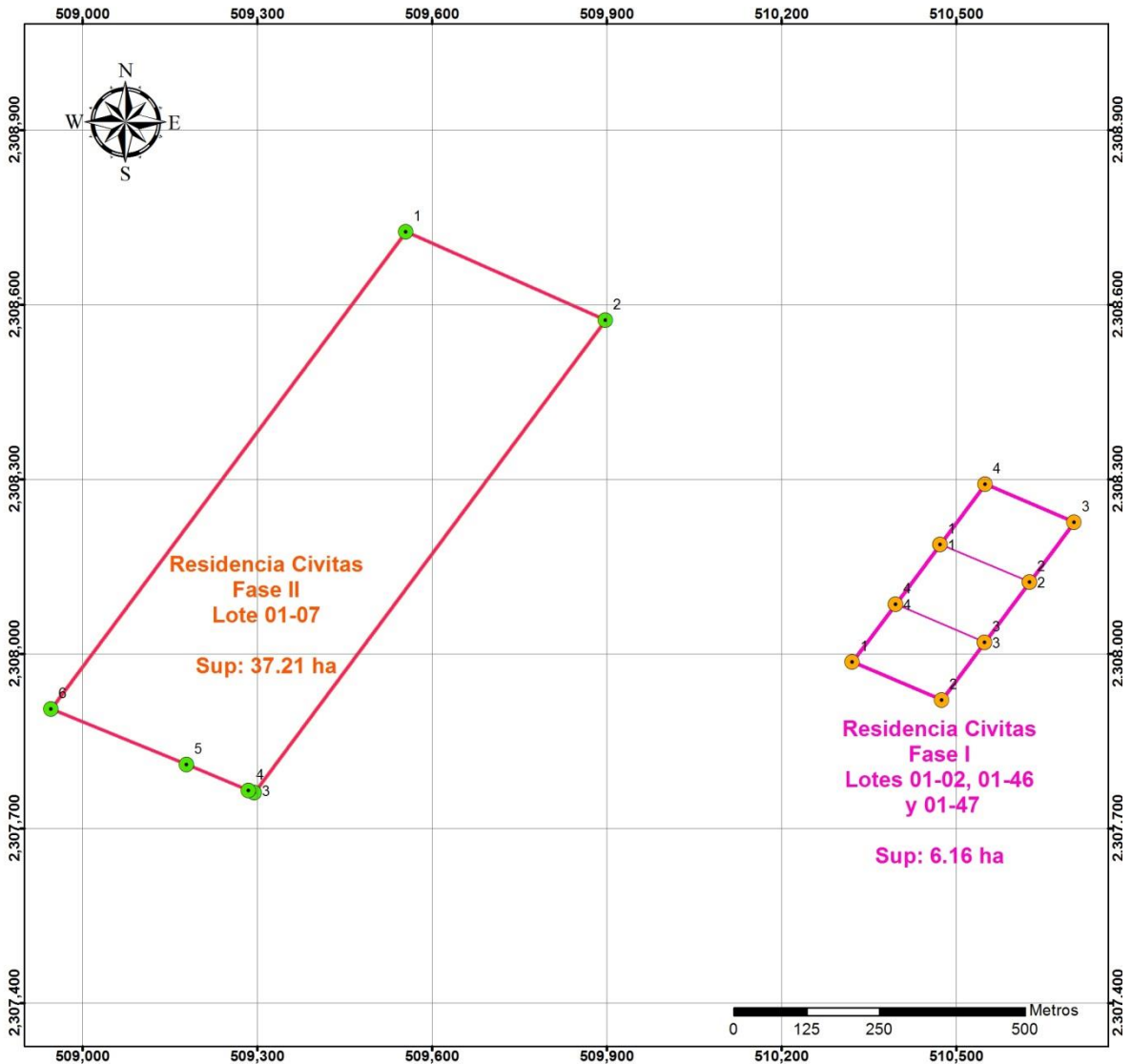
### III.3 UBICACIÓN Y DELIMITACIÓN FÍSICA DE LA SUPERFICIE DEL PROYECTO

El proyecto Residencial Civitas se pretende realizar en dos fases, la fase 1 contempla los lotes 1-46, 1-47 y 1-02, mientras que la fase 2 se desarrollará en el lote 1-07. El cuadro de construcción de cada uno de los lotes en comento, en coordenadas UTM Zona 16 Norte y Datum WGS84, se presenta en el **Cuadro 7**.

*Cuadro 7. Cuadro de construcción de los lotes que componen el proyecto Residencial Civitas.*

FASE 1 Lote 1-46				
LADO EST-PV	AZIMUT	DISTANCIA	COORDENADA X	COORDENADA Y
1-2	112° 57'38.66"	166.478	510,472.7294	2,308,188.2450
2-3	36° 40'21.54"	128.637	510,626.0173	2,308,123.3020
3-4	292° 57'5.87"	166.484	510,702.8450	2,308,226.4770
4-1	216° 40'21.82"	128.610	510,549.5410	2,308,291.3980
FASE 1 Lote 1-47				
LADO EST-PV	AZIMUT	DISTANCIA	COORDENADA X	COORDENADA Y
1-2	112° 57'38.66"	166.478	510,472.7294	2,308,188.2450
2-3	216° 40'21.54"	128.610	510,626.0173	2,308,123.3020
3-4	292° 57'26.67"	166.480	510,549.2060	2,308,020.1490
4-1	36° 40'21.82"	128.620	510,395.9120	2,308,085.0840
FASE 1 Lote 1-02				
LADO EST-PV	AZIMUT	DISTANCIA	COORDENADA X	COORDENADA Y
1-2	112° 57'26.67"	166.480	510,322.0530	2,307,985.8960
2-3	36° 40'21.77"	123.667	510,475.3470	2,307,920.9610
3-4	292° 57'26.67"	166.480	510,549.2060	2,308,020.1490
4-1	216° 40'21.77"	123.667	510,395.9120	2,308,085.0840
FASE 2 Lote 1-07				
LADO EST-PV	RUMBO	DISTANCIA	COORDENADA X	COORDENADA Y
1-2	S 66° 08'12.43" E	375.334	509,555.1440	2,308,725.4270
2-3	S 36° 36'47.25" W	1,011.581	509,898.3920	2,308,573.5840
3-4	N 67° 33'15.75" W	10.422	509,295.0760	2,307,761.6070
4-5	N 67° 33'12.34" W	114.881	509,285.4440	2,307,765.5860
5-6	N 67° 35'35.33" W	252.303	509,179.2670	2,307,809.4500
6-1	N 36° 36'47.15" E	1,021.332	508,946.0130	2,307,905.6230

La representación cartográfica de los lotes señalados en el cuadro anterior se presenta en la **Figura 4**.



**Residencial Civitas**

**Simbología**

- Vértices Fase I
- Vértices Fase II
- Polígono Fase I
- Polígono Fase II

**Documento Técnico Unificado Modalidad A**

Supermanzana 02, Mza 01, Lote 1-02,  
 Lote 1-46, Lote 1-47 y Lote 1-07,  
 Municipio de Puerto Morelos, Quintana Roo.

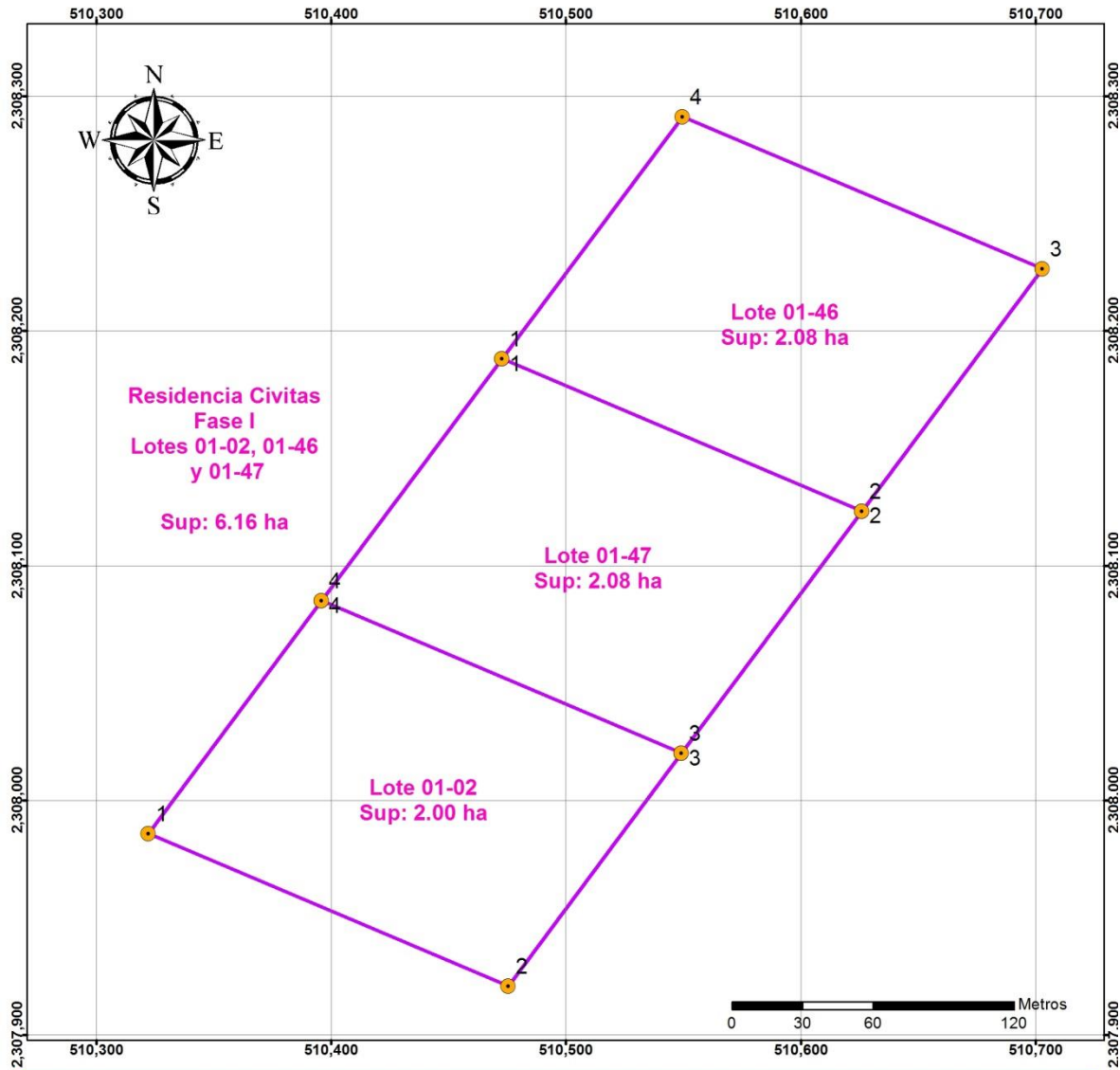
Sistema de coordenadas: WGS 1984 UTM Zona 16 Norte  
 Proyección: Transversal de Mercator  
 Datum: WGS 1984  
 Falso Este: 500,000.0000  
 Falso Norte: 0.0000  
 Meridiano central: -87.0000  
 Factor de escala: 0.9996  
 Latitud de origen: 0.0000  
 Unidades: Metros

**Cuadro de construcción**

ID	X	Y	FASE	LOTE
1	510,472.7294	2,308,188.245	Fase 1	1-46
2	510,626.0173	2,308,123.302	Fase 1	1-46
3	510,702.845	2,308,226.477	Fase 1	1-46
4	510,549.541	2,308,291.398	Fase 1	1-46
1	510,472.7294	2,308,188.245	Fase 1	1-47
2	510,626.0173	2,308,123.302	Fase 1	1-47
3	510,549.206	2,308,020.149	Fase 1	1-47
4	510,395.912	2,308,085.084	Fase 1	1-47
1	510,322.053	2,307,985.896	Fase 1	1-02
2	510,475.347	2,307,920.961	Fase 1	1-02
3	510,549.206	2,308,020.149	Fase 1	1-02
4	510,395.912	2,308,085.084	Fase 1	1-02
1	509,555.144	2,308,725.427	Fase 2	1-07
2	509,898.392	2,308,573.584	Fase 2	1-07
3	509,295.076	2,307,761.607	Fase 2	1-07
4	509,285.444	2,307,765.586	Fase 2	1-07
5	509,179.267	2,307,809.45	Fase 2	1-07
6	508,946.013	2,307,905.623	Fase 2	1-07

Figura 4. Localización Geográfica y Geopolítica del proyecto Residencial Civitas.

La representación cartográfica a detalle de los lotes 1-46, 1-47 y 1-02 se presenta en la **Figura 5**.



**Residencial Civitas**

Supermanzana 02, Mza 01, Lote 1-02,  
 Lote 1-46, Lote 1-47 y Lote 1-07,  
 Municipio de Puerto Morelos, Quintana Roo.

Sistema de coordenadas: WGS 1984 UTM Zona 16 Norte  
 Proyección: Transversal de Mercator  
 Datum: WGS 1984  
 Falso Este: 500,000.0000  
 Falso Norte: 0.0000  
 Meridiano central: -87.0000  
 Factor de escala: 0.9996  
 Latitud de origen: 0.0000  
 Unidades: Metros

**Simbología**

- Vértices Fase I
- Polígono Fase I

**Documento Técnico Unificado  
 Modalidad A**

Cuadro de construcción

ID	X	Y	FASE	LOTE
1	510,472.7294	2,308,188.24	Fase 1	1-46
2	510,626.0173	2,308,123.30	Fase 1	1-46
3	510,702.845	2,308,226.47	Fase 1	1-46
4	510,549.541	2,308,291.39	Fase 1	1-46
1	510,472.7294	2,308,188.24	Fase 1	1-47
2	510,626.0173	2,308,123.30	Fase 1	1-47
3	510,549.206	2,308,020.14	Fase 1	1-47
4	510,395.912	2,308,085.08	Fase 1	1-47
1	510,322.053	2,307,985.89	Fase 1	1-02
2	510,475.347	2,307,920.96	Fase 1	1-02
3	510,549.206	2,308,020.14	Fase 1	1-02
4	510,395.912	2,308,085.08	Fase 1	1-02

Figura 5. Localización Geográfica y Geopolítica del proyecto Residencial Civitas.

### III.4 INDICAR SI EL PROYECTO SE UBICA DENTRO DE ALGUNA MODALIDAD DE ÁREA NATURAL PROTEGIDA (ANP)

Si bien la cartografía generada por la CONANP<sup>1</sup> y CONABIO<sup>2</sup> señala que dentro de la Microcuenca 33-131-01-005 convergen los límites de tres áreas naturales protegidas federales (**Cuadro 8**). El proyecto Residencial Civitas no se encuentra dentro ni colindante a ningún Área Natural Protegida. El ANP más cercana al proyecto es el Parque Nacional Arrecifes de Puerto Morelos, el cual se encuentra a una distancia lineal de 3.13 km al este del predio (**Figura 6**).

*Cuadro 8. Áreas naturales protegidas dentro de la microcuenca Joaquín Zetina Gasca.*

Nombre del ANP	Categoría de decreto	Competencia	Área (ha)
Costa Occidental de Isla Mujeres, Punta Cancún y Punta Nizuc	Parque Marino Nacional	Federal	8,673.06
Manglares de Nichupté	Área de Protección de Flora y Fauna	Federal	4,257.00

<sup>1</sup> CONANP, 2014. Datos espaciales de las Áreas Naturales Protegidas Federales de México contruidos con apego a decretos de creación publicados en el Diario Oficial de la Federación 1917-2013. Manejo de datos espaciales con herramientas de los sistemas de información geográfica de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. Diciembre 2014.

<sup>2</sup> Bezaury-Creel J.E., J. Fco. Torres, L. M. Ochoa Ochoa. 2007. Base de Datos Geográfica de Áreas Naturales Protegidas Estatales del Distrito Federal y Municipales de México - Versión 1.0, Agosto 30, 2007. The Nature Conservancy / PRONATURA A.C / Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad / Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas



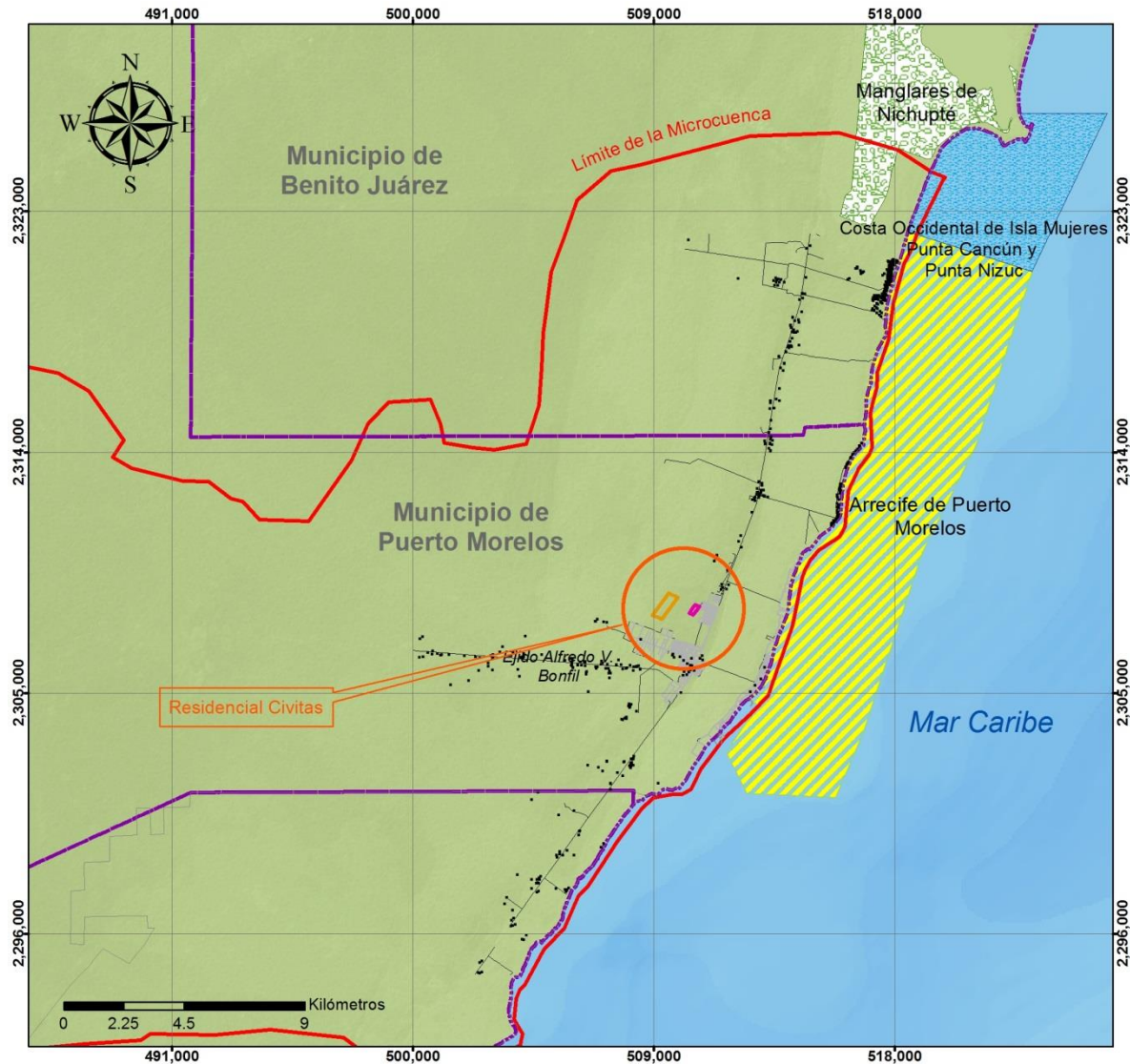


Figura 6. Áreas naturales protegidas cercanas al proyecto.



## IV DESCRIPCIÓN DE LOS ELEMENTOS FÍSICOS Y BIOLÓGICOS DE LA CUENCA HIDROLÓGICO-FORESTAL EN DONDE SE UBIQUE EL PREDIO

---

### IV.1 DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO DONDE PRETENDE ESTABLECERSE EL PROYECTO

Para fines de la evaluación de impactos ambientales derivados de las actividades del cambio de uso de suelo que se llevará a cabo por el proyecto, se ha delimitado como área de estudio la extensión de la microcuenca, esto debido, en principio por la importancia del agua como elemento vital, interrelacionado con todos los demás recursos (bosque, suelo, fauna) ya que desde las partes altas hasta los ríos interacciona con otros elementos (Cruz, 2003)<sup>3</sup>. Además, de acuerdo a diversos autores (Sarabia, 1985<sup>4</sup>; World Visión, 2004<sup>5</sup>; Moreno y Renner, 2007<sup>6</sup>), el enfoque sistémico puede ser aplicado a las cuencas hidrográficas debido a que estos territorios cumplen con las siguientes condiciones:

- Tienen entradas que son los insumos o flujos que ingresan para ser procesados en el sistema. como la precipitación, la radiación solar, los agroquímicos, la mano de obra de los agricultores, la energía de la maquinaria, las semillas que se siembran, tecnologías e información, entre otros.
- Existen componentes en su interior que le dan una estructura y función, tales como: las áreas con cultivos, la ganadería, los bosques y selvas, los centros de población, las agroindustrias, hidroeléctricas, tomas de agua, los caminos y puentes, las áreas naturales protegidas, las escuelas, los hospitales, entre otros.
- Se producen interacciones entre sus componentes, por ejemplo: si se deforesta irracionalmente en la parte alta, es posible que en épocas lluviosas se produzcan inundaciones en las partes bajas. Si el ganado consume todo el

---

<sup>3</sup> Cruz G. B., 2003. La cuenca como unidad de planeación ambiental. En: 4° Seminario sobre instrumentos económicos para cuencas ambientales. 2003. Dirección general de Investigación de Política y Economía Ambiental. Instituto Nacional de Ecología-SEMARNAT.

<sup>4</sup> Sarabia, A. 1985. Un enfoque de sistemas para el desarrollo agrícola. IICA. Serie Desarrollo Institucional. San José, Costa Rica. 265 p.

<sup>5</sup> World Vision. 2004. Manual de manejo de cuencas. El Salvador. 154 p

<sup>6</sup> Moreno-D. A.; Renner-I. 2007. Gestión integral de cuencas. La experiencia del proyecto regional de cuencas andinas. Centro Internacional de la Papa y Gobierno de Alemania. Lima, Perú. 234

rastrojo de la cosecha de maíz es posible que el suelo se erosione con las lluvias.

- También existen interrelaciones, por ejemplo: la degradación ambiental se relaciona con la falta de educación ambiental, baja presencia institucional, deficiente organización y participación comunitaria, condiciones ambientales adversas, falta de aplicación de leyes, tecnologías inapropiadas, entre otros.
- Existen salidas que pueden ser positivas o negativas. Las positivas son por ejemplo: agua para varios fines (consumo humano, riego, generar electricidad), producción de alimentos (agrícolas y pecuarios), producción de madera y carbón, recreación, servicios ambientales, entre otros. Las negativas son por ejemplo: contaminación de aguas, evaporación de aguas, inundaciones por alteración de los escurrimientos, escasez de agua en la época seca, daños a la infraestructura económica, pérdida de biodiversidad, entre otras.

La Cuenca Hidrográfica concebida como un volumen territorial dinámico presenta permanentemente flujos de entrada y salida que determinan sus debilidades, oportunidades, fortalezas y amenazas. Por tanto, la delimitación del área de estudio desde la visión de la cuenca o microcuenca, facilita la aplicación un análisis ambiental con enfoque sistémico, pues ello permite analizar y evaluar factores involucrados dentro de contextos mayores o menores desde diversos escenarios (administrativos, económicos, naturales, socioculturales, etc.).

A razón de lo anterior y considerando la escala de influencia del proyecto y los elementos bióticos y abióticos que lo circundan, se determinó adecuado que el análisis y caracterización fuese realizado a nivel de Microcuenca. Para su delimitación se recurrió a la cartografía de microcuencas generada por la SAGARPA para gestión de los programas operativos del Fideicomiso de Riesgo Compartido (FIRCO) y considerado por la SEMARNAT en el Sistema de Información Geográfica para la Evaluación del Impacto Ambiental (SIGEIA)<sup>7</sup>.

La microcuenca utilizada para la delimitación del área de estudio corresponde al número 33-131-01-005 denominada Joaquín Zetina Gasca, la cual posee una superficie de 95,239.15 ha, abarcando parte de los municipios de Benito Juárez, Puerto Morelos y Solidaridad (**Figura 7**).

---

<sup>7</sup> <http://www.semarnat.gob.mx/sigeia>

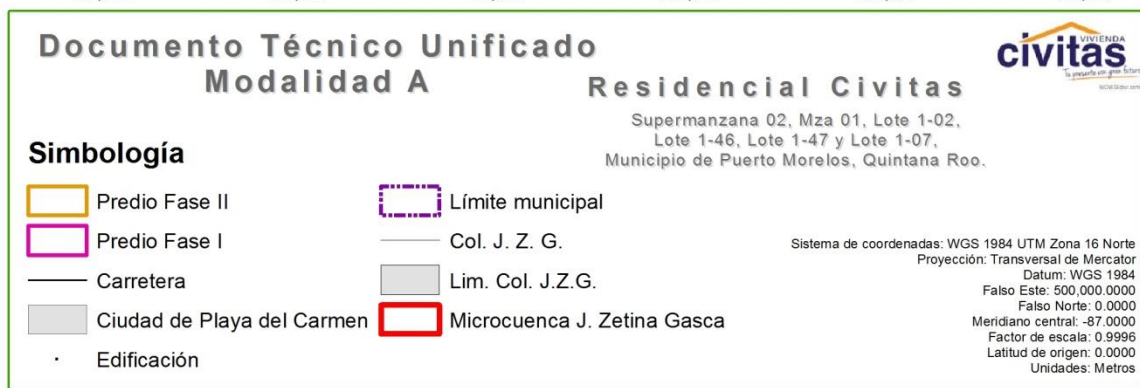
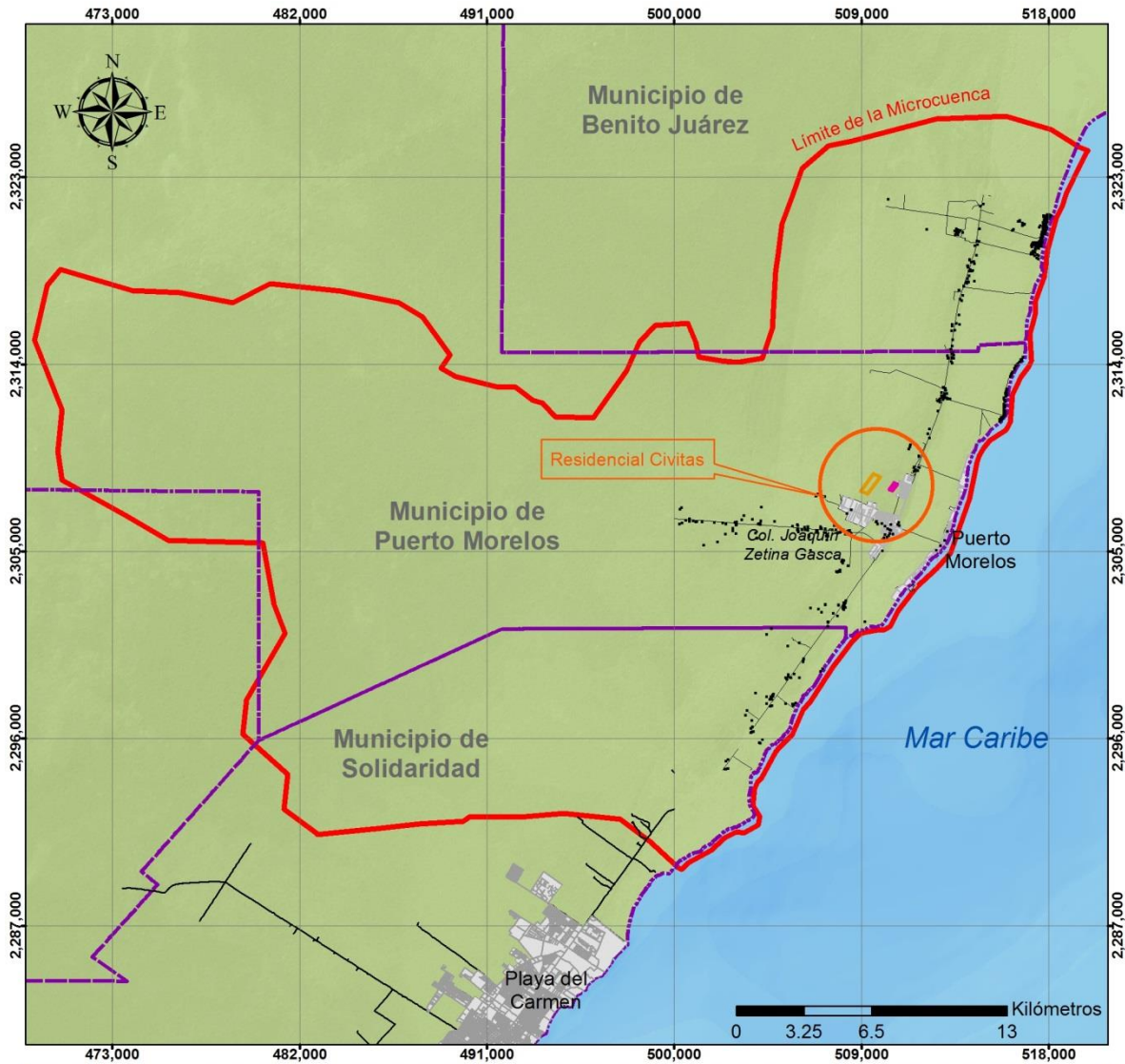


Figura 7. Delimitación del área de estudio, Microcuenca 33-131-01-005 Joaquín Zetina Gasca.

## IV.2 CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DE LA CUENCA HIDROLÓGICO-FORESTAL

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

En la Microcuenca 33-131-01-005 Joaquín Zetina Gasca la actividad antropogénica no se ha manifestado de forma muy intensa en comparación con otras zonas del estado. A diferencia de otras microcuencas, como la vecina del norte, el crecimiento demográfico no ha sido explosivo y el crecimiento turístico ha sido moderado. Sin embargo, al ser Puerto Morelos una localidad situada en medio de dos de las principales urbes del estado de Quintana Roo (Cancún y Playa del Carmen), la dinámica sociodemográfica es tal que han generado cambios en las condiciones naturales de la microcuenca. De tal manera que la calidad ambiental del área de estudio se ha visto influenciada por dicha dinámica y como resultado de ello la vegetación primaria ha sido sustituida por vegetación secundaria en las áreas circundantes a la conurbación. Gracias a los mapas de uso de suelo y vegetación del INEGI es posible hacer un reconocimiento de la magnitud de este cambio, pues comparando los mapas de 1976 con la cartografía más reciente se observa que una importante superficie de vegetación primaria ha sido sustituida por vegetación secundaria (Figura 8).

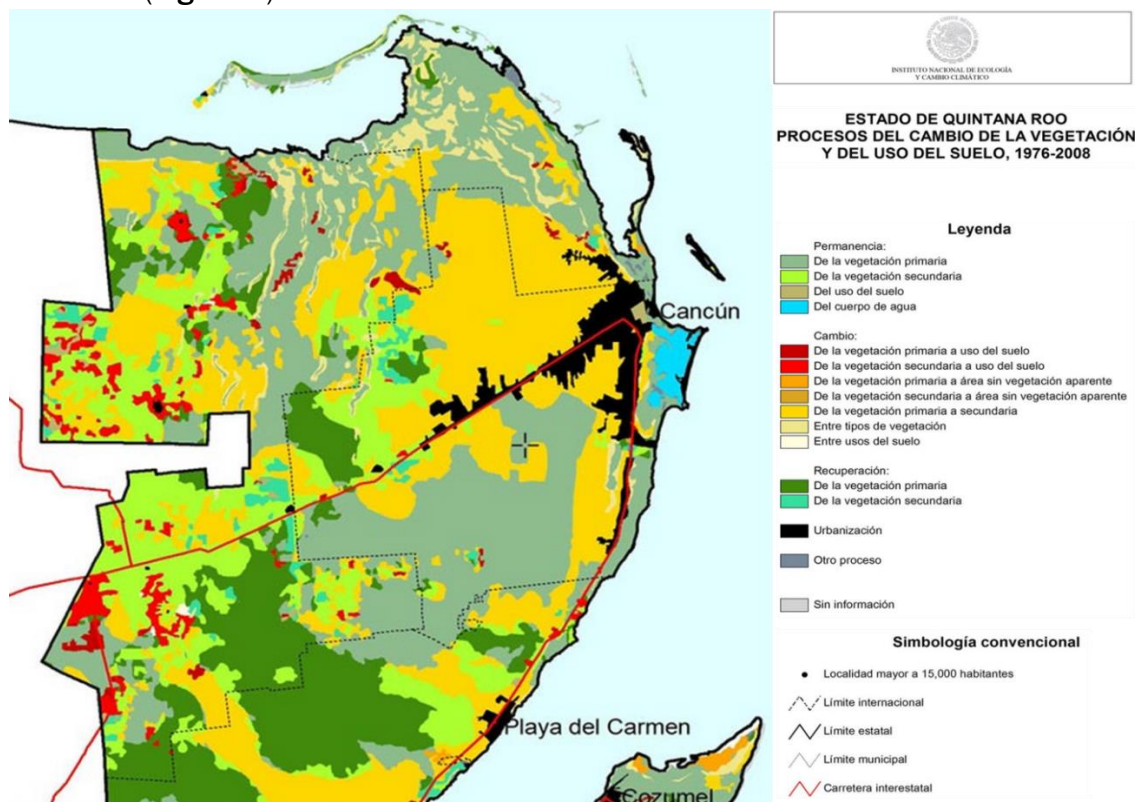


Figura 8. Procesos de cambio de la vegetación 1976-2008. Fuente: Pérez (2011)<sup>8</sup>

<sup>8</sup> Pérez D. J., Villalobos D.M., Rosete V. F., Salinas C. E., Remond N. y Navarro S. E. 2011. Proyecto N° INE/ADA-016/2011: Elaboración de la cartografía del uso del suelo y de la vegetación en México, del

La figura anterior indica que la zona Oeste de la microcuenca es en la que se espera encontrar mejores condiciones ambientales debido a que es la que presenta la mayor superficie que aun presenta vegetación primaria. Sin embargo la dinámica sociodemográfica y el desarrollo urbano no son los únicos factores de incidencia en las condiciones ambientales dentro de la microcuenca. La ocurrencia de fenómenos meteorológicos es otro factor a considerar en el estado de la microcuenca, ya que el paso de estos provoca que gran cantidad de biomasa forestal muera, y con ello se incrementa la ocurrencia de incendios forestales

En razón de lo anterior, la microcuenca Joaquín Zetina Gasca, fue afectada por el paso del huracán Gilberto en 1988. Dicho fenómeno meteorológico generó un gran volumen de biomasa seca a su paso, lo cual dio pie a que en Marzo de 1989 se produjera un incendio que consumió gran parte de selva del entonces Municipio de Benito Juárez, abarcando gran parte de la superficie de la microcuenca como se puede apreciar en la **Figura 9**, la cual corresponde a un mosaico de fotografías aéreas tomadas por el INEGI en 1991.

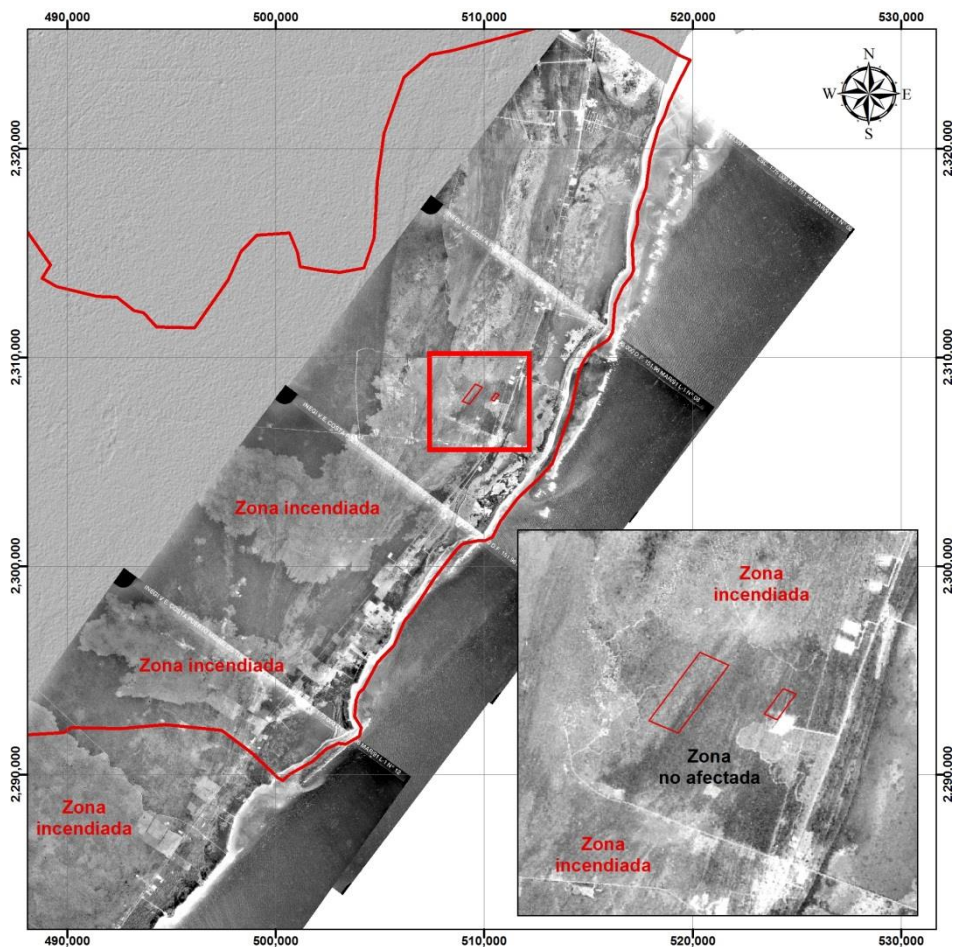


Figura 9. Zonas afectadas por incendios en la microcuenca.

## IV.2.2 Medio físico

### IV.2.2.1 Clima

De acuerdo con Vidal (2005)<sup>9</sup>, en la república mexicana se pueden identificar 11 regiones climáticas, definidas a partir de su situación geográfica, por la orientación general de los accidentes que dominan, los sistemas de vientos y la latitud a la que se encuentran, lo cual genera cierta analogía en los subtipos de climas que se encuentran en una misma región. De acuerdo a lo anterior, la microcuenca de estudio se localiza en la región número 11, denominada Península de Yucatán.

El comportamiento climático en dicha región se debe principalmente a la fisiografía de escaso relieve y la disposición de los vientos. Dicha región se encuentra altamente influenciada por la manifestación de los vientos alisios con una fuerte componente del Este, estos vientos se intensifican en la estación caliente por el desplazamiento que, en esta época, sufre hacia el Norte la celda de alta presión Bermuda-Azores, provocando una mayor distancia recorrida por los vientos sobre el Océano Atlántico del Norte, lo cual conlleva al acarreo de abundante humedad. Por otro lado, la región en comento se encuentra influenciada también por procesos de tipo convectivo, además de la presencia de tormentas tropicales y huracanes, así como, frentes fríos que generan humedad.

De acuerdo con el mapa de climas de INEGI (escala 1:1,000,000), el cual se basa en la clasificación de Köppen modificada por García, la microcuenca Joaquín Zetina Gasca está influenciada por dos zonas climáticas, ambas del Grupo A, del tipo Aw, el cual se define como cálido subhúmedo, presentando los subtipos Aw0(x') y Aw1(x') (**Figura 10**). Sobre el extremo Noroeste de la microcuenca, se manifiesta un clima de tipo Aw0(x'), éste se define como cálido subhúmedo, siendo el menos húmedo de los climas subhúmedos, presentando un régimen de lluvias de verano, porcentaje de lluvia invernal mayor de 10.2%, con una precipitación del mes más seco inferior a 60 mm y una temperatura media anual mayor a 22°C. Así mismo, sobre el extremo Suroeste de la microcuenca se manifiesta el subtipo climático Aw1(x'), el cual se define como un clima cálido subhúmedo, siendo de humedad media dentro de los subhúmedos, presentando un régimen de lluvias de verano, porcentaje de lluvia invernal mayor de 10.2%, con una precipitación del mes más seco inferior a 60 mm y una temperatura media anual mayor a 22°C.

De acuerdo con García (2003)<sup>10</sup>, a pesar de tener un régimen de lluvias de verano, ambos subtipos climáticos poseen un porcentaje de lluvia invernal considerable que los hace ligeramente similares a las condiciones encontradas en climas con lluvias distribuidas a lo largo de todo el año.

---

<sup>9</sup> Vidal Z. R. 2005. Regiones Climáticas de México. Universidad Autónoma de México. México. D.F.

<sup>10</sup> García E. 2003. Distribución de la precipitación en la República Mexicana. Investigaciones Geográficas (Mx) [en línea] abril de 2003.



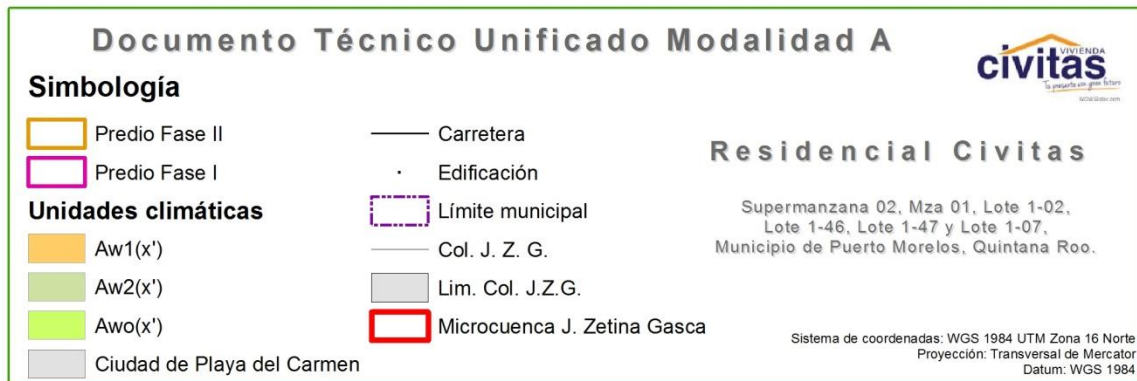
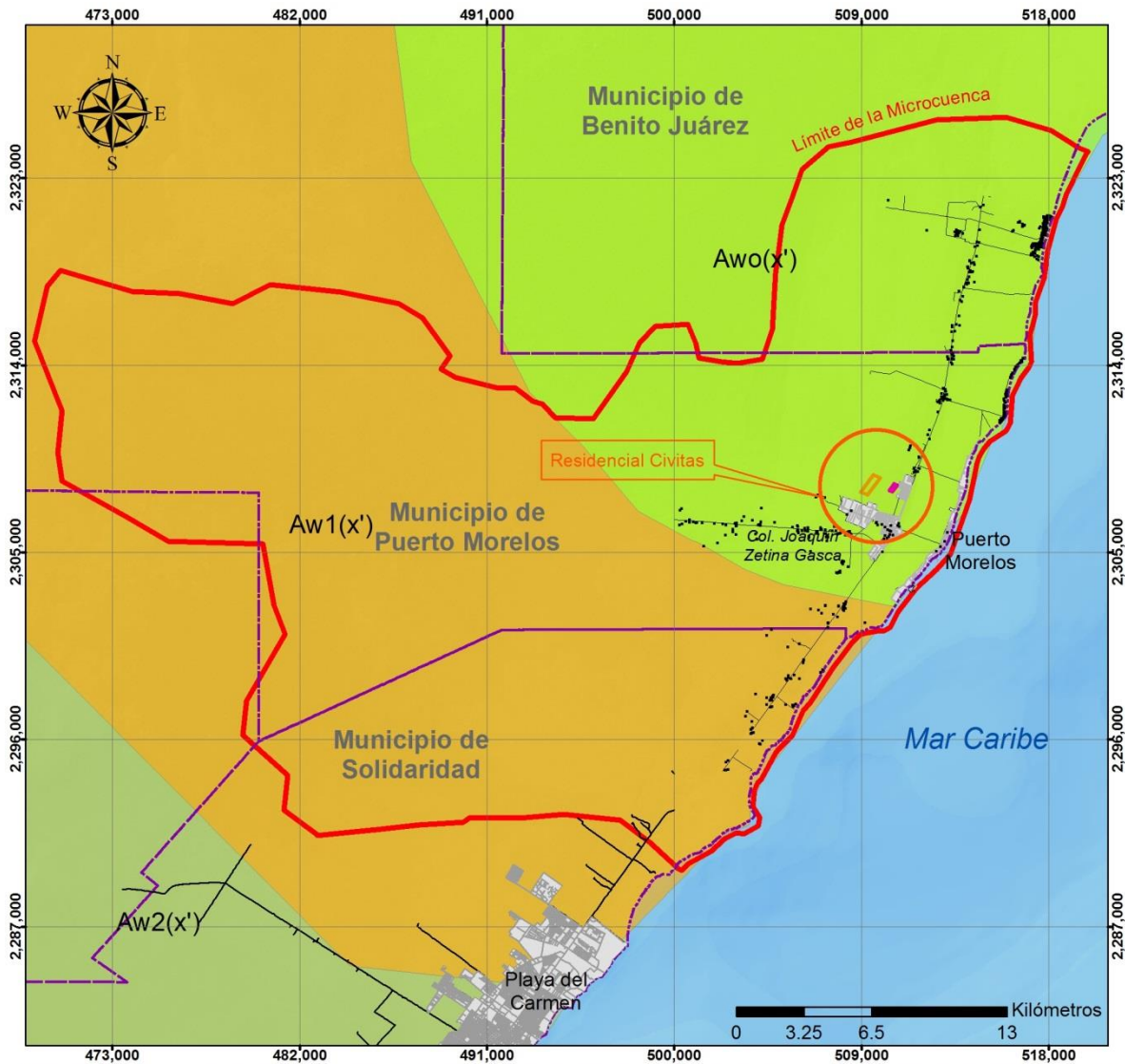


Figura 10. Climas presentes en la microcuenca Joaquín Zetina Gasca. Fuente: Elaboración propia a partir de carta de climas (Clasificación de Köppen modificada por García) Escala 1:1,000,000, México.

#### IV.2.2.2 Geomorfología

De acuerdo con Bautista *et al.*, (2005)<sup>11</sup>, la microcuenca de estudio se encuentra en el sistema denominado Carso-tectónico, cuyo relieve se debe a la actividad de la disolución por aguas subsuperficiales y subterráneas de rocas solubles como la caliza, dolomita, yeso y sal. Este sistema es el más representativo de la Península de Yucatán y es posible diferenciar dos grandes subregiones en el mismo, una al norte y otra al sur, siendo la subregión norte en la cual se encuentra la microcuenca Joaquín Zetina Gasca, y en la que predominan superficies niveladas durante el Cuaternario (Lugo *et al.*, 1992)<sup>12</sup> resultado de transgresiones y regresiones desde el Pleistoceno por lo cual el relieve cárstico es reciente, predominando planicies estructurales denudativas y de disolución. Por otra parte, dentro de la microcuenca es posible distinguir tres tipos de paisajes, a los cuales Bautista, (*Op. cit.*), denominó Planicie estructural baja fitoestable, Planicies residuales acumulativas susceptibles de inundación controladas estructuralmente y Planicie palustre costera de inundación marina.

- Planicie estructural baja fitoestable

Esta planicie se encuentra, en términos evolutivos, en etapa de pedogénesis y fitoestabilidad, esto debido a las condiciones climáticas sin variaciones extremas de la temperatura y con humedad relativa permanentemente alta, lo que ha permitido el desarrollo de selva mediana subperennifolia y el rápido restablecimiento de las áreas perturbadas hacia selvas secundarias. Se presentan como unidades aisladas con mayores tiempos de evolución kárstica (madurez).

- Planicies residuales acumulativas susceptibles de inundación controladas estructuralmente

Este paisaje se encuentra definido por morfoalineamientos que originan depresiones alargadas irregulares orientadas sensiblemente en dirección norte sur a lo largo de noreste de la Península de Yucatán. Este control estructural se debe a una fractura tectónica regional que se extiende por más de 150 km de longitud con 30 a 40 km de ancho, a la cual se le denomina “Fractura de Holbox” y cruza el plano territorio Karstificado del noreste peninsular, controlando el desarrollo de grandes y elongados canales de pisos planos (Tulczyk *et al.*, 1993<sup>13</sup> y Southworth 1984<sup>14</sup>).

---

<sup>11</sup> Bautista, F., E. Batilori-Sampedro, G. Palacio, M. Ortiz-Pérez y M. Castillo-González. 2005. Integración del conocimiento actual sobre los paisajes geomorfológicos de la Península de Yucatán, p. 33-58. En F. Bautista y G. Palacio (Eds). Caracterización y Manejo de los Suelos de la Península de Yucatán: Implicaciones agropecuarias, forestales y ambientales. Universidad Autónoma de Campeche, Universidad Autónoma de Yucatán. 282 p.

<sup>12</sup> Lugo Hubp, J., J. F. Acevedo Quesada, R. Espinaza Pereña, 1992. Rasgos geomorfológicos mayores de la Península de Yucatán. Revista del Instituto de Geología, 9:2: 143-150.

<sup>13</sup> Tulczyk, M. S., E. Perry, Ch. E. Duller y M. Villasuso, 1993. Influence of the Holbox fracture on the karst geomorphology and hydrogeology of northern Quintana Roo, Yucatan Peninsula, Mexico. Applied Karst Geology, Beck (ed). Balkema, Rotterdam. Proceedings of the fourth Multidisciplinary Conference on Sinkholes and the Engineering and Environmental Impact of Karst Panama City/ Florida. 25-27 January 1993.

- Planicie palustre costera de inundación marina

Se ubica prácticamente en la franja costera de la microcuenca, por lo cual es una planicie sujeta a inundaciones constantes y periódicas de régimen intermareal. En esta planicie, primordialmente cárstica, se forman entrantes y canales regulados por los ascensos relativos del nivel del mar. Están colonizados por manglar con estructuras variables dependiendo si los emplazamientos ambientales sobre sustratos son rígidos o blandos. En la **Figura 11** se presenta el modelo de elevación digital sobre el cual es posible diferenciar los paisajes señalados anteriormente.



**Figura 11.** Paisajes geomorfológicos en la Microcuenca Cancún. Fuente: Elaboración propia a partir de Bautista Op. Cit., y el modelo digital de elevación Shuttle Radar Topography Mission ([www2.jpl.nasa.gov/srtm](http://www2.jpl.nasa.gov/srtm)).

<sup>14</sup> Southworth, C. S., 1994. Structural and hydrologic applications of remote sensing data, Eastern Yucatan Peninsula, México. Proceedings of the first multidisciplinary Conference on Sinkholes/Orlando, Florida.15-17 oct 1984.

El mapa de unidades fisiográficas y toposformas generado por el INEGI, al igual que el trabajo realizado por Bautista (Op. Cit.), diferencia tres toposformas de semejante distribución dentro de la microcuenca de estudio (**Figura 12**).

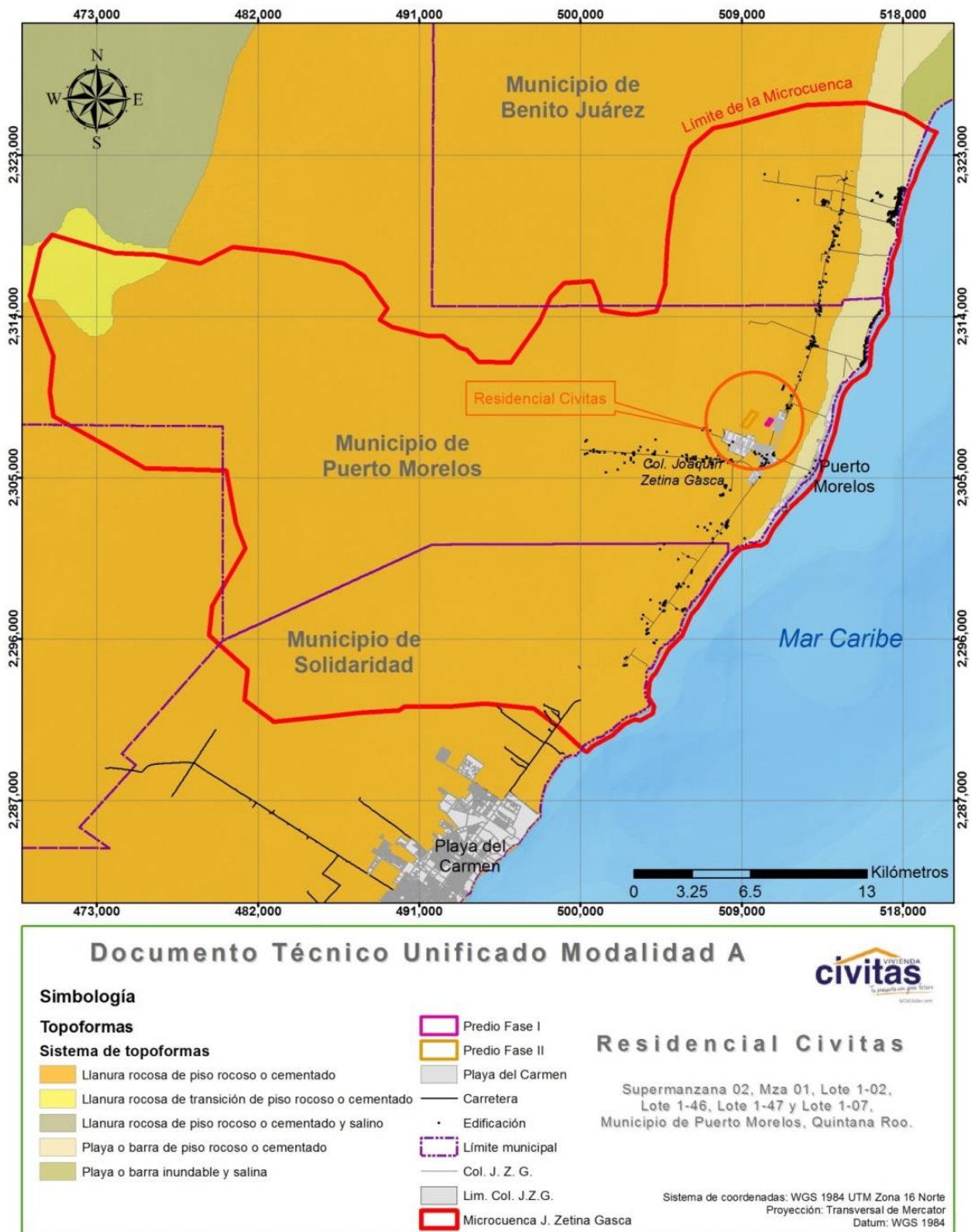


Figura 12. Topoformas en la Microcuenca Joaquín Zetina Gasca. Fuente: INEGI

### IV.2.2.3 Geología

La Península de Yucatán es una plataforma parcialmente emergida, constituida por rocas carbonatadas y evaporíticas de edad Mesozoico Tardío y Cenozoico. La zona está constituida por sedimentos carbonatados marinos pertenecientes al Terciario y Cuaternario, las rocas más antiguas son calizas dolomitizadas, silicificadas y recrystalizadas de coloración clara y con delgadas intercalaciones de margas y yesos.

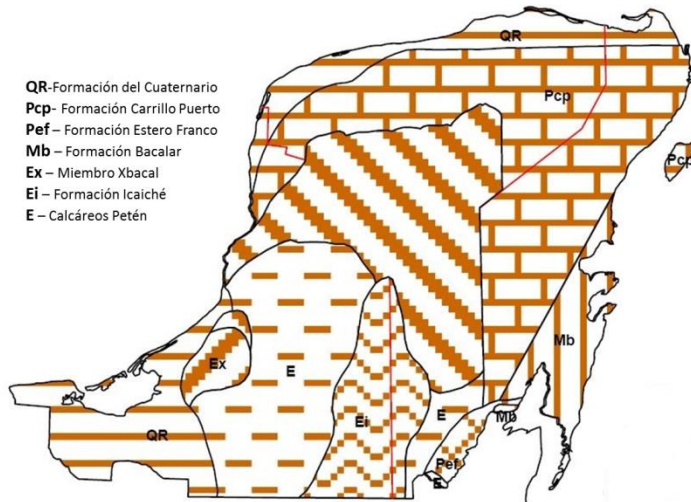


Figura 13. Formaciones geológicas de la Península de Yucatán. Fuente: Butterlin J., y F. Bonet. (1963)<sup>15</sup> En CONAGUA (2002)<sup>16</sup>.

Localmente, estos materiales están constituidos por carbonatos de calcio de edad cuaternaria. Se presentan en forma de arenas finas retrabajadas por la acción del oleaje, parte de ellas son transportadas tierra adentro y dan lugar a la formación de eolianitas. Interdigitados con las eolianitas se encuentran arcillas calcáreas y lodo de manglar que, en conjunto, forman un paquete que se extiende prácticamente a todo lo largo de la costa, con un espesor medio de 10 m. Estas rocas y materiales se encuentran descansando sobre calizas karstificadas de La Formación Carrillo Puerto del Terciario (**Figura 13**). Dicha formación se encuentra cubierta por una capa de sedimentos calcáreo-arcillosos, suaves, deleznable, que incluyen fragmentos de conchas y corales, y cuyo origen no ha sido claramente identificado. Este horizonte es característico de toda la Península de Yucatán.

Prácticamente toda la superficie de la Microcuenca pertenece a la formación Carrillo Puerto, mientras que las zonas costeras norte y este dentro de la misma son, desde el punto de vista geológico, una de las zonas más jóvenes (Terciario-Cuaternario), cuya génesis se finca en depósitos post arrecifales a base de dunas litorales y eolianitas que subyacen a la Formación Carrillo Puerto (CONAGUA Op. Cit.).

De acuerdo con la cartografía del INEGI, en la Microcuenca Joaquín Zetina Gasca únicamente se presentan rocas sedimentarias de tipo caliza, las cuales son las rocas constituidas por carbonato de calcio (>80% CaCO<sub>3</sub>), pudiendo estar acompañada de: aragonito, sílice, dolomita, siderita y con frecuencia la presencia de fósiles, por lo que son de gran importancia estratigráfica. Por su contenido orgánico, arreglo mineral y textura existe en gran cantidad de clasificaciones en calizas. Sin embargo en ninguna

<sup>15</sup> Butterlin, J. y F. Bonet. 1963. Carta Geológica de la Península de Yucatán. Ingeniería Hidráulica en México. En Morán C. D., 1984. Geología de la República Mexicana

<sup>16</sup> CONAGUA, 2002. Determinación de la disponibilidad de agua en el acuífero Cerros y Valles, Estado de Quintana Roo, Comisión Nacional del Agua, Subgerencia Técnica.

se considera la presencia de material clástico. En los casos donde es considerable o relevante la presencia de clásticos se clasifica la caliza y el tamaño de la partícula determina el nombre secundario: caliza arcillosa, caliza arenosa y caliza conglomerada (INEGI, 2005)<sup>17</sup>.

Cabe mencionar que las rocas presentes en la microcuenca de estudio son de periodos o sistemas diferentes, ya que se manifiestan rocas calizas del Plioceno “Tpl(cz)” y rocas calizas del Neógeno “Ts(cz).

Asimismo existen zonas que se encuentran en etapa de pedogénesis en las que únicamente se manifiesta una acumulación de material granular suelto como producto de los procesos de erosión e intemperismo, a los cuales se les denomina en función de los lugares en que se depositan, de tal forma que estos son: suelos de tipo lacustre (la), suelo litoral (li) y suelo eólico (eo) cuya distribución se muestra en la **Figura 14**.

- Suelo lacustre. Es un suelo integrado por depósitos recientes que ocurre en lagos. Generalmente está formado por arcillas y sales.
- Suelo litoral. Está formado por materiales sueltos que se acumulan en zonas costeras por la acción de las olas y las corrientes marinas (arenas de playa).
- Suelo eólico. Es un suelo integrado por la acumulación de material derivado de rocas preexistentes, que ha sido transportado por la acción del viento (forma un relieve conocido como dunas).

---

<sup>17</sup> INEGI, 2005. Guía para la interpretación de Cartografía Geológica.

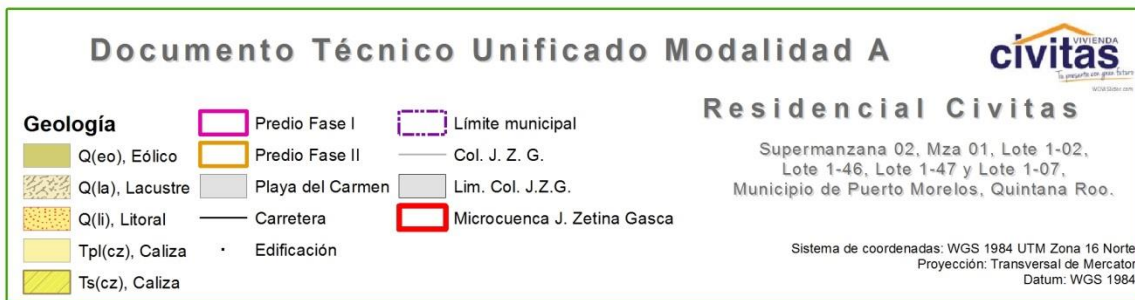
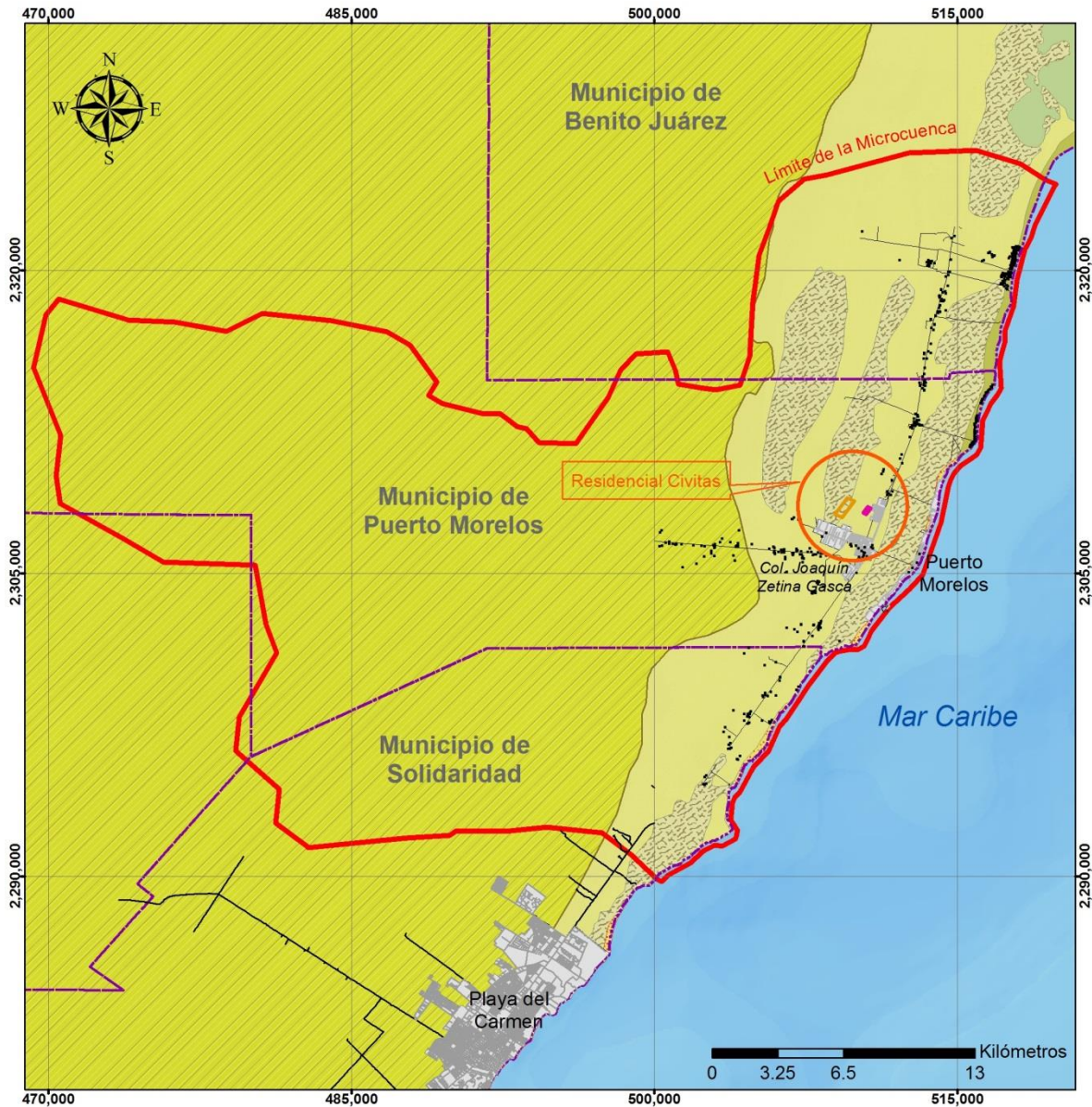


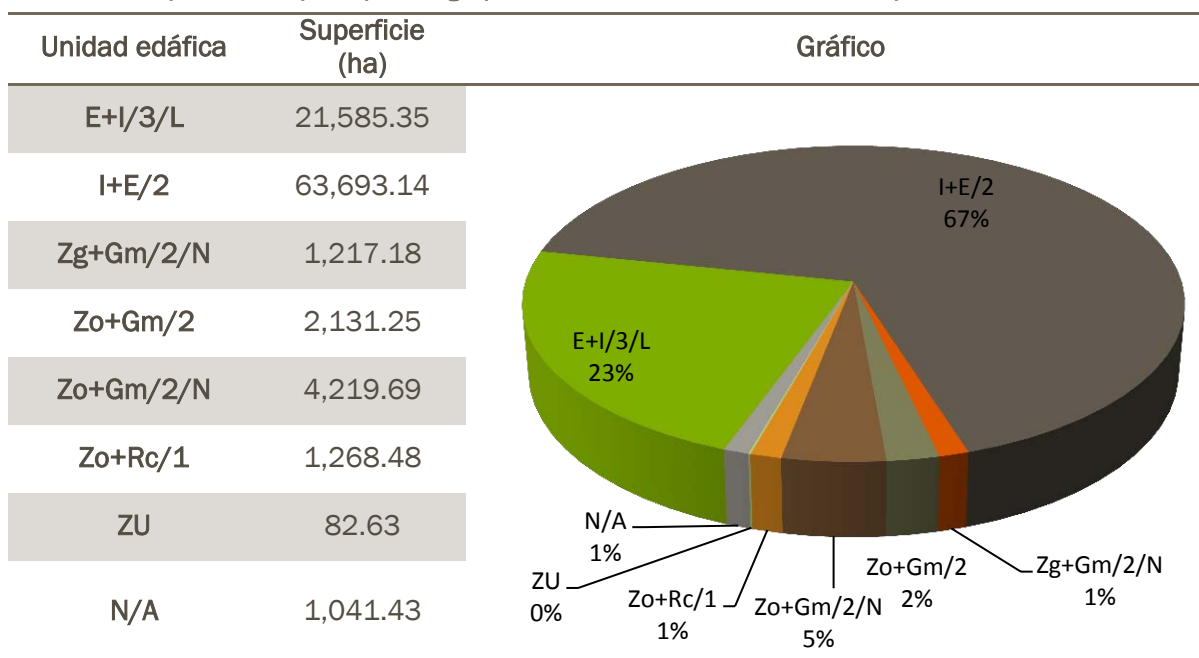
Figura 14. Carta geológica. Fuente: Elaboración propia a partir del Conjunto de Datos Vectoriales Geológicos F16-08 y F16-11, escala 1:250,000 INEGI, Serie I.

#### IV.2.2.4 Edafología

Al igual que en gran parte de la Península de Yucatán, el material geológico que dio origen a los suelos presentes en la microcuenca Joaquín Zetina Gasca es de tipo sedimentario. Por otra parte Pope et al., (1996)<sup>18</sup> han correlacionado mapas de suelo y geología de la Península de Yucatán y reportaron una clara relación entre el tipo de suelo y la edad de la roca madre, en concordancia con la persistencia de suelo residual que es, en algunos casos, tan antiguo como el Eoceno, por lo cual concluye que existe una relación estrecha entre la distribución de los tipos de rocas madre y los grupos de suelo.

De acuerdo con la cartografía de INEGI en la microcuenca existen 6 unidades edafológicas integradas por 6 grupos de suelo dominantes: Gleysol, Litosol (Leptosol), Rendzina, Regosol y Solonchak. El grupo de suelo que mayor superficie ocupa dentro de la microcuenca es Litosol en asociación con rendzinas (**Cuadro 9**).

Cuadro 9. Superficie ocupada por los grupos de suelo en la Microcuenca Joaquín Zetina Gasca.



A continuación se describen a detalle los grupos de suelo dominantes presentes en la microcuenca, que a diferencia de los descritos en la sección anterior, se encuentran definidos por sus características físico-químicas.

<sup>18</sup> Pope, K. O., A. C. Ocampo, G. L. Kinsland, and R. Smith. 1996. Surface expression of the Chicxulub Crater. *Geology* 24:527-530.



- Gleysol mólico (Gm)

Del ruso gley: pantano. Literalmente, suelo pantanoso. Estos suelos se encuentran en zonas donde se acumula y estanca el agua la mayor parte del año dentro de los 50 cm de profundidad. Se caracterizan por presentar, en la parte donde se saturan con agua, colores grises, azulosos o verdosos, que muchas veces al secarse y exponerse al aire se manchan de rojo. La vegetación natural que presentan generalmente es de pastizal y tular. En general son muy variables en su textura pero en la microcuenca predominan los arcillosos (textura fina), esto trae como consecuencia que presenten serios problemas de inundación durante épocas de intensa precipitación. Regularmente estos suelos presentan acumulaciones de salitre. Su distribución se encuentra definida por el relieve, ya que su presencia se limita a las depresiones lineales paralelas originadas por la Fractura de Holbox.

- Litosol (Leptosoles "l")

Del griego lithos: piedra. Literalmente, suelo de piedra. Al igual que en gran parte del país estos suelos son de los más abundantes en la Península de Yucatán y lo de mayor presencia en la microcuenca de estudio. Son suelos muy someros sobre roca continua y suelos extremadamente gravillosos y/o pedregosos. Se caracterizan por su profundidad menor de 10 centímetros, limitada por la presencia de roca, tepetate o caliche endurecido. Su fertilidad natural y la susceptibilidad a la erosión son muy variables dependiendo de otros factores ambientales, aunque los litosoles presentes en zonas llanas presentan menor fertilidad que los presentes en pendientes de colinas.

- Regosol calcárico (Rc)

Del griego reghos: manto, cobija o capa de material suelto que cubre a la roca. Suelos ubicados en muy diversos tipos de clima, vegetación y relieve. Tienen poco desarrollo y por ello no presentan capas muy diferenciadas entre sí. En general son claros o pobres en materia orgánica, se parecen bastante a la roca que les da origen. En México constituyen el segundo tipo de suelo más importante por su extensión (19.2%). Muchas veces están asociados con Litosoles y con afloramientos de roca o tepetate. Frecuentemente son someros, su fertilidad es variable y su productividad está condicionada a la profundidad y pedregosidad. Se incluyen en este grupo los suelos arenosos costeros, siendo las zonas costeras el único lugar donde se distribuyen dentro de la microcuenca.

De acuerdo a la FAO (Op. Cit.), los regosoles forman un grupo remanente taxonómico que contiene todos los suelos que no pudieron acomodarse en alguno de los otros GSR. En la práctica, los Regosoles son suelos minerales muy débilmente desarrollados en materiales no consolidados que no tienen un horizonte mólico o úmbrico, no son muy someros ni muy ricos en gravas (Leptosoles), arenosos (Arenosoles ) o con materiales flúvicos (Fluvisoles). El calificativo calcárico deriva del latín calcareum: calcáreo, haciendo referencia a que son suelos que tienen material calcárico entre 20 y 50 cm de la superficie o entre 20 cm y roca continua o una capa cementada o

endurecida, dicho atributo los hace ricos en cal y nutrientes para las plantas (INEGI, 2004)<sup>19</sup>.

- Rendzina (E)

Del polaco rzedzic: ruido. Connotativo de suelos someros que producen ruido con el arado por su pedregosidad. Estos suelos se presentan en climas semiáridos, tropicales o templados. Se caracterizan por tener una capa superficial abundante en materia orgánica y muy fértil que descansa sobre roca caliza o materiales ricos en cal. Generalmente las rendzinas son suelos arcillosos y poco profundos (por debajo de los 25 cm) pero llegan a soportar vegetación de selva alta perennifolia. Son moderadamente susceptibles a la erosión, no tienen subunidades.

- Solonchak gléyico y Solonchak órtico (Zg y Zo)

Del ruso sol: sal. Son suelos que tienen alta concentración de sales solubles en algún momento del año. Los Solonchaks están ampliamente confinados a zonas costeras en todos los climas (FAO, Op. Cit.). Al igual que los gleysoles su distribución dentro de la microcuenca se encuentra definida por las depresiones lineales paralelas originadas por la Fractura de Holbox, pero en este caso, en las secciones más cercanas a las zonas costeras del este de la microcuenca.

En la **Figura 15** se muestra la distribución de cada uno de los grupos de suelos descritos dentro de la Microcuenca Joaquín Zetina Gasca.

---

<sup>19</sup> INEGI, 2004. Guía para la interpretación de cartografía edafológica.



Figura 15. Carta edafológica. Fuente: Elaboración propia a partir del Conjunto de Datos Vectoriales Geológicos F16-08 y F16-11, escala 1:250,000 INEGI, Serie I.

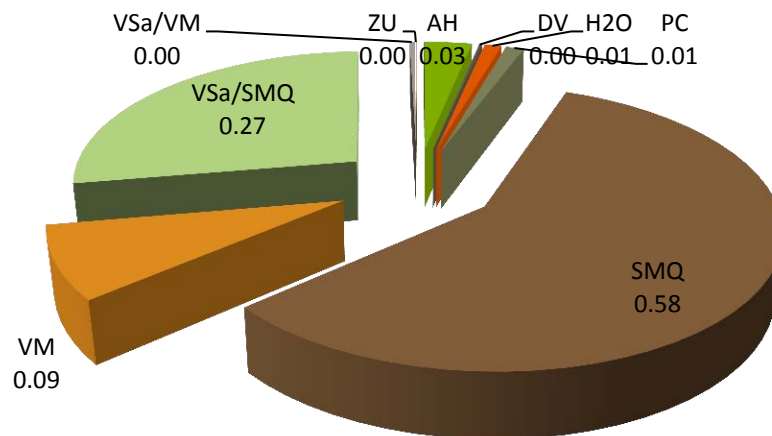
## IV.2.3 Medio biológico

### IV.2.3.1 Tipos de vegetación

De acuerdo con carta de uso de suelo y vegetación Serie V del INEGI, en la microcuenca Joaquín Zetina Gasca se presentan tres principales tipos de vegetación: selva mediana subperennifolia, manglar y pastizal cultivado, cada uno de los cuales se presenta en diferentes estados de sucesión que dan origen a tipos de vegetación secundarios (**Cuadro 10** y **Figura 16**).

*Cuadro 10. Usos de suelo y vegetación presentes en la microcuenca Joaquín Zetina Gasca.*

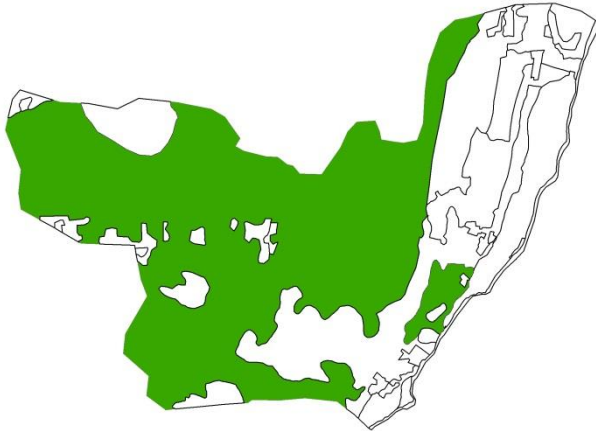
Clave INEGI	Uso de suelo	Hectáreas	% de la microcuenca
AH	Asentamiento humano	3,046.89	3.20
DV	Desprovisto de vegetación	181.33	0.19
H2O	Cuerpo de agua	1,056.49	1.11
PC	Pastizal cultivado	1,161.69	1.22
SMQ	Selva mediana subperennifolia	55,253.93	58.02
VM	Vegetación de manglar	8,143.74	8.55
VSA/SMQ	Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia	18,712.33	19.65
VSa/SMQ	Vegetación secundaria arbustiva de selva mediana subperennifolia	7,2763.16	7.64
VSa/VM	Vegetación secundaria arbustiva de vegetación de manglar	322.08	0.34
ZU	Zona urbana	84.52	0.09
<b>TOTAL</b>		<b>95,239.16</b>	<b>100%</b>



*Figura 16. Gráfico de usos de suelo y vegetación dentro de la microcuenca.*

- Selva mediana subperennifolia

Se caracteriza porque algunos árboles que la forman (alrededor de 25-50%) pierden sus hojas en lo más acentuado de la época seca. Cubre este tipo de selva áreas extensas con clima cálido (temperatura media anual superior a 20°C.) y subhúmedo (precipitación anual media poco superior a 1,200 mm) con algunas lluvias en la temporada seca que es más marcada que en las zonas de selva perennifolia (Miranda y Hernández, 1963)<sup>20</sup>. La selva mediana subperennifolia es el tipo de vegetación más



extenso en el estado de Quintana Roo (Ek Díaz en Pozo *et al.*, 2011). Se distribuye de norte a sur y de este a oeste, en la porción oeste extrema colinda con la selva mediana subcaducifolia.

Otros tipos de vegetación se encuentran intercalados y dispersos a lo largo de esta selva. Los árboles de esta comunidad también tienen contrafuertes y poseen gran cantidad de epífitas y bejucos. Los árboles tienen una altura de entre 15 y 25 m, con troncos menos gruesos que los

de la selva alta perennifolia, aun cuando se trata prácticamente de las mismas especies. También presenta tres rangos de altura (árboles de 4 a 12 m, de 12 a 22 m y de 20 a 30 m). Las palmas forman parte de los estratos, especialmente del bajo y del medio.

Las especies representativas para la selva mediana subperennifolia son: *Lysiloma latisiliquum*, *Brosimum alicastrum* (ox, ramón, capomo), *Bursera simaruba* (chaka', palo mulato, jiote, copal), *Manilkara zapota* (ya', zapote, chicozapote), *Lysiloma* spp. (tzalam, guaje, tepeguaje), *Vitex gaumeri* (ya'axnik), *Bucida buceras* (pukte'), *Alseis yucatanensis* (Ua'asché), *Carpodiptera floribunda*. Las epífitas más comunes son algunos helechos y musgos, abundantes orquídeas y bromeliáceas y aráceas (INEGI, 2005)<sup>21</sup>.

- Comunidades secundarias

Cuando se talan diversos tipos de selva de lugares húmedos, se origina una vegetación secundaria, cuya altura varía según el tiempo transcurrido desde la tala. En un principio se forman matorrales perennifolios, pero con el tiempo pasan a selvas secundarias, que cuando son suficientemente altas, se confunden con selvas primarias a las que sustituyen.

<sup>20</sup> Miranda F. y Hernández X. E., 1963. Los tipos de vegetación de México y su clasificación. UNAM-ENA.

<sup>21</sup> INEGI. 2005. Guía para la interpretación cartográfica de uso del suelo y vegetación. Serie III. 54-59, 70-73. INEGI, México.



Por lo general estas selvas secundarias se distinguen por las especies arbóreas que las forman, que son árboles de crecimiento muy rápido y de maderas blandas, como los guarumbos o chancarros (*Cecropia* spp.) majahuas (*Heliocarpus* spp.), sangregado (*Croton draco*), Guanacaste (*Schizolobium parahybum*), entre otros. La reversión a la selva primaria puede realizarse con suficiente tiempo si la alteración no ha sido muy

profunda y si las causas de destrucción dejan de actuar.

- Manglar

Esta comunidad se distribuye principalmente en la zona costera de la Microcuenca, encontrándose colindante en algunas ocasiones con la duna costera, los tulares y las selvas, aunque se manifiesta con mayor presencia en los bordes de las lagunas costeras, en particular el sistema lagunar Nichupté. El suelo en el que crece este



mangle es orgánico, formado sobre la marga. Los mangles rojo (*Rhizophora mangle*), blanco (*Laguncularia racemosa*) y negro (*Avicennia germinans*) en el municipio llegan a tener alturas de hasta 12 m. Las características y composición de especies están determinadas por las perturbaciones del área, la profundidad del agua y la salinidad del suelo y/o del agua. La especie que de manera característica se sitúa en las partes más elevadas es el mangle botoncillo (*Conocarpus erectus*). A lo largo de la

Microcuenca se pueden diferenciar tres tipos de mangles descritos por Olmsted et al., (1983)<sup>22</sup> como: Manglar chaparro disperso, Manglar de franja y Manglar mixto:

<sup>22</sup> Olmsted C. I., A. López, R. Durán, 1983. Vegetación de Sian Ka'an. 63-83p. En: CIQROO, 1983. Sian Ka'an, estudios preliminares de una zona en Quintana Roo propuesta como Reserva de la Biosfera. Centro de Investigaciones Científicas de Quintana Roo A.C. 215 pp.

#### Manglar chaparro:

Esta comunidad vegetal se establece en suelos margosos (marga: roca sedimentaria de dureza moderada, formada por carbonato de calcio y arcilla), con alto contenido de carbonato de calcio, producto en gran medida de la precipitación provocada por la acción de las algas verde azules del periphyton, son extremadamente pobres en nutrientes, lo cual determina su estructura ya que no alcanzan más de 1 a 2 m de altura, con manchones que miden hasta 3 m en lugares donde se acumula materia orgánica, siendo que las especies que lo componen ya sea mangle rojo, blanco, negro o botoncillo, normalmente crecen como grandes árboles. Esta es una vegetación que puede ser sumamente densa e infranqueable donde las ramas de los individuos se entrelazan, o por el contrario, puede encontrarse en densidades bajas con una dispersión de individuos de hasta 3 m.

#### Manglar de franja:

Se denomina así al pantano situado a lo largo del litoral, tanto en sitios expuestos a mar abierto como en torno a bahías y lagunas costeras. El sustrato en el que se establece es orgánico, formado sobre la marga. La altura de los mangles rojo, blanco y negro llega a ser en el municipio de hasta 12 m. Las características y composición de especies están determinadas por las perturbaciones del área, la profundidad del agua y la salinidad del suelo y/o del agua. La especie que de manera característica se sitúa en las partes más elevadas es el mangle botoncillo. El mangle de franja marino está expuesto a la salinidad, el oleaje y las mareas, dominado principalmente por el mangle rojo y el negro. El manglar de franja lagunar se encuentra bordeando los litorales de las lagunas costeras o rías a lo largo de toda la costa de la península, como ocurre en la laguna Nichupté.

#### Manglar mixto:

Dependiendo de su localización y características, se ha considerado como manglar mixto aquellos que pueden incluirse dentro de la clasificación de manglar de ciénaga baja y al manglar de las lagunas fósiles. El primer tipo suele formar islotes arbóreos en las ciénagas, que se inundan o se secan según el régimen hidrológico de éstas. Permanece inundado la mayor parte del año, sobre todo en época lluviosa. Los valores de salinidad pueden ser muy elevados, sobre todo en la época de sequía cuando disminuyen los niveles de inundación. La principal especie en esta comunidad es el mangle negro, seguido en importancia por el mangle rojo.

Como se mencionó anteriormente, la comunidad vegetal más extensa a lo largo del territorio que delimitado por la Microcuenca Joaquín Zetina Gasca, corresponde a vegetación secundaria derivada de selva mediana subperennifolia, la cual ha estado sujeta a la alteración por diversos factores tanto naturales como antropogénicos, no obstante dicha vegetación, junto con las comunidades primarias aún presentes en el municipio, representan en conjunto una importante y diversa reserva natural. En razón de lo anterior, la superficie considerada como forestal dentro de la Microcuenca es de 89,708.24 ha equivalentes al 94.19% de la superficie total de la misma.

En la **Figura 17** se muestra la distribución conjunta de cada uno de los tipos de usos de suelo y vegetación presente en la Microcuenca de acuerdo a lo manifestado por el INEGI en la cartografía escala 1:250,000 Serie V.

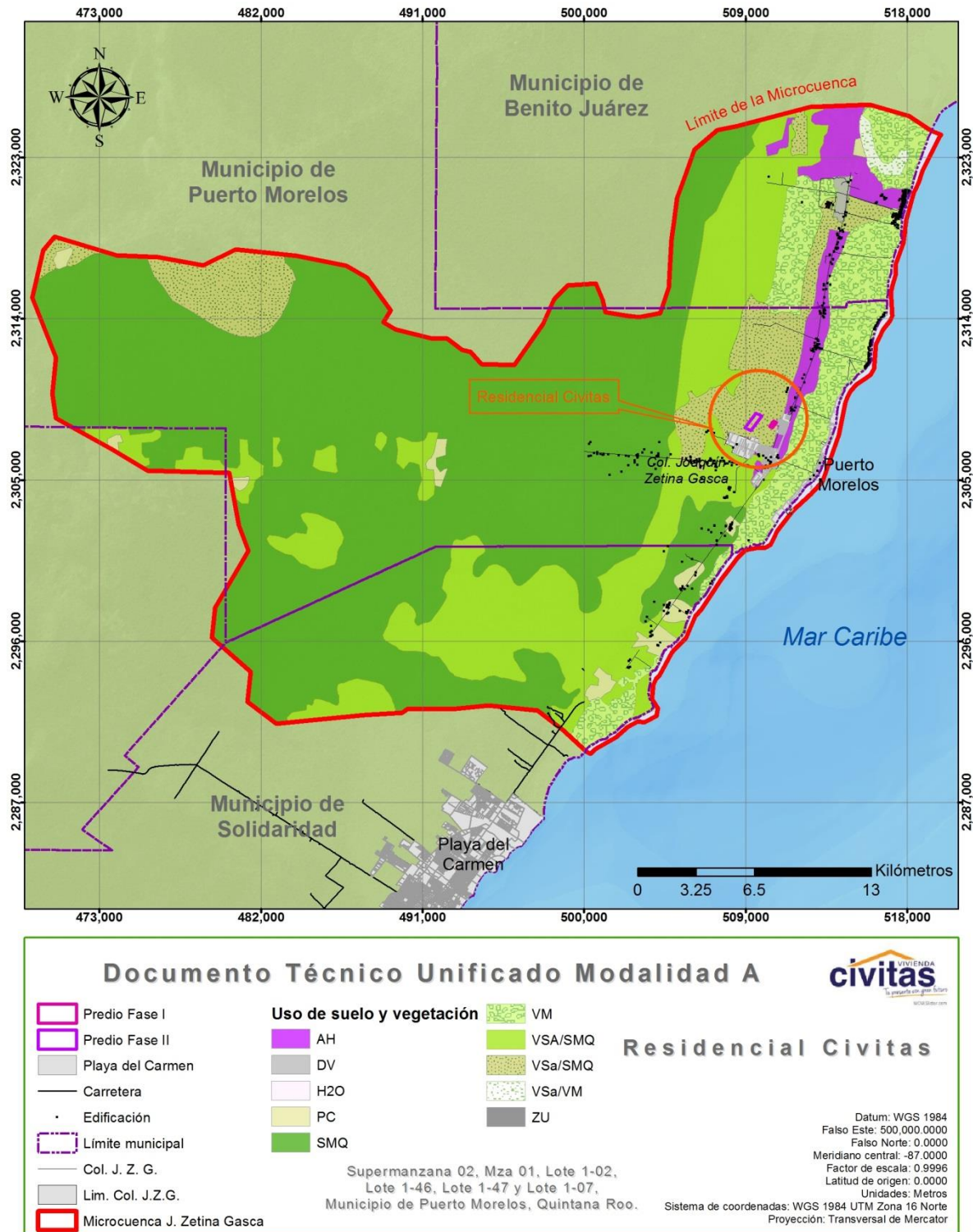


Figura 17. Usos de suelo y vegetación dentro de la microcuenca.



#### IV.2.3.1.1 Riqueza florística

Para tener una aproximación asertiva de la riqueza florística presente en la Microcuenca Joaquín Zetina Gasca se llevaron a cabo dos procesos, el primero fue la revisión de los listados florísticos de estudios e instancias oficiales (CONAFOR-Inventario Nacional Forestal y de Suelos 2004-2009) dentro de la Microcuenca, incluyendo los listados de las Áreas Naturales Protegidas que convergen en los límites de ésta (**Figura 18**). El segundo proceso consistió en el levantamiento de sitios testigos

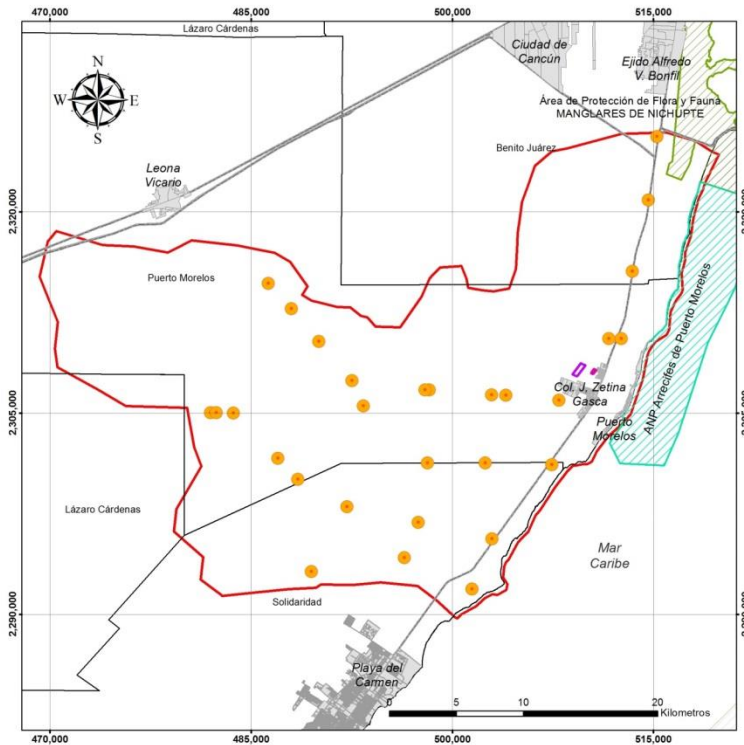


Figura 18. Usos de suelo y vegetación dentro de la microcuenca.

en campo, de tal manera que con éstos últimos se pudiesen generar posteriormente los índices de diversidad que permitieran integrar un marco de comparación entre las condiciones de las comunidades vegetales dentro de la microcuenca con respecto a la comunidad vegetal presente en el predio.

El método y procedimientos específicos llevados a cabo para el levantamiento de los sitios testigos fueron prácticamente los mismos que los llevados a cabo para el levantamiento de los sitios establecidos en los predios con una diferencia

en el número de sitios levantados, de tal manera que en el apartado correspondiente a las condiciones de la vegetación y el cálculo del volumen de las materias primas forestales en la superficie sujeta a cambio de uso de suelo se explica a detalle la metodología empleada.

En razón de lo anterior, y de acuerdo a las fuentes consultadas, en la microcuenca se registran 375 especies en 272 géneros y 93 familias (**Cuadro 11**). Las familias mejor representadas en el predio son Leguminosae (16 géneros y 50 especies), Poaceae (14-16), Rubiaceae (13-17), Asteraceae (12-15) y Sapindaceae (10-13) (**Figura 19**).

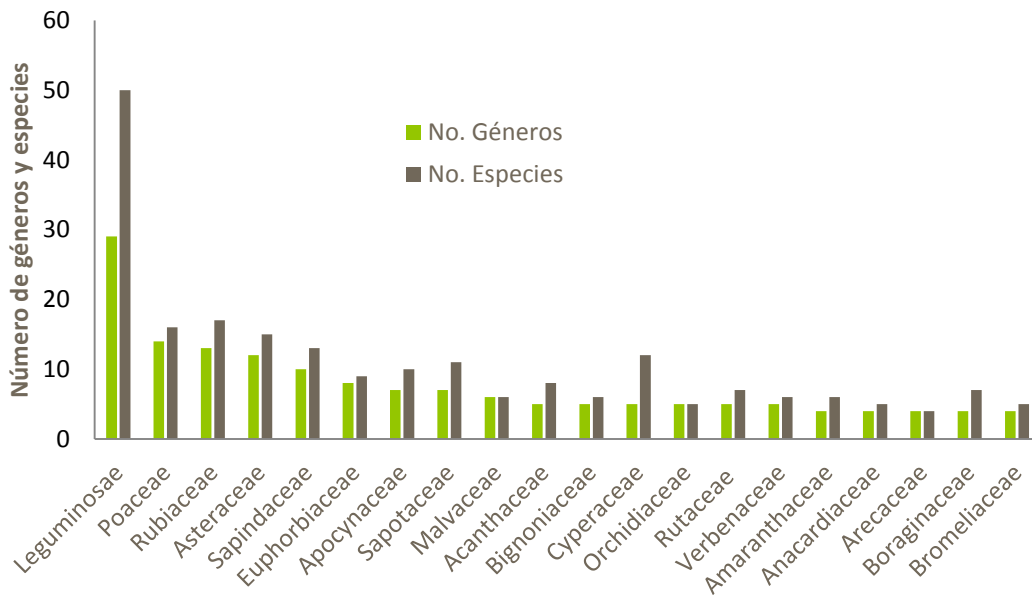


Figura 19. Familias con mayor número de géneros y especies en el predio

En cuanto a géneros se refiere *Acacia*, *Ficus* y *Coccoloba* son los que registran el mayor número de especies. Cabe mencionar, que a pesar de que estos son los mejor representados no existe alta diferencia numérica entre el resto de los géneros (Figura 20).

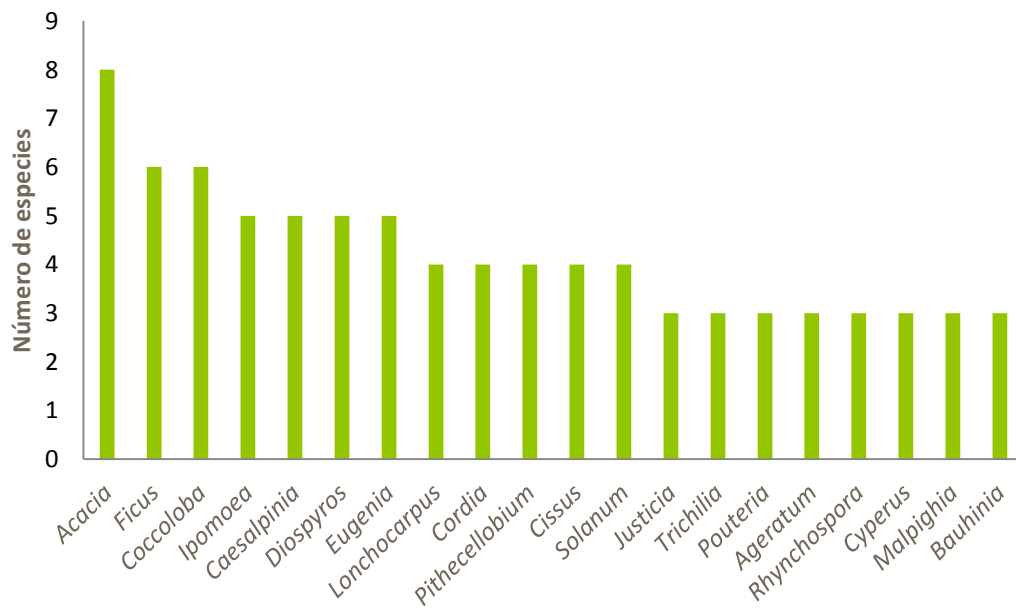


Figura 20. Géneros con mayor número de especies

Cuadro 1.1. Listado florístico de la microcuenca Joaquín Zetina Gasca.

Familia	Especie	ANP APM <sup>1</sup>	INFyS <sup>2</sup> 2004- 2009	ANP MN <sup>3</sup>	Sitios testigo
Acanthaceae	<i>Avicennia germinans</i>	X		X	
	<i>Blechnum brownei</i>			X	
	<i>Bravaisia berlandieriana</i>			X	
	<i>Bravaisia tubiflora</i>	X			
	<i>Justicia campechiana</i>			X	
	<i>Justicia carthagenensis</i>			X	
	<i>Justicia lundellii</i>			X	
	<i>Ruellia nudiflora</i>			X	
	<i>Tetramerium nervosum</i>		X		
Agavaceae	<i>Agave angustifolia</i>			X	
Aizoaceae	<i>Sesuvium portulacastrum</i>	X		X	
	<i>Trianthema portulacastrum</i>			X	
	<i>Alternanthera ramosissima</i>			X	
Amaranthaceae	<i>Amaranthus hybridus</i>			X	
	<i>Amaranthus spinosus</i>			X	
	<i>Gomphrena dispersa</i>			X	
	<i>Iresine canescens</i>			X	
	<i>Iresine flavescens</i>			X	
Amaryllidaceae	<i>Hymenocallis littoralis</i>	X		X	
Anacardiaceae	<i>Astronium graveolens</i>		X		X
	<i>Metopium brownei</i>	X	X		X
	<i>Rhus radicans</i>		X		
	<i>Spondias maxima</i>		X		
	<i>Spondias mombin</i>		X		X
Annonaceae	<i>Annona glabra</i>			X	X
	<i>Malmea depressa</i>		X		
	<i>Echites umbellate</i>			X	
	<i>Echites yucatanensis</i>	X		X	
	<i>Plumeria obtusa</i>			X	
	<i>Plumeria rubra</i>		X		
Apocynaceae	<i>Rhabdadenia biflora</i>	X		X	
	<i>Stemmadenia donnell-smithii</i>		X		
	<i>Tabernaemontana alba</i>		X		
	<i>Thevetia ahouai</i>		X		
	<i>Thevetia gaumeri</i>	X	X	X	X
	<i>Urechites andrieuxii</i>			X	

Familia	Especie	ANP APM <sup>1</sup>	INFyS <sup>2</sup> 2004- 2009	ANP MN <sup>3</sup>	Sitios testigo
Araceae	<i>Anthurium schlechtendalii</i>			X	
	<i>Philodendron hederaceum</i>			X	
Araliaceae	<i>Dendropanax arboreus</i>		X		X
	<i>Acoelorrhaphe wrightii</i>			X	
	<i>Chamaedorea seifrizii</i>			X	
Arecaceae	<i>Coccothrinax readii</i>			X	X
	<i>Cocos nucifera</i>	X		X	
	<i>Sabal yapa</i>		X		X
	<i>Thrinax radiata</i>	X	X	X	X
	<i>Pseudophoenix sargentii</i>			X	
Asclepladaceae	<i>Asclepias curassavica</i>			X	
	<i>Sarcostemma clausum</i>	X			
	<i>Ageratum gaumeri</i>			X	
	<i>Ageratum littorale</i>	X		X	
	<i>Ageratum maritimum</i>			X	
	<i>Ambrosia hispida</i>	X		X	
	<i>Bidens pilosa</i>			X	
	<i>Borrichia arborescens</i>	X			
Asteraceae	<i>Borrichia frutescens</i>			X	
	<i>Eupatorium daleoides</i>			X	
	<i>Flaveria linearis</i>	X		X	
	<i>Melanthera nivea</i>	X		X	
	<i>Otopappus curviflorus</i>				X
	<i>Pluchea odorata</i>			X	
	<i>Porophyllum punctatum</i>			X	
	<i>Viguiera dentata</i>			X	
	<i>Wedelia trilobata</i>	X			
	Bataceae	<i>Batis maritima</i>			X
Bignoniaceae	<i>Adenocalymma inundatum</i>				X
	<i>Arrabidaea floribunda</i>			X	
	<i>Crescentia cujete</i>			X	
	<i>Cydista aequinoctialis</i>			X	
	<i>Cydista diversifolia</i>			X	
Bixaceae	<i>Tabebuia chrysantha</i>				X
	<i>Cochlospermum vitifolium</i>		X		
Bombacaceae	<i>Ceiba aesculifolia</i>		X	X	X
	<i>Ceiba pentandra</i>		X		

Familia	Especie	ANP APM <sup>1</sup>	INFYS <sup>2</sup> 2004- 2009	ANP MN <sup>3</sup>	Sitios testigo
<b>Boraginaceae</b>	<i>Cordia alliodora</i>		X		
	<i>Cordia dodecandra</i>				X
	<i>Cordia gerascanthus</i>		X		X
	<i>Cordia sebestena</i>	X		X	
	<i>Ehretia tinifolia</i>			X	
	<i>Heliotropium curassavicum</i>			X	
	<i>Tournefortia gnaphalodes</i>			X	
<b>Bromellaceae</b>	<i>Aechmea bracteata</i>			X	
	<i>Bromelia alsodes</i>			X	
	<i>Bromelia penguin</i>			X	
	<i>Tillandsia fasciculata</i>			X	
<b>Burseraceae</b>	<i>Tillandsia usneoides</i>			X	
	<i>Bursera simaruba</i>	X	X	X	X
<b>Cactaceae</b>	<i>Protium copal</i>		X		X
	<i>Acanthocereus tetragonus</i>			X	
	<i>Hylocereus undatus</i>			X	
<b>Capparaceae</b>	<i>Selenicereus donkelaarii</i>			X	
	<i>Crataeva tapia</i>		X		
<b>Capparidaceae</b>	<i>Capparis flexuosa</i>			X	
	<i>Capparis incana</i>	X		X	
<b>Caricaceae</b>	<i>Carica papaya</i>			X	
<b>Casuarinaceae</b>	<i>Casuarina equisetifolia</i>			X	
<b>Cecropiaceae</b>	<i>Cecropia peltata</i>		X	X	X
	<i>Elaeodendron xylocarpum</i>			X	
	<i>Maytenus phyllanthoides</i>			X	
<b>Celastraceae</b>	<i>Semialarium mexicanum</i>				X
	<i>Salicornia bigelovii</i>			X	
<b>Chenopodiaceae</b>	<i>Suaeda mexicana</i>			X	
	<i>Chrysobalanus icaco</i>	X		X	
<b>Combretaceae</b>	<i>Conocarpus erectus</i>	X		X	
	<i>Laguncularia racemosa</i>	X	X	X	
	<i>Terminalia cattapa</i>			X	
<b>Commelinaceae</b>	<i>Commelina erecta</i>			X	
<b>Convolvulaceae</b>	<i>Evolvulus alsinoides</i>			X	
	<i>Ipomoea alba</i>	X			
	<i>Ipomoea crinalyx</i>			X	
	<i>Ipomoea imperati</i>			X	

Familia	Especie	ANP APM <sup>1</sup>	INFyS <sup>2</sup> 2004- 2009	ANP MN <sup>3</sup>	Sitios testigo
	<i>Ipomoea pes-caprae</i>	X		X	
	<i>Ipomoea violacea</i>			X	
	<i>Jacquemontia nodiflora</i>			X	
	<i>Merremia aegyptia</i>			X	
<b>Cruciferae</b>	<i>Cakile lanceolata</i>	X		X	
<b>Cuscutaceae</b>	<i>Cuscuta americana</i>			X	
<b>Cymodoceaceae</b>	<i>Halodule wrightii</i>			X	
	<i>Cladium jamaicense</i>			X	
	<i>Cyperus articulatus</i>			X	
	<i>Cyperus ligularis</i>	X			
	<i>Cyperus planifolius</i>	X			
	<i>Eleocharis caribea</i>			X	
<b>Cyperaceae</b>	<i>Eleocharis cellulosa</i>	X		X	
	<i>Eleocharis geniculata</i>	X			
	<i>Fimbristylis cymosa</i>	X		X	
	<i>Fimbristylis sp.</i>			X	
	<i>Rhynchospora cephalotes</i>			X	
	<i>Rhynchospora colorata</i>			X	
	<i>Rhynchospora holoschoenoides</i>			X	
<b>Dennstaedtiaceae</b>	<i>Pteridium caudatum</i>			X	
<b>Dilleniaceae</b>	<i>Tetracera volubilis</i>				X
<b>Dioscoreaceae</b>	<i>Dioscorea densiflora</i>			X	
	<i>Diospyros anisandra</i>		X		
	<i>Diospyros cuneata</i>		X	X	
<b>Ebenaceae</b>	<i>Diospyros tetrasperma</i>				X
	<i>Diospyros verae-crucis</i>		X	X	
	<i>Diospyros yucatanensis</i>				X
<b>Elaeocarpaceae</b>	<i>Muntingia calabura</i>			X	
<b>Erythroxylaceae</b>	<i>Erythroxylum confusum</i>			X	
	<i>Astrocasia tremula</i>				X
	<i>Cnidoscolus souzae</i>			X	
	<i>Croton punctatus</i>			X	
<b>Euphorbiaceae</b>	<i>Croton reflexifolius</i>		X		X
	<i>Drypetes lateriflora</i>		X	X	X
	<i>Euphorbia buxifolia</i>			X	
	<i>Gymnanthes lucida</i>		X	X	X
	<i>Jatropha gaumeri</i>		X	X	X

Familia	Especie	ANP APM <sup>1</sup>	INFyS <sup>2</sup> 2004- 2009	ANP MN <sup>3</sup>	Sitios testigo
	<i>Manihot aesculifolia</i>		X		
	<i>Ricinus communis</i>			X	
	<i>Sebastiania adenophora</i>				X
<b>Flacourtiaceae</b>	<i>Casearia nitida</i>		X		
<b>Gentianaceae</b>	<i>Eustoma exaltatum</i>	X			
<b>Goodeniaceae</b>	<i>Scaevola plumieri</i>	X		X	
<b>Guttiferae</b>	<i>Clusia flava</i>			X	
<b>Hippocrateaceae</b>	<i>Hippocratea celastroides</i>		X		
	<i>Hippocratea excelsa</i>		X	X	
<b>Hydrocharitaceae</b>	<i>Thalassia testudinum</i>			X	
<b>Icacinaceae</b>	<i>Ottoschulzia pallida</i>				X
<b>Lamiaceae</b>	<i>Vitex gaumeri</i>	X	X	X	X
	<i>Cassytha filiformis</i>	X		X	
<b>Lauraceae</b>	<i>Nectandra coriacea</i>			X	X
	<i>Nectandra salicifolia</i>		X		X
<b>Leguminosae</b>	<i>Acacia angustissima</i>				X
	<i>Acacia collinsii</i>			X	
	<i>Acacia dolichostachya</i>			X	X
	<i>Acacia farnesiana</i>		X		
	<i>Acacia gaumeri</i>		X		
	<i>Acacia glomerosa</i>		X		
	<i>Acacia milleriana</i>		X		
	<i>Acacia pennatula</i>		X		
	<i>Albizia tomentosa</i>		X		
	<i>Apoplanesia paniculata</i>		X		
	<i>Bauhinia divaricata</i>		X	X	X
	<i>Bauhinia herrerae</i>		X		
	<i>Bauhinia jenningsii</i>			X	X
	<i>Caesalpinia bonduc</i>	X	X	X	
	<i>Caesalpinia gaumeri</i>		X	X	X
	<i>Caesalpinia platyloba</i>		X		
	<i>Caesalpinia violacea</i>		X		
	<i>Caesalpinia yucatanensis</i>		X		X
	<i>Calliandra belizensis</i>				X
	<i>Canavalia maritima</i>				X
<i>Canavalia rosea</i>	X				
<i>Centrosema virginianum</i>				X	

Familia	Especie	ANP APM <sup>1</sup>	INFyS <sup>2</sup> 2004- 2009	ANP MN <sup>3</sup>	Sitios testigo
	<i>Chloroleucon mangense</i>				X
	<i>Cracca mollis</i>			X	
	<i>Crotalaria pumila</i>	X		X	
	<i>Dalbergia glabra</i>			X	X
	<i>Delonix regia</i>			X	
	<i>Diphysa carthagenensis</i>		X		X
	<i>Gliricidia sepium</i>		X	X	
	<i>Haematoxylum campechianum</i>			X	
	<i>Harpalyce arborescens</i>		X		
	<i>Leucaena leucocephala</i>			X	
	<i>Lonchocarpus guatemalensis</i>				X
	<i>Lonchocarpus rugosus</i>		X	X	X
	<i>Lonchocarpus xuul</i>		X		
	<i>Lonchocarpus yucatanensis</i>		X		
	<i>Lysiloma latisiliquum</i>		X	X	X
	<i>Mimosa bahamensis</i>			X	
	<i>Mimosa pudica</i>			X	
	<i>Piscidia piscipula</i>	X	X	X	X
	<i>Pithecellobium albicans</i>		X		
	<i>Pithecellobium dulce</i>			X	
	<i>Pithecellobium keyense</i>	X		X	
	<i>Pithecellobium leucospermum</i>		X		
	<i>Platymiscium yucatanum</i>		X		
	<i>Senna racemosa</i>			X	
	<i>Sophora tomentosa</i>	X		X	
	<i>Swartzia cubensis</i>		X		X
	<i>Vigna elegans</i>	X			
	<i>Zygia cognata</i>				X
	<i>Byrsonima bucidaefolia</i>		X	X	X
<b>Malpighiaceae</b>	<i>Malpighia emarginata</i>	X			
	<i>Malpighia glabra</i>				X
	<i>Malpighia lundelli</i>		X		
	<i>Hampea trilobata</i>		X	X	X
<b>Malvaceae</b>	<i>Hibiscus clypeatus</i>		X		
	<i>Malvaviscus arboreus</i>			X	X
	<i>Sida acuta</i>			X	
<b>Mellaceae</b>	<i>Cedrela odorata</i>		X		



Familia	Especie	ANP APM <sup>1</sup>	INFYS <sup>2</sup> 2004- 2009	ANP MN <sup>3</sup>	Sitios testigo
<b>Menispermaceae</b>	<i>Trichilia cuneata</i>		X		
	<i>Trichilia hirta</i>		X		X
	<i>Trichilia minutiflora</i>		X		
	<i>Hyperbaena winzerlingii</i>		X		
	<i>Brosimum alicastrum</i>		X		X
	<i>Chlorophora tinctoria</i>		X		
	<i>Ficus carica</i>		X		
<b>Moraceae</b>	<i>Ficus cotinifolia</i>		X	X	X
	<i>Ficus maxima</i>			X	X
	<i>Ficus padifolia</i>		X		
	<i>Ficus pertusa</i>				X
	<i>Ficus tecolutensis</i>			X	
	<i>Trophis racemosa</i>				X
	<b>Myrsinaceae</b>	<i>Ardisia escallonioides</i>			
<i>Calypttranthes pallens</i>					X
<i>Eugenia axillaris</i>				X	X
<i>Eugenia foetida</i>					X
<b>Myrtaceae</b>	<i>Eugenia itzana</i>		X		
	<i>Eugenia mayana</i>		X		
	<i>Eugenia trikii</i>				X
	<i>Myrcianthes fragrans</i>				X
<b>Nolinaceae</b>	<i>Psidium sartorianum</i>		X		X
	<i>Beaucarnea pliabilis</i>			X	
<b>Nyctaginaceae</b>	<i>Neea psychotrioides</i>		X		X
	<i>Okenia hypogaea</i>			X	
	<i>Pisonia aculeata</i>			X	X
<b>Orchidaceae</b>	<i>Catasetum integerrimum</i>			X	
	<i>Encyclia belizensis</i>			X	
	<i>Myrmecophila cf.</i>			X	
	<i>Oncidium ascendens</i>			X	
	<i>Rhyncolaelia digbyana</i>			X	
<b>Passifloraceae</b>	<i>Passiflora foetida</i>	X		X	
<b>Pentaptylaccaceae</b>	<i>Ternstroemia tepezapote</i>				X
<b>Phytolacaceae</b>	<i>Phytolaca icosandra</i>			X	
	<i>Rivina humilis</i>	X		X	
<b>Piperaceae</b>	<i>Piper amalago</i>				X
<b>Poaceae</b>	<i>Andropogon glomeratus</i>			X	

Familia	Especie	ANP APM <sup>1</sup>	INFyS <sup>2</sup> 2004- 2009	ANP MN <sup>3</sup>	Sitios testigo
	<i>Cenchrus echinatus</i>	X		X	
	<i>Cenchrus incertus</i>			X	
	<i>Chloris virgata</i>			X	
	<i>Dactyloctenium aegyptium</i>	X		X	
	<i>Distichlis spicata</i>			X	
	<i>Eleusine indica</i>	X			
	<i>Eustachys petraea</i>			X	
	<i>Lasiacis divaricata</i>			X	
	<i>Monanthochloe littoralis</i>			X	
	<i>Panicum ichnantioides</i>	X			
	<i>Panicum maximum</i>			X	
	<i>Paspalum fasciculatum</i>			X	
	<i>Phragmites australis</i>			X	
	<i>Rhynchelytrum repens</i>			X	
	<i>Sporobolus virginicus</i>	X		X	
	<i>Coccoloba acapulcensis</i>		X		X
	<i>Coccoloba barbadensis</i>		X		
	<i>Coccoloba cozumelensis</i>		X	X	X
	<i>Coccoloba diversifolia</i>				X
<b>Polygonaceae</b>	<i>Coccoloba spicata</i>		X	X	X
	<i>Coccoloba uvifera</i>	X		X	
	<i>Gymnopodium floribundum</i>		X	X	X
	<i>Neomilldpaughia emarginata</i>			X	
<b>Portulacaceae</b>	<i>Portulaca oleracea</i>	X		X	
	<i>Portulaca pilosa</i>	X			
<b>Pteridaceae</b>	<i>Acrostichum danaeifolium</i>			X	
	<i>Colubrina arborescens</i>		X		
<b>Rhamnaceae</b>	<i>Colubrina greggii</i>		X	X	
	<i>Gouania lupuloides</i>			X	
	<i>Krugiodendron ferreum</i>		X		
<b>Rhizophoraceae</b>	<i>Rhizophora mangle</i>	X		X	
	<i>Boerheria verticillata</i>			X	
	<i>Borreria ovata</i>	X			
<b>Rubiaceae</b>	<i>Chiococca alba</i>			X	
	<i>Erithalis fruticosa</i>	X		X	
	<i>Ernodea littoralis</i>	X		X	
	<i>Exostema caribaeum</i>		X		

Familia	Especie	ANP APM <sup>1</sup>	INFyS <sup>2</sup> 2004- 2009	ANP MN <sup>3</sup>	Sitios testigo
	<i>Guettarda combsii</i>		X		X
	<i>Guettarda gaumeri</i>		X		
	<i>Hamelia patens</i>			X	
	<i>Morinda yucatanensis</i>			X	
	<i>Psychotria nervosa</i>			X	X
	<i>Psychotria pubescens</i>		X		X
	<i>Randia aculeata</i>			X	X
	<i>Randia longiloba</i>				X
	<i>Randia truncata</i>		X		
	<i>Sickingia salvadorensis</i>		X		
	<i>Stenostomum lucidum</i>				X
<b>Rupplaceae</b>	<i>Ruppia maritima</i>			X	
	<i>Amyris sylvatica</i>		X		
	<i>Casimiroa sapota</i>				X
	<i>Casimiroa tetrameria</i>		X		
<b>Rutaceae</b>	<i>Esenbeckia berlandieri</i>			X	X
	<i>Esenbeckia pentaphylla</i>		X		X
	<i>Pilocarpus racemosus</i>			X	
	<i>Zanthoxylum fagara</i>		X		
<b>Salicaceae</b>	<i>Casearia aculeata</i>				X
	<i>Zuelania guidonia</i>		X		X
	<i>Allophylus cominia</i>		X	X	X
	<i>Blomia prisca</i>				X
	<i>Cardiospermum corindum</i>			X	X
	<i>Exothea diphylla</i>		X		X
	<i>Exothea paniculata</i>				X
	<i>Melicoccus oliviformis</i>				X
<b>Sapindaceae</b>	<i>Paullinia cururu</i>				X
	<i>Paullinia pinnata</i>				X
	<i>Serjania adiantoides</i>				X
	<i>Serjania yucatanenses</i>			X	
	<i>Talisia olivaeformis</i>		X		
	<i>Thouinia paucidentata</i>		X		X
	<i>Urvillea ulmacea</i>				X
<b>Sapotaceae</b>	<i>Bumelia celastrina</i>	X			
	<i>Chrysophyllum cainito</i>		X		
	<i>Chrysophyllum mexicanum</i>		X	X	X

Familia	Especie	ANP APM <sup>1</sup>	INFyS <sup>2</sup> 2004- 2009	ANP MN <sup>3</sup>	Sitios testigo
	<i>Dipholis salicifolia</i>		X		
	<i>Manilkara zapota</i>	X	X	X	X
	<i>Mastichodendron capiri</i>		X		
	<i>Pouteria campechiana</i>	X	X		X
	<i>Pouteria reticulata</i>				X
	<i>Pouteria unilocularis</i>		X		
	<i>Sideroxylon amygdalinum</i>		X		
	<i>Sideroxylon foetidissimum</i>				X
<b>Scrophulariaceae</b>	<i>Angelonia angustifolia</i>			X	
	<i>Bacopa monnieri</i>			X	
	<i>Capraria biflora</i>			X	
	<i>Gerardia maritima</i>	X			
<b>Simaroubaceae</b>	<i>Alvaradoa amorphoides</i>		X	X	
	<i>Simarouba amara</i>				X
	<i>Simarouba glauca</i>		X		
<b>Smilacaceae</b>	<i>Smilax mollis</i>				X
<b>Solanaceae</b>	<i>Cestrum nocturnum</i>			X	
	<i>Solanum erianthum</i>			X	X
	<i>Solanum umbellatum</i>		X		
	<i>Solanum verbascifolium</i>	X			
	<i>Solanum yucatanum</i>			X	
<b>Sterculiaceae</b>	<i>Guazuma ulmifolia</i>		X	X	
	<i>Helicteres baruensis</i>				X
<b>Surlanaceae</b>	<i>Suriana maritima</i>	X			
<b>Theophrastaceae</b>	<i>Jacquinia auriantaca</i>			X	
<b>Tiliaceae</b>	<i>Luehea speciosa</i>		X		
<b>Typhaceae</b>	<i>Typha domingensis</i>			X	
<b>Ulmaceae</b>	<i>Trema micrantha</i>			X	
<b>Umbelliferae</b>	<i>Hydrocotyle bonariensis</i>			X	
	<i>Callicarpa acuminata</i>			X	
	<i>Lantana camara</i>			X	
<b>Verbenaceae</b>	<i>Lantana involucrata</i>	X		X	
	<i>Phyla nodiflora</i>	X		X	
	<i>Priva lappulacea</i>		X		
<b>Vitaceae</b>	<i>Cissus gossypiifolia</i>			X	
	<i>Cissus rhombifolia</i>			X	
	<i>Cissus sicyoides</i>			X	

Familia	Especie	ANP APM <sup>1</sup>	INFyS <sup>2</sup> 2004- 2009	ANP MN <sup>3</sup>	Sitios testigo
Zygophyllaceae	<i>Cissus verticillata</i>				X
	<i>Vitis bourgaeana</i>				X
	<i>Vitis tiliifolia</i>		X		
	<i>Guaiacum sanctum</i>			X	X
	<i>Kallstroemia maxima</i>			X	
	<i>Tribulus cistoides</i>				X

1 ANP Arrecifes de Puerto Morelos, 2 Inventario Nacional Forestal y de Suelos, 3 ANP Manglares de Nichupté

#### IV.2.3.1.2 Abundancia relativa

La abundancia se puede descubrir si contamos todos los individuos de cada especie en una serie de muestras dentro de la comunidad y determinamos qué porcentaje de cada una contribuye al número total de individuos de todas las especies. Cabe mencionar, que para la estimación de la abundancia se utilizaron sólo los datos recabados en los sitios testigo.

- Estrato arbóreo

En el estrato arbóreo las especies más abundantes son *Acacia dolichostachya*, *Bursera simaruba*, *Manilkara zapota*, *Ficus cotinifolia*, *Metopium brownei* y *Lysiloma latisiliquum*, con más del 50 % del total (**Figura 21**)

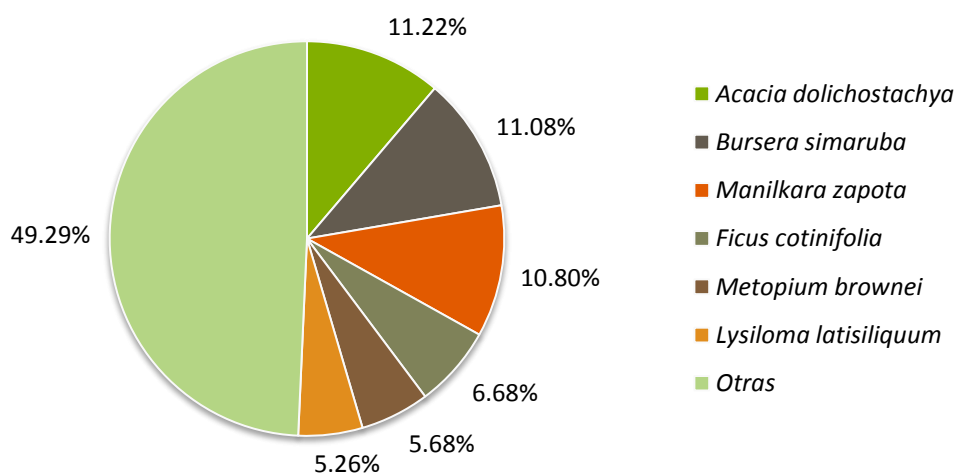


Figura 21. Especies más abundantes en el estrato arbóreo.

- Estrato arbustivo

Las especies más abundante en el estrato arbustivo son *Bauhinia divaricata* con 7.08%, siguiéndole *Manilkara zapota*, *Coccolobos readii* y *Eugenia axillaris* con alrededor de 4% cada una (**Figura 22**).

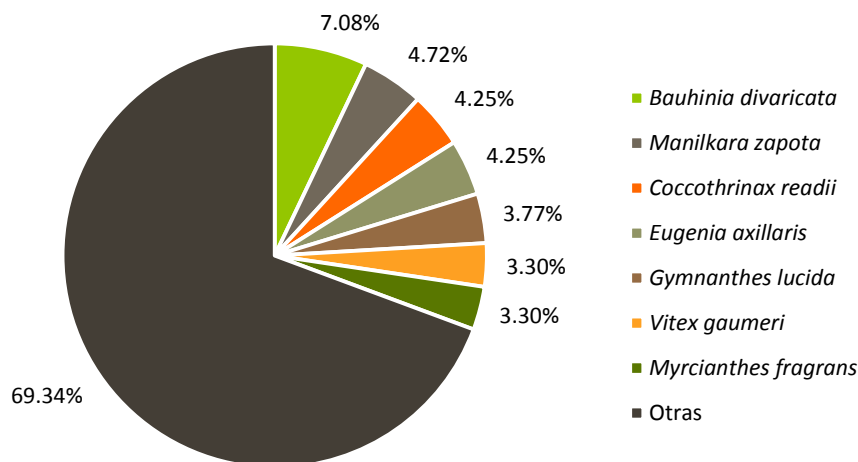


Figura 22. Especies más abundantes en el estrato arbustivo.

- Estrato herbáceo

La abundancia en el estrato arbustivo está representada por *Psychotria pubescens*, *Nectandra salicifolia*, *Gymnanthes lucida*, *Paullinia pinnata*, *Manilkara zapota*, *Psychotria nervosa* y *Serjania adiantoides*, en conjunto representan casi el 50% del total (**Figura 23**).

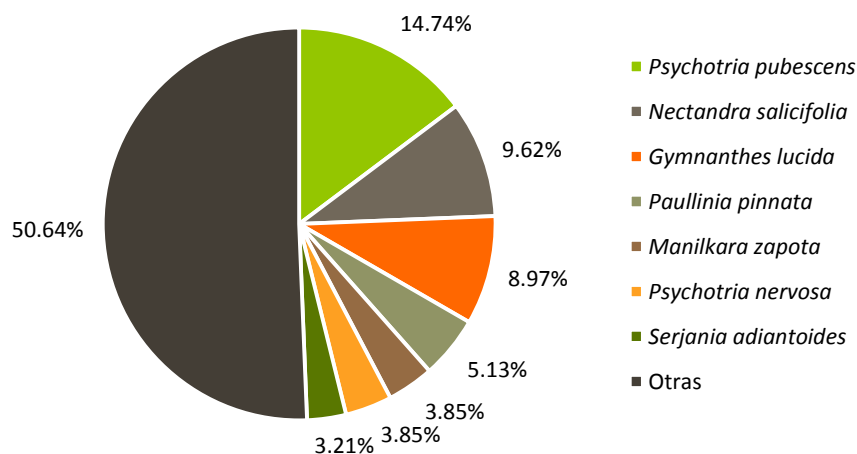


Figura 23. Especies más abundantes en el estrato herbáceo

A nivel de estratos cabe destacar la presencia de *Manilkara zapota* ya que está presente en los tres estratos dentro de las más abundantes (**Cuadro 12**). En el estrato arbóreo destaca *Coccothrinax readii*, especie endémica de la Península de Yucatán y protegida bajo la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Cuadro 12. Abundancia relativa por especie y estrato

Especie	Número de individuos			Abundancia relativa		
	Arbóreo	Arbustivo	Herbáceo	Arbóreo	Arbustivo	Herbáceo
<i>Acacia angustissima</i>	1	2	-	0.14	0.94	-
<i>Acacia dolichostachya</i>	79	6	1	11.22	2.83	0.64
<i>Adenocalymma inundatum</i>	-	-	3	-	-	1.92
<i>Allophylus cominia</i>	-	2	2	-	0.94	1.28
<i>Annona glabra</i>	2	-	-	0.28	-	-
<i>Ardisia escallonioides</i>	-	1	-	-	0.47	-
<i>Astrocasia tremula</i>	-	4	1	-	1.89	0.64
<i>Astronium graveolens</i>	10	1	-	1.42	0.47	-
<i>Bauhinia divaricata</i>	-	15	-	-	7.08	-
<i>Bauhinia jenningsii</i>	-	-	1	-	-	0.64
<i>Blomia prisca</i>	6	-	-	0.85	-	-
<i>Brosimum alicastrum</i>	10	1	-	1.42	0.47	-
<i>Bursera simaruba</i>	78	6	-	11.08	2.83	-
<i>Byrsonima bucidifolia</i>	7	-	1	0.99	-	0.64
<i>Caesalpinia gaumeri</i>	7	3	-	0.99	1.42	-
<i>Caesalpinia yucatanensis</i>	-	1	-	-	0.47	-
<i>Calyptrotrichum pallens</i>	-	1	-	-	0.47	-
<i>Cardiospermum corindum</i>	-	-	1	-	-	0.64
<i>Casearia aculeata</i>	1	-	-	0.14	-	-
<i>Casimiroa sapota</i>	1	-	-	0.14	-	-
<i>Cecropia peltata</i>	21	2	-	2.98	0.94	-
<i>Celiba aesculifolia</i>	5	1	1	0.71	0.47	0.64
<i>Chloroleucon mangense</i>	2	-	-	0.28	-	-
<i>Chrysophyllum mexicanum</i>	-	2	-	-	0.94	-
<i>Cissus verticillata</i>	-	-	2	-	-	1.28
<i>Coccoloba acapulcensis</i>	2	1	1	0.28	0.47	0.64
<i>Coccoloba cozumelensis</i>	3	1	1	0.43	0.47	0.64
<i>Coccoloba diversifolia</i>	7	1	-	0.99	0.47	-
<i>Coccoloba spicata</i>	1	3	-	0.14	1.42	-
<i>Coccothrinax readii</i>	-	9	2	-	4.25	1.28
<i>Cordia dodecandra</i>	4	-	-	0.57	-	-

Especie	Número de individuos			Abundancia relativa		
	Arbóreo	Arbustivo	Herbáceo	Arbóreo	Arbustivo	Herbáceo
<i>Cordia gerascanthus</i>	9	2	-	1.28	0.94	-
<i>Croton reflexifolius</i>	-	-	1	-	-	0.64
<i>Dalbergia glabra</i>	-	-	1	-	-	0.64
<i>Dendropanax arboreus</i>	-	-	2	-	-	1.28
<i>Diospyros tetrasperma</i>	1	2	-	0.14	0.94	-
<i>Diospyros yucatanensis</i>	1	2	-	0.14	0.94	-
<i>Diphysa carthagenensis</i>	4	5	-	0.57	2.36	-
<i>Drypetes lateriflora</i>	7	3	-	0.99	1.42	-
<i>Esenbeckia berlandleri</i>	1	-	-	0.14	-	-
<i>Esenbeckia pentaphylla</i>	-	3	4	-	1.42	2.56
<i>Eugenia axillaris</i>	-	9	3	-	4.25	1.92
<i>Eugenia foetida</i>	-	2	-	-	0.94	-
<i>Eugenia trilobata</i>	-	1	-	-	0.47	-
<i>Exothea diphylla</i>	1	-	-	0.14	-	-
<i>Exothea paniculata</i>	1	1	-	0.14	0.47	-
<i>Ficus cotinifolia</i>	47	1	-	6.68	0.47	-
<i>Ficus maxima</i>	14	3	1	1.99	1.42	0.64
<i>Ficus pertusa</i>	3	1	-	0.43	0.47	-
<i>Gualiacum sanctum</i>	2	-	4	0.28	-	2.56
<i>Guettarda combsii</i>	2	1	-	0.28	0.47	-
<i>Gymnanthes lucida</i>	11	8	14	1.56	3.77	8.97
<i>Gymnopodium floribundum</i>	-	5	-	-	2.36	-
<i>Hampea trilobata</i>	-	2	1	-	0.94	0.64
<i>Helicteres baruensis</i>	-	-	1	-	-	0.64
<i>Jatropha gaumeri</i>	2	1	-	0.28	0.47	-
<i>Lonchocarpus guatemalensis</i>	20	3	-	2.84	1.42	-
<i>Lonchocarpus rugosus</i>	3	-	3	0.43	-	1.92
<i>Lysiloma latisiliquum</i>	37	5	-	5.26	2.36	-
<i>Malpighia glabra</i>	-	5	2	-	2.36	1.28
<i>Malvaviscus arboreus</i>	-	-	1	-	-	0.64
<i>Manilkara zapota</i>	76	10	6	10.8	4.72	3.85
<i>Melicoccus oliviformis</i>	6	2	4	0.85	0.94	2.56
<i>Metopium brownei</i>	40	2	-	5.68	0.94	-
<i>Myrcianthes fragrans</i>	3	7	1	0.43	3.3	0.64
<i>Nectandra corlacea</i>	7	5	-	0.99	2.36	-
<i>Nectandra salicifolia</i>	-	4	15	-	1.89	9.62
<i>Neea psychotrioides</i>	15	5	-	2.13	2.36	-
<i>Otopappus curviflorus</i>	-	-	1	-	-	0.64



Especie	Número de individuos			Abundancia relativa		
	Arbóreo	Arbustivo	Herbáceo	Arbóreo	Arbustivo	Herbáceo
<i>Ottoschulzia pallida</i>	7	5	1	0.99	2.36	0.64
<i>Paullinia cururu</i>	-	-	3	-	-	1.92
<i>Paullinia pinnata</i>	-	-	8	-	-	5.13
<i>Piper amalago</i>	-	-	3	-	-	1.92
<i>Piscidia piscipula</i>	21	2	-	2.98	0.94	-
<i>Pisonia aculeata</i>	-	2	-	-	0.94	-
<i>Pouteria campechiana</i>	3	2	1	0.43	0.94	0.64
<i>Pouteria reticulata</i>	4	2	-	0.57	0.94	-
<i>Protium copal</i>	-	1	2	-	0.47	1.28
<i>Psidium sartorianum</i>	-	4	1	-	1.89	0.64
<i>Psychotria nervosa</i>	-	-	6	-	-	3.85
<i>Psychotria pubescens</i>	-	-	23	-	-	14.74
<i>Randia aculeata</i>	-	-	2	-	-	1.28
<i>Randia longiloba</i>	4	-	-	0.57	-	-
<i>Sabal yapa</i>	2	-	2	0.28	-	1.28
<i>Sebastiania adenophora</i>	-	2	1	-	0.94	0.64
<i>Semialarium mexicanum</i>	1	-	-	0.14	-	-
<i>Serjania adiantoides</i>	-	-	5	-	-	3.21
<i>Sideroxylon foetidissimum</i>	10	-	-	1.42	-	-
<i>Simarouba amara</i>	3	-	-	0.43	-	-
<i>Smilax mollis</i>	-	-	1	-	-	0.64
<i>Solanum erlanthum</i>	-	-	1	-	-	0.64
<i>Spondias mombin</i>	4	-	-	0.57	-	-
<i>Stenostomum lucidum</i>	-	1	-	-	0.47	-
<i>Swartzia cubensis</i>	3	-	2	0.43	-	1.28
<i>Tabebuia chrysantha</i>	2	-	-	0.28	-	-
<i>Ternstroemia tepezapote</i>	3	3	-	0.43	1.42	-
<i>Tetracera volubilis</i>	-	-	1	-	-	0.64
<i>Thevetia gaumeri</i>	4	4	1	0.57	1.89	0.64
<i>Thouinia paucidentata</i>	25	6	-	3.55	2.83	-
<i>Thrinax radiata</i>	4	1	-	0.57	0.47	-
<i>Trichillia hirta</i>	-	1	2	-	0.47	1.28
<i>Trophis racemosa</i>	1	-	-	0.14	-	-
<i>Urvillea ulmacea</i>	-	-	1	-	-	0.64
<i>Vitex gaumeri</i>	35	7	-	4.97	3.3	-
<i>Vitis bourgaeana</i>	-	1	3	-	0.47	1.92
<i>Zuelania guidonia</i>	8	4	2	1.14	1.89	1.28

Especie	Número de individuos			Abundancia relativa		
	Arbóreo	Arbustivo	Herbáceo	Arbóreo	Arbustivo	Herbáceo
<i>Zygia cognata</i>	-	1	2	-	0.47	1.28
<b>Total</b>	<b>704</b>	<b>212</b>	<b>156</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

#### IV.2.3.1.3 Índices de diversidad

Los indicadores de riqueza y abundancia permiten hacer una comparación entre comunidades, mediante diagramas de rango-abundancia, pero no cuantifican las diferencias observadas. Como resultado, se han desarrollado numerosas formas de estimación de la diversidad; índices de diversidad que consideren tanto al número como la abundancia relativa de las especies dentro de la comunidad. En el presente apartado, se determinan el índice de riqueza de Margalef, el índice de equidad de Shannon y los índices de diversidad Shannon y Simpson, para los tres estratos. Todos ellos calculados a partir de los datos obtenidos a partir del levantamiento de los 14 sitios testigos para la microcuenca.

El índice de Margalef es una forma sencilla de medir la biodiversidad ya que proporciona datos de riqueza de especies de la vegetación. Mide el número de especies por número de individuos especificados o la cantidad de especies por área en una muestra (Magurran, 1998)<sup>23</sup>. La expresión matemática es la siguiente:

$$D_{Mg} = \frac{S-1}{\ln N}$$

Donde:

S=Número de especies

N=Número total de individuos

Por ende, el valor mínimo de este índice es 0, y ocurre cuando solo existe una especie en el sitio.

Por otra parte, el índice de Simpson considera la probabilidad de que dos individuos de la población seleccionados al azar sean de la misma especie (Smith y Smith, 2007)<sup>24</sup>. Indica la relación existente entre riqueza o número de especies y la abundancia o número de individuos por especie. El índice de dominancia de Simpson se estima mediante la siguiente expresión:

$$D = \frac{\sum ni(ni - 1)}{N(N - 1)}$$

Donde:

<sup>23</sup> Magurran, A. E. (2013). Measuring biological diversity. John Wiley & Sons.

<sup>24</sup> Smith, R. L., & Smith, T. M. (2007). Ecología. Ed. Pearson-Addison Wesley. 775 pp.

D=Dominancia.

$n_i$ =Número de individuos por especie.

N=Número total de individuos.

Lo anterior, parte de que un sistema es más diverso cuanto menos dominancia de especies hay, y por ende la distribución es más equitativa. A través de este índice, el valor de 0 corresponde a una diversidad infinita y 1 sin diversidad, es decir, a mayor valor de dominancia (D), menor diversidad. Para mejor interpretación numérica, a menudo se emplea sustraer de 1 el valor de D. Por tanto, el índice de diversidad de Simpson, se expresa mediante la siguiente ecuación:

$$S = 1 - D$$

De este modo, los valores del índice varían entre valores de 0 a 1, donde 1 es el máximo.

Además del índice de diversidad de Simpson, se calculó el índice de Shannon (Shannon y Weaver 1949)<sup>25</sup> el cual evalúa el grado de incertidumbre respecto a que dos individuos de la muestra pertenezcan a la misma especie, por lo que su valor es proporcional al grado de equidad entre las especies, y se calcula con la siguiente expresión:

$$H' = - \sum_{i=1}^S (p_i * \ln p_i)$$

Donde:

S= Número de especies

$p_i$ =Proporción de individuos de la especie i respecto al total de individuos (es decir la abundancia relativa de la especie i:  $n_i/N$ )

$n_i$ = Número de individuos de la especie i

N= Número de todos los individuos de todas las especies

$\ln$  = Logaritmo natural

Este índice se expresa con un número positivo, que en la mayoría de los ecosistemas naturales varía entre 0,5 y 5, aunque su valor normal está entre 2 y 3; valores inferiores a 2 se consideran bajos y superiores a 3 son altos (Pla, 2006)<sup>26</sup>.

Derivado de este índice, se puede determinar la equitabilidad de Shannon, mediante la siguiente expresión matemática:

$$E = H'/\ln S$$

---

<sup>25</sup> C. E. Shannon and W. Weaver. 1949. The Mathematical Theory of Communication. University of Illinois Press, Urbana. Pp. 1-35.

<sup>26</sup> Pla, L. (2006). Biodiversidad: inferencia basada en el índice de Shannon y la riqueza. Interciencia, 31(8), 583-590.

Donde:

$H$ =Índice de Shannon

$Ln$ =Logaritmo natural

$S$ = Riqueza

Este varía entre 0 y 1, donde 0 significa una equidad baja y 1 significa la máxima equidad, es decir, que todas las especies son igualmente abundantes (Pielou, 1966)<sup>27</sup>.

- Estrato arbóreo

El estrato arbóreo de la microcuenca el índice de diversidad Shannon es 3.34 (**Cuadro 13**), lo que indica que el estrato tiene alta diversidad. Mientras el índice de Margalef el valor es 9.30 y el índice de equidad 0.81; es decir, alta riqueza y equidad.

*Cuadro 13. Valores del índice de Shannon para el estrato arbóreo.*

Espece	ni	pi	ln pi	pi * ln pi
<i>Acacia angustissima</i>	1	0.001	-6.56	-0.01
<i>Acacia dolichostachya</i>	79	0.112	-2.19	-0.25
<i>Annona glabra</i>	2	0.003	-5.86	-0.02
<i>Astronium graveolens</i>	10	0.014	-4.25	-0.06
<i>Blomia prisca</i>	6	0.009	-4.77	-0.04
<i>Brosimum allcastrum</i>	10	0.014	-4.25	-0.06
<i>Bursera simaruba</i>	78	0.111	-2.2	-0.24
<i>Byrsonima bucidifolia</i>	7	0.01	-4.61	-0.05
<i>Caesalpinia gaumeri</i>	7	0.01	-4.61	-0.05
<i>Casearia aculeata</i>	1	0.001	-6.56	-0.01
<i>Casimiroa sapota</i>	1	0.001	-6.56	-0.01
<i>Cecropia peltata</i>	21	0.03	-3.51	-0.1
<i>Celba aesculifolia</i>	5	0.007	-4.95	-0.04
<i>Chloroleucon mangense</i>	2	0.003	-5.86	-0.02
<i>Coccoloba acapulcensis</i>	2	0.003	-5.86	-0.02
<i>Coccoloba cozumelensis</i>	3	0.004	-5.46	-0.02
<i>Coccoloba diversifolia</i>	7	0.01	-4.61	-0.05
<i>Coccoloba spicata</i>	1	0.001	-6.56	-0.01
<i>Cordia dodecandra</i>	4	0.006	-5.17	-0.03
<i>Cordia gerascanthus</i>	9	0.013	-4.36	-0.06
<i>Diospyros tetrasperma</i>	1	0.001	-6.56	-0.01
<i>Diospyros yucatanensis</i>	1	0.001	-6.56	-0.01

<sup>27</sup> Pielou, E. C. (1966). The measurement of diversity in different types of biological collections. Journal of theoretical biology, 13, 131-144.

Especie	ni	pi	ln pi	pi * ln pi
<i>Diphysa carthagenensis</i>	4	0.006	-5.17	-0.03
<i>Drypetes lateriflora</i>	7	0.01	-4.61	-0.05
<i>Esenbeckia berlandieri</i>	1	0.001	-6.56	-0.01
<i>Exothea diphylla</i>	1	0.001	-6.56	-0.01
<i>Exothea paniculata</i>	1	0.001	-6.56	-0.01
<i>Ficus cotinifolia</i>	47	0.067	-2.71	-0.18
<i>Ficus maxima</i>	14	0.02	-3.92	-0.08
<i>Ficus pertusa</i>	3	0.004	-5.46	-0.02
<i>Guaicum sanctum</i>	2	0.003	-5.86	-0.02
<i>Guettarda combsii</i>	2	0.003	-5.86	-0.02
<i>Gymnanthes lucida</i>	11	0.016	-4.16	-0.06
<i>Jatropha gaumeri</i>	2	0.003	-5.86	-0.02
<i>Lonchocarpus guatemalensis</i>	20	0.028	-3.56	-0.1
<i>Lonchocarpus rugosus</i>	3	0.004	-5.46	-0.02
<i>Lysiloma latisiliquum</i>	37	0.053	-2.95	-0.15
<i>Manilkara zapota</i>	76	0.108	-2.23	-0.24
<i>Melicoccus oliviformis</i>	6	0.009	-4.77	-0.04
<i>Metopium brownei</i>	40	0.057	-2.87	-0.16
<i>Myrcianthes fragrans</i>	3	0.004	-5.46	-0.02
<i>Nectandra coriacea</i>	7	0.01	-4.61	-0.05
<i>Neea psychotrioides</i>	15	0.021	-3.85	-0.08
<i>Ottoschulzia pallida</i>	7	0.01	-4.61	-0.05
<i>Piscidia piscipula</i>	21	0.03	-3.51	-0.1
<i>Pouteria campechiana</i>	3	0.004	-5.46	-0.02
<i>Pouteria reticulata</i>	4	0.006	-5.17	-0.03
<i>Randia longiloba</i>	4	0.006	-5.17	-0.03
<i>Sabal yapa</i>	2	0.003	-5.86	-0.02
<i>Semialarium mexicanum</i>	1	0.001	-6.56	-0.01
<i>Sideroxylon foetidissimum</i>	10	0.014	-4.25	-0.06
<i>Simarouba amara</i>	3	0.004	-5.46	-0.02
<i>Spondias mombin</i>	4	0.006	-5.17	-0.03
<i>Swartzia cubensis</i>	3	0.004	-5.46	-0.02
<i>Tabebuia chrysantha</i>	2	0.003	-5.86	-0.02
<i>Ternstroemia tepezapote</i>	3	0.004	-5.46	-0.02
<i>Thevetia gaumeri</i>	4	0.006	-5.17	-0.03
<i>Thouinia paucidentata</i>	25	0.036	-3.34	-0.12
<i>Thrinax radiata</i>	4	0.006	-5.17	-0.03
<i>Trophis racemosa</i>	1	0.001	-6.56	-0.01
<i>Vitex gaumeri</i>	35	0.05	-3	-0.15

Especie	ni	pi	ln pi	pi * ln pi
<i>Zuelania guidonia</i>	8	0.011	-4.48	-0.05
<b>Total</b>	<b>704</b>	<b>1</b>	<b>-306.62</b>	<b>-∑=3.34</b>

El índice de Simpson tiene valores de dominancia de 0.06 (**Cuadro 14**). Por tanto, 0.94 de diversidad, es decir, el estrato tiene alta diversidad, lo que es coherente con lo obtenido mediante el índice de Shannon. Con base en los valores obtenidos, se concluye que el estrato presenta alta diversidad.

Cuadro 14. Valores del índice de diversidad Simpson para el estrato arbóreo.

Especie	ni	pi	(pi <sup>2</sup> )
<i>Acacia angustissima</i>	1	0.001	0.000002
<i>Acacia dolichostachya</i>	79	0.112	0.012592
<i>Annona glabra</i>	2	0.003	0.000008
<i>Astronium graveolens</i>	10	0.014	0.000202
<i>Blomia prisca</i>	6	0.009	0.000073
<i>Brosimum alicastrum</i>	10	0.014	0.000202
<i>Bursera simaruba</i>	78	0.111	0.012276
<i>Byrsonima bucidifolia</i>	7	0.01	0.000099
<i>Caesalpinia gaumeri</i>	7	0.01	0.000099
<i>Casearia aculeata</i>	1	0.001	0.000002
<i>Casimiroa sapota</i>	1	0.001	0.000002
<i>Cecropia peltata</i>	21	0.03	0.00089
<i>Ceiba aesculifolia</i>	5	0.007	0.00005
<i>Chloroleucon mangense</i>	2	0.003	0.000008
<i>Coccoloba acapulcensis</i>	2	0.003	0.000008
<i>Coccoloba cozumelensis</i>	3	0.004	0.000018
<i>Coccoloba diversifolia</i>	7	0.01	0.000099
<i>Coccoloba spicata</i>	1	0.001	0.000002
<i>Cordia dodecandra</i>	4	0.006	0.000032
<i>Cordia gerascanthus</i>	9	0.013	0.000163
<i>Diospyros tetrasperma</i>	1	0.001	0.000002
<i>Diospyros yucatanensis</i>	1	0.001	0.000002
<i>Diphysa carthagenensis</i>	4	0.006	0.000032
<i>Drypetes lateriflora</i>	7	0.01	0.000099
<i>Esenbeckia berlandieri</i>	1	0.001	0.000002
<i>Exothea diphylla</i>	1	0.001	0.000002
<i>Exothea paniculata</i>	1	0.001	0.000002
<i>Ficus cotinifolia</i>	47	0.067	0.004457

<i>Ficus maxima</i>	14	0.02	0.000395
<i>Ficus pertusa</i>	3	0.004	0.000018
<i>Guaiacum sanctum</i>	2	0.003	0.000008
<i>Guettarda combsii</i>	2	0.003	0.000008
<i>Gymnanthes lucida</i>	11	0.016	0.000244
<i>Jatropha gaumeri</i>	2	0.003	0.000008
<i>Lonchocarpus guatemalensis</i>	20	0.028	0.000807
<i>Lonchocarpus rugosus</i>	3	0.004	0.000018
<i>Lysiloma latisiliquum</i>	37	0.053	0.002762
<i>Manilkara zapota</i>	76	0.108	0.011654
<i>Melicoccus oliviformis</i>	6	0.009	0.000073
<i>Metopium brownei</i>	40	0.057	0.003228
<i>Myrcianthes fragrans</i>	3	0.004	0.000018
<i>Nectandra coriacea</i>	7	0.01	0.000099
<i>Neea psychotrioides</i>	15	0.021	0.000454
<i>Ottoschulzia pallida</i>	7	0.01	0.000099
<i>Piscidia piscipula</i>	21	0.03	0.00089
<i>Pouteria campechiana</i>	3	0.004	0.000018
<i>Pouteria reticulata</i>	4	0.006	0.000032
<i>Randia longiloba</i>	4	0.006	0.000032
<i>Sabal yapa</i>	2	0.003	0.000008
<i>Semialarium mexicanum</i>	1	0.001	0.000002
<i>Sideroxylon foetidissimum</i>	10	0.014	0.000202
<i>Simarouba amara</i>	3	0.004	0.000018
<i>Spondias mombin</i>	4	0.006	0.000032
<i>Swartzia cubensis</i>	3	0.004	0.000018
<i>Tabebuia chrysantha</i>	2	0.003	0.000008
<i>Ternstroemia tepezapote</i>	3	0.004	0.000018
<i>Thevetia gaumeri</i>	4	0.006	0.000032
<i>Thouinia paucidentata</i>	25	0.036	0.001261
<i>Thrinax radiata</i>	4	0.006	0.000032
<i>Trophis racemosa</i>	1	0.001	0.000002
<i>Vitex gaumeri</i>	35	0.05	0.002472
<i>Zuelania guidonia</i>	8	0.011	0.000129
<b>Total</b>	<b>704</b>	<b>1</b>	<b>0.06</b>
<b>S</b>			<b>0.94</b>

- Estrato arbustivo

El estrato arbustivo registra alta riqueza (12.13) y equidad (0.93) entre especies. Los valores fueron obtenidos con 66 especies registradas en el predio. Respecto a la diversidad, el índice de Shannon, el valor es de 3.90, es decir, alta diversidad (**Cuadro 15**).

*Cuadro 15. Valores del índice de diversidad Shannon para el estrato arbustivo*

Especie	ni	pi	ln pi	pi * ln pi
<i>Acacia angustissima</i>	2	0.009	-4.66	-0.04
<i>Acacia dolichostachya</i>	6	0.028	-3.56	-0.1
<i>Allophylus cominia</i>	2	0.009	-4.66	-0.04
<i>Ardisia escallonioides</i>	1	0.005	-5.36	-0.03
<i>Astrocasia tremula</i>	4	0.019	-3.97	-0.07
<i>Astronium graveolens</i>	1	0.005	-5.36	-0.03
<i>Bauhinia divaricata</i>	15	0.071	-2.65	-0.19
<i>Brosimum alicastrum</i>	1	0.005	-5.36	-0.03
<i>Bursera simaruba</i>	6	0.028	-3.56	-0.1
<i>Caesalpinia gaumeri</i>	3	0.014	-4.26	-0.06
<i>Caesalpinia yucatanensis</i>	1	0.005	-5.36	-0.03
<i>Calyptanthes pallens</i>	1	0.005	-5.36	-0.03
<i>Cecropia peltata</i>	2	0.009	-4.66	-0.04
<i>Celba aesculifolia</i>	1	0.005	-5.36	-0.03
<i>Chrysophyllum mexicanum</i>	2	0.009	-4.66	-0.04
<i>Coccoloba acapulcensis</i>	1	0.005	-5.36	-0.03
<i>Coccoloba cozumelensis</i>	1	0.005	-5.36	-0.03
<i>Coccoloba diversifolia</i>	1	0.005	-5.36	-0.03
<i>Coccoloba spicata</i>	3	0.014	-4.26	-0.06
<i>Coccothrinax readii</i>	9	0.042	-3.16	-0.13
<i>Cordia gerascanthus</i>	2	0.009	-4.66	-0.04
<i>Diospyros tetrasperma</i>	2	0.009	-4.66	-0.04
<i>Diospyros yucatanensis</i>	2	0.009	-4.66	-0.04
<i>Diphysa carthagenensis</i>	5	0.024	-3.75	-0.09
<i>Drypetes lateriflora</i>	3	0.014	-4.26	-0.06
<i>Esenbeckia pentaphylla</i>	3	0.014	-4.26	-0.06
<i>Eugenia axillaris</i>	9	0.042	-3.16	-0.13
<i>Eugenia foetida</i>	2	0.009	-4.66	-0.04
<i>Eugenia trikii</i>	1	0.005	-5.36	-0.03
<i>Exothea paniculata</i>	1	0.005	-5.36	-0.03
<i>Ficus cotinifolia</i>	1	0.005	-5.36	-0.03
<i>Ficus maxima</i>	3	0.014	-4.26	-0.06



Espece	ni	pi	ln pi	pi * ln pi
<i>Ficus pertusa</i>	1	0.005	-5.36	-0.03
<i>Guettarda combsii</i>	1	0.005	-5.36	-0.03
<i>Gymnanthes lucida</i>	8	0.038	-3.28	-0.12
<i>Gymnopodium floribundum</i>	5	0.024	-3.75	-0.09
<i>Hampea trilobata</i>	2	0.009	-4.66	-0.04
<i>Jatropha gaumeri</i>	1	0.005	-5.36	-0.03
<i>Lonchocarpus guatemalensis</i>	3	0.014	-4.26	-0.06
<i>Lysiloma latisiliquum</i>	5	0.024	-3.75	-0.09
<i>Malpighia glabra</i>	5	0.024	-3.75	-0.09
<i>Manilkara zapota</i>	10	0.047	-3.05	-0.14
<i>Melicoccus oliviformis</i>	2	0.009	-4.66	-0.04
<i>Metopium brownei</i>	2	0.009	-4.66	-0.04
<i>Myrcianthes fragrans</i>	7	0.033	-3.41	-0.11
<i>Nectandra coriacea</i>	5	0.024	-3.75	-0.09
<i>Nectandra salicifolia</i>	4	0.019	-3.97	-0.07
<i>Neea psychotrioides</i>	5	0.024	-3.75	-0.09
<i>Ottoschulzia pallida</i>	5	0.024	-3.75	-0.09
<i>Piscidia piscipula</i>	2	0.009	-4.66	-0.04
<i>Pisonia aculeata</i>	2	0.009	-4.66	-0.04
<i>Pouteria campechiana</i>	2	0.009	-4.66	-0.04
<i>Pouteria reticulata</i>	2	0.009	-4.66	-0.04
<i>Protium copal</i>	1	0.005	-5.36	-0.03
<i>Psidium sartorianum</i>	4	0.019	-3.97	-0.07
<i>Sebastiania adenophora</i>	2	0.009	-4.66	-0.04
<i>Stenostomum lucidum</i>	1	0.005	-5.36	-0.03
<i>Ternstroemia tepezapote</i>	3	0.014	-4.26	-0.06
<i>Thevetia gaumeri</i>	4	0.019	-3.97	-0.07
<i>Thouinia paucidentata</i>	6	0.028	-3.56	-0.1
<i>Thrinax radiata</i>	1	0.005	-5.36	-0.03
<i>Trichillia hirta</i>	1	0.005	-5.36	-0.03
<i>Vitex gaumeri</i>	7	0.033	-3.41	-0.11
<i>Vitis bourgaeana</i>	1	0.005	-5.36	-0.03
<i>Zuelania guidonia</i>	4	0.019	-3.97	-0.07
<i>Zygia cognata</i>	1	0.005	-5.36	-0.03
<b>Total</b>	<b>212</b>	<b>1</b>	<b>-295.8</b>	<b>-∑=3.9</b>

Por otra parte, el índice de diversidad Simpson en el estrato arbustivo presentaron valores de  $y$  0.97 (**Cuadro 16**). Es decir, alta diversidad, coherente con lo obtenido en el índice de Shannon.

Cuadro 16. Valores del índice de diversidad Simpson para el estrato arbustivo

Espece	ni	pi	(pi <sup>2</sup> )
<i>Acacia angustissima</i>	2	0.009	0.00009
<i>Acacia dolichostachya</i>	6	0.028	0.0008
<i>Allophylus cominia</i>	2	0.009	0.00009
<i>Ardisia escallonioides</i>	1	0.005	0.00002
<i>Astrocasia tremula</i>	4	0.019	0.00036
<i>Astronium graveolens</i>	1	0.005	0.00002
<i>Bauhinia divaricata</i>	15	0.071	0.00501
<i>Brosimum alicastrum</i>	1	0.005	0.00002
<i>Bursera simaruba</i>	6	0.028	0.0008
<i>Caesalpinia gaumeri</i>	3	0.014	0.0002
<i>Caesalpinia yucatanensis</i>	1	0.005	0.00002
<i>Calyptranthes pallens</i>	1	0.005	0.00002
<i>Cecropia peltata</i>	2	0.009	0.00009
<i>Ceiba aesculifolia</i>	1	0.005	0.00002
<i>Chrysophyllum mexicanum</i>	2	0.009	0.00009
<i>Coccoloba acapulcensis</i>	1	0.005	0.00002
<i>Coccoloba cozumelensis</i>	1	0.005	0.00002
<i>Coccoloba diversifolia</i>	1	0.005	0.00002
<i>Coccoloba spicata</i>	3	0.014	0.0002
<i>Coccothrinax readii</i>	9	0.042	0.0018
<i>Cordia gerascanthus</i>	2	0.009	0.00009
<i>Diospyros tetrasperma</i>	2	0.009	0.00009
<i>Diospyros yucatanensis</i>	2	0.009	0.00009
<i>Diphysa carthagenensis</i>	5	0.024	0.00056
<i>Drypetes lateriflora</i>	3	0.014	0.0002
<i>Esenbeckia pentaphylla</i>	3	0.014	0.0002
<i>Eugenia axillaris</i>	9	0.042	0.0018
<i>Eugenia foetida</i>	2	0.009	0.00009
<i>Eugenia trikil</i>	1	0.005	0.00002
<i>Exothea paniculata</i>	1	0.005	0.00002
<i>Ficus cotinifolia</i>	1	0.005	0.00002
<i>Ficus maxima</i>	3	0.014	0.0002
<i>Ficus pertusa</i>	1	0.005	0.00002
<i>Guettarda combsii</i>	1	0.005	0.00002
<i>Gymnanthes lucida</i>	8	0.038	0.00142
<i>Gymnopodium floribundum</i>	5	0.024	0.00056
<i>Hampea trilobata</i>	2	0.009	0.00009
<i>Jatropha gaumeri</i>	1	0.005	0.00002

Especie	ni	pi	(pi <sup>2</sup> )
<i>Lonchocarpus guatemalensis</i>	3	0.014	0.0002
<i>Lysiloma latisiliquum</i>	5	0.024	0.00056
<i>Malpighia glabra</i>	5	0.024	0.00056
<i>Manilkara zapota</i>	10	0.047	0.00222
<i>Melicoccus oliviformis</i>	2	0.009	0.00009
<i>Metopium brownei</i>	2	0.009	0.00009
<i>Myrcianthes fragrans</i>	7	0.033	0.00109
<i>Nectandra coriacea</i>	5	0.024	0.00056
<i>Nectandra salicifolia</i>	4	0.019	0.00036
<i>Neea psychotrioides</i>	5	0.024	0.00056
<i>Ottoschulzia pallida</i>	5	0.024	0.00056
<i>Piscidia piscipula</i>	2	0.009	0.00009
<i>Pisonia aculeata</i>	2	0.009	0.00009
<i>Pouteria campechiana</i>	2	0.009	0.00009
<i>Pouteria reticulata</i>	2	0.009	0.00009
<i>Protium copal</i>	1	0.005	0.00002
<i>Psidium sartorianum</i>	4	0.019	0.00036
<i>Sebastiania adenophora</i>	2	0.009	0.00009
<i>Stenostomum lucidum</i>	1	0.005	0.00002
<i>Ternstroemia tepezapote</i>	3	0.014	0.0002
<i>Thevetia gaumeri</i>	4	0.019	0.00036
<i>Thouinia paucidentata</i>	6	0.028	0.0008
<i>Thrinax radiata</i>	1	0.005	0.00002
<i>Trichillia hirta</i>	1	0.005	0.00002
<i>Vitex gaumeri</i>	7	0.033	0.00109
<i>Vitis bourgaeana</i>	1	0.005	0.00002
<i>Zuelania guidonia</i>	4	0.019	0.00036
<i>Zygia cognata</i>	1	0.005	0.00002
<b>Total</b>	<b>212</b>	<b>1</b>	<b>0.03</b>
<b>S</b>			<b>0.97</b>

- Estrato herbáceo

Con base en las 156 especies registradas, se obtuvieron los índices de diversidad, riqueza y equidad. El índice Shannon registra alta diversidad en el estrato con un valor de 3.45 (**Cuadro 17**).

Cuadro 17. Valores del índice de diversidad Shannon para el estrato herbáceo.

Especie	ni	pi	ln pi	pi * ln pi
<i>Acacia dolichostachya</i>	1	0.01	-5.05	-0.03
<i>Adenocalymma inundatum</i>	3	0.02	-3.95	-0.08
<i>Allophylus cominia</i>	2	0.01	-4.36	-0.06
<i>Astrocasia tremula</i>	1	0.01	-5.05	-0.03
<i>Bauhinia jenningsii</i>	1	0.01	-5.05	-0.03
<i>Byrsonima bucidifolia</i>	1	0.01	-5.05	-0.03
<i>Cardiospermum corindum</i>	1	0.01	-5.05	-0.03
<i>Celba aesculifolia</i>	1	0.01	-5.05	-0.03
<i>Cissus verticillata</i>	2	0.01	-4.36	-0.06
<i>Coccoloba acapulcensis</i>	1	0.01	-5.05	-0.03
<i>Coccoloba cozumelensis</i>	1	0.01	-5.05	-0.03
<i>Coccothrinax readii</i>	2	0.01	-4.36	-0.06
<i>Croton reflexifolius</i>	1	0.01	-5.05	-0.03
<i>Dalbergia glabra</i>	1	0.01	-5.05	-0.03
<i>Dendropanax arboreus</i>	2	0.01	-4.36	-0.06
<i>Esenbeckia pentaphylla</i>	4	0.03	-3.66	-0.09
<i>Eugenia axillaris</i>	3	0.02	-3.95	-0.08
<i>Ficus maxima</i>	1	0.01	-5.05	-0.03
<i>Guaiacum sanctum</i>	4	0.03	-3.66	-0.09
<i>Gymnanthes lucida</i>	14	0.09	-2.41	-0.22
<i>Hampea trilobata</i>	1	0.01	-5.05	-0.03
<i>Helicteres baruensis</i>	1	0.01	-5.05	-0.03
<i>Lonchocarpus rugosus</i>	3	0.02	-3.95	-0.08
<i>Malpighia glabra</i>	2	0.01	-4.36	-0.06
<i>Malvaviscus arboreus</i>	1	0.01	-5.05	-0.03
<i>Manilkara zapota</i>	6	0.04	-3.26	-0.13
<i>Melicoccus oliviformis</i>	4	0.03	-3.66	-0.09
<i>Myrcianthes fragrans</i>	1	0.01	-5.05	-0.03
<i>Nectandra salicifolia</i>	15	0.1	-2.34	-0.23
<i>Otopappus curviflorus</i>	1	0.01	-5.05	-0.03
<i>Ottoschulzia pallida</i>	1	0.01	-5.05	-0.03
<i>Paullinia cururu</i>	3	0.02	-3.95	-0.08
<i>Paullinia pinnata</i>	8	0.05	-2.97	-0.15
<i>Piper amalago</i>	3	0.02	-3.95	-0.08
<i>Pouteria campechiana</i>	1	0.01	-5.05	-0.03
<i>Protium copal</i>	2	0.01	-4.36	-0.06
<i>Psidium sartorianum</i>	1	0.01	-5.05	-0.03
<i>Psychotria nervosa</i>	6	0.04	-3.26	-0.13

Espece	ni	pi	ln pi	pi * ln pi
<i>Psychotria pubescens</i>	23	0.15	-1.91	-0.28
<i>Randia aculeata</i>	2	0.01	-4.36	-0.06
<i>Sabal yapa</i>	2	0.01	-4.36	-0.06
<i>Sebastiania adenophora</i>	1	0.01	-5.05	-0.03
<i>Serjania adiantoides</i>	5	0.03	-3.44	-0.11
<i>Smilax mollis</i>	1	0.01	-5.05	-0.03
<i>Solanum erianthum</i>	1	0.01	-5.05	-0.03
<i>Swartzia cubensis</i>	2	0.01	-4.36	-0.06
<i>Tetracera volubilis</i>	1	0.01	-5.05	-0.03
<i>Thevetia gaumeri</i>	1	0.01	-5.05	-0.03
<i>Trichillia hirta</i>	2	0.01	-4.36	-0.06
<i>Urvillea ulmacea</i>	1	0.01	-5.05	-0.03
<i>Vitis bourgaeana</i>	3	0.02	-3.95	-0.08
<i>Zuelania guidonia</i>	2	0.01	-4.36	-0.06
<i>Zygia cognata</i>	2	0.01	-4.36	-0.06
<b>Total</b>	156	1	-232.82	$-\sum=3.45$

El valor del índice de Shannon que presenta alta diversidad es coherente con lo obtenido con el índice de Simpson, el cual es de 0.95 (**Cuadro 18**). Mientras el índice de riqueza Margalef es de 19.7, valor que indica alta riqueza entre especies; finalmente, el índice de equidad es cercano a 1 (0.87); es decir, alta equidad.

*Cuadro 18. Valores del índice de diversidad Simpson para el estrato herbáceo.*

Espece	ni	pi	(pi <sup>2</sup> )
<i>Acacia dollchostachya</i>	1	0.01	0.00004
<i>Adenocalymma inundatum</i>	3	0.02	0.00037
<i>Allophylus cominia</i>	2	0.01	0.00016
<i>Astrocasia tremula</i>	1	0.01	0.00004
<i>Bauhinia Jenningsii</i>	1	0.01	0.00004
<i>Byrsonima bucidifolia</i>	1	0.01	0.00004
<i>Cardiospermum corindum</i>	1	0.01	0.00004
<i>Celiba aesculifolia</i>	1	0.01	0.00004
<i>Cissus verticillata</i>	2	0.01	0.00016
<i>Coccoloba acapulcensis</i>	1	0.01	0.00004
<i>Coccoloba cozumelensis</i>	1	0.01	0.00004
<i>Coccothrinax readii</i>	2	0.01	0.00016
<i>Croton reflexifolius</i>	1	0.01	0.00004
<i>Dalbergia glabra</i>	1	0.01	0.00004
<i>Dendropanax arboreus</i>	2	0.01	0.00016

Espece	ni	pi	(pi <sup>2</sup> )
<i>Esenbeckia pentaphylla</i>	4	0.03	0.00066
<i>Eugenia axillaris</i>	3	0.02	0.00037
<i>Ficus maxima</i>	1	0.01	0.00004
<i>Guaiacum sanctum</i>	4	0.03	0.00066
<i>Gymnanthes lucida</i>	14	0.09	0.00805
<i>Hampea trilobata</i>	1	0.01	0.00004
<i>Helicteres baruensis</i>	1	0.01	0.00004
<i>Lonchocarpus rugosus</i>	3	0.02	0.00037
<i>Malpighia glabra</i>	2	0.01	0.00016
<i>Malvaviscus arboreus</i>	1	0.01	0.00004
<i>Manilkara zapota</i>	6	0.04	0.00148
<i>Melicoccus oliviformis</i>	4	0.03	0.00066
<i>Myrcianthes fragrans</i>	1	0.01	0.00004
<i>Nectandra salicifolia</i>	15	0.1	0.00925
<i>Otopappus curviflorus</i>	1	0.01	0.00004
<i>Ottoschulzia pallida</i>	1	0.01	0.00004
<i>Paullinia cururu</i>	3	0.02	0.00037
<i>Paullinia pinnata</i>	8	0.05	0.00263
<i>Piper amalago</i>	3	0.02	0.00037
<i>Pouteria campechiana</i>	1	0.01	0.00004
<i>Protium copal</i>	2	0.01	0.00016
<i>Psidium sartorianum</i>	1	0.01	0.00004
<i>Psychotria nervosa</i>	6	0.04	0.00148
<i>Psychotria pubescens</i>	23	0.15	0.02174
<i>Randia aculeata</i>	2	0.01	0.00016
<i>Sabal yapa</i>	2	0.01	0.00016
<i>Sebastiania adenophora</i>	1	0.01	0.00004
<i>Serjania adiantoides</i>	5	0.03	0.00103
<i>Smilax mollis</i>	1	0.01	0.00004
<i>Solanum erianthum</i>	1	0.01	0.00004
<i>Swartzia cubensis</i>	2	0.01	0.00016
<i>Tetracera volubilis</i>	1	0.01	0.00004
<i>Thevetia gaumeri</i>	1	0.01	0.00004
<i>Trichillia hirta</i>	2	0.01	0.00016
<i>Urvillea ulmacea</i>	1	0.01	0.00004
<i>Vitis bourgaeana</i>	3	0.02	0.00037
<i>Zuelania guidonia</i>	2	0.01	0.00016
<i>Zygia cognata</i>	2	0.01	0.00016
<b>Total</b>	<b>156</b>	<b>1</b>	<b>0.05</b>
<b>S</b>			<b>0.95</b>

#### IV.2.3.1.4 Índice de valor de importancia

El Índice de Valor de Importancia (I.V.I) define cuáles de las especies presentes contribuyen en el carácter y estructura de un ecosistema (Curtis y McIntoch, 1951)<sup>28</sup>. El I.V.I se calcula mediante la sumatoria de la densidad, frecuencia y dominancia relativa.

$$\text{Densidad relativa} = \frac{\text{Densidad absoluta por cada especie}}{\text{Densidad absoluta de todas las especies}} * 100$$

$$\text{Frecuencia relativa} = \frac{\text{Frecuencia absoluta por cada especie}}{\text{Frecuencia absoluta de todas las especies}} * 100$$

$$\text{Dominancia relativa} = \frac{\text{Dominancia absoluta por especie}}{\text{Dominancia absoluta de todas las especies}} * 100$$

Cabe destacar que en una comunidad vegetal los árboles pequeños o sotobosque pueden ser superiores numéricamente, aunque la mayor parte de la biomasa pertenece a unos pocos árboles grandes que ensombrecen a los más pequeños. Por tal razón, se busca definir la dominancia según alguna combinación de características que incluyan tanto al número como al tamaño de los individuos (Smith y Smith, 2007)<sup>29</sup>. Razón por la cual, para el cálculo de la dominancia absoluta del estrato arbóreo y arbustivo se utilizó el área basal y para el estrato herbáceo la cobertura de copa. De acuerdo con Moreno (2001)<sup>30</sup>, el índice de Valor de Importancia define las especies presentes que contribuyen en el carácter y estructura de un ecosistema. El análisis del valor de importancia nos permite contar con parámetros para tomar decisiones o emitir recomendaciones en favor de la conservación de taxa o áreas amenazadas, o monitorear el efecto de las perturbaciones en el ambiente.

- Estrato arbóreo

En el estrato arbustivo *Manilkara zapota*, *Bursera simaruba*, *Acacia dolichostachya*, *Vitex gaumeri* y *Ficus cotinifolia*, son las especies con el más alto I.V.I, con 126 % del total del valor de importancia del estrato (**Figura 24** y **Cuadro 19**).

<sup>28</sup> Curtis J.T., McIntosh R.P. (1951) An upland forest continuum in the Prairie-Forest border region of Wisconsin. Ecology, Vol. 32, N° 3, (Jul., 1951): 476-496. Ecological Society of America.

<sup>29</sup> Smith T.M. y Smith R.L. 2007. Ecología sexta edición. Editorial Pearson. Madrid, España. 776 p.

<sup>30</sup> Moreno, C. 2001. Métodos para medir la biodiversidad. M&T-Manuales y TesisSEA, volumen 1. Zaragoza, España. 84 p.

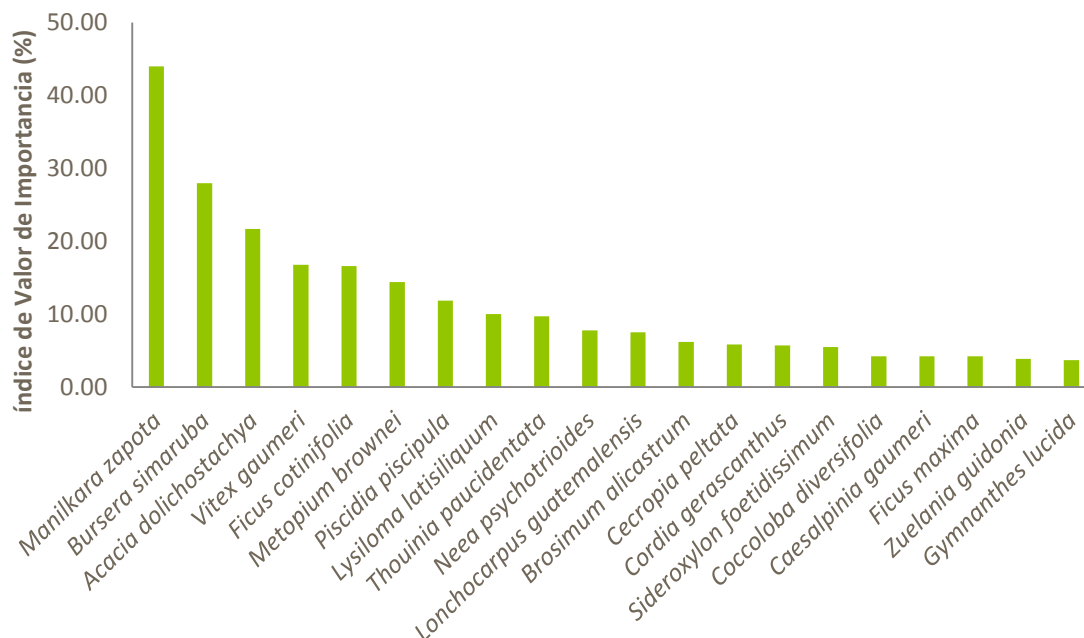


Figura 24. Especies con el más alto Índice de Valor de Importancia en el estrato arbóreo

Cuadro 19. Índice de Valor de Importancia en el estrato arbóreo por especie

Especie	Frecuencia		Dominancia		Densidad		I.V.I
	absoluta	relativa	absoluta	relativa	absoluta	relativa	
<i>Acacia angustissima</i>	7.14	0.51	0.0000064	0.05	0.00014	0.14	0.7
<i>Acacia dolichostachya</i>	35.71	2.54	0.0009816	7.89	0.01129	11.22	21.65
<i>Annona glabra</i>	7.14	0.51	0.0000269	0.22	0.00029	0.28	1.01
<i>Astronium graveolens</i>	14.29	1.02	0.0001445	1.16	0.00143	1.42	3.6
<i>Blomia prisca</i>	7.14	0.51	0.0000649	0.52	0.00086	0.85	1.88
<i>Brosimum alicastrum</i>	28.57	2.03	0.0003413	2.74	0.00143	1.42	6.2
<i>Bursera simaruba</i>	85.71	6.09	0.0013387	10.77	0.01114	11.08	27.94
<i>Byrsonima bucidifolia</i>	14.29	1.02	0.0000461	0.37	0.001	0.99	2.38
<i>Caesalpinia gaumeri</i>	35.71	2.54	0.0000853	0.69	0.001	0.99	4.22
<i>Casearia aculeata</i>	7.14	0.51	0.0000066	0.05	0.00014	0.14	0.7
<i>Casimiroa sapota</i>	7.14	0.51	0.0000005	0.04	0.00014	0.14	0.69
<i>Cecropia peltata</i>	14.29	1.02	0.0002289	1.84	0.003	2.98	5.84
<i>Celba aescullifolia</i>	7.14	0.51	0.0000825	0.66	0.00071	0.71	1.88
<i>Chloroleucon mangense</i>	14.29	1.02	0.0000164	0.13	0.00029	0.28	1.43
<i>Coccoloba acapulcensis</i>	14.29	1.02	0.0000191	0.15	0.00029	0.28	1.45
<i>Coccoloba cozumelensis</i>	14.29	1.02	0.0000218	0.18	0.00043	0.43	1.62
<i>Coccoloba diversifolia</i>	35.71	2.54	0.0000855	0.69	0.001	0.99	4.22
<i>Coccoloba spicata</i>	7.14	0.51	0.0000153	0.12	0.00014	0.14	0.77
<i>Cordia dodecandra</i>	21.43	1.52	0.0000335	0.27	0.00057	0.57	2.36



Especie	Frecuencia		Dominancia		Densidad		I.V.I
	absoluta	relativa	absoluta	relativa	absoluta	relativa	
<i>Cordia gerascanthus</i>	50	3.55	0.0001099	0.88	0.00129	1.28	5.72
<i>Diospyros tetrasperma</i>	7.14	0.51	0.0000066	0.05	0.00014	0.14	0.7
<i>Diospyros yucatanensis</i>	7.14	0.51	0.0000048	0.04	0.00014	0.14	0.69
<i>Diphysa carthagenensis</i>	14.29	1.02	0.0000239	0.19	0.00057	0.57	1.78
<i>Drypetes lateriflora</i>	28.57	2.03	0.0000481	0.39	0.001	0.99	3.41
<i>Esenbeckia berlandieri</i>	7.14	0.51	0.0000069	0.06	0.00014	0.14	0.71
<i>Exothea diphylla</i>	7.14	0.51	0.0000069	0.06	0.00014	0.14	0.71
<i>Exothea paniculata</i>	7.14	0.51	0.0000076	0.06	0.00014	0.14	0.71
<i>Ficus cotinifolia</i>	50	3.55	0.0007911	6.36	0.00671	6.68	16.59
<i>Ficus maxima</i>	14.29	1.02	0.0001472	1.18	0.002	1.99	4.19
<i>Ficus pertusa</i>	14.29	1.02	0.0000469	0.38	0.00043	0.43	1.82
<i>Gualacum sanctum</i>	7.14	0.51	0.0000786	0.63	0.00029	0.28	1.42
<i>Guettarda combsil</i>	14.29	1.02	0.0000132	0.11	0.00029	0.28	1.41
<i>Gymnanthes lucida</i>	21.43	1.52	0.0000734	0.59	0.00157	1.56	3.68
<i>Jatropha gaumeri</i>	7.14	0.51	0.000016	0.13	0.00029	0.28	0.92
<i>Lonchocarpus guatemalensis</i>	42.86	3.05	0.0002022	1.63	0.00286	2.84	7.51
<i>Lonchocarpus rugosus</i>	21.43	1.52	0.0000399	0.32	0.00043	0.43	2.27
<i>Lysiloma latisiliquum</i>	7.14	0.51	0.0005249	4.22	0.00529	5.26	9.98
<i>Manilkara zapota</i>	78.57	5.58	0.0034296	27.58	0.01086	10.8	43.96
<i>Melicoccus oliviformis</i>	21.43	1.52	0.0000973	0.78	0.00086	0.85	3.16
<i>Metopium brownei</i>	42.86	3.05	0.0007065	5.68	0.00571	5.68	14.41
<i>Myrcianthes fragrans</i>	14.29	1.02	0.0000355	0.29	0.00043	0.43	1.73
<i>Nectandra corlacea</i>	7.14	0.51	0.0000491	0.4	0.001	0.99	1.9
<i>Neea psychotrioides</i>	64.29	4.57	0.0001347	1.08	0.00214	2.13	7.78
<i>Ottoschulzia pallida</i>	28.57	2.03	0.0000456	0.37	0.001	0.99	3.39
<i>Piscidia piscipula</i>	78.57	5.58	0.0004087	3.29	0.003	2.98	11.85
<i>Pouteria campechiana</i>	14.29	1.02	0.0000317	0.25	0.00043	0.43	1.7
<i>Pouteria reticulata</i>	7.14	0.51	0.0001352	1.09	0.00057	0.57	2.16
<i>Randia longiloba</i>	21.43	1.52	0.0000323	0.26	0.00057	0.57	2.35
<i>Sabal yapa</i>	14.29	1.02	0.0000333	0.27	0.00029	0.28	1.57
<i>Semialarium mexicanum</i>	7.14	0.51	0.0000064	0.05	0.00014	0.14	0.7
<i>Sideroxylon foetidissimum</i>	35.71	2.54	0.0001915	1.54	0.00143	1.42	5.5
<i>Simarouba amara</i>	14.29	1.02	0.0000391	0.31	0.00043	0.43	1.76
<i>Spondias mombin</i>	7.14	0.51	0.0000373	0.3	0.00057	0.57	1.38
<i>Swartzia cubensis</i>	14.29	1.02	0.0000185	0.15	0.00043	0.43	1.59
<i>Tabebuia chrysantha</i>	14.29	1.02	0.0000215	0.17	0.00029	0.28	1.47
<i>Ternstroemia tepezapote</i>	14.29	1.02	0.0000257	0.21	0.00043	0.43	1.65
<i>Thevetia gaumeri</i>	14.29	1.02	0.0000275	0.22	0.00057	0.57	1.8
<i>Thouinia paucidentata</i>	57.14	4.06	0.0002575	2.07	0.00357	3.55	9.68

Especie	Frecuencia		Dominancia		Densidad		I.V.I
	absoluta	relativa	absoluta	relativa	absoluta	relativa	
<i>Thrinax radiata</i>	14.29	1.02	0.0000239	0.19	0.00057	0.57	1.78
<i>Trophis racemosa</i>	7.14	0.51	0.0000284	0.23	0.00014	0.14	0.88
<i>Vitex gaumeri</i>	71.43	5.08	0.0008319	6.69	0.005	4.97	16.74
<i>Zuelania guidonia</i>	28.57	2.03	0.0000872	0.7	0.00114	1.14	3.87
<b>Total</b>	<b>1407.14</b>	<b>100</b>	<b>0.0124344</b>	<b>100</b>	<b>0.10057</b>	<b>100</b>	<b>300</b>

- Estrato arbustivo

*Bauhinia divaricata*, *Manilkara zapota* y *Eugenia axillaris* son las especies del estrato arbustivo con el mayor porcentaje del índice de valor de importancia con 15.2, 13.5 y 13.04 (Figura 25 y Cuadro 20). Cabe destacar que *Manilkara zapota* también es la especie con el mayor porcentaje del Índice de Valor de Importancia en el estrato arbóreo.

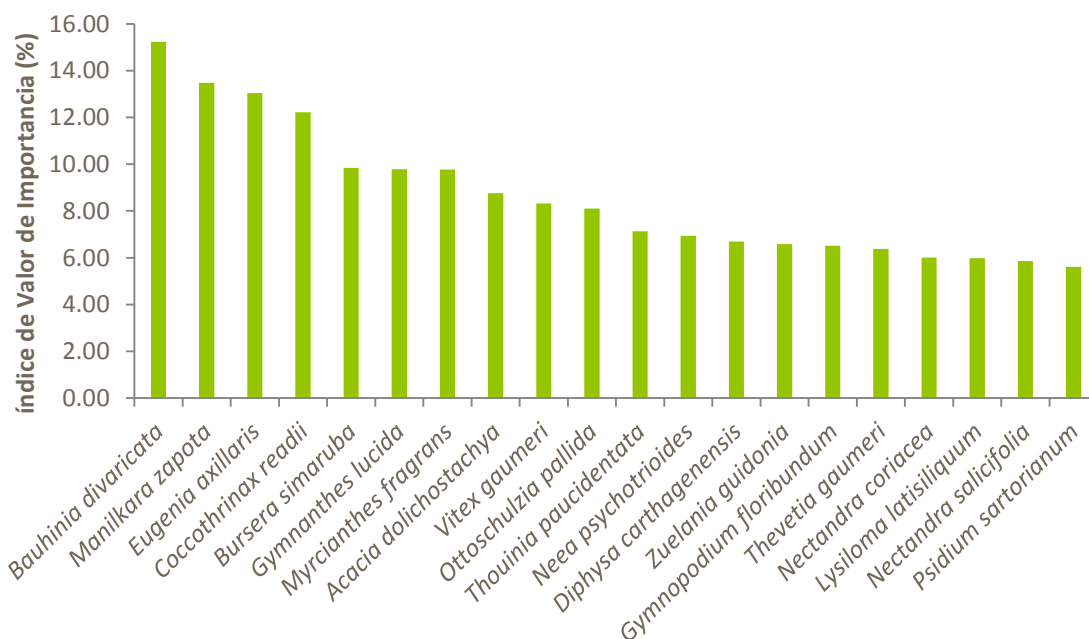


Figura 25. Especies con mayor porcentaje de Índice de Valor de Importancia en el estrato arbustivo

Cuadro 20. Índice de Valor de Importancia en el estrato arbustivo por especie

Especie	Frecuencia		Dominancia		Densidad		I.V.I
	absoluta	relativa	absoluta	relativa	absoluta	relativa	
<i>Acacia angustissima</i>	7.14	0.88	0.000018	0.84	0.0014	0.94	2.66
<i>Acacia dolichostachya</i>	21.43	2.63	0.000072	3.29	0.0043	2.83	8.76
<i>Allophylus cominia</i>	14.29	1.75	0.000016	0.74	0.0014	0.94	3.43

Especie	Frecuencia		Dominancia		Densidad		I.V.I
	absoluta	relativa	absoluta	relativa	absoluta	relativa	
<i>Ardisia escallonioides</i>	7.14	0.88	0.000011	0.48	0.0007	0.47	1.83
<i>Astrocasia tremula</i>	14.29	1.75	0.000036	1.63	0.0029	1.89	5.27
<i>Astronium graveolens</i>	7.14	0.88	0.000014	0.63	0.0007	0.47	1.98
<i>Bauhinia divaricata</i>	21.43	2.63	0.00012	5.52	0.0107	7.08	15.22
<i>Brosimum allcastrum</i>	7.14	0.88	0.000015	0.71	0.0007	0.47	2.05
<i>Bursera simaruba</i>	28.57	3.51	0.000076	3.5	0.0043	2.83	9.84
<i>Caesalpinia gaumeri</i>	7.14	0.88	0.000023	1.07	0.0021	1.42	3.36
<i>Caesalpinia yucatanensis</i>	7.14	0.88	0.000017	0.76	0.0007	0.47	2.11
<i>Calyptrotrichus pallens</i>	7.14	0.88	0.000007	0.3	0.0007	0.47	1.65
<i>Cecropia peltata</i>	7.14	0.88	0.000026	1.21	0.0014	0.94	3.03
<i>Celiba aesculifolia</i>	7.14	0.88	0.000011	0.51	0.0007	0.47	1.85
<i>Chrysophyllum mexicanum</i>	7.14	0.88	0.000016	0.76	0.0014	0.94	2.58
<i>Coccoloba acapulcensis</i>	7.14	0.88	0.000007	0.34	0.0007	0.47	1.69
<i>Coccoloba cozumelensis</i>	7.14	0.88	0.000005	0.25	0.0007	0.47	1.6
<i>Coccoloba diversifolia</i>	7.14	0.88	0.000022	1	0.0007	0.47	2.35
<i>Coccoloba spicata</i>	7.14	0.88	0.000044	2.02	0.0021	1.42	4.31
<i>Coccothrinax readii</i>	28.57	3.51	0.000097	4.46	0.0064	4.25	12.22
<i>Cordia gerascanthus</i>	7.14	0.88	0.000022	1.03	0.0014	0.94	2.85
<i>Diospyros tetrasperma</i>	7.14	0.88	0.000031	1.41	0.0014	0.94	3.23
<i>Diospyros yucatanensis</i>	14.29	1.75	0.000022	1	0.0014	0.94	3.7
<i>Diphyssa carthagenensis</i>	7.14	0.88	0.000075	3.45	0.0036	2.36	6.69
<i>Drypetes lateriflora</i>	14.29	1.75	0.000033	1.51	0.0021	1.42	4.68
<i>Esenbeckia pentaphylla</i>	7.14	0.88	0.000026	1.19	0.0021	1.42	3.48
<i>Eugenia axillaris</i>	35.71	4.39	0.000096	4.41	0.0064	4.25	13.04
<i>Eugenia foetida</i>	7.14	0.88	0.000015	0.68	0.0014	0.94	2.5
<i>Eugenia triklil</i>	7.14	0.88	0.000006	0.27	0.0007	0.47	1.62
<i>Exothea paniculata</i>	7.14	0.88	0.000014	0.65	0.0007	0.47	2
<i>Ficus cotinifolia</i>	7.14	0.88	0.000012	0.55	0.0007	0.47	1.9
<i>Ficus maxima</i>	14.29	1.75	0.000023	1.06	0.0021	1.42	4.23
<i>Ficus pertusa</i>	7.14	0.88	0.000018	0.82	0.0007	0.47	2.17
<i>Guettarda combsii</i>	7.14	0.88	0.000013	0.6	0.0007	0.47	1.95
<i>Gymnanthes lucida</i>	14.29	1.75	0.000093	4.25	0.0057	3.77	9.78
<i>Gymnopodium floribundum</i>	7.14	0.88	0.000071	3.27	0.0036	2.36	6.51
<i>Hampea trilobata</i>	14.29	1.75	0.000015	0.7	0.0014	0.94	3.39
<i>Jatropha gaumeri</i>	7.14	0.88	0.000005	0.23	0.0007	0.47	1.58
<i>Lonchocarpus guatemalensis</i>	14.29	1.75	0.000029	1.35	0.0021	1.42	4.52
<i>Lysiloma latisiliquum</i>	7.14	0.88	0.000006	2.75	0.0036	2.36	5.98
<i>Malpighia glabra</i>	7.14	0.88	0.000043	1.99	0.0036	2.36	5.23
<i>Manilkara zapota</i>	28.57	3.51	0.000114	5.25	0.0071	4.72	13.47

Especie	Frecuencia		Dominancia		Densidad		I.V.I
	absoluta	relativa	absoluta	relativa	absoluta	relativa	
<i>Melicoccus oliviformis</i>	14.29	1.75	0.000012	0.55	0.0014	0.94	3.25
<i>Metopium brownei</i>	7.14	0.88	0.000033	1.51	0.0014	0.94	3.33
<i>Myrcianthes fragrans</i>	35.71	4.39	0.000045	2.08	0.005	3.3	9.77
<i>Nectandra coriacea</i>	14.29	1.75	0.000041	1.89	0.0036	2.36	6
<i>Nectandra salicifolia</i>	21.43	2.63	0.000029	1.34	0.0029	1.89	5.85
<i>Neea psychotrioides</i>	14.29	1.75	0.000062	2.83	0.0036	2.36	6.94
<i>Ottoschulzia pallida</i>	28.57	3.51	0.000049	2.23	0.0036	2.36	8.09
<i>Piscidia piscipula</i>	7.14	0.88	0.000034	1.57	0.0014	0.94	3.39
<i>Pisonia aculeata</i>	14.29	1.75	0.000016	0.74	0.0014	0.94	3.44
<i>Pouteria campechiana</i>	14.29	1.75	0.000016	0.71	0.0014	0.94	3.41
<i>Pouteria reticulata</i>	7.14	0.88	0.000019	0.89	0.0014	0.94	2.71
<i>Protium copal</i>	7.14	0.88	0.000005	0.23	0.0007	0.47	1.58
<i>Psidium sartorianum</i>	14.29	1.75	0.000043	1.97	0.0029	1.89	5.61
<i>Sebastiania adenophora</i>	7.14	0.88	0.000022	0.99	0.0014	0.94	2.81
<i>Stenostomum lucidum</i>	7.14	0.88	0.000007	0.3	0.0007	0.47	1.65
<i>Ternstroemia tepezapote</i>	14.29	1.75	0.00003	1.39	0.0021	1.42	4.55
<i>Thevetia gaumeri</i>	21.43	2.63	0.000041	1.86	0.0029	1.89	6.38
<i>Thouinia paucidentata</i>	14.29	1.75	0.000055	2.55	0.0043	2.83	7.13
<i>Thrinax radiata</i>	7.14	0.88	0.000007	0.3	0.0007	0.47	1.65
<i>Trichilia hirta</i>	7.14	0.88	0.000012	0.53	0.0007	0.47	1.88
<i>Vitex gaumeri</i>	14.29	1.75	0.000071	3.26	0.005	3.3	8.31
<i>Vitis bourgaeana</i>	7.14	0.88	0.000009	0.42	0.0007	0.47	1.77
<i>Zuelania guildonia</i>	28.57	3.51	0.000026	1.19	0.0029	1.89	6.59
<i>Zygia cognata</i>	7.14	0.88	0.000005	0.25	0.0007	0.47	1.6
<b>Total</b>	<b>814.29</b>	<b>100</b>	<b>0.002178</b>	<b>100</b>	<b>0.15</b>	<b>100</b>	<b>300</b>

- Estrato herbáceo

En el estrato herbáceo las especies que ocuparon los primeros lugares en cuanto al porcentaje de valor de importancia son *Psychotria pubescens* (27.59%), *Gymnanthes lucida* (19.71), *Nectandra salicifolia* (18.40) y *Serjania adiantoides* (13.78). Finalmente, cabe destacar, nuevamente la presencia de *Manilkara zapota*, ocupando el sexto lugar, ya que se ha ubicado dentro de los primeros lugares en los tres estratos (Figura 26 y Cuadro 21).

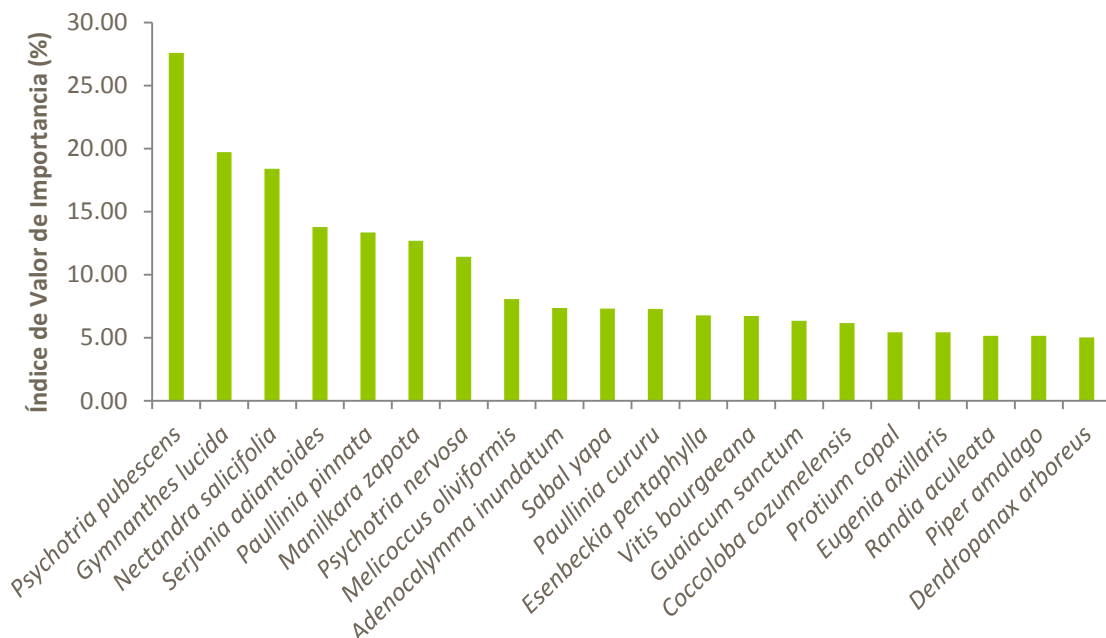


Figura 26. Especies con mayor porcentaje de Índice de Valor de Importancia en el estrato herbáceo

Cuadro 21. Índice de Valor de Importancia en el estrato herbáceo por especie

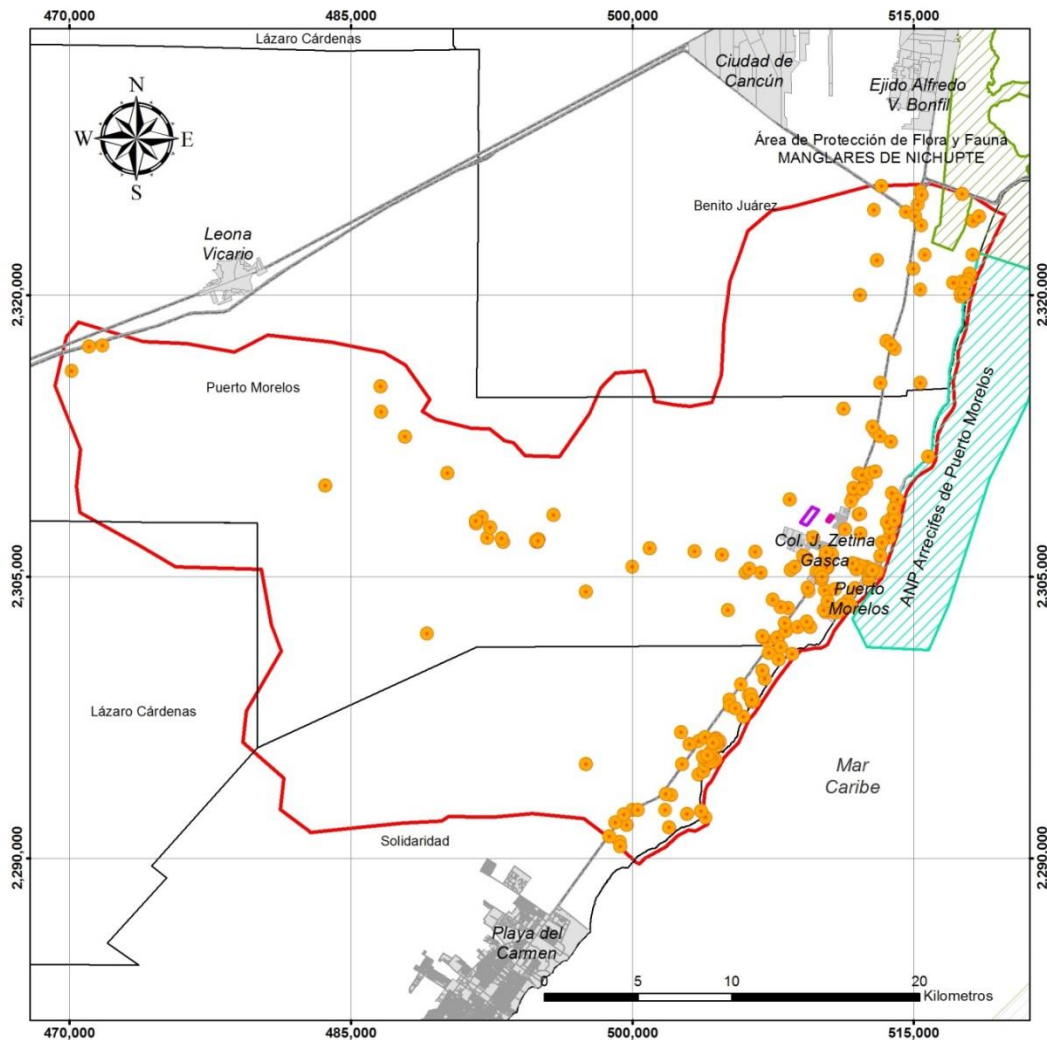
Especies	Frecuencia		Dominancia		Densidad		I.V.I
	absoluta	relativa	absoluta	relativa	absoluta	relativa	
<i>Acacia dolichostachya</i>	7.14	1.2	0.05	2.52	0.014	0.641	4.37
<i>Adenocalymma inundatum</i>	14.29	2.41	0.06	3.03	0.043	1.923	7.36
<i>Allophylus cominia</i>	7.14	1.2	0.014	0.72	0.029	1.282	3.21
<i>Astrocasia tremula</i>	7.14	1.2	0.009	0.43	0.014	0.641	2.28
<i>Bauhinia jenningsii</i>	7.14	1.2	0.017	0.87	0.014	0.641	2.71
<i>Byrsonima bucidifolia</i>	7.14	1.2	0.009	0.43	0.014	0.641	2.28
<i>Cardiospermum corindum</i>	7.14	1.2	0.004	0.22	0.014	0.641	2.06
<i>Celba aesculifolia</i>	7.14	1.2	0.003	0.14	0.014	0.641	1.99
<i>Cissus verticillata</i>	7.14	1.2	0.009	0.43	0.029	1.282	2.92
<i>Coccoloba acapulcensis</i>	7.14	1.2	0.021	1.08	0.014	0.641	2.93
<i>Coccoloba cozumelensis</i>	7.14	1.2	0.086	4.33	0.014	0.641	6.17
<i>Coccolobainx readii</i>	7.14	1.2	0.044	2.24	0.029	1.282	4.72
<i>Croton reflexifolius</i>	7.14	1.2	0.001	0.07	0.014	0.641	1.92
<i>Dalbergia glabra</i>	7.14	1.2	0.029	1.44	0.014	0.641	3.29
<i>Dendropanax arboreus</i>	7.14	1.2	0.05	2.52	0.029	1.282	5.01
<i>Esenbeckia pentaphylla</i>	14.29	2.41	0.036	1.8	0.057	2.564	6.78
<i>Eugenia axillaris</i>	14.29	2.41	0.021	1.08	0.043	1.923	5.41
<i>Ficus maxima</i>	7.14	1.2	0.011	0.58	0.014	0.641	2.42
<i>Guaiacum sanctum</i>	14.29	2.41	0.027	1.37	0.057	2.564	6.34

Especies	Frecuencia		Dominancia		Densidad		I.V.I
	absoluta	relativa	absoluta	relativa	absoluta	relativa	
<i>Gymnanthes lucida</i>	28.57	4.82	0.117	5.91	0.2	8.974	19.71
<i>Hampea trilobata</i>	7.14	1.2	0.021	1.08	0.014	0.641	2.93
<i>Helicteres baruensis</i>	7.14	1.2	0.043	2.16	0.014	0.641	4.01
<i>Lonchocarpus rugosus</i>	14.29	2.41	0.01	0.5	0.043	1.923	4.84
<i>Malpighia glabra</i>	7.14	1.2	0.05	2.52	0.029	1.282	5.01
<i>Malvaviscus arboreus</i>	7.14	1.2	0.009	0.43	0.014	0.641	2.28
<i>Manilkara zapota</i>	35.71	6.02	0.056	2.81	0.086	3.846	12.68
<i>Melicoccus oliviformis</i>	21.43	3.61	0.037	1.87	0.057	2.564	8.05
<i>Myrcianthes fragrans</i>	7.14	1.2	0.011	0.58	0.014	0.641	2.42
<i>Nectandra salicifolia</i>	28.57	4.82	0.079	3.97	0.214	9.615	18.4
<i>Otopappus curviflorus</i>	7.14	1.2	0.029	1.44	0.014	0.641	3.29
<i>Ottoschulzia pallida</i>	7.14	1.2	0.014	0.72	0.014	0.641	2.57
<i>Paullinia cururu</i>	14.29	2.41	0.059	2.96	0.043	1.923	7.29
<i>Paullinia pinnata</i>	28.57	4.82	0.067	3.39	0.114	5.128	13.34
<i>Piper amalago</i>	7.14	1.2	0.04	2.02	0.043	1.923	5.15
<i>Pouteria campechiana</i>	7.14	1.2	0.014	0.72	0.014	0.641	2.57
<i>Protium copal</i>	14.29	2.41	0.034	1.73	0.029	1.282	5.42
<i>Psidium sartorianum</i>	7.14	1.2	0.007	0.36	0.014	0.641	2.21
<i>Psychotria nervosa</i>	28.57	4.82	0.054	2.74	0.086	3.846	11.41
<i>Psychotria pubescens</i>	21.43	3.61	0.183	9.23	0.329	14.744	27.59
<i>Randia aculeata</i>	7.14	1.2	0.053	2.67	0.029	1.282	5.15
<i>Sabal yapa</i>	14.29	2.41	0.071	3.6	0.029	1.282	7.3
<i>Sebastiania adenophora</i>	7.14	1.2	0.036	1.8	0.014	0.641	3.65
<i>Serjania adlantoides</i>	7.14	1.2	0.186	9.37	0.071	3.205	13.78
<i>Smilax mollis</i>	7.14	1.2	0.003	0.14	0.014	0.641	1.99
<i>Solanum erianthum</i>	7.14	1.2	0.009	0.43	0.014	0.641	2.28
<i>Swartzia cubensis</i>	7.14	1.2	0.021	1.08	0.029	1.282	3.57
<i>Tetracera volubilis</i>	7.14	1.2	0.003	0.14	0.014	0.641	1.99
<i>Thevetia gaumeri</i>	7.14	1.2	0.014	0.72	0.014	0.641	2.57
<i>Trichilia hirta</i>	14.29	2.41	0.013	0.65	0.029	1.282	4.34
<i>Urvillea ulmacea</i>	7.14	1.2	0.011	0.58	0.014	0.641	2.42
<i>Vitis bourgaeana</i>	7.14	1.2	0.071	3.6	0.043	1.923	6.73
<i>Zuelania guidonia</i>	14.29	2.41	0.024	1.23	0.029	1.282	4.92
<i>Zygia cognata</i>	7.14	1.2	0.03	1.51	0.029	1.282	4
<b>Total</b>	<b>592.86</b>	<b>100</b>	<b>1.981</b>	<b>100</b>	<b>2.229</b>	<b>100</b>	<b>300</b>

### IV.2.3.2 Fauna

#### IV.2.3.2.1 Riqueza de especies

Para determinar el número de especies y abundancia de la fauna en la microcuenca se llevó a cabo una revisión de la base de datos “Catalog of life” (Roskov et al. 2015)<sup>31</sup>, en donde fueron seleccionados todos aquellos registros de fauna geográficamente localizados dentro de la microcuenca. En este sentido se obtuvieron 11,477 registros (**Figura 27**) de 418 especies, donde las aves fueron el grupo más representado con 342 especies, seguido de los mamíferos con 41, los reptiles con 24, los anfibios con 6 y peces con 5 (**Cuadro 22**).



**Figura 27.** Sitios de registro de fauna dentro de la microcuenca. Fuente: Elaboración propia a partir de Roskov et al. 2015.

<sup>31</sup> Roskov Y., Abucay L., Orrell T., Nicolson D., Kunze T., Culham A., Bailly N., Kirk P., Bourgoin T., DeWalt R.E., Decock W., De Wever A., eds. (2015). Species 2000 & ITIS Catalogue of Life, 2015 Annual Checklist. Digital resource at [www.catalogueoflife.org/annual-checklist/2015](http://www.catalogueoflife.org/annual-checklist/2015). Species 2000: Naturalis, Leiden, the Netherlands.

**Cuadro 22. Listado faunístico de las especies dentro de la microcuenca.**

Grupo	Orden	Familia	Especie	Nombre común	N° Ind
Anfibios	Anura	Bufonidae	<i>Incilius valliceps</i>	Sapo costero	4
Anfibios	Anura	Hylidae	<i>Scinax staufferi</i>	Rana arborícola trompuda	1
Anfibios	Anura	Hylidae	<i>Tlalocohyla loquax</i>	Rana arbórea locuaz	3
Anfibios	Anura	Hylidae	<i>Trachycephalus venulosus</i>	Rana arborícola lechosa	1
Anfibios	Anura	Ranidae	<i>Lithobates berlandieri</i>	Rana leopardo	15
Anfibios	Anura	Ranidae	<i>Lithobates pustulosa</i>	Rana de rayas blancas	1
Aves	Accipitriformes	Accipitridae	<i>Busarellus nigricollis</i>	Aguililla canela	1
Aves	Accipitriformes	Accipitridae	<i>Buteo albonotatus</i>	Aguililla aura	9
Aves	Accipitriformes	Accipitridae	<i>Buteo brachyurus</i>	Aguililla cola corta	12
Aves	Accipitriformes	Accipitridae	<i>Buteo plagiatus</i>	Aguililla gris	38
Aves	Accipitriformes	Accipitridae	<i>Buteo platypterus</i>	Aguililla ala ancha	1
Aves	Accipitriformes	Accipitridae	<i>Buteogallus anthracinus</i>	Aguililla negra menor	23
Aves	Accipitriformes	Accipitridae	<i>Buteogallus urubitinga</i>	Aguililla negra mayor	8
Aves	Accipitriformes	Accipitridae	<i>Chondrohierax uncinatus</i>	Gavilán pico gancho	2
Aves	Accipitriformes	Accipitridae	<i>Circus cyaneus</i>	Gavilán rastrero	1
Aves	Accipitriformes	Accipitridae	<i>Elanus leucurus</i>	Milano cola blanca	1
Aves	Accipitriformes	Accipitridae	<i>Geranospiza caerulescens</i>	Gavilán zancón	5
Aves	Accipitriformes	Accipitridae	<i>Harpagus bidentatus</i>	Gavilán bidentado	2
Aves	Accipitriformes	Accipitridae	<i>Leptodon cayanensis</i>	Gavilán cabeza gris	2
Aves	Accipitriformes	Accipitridae	<i>Rostrhamus sociabilis</i>	Gavilán caracolero	3
Aves	Accipitriformes	Accipitridae	<i>Rupornis magnirostris</i>	Gavilán pollero	61
Aves	Accipitriformes	Accipitridae	<i>Spizaetus melanoleucus</i>	Águila blanquinegra	1
Aves	Accipitriformes	Accipitridae	<i>Spizaetus ornatus</i>	Águila elegante	3
Aves	Accipitriformes	Accipitridae	<i>Spizaetus tyrannus</i>	Águila tirana	1
Aves	Accipitriformes	Cathartidae	<i>Cathartes aura</i>	Zopilote aura	222
Aves	Accipitriformes	Cathartidae	<i>Cathartes burrovianus</i>	Zopilote sabanero	28
Aves	Accipitriformes	Cathartidae	<i>Coragyps atratus</i>	Zopilote común	168
Aves	Accipitriformes	Cathartidae	<i>Sarcoramphus papa</i>	Zopilote rey	1
Aves	Accipitriformes	Pandionidae	<i>Pandion haliaetus</i>	Águila pescadora	51
Aves	Anseriformes	Anatidae	<i>Anas americana</i>	Pato chalcuán	1
Aves	Anseriformes	Anatidae	<i>Anas clypeata</i>	Pato cucharón norteño	2
Aves	Anseriformes	Anatidae	<i>Anas discors</i>	Cerceta ala azul	32
Aves	Anseriformes	Anatidae	<i>Aythya affinis</i>	Pato boludo menor	2
Aves	Anseriformes	Anatidae	<i>Aythya collaris</i>	Pato pico anillado	2
Aves	Anseriformes	Anatidae	<i>Cairina moschata</i>	Pato real	1
Aves	Anseriformes	Anatidae	<i>Dendrocygna autumnalis</i>	Pijije ala blanca	26
Aves	Anseriformes	Anatidae	<i>Dendrocygna bicolor</i>	Pijije canelo	1
Aves	Apodiformes	Apodidae	<i>Chaetura pelagica</i>	Vencejo de chimenea	1



Grupo	Orden	Familia	Especie	Nombre común	N° Ind
Aves	Apodiformes	Apodidae	<i>Chaetura vauxi</i>	Vencejo de Vaux	41
Aves	Apodiformes	Trochilidae	<i>Amazilia candida</i>	Colibrí cándido	48
Aves	Apodiformes	Trochilidae	<i>Amazilia rutila</i>	Colibrí canela	76
Aves	Apodiformes	Trochilidae	<i>Amazilia tzacatl</i>	Colibrí cola rojiza	1
Aves	Apodiformes	Trochilidae	<i>Amazilia yucatanensis</i>	Colibrí yucateco	54
Aves	Apodiformes	Trochilidae	<i>Anthracothorax prevostii</i>	Colibrí garganta negra	9
Aves	Apodiformes	Trochilidae	<i>Archilochus colubris</i>	Colibrí garganta rubí	23
Aves	Apodiformes	Trochilidae	<i>Campylopterus curvipennis</i>	Fandanguero cola de cuña	38
Aves	Apodiformes	Trochilidae	<i>Chlorostilbon canivetii</i>	Esmeralda tijereta	25
Aves	Apodiformes	Trochilidae	<i>Doricha eliza</i>	Colibrí cola hendida	3
Aves	Caprimulgiformes	Caprimulgidae	<i>Antrostomus badius</i>	Tapacamino huil	1
Aves	Caprimulgiformes	Caprimulgidae	<i>Chordeiles acutipennis</i>	Chotacabras menor	6
Aves	Caprimulgiformes	Caprimulgidae	<i>Chordeiles minor</i>	Chotacabras zumbón	1
Aves	Caprimulgiformes	Caprimulgidae	<i>Nyctidromus albicollis</i>	Chotacabras pauraque	7
Aves	Caprimulgiformes	Caprimulgidae	<i>Nyctiphrynus yucatanicus</i>	Tapacamino yucateco	1
Aves	Caprimulgiformes	Nyctibiidae	<i>Nyctibius jamaicensis</i>	Pájaro estaca	2
Aves	Charadriiformes	Charadriidae	<i>Charadrius nivosus</i>	Chorlo nevado	4
Aves	Charadriiformes	Charadriidae	<i>Charadrius semipalmatus</i>	Chorlo semipalmeado	19
Aves	Charadriiformes	Charadriidae	<i>Charadrius vociferus</i>	Chorlo tildío	33
Aves	Charadriiformes	Charadriidae	<i>Charadrius wilsonia</i>	Chorlo pico grueso	2
Aves	Charadriiformes	Charadriidae	<i>Pluvialis squatarola</i>	Chorlo gris	30
Aves	Charadriiformes	Haematopodidae	<i>Haematopus palliatus</i>	Ostrero americano	1
Aves	Charadriiformes	Jacanidae	<i>Jacana spinosa</i>	Jacana norteña	42
Aves	Charadriiformes	Laridae	<i>Gelochelidon nilotica</i>	Charrán pico grueso	2
Aves	Charadriiformes	Laridae	<i>Hydroprogne caspia</i>	Charrán caspia	3
Aves	Charadriiformes	Laridae	<i>Larus argentatus</i>	Gaviota argétea	5
Aves	Charadriiformes	Laridae	<i>Larus delawarensis</i>	Gaviota pico anillado	2
Aves	Charadriiformes	Laridae	<i>Leucophaeus atricilla</i>	Gaviota reidora	135
Aves	Charadriiformes	Laridae	<i>Rynchops niger</i>	Rayador americano	5
Aves	Charadriiformes	Laridae	<i>Sterna forsteri</i>	Charrán de Forster	3
Aves	Charadriiformes	Laridae	<i>Sterna hirundo</i>	Charrán común	9
Aves	Charadriiformes	Laridae	<i>Sternula antillarum</i>	Charrán mínimo	3
Aves	Charadriiformes	Laridae	<i>Thalasseus maximus</i>	Charrán real	96
Aves	Charadriiformes	Laridae	<i>Thalasseus sandvicensis</i>	Charrán de Sandwich	24
Aves	Charadriiformes	Recurvirostridae	<i>Himantopus mexicanus</i>	Candelerero americano	12
Aves	Charadriiformes	Scolopacidae	<i>Actitis macularius</i>	Playero alzacolita	17
Aves	Charadriiformes	Scolopacidae	<i>Arenaria interpres</i>	Vuelvepiedras rojizo	71
Aves	Charadriiformes	Scolopacidae	<i>Calidris alba</i>	Playero blanco	62
Aves	Charadriiformes	Scolopacidae	<i>Calidris bairdii</i>	Playero de Baird	1

Grupo	Orden	Familia	Especie	Nombre común	N° Ind
Aves	Charadriiformes	Scolopacidae	<i>Calidris canutus</i>	Playero canuto	2
Aves	Charadriiformes	Scolopacidae	<i>Calidris himantopus</i>	Playero zancón	2
Aves	Charadriiformes	Scolopacidae	<i>Calidris mauri</i>	Playero occidental	1
Aves	Charadriiformes	Scolopacidae	<i>Calidris melanotos</i>	Playero pectoral	3
Aves	Charadriiformes	Scolopacidae	<i>Calidris minutilla</i>	Playero chichicuilote	15
Aves	Charadriiformes	Scolopacidae	<i>Calidris pusilla</i>	Playero semipalmeado	6
Aves	Charadriiformes	Scolopacidae	<i>Gallinago delicata</i>	Agachona común	6
Aves	Charadriiformes	Scolopacidae	<i>Limnodromus griseus</i>	Costurero pico corto	2
Aves	Charadriiformes	Scolopacidae	<i>Tringa flavipes</i>	Patamarilla menor	3
Aves	Charadriiformes	Scolopacidae	<i>Tringa melanoleuca</i>	Patamarilla mayor	4
Aves	Charadriiformes	Scolopacidae	<i>Tringa semipalmata</i>	Playero pihuiuí	5
Aves	Charadriiformes	Scolopacidae	<i>Tringa solitaria</i>	Playero solitario	5
Aves	Ciconiiformes	Ardeidae	<i>Bubulcus ibis</i>	Garza ganadera	33
Aves	Ciconiiformes	Ardeidae	<i>Butorides virescens</i>	Garceta verde	64
Aves	Ciconiiformes	Ardeidae	<i>Egretta thula</i>	Garceta pie dorado	87
Aves	Ciconiiformes	Ciconiidae	<i>Mycteria americana</i>	Cigüeña americana	9
Aves	Columbiformes	Columbidae	<i>Claravis pretiosa</i>	Tórtola azul	4
Aves	Columbiformes	Columbidae	<i>Columba livia</i>	Paloma doméstica	25
Aves	Columbiformes	Columbidae	<i>Columbina passerina</i>	Tórtola coquita	19
Aves	Columbiformes	Columbidae	<i>Columbina talpacoti</i>	Tórtola rojiza	61
Aves	Columbiformes	Columbidae	<i>Geotrygon montana</i>	Paloma perdiz rojiza	4
Aves	Columbiformes	Columbidae	<i>Leptotila jamaicensis</i>	Paloma caribeña	14
Aves	Columbiformes	Columbidae	<i>Leptotila plumbeiceps</i>	Paloma cabeza ploma	2
Aves	Columbiformes	Columbidae	<i>Leptotila verreauxi</i>	Paloma arroyera	25
Aves	Columbiformes	Columbidae	<i>Patagioenas cayennensis</i>	Paloma colorada	1
Aves	Columbiformes	Columbidae	<i>Patagioenas flavirostris</i>	Paloma morada	54
Aves	Columbiformes	Columbidae	<i>Patagioenas leucocephala</i>	Paloma corona blanca	3
Aves	Columbiformes	Columbidae	<i>Patagioenas speciosa</i>	Paloma escamosa	7
Aves	Columbiformes	Columbidae	<i>Streptopelia decaocto</i>	Tórtola de collar	49
Aves	Columbiformes	Columbidae	<i>Zenaida asiatica</i>	Paloma ala blanca	122
Aves	Columbiformes	Columbidae	<i>Zenaida macroura</i>	Paloma huilota	6
Aves	Coraciiformes	Alcedinidae	<i>Chloroceryle aenea</i>	Martín pescador enano	2
Aves	Coraciiformes	Alcedinidae	<i>Chloroceryle amazona</i>	Martín pescador amazónico	1
Aves	Coraciiformes	Alcedinidae	<i>Chloroceryle americana</i>	Martín pescador verde	1
Aves	Coraciiformes	Alcedinidae	<i>Megaceryle alcyon</i>	Martín pescador norteño	29
Aves	Coraciiformes	Alcedinidae	<i>Megaceryle torquata</i>	Martín pescador de collar	2
Aves	Coraciiformes	Momotidae	<i>Eumomota superciliosa</i>	Momoto ceja azul	20
Aves	Coraciiformes	Momotidae	<i>Momotus coeruliceps</i>	Momoto corona azul	17
Aves	Coraciiformes	Momotidae	<i>Momotus momota</i>	Momoto amazónica	2

Grupo	Orden	Familia	Especie	Nombre común	N° Ind
Aves	Cuculiformes	Cuculidae	<i>Coccyzus americanus</i>	Cuclillo pico amarillo	3
Aves	Cuculiformes	Cuculidae	<i>Coccyzus minor</i>	Cuclillo manglero	3
Aves	Cuculiformes	Cuculidae	<i>Crotophaga ani</i>	Garrapatero pico liso	3
Aves	Cuculiformes	Cuculidae	<i>Crotophaga sulcirostris</i>	Garrapatero pijuy	67
Aves	Cuculiformes	Cuculidae	<i>Dromococcyx phasianellus</i>	Cuclillo faisán	1
Aves	Cuculiformes	Cuculidae	<i>Playa cayana</i>	Cuclillo canela	69
Aves	Falconiformes	Falconidae	<i>Caracara cheriway</i>	Caracara quebrantahuesos	2
Aves	Falconiformes	Falconidae	<i>Falco columbarius</i>	Halcón esmerejón	10
Aves	Falconiformes	Falconidae	<i>Falco peregrinus</i>	Halcón peregrino	8
Aves	Falconiformes	Falconidae	<i>Falco rufigularis</i>	Halcón enano	3
Aves	Falconiformes	Falconidae	<i>Falco sparverius</i>	Cernícalo americano	1
Aves	Falconiformes	Falconidae	<i>Herpetotheres cachinnans</i>	Halcón guaco	36
Aves	Falconiformes	Falconidae	<i>Micrastur semitorquatus</i>	Halcón selvático de collar	3
Aves	Galliformes	Cracidae	<i>Crax rubra</i>	Hocofaisán	4
Aves	Galliformes	Cracidae	<i>Ortalis vetula</i>	Chachalaca vetula	153
Aves	Galliformes	Odontophoridae	<i>Colinus nigrogularis</i>	Codorniz yucateca	3
Aves	Galliformes	Odontophoridae	<i>Dactylortyx thoracicus</i>	Codorniz silbadora	2
Aves	Galliformes	Phasianidae	<i>Meleagris ocellata</i>	Guajolote ocelado	6
Aves	Gruiformes	Aramidae	<i>Aramus guarauna</i>	Carao	7
Aves	Gruiformes	Rallidae	<i>Aramides cajaneus</i>	Rascón cuello gris	4
Aves	Gruiformes	Rallidae	<i>Fulica americana</i>	Gallereta americana	48
Aves	Gruiformes	Rallidae	<i>Gallinula galeata</i>	Gallineta americana	37
Aves	Gruiformes	Rallidae	<i>Laterallus ruber</i>	Polluela rojiza	7
Aves	Gruiformes	Rallidae	<i>Porphyrio martinicus</i>	Gallineta morada	4
Aves	Gruiformes	Rallidae	<i>Porzana carolina</i>	Polluela sora	13
Aves	Gruiformes	Rallidae	<i>Rallus longirostris</i>	Rascón picudo	3
Aves	Passeriformes	Bombycillidae	<i>Bombycilla cedrorum</i>	Ampelis chinito	1
Aves	Passeriformes	Cardinalidae	<i>Cardinalis cardinalis</i>	Cardenal rojo	28
Aves	Passeriformes	Cardinalidae	<i>Cyanocompsa parellina</i>	Colorín azulnegro	42
Aves	Passeriformes	Cardinalidae	<i>Granatellus sallaei</i>	Granatelo yucateco	14
Aves	Passeriformes	Cardinalidae	<i>Habia fuscicauda</i>	Tángara hormiguera garganta roja	75
Aves	Passeriformes	Cardinalidae	<i>Habia rubica</i>	Tángara hormiguera corona roja	14
Aves	Passeriformes	Cardinalidae	<i>Passerina caerulea</i>	Picogordo azul	25
Aves	Passeriformes	Cardinalidae	<i>Passerina ciris</i>	Colorín sietecolores	32
Aves	Passeriformes	Cardinalidae	<i>Passerina cyanea</i>	Colorín azul	66
Aves	Passeriformes	Cardinalidae	<i>Pheucticus ludovicianus</i>	Picogordo pecho rosa	15
Aves	Passeriformes	Cardinalidae	<i>Piranga leucoptera</i>	Tángara ala blanca	2
Aves	Passeriformes	Cardinalidae	<i>Piranga olivacea</i>	Tángara escarlata	2
Aves	Passeriformes	Cardinalidae	<i>Piranga roseogularis</i>	Tangara yucateca	66

Grupo	Orden	Familia	Especie	Nombre común	N° Ind
Aves	Passeriformes	Cardinalidae	<i>Piranga rubra</i>	Tángara roja	67
Aves	Passeriformes	Corvidae	<i>Cyanocorax morio</i>	Urraca papán	146
Aves	Passeriformes	Corvidae	<i>Cyanocorax yncas</i>	Urraca americana verde	122
Aves	Passeriformes	Corvidae	<i>Cyanocorax yucatanicus</i>	Urraca yucateca	143
Aves	Passeriformes	Dendrocolaptidae	<i>Dendrocincla anabatina</i>	Trepatroncos sepia	12
Aves	Passeriformes	Dendrocolaptidae	<i>Dendrocincla homochroa</i>	Trepatroncos rojizo	6
Aves	Passeriformes	Dendrocolaptidae	<i>Dendrocolaptes sanctithomae</i>	Trepatroncos barrado	6
Aves	Passeriformes	Dendrocolaptidae	<i>Xiphorhynchus flavigaster</i>	Trepatroncos bigotudo	52
Aves	Passeriformes	Emberizidae	<i>Arremonops chloronotus</i>	Rascador dorso verde	29
Aves	Passeriformes	Emberizidae	<i>Arremonops rufivirgatus</i>	Rascador oliváceo	10
Aves	Passeriformes	Emberizidae	<i>Quiscalus mexicanus</i>	Zanate mexicano	300
Aves	Passeriformes	Emberizidae	<i>Sporophila torqueola</i>	Semillero de collar	28
Aves	Passeriformes	Emberizidae	<i>Tiaris olivaceus</i>	Semillero oliváceo	11
Aves	Passeriformes	Formicariidae	<i>Formicarius analis</i>	Hormiguero cholino cara negra	1
Aves	Passeriformes	Formicariidae	<i>Thamnophilus doliatus</i>	Batará barrado	20
Aves	Passeriformes	Fringillidae	<i>Euphonia affinis</i>	Eufonia garganta negra	22
Aves	Passeriformes	Fringillidae	<i>Euphonia hirundinacea</i>	Eufonia garganta amarilla	37
Aves	Passeriformes	Furnariidae	<i>Sittasomus griseicapillus</i>	Trepatroncos oliváceo	25
Aves	Passeriformes	Hirundinidae	<i>Hirundo rustica</i>	Golondrina tijereta	40
Aves	Passeriformes	Hirundinidae	<i>Petrochelidon fulva</i>	Golondrina pueblera	7
Aves	Passeriformes	Hirundinidae	<i>Progne chalybea</i>	Golondrina acerada	8
Aves	Passeriformes	Hirundinidae	<i>Progne subis</i>	Golondrina azulnegra	6
Aves	Passeriformes	Hirundinidae	<i>Riparia riparia</i>	Bank Swallow	1
Aves	Passeriformes	Hirundinidae	<i>Stelgidopteryx serripennis</i>	Golondrina ala aserrada	37
Aves	Passeriformes	Hirundinidae	<i>Tachycineta albilinea</i>	Golondrina manglera	11
Aves	Passeriformes	Hirundinidae	<i>Tachycineta bicolor</i>	Golondrina bicolor	17
Aves	Passeriformes	Icteridae	<i>Agelaius phoeniceus</i>	Tordo sargento	11
Aves	Passeriformes	Icteridae	<i>Amblycercus holosericeus</i>	Cacique pico claro	40
Aves	Passeriformes	Icteridae	<i>Dives dives</i>	Tordo cantor	199
Aves	Passeriformes	Icteridae	<i>Icterus auratus</i>	Bolsero yucateco	119
Aves	Passeriformes	Icteridae	<i>Icterus chrysater</i>	Bolsero dorso dorado	46
Aves	Passeriformes	Icteridae	<i>Icterus cucullatus</i>	Bolsero encapuchado	183
Aves	Passeriformes	Icteridae	<i>Icterus galbula</i>	Bolsero de Baltimore	5
Aves	Passeriformes	Icteridae	<i>Icterus gularis</i>	Bolsero de Altamira	146
Aves	Passeriformes	Icteridae	<i>Icterus mesomelas</i>	Bolsero cola amarilla	24
Aves	Passeriformes	Icteridae	<i>Icterus prothemelas</i>	Bolsero capucha negra	91
Aves	Passeriformes	Icteridae	<i>Icterus spurius</i>	Bolsero castaño	46
Aves	Passeriformes	Icteridae	<i>Molothrus aeneus</i>	Tordo ojo rojo	37
Aves	Passeriformes	Mimidae	<i>Dumetella carolinensis</i>	Mauñador gris	113

Grupo	Orden	Familia	Especie	Nombre común	N° Ind
Aves	Passeriformes	Mimidae	<i>Melanoptila glabrisrostris</i>	Maulador negro	52
Aves	Passeriformes	Mimidae	<i>Mimus gilvus</i>	Centzontle tropical	270
Aves	Passeriformes	Parulidae	<i>Basileuterus culicivorus</i>	Chipe corona dorada	1
Aves	Passeriformes	Parulidae	<i>Cardellina pusilla</i>	Chipe corona negra	5
Aves	Passeriformes	Parulidae	<i>Geothlypis formosa</i>	Chipe patilludo	14
Aves	Passeriformes	Parulidae	<i>Geothlypis poliocephala</i>	Mascarita pico grueso	2
Aves	Passeriformes	Parulidae	<i>Geothlypis trichas</i>	Mascarita común	98
Aves	Passeriformes	Parulidae	<i>Helmitheros vermivorum</i>	Chipe gusanero	23
Aves	Passeriformes	Parulidae	<i>Icteria virens</i>	Buscabreña	8
Aves	Passeriformes	Parulidae	<i>Mniotilta varia</i>	Chipe trepador	115
Aves	Passeriformes	Parulidae	<i>Oreothlypis celata</i>	Chipe corona naranja	1
Aves	Passeriformes	Parulidae	<i>Oreothlypis peregrina</i>	Chipe peregrino	5
Aves	Passeriformes	Parulidae	<i>Parkesia motacilla</i>	Chipe arroyero	11
Aves	Passeriformes	Parulidae	<i>Parkesia noveboracensis</i>	Chipe charquero	138
Aves	Passeriformes	Parulidae	<i>Protonotaria citrea</i>	Chipe dorado	17
Aves	Passeriformes	Parulidae	<i>Seiurus aurocapilla</i>	Chipe suelero	91
Aves	Passeriformes	Parulidae	<i>Setophaga americana</i>	Parula norteña	125
Aves	Passeriformes	Parulidae	<i>Setophaga caerulescens</i>	Chipe azulnegro	10
Aves	Passeriformes	Parulidae	<i>Setophaga citrina</i>	Chipe encapuchado	118
Aves	Passeriformes	Parulidae	<i>Setophaga coronata</i>	Chipe coronado	15
Aves	Passeriformes	Parulidae	<i>Setophaga discolor</i>	Chipe de pradera	6
Aves	Passeriformes	Parulidae	<i>Setophaga dominica</i>	Chipe garganta amarilla	122
Aves	Passeriformes	Parulidae	<i>Setophaga fusca</i>	Chipe garganta naranja	1
Aves	Passeriformes	Parulidae	<i>Setophaga magnolia</i>	Chipe de magnolia	168
Aves	Passeriformes	Parulidae	<i>Setophaga palmarum</i>	Chipe playero	70
Aves	Passeriformes	Parulidae	<i>Setophaga pensylvanica</i>	Chipe flanco castaño	2
Aves	Passeriformes	Parulidae	<i>Setophaga petechia</i>	Chipe amarillo	108
Aves	Passeriformes	Parulidae	<i>Setophaga pinus</i>	Chipe pinero	1
Aves	Passeriformes	Parulidae	<i>Setophaga ruticilla</i>	Chipe flameante	169
Aves	Passeriformes	Parulidae	<i>Setophaga tigrina</i>	Chipe atigrado	8
Aves	Passeriformes	Parulidae	<i>Setophaga virens</i>	Chipe dorso verde	104
Aves	Passeriformes	Parulidae	<i>Vermivora cyanoptera</i>	Chipe ala azul	35
Aves	Passeriformes	Passerilidae	<i>Zonotrichia leucophrys</i>	Gorrión corona blanca	2
Aves	Passeriformes	Phaenicophilidae	<i>Spindalis zena</i>	Tángara cabeza rayada	1
Aves	Passeriformes	Pipromorphidae	<i>Poecilotriccus sylvia</i>	Espatullilla gris	1
Aves	Passeriformes	Pipromorphidae	<i>Tolmomyias sulphureus</i>	Mosquero ojo blanco	15
Aves	Passeriformes	Poliotilidae	<i>Poliotilta caerulea</i>	Perlita azulgris	26
Aves	Passeriformes	Poliotilidae	<i>Poliotilta plumbea</i>	Perlita tropical	23
Aves	Passeriformes	Poliotilidae	<i>Ramphocaenus melanurus</i>	Soterillo picudo	12

Grupo	Orden	Familia	Especie	Nombre común	N° Ind
Aves	Passeriformes	Thamnophilidae	<i>Cercomacra tyrannina</i>	Hormiguera tirano	1
Aves	Passeriformes	Thamnophilidae	<i>Microrhopias quixensis</i>	Hormiguero ala oscura	1
Aves	Passeriformes	Thraupidae	<i>Coereba flaveola</i>	Reinita mielera	14
Aves	Passeriformes	Thraupidae	<i>Cyanerpes cyaneus</i>	Mielero pata roja	21
Aves	Passeriformes	Thraupidae	<i>Eucometis penicillata</i>	Tángara cabeza gris	2
Aves	Passeriformes	Thraupidae	<i>Lanio aurantius</i>	Tángara garganta negra	1
Aves	Passeriformes	Thraupidae	<i>Saltator atriceps</i>	Picurero cabeza negra	38
Aves	Passeriformes	Thraupidae	<i>Saltator coerulescens</i>	Picurero grisáceo	23
Aves	Passeriformes	Thraupidae	<i>Thraupis abbas</i>	Tángara ala amarilla	2
Aves	Passeriformes	Thraupidae	<i>Thraupis episcopus</i>	Tángara azulgris	2
Aves	Passeriformes	Thraupidae	<i>Volatinia jacarina</i>	Semillero brincador	10
Aves	Passeriformes	Tityridae	<i>Pachyramphus aglaiae</i>	Mosquero cabezón degollado	39
Aves	Passeriformes	Tityridae	<i>Pachyramphus major</i>	Mosquero cabezón mexicano	2
Aves	Passeriformes	Tityridae	<i>Tityra inquisitor</i>	Titira pico negro	11
Aves	Passeriformes	Tityridae	<i>Tityra semifasciata</i>	Titira enmascarada	39
Aves	Passeriformes	Troglodytidae	<i>Henicorhina leucosticta</i>	Chivirín pecho blanco	2
Aves	Passeriformes	Troglodytidae	<i>Thryothorus albinucha</i>	Cucarachero Cejiblanco	2
Aves	Passeriformes	Troglodytidae	<i>Thryothorus ludovicianus</i>	Chivirín de Carolina	43
Aves	Passeriformes	Troglodytidae	<i>Thryothorus maculipectus</i>	Chivirín moteado	89
Aves	Passeriformes	Troglodytidae	<i>Troglodytes aedon</i>	Chivirín saltapared	8
Aves	Passeriformes	Troglodytidae	<i>Uropsila leucogastra</i>	Chivirín vientre blanco	37
Aves	Passeriformes	Turdidae	<i>Catharus fuscescens</i>	Zorzal rojizo	1
Aves	Passeriformes	Turdidae	<i>Catharus guttatus</i>	Zorzal cola rufa	1
Aves	Passeriformes	Turdidae	<i>Catharus minimus</i>	Zorzal cara gris	1
Aves	Passeriformes	Turdidae	<i>Hylocichla mustelina</i>	Zorzal maculado	33
Aves	Passeriformes	Turdidae	<i>Turdus grayi</i>	Mirlo pardo	72
Aves	Passeriformes	Tyrannidae	<i>Attila spadiceus</i>	Atila	33
Aves	Passeriformes	Tyrannidae	<i>Camptostoma imberbe</i>	Mosquero lampiño	16
Aves	Passeriformes	Tyrannidae	<i>Contopus cinereus</i>	Pibí tropical	45
Aves	Passeriformes	Tyrannidae	<i>Contopus cooperi</i>	Pibí boreal	4
Aves	Passeriformes	Tyrannidae	<i>Contopus virens</i>	Pibí oriental	3
Aves	Passeriformes	Tyrannidae	<i>Elaenia flavogaster</i>	Elenia vientre amarillo	5
Aves	Passeriformes	Tyrannidae	<i>Elaenia martinica</i>	Elenia caribeña	4
Aves	Passeriformes	Tyrannidae	<i>Empidonax flaviventris</i>	Mosquero vientre amarillo	2
Aves	Passeriformes	Tyrannidae	<i>Empidonax minimus</i>	Mosquero mínimo	37
Aves	Passeriformes	Tyrannidae	<i>Legatus leucophaius</i>	Papamoscas pirata	3
Aves	Passeriformes	Tyrannidae	<i>Megarynchus pitangua</i>	Luis pico grueso	82
Aves	Passeriformes	Tyrannidae	<i>Myiarchus crinitus</i>	Papamoscas viajero	13
Aves	Passeriformes	Tyrannidae	<i>Myiarchus tuberculifer</i>	Papamoscas triste	33

Grupo	Orden	Familia	Especie	Nombre común	N° Ind
Aves	Passeriformes	Tyrannidae	<i>Myiarchus tyrannulus</i>	Papamoscas tirano	26
Aves	Passeriformes	Tyrannidae	<i>Myiarchus yucatanensis</i>	Papamoscas yucateco	46
Aves	Passeriformes	Tyrannidae	<i>Myiodynastes luteiventris</i>	Papamoscas atigrado	9
Aves	Passeriformes	Tyrannidae	<i>Myiodynastes maculatus</i>	Papamoscas rayado	3
Aves	Passeriformes	Tyrannidae	<i>Myiopagis viridicata</i>	Elonia verdosa	8
Aves	Passeriformes	Tyrannidae	<i>Myiozetetes similis</i>	Luis gregario	153
Aves	Passeriformes	Tyrannidae	<i>Oncostoma cinereigulare</i>	Mosquero pico curvo	17
Aves	Passeriformes	Tyrannidae	<i>Onychorhynchus coronatus</i>	Mosquero real amazónico	5
Aves	Passeriformes	Tyrannidae	<i>Pitangus sulphuratus</i>	Bienteveo	208
Aves	Passeriformes	Tyrannidae	<i>Platyrrhynchus cancrinus</i>	Mosquero pico chato	4
Aves	Passeriformes	Tyrannidae	<i>Pyrocephalus rubinus</i>	Mosquero cardenal	6
Aves	Passeriformes	Tyrannidae	<i>Rhynchocyclus brevirostris</i>	Mosquero de anteojos	2
Aves	Passeriformes	Tyrannidae	<i>Tyrannus couchii</i>	Tirano salvador	56
Aves	Passeriformes	Tyrannidae	<i>Tyrannus melancholicus</i>	Tirano tropical	151
Aves	Passeriformes	Tyrannidae	<i>Tyrannus</i>	Tirano dorso negro	6
Aves	Passeriformes	Vireonidae	<i>Cyclarhis gujanensis</i>	Vireón ceja roja	65
Aves	Passeriformes	Vireonidae	<i>Hylophilus decurtatus</i>	Verdillo gris	66
Aves	Passeriformes	Vireonidae	<i>Hylophilus ochraceiceps</i>	Verdillo ocre	7
Aves	Passeriformes	Vireonidae	<i>Vireo altiloquus</i>	Vireo vigotudo	1
Aves	Passeriformes	Vireonidae	<i>Vireo flavifrons</i>	Vireo garganta amarilla	39
Aves	Passeriformes	Vireonidae	<i>Vireo flavoviridis</i>	Vireo verdeamarillo	21
Aves	Passeriformes	Vireonidae	<i>Vireo griseus</i>	Vireo ojo blanco	152
Aves	Passeriformes	Vireonidae	<i>Vireo magister</i>	Vireo yucateco	114
Aves	Passeriformes	Vireonidae	<i>Vireo olivaceus</i>	Vireo ojo rojo	12
Aves	Passeriformes	Vireonidae	<i>Vireo pallens</i>	Vireo manglero	79
Aves	Passeriformes	Vireonidae	<i>Vireo philadelphicus</i>	Vireo de Filadelfia	2
Aves	Passeriformes	Vireonidae	<i>Vireo solitarius</i>	Vireo anteojillo	2
Aves	Pelecaniformes	Ardeidae	<i>Ardea alba</i>	Garza blanca	81
Aves	Pelecaniformes	Ardeidae	<i>Ardea herodias</i>	Garza morena	35
Aves	Pelecaniformes	Ardeidae	<i>Botaurus pinnatus</i>	Avetoro neotropical	1
Aves	Pelecaniformes	Ardeidae	<i>Egretta caerulea</i>	Garceta azul	38
Aves	Pelecaniformes	Ardeidae	<i>Egretta rufescens</i>	Garceta rojiza	5
Aves	Pelecaniformes	Ardeidae	<i>Egretta tricolor</i>	Tricolored Heron	49
Aves	Pelecaniformes	Ardeidae	<i>Ixobrychus exilis</i>	Avetoro mínimo	1
Aves	Pelecaniformes	Ardeidae	<i>Nyctanassa violacea</i>	Pedrete corona clara	4
Aves	Pelecaniformes	Ardeidae	<i>Nycticorax nycticorax</i>	Pedrete corona negra	3
Aves	Pelecaniformes	Ardeidae	<i>Tigrisoma mexicanum</i>	Garza tigre mexicana	9
Aves	Pelecaniformes	Pelecanidae	<i>Pelecanus erythrorhynchos</i>	Pelícano blanco	2
Aves	Pelecaniformes	Pelecanidae	<i>Pelecanus occidentalis</i>	Pelícano pardo	175

Grupo	Orden	Familia	Especie	Nombre común	N° Ind
Aves	Pelecaniformes	Phalacrocoracidae	<i>Phalacrocorax brasilianus</i>	Cormorán oliváceo	59
Aves	Pelecaniformes	Threskiornithidae	<i>Eudocimus albus</i>	Ibis blanco	48
Aves	Pelecaniformes	Threskiornithidae	<i>Platalea ajaja</i>	Espátula rosada	12
Aves	Pelecaniformes	Threskiornithidae	<i>Plegadis falcinellus</i>	Ibis cara oscura	10
Aves	Phoenicopteriformes	Phoenicopteridae	<i>Phoenicopus ruber</i>	Flamenco americano	3
Aves	Piciformes	Bucconidae	<i>Notharchus hyperrhynchus</i>	Buco de collar	5
Aves	Piciformes	Picidae	<i>Campephilus guatemalensis</i>	Carpintero pico plata	5
Aves	Piciformes	Picidae	<i>Colaptes rubiginosus</i>	Carpintero oliváceo	14
Aves	Piciformes	Picidae	<i>Dryocopus lineatus</i>	Carpintero lineado	32
Aves	Piciformes	Picidae	<i>Melanerpes aurifrons</i>	Carpintero chejé	174
Aves	Piciformes	Picidae	<i>Melanerpes pygmaeus</i>	Carpintero yucateco	71
Aves	Piciformes	Picidae	<i>Picoides fumigatus</i>	Carpintero café	10
Aves	Piciformes	Picidae	<i>Picoides scalaris</i>	Carpintero mexicano	8
Aves	Piciformes	Picidae	<i>Sphyrapicus varius</i>	Chupasavia maculado	8
Aves	Piciformes	Ramphastidae	<i>Pteroglossus torquatus</i>	Arasari de collar	6
Aves	Piciformes	Ramphastidae	<i>Ramphastos sulfuratus</i>	Tucán pico canoa	14
Aves	Podicipediformes	Podicipedidae	<i>Podilymbus podiceps</i>	Zambullidor pico grueso	9
Aves	Podicipediformes	Podicipedidae	<i>Tachybaptus dominicus</i>	Zampullín Macacito	10
Aves	Psittaciformes	Psittacidae	<i>Amazona albifrons</i>	Loro frente blanca	61
Aves	Psittaciformes	Psittacidae	<i>Amazona autumnalis</i>	Loro cachete amarillo	2
Aves	Psittaciformes	Psittacidae	<i>Amazona xantholora</i>	Loro yucateco	21
Aves	Psittaciformes	Psittacidae	<i>Aratinga nana</i>	Perico pecho sucio	72
Aves	Psittaciformes	Psittacidae	<i>Pionus senilis</i>	Loro corona blanca	4
Aves	Psittaciformes	Psittacidae	<i>Pyrilia haematotis</i>	Loro cabeza oscura	1
Aves	Strigiformes	Strigidae	<i>Bubo virginianus</i>	Búho cornudo	6
Aves	Strigiformes	Strigidae	<i>Ciccaba virgata</i>	Búho café	3
Aves	Strigiformes	Strigidae	<i>Glaucidium brasilianum</i>	Tecolote bajoño	64
Aves	Suliformes	Anhingidae	<i>Anhinga anhinga</i>	Anhinga americana	81
Aves	Suliformes	Fregatidae	<i>Fregata magnificens</i>	Fragata magnífica	174
Aves	Suliformes	Phalacrocoracidae	<i>Phalacrocorax auritus</i>	Cormorán orejudo	66
Aves	Suliformes	Sulidae	<i>Sula leucogaster</i>	Bobo café	4
Aves	Testudines	Geoemydidae	<i>Rhinoclemmys areolata</i>	Tortuga mojina de monte	1
Aves	Tinamiformes	Tinamidae	<i>Crypturellus cinnamomeus</i>	Tinamú canelo	4
Aves	Trogoniformes	Trogonidae	<i>Trogon caligatus</i>	Trogón violáceo	45
Aves	Trogoniformes	Trogonidae	<i>Trogon citreolus</i>	Trogón citrilo	1
Aves	Trogoniformes	Trogonidae	<i>Trogon collaris</i>	Trogón de collar	9
Aves	Trogoniformes	Trogonidae	<i>Trogon melanocephalus</i>	Trogón cabeza negra	93
Mamíferos	Artiodactyla	Cervidae	<i>Mazama americana</i>	Corzuela Colorado	1



Grupo	Orden	Familia	Especie	Nombre común	N° Ind
Mamíferos	Carnivora	Canidae	<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	Zorra gris	3
Mamíferos	Carnivora	Felidae	<i>Puma concolor</i>	Puma	2
Mamíferos	Carnivora	Mustelidae	<i>Eira barbara</i>	Viejo de monte	2
Mamíferos	Carnivora	Procyonidae	<i>Nasua narica</i>	Coatí norteño	2
Mamíferos	Cebidae	Atelidae	<i>Ateles geoffroyi</i>	Mono araña	3
Mamíferos	Chiroptera	Mormoopidae	<i>Pteronotus davyi</i>	Murciélago lomo pelón menor	1
Mamíferos	Chiroptera	Mormoopidae	<i>Pteronotus parnellii</i>	Murciélago-bigotudo de Parnell	8
Mamíferos	Chiroptera	Noctilionidae	<i>Noctilio leporinus</i>	Murciélago pescador mayor	1
Mamíferos	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Artibeus intermedius</i>	Murciélago frugívoro intermedio	19
Mamíferos	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Artibeus jamaicensis</i>	Murciélago frutero	74
Mamíferos	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Artibeus lituratus</i>	Murciélago frugívoro gigante	20
Mamíferos	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Carollia brevicauda</i>	Murciélago cola corta sedosa	2
Mamíferos	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Carollia perspicillata</i>	Murciélago cola corta de Sebas	4
Mamíferos	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Centurio senex</i>	Murciélago cara arrugada	7
Mamíferos	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Chiroderma villosum</i>	Murciélago ojo peludo	5
Mamíferos	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Dermanura phaeotis</i>	Murciélago zapotero pardo	3
Mamíferos	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Diphylla ecaudata</i>	Vampiro pata peluda	1
Mamíferos	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Glossophaga soricina</i>	Murciélago lengüetón	4
Mamíferos	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Lonchorhina aurita</i>	Murciélago nariz de espada	3
Mamíferos	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Micronycteris megalotis</i>	Murciélago orejón brasileño	6
Mamíferos	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Mimon bennettii</i>	Murciélago dorado	1
Mamíferos	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Sturnira lilium</i>	Murciélago de charreteras menor	8
Mamíferos	Chiroptera	Vespertilionidae	<i>Lasiurus ega</i>	Murciélago cola peluda amarillo	3
Mamíferos	Chiroptera	Vespertilionidae	<i>Natalus stramineus</i>	Murciélago mexicano oreja de embudo	1
Mamíferos	Chiroptera	Vespertilionidae	<i>Rhogeessa aeneus</i>	Murciélago amarillo yucateco	1
Mamíferos	Chiroptera	Vespertilionidae	<i>Rhogeessa tumida</i>	Murciélago amarillo ala negra	2
Mamíferos	Didelphimorphia	Didelphidae	<i>Didelphis virginiana</i>	Tlacuache norteño	1
Mamíferos	Didelphimorphia	Didelphidae	<i>Philander opossum</i>	Tlacuache cuatro ojos	3
Mamíferos	Rodentia	Agoutidae	<i>Cuniculus paca</i>	Tepescuintle	2
Mamíferos	Rodentia	Cricetidae	<i>Reithrodontomys gracilis</i>	Ratón cosechero delgado	1
Mamíferos	Rodentia	Dasyproctidae	<i>Dasyprocta punctata</i>	Guaqueque centroamericano	2
Mamíferos	Rodentia	Heteromyidae	<i>Heteromys gaumeri</i>	Ratón de abazones	12
Mamíferos	Rodentia	Muridae	<i>Mus musculus</i>	Ratón casero	3
Mamíferos	Rodentia	Muridae	<i>Oryzomys couesi</i>	Rata arrocera de Coues	18
Mamíferos	Rodentia	Muridae	<i>Oryzomys melanotis</i>	Rata arrocera de orejas oscuras	5
Mamíferos	Rodentia	Muridae	<i>Peromyscus leucopus</i>	Ratón de patas blancas	1
Mamíferos	Rodentia	Muridae	<i>Peromyscus yucatanicus</i>	Ratón yucateco	34
Mamíferos	Rodentia	Muridae	<i>Rattus rattus</i>	Rata negra	2

Grupo	Orden	Familia	Especie	Nombre común	N° Ind
Mamíferos	Rodentia	Muridae	<i>Sigmodon hispidus</i>	Rata algodónera crespá	16
Mamíferos	Rodentia	Sciuridae	<i>Sciurus yucatanensis</i>	Ardilla yucateca	5
Peces	Characiformes	Characidae	<i>Astyanax fasciatus</i>	Sardinita cola roja	1
Peces	Cyprinodontiformes	Poeciliidae	<i>Gambusia yucatanensis</i>	Guayacón yucateco	2
Peces	Cyprinodontiformes	Poeciliidae	<i>Poecilia orri</i>	Topote de manglar	1
Peces	Cyprinodontiformes	Poeciliidae	<i>Poecilia velifera</i>	Topote aleta grande	1
Peces	Perciformes	Cichlidae	<i>Cichlasoma urophthalmus</i>	Mojarra del sureste	1
Reptiles	Ophidia	Colubridae	<i>Drymobius margaritiferus</i>	Culebra corredora de Petatillos	4
Reptiles	Ophidia	Colubridae	<i>Leptophis ahaetulla</i>	Ranera perico	1
Reptiles	Ophidia	Colubridae	<i>Pseudelaphe flavirufa</i>	Ratonera amarillo rojiza	2
Reptiles	Ophidia	Dipsadidae	<i>Dipsas brevifacies</i>	Culebra caracolera chata	2
Reptiles	Ophidia	Viperidae	<i>Bothrops asper</i>	Nauyaca terciopelo real	2
Reptiles	Ophidia	Viperidae	<i>Crotalus durissus</i>	Cascabel Tropical	1
Reptiles	Passeriformes	Cardinalidae	<i>Spiza americana</i>	Arrocero americano	1
Reptiles	Sauria	Corytophanidae	<i>Basiliscus vittatus</i>	Toloque rayado	2
Reptiles	Sauria	Phrynosomatidae	<i>Sceloporus chrysostictus</i>	Lagartija escamosa pintas amarillas	5
Reptiles	Sauria	Phrynosomatidae	<i>Sceloporus cozumelae</i>	Lagartija espinosa de Cozumel	2
Reptiles	Sauria	Phrynosomatidae	<i>Sceloporus formosus</i>	Lagartija espinosa esmeralda norteña	2
Reptiles	Sauria	Phrynosomatidae	<i>Sceloporus mucronatus</i>	Lagartija espinosa de grieta	2
Reptiles	Sauria	Teiidae	<i>Ameiva undulata</i>	Lagartija arcoiris	4
Reptiles	Squamata	Colubridae	<i>Ficimia publia</i>	Culebra naricilla manchada	1
Reptiles	Squamata	Dactyloidae	<i>Anolis rodriguezii</i>	Abaniquillo liso del sureste	1
Reptiles	Squamata	Gekkonidae	<i>Hemidactylus turcicus</i>	Geco casero del Mediterráneo	1
Reptiles	Squamata	Iguanidae	<i>Ctenosaura similis</i>	Iguana negra de cola espinosa	4
Reptiles	Squamata	Natricidae	<i>Thamnophis chrysocephalus</i>	Culebra listonada cabeza dorada	1
Reptiles	Squamata	Natricidae	<i>Thamnophis eques</i>	Culebra de agua nómada mexicano	1
Reptiles	Squamata	Natricidae	<i>Thamnophis proximus</i>	Culebra acuática	2
Reptiles	Squamata	Natricidae	<i>Trachemys scripta</i>	Tortuga de orejas rojas	1
Reptiles	Testudines	Cheloniidae	<i>Chelonia mydas</i>	Tortuga verde	1
Reptiles	Testudines	Kinosternidae	<i>Kinosternon scorpioides</i>	Tortuga pecho quebrado escorpión	1
Reptiles	Squamata	Elapidae	<i>Micrurus diastema</i>	Serpiente coralillo del sureste	1

#### IV.2.3.2.2 Índices de diversidad

Al igual que en el apartado correspondiente a la descripción de la vegetación, para la fauna registrada dentro de la microcuenca fueron calculados los índices de diversidad de Simpson y de Shannon. Los resultados en ambos índices muestran que la microcuenca presenta una alta diversidad y equitatividad (**Cuadro 23**).

Cuadro 23. Valores de abundancia e índice de Shannon.

Especie	Abundancia	$pi * \ln(pi)$
<i>Incilius valliceps</i>	4	-0.003
<i>Scinax staufferi</i>	1	-0.001
<i>Tlalocohyla loquax</i>	3	-0.002
<i>Trachycephalus venulosa</i>	1	-0.001
<i>Lithobates berlandieri</i>	15	-0.009
<i>Lithobates pustulosa</i>	1	-0.001
<i>Busarellus nigricollis</i>	1	-0.001
<i>Buteo albonotatus</i>	9	-0.006
<i>Buteo brachyurus</i>	12	-0.007
<i>Buteo plagiatus</i>	38	-0.019
<i>Buteo platypterus</i>	1	-0.001
<i>Buteogallus anthracinus</i>	23	-0.012
<i>Buteogallus urubitinga</i>	8	-0.005
<i>Chondrohierax uncinatus</i>	2	-0.002
<i>Circus cyaneus</i>	1	-0.001
<i>Elanus leucurus</i>	1	-0.001
<i>Geranospiza caerulescens</i>	5	-0.003
<i>Harpagus bidentatus</i>	2	-0.002
<i>Leptodon cayanensis</i>	2	-0.002
<i>Rostrhamus sociabilis</i>	3	-0.002
<i>Rupornis magnirostris</i>	61	-0.028
<i>Spizaetus melanoleucus</i>	1	-0.001
<i>Spizaetus ornatus</i>	3	-0.002
<i>Spizaetus tyrannus</i>	1	-0.001
<i>Cathartes aura</i>	222	-0.076
<i>Cathartes burrovianus</i>	28	-0.015
<i>Coragyps atratus</i>	168	-0.062
<i>Sarcoramphus papa</i>	1	-0.001
<i>Pandion haliaetus</i>	51	-0.024
<i>Anas americana</i>	1	-0.001
<i>Anas clypeata</i>	2	-0.002
<i>Anas discors</i>	32	-0.016
<i>Aythya affinis</i>	2	-0.002
<i>Aythya collaris</i>	2	-0.002
<i>Cairina moschata</i>	1	-0.001
<i>Dendrocygna autumnalis</i>	26	-0.014
<i>Dendrocygna bicolor</i>	1	-0.001
<i>Chaetura pelagica</i>	1	-0.001

Especie	Abundancia	$\pi * \ln(\pi)$
<i>Chaetura vauxi</i>	41	-0.02
<i>Amazilia candida</i>	48	-0.023
<i>Amazilia rutila</i>	76	-0.033
<i>Amazilia tzacatl</i>	1	-0.001
<i>Amazilia yucatanensis</i>	54	-0.025
<i>Anthracothorax prevostii</i>	9	-0.006
<i>Archilochus colubris</i>	23	-0.012
<i>Campylopterus curvipennis</i>	38	-0.019
<i>Chlorostilbon canivetii</i>	25	-0.013
<i>Doricha eliza</i>	3	-0.002
<i>Antrostomus badius</i>	1	-0.001
<i>Chordeiles acutipennis</i>	6	-0.004
<i>Chordeiles minor</i>	1	-0.001
<i>Nyctidromus albicollis</i>	7	-0.005
<i>Nyctiphrynus yucatanicus</i>	1	-0.001
<i>Nyctibius jamaicensis</i>	2	-0.002
<i>Charadrius nivosus</i>	4	-0.003
<i>Charadrius semipalmatus</i>	19	-0.011
<i>Charadrius vociferus</i>	33	-0.017
<i>Charadrius wilsonia</i>	2	-0.002
<i>Pluvialis squatarola</i>	30	-0.016
<i>Haematopus palliatus</i>	1	-0.001
<i>Jacana spinosa</i>	42	-0.021
<i>Gelochelidon nilotica</i>	2	-0.002
<i>Hydroprogne caspia</i>	3	-0.002
<i>Larus argentatus</i>	5	-0.003
<i>Larus delawarensis</i>	2	-0.002
<i>Leucophaeus atricilla</i>	135	-0.052
<i>Rynchops niger</i>	5	-0.003
<i>Sterna forsteri</i>	3	-0.002
<i>Sterna hirundo</i>	9	-0.006
<i>Sternula antillarum</i>	3	-0.002
<i>Thalasseus maximus</i>	96	-0.04
<i>Thalasseus sandvicensis</i>	24	-0.013
<i>Himantopus mexicanus</i>	12	-0.007
<i>Actitis macularius</i>	17	-0.01
<i>Arenaria interpres</i>	71	-0.031
<i>Calidris alba</i>	62	-0.028
<i>Calidris bairdii</i>	1	-0.001

Especie	Abundancia	$\pi * \ln(\pi)$
<i>Calidris canutus</i>	2	-0.002
<i>Calidris himantopus</i>	2	-0.002
<i>Calidris mauri</i>	1	-0.001
<i>Calidris melanotos</i>	3	-0.002
<i>Calidris minutilla</i>	15	-0.009
<i>Calidris pusilla</i>	6	-0.004
<i>Gallinago delicata</i>	6	-0.004
<i>Limnodromus griseus</i>	2	-0.002
<i>Tringa flavipes</i>	3	-0.002
<i>Tringa melanoleuca</i>	4	-0.003
<i>Tringa semipalmata</i>	5	-0.003
<i>Tringa solitaria</i>	5	-0.003
<i>Bubulcus ibis</i>	33	-0.017
<i>Butorides virescens</i>	64	-0.029
<i>Egretta thula</i>	87	-0.037
<i>Mycteria americana</i>	9	-0.006
<i>Claravis pretiosa</i>	4	-0.003
<i>Columba livia</i>	25	-0.013
<i>Columbina passerina</i>	19	-0.011
<i>Columbina talpacoti</i>	61	-0.028
<i>Geotrygon montana</i>	4	-0.003
<i>Leptotila jamaicensis</i>	14	-0.008
<i>Leptotila plumbeiceps</i>	2	-0.002
<i>Leptotila verreauxi</i>	25	-0.013
<i>Patagioenas cayennensis</i>	1	-0.001
<i>Patagioenas flavirostris</i>	54	-0.025
<i>Patagioenas leucocephala</i>	3	-0.002
<i>Patagioenas speciosa</i>	7	-0.005
<i>Streptopelia decaocto</i>	49	-0.023
<i>Zenaida asiatica</i>	122	-0.048
<i>Zenaida macroura</i>	6	-0.004
<i>Chloroceryle aenea</i>	2	-0.002
<i>Chloroceryle amazona</i>	1	-0.001
<i>Chloroceryle americana</i>	1	-0.001
<i>Megaceryle alcyon</i>	29	-0.015
<i>Megaceryle torquata</i>	2	-0.002
<i>Eumomota superciliosa</i>	20	-0.011
<i>Momotus coeruliceps</i>	17	-0.01
<i>Momotus momota</i>	2	-0.002

Especie	Abundancia	$\pi * \ln(\pi)$
<i>Coccyzus americanus</i>	3	-0.002
<i>Coccyzus minor</i>	3	-0.002
<i>Crotophaga ani</i>	3	-0.002
<i>Crotophaga sulcirostris</i>	67	-0.03
<i>Dromococcyx phasianellus</i>	1	-0.001
<i>Piaya cayana</i>	69	-0.031
<i>Caracara cheriway</i>	2	-0.002
<i>Falco columbarius</i>	10	-0.006
<i>Falco peregrinus</i>	8	-0.005
<i>Falco rufigularis</i>	3	-0.002
<i>Falco sparverius</i>	1	-0.001
<i>Herpetotheres cachinnans</i>	36	-0.018
<i>Micrastur semitorquatus</i>	3	-0.002
<i>Crax rubra</i>	4	-0.003
<i>Ortalis vetula</i>	153	-0.058
<i>Colinus nigrogularis</i>	3	-0.002
<i>Dactylortyx thoracicus</i>	2	-0.002
<i>Meleagris ocellata</i>	6	-0.004
<i>Aramus guarauna</i>	7	-0.005
<i>Aramides cajaneus</i>	4	-0.003
<i>Fulica americana</i>	48	-0.023
<i>Gallinula galeata</i>	37	-0.019
<i>Laterallus ruber</i>	7	-0.005
<i>Porphyrio martinicus</i>	4	-0.003
<i>Porzana carolina</i>	13	-0.008
<i>Rallus longirostris</i>	3	-0.002
<i>Bombycilla cedrorum</i>	1	-0.001
<i>Cardinalis cardinalis</i>	28	-0.015
<i>Cyanocompsa parellina</i>	42	-0.021
<i>Granatellus sallaei</i>	14	-0.008
<i>Habia fuscicauda</i>	75	-0.033
<i>Habia rubica</i>	14	-0.008
<i>Passerina caerulea</i>	25	-0.013
<i>Passerina ciris</i>	32	-0.016
<i>Passerina cyanea</i>	66	-0.03
<i>Pheucticus ludovicianus</i>	15	-0.009
<i>Piranga leucoptera</i>	2	-0.002
<i>Piranga olivacea</i>	2	-0.002
<i>Piranga roseogularis</i>	66	-0.03

Especie	Abundancia	$\pi * \ln(\pi)$
<i>Piranga rubra</i>	67	-0.03
<i>Cyanocorax morio</i>	146	-0.056
<i>Cyanocorax yncas</i>	122	-0.048
<i>Cyanocorax yucatanicus</i>	143	-0.055
<i>Dendrocincla anabatina</i>	12	-0.007
<i>Dendrocincla homochroa</i>	6	-0.004
<i>Dendrocolaptes sanctithomae</i>	6	-0.004
<i>Xiphorhynchus flavigaster</i>	52	-0.024
<i>Arremonops chloronotus</i>	29	-0.015
<i>Arremonops rufivirgatus</i>	10	-0.006
<i>Quiscalus mexicanus</i>	300	-0.095
<i>Sporophila torqueola</i>	28	-0.015
<i>Tiaris olivaceus</i>	11	-0.007
<i>Formicarius analis</i>	1	-0.001
<i>Thamnophilus doliatus</i>	20	-0.011
<i>Euphonia affinis</i>	22	-0.012
<i>Euphonia hirundinacea</i>	37	-0.019
<i>Sittasomus griseicapillus</i>	25	-0.013
<i>Hirundo rustica</i>	40	-0.02
<i>Petrochelidon fulva</i>	7	-0.005
<i>Progne chalybea</i>	8	-0.005
<i>Progne subis</i>	6	-0.004
<i>Riparia riparia</i>	1	-0.001
<i>Stelgidopteryx serripennis</i>	37	-0.019
<i>Tachycineta albilinea</i>	11	-0.007
<i>Tachycineta bicolor</i>	17	-0.01
<i>Agelaius phoeniceus</i>	11	-0.007
<i>Amblycercus holosericeus</i>	40	-0.02
<i>Dives dives</i>	199	-0.07
<i>Icterus auratus</i>	119	-0.047
<i>Icterus chrysater</i>	46	-0.022
<i>Icterus cucullatus</i>	183	-0.066
<i>Icterus galbula</i>	5	-0.003
<i>Icterus gularis</i>	146	-0.056
<i>Icterus mesomelas</i>	24	-0.013
<i>Icterus prothemelas</i>	91	-0.038
<i>Icterus spurius</i>	46	-0.022
<i>Molothrus aeneus</i>	37	-0.019
<i>Dumetella carolinensis</i>	113	-0.046

Especie	Abundancia	$\pi * \ln(\pi)$
<i>Melanoptila glabrirostris</i>	52	-0.024
<i>Mimus gilvus</i>	270	-0.088
<i>Basileuterus culicivorus</i>	1	-0.001
<i>Cardellina pusilla</i>	5	-0.003
<i>Geothlypis formosa</i>	14	-0.008
<i>Geothlypis poliocephala</i>	2	-0.002
<i>Geothlypis trichas</i>	98	-0.041
<i>Helmitheros vermivorum</i>	23	-0.012
<i>Icteria virens</i>	8	-0.005
<i>Mniotilta varia</i>	115	-0.046
<i>Oreothlypis celata</i>	1	-0.001
<i>Oreothlypis peregrina</i>	5	-0.003
<i>Parkesia motacilla</i>	11	-0.007
<i>Parkesia noveboracensis</i>	138	-0.053
<i>Protonotaria citrea</i>	17	-0.01
<i>Seiurus aurocapilla</i>	91	-0.038
<i>Setophaga americana</i>	125	-0.049
<i>Setophaga caerulescens</i>	10	-0.006
<i>Setophaga citrina</i>	118	-0.047
<i>Setophaga coronata</i>	15	-0.009
<i>Setophaga discolor</i>	6	-0.004
<i>Setophaga dominica</i>	122	-0.048
<i>Setophaga fusca</i>	1	-0.001
<i>Setophaga magnolia</i>	168	-0.062
<i>Setophaga palmarum</i>	70	-0.031
<i>Setophaga pensylvanica</i>	2	-0.002
<i>Setophaga petechia</i>	108	-0.044
<i>Setophaga pinus</i>	1	-0.001
<i>Setophaga ruticilla</i>	169	-0.062
<i>Setophaga tigrina</i>	8	-0.005
<i>Setophaga virens</i>	104	-0.043
<i>Vermivora cyanoptera</i>	35	-0.018
<i>Zonotrichia leucophrys</i>	2	-0.002
<i>Spindalis zena</i>	1	-0.001
<i>Poecilotriccus sylvia</i>	1	-0.001
<i>Tolmomyias sulphurescens</i>	15	-0.009
<i>Polioptila caerulea</i>	26	-0.014
<i>Polioptila plumbea</i>	23	-0.012
<i>Ramphocaenus melanurus</i>	12	-0.007



Especie	Abundancia	$\pi * \ln(\pi)$
<i>Cercomacra tyrannina</i>	1	-0.001
<i>Microrhophias quixensis</i>	1	-0.001
<i>Coereba flaveola</i>	14	-0.008
<i>Cyanerpes cyaneus</i>	21	-0.012
<i>Eucometis penicillata</i>	2	-0.002
<i>Lanio aurantius</i>	1	-0.001
<i>Saltator atriceps</i>	38	-0.019
<i>Saltator coerulescens</i>	23	-0.012
<i>Thraupis abbas</i>	2	-0.002
<i>Thraupis episcopus</i>	2	-0.002
<i>Volatinia jacarina</i>	10	-0.006
<i>Pachyramphus aglaiae</i>	39	-0.019
<i>Pachyramphus major</i>	2	-0.002
<i>Tityra inquisitor</i>	11	-0.007
<i>Tityra semifasciata</i>	39	-0.019
<i>Henicorhina leucosticta</i>	2	-0.002
<i>Thryothorus albinucha</i>	2	-0.002
<i>Thryothorus ludovicianus</i>	43	-0.021
<i>Thryothorus maculipectus</i>	89	-0.038
<i>Troglodytes aedon</i>	8	-0.005
<i>Uropsila leucogastra</i>	37	-0.019
<i>Catharus fuscescens</i>	1	-0.001
<i>Catharus guttatus</i>	1	-0.001
<i>Catharus minimus</i>	1	-0.001
<i>Hylocichla mustelina</i>	33	-0.017
<i>Turdus grayi</i>	72	-0.032
<i>Attila spadiceus</i>	33	-0.017
<i>Camptostoma imberbe</i>	16	-0.009
<i>Contopus cinereus</i>	45	-0.022
<i>Contopus cooperi</i>	4	-0.003
<i>Contopus virens</i>	3	-0.002
<i>Elaenia flavogaster</i>	5	-0.003
<i>Elaenia martinica</i>	4	-0.003
<i>Empidonax flaviventris</i>	2	-0.002
<i>Empidonax minimus</i>	37	-0.019
<i>Legatus leucophaius</i>	3	-0.002
<i>Megarynchus pitangua</i>	82	-0.035
<i>Myiarchus crinitus</i>	13	-0.008
<i>Myiarchus tuberculifer</i>	33	-0.017

Especie	Abundancia	$\pi * \ln(\pi)$
<i>Myiarchus tyrannulus</i>	26	-0.014
<i>Myiarchus yucatanensis</i>	46	-0.022
<i>Myiodynastes luteiventris</i>	9	-0.006
<i>Myiodynastes maculatus</i>	3	-0.002
<i>Myiopagis viridicata</i>	8	-0.005
<i>Myiozetetes similis</i>	153	-0.058
<i>Oncostoma cinereigulare</i>	17	-0.01
<i>Onychorhynchus coronatus</i>	5	-0.003
<i>Pitangus sulphuratus</i>	208	-0.073
<i>Platyrinchus cancröminus</i>	4	-0.003
<i>Pyrocephalus rubinus</i>	6	-0.004
<i>Rhynchocyclus brevirostris</i>	2	-0.002
<i>Tyrannus couchii</i>	56	-0.026
<i>Tyrannus melancholicus</i>	151	-0.057
<i>Tyrannus tyrannus</i>	6	-0.004
<i>Cyclarhis gujanensis</i>	65	-0.029
<i>Hylophilus decurtatus</i>	66	-0.03
<i>Hylophilus ochraceiceps</i>	7	-0.005
<i>Vireo altiloquus</i>	1	-0.001
<i>Vireo flavifrons</i>	39	-0.019
<i>Vireo flavoviridis</i>	21	-0.012
<i>Vireo griseus</i>	152	-0.057
<i>Vireo magister</i>	114	-0.046
<i>Vireo olivaceus</i>	12	-0.007
<i>Vireo pallens</i>	79	-0.034
<i>Vireo philadelphicus</i>	2	-0.002
<i>Vireo solitarius</i>	2	-0.002
<i>Ardea alba</i>	81	-0.035
<i>Ardea herodias</i>	35	-0.018
<i>Botaurus pinnatus</i>	1	-0.001
<i>Egretta caerulea</i>	38	-0.019
<i>Egretta rufescens</i>	5	-0.003
<i>Egretta tricolor</i>	49	-0.023
<i>Ixobrychus exilis</i>	1	-0.001
<i>Nyctanassa violacea</i>	4	-0.003
<i>Nycticorax nycticorax</i>	3	-0.002
<i>Tigrisoma mexicanum</i>	9	-0.006
<i>Pelecanus erythrorhynchos</i>	2	-0.002
<i>Pelecanus occidentalis</i>	175	-0.064

Especie	Abundancia	$\pi * \ln(\pi)$
<i>Phalacrocorax brasilianus</i>	59	-0.027
<i>Eudocimus albus</i>	48	-0.023
<i>Platalea ajaja</i>	12	-0.007
<i>Plegadis falcinellus</i>	10	-0.006
<i>Phoenicopterus ruber</i>	3	-0.002
<i>Notharchus hyperrhynchus</i>	5	-0.003
<i>Campephilus guatemalensis</i>	5	-0.003
<i>Colaptes rubiginosus</i>	14	-0.008
<i>Dryocopus lineatus</i>	32	-0.016
<i>Melanerpes aurifrons</i>	174	-0.064
<i>Melanerpes pygmaeus</i>	71	-0.031
<i>Picooides fumigatus</i>	10	-0.006
<i>Picooides scalaris</i>	8	-0.005
<i>Sphyrapicus varius</i>	8	-0.005
<i>Pteroglossus torquatus</i>	6	-0.004
<i>Ramphastos sulfuratus</i>	14	-0.008
<i>Podilymbus podiceps</i>	9	-0.006
<i>Tachybaptus dominicus</i>	10	-0.006
<i>Amazona albifrons</i>	61	-0.028
<i>Amazona autumnalis</i>	2	-0.002
<i>Amazona xantholora</i>	21	-0.012
<i>Aratinga nana</i>	72	-0.032
<i>Pionus senilis</i>	4	-0.003
<i>Pyrilia haematotis</i>	1	-0.001
<i>Bubo virginianus</i>	6	-0.004
<i>Ciccaba virgata</i>	3	-0.002
<i>Glaucidium brasilianum</i>	64	-0.029
<i>Anhinga anhinga</i>	81	-0.035
<i>Fregata magnificens</i>	174	-0.064
<i>Phalacrocorax auritus</i>	66	-0.03
<i>Sula leucogaster</i>	4	-0.003
<i>Rhinoclemmys areolata</i>	1	-0.001
<i>Crypturellus cinnamomeus</i>	4	-0.003
<i>Trogon caligatus</i>	45	-0.022
<i>Trogon citreolus</i>	1	-0.001
<i>Trogon collaris</i>	9	-0.006
<i>Trogon melanocephalus</i>	93	-0.039
<i>Mazama americana</i>	1	-0.001
<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	3	-0.002

Especie	Abundancia	$\pi * \ln(\pi)$
<i>Puma concolor</i>	2	-0.002
<i>Eira barbara</i>	2	-0.002
<i>Nasua narica</i>	2	-0.002
<i>Ateles geoffroyi</i>	3	-0.002
<i>Pteronotus davyi</i>	1	-0.001
<i>Pteronotus parnellii</i>	8	-0.005
<i>Noctilio leporinus</i>	1	-0.001
<i>Artibeus intermedius</i>	19	-0.011
<i>Artibeus jamaicensis</i>	74	-0.033
<i>Artibeus lituratus</i>	20	-0.011
<i>Carollia brevicauda</i>	2	-0.002
<i>Carollia perspicillata</i>	4	-0.003
<i>Centurio senex</i>	7	-0.005
<i>Chiroderma villosum</i>	5	-0.003
<i>Dermanura phaeotis</i>	3	-0.002
<i>Diphylla ecaudata</i>	1	-0.001
<i>Glossophaga soricina</i>	4	-0.003
<i>Lonchorhina aurita</i>	3	-0.002
<i>Micronycteris megalotis</i>	6	-0.004
<i>Mimon bennettii</i>	1	-0.001
<i>Sturnira lilium</i>	8	-0.005
<i>Lasiurus ega</i>	3	-0.002
<i>Natalus stramineus</i>	1	-0.001
<i>Rhogeessa aeneus</i>	1	-0.001
<i>Rhogeessa tumida</i>	2	-0.002
<i>Didelphis virginiana</i>	1	-0.001
<i>Philander opossum</i>	3	-0.002
<i>Cuniculus paca</i>	2	-0.002
<i>Reithrodontomys gracilis</i>	1	-0.001
<i>Dasyprocta punctata</i>	2	-0.002
<i>Heteromys gaumeri</i>	12	-0.007
<i>Mus musculus</i>	3	-0.002
<i>Oryzomys couesi</i>	18	-0.01
<i>Oryzomys melanotis</i>	5	-0.003
<i>Peromyscus leucopus</i>	1	-0.001
<i>Peromyscus yucatanicus</i>	34	-0.017
<i>Rattus rattus</i>	2	-0.002
<i>Sigmodon hispidus</i>	16	-0.009
<i>Sciurus yucatanensis</i>	5	-0.003

Especie	Abundancia	$\pi * \ln(\pi)$
<i>Astyanax fasciatus</i>	1	-0.001
<i>Gambusia yucatanana</i>	2	-0.002
<i>Poecilia orri</i>	1	-0.001
<i>Poecilia velifera</i>	1	-0.001
<i>Cichlasoma urophthalmus</i>	1	-0.001
<i>Drymobius margaritiferus</i>	4	-0.003
<i>Leptophis ahaetulla</i>	1	-0.001
<i>Pseudelaphe flavirufa</i>	2	-0.002
<i>Dipsas brevifacies</i>	2	-0.002
<i>Bothrops asper</i>	2	-0.002
<i>Crotalus durissus</i>	1	-0.001
<i>Spiza americana</i>	1	-0.001
<i>Basiliscus vittatus</i>	2	-0.002
<i>Sceloporus chrysostictus</i>	5	-0.003
<i>Sceloporus cozumelae</i>	2	-0.002
<i>Sceloporus formosus</i>	2	-0.002
<i>Sceloporus mucronatus</i>	2	-0.002
<i>Ameiva undulata</i>	4	-0.003
<i>Ficimia publia</i>	1	-0.001
<i>Anolis rodriguezi</i>	1	-0.001
<i>Hemidactylus turcicus</i>	1	-0.001
<i>Ctenosaura similis</i>	4	-0.003
<i>Thamnophis chrysocephalus</i>	1	-0.001
<i>Thamnophis eques</i>	1	-0.001
<i>Thamnophis proximus</i>	2	-0.002
<i>Trachemys scripta</i>	1	-0.001
<i>Chelonia mydas</i>	1	-0.001
<i>Kinosternon scorpioides</i>	1	-0.001
<i>Micrurus diastema</i>	1	-0.001
Total	11,461	
	H	5.132
	E	0.8504

Los valores de diversidad para el índice de Shannon concuerdan con los valores resultantes del cálculo del índice de Simpson, con el cual se obtuvo una baja dominancia y una alta diversidad (**Cuadro 24**).

Cuadro 24. Índice de Simpson.

Especie	Abundancia	ni-1	n*ni-1
<i>Incilius valliceps</i>	4	3	12
<i>Scinax staufferi</i>	1	0	0
<i>Tlalocohyla loquax</i>	3	2	6
<i>Trachycephalus venulosa</i>	1	0	0
<i>Lithobates berlandieri</i>	15	14	210
<i>Lithobates pustulosa</i>	1	0	0
<i>Busarellus nigricollis</i>	1	0	0
<i>Buteo albonotatus</i>	9	8	72
<i>Buteo brachyurus</i>	12	11	132
<i>Buteo plagiatus</i>	38	37	1,406
<i>Buteo platypterus</i>	1	0	0
<i>Buteogallus anthracinus</i>	23	22	506
<i>Buteogallus urubitinga</i>	8	7	56
<i>Chondrohierax uncinatus</i>	2	1	2
<i>Circus cyaneus</i>	1	0	0
<i>Elanus leucurus</i>	1	0	0
<i>Geranospiza caerulescens</i>	5	4	20
<i>Harpagus bidentatus</i>	2	1	2
<i>Leptodon cayanensis</i>	2	1	2
<i>Rostrhamus sociabilis</i>	3	2	6
<i>Rupornis magnirostris</i>	61	60	3,660
<i>Spizaetus melanoleucus</i>	1	0	0
<i>Spizaetus ornatus</i>	3	2	6
<i>Spizaetus tyrannus</i>	1	0	0
<i>Cathartes aura</i>	222	221	49,062
<i>Cathartes burrovianus</i>	28	27	756
<i>Coragyps atratus</i>	168	167	28,056
<i>Sarcoramphus papa</i>	1	0	0
<i>Pandion haliaetus</i>	51	50	2,550
<i>Anas americana</i>	1	0	0
<i>Anas clypeata</i>	2	1	2
<i>Anas discors</i>	32	31	992
<i>Aythya affinis</i>	2	1	2
<i>Aythya collaris</i>	2	1	2
<i>Cairina moschata</i>	1	0	0
<i>Dendrocygna autumnalis</i>	26	25	650
<i>Dendrocygna bicolor</i>	1	0	0
<i>Chaetura pelagica</i>	1	0	0
<i>Chaetura vauxi</i>	41	40	1,640

Especie	Abundancia	ni-1	n*ni-1
<i>Amazilia candida</i>	48	47	2,256
<i>Amazilia rutila</i>	76	75	5,700
<i>Amazilia tzacatl</i>	1	0	0
<i>Amazilia yucatanensis</i>	54	53	2,862
<i>Anthracothorax prevostii</i>	9	8	72
<i>Archilochus colubris</i>	23	22	506
<i>Campylopterus curvipennis</i>	38	37	1,406
<i>Chlorostilbon canivetii</i>	25	24	600
<i>Doricha eliza</i>	3	2	6
<i>Antrostomus badius</i>	1	0	0
<i>Chordeiles acutipennis</i>	6	5	30
<i>Chordelles minor</i>	1	0	0
<i>Nyctidromus albicollis</i>	7	6	42
<i>Nyctiphrynus yucatanicus</i>	1	0	0
<i>Nyctibius jamaicensis</i>	2	1	2
<i>Charadrius nivosus</i>	4	3	12
<i>Charadrius semipalmatus</i>	19	18	342
<i>Charadrius vociferus</i>	33	32	1,056
<i>Charadrius wilsonia</i>	2	1	2
<i>Pluvialis squatarola</i>	30	29	870
<i>Haematopus palliatus</i>	1	0	0
<i>Jacana spinosa</i>	42	41	1,722
<i>Gelochelidon nilotica</i>	2	1	2
<i>Hydroprogne caspia</i>	3	2	6
<i>Larus argentatus</i>	5	4	20
<i>Larus delawarensis</i>	2	1	2
<i>Leucophaeus atricilla</i>	135	134	18,090
<i>Rynchops niger</i>	5	4	20
<i>Sterna forsteri</i>	3	2	6
<i>Sterna hirundo</i>	9	8	72
<i>Sternula antillarum</i>	3	2	6
<i>Thalasseus maximus</i>	96	95	9,120
<i>Thalasseus sandvicensis</i>	24	23	552
<i>Himantopus mexicanus</i>	12	11	132
<i>Actitis macularius</i>	17	16	272
<i>Arenaria interpres</i>	71	70	4,970
<i>Calidris alba</i>	62	61	3,782
<i>Calidris bairdii</i>	1	0	0
<i>Calidris canutus</i>	2	1	2

Especie	Abundancia	ni-1	n*ni-1
<i>Calidris himantopus</i>	2	1	2
<i>Calidris mauri</i>	1	0	0
<i>Calidris melanotos</i>	3	2	6
<i>Calidris minutilla</i>	15	14	210
<i>Calidris pusilla</i>	6	5	30
<i>Gallinago delicata</i>	6	5	30
<i>Limnodromus griseus</i>	2	1	2
<i>Tringa flavipes</i>	3	2	6
<i>Tringa melanoleuca</i>	4	3	12
<i>Tringa semipalmata</i>	5	4	20
<i>Tringa solitaria</i>	5	4	20
<i>Bubulcus ibis</i>	33	32	1,056
<i>Butorides virescens</i>	64	63	4,032
<i>Egretta thula</i>	87	86	7,482
<i>Mycteria americana</i>	9	8	72
<i>Claravis pretiosa</i>	4	3	12
<i>Columba livia</i>	25	24	600
<i>Columbina passerina</i>	19	18	342
<i>Columbina talpacoti</i>	61	60	3,660
<i>Geotrygon montana</i>	4	3	12
<i>Leptotila jamaicensis</i>	14	13	182
<i>Leptotila plumbeiceps</i>	2	1	2
<i>Leptotila verreauxi</i>	25	24	600
<i>Patagioenas cayennensis</i>	1	0	0
<i>Patagioenas flavirostris</i>	54	53	2,862
<i>Patagioenas leucocephala</i>	3	2	6
<i>Patagioenas speciosa</i>	7	6	42
<i>Streptopelia decaocto</i>	49	48	2,352
<i>Zenaida asiatica</i>	122	121	14,762
<i>Zenaida macroura</i>	6	5	30
<i>Chloroceryle aenea</i>	2	1	2
<i>Chloroceryle amazona</i>	1	0	0
<i>Chloroceryle americana</i>	1	0	0
<i>Megaceryle alcyon</i>	29	28	812
<i>Megaceryle torquata</i>	2	1	2
<i>Eumomota superciliosa</i>	20	19	380
<i>Momotus coeruliceps</i>	17	16	272
<i>Momotus momota</i>	2	1	2
<i>Coccyzus americanus</i>	3	2	6



<b>Especie</b>	<b>Abundancia</b>	<b>ni-1</b>	<b>n*ni-1</b>
<i>Coccyzus minor</i>	3	2	6
<i>Crotophaga ani</i>	3	2	6
<i>Crotophaga sulcirostris</i>	67	66	4,422
<i>Dromococcyx phasianellus</i>	1	0	0
<i>Playa cayana</i>	69	68	4,692
<i>Caracara cheriway</i>	2	1	2
<i>Falco columbarius</i>	10	9	90
<i>Falco peregrinus</i>	8	7	56
<i>Falco rufigularis</i>	3	2	6
<i>Falco sparverius</i>	1	0	0
<i>Herpetotheres cachinnans</i>	36	35	1,260
<i>Micrastur semitorquatus</i>	3	2	6
<i>Crax rubra</i>	4	3	12
<i>Ortalis vetula</i>	153	152	23,256
<i>Colinus nigrogularis</i>	3	2	6
<i>Dactylortyx thoracicus</i>	2	1	2
<i>Meleagris ocellata</i>	6	5	30
<i>Aramus guarauna</i>	7	6	42
<i>Aramides cajaneus</i>	4	3	12
<i>Fulica americana</i>	48	47	2,256
<i>Gallinula galeata</i>	37	36	1,332
<i>Laterallus ruber</i>	7	6	42
<i>Porphyrio martinicus</i>	4	3	12
<i>Porzana carolina</i>	13	12	156
<i>Rallus longirostris</i>	3	2	6
<i>Bombycilla cedrorum</i>	1	0	0
<i>Cardinalis cardinalis</i>	28	27	756
<i>Cyanocompsa parellina</i>	42	41	1,722
<i>Granatellus sallaei</i>	14	13	182
<i>Habia fuscicauda</i>	75	74	5,550
<i>Habia rubica</i>	14	13	182
<i>Passerina caerulea</i>	25	24	600
<i>Passerina ciris</i>	32	31	992
<i>Passerina cyanea</i>	66	65	4,290
<i>Pheucticus ludovicianus</i>	15	14	210
<i>Piranga leucoptera</i>	2	1	2
<i>Piranga olivacea</i>	2	1	2
<i>Piranga roseogularis</i>	66	65	4,290
<i>Piranga rubra</i>	67	66	4,422

Especie	Abundancia	ni-1	n*ni-1
<i>Cyanocorax morio</i>	146	145	21,170
<i>Cyanocorax yncas</i>	122	121	14,762
<i>Cyanocorax yucatanicus</i>	143	142	20,306
<i>Dendrocincla anabatina</i>	12	11	132
<i>Dendrocincla homochroa</i>	6	5	30
<i>Dendrocolaptes sanctithomae</i>	6	5	30
<i>Xiphorhynchus flavigaster</i>	52	51	2,652
<i>Arremonops chloronotus</i>	29	28	812
<i>Arremonops rufivirgatus</i>	10	9	90
<i>Quiscalus mexicanus</i>	300	299	89,700
<i>Sporophila torqueola</i>	28	27	756
<i>Tiaris olivaceus</i>	11	10	110
<i>Formicarius analis</i>	1	0	0
<i>Thamnophilus doliatus</i>	20	19	380
<i>Euphonia affinis</i>	22	21	462
<i>Euphonia hirundinacea</i>	37	36	1,332
<i>Sittasomus griseicapillus</i>	25	24	600
<i>Hirundo rustica</i>	40	39	1,560
<i>Petrochelidon fulva</i>	7	6	42
<i>Progne chalybea</i>	8	7	56
<i>Progne subis</i>	6	5	30
<i>Riparia riparia</i>	1	0	0
<i>Stelgidopteryx serripennis</i>	37	36	1,332
<i>Tachycineta albilinea</i>	11	10	110
<i>Tachycineta bicolor</i>	17	16	272
<i>Agelaius phoeniceus</i>	11	10	110
<i>Amblycercus holosericeus</i>	40	39	1,560
<i>Dives dives</i>	199	198	39,402
<i>Icterus auratus</i>	119	118	14,042
<i>Icterus chrysater</i>	46	45	2070
<i>Icterus cucullatus</i>	183	182	33,306
<i>Icterus galbula</i>	5	4	20
<i>Icterus gularis</i>	146	145	21,170
<i>Icterus mesomelas</i>	24	23	552
<i>Icterus prothemelas</i>	91	90	8,190
<i>Icterus spurius</i>	46	45	2,070
<i>Molothrus aeneus</i>	37	36	1,332
<i>Dumetella carolinensis</i>	113	112	12,656
<i>Melanoptila glabrirostris</i>	52	51	2,652

Especie	Abundancia	ni-1	n*ni-1
<i>Mimus gilvus</i>	270	269	72,630
<i>Basileuterus culicivorus</i>	1	0	0
<i>Cardellina pusilla</i>	5	4	20
<i>Geothlypis formosa</i>	14	13	182
<i>Geothlypis poliocephala</i>	2	1	2
<i>Geothlypis trichas</i>	98	97	9,506
<i>Helmitheros vermivorum</i>	23	22	506
<i>Icteria virens</i>	8	7	56
<i>Mniotilta varia</i>	115	114	13,110
<i>Oreothlypis celata</i>	1	0	0
<i>Oreothlypis peregrina</i>	5	4	20
<i>Parkesia motacilla</i>	11	10	110
<i>Parkesia noveboracensis</i>	138	137	18,906
<i>Protonotaria citrea</i>	17	16	272
<i>Selurus auropilla</i>	91	90	8,190
<i>Setophaga americana</i>	125	124	15,500
<i>Setophaga caerulea</i>	10	9	90
<i>Setophaga citrina</i>	118	117	13,806
<i>Setophaga coronata</i>	15	14	210
<i>Setophaga discolor</i>	6	5	30
<i>Setophaga dominica</i>	122	121	14,762
<i>Setophaga fusca</i>	1	0	0
<i>Setophaga magnolia</i>	168	167	28,056
<i>Setophaga palmarum</i>	70	69	4,830
<i>Setophaga pensylvanica</i>	2	1	2
<i>Setophaga petechia</i>	108	107	11,556
<i>Setophaga pinus</i>	1	0	0
<i>Setophaga ruticilla</i>	169	168	28,392
<i>Setophaga tigrina</i>	8	7	56
<i>Setophaga virens</i>	104	103	10,712
<i>Vermivora cyanoptera</i>	35	34	1,190
<i>Zonotrichia leucophrys</i>	2	1	2
<i>Spindalis zena</i>	1	0	0
<i>Poecilatriccus sylvia</i>	1	0	0
<i>Tolmomyias sulphurea</i>	15	14	210
<i>Poliophtila caerulea</i>	26	25	650
<i>Poliophtila plumbea</i>	23	22	506
<i>Ramphocaenus melanurus</i>	12	11	132
<i>Cercomacra tyrannina</i>	1	0	0

Especie	Abundancia	ni-1	n*ni-1
<i>Microrhophias quixensis</i>	1	0	0
<i>Coereba flaveola</i>	14	13	182
<i>Cyanerpes cyaneus</i>	21	20	420
<i>Eucometis penicillata</i>	2	1	2
<i>Lanio aurantius</i>	1	0	0
<i>Saltator atriceps</i>	38	37	1,406
<i>Saltator coerulescens</i>	23	22	506
<i>Thraupis abbas</i>	2	1	2
<i>Thraupis episcopus</i>	2	1	2
<i>Volatinia jacarina</i>	10	9	90
<i>Pachyramphus aglaiae</i>	39	38	1,482
<i>Pachyramphus major</i>	2	1	2
<i>Tityra inquisitor</i>	11	10	110
<i>Tityra semifasciata</i>	39	38	1,482
<i>Henicorhina leucosticta</i>	2	1	2
<i>Thryothorus albinucha</i>	2	1	2
<i>Thryothorus ludovicianus</i>	43	42	1,806
<i>Thryothorus maculipectus</i>	89	88	7,832
<i>Troglodytes aedon</i>	8	7	56
<i>Uropsila leucogastra</i>	37	36	1,332
<i>Catharus fuscescens</i>	1	0	0
<i>Catharus guttatus</i>	1	0	0
<i>Catharus minimus</i>	1	0	0
<i>Hylocichla mustelina</i>	33	32	1,056
<i>Turdus grayi</i>	72	71	5,112
<i>Attila spadiceus</i>	33	32	1,056
<i>Camptostoma imberbe</i>	16	15	240
<i>Contopus cinereus</i>	45	44	1,980
<i>Contopus cooperi</i>	4	3	12
<i>Contopus virens</i>	3	2	6
<i>Elaenia flavogaster</i>	5	4	20
<i>Elaenia martinica</i>	4	3	12
<i>Empidonax flaviventris</i>	2	1	2
<i>Empidonax minimus</i>	37	36	1,332
<i>Legatus leucophaius</i>	3	2	6
<i>Megarynchus pitangua</i>	82	81	6,642
<i>Myiarchus crinitus</i>	13	12	156
<i>Myiarchus tuberculifer</i>	33	32	1,056
<i>Myiarchus tyrannulus</i>	26	25	650

Especie	Abundancia	ni-1	n*ni-1
<i>Myiarchus yucatanensis</i>	46	45	2,070
<i>Myiodynastes luteiventris</i>	9	8	72
<i>Myiodynastes maculatus</i>	3	2	6
<i>Myiopagis viridicata</i>	8	7	56
<i>Myiozetetes similis</i>	153	152	23256
<i>Oncostoma cinereigulare</i>	17	16	272
<i>Onychorhynchus coronatus</i>	5	4	20
<i>Pitangus sulphuratus</i>	208	207	43,056
<i>Platyrinchus canrominus</i>	4	3	12
<i>Pyrocephalus rubinus</i>	6	5	30
<i>Rhynchocyclus brevirostris</i>	2	1	2
<i>Tyrannus couchii</i>	56	55	3080
<i>Tyrannus melancholicus</i>	151	150	22,650
<i>Tyrannus tyrannus</i>	6	5	30
<i>Cyclarhis gujanensis</i>	65	64	4,160
<i>Hylophilus decurtatus</i>	66	65	4,290
<i>Hylophilus ochraceiceps</i>	7	6	42
<i>Vireo altiloquus</i>	1	0	0
<i>Vireo flavifrons</i>	39	38	1,482
<i>Vireo flavoviridis</i>	21	20	420
<i>Vireo griseus</i>	152	151	22,952
<i>Vireo magister</i>	114	113	12,882
<i>Vireo olivaceus</i>	12	11	132
<i>Vireo pallens</i>	79	78	6,162
<i>Vireo philadelphicus</i>	2	1	2
<i>Vireo solitarius</i>	2	1	2
<i>Ardea alba</i>	81	80	6,480
<i>Ardea herodias</i>	35	34	1,190
<i>Botaurus pinnatus</i>	1	0	0
<i>Egretta caerulea</i>	38	37	1,406
<i>Egretta rufescens</i>	5	4	20
<i>Egretta tricolor</i>	49	48	2,352
<i>Ixobrychus exilis</i>	1	0	0
<i>Nyctanassa violacea</i>	4	3	12
<i>Nycticorax nycticorax</i>	3	2	6
<i>Tigrisoma mexicanum</i>	9	8	72
<i>Pelecanus erythrorhynchos</i>	2	1	2
<i>Pelecanus occidentalis</i>	175	174	30,450
<i>Phalacrocorax brasilianus</i>	59	58	3,422

Especie	Abundancia	ni-1	n*ni-1
<i>Eudocimus albus</i>	48	47	2,256
<i>Platalea ajaja</i>	12	11	132
<i>Plegadis falcinellus</i>	10	9	90
<i>Phoenicopus ruber</i>	3	2	6
<i>Notharchus hyperrhynchus</i>	5	4	20
<i>Campephilus guatemalensis</i>	5	4	20
<i>Colaptes rubiginosus</i>	14	13	182
<i>Dryocopus lineatus</i>	32	31	992
<i>Melanerpes aurifrons</i>	174	173	30,102
<i>Melanerpes pygmaeus</i>	71	70	4,970
<i>Picoides fumigatus</i>	10	9	90
<i>Picoides scalaris</i>	8	7	56
<i>Sphyrapicus varius</i>	8	7	56
<i>Pteroglossus torquatus</i>	6	5	30
<i>Ramphastos sulfuratus</i>	14	13	182
<i>Podilymbus podiceps</i>	9	8	72
<i>Tachybaptus dominicus</i>	10	9	90
<i>Amazona albifrons</i>	61	60	3,660
<i>Amazona autumnalis</i>	2	1	2
<i>Amazona xantholora</i>	21	20	420
<i>Aratinga nana</i>	72	71	5,112
<i>Pionus senilis</i>	4	3	12
<i>Pyrilia haematotis</i>	1	0	0
<i>Bubo virginianus</i>	6	5	30
<i>Ciccaba virgata</i>	3	2	6
<i>Glaucidium brasilianum</i>	64	63	4,032
<i>Anhinga anhinga</i>	81	80	6,480
<i>Fregata magnificens</i>	174	173	30,102
<i>Phalacrocorax auritus</i>	66	65	4,290
<i>Sula leucogaster</i>	4	3	12
<i>Rhinoclemmys areolata</i>	1	0	0
<i>Crypturellus cinnamomeus</i>	4	3	12
<i>Trogon caligatus</i>	45	44	1,980
<i>Trogon citreolus</i>	1	0	0
<i>Trogon collaris</i>	9	8	72
<i>Trogon melanocephalus</i>	93	92	8,556
<i>Mazama americana</i>	1	0	0
<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	3	2	6
<i>Puma concolor</i>	2	1	2

Especie	Abundancia	ni-1	n*ni-1
<i>Eira barbara</i>	2	1	2
<i>Nasua narica</i>	2	1	2
<i>Ateles geoffroyi</i>	3	2	6
<i>Pteronotus davyi</i>	1	0	0
<i>Pteronotus parnellii</i>	8	7	56
<i>Noctilio leporinus</i>	1	0	0
<i>Artibeus intermedius</i>	19	18	342
<i>Artibeus jamaicensis</i>	74	73	5,402
<i>Artibeus lituratus</i>	20	19	380
<i>Carollia brevicauda</i>	2	1	2
<i>Carollia perspicillata</i>	4	3	12
<i>Centurio senex</i>	7	6	42
<i>Chiroderma villosum</i>	5	4	20
<i>Dermanura phaeotis</i>	3	2	6
<i>Diphylla ecaudata</i>	1	0	0
<i>Glossophaga soricina</i>	4	3	12
<i>Lonchorhina aurita</i>	3	2	6
<i>Micronycteris megalotis</i>	6	5	30
<i>Mimon bennettii</i>	1	0	0
<i>Sturnira lilium</i>	8	7	56
<i>Lasiurus ega</i>	3	2	6
<i>Natalus stramineus</i>	1	0	0
<i>Rhogeessa aeneus</i>	1	0	0
<i>Rhogeessa tumida</i>	2	1	2
<i>Didelphis virginiana</i>	1	0	0
<i>Philander opossum</i>	3	2	6
<i>Cuniculus paca</i>	2	1	2
<i>Reithrodontomys gracilis</i>	1	0	0
<i>Dasyprocta punctata</i>	2	1	2
<i>Heteromys gaumeri</i>	12	11	132
<i>Mus musculus</i>	3	2	6
<i>Oryzomys couesi</i>	18	17	306
<i>Oryzomys melanotis</i>	5	4	20
<i>Peromyscus leucopus</i>	1	0	0
<i>Peromyscus yucatanicus</i>	34	33	1,122
<i>Rattus rattus</i>	2	1	2
<i>Sigmodon hispidus</i>	16	15	240
<i>Sciurus yucatanensis</i>	5	4	20
<i>Astyanax fasciatus</i>	1	0	0

Especie	Abundancia	ni-1	n*ni-1
<i>Gambusia yucatanana</i>	2	1	2
<i>Poecilia orri</i>	1	0	0
<i>Poecilia velifera</i>	1	0	0
<i>Cichlasoma urophthalmus</i>	1	0	0
<i>Drymobius margaritiferus</i>	4	3	12
<i>Leptophis ahaetulla</i>	1	0	0
<i>Pseudelaphe flavirufa</i>	2	1	2
<i>Dipsas brevifacies</i>	2	1	2
<i>Bothrops asper</i>	2	1	2
<i>Crotalus durissus</i>	1	0	0
<i>Spiza americana</i>	1	0	0
<i>Basiliscus vittatus</i>	2	1	2
<i>Sceloporus chrysostictus</i>	5	4	20
<i>Sceloporus cozumelae</i>	2	1	2
<i>Sceloporus formosus</i>	2	1	2
<i>Sceloporus mucronatus</i>	2	1	2
<i>Ameiva undulata</i>	4	3	12
<i>Ficimia publia</i>	1	0	0
<i>Anolis rodriguezi</i>	1	0	0
<i>Hemidactylus turcicus</i>	1	0	0
<i>Ctenosaura similis</i>	4	3	12
<i>Thamnophis chrysocephalus</i>	1	0	0
<i>Thamnophis eques</i>	1	0	0
<i>Thamnophis proximus</i>	2	1	2
<i>Trachemys scripta</i>	1	0	0
<i>Chelonia mydas</i>	1	0	0
<i>Kinosternon scorpioides</i>	1	0	0
<i>Micrurus diastema</i>	1	0	0
<b>Total</b>	11,461	11,043	1,136,292
		<b>N-1</b>	11,460
		<b>N*N-1</b>	131,343,060
		<b>D</b>	0.0087
		<b>S</b>	0.9914

Los resultados de los índices calculados anteriormente muestran que la comunidad faunística de la microcuenca es diversa, esto puede explicarse al presentar en el análisis 418 especies con un total de 11,461 individuos. Dentro de los cuadros anteriores se logra observar que las abundancias mayores a los 100 individuos por especie, se distribuyen mayormente dentro de 32 especies lo que a su vez coincide con aquellas que suelen ser más comunes en el área como por ejemplo: *Quiscalus*



*mexicanus*, *Cathartes aura*, *Mimus gilvus*, *Pitangus sulphuratus*. Sin embargo, alrededor de 280 especies cuentan con pocos individuos registrados (abundancias menores a 20 individuos por especie), y 106 especies albergan abundancias de los 30 a los 100 individuos por especie. De allí que los índices indiquen que la comunidad es rica, diversa y que la distribución de las abundancias entre las especies se torna uniforme, ya que no se encontraron pocas especies albergando la mayor cantidad de individuos.

#### IV.2.3.2.3 Especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010

Tras el listado de especies obtenido a través del análisis a los datos presentados en apartados anteriores, se encontraron en alguna categoría dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010 a 72 especies representadas en 41 familias, de las cuales 15 se encuentran catalogadas como amenazadas, 46 sujetas a protección especial y 11 en peligro de extinción (**Cuadro 25**). Lo que corresponde a 2 especies de anfibios, 56 aves, 3 mamíferos, 1 pez y 10 reptiles.

**Cuadro 25. Especies en alguna categoría dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010.**

Familia	Especie	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010
Ranidae	<i>Lithobates berlandieri</i>	Rana leopardo	Protección especial
Ranidae	<i>Lithobates pustulosa</i>	Rana de rayas blancas	Protección especial
Accipitridae	<i>Busarellus nigricollis</i>	Aguililla canela	Protección especial
Accipitridae	<i>Buteo albonotatus</i>	Aguililla aura	Protección especial
Accipitridae	<i>Buteo platypterus</i>	Aguililla ala ancha	Protección especial
Accipitridae	<i>Buteogallus anthracinus</i>	Aguililla negra menor	Protección especial
Accipitridae	<i>Buteogallus urubitinga</i>	Aguililla negra mayor	Protección especial
Accipitridae	<i>Chondrohierax uncinatus</i>	Gavilán pico gancho	Protección especial
Accipitridae	<i>Geranospiza caerulescens</i>	Gavilán zancón	Amenazada
Accipitridae	<i>Harpagus bidentatus</i>	Gavilán bidentado	Protección especial
Accipitridae	<i>Leptodon cayanensis</i>	Gavilán cabeza gris	Protección especial
Accipitridae	<i>Rostrhamus sociabilis</i>	Gavilán caracolero	Protección especial
Accipitridae	<i>Spizaetus melanoleucus</i>	Águila blanquinegra	Peligro de extinción
Accipitridae	<i>Spizaetus ornatus</i>	Águila elegante	Peligro de extinción
Accipitridae	<i>Spizaetus tyrannus</i>	Águila tirana	Peligro de extinción
Cathartidae	<i>Cathartes burrovianus</i>	Zopilote sabanero	Protección especial
Cathartidae	<i>Sarcoramphus papa</i>	Zopilote rey	Peligro de extinción
Anatidae	<i>Cairina moschata</i>	Pato real	Peligro de extinción
Trochilidae	<i>Doricha eliza</i>	Colibrí cola hendida	Peligro de extinción
Laridae	<i>Sternula antillarum</i>	Charrán mínimo	Protección especial
Ciconiidae	<i>Mycteria americana</i>	Cigüeña americana	Protección especial
Columbidae	<i>Patagioenas leucocephala</i>	Paloma corona blanca	Amenazada

Familia	Especie	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010
Columbidae	<i>Patagioenas speciosa</i>	Paloma escamosa	Protección especial
Falconidae	<i>Falco peregrinus</i>	Halcón peregrino	Protección especial
Falconidae	<i>Micrastur semitorquatus</i>	Halcón selvático de collar	Protección especial
Cracidae	<i>Crax rubra</i>	Hocofaisán	Amenazada
Odontophoridae	<i>Dactylortyx thoracicus</i>	Codorniz silbadora	Protección especial
Phasianidae	<i>Meleagris ocellata</i>	Guajolote ocelado	Amenazada
Aramidae	<i>Aramus guarauna</i>	Carao	Amenazada
Cardinalidae	<i>Passerina ciris</i>	Colorín sietecolores	Protección especial
Dendrocolaptidae	<i>Dendrocincla anabatina</i>	Trepatroncos sepia	Protección especial
Dendrocolaptidae	<i>Dendrocolaptes sanctithomae</i>	Trepatroncos barrado	Protección especial
Mimidae	<i>Melanoptila glabrirostris</i>	Mauñador negro	Protección especial
Poliophtidae	<i>Poliophtila plumbea</i>	Perlita tropical	Protección especial
Thamnophilidae	<i>Microrhopias quixensis</i>	Hormiguero ala oscura	Protección especial
Thraupidae	<i>Eucometis penicillata</i>	Tángara cabeza gris	Protección especial
Thraupidae	<i>Lanio aurantius</i>	Tángara garganta negra	Protección especial
Tyrannidae	<i>Onychorhynchus coronatus</i>	Mosquero real amazónico	Peligro de extinción
Tyrannidae	<i>Platyrinchus canrominus</i>	Mosquero pico chato	Protección especial
Vireonidae	<i>Hylophilus decurtatus</i>	Verdillo gris	Protección especial
Vireonidae	<i>Hylophilus ochraceiceps</i>	Verdillo ocre	Protección especial
Vireonidae	<i>Vireo pallens</i>	Vireo manglero	Protección especial
Ardeidae	<i>Botaurus pinnatus</i>	Avetoro neotropical	Amenazada
Ardeidae	<i>Egretta rufescens</i>	Garceta rojiza	Protección especial
Ardeidae	<i>Ixobrychus exilis</i>	Avetoro mínimo	Protección especial
Ardeidae	<i>Tigrisoma mexicanum</i>	Garza tigre mexicana	Protección especial
Phoenicopteridae	<i>Phoenicopterus ruber</i>	Flamenco americano	Amenazada
Picidae	<i>Campephilus guatemalensis</i>	Carpintero pico plata	Protección especial
Ramphastidae	<i>Pteroglossus torquatus</i>	Arasari de collar	Protección especial
Ramphastidae	<i>Ramphastos sulfuratus</i>	Tucán pico canoa	Amenazada
Podicipedidae	<i>Tachybaptus dominicus</i>	Zampullín Macacito	Protección especial
Psittacidae	<i>Amazona albifrons</i>	Loro frente blanca	Protección especial
Psittacidae	<i>Amazona xantholora</i>	Loro yucateco	Protección especial
Psittacidae	<i>Aratinga nana</i>	Perico pecho sucio	Protección especial
Psittacidae	<i>Pionus senilis</i>	Loro corona blanca	Amenazada
Psittacidae	<i>Pyrrhula haematotis</i>	Loro cabeza oscura	Peligro de extinción
Geoemydidae	<i>Rhinoclemmys areolata</i>	Tortuga mojina de monte	Amenazada
Tinamidae	<i>Crypturellus cinnamomeus</i>	Tinamú canelo	Protección especial
Mustelidae	<i>Eira barbara</i>	Viejo de monte	Peligro de extinción
Atelidae	<i>Ateles geoffroyi</i>	Mono araña	Peligro de extinción
Phyllostomidae	<i>Lonchorhina aurita</i>	Murciélago nariz de espada	Amenazada

<b>Familia</b>	<b>Especie</b>	<b>Nombre común</b>	<b>NOM-059-SEMARNAT-2010</b>
Poeciliidae	<i>Poecilia velifera</i>	Topote aleta grande	Amenazada
Colubridae	<i>Leptophis ahaetulla</i>	Ranera perico	Amenazada
Dipsadidae	<i>Dipsas brevifacies</i>	Culebra caracolera chata	Protección especial
Viperidae	<i>Crotalus durissus</i>	Cascabel Tropical	Protección especial
Phrynosomatidae	<i>Sceloporus cozumelae</i>	Lagartija espinosa de Cozumel	Protección especial
Natricidae	<i>Thamnophis chrysocephalus</i>	Culebra listonada cabeza dorada	Amenazada
Natricidae	<i>Thamnophis eques</i>	Culebra de agua nómada mexicano	Amenazada
Natricidae	<i>Trachemys scripta</i>	Tortuga de orejas rojas	Protección especial
Cheloniidae	<i>Chelonia mydas</i>	Tortuga verde	Peligro de extinción
Kinosternidae	<i>Kinosternon scorpioides</i>	Tortuga pecho quebrado escorpión	Protección especial
Elapidae	<i>Micrurus diastema</i>	Serpiente coralillo del sureste	Protección especial



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

## V.1 CLIMA

El predio sujeto a autorización de cambio de uso de suelo en terreno forestal, presenta un clima cálido subhúmedo Aw0 (x'), este se caracteriza por ser el más seco de los climas subhúmedos, con lluvias en verano y porcentaje regular de lluvia invernal, con poca oscilación térmica y máxima de temperatura antes del solsticio de verano. Para este clima se registra una temperatura media anual mayor a los 22 °C con un cociente P/T (precipitación/temperatura) menor de 43.2.<sup>32</sup>

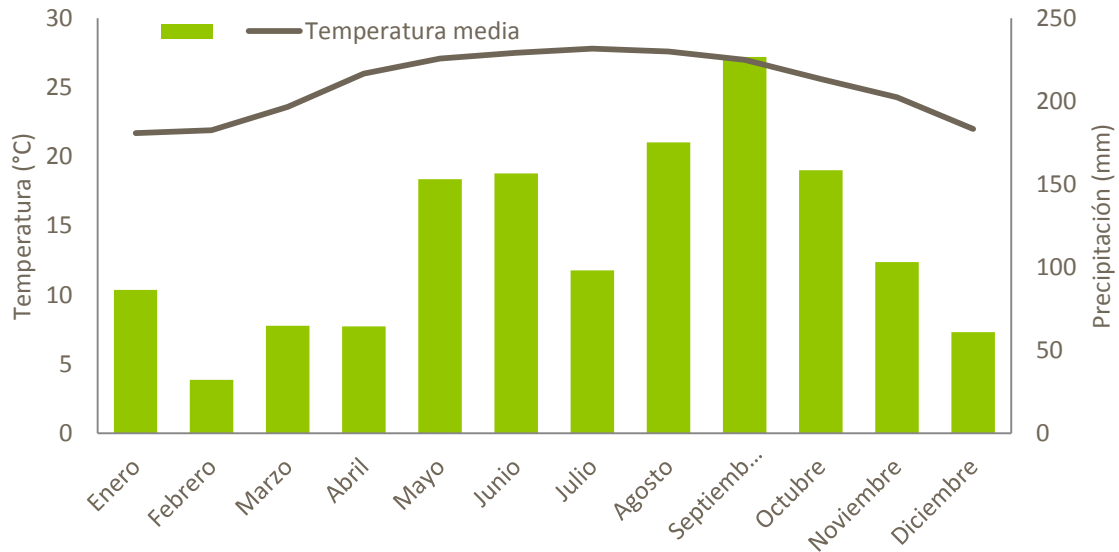
De acuerdo con los datos reportados por la Estación Meteorológica 23019 Puerto Morelos, las características normales climatológicas correspondientes al predio, se muestran en el **Cuadro 26** y son propias del periodo de tiempo 1981 – 2010.

*Cuadro 26. Usos de suelo y vegetación presentes en la microcuenca Joaquín Zetina Gasca.*

Variable	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Precipitación	86.3	32.2	64.8	64.3	153	156.6	98	175.2	226.7	158.5	103.1	60.9
Temperatura media	21.7	21.9	23.6	26	27.1	27.5	27.8	27.6	27	25.6	24.3	22
Temperatura máxima	31.1	32	33	36.2	37.8	36.1	36	37.4	36.4	32	32.6	30.2
Temperatura mínima	12.9	12.9	13.6	15	17.3	18.9	20.1	19.2	19.5	17.5	16.9	13.6

En la **Figura 28** se presenta el diagrama ombrotérmico que representa de manera gráfica el comportamiento de la temperatura y precipitación a lo largo del año, de acuerdo con los datos de la estación meteorológica 23019 Puerto Morelos.

<sup>32</sup> García. E. (1988). Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen, (Para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana), offset Larios, 4a. ed., México.



**Figura 28. Diagrama Ombrotérmico.** Fuente: Elaboración propia a partir de los datos periódicos generados por la CONAGUA en la estación meteorológica 23019 durante el periodo 1981-2010.

## V.2 SUELO

De acuerdo con la carta Edafológica del INEGI, el tipo de suelo presente en los predios donde pretende establecerse el proyecto “Residencial Civitas” corresponde a dos unidades edafológicas identificadas con la clave E+I/3/L y Zo+Gm/2. Esta unidad presenta una asociación de dos tipos de suelo, Rendzina predominantemente y Litosol, con textura fina y fase física lítica la cual se desarrolla sobre roca caliza; así como Solonchak Gleysol mólico con textura media (parte NW del predio).

El Litosol es el tipo de suelo más abundante en el país, encontrándose en gran variedad de climas y con diversos tipos de vegetación; en terrenos planos, lomeríos y barrancas. Son suelos poco profundos, con no más de 10 centímetros de espesor, y se desarrollan sobre roca, tepetate o caliche endurecido.

El suelo tipo Rendzina, es un suelo somero y pedregosos, su espesor se encuentra por debajo de los 25 cm, se presenta comúnmente en zonas tropicales, templadas o semiáridas. Se caracterizan por contar con una capa superficial rica en materia orgánica y muy fértil, por lo que le es posible soportar la vegetación de la selva mediana subperennifolia.

Este tipo de suelo presenta una fase física lítica, es decir, una capa de roca dura que puede ser continua o un conjunto de trozos abundantes, la cual impide la penetración de las raíces de la vegetación y limita la capacidad del suelo para llevar a cabo actividades como la agricultura y el aprovechamiento forestal.

Por otro lado, la susceptibilidad de estos suelos a la erosión, depende de varios factores ambientales, como la cobertura vegetal, la precipitación y el relieve.

Los tipo Solonchak, se consideran literalmente suelos salinos, se presentan en zonas donde se acumula el salitre, tales como lagunas costeras y lechos de lagos, o en las partes más bajas de los valles y llanos de las regiones secas del país. Tienen alto contenido de sales en todo o alguna parte del suelo. La vegetación típica para este tipo de suelos es el pastizal u otras plantas que toleran el exceso de sal (halófilas). Su empleo agrícola se halla limitado a cultivos resistentes a sales o donde se ha disminuido la concentración de salitre por medio del lavado del suelo. Su uso pecuario depende del tipo de pastizal pero con rendimientos bajos.

Los Gleysol se consideran suelos ligeramente pantanosos que se encuentran en zonas donde se acumula y estanca el agua la mayor parte del año dentro de los 50 cm de profundidad. Se caracterizan por presentar, en la parte donde se saturan con agua, colores grises, azulosos o verdosos, que muchas veces al secarse y exponerse al aire se manchan de rojo. La vegetación natural que presentan generalmente es de pastizal y en algunas zonas costeras, de cañaveral o manglar. Son muy variables en su textura pero en México predominan más los arcillosos, esto trae como consecuencia que presenten serios problemas de inundación durante épocas de intensa precipitación. Regularmente estos suelos presentan acumulaciones de salitre. Se usan en el sureste de México para la ganadería de bovinos con resultados moderados a altos. En algunos casos se pueden destinar a la agricultura con buenos resultados en cultivos como el arroz y la caña que requieren o toleran la inundación. La fase Mólica corresponde a suelos con una capa superficial suave, oscura, fértil y rica en materia orgánica.

Con el fin de llevar a cabo un análisis cuantitativo del grado de erosión del suelo en el predio en el que se pretende llevar a cabo el cambio de uso de suelo en terreno forestal, se aplicó la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo (EUPS), revisada, la cual está definida por la siguiente expresión matemática:

$$A = R * K * LS * C * P$$

En donde:

A= Promedio anual de pérdida de suelo (ton/ha/año)

R= Erosividad de la lluvia (MJ\*mm/ha\*hr\*año)

K= Erosionabilidad del suelo (ton/hr/MJ\*mm)

L= Longitud de la pendiente (Adimensional)

S= Grado de la pendiente (Adimensional)

C= Manejo de cultivos o estado de la cobertura vegetal (Adimensional)

P= Prácticas de conservación del suelo (Adimensional)

- Factor R

Para el cálculo del factor R, se utilizará la metodología propuesta por Figueroa *et al.* 1991, que utiliza modelos matemáticos para estimar la erosividad de la lluvia con base en los datos de precipitación anual, para 14 diferentes regiones del país, las cuales se muestran en la **Figura 29**.

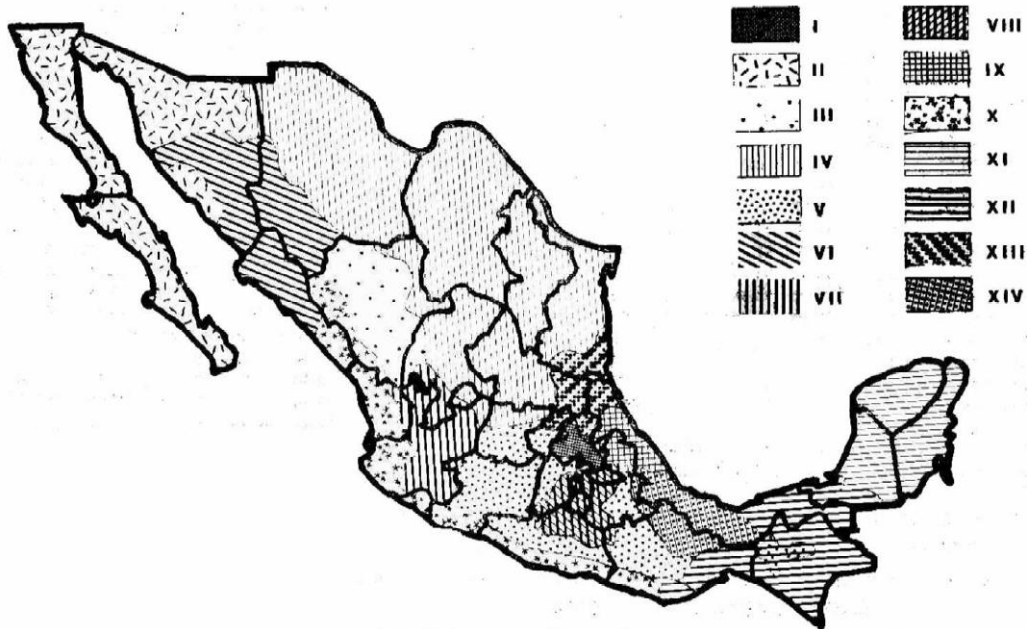


Figura 29. Mapa de regiones para el cálculo de la erosividad en la República Mexicana. Fuente: Manual de predicción de pérdida del suelo por erosión hídrica. Figueroa, S., B., A. Amante O., H. G. Cortés T., J. Pimentel L., E. S. Osuna C., J. M. Rodríguez O., y F. J. Morales F., Colegio de Posgraduados, 1991.

Asimismo, en el **Cuadro 27**, se muestran las ecuaciones correspondientes a cada una de las 14 regiones antes mencionadas, en particular, el predio en cuestión de encuentra en la Región XI.

Cuadro 27. Ecuaciones para la estimar la erosividad del suelo en la República Mexicana. Fuente: Manual de predicción de pérdida del suelo por erosión hídrica. Colegio de Posgraduados, 1991.

REGIÓN	ECUACIÓN	R2
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



Con base en los datos de precipitación media anual (1,100 mm/año), obtenidos de la estación meteorológica Puerto Morelos, se resuelve la ecuación de erosividad para la Región XI, de la siguiente manera:

$$R = 3.7745P + 0.00454P^2$$

$$R = 3.7745*(1,100) + (0.00454*(1,100^2));$$

$$R = 9,645.35 \text{ MJ*mm/ha*hr*año}$$

- Factor K

El factor de erosionabilidad del suelo (K), depende de sus características físicas, como la textura, su estructura, la cantidad de materia orgánica presentes, entre otras. Con el fin de simplificar este cálculo, se han asignado valores a cada unidad de suelo según la clasificación (FAO 1980), la cual coincide con las unidades de suelo identificadas en la Carta Edafológica del INEGI.

En el **Cuadro 28** se muestran los valores correspondientes al factor K, según los tipos de suelo; en particular para el predio en cuestión, corresponde la unidad identificada con la clave E+I/3/L, que corresponde a una asociación de Rendzina con Litosol de textura fina, por lo que para determinar el factor K, se tomará el promedio de los valores establecidos para cada uno de los tipos de suelo, por lo que el valor de erosionabilidad para la superficie del predio con ese tipo de suelo es  $K = 0.007 \text{ ton/hr/MJ*mm}$ . Para el caso de los Slonchak y Gleysol (Zo+Gm/2) se obtiene el valor promedio de ambos tipos de suelo, por lo que  $K = 0.03 \text{ ton/hr/MJ*mm}$  (**Figura 30**).

*Cuadro 28. Valor de erosionabilidad del suelo (K) por unidad edáfica y textura. Fuente: FAO 1980.*

ORDEN	TEXTURA			ORDEN	TEXTURA		
	G	M	F		G	M	F
A	0.026	0.04	0.013	Lo	0.026	0.04	0.013
Ar	0.013	0.02	0.007	Lp	0.053	0.079	0.026
Ag	0.026	0.04	0.013	Lv	0.053	0.079	0.026
Ah	0.013	0.02	0.007	M(a,g)	0.026	0.04	0.013
Ao	0.026	0.04	0.013	N(a,g)	0.013	0.02	0.007
Ap	0.053	0.079	0.026	O(d,ex)	0.013	0.02	0.007
B	0.026	0.04	0.013	P	0.053	0.079	0.026
Bc	0.026	0.04	0.013	Pf	0.053	0.079	0.026
Bd	0.026	0.04	0.013	Pg	0.053	0.079	0.026
Be	0.026	0.04	0.013	Ph	0.026	0.04	0.013
Bf	0.013	0.02	0.007	Pi	0.026	0.04	0.013
Bg	0.026	0.04	0.013	Po	0.053	0.079	0.026
Bh	0.013	0.02	0.007	Pp	0.53	0.079	0.026

ORDEN	TEXTURA			ORDEN	TEXTURA		
	G	M	F		G	M	F
Bk	0.026	0.04	0.013	Q(a,c,f,l)	0.013	0.02	0.007
Bv	0.053	0.079	0.026	R	0.026	0.04	0.013
Bx	0.053	0.079	0.026	Re	0.026	0.04	0.013
C(g,h,k,l)	0.013	0.02	0.007	Rc	0.013	0.02	0.007
D(d,e,g)	0.053	0.079	0.026	Rd	0.026	0.04	0.013
E	0.013	0.02	0.007	Rx	0.053	0.079	0.026
F(a,h,o,p,r,x)	0.013	0.02	0.007	S	0.053	0.079	0.026
G	0.026	0.04	0.013	Sg	0.053	0.079	0.026
Gc	0.013	0.02	0.007	Sm	0.026	0.04	0.013
Gd	0.026	0.004	0.013	So	0.053	0.079	0.026
Ge	0.026	0.04	0.013	T	0.026	0.04	0.013
Gh	0.013	0.02	0.007	Th	0.013	0.02	0.007
Gm	0.013	0.02	0.007	Tm	0.013	0.02	0.007
Gp	0.053	0.0079	0.0026	To	0.026	0.04	0.013
Gx	0.053	0.079	0.026	Tv	0.026	0.04	0.013
Gv	0.053	0.079	0.026	U	0.013	0.02	0.007
H(c,g,h,l)	0.013	0.02	0.007	V(c,p)	0.053	0.079	0.026
I	0.013	0.02	0.007	W	0.053	0.79	0.0026
J	0.026	0.04	0.013	Wd	0.053	0.079	0.0026
Jc	0.013	0.02	0.007	We	0.053	0.079	0.0026
Jd	0.026	0.04	0.013	Wh	0.026	0.04	0.013
Je	0.026	0.04	0.013	Wm	0.026	0.04	0.013
Jt	0.053	0.079	0.026	Ws	0.053	0.079	0.026
Jp	0.053	0.079	0.026	Wx	0.053	0.079	0.026
K(h,k,l)	0.026	0.04	0.013	X(h,k,l,y)	0.053	0.079	0.026
L	0.026	0.04	0.013	Y(h,k,l,y,t)	0.053	0.079	0.026
La	0.053	0.079	0.026	Z	0.026	0.04	0.013
Lc	0.026	0.04	0.013	Zg	0.026	0.04	0.013
Lf	0.013	0.02	0.007	Zm	0.013	0.02	0.007
Lg	0.026	0.04	0.013	Zo	0.026	0.04	0.013
Lk	0.026	0.04	0.013	Zt	0.053	0.079	0.026

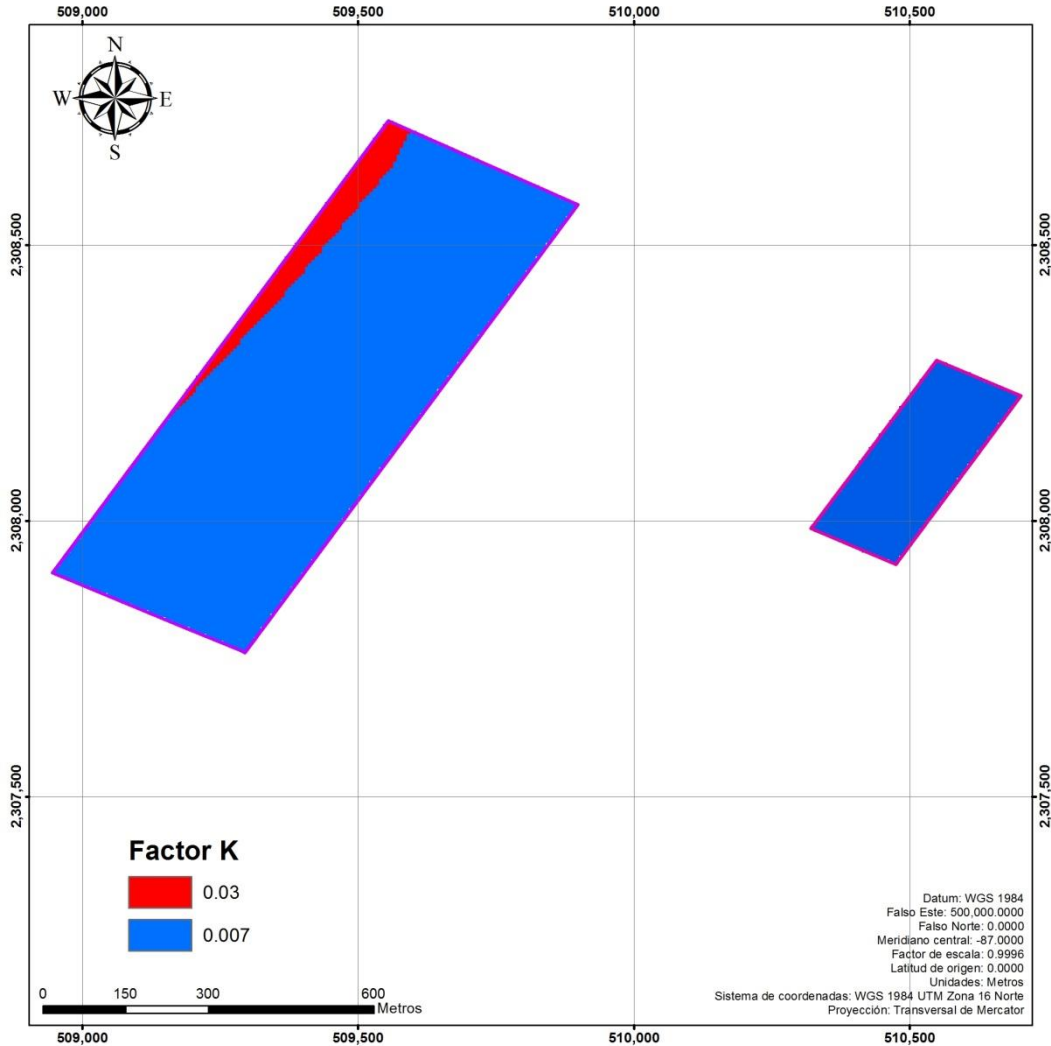


Figura 30. Factor K de los predios donde se pretende llevar a cabo el proyecto.

- Factor LS

Siendo el factor LS uno de los más complejos de obtener en campo, se siguió la ecuación propuesta por Desmet y Govers (1996)<sup>33</sup> modificada por Mitsova *et al.* (1996)<sup>34</sup> para el cálculo este factor por medio de sistemas de información geográfica, para lo cual se tomaron en cuenta los siguientes valores:

$$L_{ij} = \frac{A_{i,j} - in + D^{2^{m+1}} - A_{i,j} - in^{m+1}}{D^{m+2} * 22.13^m}$$

<sup>33</sup> Desmet, P.; Govers, G. 1996. A GIS procedure for automatically calculating the ULSE LS factor on topographically complex landscape units. *J. Soil Water Conserv.* 51, 427-433.

<sup>34</sup> Mitsova, H.; Hofierka, J.; Zlocha, M.; Iverson, L.R. 1996. Modelling topographic potential for erosion and deposition using GIS. *Int. J. Geogr. Inf. Syst.* 10, 629-641

Donde:  
 A= Flujo de acumulación  
 D= Tamaño de celda (6.16 m)

$$m = \frac{\beta}{\beta + 1} \qquad \beta = \frac{\frac{\sin\theta}{0.0896}}{[0.56 + 3 * (\sin\theta)^{0.8}]}$$

Así, por medio de la herramienta “Spatial Analyst” del programa ArcGIS 10.3, se calculó el flujo de acumulación utilizando como base las curvas de nivel del levantamiento topográfico de los predios. Posteriormente, se obtuvo la pendiente del terreno, prosiguiendo a calcular los valores restantes de la ecuación por medio de la función de la calculadora de raster (**Figura 31**).

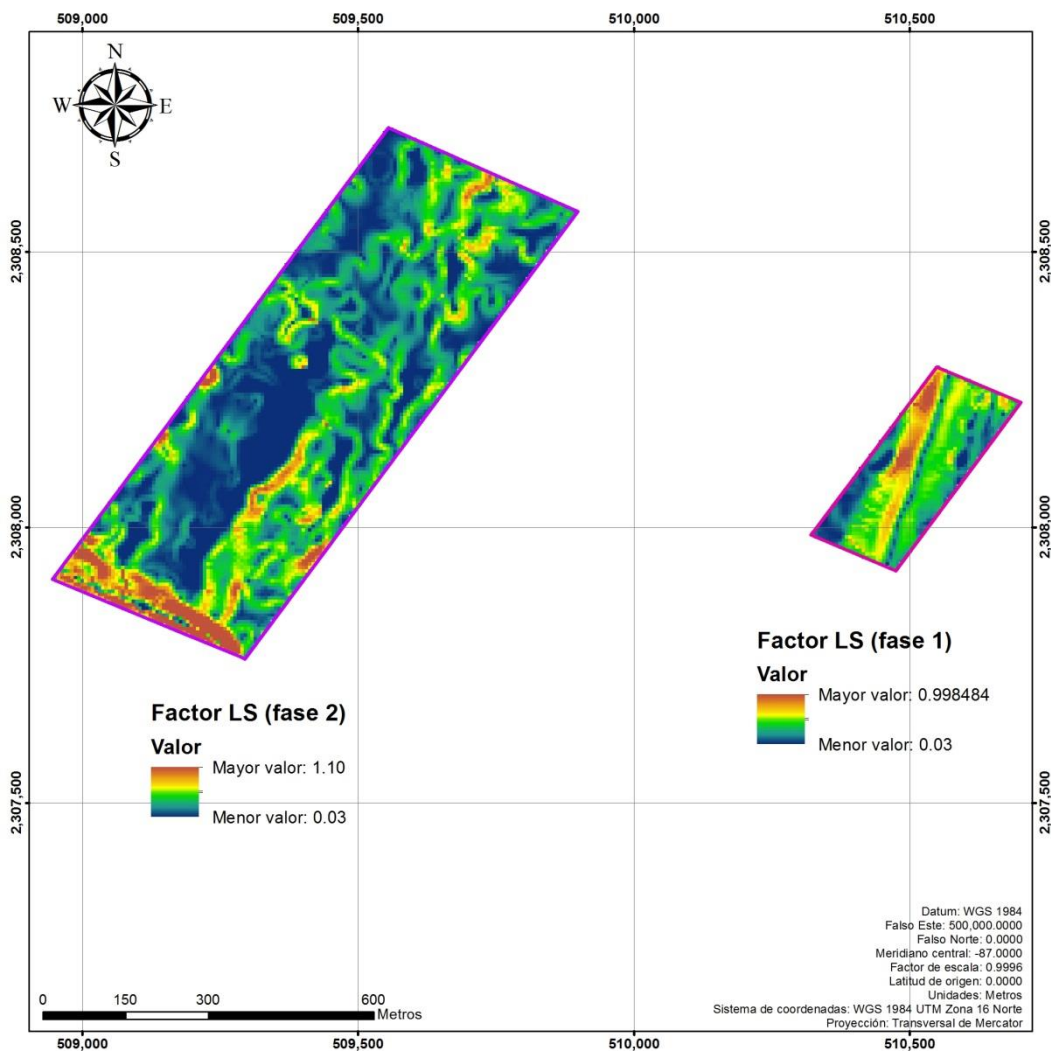


Figura 31. Factor LS de los predios donde se pretende llevar a cabo el proyecto.

- Factor C

Como se mencionó anteriormente, la cobertura de vegetación puede proveer información relativa al factor de intercepción de lluvia, el cual es un parámetro importante para calcular la escorrentía y erosión del suelo. Dado que la obtención de los parámetros que influyen la intercepción de la precipitación suelen estar poco disponibles o su cálculo requiere un esfuerzo mayor en campo, una opción factible es su estimación a través de modelos empíricos por medio de métodos que incluyen percepción remota (Suriyaprasit y Shrestha 2008)<sup>35</sup>.

El índice de normalización diferenciada de la vegetación (NDVI por sus siglas en inglés) por lo general se emplea para derivar el factor de cobertura, es decir, el Factor C. De Jong (1994) derivó un método para convertir la estimación de cobertura con base en el NDVI a valores de C a través de métodos de regresión lineal, mientras que Van der Knijff *et al.* (1999)<sup>36</sup> lo hicieron a través de una expresión exponencial.

Suriyaprasit y Shrestha (Óp. cit.) a su vez, modificaron dicha expresión y la adaptaron para obtener datos de C por medio del procesamiento de imágenes satelitales, ya que se ha comprobado que existe una correlación entre el valor de NDVI y la cobertura de la vegetación, es decir, que a mayores valores de NDVI, menor valor de C y por tanto mayor cobertura de vegetación lo cual ayuda a reducir la susceptibilidad de erosión del suelo (Schmidt y Karnieli 2000<sup>37</sup>; La *et al.* 2013)<sup>38</sup>.

Dicho lo anterior, se siguió la modificación establecida por Suriyaprasit y Shrestha (Óp. cit.) para la obtención del factor C dentro del predio que nos ocupa por medio de la siguiente ecuación:

$$C = 0.227e^{-7.337*NDVI}$$

Referente al tipo de cobertura en el predio, se empleó una imagen Spot 7 del 2015 para obtener el índice de NDVI de los polígonos que integran los predios, deduciéndolo por medio de la calculadora raster del SIG con la siguiente expresión:

$$NDVI = \frac{\text{Infrarrojo cercano (NIR)} - \text{banda roja (R)}}{\text{Infrarrojo cercano (NIR)} + \text{banda roja (R)}}$$

---

<sup>35</sup> Suriyaprasit, M., y D. P. Shrestha. 2008. Deriving Land Use and Canopy Cover Factor from Remote Sensing and Field Data in Inaccessible Mountainous Terrain for Use in Soil Erosion Modelling. The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, 37(PartB7): 1747-1750.

<sup>36</sup> Van der Knijff, JMf; Jones y R. J. A.; Montanarella, L. 1999. Soil erosion risk assessment in Italy. JRC, European Commission.

<sup>37</sup> Schmidt, H., & Karnieli, A. 2000. Remote sensing of the seasonal variability of vegetation in a semi-arid environment. Journal of arid environments, 45(1): 43-59.

<sup>38</sup> La, H. P., Eo, Y. D., Kim, J. H., Kim, C., Pyeon, M. W., & Song, H. S. 2013. Analysis of Correlation between Canopy Cover and Vegetation Indices. International Journal of Digital Content Technology and its Applications, 7(11): 10-17.

Posteriormente se aplicó la ecuación para el valor C, donde resultó variar entre 0.033 a 0.002 en el lote 29 y 30 y de 0.002 a 0.024 el lote 1-02, 1-47, 1-46 (**Figura 32**). Por tanto podemos inferir que dentro del predio la cobertura es alta al obtener valores de C cercanos a 0 bajo la premisa antes citada (Suriyaprasit y Shrestha; Shmidt y Karnieli; La et al. Óp. cit.).

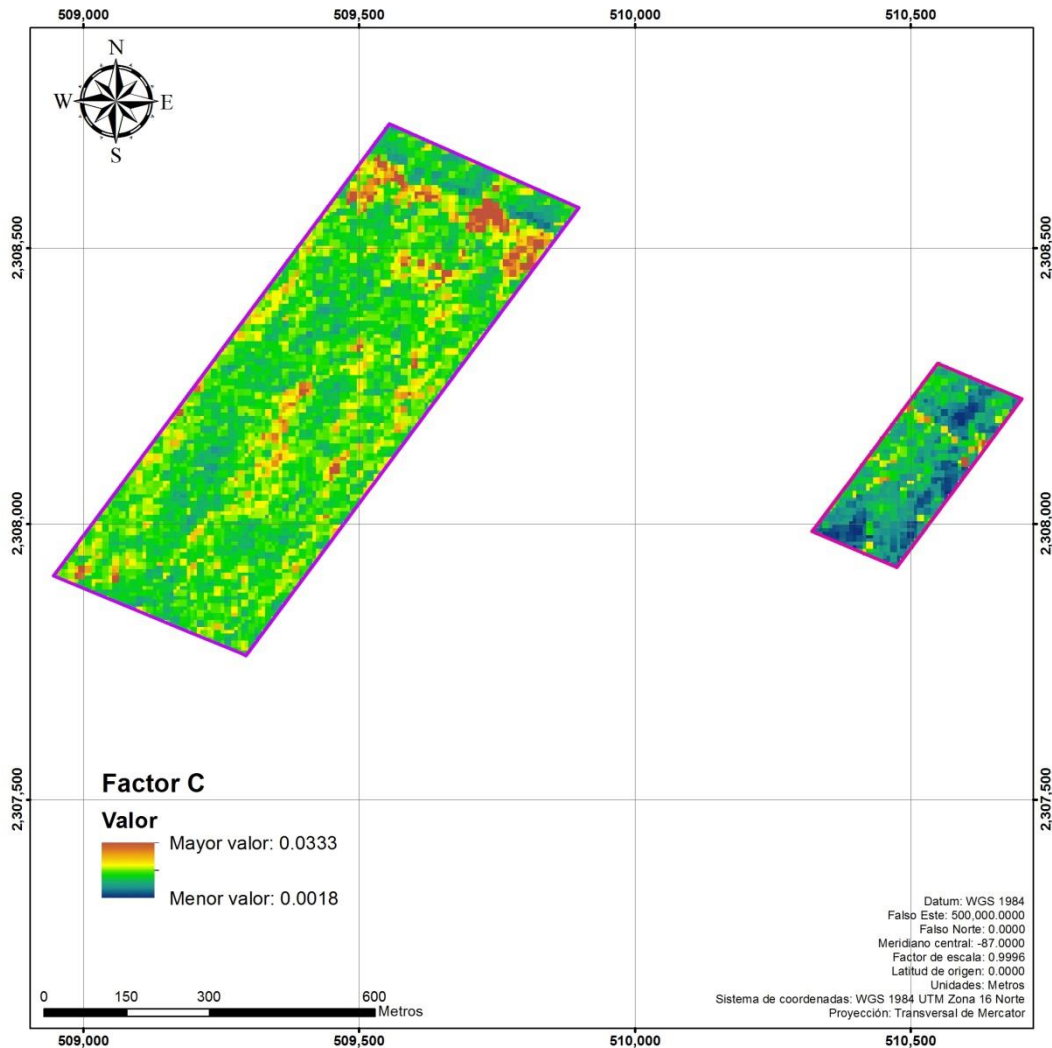


Figura 32. Factor LS de los predios donde se pretende llevar a cabo el proyecto.

- Factor P

Este factor representa el efecto de las prácticas de control de erosión en la pérdida de suelo, sin embargo, dado que en los predios donde se pretende llevar a cabo el proyecto no cuentas con ninguna práctica de control o retención de erosión se considera este Factor P = 1.

- Erosión potencial

La erosión potencial del suelo se conceptualiza como aquella erosión derivada de los efectos directos de la precipitación si la cobertura vegetal fuese nula o inexistente, de tal manera que su cálculo se llevó a cabo con la siguiente expresión.

$$A = R * K * LS$$

La tasa de erosión potencial resultante varió de 2.026 a 115.604 ton/ha/año para la Fase 2, mientras que en la Fase 1 fue de 2.026 a 67.415 ton/ha/año (**Figura 33**). Cabe hacer hincapié en que dichas tasas de erosión se presentarían si los predios no contasen con cobertura vegetal que facilite la disminución de este proceso, ya que estos valores se encuentran en el rango de tasas de erosión altas (50-200 ton/ha/año) de acuerdo con la FAO (1980)<sup>39</sup>.

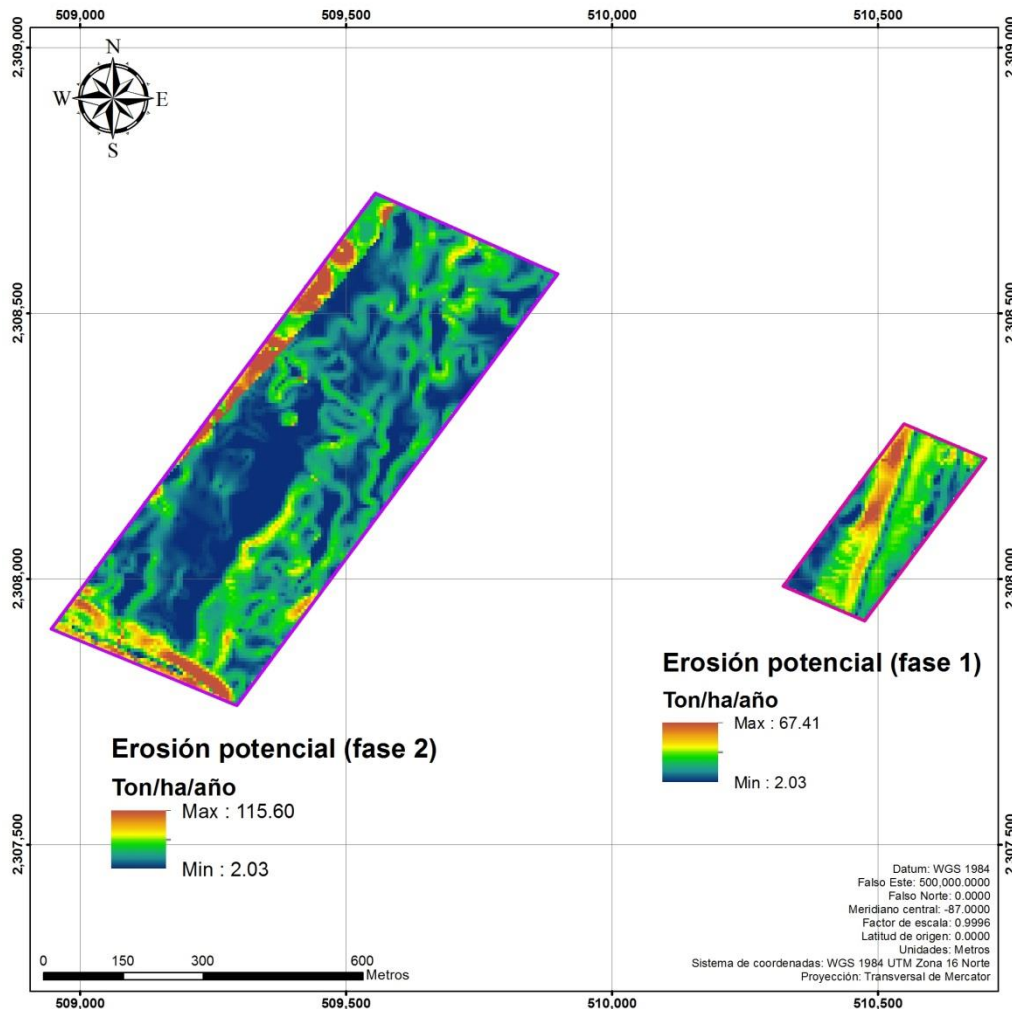


Figura 33. Erosión potencial de los predios donde se pretende llevar a cabo el proyecto.

<sup>39</sup> FAO-PNUMA-UNESCO. 1980. Metodología provisional para la evaluación de la degradación de suelos. Publicaciones FAO. Roma.

- Erosión actual

Considerando las condiciones actuales de los predios en donde éstos si poseen cobertura vegetal, el cálculo de erosión actual se llevó a cabo utilizando la siguiente expresión:

$$A = R * K * LS * C * P$$

Y como resultado la tasa de erosión actual se encuentra entre 0.005 a 0.558 ton/ha/año en la Fase 2, mientras que en la Fase 1 va de 0.004 a 0.267 ton/ha/año (**Figura 34**). Por lo tanto, se describe que la tasa actual de erosión, es por mucho, menor a la potencial. Cabe señalar y destacar que a pesar de este resultado interpretado dentro del predio, para la FAO (1980) estos valores se encuentran dentro de una tasa de erosión ligera (0-10 ton/ha/año).

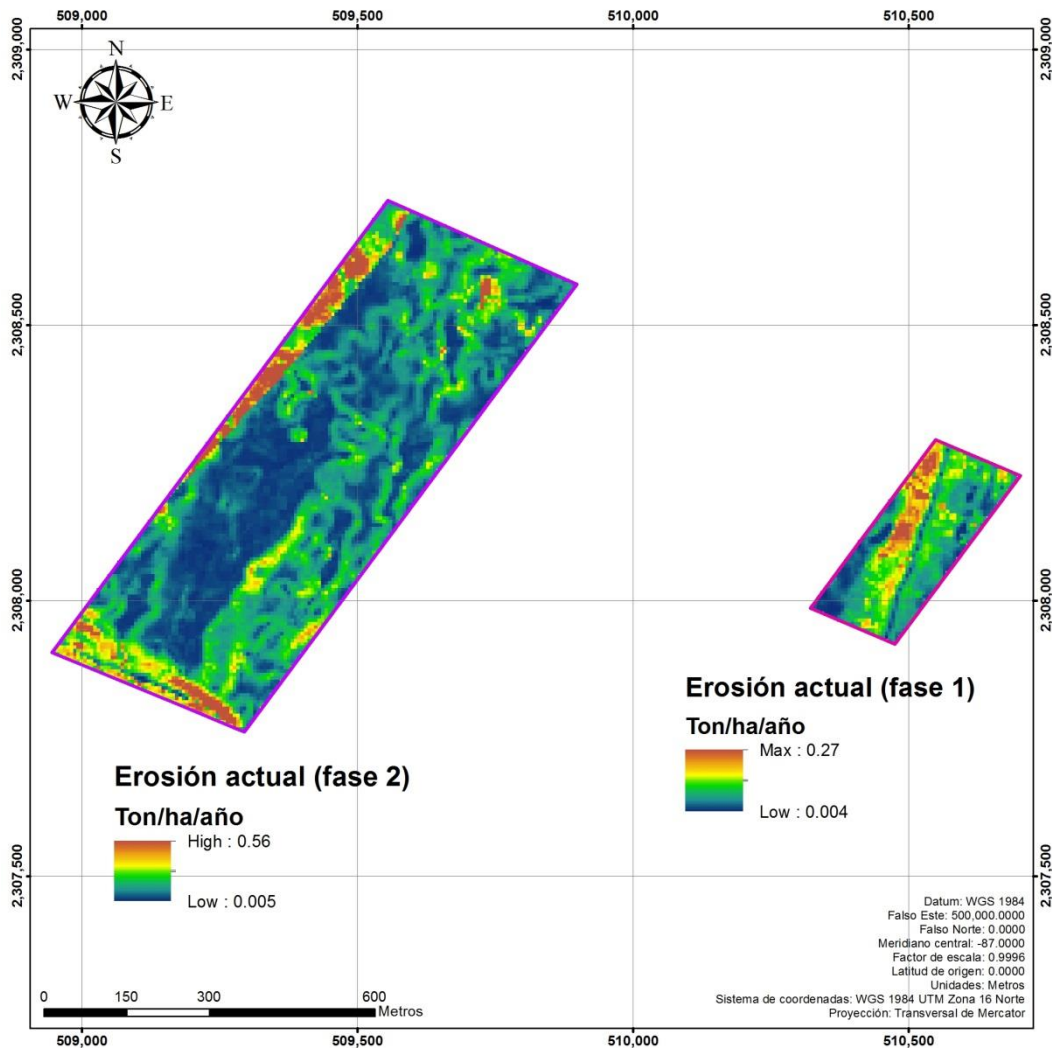


Figura 34. Erosión actual de los predios donde se pretende llevar a cabo el proyecto.



### V.3 PENDIENTE MEDIA

Al igual que en gran parte de la microcuenca, los predios donde se establecerá el proyecto presentan una topografía relativamente plana, con ondulaciones cuyo gradiente altitudinal es de apenas algunos metros, lo cual origina pendientes entre 0.001 y 11.17% (Figura 35).

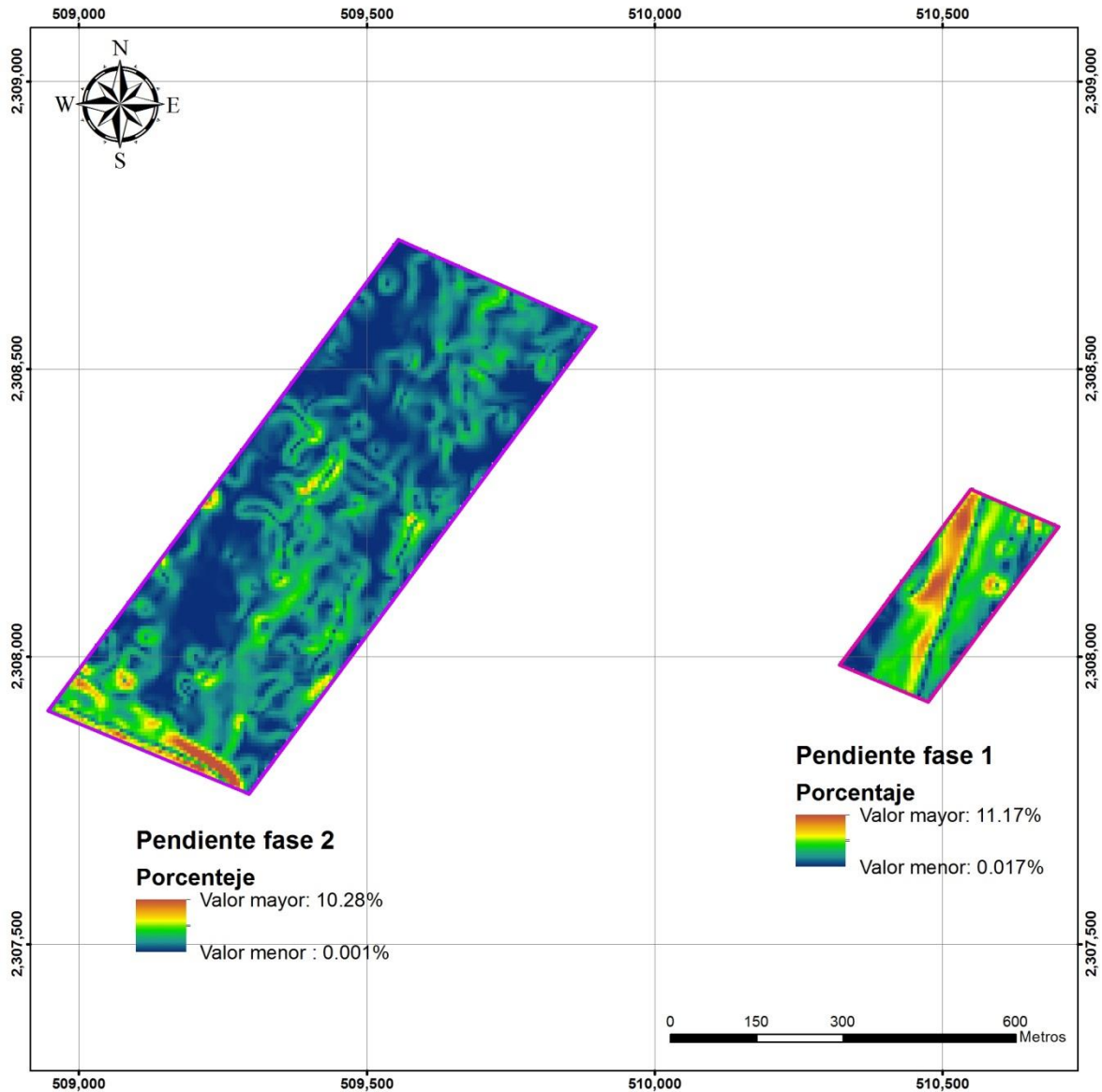


Figura 35. Pendiente media de los predios (Fase 1 izq. y Fase 2 der.). Fuente: Elaboración propia a partir de los datos derivados del levantamiento topográfico de los predios.

## V.4 HIDROGRAFÍA

Al igual que en gran parte del Norte de la Península de Yucatán, los predios de estudio presentan características kársticas, esta característica permite que la precipitación se infiltre de manera rápida sin dar lugar a la existencia de corrientes superficiales (Gutiérrez y Cervantes, 2008)<sup>41</sup>. Derivado de esto, se tiene que los coeficientes de

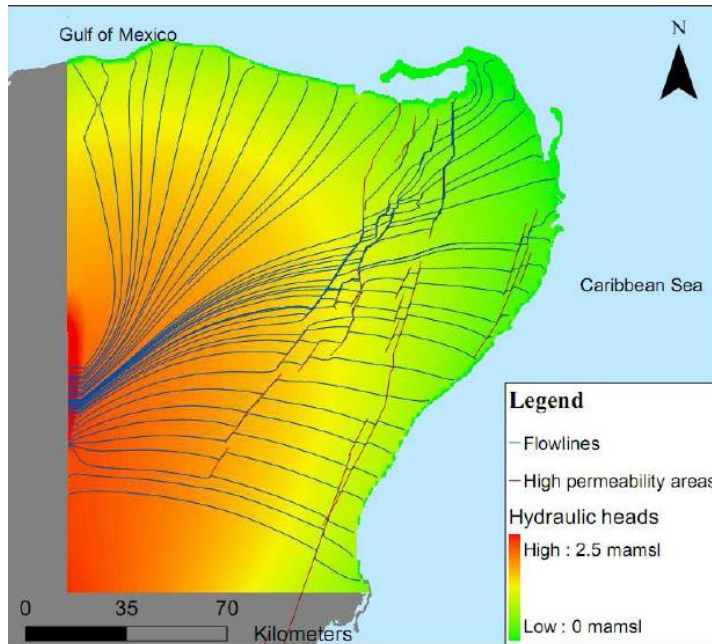


Figura 36. Patrón del flujo hidrológico en el noreste de la Península de Yucatán. Fuente: Charvet (2009)<sup>40</sup>

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 (Op. Cit.) manifiestan 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 (**Figura 36**).

En el predio dado el escaso gradiente altitudinal y por consiguiente un bajo gradiente en la pendiente, el flujo hidrológico superficial del únicamente puede ser perceptible a través de su modelación en el sistema de información geográfica, utilizando como base el modelo digital de elevación obtenido del procesamiento de los datos del levantamiento topográfico. En dicha modelación el flujo a penas presente en el predio muestra un ligero encause hacia la parte norte, sobre todo en el predio correspondiente a la Fase 2 (**Figura 37**).

<sup>40</sup> Charvet G., 2009. Exploration, modeling and management of groundwater resources in Northern Quintana Roo, Mexico. Master Thesis. Technical University of Denmark.

<sup>41</sup> Gutiérrez M. A y Cervantes M. A. 2008b. Estudios Realizados en el Acuífero Norte de Quintana Roo, México, p9-35. En Gutiérrez M. A y Cervantes M. A. (Eds) Estudio Geohidrológico del Norte de Quintana Roo. Universidad de Quintana Roo, Unidad Académica Cozumel, Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. México.

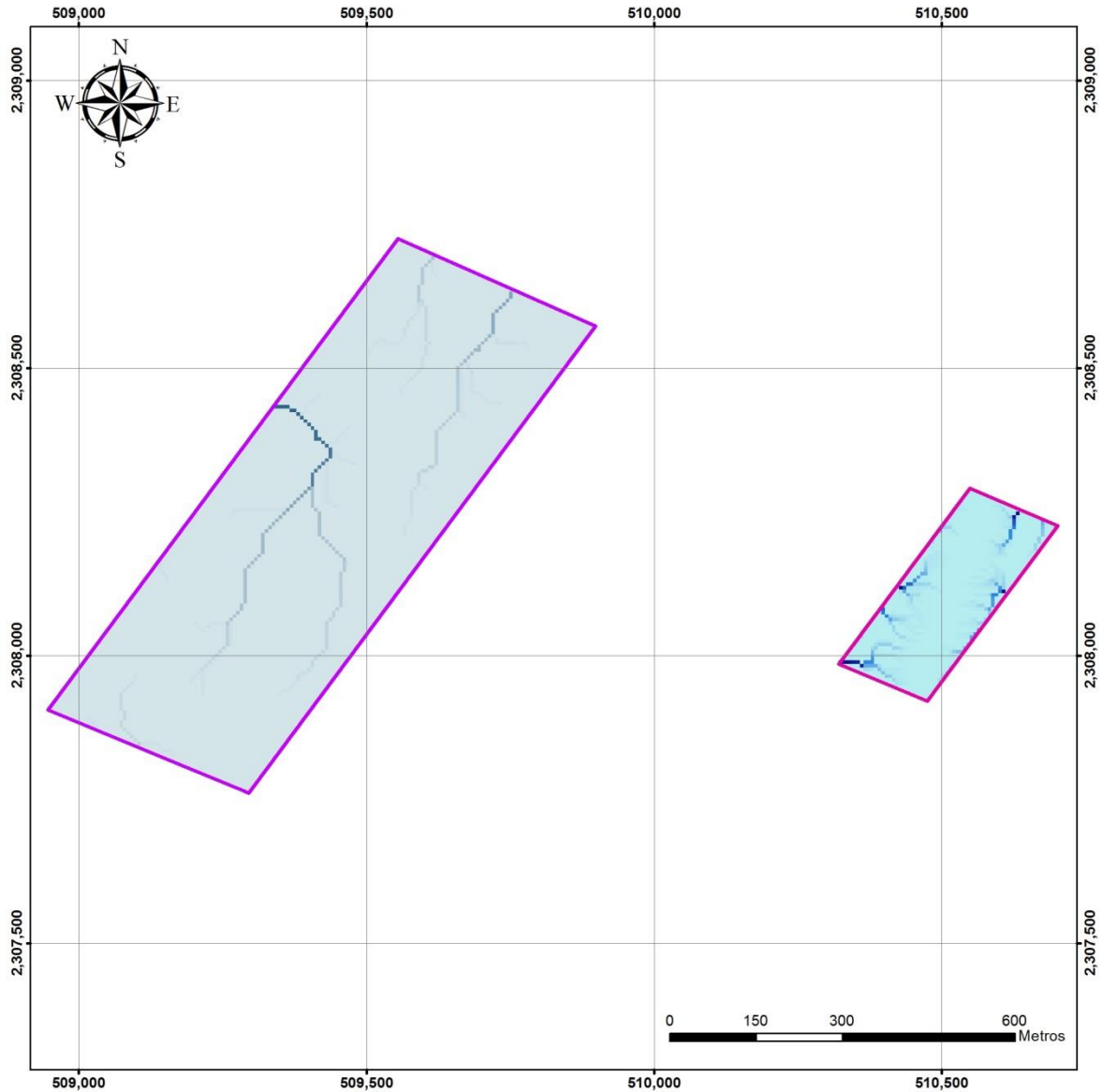


Figura 37. Flujo superficial del predio. Fuente: Elaboración propia a partir de la modelación del flujo acumulado en la extensión Hydrology/Spatial Analyst del software ArcGIS 10.3.

## V.5 TIPOS DE VEGETACIÓN

Con base en la serie V de INEGI, la vegetación del predio corresponde a vegetación secundaria arbustiva derivada de selva mediana subperennifolia (VSa/SMQ). La SMQ se desarrolla en climas cálido-húmedos y subhúmedos, con temperaturas típicas entre 20 y 28 grados centígrados. La precipitación total anual va de 1,000 a 1,600 mm. Se puede encontrar desde los 0 a 1,300 msnm. Los árboles tienen contrafuertes, generalmente poseen muchas epífitas y lianas. Las especies representativas de la comunidad son *Lysiloma latisiliquum*, *Brosimum alicastrum*, *Bursera simaruba*, *Vitex gaumeri*, entre otras (INEGI, 2005)<sup>42</sup>.

Toda comunidad posee atributos que difieren de aquellos individuos que la componen y que tienen significado solo como referencia al conjunto. Estos atributos incluyen el número de especies, la abundancia relativa, la naturaleza de sus interacciones y la estructura física.

Con base en lo mencionado, la presente sección del capítulo tiene como objetivo analizar la estructura y funcionalidad de la comunidad mediante la estimación de sus propiedades y atributos, de tal manera que permita comparar las condiciones que se registran a nivel predio con las que se encuentran a nivel microcuenca.

### V.5.1 Metodología

El estudio florístico a nivel predio se realizó sobre la información recabada de 42 sitios circulares, con una intensidad de muestreo del 4.84 %. La estimación del tamaño mínimo de muestra se obtuvo mediante un modelo estadístico que se basa en la estimación de un coeficiente de variación (ver capítulo VI).

El diseño de muestreo fue simple aleatorio (**Figura 38**) el cual se basa en el supuesto de que los puntos de muestreo de toda la población, se eligen de tal forma, que cualquier combinación de n unidades, tenga la misma oportunidad de ser seleccionada, se lleva a cabo seleccionando cada unidad al azar e independientemente de cualquier unidad previamente obtenida (Bautista - Zúñiga et al., 2004)<sup>43</sup>.

El levantamiento de vegetación consistió en la identificación de un punto de muestreo, este punto sirvió como centro de tres sitios circulares. El punto inicial se ubicó con dirección al norte, a partir de éste se marcaron los individuos a favor de las manecillas del reloj, del mismo modo para el resto de los sitios.

El primer sitio tuvo como objetivo registrar las características dasométricas del arbolado con diámetro normal mayor o igual a 10 cm, en una radio de 12.6 m, por

---

<sup>42</sup> INEGI. 2005. Guía para la interpretación de cartografía. Uso de suelo y vegetación. Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática. 55-56 pp.

<sup>43</sup> Bautista-Zúñiga F., Cram-Heydrich S. y I. Sommer Cervantes. 2004. Suelos. 73-115 pp. En: Bautista-Zúñiga F., H. Delfin-Gonzalez, J.L. Palacio Prieto y M.C. Delgado-Carranza. 2004. Técnicas de muestreo para manejadores de recursos naturales. Universidad Nacional Autónoma de México. Universidad Autónoma de Yucatán. 507 p.

tanto superficie de 500 m<sup>2</sup>. Mientras, el segundo sitio, con superficie de 100 m<sup>2</sup> y radio de 5.64 m, el objetivo principal fue registrar los individuos presentes en el estrato arbustivo; es decir, los individuos con diámetro normal mayor o igual a 5 y menores a 10 cm. Finalmente, el tercer sitio contó con una superficie de 5 m<sup>2</sup> y radio de 1.26 m, el objetivo fue registrar las especies dentro del estrato herbáceo con diámetros menor o igual a 5 cm (**Cuadro 29**).

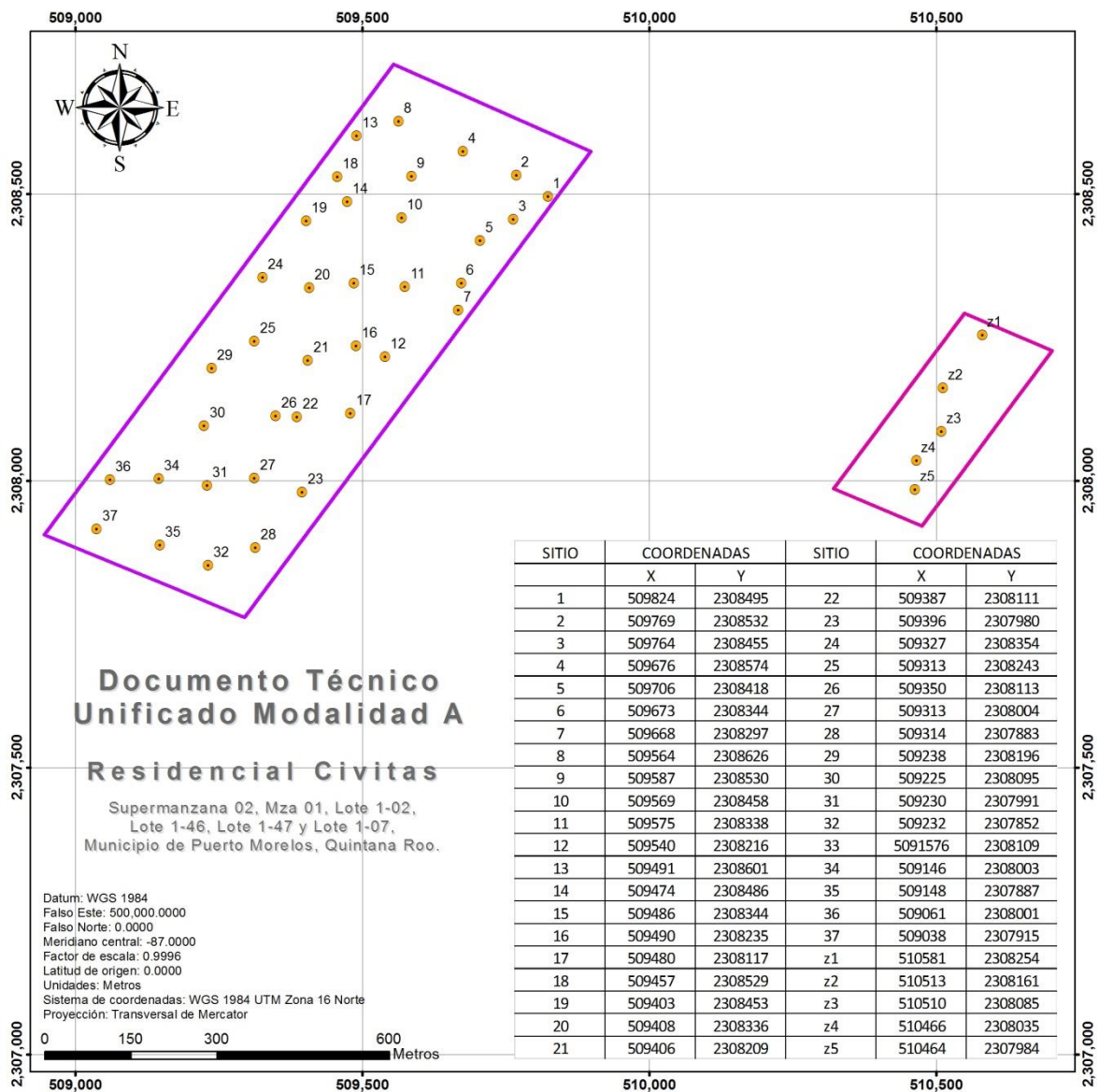
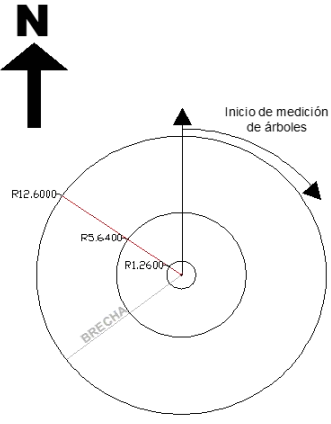


Figura 38. Sitios de muestreo dentro de los predios en estudio.

Cuadro 29. Síntesis de las características de muestreo para el levantamiento forestal en los sitios de muestreo.

DINÁMICA DE MUESTREO	SUPERFICIE DEL SITIO	PARÁMETROS PARA LA TOMA DE DATOS	VARIABLES REGISTRADAS
	500 m <sup>2</sup> Radio de 12.6 m	Diámetro normal ≥ 10 cm.	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Altura total</li> <li>● Altura al fuste limpio</li> <li>● Plantas epífitas</li> <li>● Forma de fuste</li> <li>● Estado o condición</li> </ul>
	100 m <sup>2</sup> Radio de 5.64 m	Diámetro normal ≥ 5 cm y <10	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Altura total</li> <li>● Altura al fuste limpio</li> <li>● Forma de fuste</li> <li>● Estado o condición</li> </ul>
	5 m <sup>2</sup> Radio de 1.26 m	Diámetro normal < 5 cm.	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Cobertura</li> <li>● Altura total</li> </ul>

En cada uno de los sitios se registró el número de especies, el número de individuos y la cobertura. Luego, se calcularon por estrato los atributos que definen la estructura biológica de una comunidad (Riqueza de especies, abundancia, densidad, dominancia y frecuencia). Posteriormente, se obtuvo el índice de riqueza específica de Margalef; el índice de diversidad de Simpson, el índice de equidad y diversidad de Shannon-Wiener y el Índice de Valor de Importancia (IVI) de cada especie.

### V.5.2 Riqueza de especies

La riqueza es la medida más simple de la estructura de la comunidad. Se define como el recuento del número de especies que existen dentro de ella (Smith y Smith, 2007). En el predio se identificaron un total de 191 especies, en 148 géneros y 55 familias (Cuadro 30).

Cuadro 30. Listado de especies registradas en el predio, con forma de vida y estatus bajo la NOM-059-SEMARNAT-2010

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	FORMA DE VIDA	NOM-059-SEMARNAT-2010
Acanthaceae	<i>Bravaisia berlandieriana</i> *	Julub	Arbusto	
Acanthaceae	<i>Astronium graveolens</i>	Jobillo	Árbol	A
Acanthaceae	<i>Attilaea abalak</i>	Desconocido	Árbol	
Acanthaceae	<i>Metopium brownei</i>	Chechén	Árbol	
Acanthaceae	<i>Rhus radicans</i>	Sak cheechem	Bejuco	
Acanthaceae	<i>Spondias mombin</i> *	Ciruelo	Árbol	
Acanthaceae	<i>Spondias purpurea</i>	Ciruela amarilla	Árbol	
Annonaceae	<i>Annona glabra</i>	Palo de corcho	Árbol	
Annonaceae	<i>Mosannonna depressa</i>	E'le'muuy	Árbol	

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	FORMA DE VIDA	NOM-059-SEMARNAR T-2010
Apocynaceae	<i>Cameraria latifolia</i> *	Chechén blanco	Árbol	
Apocynaceae	<i>Plumeria obtusa</i>	Flor de mayo	Árbol	
Apocynaceae	<i>Thevetia gaumeri</i>	Akits	Árbol	
Araceae	<i>Anthurium schlechtendalii</i>	Hoja de cuero	Herbácea	
Araceae	<i>Philodendron jacquinii</i>	Baston de viejo	Bejuco	
Araceae	<i>Spathiphyllum cochlearispathum</i> *	Flor de la paz	Herbácea	
Araliaceae	<i>Diospyros salicifolia</i> *	Uchul che'	Árbol	
Arecaceae	<i>Chamaedorea seifrizii</i>	Xiat	Palma	
Arecaceae	<i>Coccothrinax readii</i>	Nacax	Palma	A
Arecaceae	<i>Sabal yapa</i>	Huano	Palma	
Asteraceae	<i>Eupatorium odoratum</i> *	Tok'aban	Arbusto	
Asteraceae	<i>Pluchea odorata</i> *	Santa maria	Herbácea	
Asteraceae	<i>Pluchea symphytifolia</i> *	Eek' puk ché	Herbácea	
Asteraceae	<i>Viguiera dentata</i> *	Tajonal	Herbácea	
Bignoniaceae	<i>Adenocalymma inundatum</i>	Bejuco dos hojas,	Bejuco	
Bignoniaceae	<i>Amphilophium paniculatum</i>	K'an soskil aak'	Bejuco	
Bignoniaceae	<i>Cydista diversifolia</i>	Anikab	Bejuco	
Bignoniaceae	<i>Pithecoctenium crucigerum</i> *	Xtaabay	Bejuco	
Bignoniaceae	<i>Stizophyllum riparium</i> *	Bejuco frijolillo	Bejuco	
Bignoniaceae	<i>Tabebuia chrysantha</i>	k'an lool k'aax	Árbol	A
Bignoniaceae	<i>Tynanthus guatemalensis</i>	Café ac	Bejuco	
Boraginaceae	<i>Cordia alliodora</i>	Laurel negro	Árbol	
Boraginaceae	<i>Cordia dodecandra</i>	K'oopté	Árbol	
Boraginaceae	<i>Cordia gerascanthus</i>	Bojon	Árbol	
Boraginaceae	<i>Ehretia tinifolia</i> *	Roble blanco	Árbol	
Bromellaceae	<i>Bromelia plumieri</i> *	Piñuela	Herbácea	
Bromellaceae	<i>Bromelia alsodes</i>	Piñuela	Epífita	
Bromellaceae	<i>Tillandsia brachycaulos</i>	gallitos	Epífita	
Burseraceae	<i>Bursera simaruba</i>	Chacah	Árbol	
Burseraceae	<i>Protium copal</i>	Copal	Árbol	
Cactaceae	<i>Hylocereus undatus</i> *	Pitalla	Cactacea	
Cactaceae	<i>Strophocactus testudo</i>	Pitaya tortuga	Cactacea	
Caricaceae	<i>Carica papaya</i> *	Papaya	Árbol	
Celastraceae	<i>Cassine xylocarpa</i>	Chechem blanco	Árbol	
Celastraceae	<i>Crossopetalum gentlei</i> *	Pinta uña	Arbusto	
Celastraceae	<i>Crossopetalum rhacoma</i> *	Kabal muk	Árbol	
Celastraceae	<i>Semialarium mexicanum</i>	Cascarillo grueso	Árbol	
Celastraceae	<i>Wimmeria lundelliana</i>	Desconocido	Árbol	

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	FORMA DE VIDA	NOM-059-SEMARNAR T-2010
Clusiaceae	<i>Garcinia intermedia</i>	Nikte'	Árbol	
Combretaceae	<i>Bucida buceras</i>	Pukte'	Árbol	
Combretaceae	<i>Bucida spinosa</i> *	Jicarillo	Árbol	
Combretaceae	<i>Terminalia catappa</i> *	Almendra	Árbol	
Convolvulaceae	<i>Ipomoea carnea</i> *	Campanilla	Bejuco	
Convolvulaceae	<i>Ipomoea tuxtlensis</i> *	Le'aak'	Bejuco	
Ebenaceae	<i>Diospyros anisandra</i>	K'aakalche	Árbol	
Ebenaceae	<i>Diospyros tetrasperma</i>	Siliil	Árbol	
Ebenaceae	<i>Diospyros verae-crucis</i>	Ta'uchya'	Árbol	
Ebenaceae	<i>Diospyros yucatanensis</i>	U chul che	Árbol	
Erythroxylaceae	<i>Cassipourea elliptica</i>	Ta'abché	Árbol	
Erythroxylaceae	<i>Erythroxylum areolatum</i>	Cascarillo delgado	Árbol	
Euphorbiaceae	<i>Cnidoscolus chayamansa</i> *	Chaya	Arbusto	
Euphorbiaceae	<i>Cnidoscolus multilobus</i> *	Chaya de monte	Arbusto	
Euphorbiaceae	<i>Cnidoscolus souzae</i> *	Chaya	Herbácea	
Euphorbiaceae	<i>Croton arboreus</i>	P'e'es k'uuch	Árbol	
Euphorbiaceae	<i>Croton lobatus</i> *	Frailecillo	Herbácea	
Euphorbiaceae	<i>Croton reflexifolius</i> *	Perescuts	Arbusto	
Euphorbiaceae	<i>Gymnanthes lucida</i>	Yaité	Árbol	
Euphorbiaceae	<i>Hippomane mancinella</i>	Manzanillo de playa	Árbol	
Euphorbiaceae	<i>Jatropha gaumeri</i>	Pamolche	Árbol	
Euphorbiaceae	<i>Sapium thelocarpum</i>	Desconocido	Árbol	
Euphorbiaceae	<i>Sebastiania adenophora</i>	Sak chechem	Árbol	
Icacinaceae	<i>Ottoschulzia pallida</i> Lundell	Uvas che'	Árbol	
Lamiaceae	<i>Callicarpa acuminata</i> *	Pukin	Arbusto	
Lamiaceae	<i>Salvia coccinea</i> *	Chak lool	Herbácea	
Lamiaceae	<i>Vitex gaumeri</i>	Yaxnik	Árbol	
Lauraceae	<i>Nectandra coriacea</i>	Laurel verde	Árbol	
Lauraceae	<i>Nectandra salicifolia</i>	Aguacatillo	Árbol	
Leguminosae	<i>Acacia angustissima</i>	Waxim	Árbol	
Leguminosae	<i>Acacia cornigera</i>	Cornezuelo subin	Árbol	
Leguminosae	<i>Acacia gaumeri</i> *	Box catzim	Árbol	
Leguminosae	<i>Ateleia gummifera</i>	Corrocho	Árbol	
Leguminosae	<i>Bauhinia jenningsii</i>	Tsimin	Arbusto	
Leguminosae	<i>Bauhinia unguilata</i> *	Pata de venado	Árbol	
Leguminosae	<i>Caesalpinia gaumeri</i>	Kitamche'	Árbol	
Leguminosae	<i>Caesalpinia yucatanensis</i> *	Takinche	Árbol	



FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	FORMA DE VIDA	NOM-059-SEMARNAR T-2010
Leguminosae	<i>Centrosema molle</i>	Tres hojas	Bejuco	
Leguminosae	<i>Chloroleucon mangense</i> *	Ya' ax eek'	Árbol	
Leguminosae	<i>Dalbergia glabra</i>	Bejuco espolon	Bejuco	
Leguminosae	<i>Dendropanax arboreus</i>	Sak chakaj	Árbol	
Leguminosae	<i>Diphysa carthagenensis</i>	Ruda de monte	Árbol	
Leguminosae	<i>Erythrina standleyana</i>	Colorin	Árbol	
Leguminosae	<i>Gliricidia sepium</i>	Cocoite negro	Árbol	
Leguminosae	<i>Havardia pallens</i> *	Tenaza	Árbol	
Leguminosae	<i>Leucaena leucocephala</i> *	Guaje	Árbol	
Leguminosae	<i>Lonchocarpus guatemalensis</i>	Palo gusano	Árbol	
Leguminosae	<i>Lonchocarpus rugosus</i>	Kansín	Árbol	
Leguminosae	<i>Lysiloma latisiliquum</i>	Tzalam	Árbol	
Leguminosae	<i>Mimosa bahamensis</i>	Katzim blanco	Arbusto	
Leguminosae	<i>Piscidia piscipula</i>	Ha'abin	Árbol	
Leguminosae	<i>Pithecellobium stevensonii</i>	Cacao che	Árbol	
Leguminosae	<i>Senna racemosa</i> var. <i>racemosa</i> *	Xkanlol	Árbol	
Leguminosae	<i>Swartzia cubensis</i>	K'atalox	Árbol	
Malpighiaceae	<i>Byrsonima bucidaefolia</i>	Sakpah	Árbol	
Malvaceae	<i>Ceiba aesculifolia</i>	Pochote	Árbol	
Malvaceae	<i>Ceiba petandra</i> *	Ceiba	Árbol	
Malvaceae	<i>Guazuma ulmifolia</i> *	Pixoy	Árbol	
Malvaceae	<i>Hampea trilobata</i>	Majaua	Árbol	
Malvaceae	<i>Malvaviscus arboreus</i>	Tulipancillo	Arbusto	
Meliaceae	<i>Trichilia hirta</i>	Cabo de hacha	Árbol	
Menispermaceae	<i>Hyperbaena winzerlingii</i> *	Naranjillo	Árbol	
Moraceae	<i>Brosimum alicastrum</i>	Ramon	Árbol	
Moraceae	<i>Ficus cotinifolia</i>	Alamo	Árbol	
Moraceae	<i>Ficus pertusa</i>	Amatillo	Árbol	
Moraceae	<i>Trophis racemosa</i> *	Ramon colorado	Árbol	
Muntingiaceae	<i>Muntingia calabura</i> *	Capulín	Árbol	
Myricaceae	<i>Myrica cerifera</i>	Kibche'	Árbol	
Myrsinaceae	<i>Ardisia escallonioides</i>	Pimienta de monte	Árbol	
Myrtaceae	<i>Calyptranthes millspaughii</i> *	Pimientillo	Árbol	
Myrtaceae	<i>Calyptranthes pallens</i> *	Chaknii	Árbol	
Myrtaceae	<i>Eugenia axillaris</i>	Ich-huh	Árbol	
Myrtaceae	<i>Eugenia rhombea</i>	Guayabita	Árbol	

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	FORMA DE VIDA	NOM-059-SEMARNAR T-2010
Myrtaceae	<i>Eugenia trikii</i>	Escobeta	Árbol	
Myrtaceae	<i>Myrcianthes fragrans</i>	Guayabillo koj kaan'	Árbol	
Myrtaceae	<i>Myrciaria floribunda</i> *	Guayabillo	Árbol	
Myrtaceae	<i>Psidium sartorianum</i>	La Guayabita Arrayán	Árbol	
Nolinaceae	<i>Bauhinia divaricata</i>	Pata de vaca	Árbol	
Nolinaceae	<i>Beaucarnea pliabilis</i>	Despeinada	Árbol	A
Nyctaginaceae	<i>Neea psychotrioides</i>	Tadzi	Árbol	
Orchidaceae	<i>Encyclia alata</i> *	Orquidea	Epífita	
Orchidaceae	<i>Myrmecophila tibicinis</i> *	Orquidea	Epífita	
Phyllanthaceae	<i>Astrocasia tremula</i>	Trompillo	Árbol	
Picramniaceae	<i>Alvaradoa amorphoides</i>	Bel siinik che'	Árbol	
Piperaceae	<i>Piper amalago</i> *	Cordoncillo	Arbusto	
Poaceae	<i>Lasiacis divaricata</i> var. <i>divaricata</i> *	Carricillo	Herbácea	
Poaceae	<i>Lasiacis ruscifolia</i> *	Pasto	Herbácea	
Poaceae	<i>Olyra glaberrima</i> *	Carrizo	Herbácea	
Polygonaceae	<i>Coccoloba acapulcensis</i>	Toyub	Árbol	
Polygonaceae	<i>Coccoloba cozumelensis</i>	Sak boob	Árbol	
Polygonaceae	<i>Coccoloba diversifolia</i>	Chich bob	Árbol	
Polygonaceae	<i>Coccoloba spicata</i>	Boob	Árbol	
Polygonaceae	<i>Gymnopodium floribundum</i>	Ts'í'ts'ilche	Árbol	
Polygonaceae	<i>Neomillspaughia emarginata</i>	Sak iitsa	Árbol	
Putranjivaceae	<i>Drypetes lateriflora</i>	Ekulub	Árbol	
Rhamnaceae	<i>Karwinskia humboldtiana</i> *	I u'um che'	Árbol	
Rhamnaceae	<i>Krugiodendron ferreum</i>	Chintok	Árbol	
Rhamnaceae	<i>Ziziphus mauritiana</i>	Ciruela de monte	Árbol	
Rubiaceae	<i>Exostema mexicanum</i>	Chak sab che'	Árbol	
Rubiaceae	<i>Guettarda combsii</i>	Tasta'ab	Árbol	
Rubiaceae	<i>Hintonia octomera</i> *	Xpay lu'uch	Árbol	
Rubiaceae	<i>Morinda yucatanensis</i> *	Hoyoc	Arbusto	
Rubiaceae	<i>Psychotria nervosa</i>	Café de monte	Arbusto	
Rubiaceae	<i>Psychotria pubescens</i> *	Lunche'	Arbusto	
Rubiaceae	<i>Randia aculeata</i>	Cruceta	Arbusto	
Rubiaceae	<i>Randia longiloba</i>	K'aax	Árbol	
Rubiaceae	<i>Randia obcordata</i>	Cruz k'iix	Árbol	
Rubiaceae	<i>Randia truncata</i> *	Pechkitam	Árbol	
Rutaceae	<i>Amyris sylvatica</i>	Palo de gas	Árbol	
Rutaceae	<i>Casimiroa tetrameria</i> *	Naranjillo	Árbol	

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	FORMA DE VIDA	NOM-059-SEMARNAR T-2010
Rutaceae	<i>Esenbeckia berlandieri</i> *	Yaaxhokob	Árbol	
Rutaceae	<i>Esenbeckia pentaphylla</i>	Naranche	Árbol	
Rutaceae	<i>Zanthoxylum caribaeum</i>	Sinanche'	Árbol	
Salicaceae	<i>Casearia corymbosa</i> *	Ix iim che'	Árbol	
Salicaceae	<i>Laetia thamnina</i>	xi'mche	Árbol	
Salicaceae	<i>Samyda yucatanensis</i> *	Puuts' mukuy	Árbol	
Salicaceae	<i>Zuelania guidonia</i>	Tamay	Árbol	
Sapindaceae	<i>Blomia prisca</i>	Árbol sol	Árbol	
Sapindaceae	<i>Cardiospermum halicacabum</i> *	Wayúm	Bejuco	
Sapindaceae	<i>Cupania dentata</i> *	Sak poom	Árbol	
Sapindaceae	<i>Cupania glabra</i> *	Sak poom	Árbol	
Sapindaceae	<i>Exothea diphylla</i>	Wayuun koox	Árbol	
Sapindaceae	<i>Exothea paniculata</i>	Arbol sol	Árbol	
Sapindaceae	<i>Paullinia cururu</i>	Bejuco alado	Bejuco	
Sapindaceae	<i>Paullinia pinnata</i>	Salatxiw	Bejuco	
Sapindaceae	<i>Serjania goniocarpa</i>	Bejuco tres lomos	Bejuco	
Sapindaceae	<i>Talisia olivaeformis</i>	Guaya	Árbol	
Sapindaceae	<i>Thouinia paucidentata</i>	K'an chuunup	Árbol	
Sapindaceae	<i>Urvillea ulmacea</i>	Ap'aak	Bejuco	
Sapotaceae	<i>Chrysophyllum caimito</i> *	Caimito	Árbol	
Sapotaceae	<i>Chrysophyllum mexicanum</i>	Chi' keejil	Árbol	
Sapotaceae	<i>Manilkara zapota</i>	Zapote	Árbol	
Sapotaceae	<i>Pouteria campechiana</i>	K'aniste	Árbol	
Sapotaceae	<i>Sideroxylon celastrinum</i>	Lu'uchum che'	Árbol	
Sapotaceae	<i>Sideroxylon foetidissimum</i>	Caracolillo	Árbol	
Sapotaceae	<i>Sideroxylon persimile</i>	Bóol chi che'	Árbol	
Sapotaceae	<i>Sideroxylon salicifolium</i>	Zapote faisán	Árbol	
Smilacaceae	<i>Smilax mollis</i>	Diente de perro	Bejuco	
Theaceae	<i>Ternstroemia tepezapote</i>	Tepezapote	Árbol	
Theophrastaceae	<i>Jacquinia macrocarpa</i> *	Lengua de gallo	Árbol	
Ulmaceae	<i>Trema micrantha</i> *	Capulincillo	Árbol	
Urticaceae	<i>Cecropia peltata</i> *	Guarumbo	Árbol	
Verbenaceae	<i>Lantana camara</i> *	Siete negritos	Herbácea	
Verbenaceae	<i>Petrea volubilis</i>	Optsimin	Bejuco	

\*Especies vistas en el predio que no fueron registradas en los sitios de muestreo.

De las 55 familias registradas las Leguminosae comprenden 20 géneros y 25 especies, las Sapindaceae 9 y 12 y las Boraginaceae 7 y 11 respectivamente (**Figura 39**).

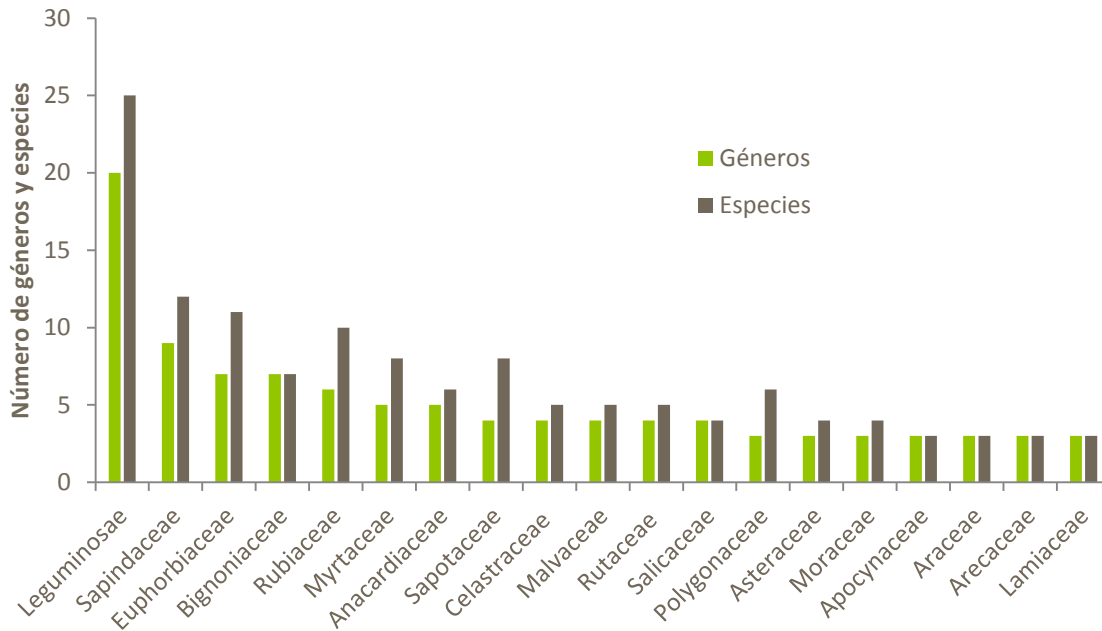


Figura 39. Número de géneros y especies en las principales familias.

Los géneros con mayor número de especies son *Diospyros* con 5 especies, siguiéndole *Randia*, *Sideroxylon* y *Coccoloba*, con 4 especies cada una (**Figura 40**).

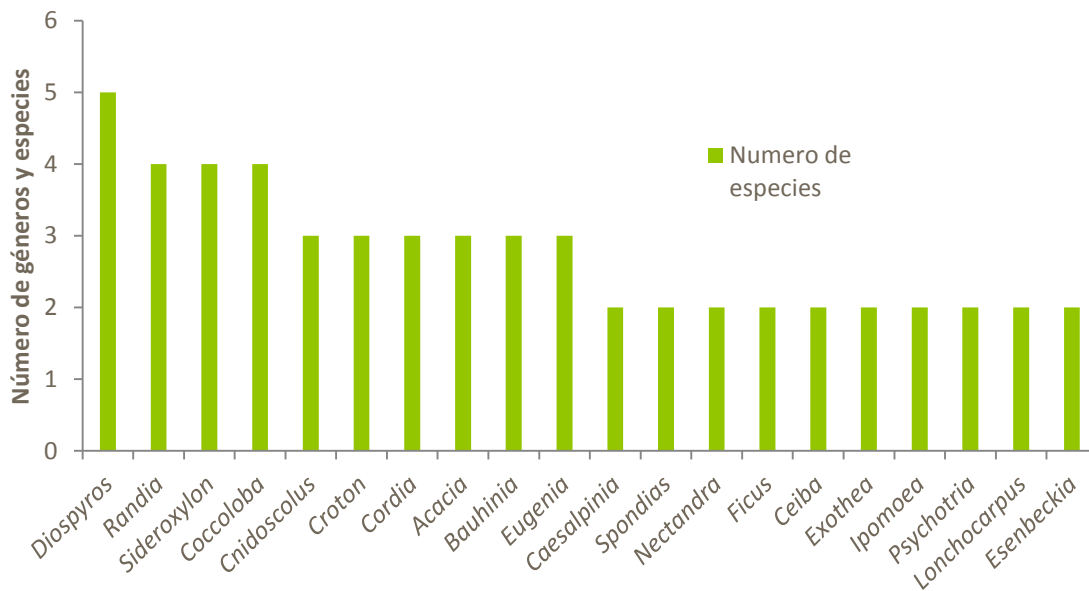


Figura 40. Géneros con mayor número de especies.

Por otra parte, de las 191 especies, el 70.68% son especies de árboles, mientras las cactáceas y palmas representan solo el 1.57 y 1.05, respectivamente (**Figura 41**).

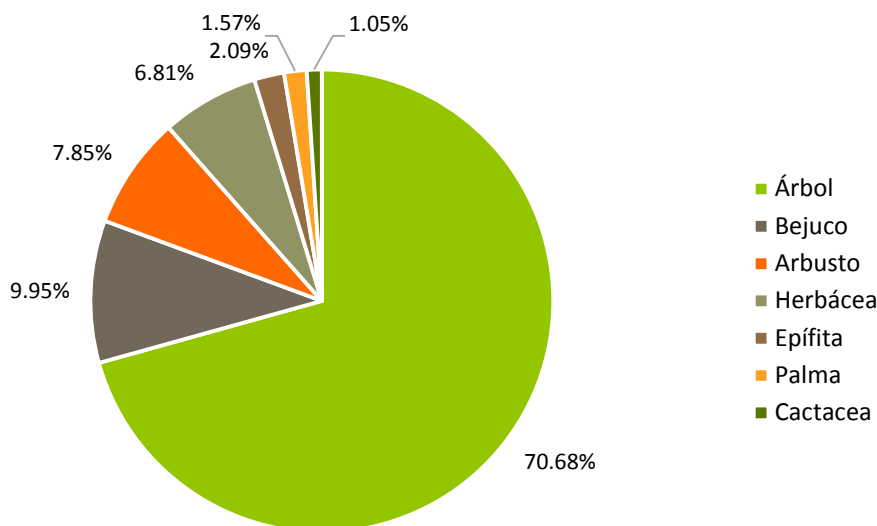


Figura 41. Formas de vida con mayor número de especies.

Cabe destacar la presencia de cuatro especies bajo la NOM-059-SEMARNAT-2010 en la categoría amenazada. A continuación se describe cada una:

***Astronium graveolens*** (Anacardiaceae). Especie nativa de México, comúnmente llamada Jobillo, se presenta en suelos de origen calizo, y su distribución va de México hasta Brasil, forma parte del estrato medio superior de las comunidades vegetales. Se trata de una especie maderable muy apreciada para fabricar muebles finos, exteriores e interiores, artesanías, artículos deportivos, combustible, entre otros. Los factores de riesgo se atribuyen a la tala selectiva, deforestación, incendios forestales, sobre explotación y asentamientos humanos<sup>44</sup>.

***Coccothrinax readii*** (Arecaceae). Comúnmente llamada Nacax, es una especie endémica de la Península de Yucatán, y característica en las Selvas Medianas Subcaducifolia de Quintana Roo. Las poblaciones de esta especie han disminuido en los últimos años en casi toda su área de distribución. Las causas principales se atribuyen a la destrucción del hábitat natural y algunos usos como ornamentales, construcción y medicinal.

***Tabebuia chrysantha*** (Bignoniaceae). Es una especie de importancia forestal maderable llamada comúnmente k'an lool k'aax en la Península de Yucatán. La madera de esta especie es usada principalmente para ebanistería, obtención de tablaje y vigas; localmente es utilizada para construcción. Los principales factores de

<sup>44</sup> Palacios E. 2006. Ficha técnica de *Astronium graveolens*. Cuarenta y ocho especies de la flora de Chiapas incluidas en el PROY-NOM-059-ECOL-2000. Instituto de Historia Natural y Ecología. Bases de datos. SNIB CONABIO. Proyecto No. W008. México. D. F.

riesgo se atribuyen a la sobreexplotación, y la destrucción del hábitat por incendios forestales, tala, asentamientos humanos y agricultura<sup>45</sup>.

***Beaucarnea pliabilis*** (Nolinaceae). Es una especie nativa de la Península de Yucatán, habita en las selvas subperennifolia. Se considera que el factor de riesgo es la sobreexplotación para uso ornamental<sup>46</sup>.

### V.5.3 Abundancia relativa

La abundancia se puede descubrir si contamos todos los individuos de cada especie en una serie de muestras dentro de la comunidad y determinamos qué porcentaje de cada una contribuye al número total de individuos de todas las especies.

- Estrato arbóreo

El estrato arbóreo presenta 1,794 individuos distribuidos en 79 especies. *Metopium brownei*, *Gliricidia sepium* y *Byrsonima bucidaefolia* produjeron el 53.5% del número total de individuos (Figura 42).

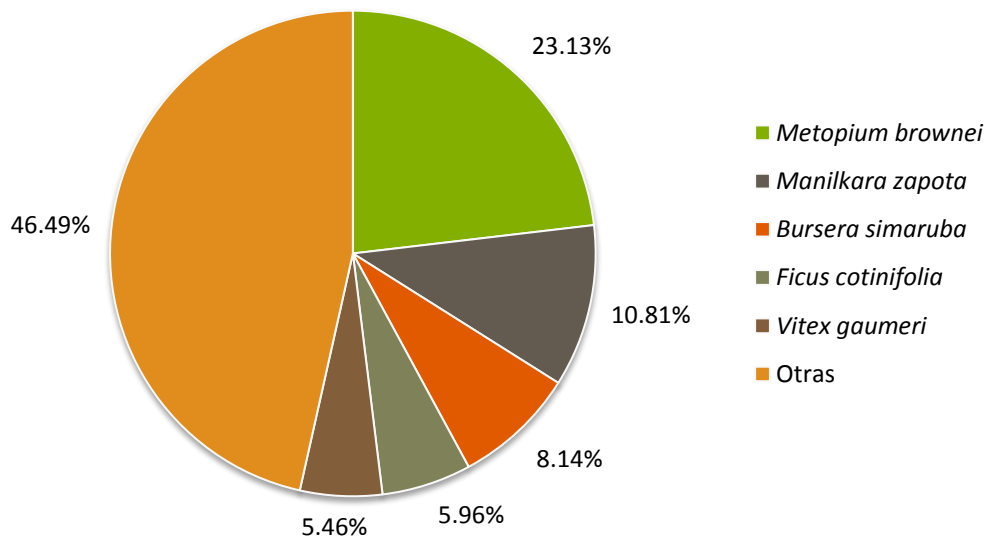


Figura 42. Especies más abundantes en el estrato arbóreo.

<sup>45</sup> Palacios E. 2006. Ficha técnica de *Tabebuia chrysantha*. Cuarenta y ocho especies de la flora de Chiapas incluidas en el PROY-NOM-059-ECOL-2000. Instituto de Historia Natural y Ecología. Bases de datos. SNIB CONABIO. Proyecto No. W008. México. D. F.

<sup>46</sup> Información consultada en el sitio web: <http://www.seduma.yucatan.gob.mx/flora/fichas-flora.php>, el día 08 de enero de 2016.

- Estrato arbustivo

Las especies más abundantes en el estrato arbustivo son *Coccothrinax readii*, *Gymnopodium floribundum*, *Gymnanthes lucida*, *Manilkara zapota* y *Diospyros yucatanensis* (**Figura 43**). En el estrato en total se registran 84 especies y 803 individuos.

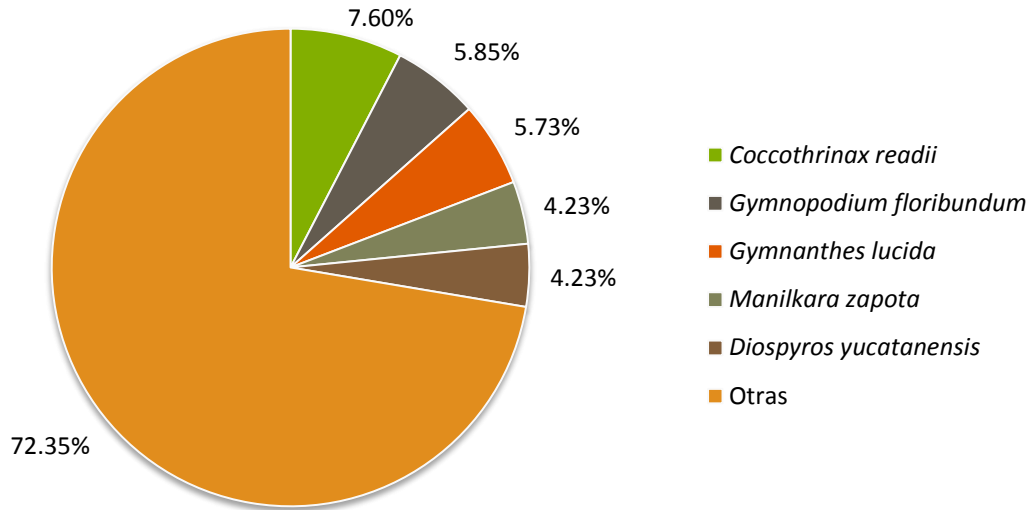


Figura 43. Especies más abundantes en el estrato arbustivo.

- Estrato herbáceo

En el estrato herbáceo las especies más abundantes son *Randia aculeata* (45 individuos), *Eugenia axillaris* (41), *Esenbeckia pentaphylla* (40), *Myrcianthes fragrans* (29) y *Croton arboreus* (26), equivalente al 33.58% del total (**Figura 44**). En el estrato se registraron 539 individuos en 71 especies, siendo el estrato con menor el menor número de especies.

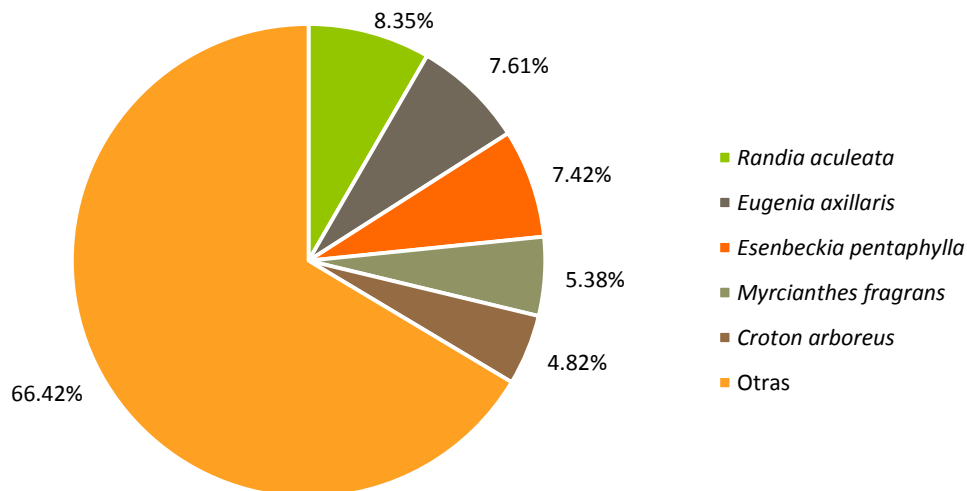


Figura 44. Especies más abundantes en el estrato herbáceo

A nivel de estratos, se puede destacar la presencia de *Manilkara zapota* dentro de las especies más abundantes en el estrato arbóreo y arbustivo. Por tanto, se puede inferir que es la especie más abundante en el predio.

También, cabe notar que la abundancia en el estrato arbóreo está representada en más del 50% por cinco especies; caso contrario para el estrato arbustivo y herbáceo, donde las cinco especies más abundantes representan solo alrededor del 30%. Lo que nos lleva a concluir que los estratos arbustivo y herbáceo presentan más diversidad que el arbóreo. Sin embargo, el estrato arbóreo registra el mayor número de individuos (**Cuadro 31**).

Cuadro 31. Número de individuos y abundancia relativa por estrato.

Nombre científico	Número de individuos			Abundancia relativa		
	Arbóreo	Arbustivo	Herbáceo	Arbóreo	Arbustivo	Herbáceo
<i>Acacia angustissima</i>	54	5	-	3.01	0.62	-
<i>Acacia cornigera</i>	-	1	2	-	0.12	0.37
<i>Adenocalymma inundatum</i>	-	-	2	-	-	0.37
<i>Amphilophium paniculatum</i>	-	-	4	-	-	0.74
<i>Amyris sylvatica</i>	-	3	1	-	0.37	0.19
<i>Annona glabra</i>	2	1	-	0.11	0.12	-
<i>Ardisia escallonioides</i>	-	20	12	-	2.49	2.23
<i>Astrocasia tremula</i>	2	-	4	0.11	-	0.74
<i>Astronium graveolens</i>	1	-	-	0.06	-	-
<i>Ateleia gummifera</i>	3	-	-	0.17	-	-
<i>Attilaea abalak</i>	1	-	-	0.06	-	-
<i>Bauhinia divaricata</i>	2	5	-	0.11	0.62	-
<i>Bauhinia jenningsii</i>	-	-	4	-	-	0.74
<i>Beaucarnea pliabilis</i>	33	4	1	1.84	0.5	0.19
<i>Blomia prisca</i>	1	-	-	0.06	-	-
<i>Bromelia alsodes</i>	-	-	2	-	-	0.37
<i>Brosimum alicastrum</i>	3	1	-	0.17	0.12	-
<i>Bucida buceras</i>	3	2	-	0.17	0.25	-
<i>Bursera simaruba</i>	146	18	3	8.14	2.24	0.56
<i>Byrsonima bucidaefolia</i>	48	7	4	2.68	0.87	0.74
<i>Caesalpinia gaumeri</i>	25	4	-	1.39	0.5	-
<i>Cassine xylocarpa</i>	3	6	-	0.17	0.75	-
<i>Cassipourea elliptica</i>	-	1	-	-	0.12	-
<i>Ceiba aesculifolia</i>	12	-	-	0.67	-	-
<i>Centrosema molle</i>	-	-	5	-	-	0.93
<i>Chamaedorea seifrizii</i>	-	-	1	-	-	0.19
<i>Chrysophyllum mexicanum</i>	-	1	3	-	0.12	0.56



Nombre científico	Número de individuos			Abundancia relativa		
	Arbóreo	Arbustivo	Herbáceo	Arbóreo	Arbustivo	Herbáceo
<i>Coccoloba acapulcensis</i>	14	8	1	0.78	1	0.19
<i>Coccoloba cozumelensis</i>	1	-	4	0.06	-	0.74
<i>Coccoloba diversifolia</i>	45	26	4	2.51	3.24	0.74
<i>Coccoloba spicata</i>	34	11	4	1.9	1.37	0.74
<i>Coccothrinax readii</i>	2	61	21	0.11	7.6	3.9
<i>Cordia alliodora</i>	1	-	-	0.06	-	-
<i>Cordia dodecandra</i>	11	3	1	0.61	0.37	0.19
<i>Cordia gerascanthus</i>	2	1	-	0.11	0.12	-
<i>Crossopetalum gentlei</i>	1	2	-	0.06	0.25	-
<i>Croton arboreus</i>	-	22	26	-	2.74	4.82
<i>Cydista diversifolia</i>	-	1	8	-	0.12	1.48
<i>Dalbergia glabra</i>	-	-	4	-	-	0.74
<i>Dendropanax arboreus</i>	1	-	-	0.06	-	-
<i>Diospyros anisandra</i>	6	3	-	0.33	0.37	-
<i>Diospyros tetrasperma</i>	4	6	-	0.22	0.75	-
<i>Diospyros verae-crucis</i>	-	1	-	-	0.12	-
<i>Diospyros yucatanensis</i>	9	34	6	0.5	4.23	1.11
<i>Diphysa carthagenensis</i>	14	6	-	0.78	0.75	-
<i>Drypetes lateriflora</i>	12	24	6	0.67	2.99	1.11
<i>Erythrina standleyana</i>	2	-	-	0.11	-	-
<i>Erythroxylum areolatum</i>	5	5	-	0.28	0.62	-
<i>Esenbeckia pentaphylla</i>	-	11	40	-	1.37	7.42
<i>Eugenia axillaris</i>	16	32	41	0.89	3.99	7.61
<i>Eugenia rhombea</i>	-	2	-	-	0.25	-
<i>Eugenia trikii</i>	1	6	-	0.06	0.75	-
<i>Exostema mexicanum</i>	-	1	-	-	0.12	-
<i>Exothea diphylla</i>	4	9	4	0.22	1.12	0.74
<i>Exothea paniculata</i>	-	2	-	-	0.25	-
<i>Ficus cotinifolia</i>	107	5	1	5.96	0.62	0.19
<i>Ficus pertusa</i>	1	1	-	0.06	0.12	-
<i>Garcinia intermedia</i>	3	9	2	0.17	1.12	0.37
<i>Gliricidia sepium</i>	71	12	2	3.96	1.49	0.37
<i>Guettarda combsii</i>	5	5	3	0.28	0.62	0.56
<i>Gymnanthes lucida</i>	21	46	18	1.17	5.73	3.34
<i>Gymnopodium floribundum</i>	9	47	1	0.5	5.85	0.19
<i>Hampea trilobata</i>	-	-	1	-	-	0.19
<i>Hippomane mancinella</i>	-	2	-	-	0.25	-
<i>Jatropha gaumeri</i>	8	22	4	0.45	2.74	0.74
<i>Laetia thamnia</i>	1	-	-	0.06	-	-

Nombre científico	Número de individuos			Abundancia relativa		
	Arbóreo	Arbustivo	Herbáceo	Arbóreo	Arbustivo	Herbáceo
<i>Lonchocarpus guatemalensis</i>	2	1	-	0.11	0.12	-
<i>Lonchocarpus rugosus</i>	19	12	14	1.06	1.49	2.6
<i>Lysiloma latisiliquum</i>	3	-	-	0.17	-	-
<i>Malvaviscus arboreus</i>	-	-	5	-	-	0.93
<i>Manilkara zapota</i>	194	34	18	10.81	4.23	3.34
<i>Metopium brownei</i>	415	24	3	23.13	2.99	0.56
<i>Mimosa bahamensis</i>	-	2	-	-	0.25	-
<i>Mosannonna depressa</i>	-	6	-	-	0.75	-
<i>Myrcianthes fragrans</i>	27	6	29	1.51	0.75	5.38
<i>Myrica cerifera</i>	-	3	3	-	0.37	0.56
<i>Nectandra coriacea</i>	1	5	23	0.06	0.62	4.27
<i>Nectandra salicifolia</i>	4	1	1	0.22	0.12	0.19
<i>Neea psychotrioides</i>	44	19	2	2.45	2.37	0.37
<i>Neomillspaughia emarginata</i>	1	1	-	0.06	0.12	-
<i>Ottoschulzia pallida</i>	20	23	11	1.11	2.86	2.04
<i>Paullinia cururu</i>	-	-	9	-	-	1.67
<i>Paullinia pinnata</i>	-	-	6	-	-	1.11
<i>Petrea volubilis</i>	-	-	1	-	-	0.19
<i>Philodendron jacquinii</i>	-	-	1	-	-	0.19
<i>Piscidia piscipula</i>	44	5	-	2.45	0.62	-
<i>Pithecellobium stevensonii</i>	-	7	2	-	0.87	0.37
<i>Plumeria obtusa</i>	19	5	2	1.06	0.62	0.37
<i>Pouteria campechiana</i>	2	1	1	0.11	0.12	0.19
<i>Protium copal</i>	1	-	-	0.06	-	-
<i>Psidium sartorianum</i>	14	28	24	0.78	3.49	4.45
<i>Psychotria nervosa</i>	-	-	10	-	-	1.86
<i>Randia aculeata</i>	-	4	45	-	0.5	8.35
<i>Randia longiloba</i>	11	19	-	0.61	2.37	-
<i>Randia obcordata</i>	1	6	-	0.06	0.75	-
<i>Rhus radicans</i>	-	-	1	-	-	0.19
<i>Sabal yapa</i>	1	-	-	0.06	-	-
<i>Sapium thelocarpum</i>	3	-	-	0.17	-	-
<i>Sebastiania adenophora</i>	-	20	11	-	2.49	2.04
<i>Semialarium mexicanum</i>	15	4	5	0.84	0.5	0.93
<i>Serjania goniocarpa</i>	-	-	13	-	-	2.41
<i>Sideroxylon celastrinum</i>	-	1	-	-	0.12	-
<i>Sideroxylon foetidissimum</i>	6	2	-	0.33	0.25	-
<i>Sideroxylon persimile</i>	1	3	-	0.06	0.37	-
<i>Sideroxylon salicifolium</i>	2	5	-	0.11	0.62	-

Nombre científico	Número de individuos			Abundancia relativa		
	Árboreo	Arbustivo	Herbáceo	Árboreo	Arbustivo	Herbáceo
<i>Smilax mollis</i>	-	-	3	-	-	0.56
<i>Spondias purpurea</i>	-	1	-	-	0.12	-
<i>Strophocactus testudo</i>	-	-	2	-	-	0.37
<i>Swartzia cubensis</i>	9	-	2	0.5	-	0.37
<i>Tabebuia chrysantha</i>	1	-	-	0.06	-	-
<i>Talisia olivaeformis</i>	11	4	3	0.61	0.5	0.56
<i>Ternstroemia tepezapote</i>	8	3	-	0.45	0.37	-
<i>Thevetia gaumeri</i>	5	4	5	0.28	0.5	0.93
<i>Thouinia paucidentata</i>	37	19	1	2.06	2.37	0.19
<i>Tillandsia brachycaulos</i>	-	-	14	-	-	2.6
<i>Trichilia hirta</i>	-	3	8	-	0.37	1.48
<i>Tynanthus guatemalensis</i>	-	-	1	-	-	0.19
<i>Urvillea ulmacea</i>	-	-	8	-	-	1.48
<i>Vitex gaumeri</i>	98	14	2	5.46	1.74	0.37
<i>Wimmeria lundelliana</i>	1	-	-	0.06	-	-
<i>Zanthoxylum caribaeum</i>	5	1	-	0.28	0.12	-
<i>Ziziphus mauritiana</i>	19	1	-	1.06	0.12	-
<i>Zuelania guidonia</i>	-	1	-	-	0.12	-
<b>Total</b>	<b>1,794</b>	<b>803</b>	<b>539</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

#### V.5.4 Índices de diversidad

Con base en los datos de abundancia obtenidos de cada una de las especies en los 44 sitios de muestreo, se llevó a cabo el cálculo de índices de diversidad por estrato, los cuales se describen a continuación.

- Estrato arbóreo

Con base en los valores obtenidos del índice de Shannon (3.16), el estrato arbóreo registra alta diversidad (**Cuadro 32**). Mientras, el índice de equidad es 0.72; es decir, el estrato presenta alta equidad entre especies.

Cuadro 32. Valores del índice de diversidad Shannon para el estrato arbóreo.

Especie	ni	pi	ln pi	pi * ln pi
<i>Acacia angustissima</i>	54	0.03	-3.5	-0.105
<i>Annona glabra</i>	2	0.001	-6.8	-0.008
<i>Astrocasia tremula</i>	2	0.001	-6.8	-0.008
<i>Astronium graveolens</i>	1	0.001	-7.49	-0.004
<i>Ateleia gummifera</i>	3	0.002	-6.39	-0.011
<i>Attilaea abalak</i>	1	0.001	-7.49	-0.004

Especie	ni	pi	ln pi	pi * ln pi
<i>Bauhinia divaricata</i>	2	0.001	-6.8	-0.008
<i>Beaucarnea pliabilis</i>	33	0.018	-4	-0.073
<i>Blomia prisca</i>	1	0.001	-7.49	-0.004
<i>Brosimum alicastrum</i>	3	0.002	-6.39	-0.011
<i>Bucida buceras</i>	3	0.002	-6.39	-0.011
<i>Bursera simaruba</i>	146	0.081	-2.51	-0.204
<i>Byrsonima bucidaefolia</i>	48	0.027	-3.62	-0.097
<i>Caesalpinia gaumeri</i>	25	0.014	-4.27	-0.06
<i>Cassine xylocarpa</i>	3	0.002	-6.39	-0.011
<i>Ceiba aesculifolia</i>	12	0.007	-5.01	-0.033
<i>Coccoloba acapulcensis</i>	14	0.008	-4.85	-0.038
<i>Coccoloba cozumelensis</i>	1	0.001	-7.49	-0.004
<i>Coccoloba diversifolia</i>	45	0.025	-3.69	-0.092
<i>Coccoloba spicata</i>	34	0.019	-3.97	-0.075
<i>Coccothrinax readii</i>	2	0.001	-6.8	-0.008
<i>Cordia alliodora</i>	1	0.001	-7.49	-0.004
<i>Cordia dodecandra</i>	11	0.006	-5.09	-0.031
<i>Cordia gerascanthus</i>	2	0.001	-6.8	-0.008
<i>Crossopetalum gentlei</i>	1	0.001	-7.49	-0.004
<i>Dendropanax arboreus</i>	1	0.001	-7.49	-0.004
<i>Diospyros anisandra</i>	6	0.003	-5.7	-0.019
<i>Diospyros tetrasperma</i>	4	0.002	-6.11	-0.014
<i>Diospyros yucatanensis</i>	9	0.005	-5.29	-0.027
<i>Diphysa carthagenensis</i>	14	0.008	-4.85	-0.038
<i>Drypetes lateriflora</i>	12	0.007	-5.01	-0.033
<i>Erythrina standleyana</i>	2	0.001	-6.8	-0.008
<i>Erythroxylum areolatum</i>	5	0.003	-5.88	-0.016
<i>Eugenia axillaris</i>	16	0.009	-4.72	-0.042
<i>Eugenia trikii</i>	1	0.001	-7.49	-0.004
<i>Exothea diphylla</i>	4	0.002	-6.11	-0.014
<i>Ficus cotinifolia</i>	107	0.06	-2.82	-0.168
<i>Ficus pertusa</i>	1	0.001	-7.49	-0.004
<i>Garcinia intermedia</i>	3	0.002	-6.39	-0.011
<i>Gliricidia sepium</i>	71	0.04	-3.23	-0.128
<i>Guettarda combsii</i>	5	0.003	-5.88	-0.016
<i>Gymnanthes lucida</i>	21	0.012	-4.45	-0.052
<i>Gymnopodium floribundum</i>	9	0.005	-5.29	-0.027
<i>Jatropha gaumeri</i>	8	0.004	-5.41	-0.024
<i>Laetia thamnia</i>	1	0.001	-7.49	-0.004

Especie	ni	pi	ln pi	pi * ln pi
<i>Lonchocarpus guatemalensis</i>	2	0.001	-6.8	-0.008
<i>Lonchocarpus rugosus</i>	19	0.011	-4.55	-0.048
<i>Lysiloma latisiliquum</i>	3	0.002	-6.39	-0.011
<i>Manilkara zapota</i>	194	0.108	-2.22	-0.241
<i>Metopium brownei</i>	415	0.231	-1.46	-0.339
<i>Myrcianthes fragrans</i>	27	0.015	-4.2	-0.063
<i>Nectandra coriacea</i>	1	0.001	-7.49	-0.004
<i>Nectandra salicifolia</i>	4	0.002	-6.11	-0.014
<i>Neea psychotrioides</i>	44	0.025	-3.71	-0.091
<i>Neomillspaughia emarginata</i>	1	0.001	-7.49	-0.004
<i>Ottoschulzia pallida</i>	20	0.011	-4.5	-0.05
<i>Piscidia piscipula</i>	44	0.025	-3.71	-0.091
<i>Plumeria obtusa</i>	19	0.011	-4.55	-0.048
<i>Pouteria campechiana</i>	2	0.001	-6.8	-0.008
<i>Protium copal</i>	1	0.001	-7.49	-0.004
<i>Psidium sartorianum</i>	14	0.008	-4.85	-0.038
<i>Randia longiloba</i>	11	0.006	-5.09	-0.031
<i>Randia obcordata</i>	1	0.001	-7.49	-0.004
<i>Sabal yapa</i>	1	0.001	-7.49	-0.004
<i>Sapium thelocarpum</i>	3	0.002	-6.39	-0.011
<i>Semialarium mexicanum</i>	15	0.008	-4.78	-0.04
<i>Sideroxylon foetidissimum</i>	6	0.003	-5.7	-0.019
<i>Sideroxylon persimile</i>	1	0.001	-7.49	-0.004
<i>Sideroxylon salicifolium</i>	2	0.001	-6.8	-0.008
<i>Swartzia cubensis</i>	9	0.005	-5.29	-0.027
<i>Tabebuia chrysantha</i>	1	0.001	-7.49	-0.004
<i>Talisia olivaeformis</i>	11	0.006	-5.09	-0.031
<i>Ternstroemia tepezapote</i>	8	0.004	-5.41	-0.024
<i>Thevetia gaumeri</i>	5	0.003	-5.88	-0.016
<i>Thouinia paucidentata</i>	37	0.021	-3.88	-0.08
<i>Vitex gaumeri</i>	98	0.055	-2.91	-0.159
<i>Wimmeria lundelliana</i>	1	0.001	-7.49	-0.004
<i>Zanthoxylum caribaeum</i>	5	0.003	-5.88	-0.016
<i>Ziziphus mauritiana</i>	19	0.011	-4.55	-0.048
<b>Total</b>	<b>1794</b>	<b>1</b>	<b>-446.41</b>	<b>-Σ=3.16</b>

Por otro lado, el índice de Simpson presentó un valor de 0.91 (**Cuadro 33**); lo que es coherente con los altos valores obtenidos en el índice de Shannon. Finalmente, el índice Margalef indica riqueza alta (10.41) entre especies del estrato arbóreo.

Cuadro 33. Valores del índice de diversidad Simpson para el estrato arbóreo

Espece	ni	pi	(pi <sup>2</sup> )
<i>Acacia angustissima</i>	54	0.03	0.000906
<i>Annona glabra</i>	2	0.001	0.0000012
<i>Astrocasia tremula</i>	2	0.001	0.0000012
<i>Astronium graveolens</i>	1	0.001	0.0000003
<i>Ateleia gummifera</i>	3	0.002	0.0000028
<i>Attilaea abalak</i>	1	0.001	0.0000003
<i>Bauhinia divaricata</i>	2	0.001	0.0000012
<i>Beaucarnea pliabilis</i>	33	0.018	0.0003384
<i>Blomia prisca</i>	1	0.001	0.0000003
<i>Brosimum alicastrum</i>	3	0.002	0.0000028
<i>Bucida buceras</i>	3	0.002	0.0000028
<i>Bursera simaruba</i>	146	0.081	0.0066231
<i>Byrsonima bucidaefolia</i>	48	0.027	0.0007159
<i>Caesalpinia gaumeri</i>	25	0.014	0.0001942
<i>Cassine xylocarpa</i>	3	0.002	0.0000028
<i>Ceiba aesculifolia</i>	12	0.007	0.0000447
<i>Coccoloba acapulcencis</i>	14	0.008	0.0000609
<i>Coccoloba cozumelensis</i>	1	0.001	0.0000003
<i>Coccoloba diversifolia</i>	45	0.025	0.0006292
<i>Coccoloba spicata</i>	34	0.019	0.0003592
<i>Coccothrinax readii</i>	2	0.001	0.0000012
<i>Cordia alliodora</i>	1	0.001	0.0000003
<i>Cordia dodecandra</i>	11	0.006	0.0000376
<i>Cordia gerascanthus</i>	2	0.001	0.0000012
<i>Crossopetalum gentlei</i>	1	0.001	0.0000003
<i>Dendropanax arboreus</i>	1	0.001	0.0000003
<i>Diospyros anisandra</i>	6	0.003	0.0000112
<i>Diospyros tetrasperma</i>	4	0.002	0.000005
<i>Diospyros yucatanensis</i>	9	0.005	0.0000252
<i>Diphysa carthagenensis</i>	14	0.008	0.0000609
<i>Drypetes lateriflora</i>	12	0.007	0.0000447
<i>Erythrina standleyana</i>	2	0.001	0.0000012
<i>Erythroxylum areolatum</i>	5	0.003	0.0000078
<i>Eugenia axillaris</i>	16	0.009	0.0000795
<i>Eugenia trikii</i>	1	0.001	0.0000003
<i>Exothea diphylla</i>	4	0.002	0.000005
<i>Ficus cotinifolia</i>	107	0.06	0.0035573
<i>Ficus pertusa</i>	1	0.001	0.0000003

Espece	ni	pi	(pi <sup>2</sup> )
<i>Garcinia intermedia</i>	3	0.002	0.0000028
<i>Gliricidia sepium</i>	71	0.04	0.0015663
<i>Guettarda combsii</i>	5	0.003	0.0000078
<i>Gymnanthes lucida</i>	21	0.012	0.000137
<i>Gymnopodium floribundum</i>	9	0.005	0.0000252
<i>Jatropha gaumeri</i>	8	0.004	0.0000199
<i>Laetia thammia</i>	1	0.001	0.0000003
<i>Lonchocarpus guatemalensis</i>	2	0.001	0.0000012
<i>Lonchocarpus rugosus</i>	19	0.011	0.0001122
<i>Lysiloma latisiliquum</i>	3	0.002	0.0000028
<i>Manilkara zapota</i>	194	0.108	0.0116939
<i>Metopium brownei</i>	415	0.231	0.053512
<i>Myrcianthes fragrans</i>	27	0.015	0.0002265
<i>Nectandra coriacea</i>	1	0.001	0.0000003
<i>Nectandra salicifolia</i>	4	0.002	0.000005
<i>Neea psychotrioides</i>	44	0.025	0.0006015
<i>Neomillspaughia emarginata</i>	1	0.001	0.0000003
<i>Ottoschulzia pallida</i>	20	0.011	0.0001243
<i>Piscidia piscipula</i>	44	0.025	0.0006015
<i>Plumeria obtusa</i>	19	0.011	0.0001122
<i>Pouteria campechiana</i>	2	0.001	0.0000012
<i>Protium copal</i>	1	0.001	0.0000003
<i>Psidium sartorianum</i>	14	0.008	0.0000609
<i>Randia longiloba</i>	11	0.006	0.0000376
<i>Randia obcordata</i>	1	0.001	0.0000003
<i>Sabal yapa</i>	1	0.001	0.0000003
<i>Sapium thelocarpum</i>	3	0.002	0.0000028
<i>Semialarium mexicanum</i>	15	0.008	0.0000699
<i>Sideroxylon foetidissimum</i>	6	0.003	0.0000112
<i>Sideroxylon persimile</i>	1	0.001	0.0000003
<i>Sideroxylon salicifolium</i>	2	0.001	0.0000012
<i>Swartzia cubensis</i>	9	0.005	0.0000252
<i>Tabebuia chrysantha</i>	1	0.001	0.0000003
<i>Talisia olivaeformis</i>	11	0.006	0.0000376
<i>Ternstroemia tepezapote</i>	8	0.004	0.0000199
<i>Thevetia gaumeri</i>	5	0.003	0.0000078
<i>Thouinia paucidentata</i>	37	0.021	0.0004254
<i>Vitex gaumeri</i>	98	0.055	0.0029841
<i>Wimmeria lundelliana</i>	1	0.001	0.0000003

Espece	ni	pi	(pi <sup>2</sup> )
<i>Zanthoxylum caribaeum</i>	5	0.003	0.0000078
<i>Ziziphus mauritiana</i>	19	0.011	0.0001122
<b>Total</b>	<b>1,794</b>	<b>1</b>	<b>0.086</b>
		<b>S =</b>	<b>0.91</b>

- Estrato arbustivo

El estrato arbustivo presenta alta diversidad, equidad y riqueza entre especies. Lo anterior se infiere a partir del índice Shannon que presenta valores de 3.85 (**Cuadro 34**), el índice de equidad 0.93 y riqueza con 12.13.

Cuadro 34. Valores del índice de diversidad Shannon para el estrato arbustivo.

Espece	ni	pi	ln pi	pi * ln pi
<i>Acacia angustissima</i>	5	0.006	-5.08	-0.032
<i>Acacia cornigera</i>	1	0.001	-6.69	-0.008
<i>Amyris sylvatica</i>	3	0.004	-5.59	-0.021
<i>Annona glabra</i>	1	0.001	-6.69	-0.008
<i>Ardisia escallonioides</i>	20	0.025	-3.69	-0.092
<i>Bauhinia divaricata</i>	5	0.006	-5.08	-0.032
<i>Beaucarnea pliabilis</i>	4	0.005	-5.3	-0.026
<i>Brosimum alicastrum</i>	1	0.001	-6.69	-0.008
<i>Bucida buceras</i>	2	0.002	-6	-0.015
<i>Bursera simaruba</i>	18	0.022	-3.8	-0.085
<i>Byrsonima bucidaefolia</i>	7	0.009	-4.74	-0.041
<i>Caesalpinia gaumeri</i>	4	0.005	-5.3	-0.026
<i>Cassine xylocarpa</i>	6	0.007	-4.9	-0.037
<i>Cassipourea elliptica</i>	1	0.001	-6.69	-0.008
<i>Chrysophyllum mexicanum</i>	1	0.001	-6.69	-0.008
<i>Coccoloba acapulcencis</i>	8	0.01	-4.61	-0.046
<i>Coccoloba diversifolia</i>	26	0.032	-3.43	-0.111
<i>Coccoloba spicata</i>	11	0.014	-4.29	-0.059
<i>Coccothrinax readii</i>	61	0.076	-2.58	-0.196
<i>Cordia dodecandra</i>	3	0.004	-5.59	-0.021
<i>Cordia gerascanthus</i>	1	0.001	-6.69	-0.008
<i>Crossopetalum gentlei</i>	2	0.002	-6	-0.015
<i>Croton arboreus</i>	22	0.027	-3.6	-0.099
<i>Cydista diversifolia</i>	1	0.001	-6.69	-0.008
<i>Diospyros anisandra</i>	3	0.004	-5.59	-0.021



<i>Diospyros tetrasperma</i>	6	0.007	-4.9	-0.037
<i>Diospyros verae-crucis</i>	1	0.001	-6.69	-0.008
<i>Diospyros yucatanensis</i>	34	0.042	-3.16	-0.134
<i>Diphysa carthagenensis</i>	6	0.007	-4.9	-0.037
<i>Drypetes lateriflora</i>	24	0.03	-3.51	-0.105
<i>Erythroxylum areolatum</i>	5	0.006	-5.08	-0.032
<i>Esenbeckia pentaphylla</i>	11	0.014	-4.29	-0.059
<i>Eugenia axillaris</i>	32	0.04	-3.22	-0.128
<i>Eugenia rhombea</i>	2	0.002	-6	-0.015
<i>Eugenia trikii</i>	6	0.007	-4.9	-0.037
<i>Exostema mexicanum</i>	1	0.001	-6.69	-0.008
<i>Exothea diphylla</i>	9	0.011	-4.49	-0.05
<i>Exothea paniculata</i>	2	0.002	-6	-0.015
<i>Ficus cotinifolia</i>	5	0.006	-5.08	-0.032
<i>Ficus pertusa</i>	1	0.001	-6.69	-0.008
<i>Garcinia intermedia</i>	9	0.011	-4.49	-0.05
<i>Gliricidia sepium</i>	12	0.015	-4.2	-0.063
<i>Guettarda combsii</i>	5	0.006	-5.08	-0.032
<i>Gymnanthes lucida</i>	46	0.057	-2.86	-0.164
<i>Gymnopodium floribundum</i>	47	0.059	-2.84	-0.166
<i>Hippomane mancinella</i>	2	0.002	-6	-0.015
<i>Jatropha gaumeri</i>	22	0.027	-3.6	-0.099
<i>Lonchocarpus guatemalensis</i>	1	0.001	-6.69	-0.008
<i>Lonchocarpus rugosus</i>	12	0.015	-4.2	-0.063
<i>Manilkara zapota</i>	34	0.042	-3.16	-0.134
<i>Metopium brownei</i>	24	0.03	-3.51	-0.105
<i>Mimosa bahamensis</i>	2	0.002	-6	-0.015
<i>Mosannonna depressa</i>	6	0.007	-4.9	-0.037
<i>Myrcianthes fragrans</i>	6	0.007	-4.9	-0.037
<i>Myrica cerifera</i>	3	0.004	-5.59	-0.021
<i>Nectandra coriacea</i>	5	0.006	-5.08	-0.032
<i>Nectandra salicifolia</i>	1	0.001	-6.69	-0.008
<i>Neea psychotrioides</i>	19	0.024	-3.74	-0.089
<i>Neomillspaughia emarginata</i>	1	0.001	-6.69	-0.008
<i>Ottoschulzia pallida</i>	23	0.029	-3.55	-0.102
<i>Piscidia piscipula</i>	5	0.006	-5.08	-0.032
<i>Pithecellobium stevensonii</i>	7	0.009	-4.74	-0.041
<i>Plumeria obtusa</i>	5	0.006	-5.08	-0.032
<i>Pouteria campechiana</i>	1	0.001	-6.69	-0.008
<i>Psidium sartorianum</i>	28	0.035	-3.36	-0.117
<i>Randia aculeata</i>	4	0.005	-5.3	-0.026

<i>Randia longiloba</i>	19	0.024	-3.74	-0.089
<i>Randia obcordata</i>	6	0.007	-4.9	-0.037
<i>Sebastiania adenophora</i>	20	0.025	-3.69	-0.092
<i>Semialarium mexicanum</i>	4	0.005	-5.3	-0.026
<i>Sideroxylon celastrinum</i>	1	0.001	-6.69	-0.008
<i>Sideroxylon foetidissimum</i>	2	0.002	-6	-0.015
<i>Sideroxylon persimile</i>	3	0.004	-5.59	-0.021
<i>Sideroxylon salicifolium</i>	5	0.006	-5.08	-0.032
<i>Spondias purpurea</i>	1	0.001	-6.69	-0.008
<i>Talisia olivaeformis</i>	4	0.005	-5.3	-0.026
<i>Ternstroemia tepezapote</i>	3	0.004	-5.59	-0.021
<i>Thevetia gaumeri</i>	4	0.005	-5.3	-0.026
<i>Thouinia paucidentata</i>	19	0.024	-3.74	-0.089
<i>Trichilia hirta</i>	3	0.004	-5.59	-0.021
<i>Vitex gaumeri</i>	14	0.017	-4.05	-0.071
<i>Zanthoxylum caribaeum</i>	1	0.001	-6.69	-0.008
<i>Ziziphus mauritiana</i>	1	0.001	-6.69	-0.008
<i>Zuelania guidonia</i>	1	0.001	-6.69	-0.008
<b>Total</b>	<b>803</b>	<b>1</b>	<b>-428.88</b>	<b>-<math>\Sigma</math>=3.845</b>

La conclusión de una diversidad considerable para el predio obtenida mediante el índice de Shannon, se confirma con los valores obtenidos en el índice de diversidad de Simpson (0.97) (**Cuadro 35**).

*Cuadro 35. Valores del índice de diversidad Simpson para el estrato arbustivo.*

Especie	ni	pi	(pi <sup>2</sup> )
<i>Acacia angustissima</i>	5	0.006	0.000039
<i>Acacia cornigera</i>	1	0.001	0.000002
<i>Amyris sylvatica</i>	3	0.004	0.000014
<i>Annona glabra</i>	1	0.001	0.000002
<i>Ardisia escallonioides</i>	20	0.025	0.000620
<i>Bauhinia divaricata</i>	5	0.006	0.000039
<i>Beaucarnea plabilis</i>	4	0.005	0.000025
<i>Brosimum alicastrum</i>	1	0.001	0.000002
<i>Bucida buceras</i>	2	0.002	0.000006
<i>Bursera simaruba</i>	18	0.022	0.000502
<i>Byrsonima bucidaefolia</i>	7	0.009	0.000076
<i>Caesalpinia gaumeri</i>	4	0.005	0.000025
<i>Cassine xylocarpa</i>	6	0.007	0.000056
<i>Cassipourea elliptica</i>	1	0.001	0.000002
<i>Chrysophyllum mexicanum</i>	1	0.001	0.000002
<i>Coccoloba acapulcencis</i>	8	0.010	0.000099

Especie	ni	pi	(pi <sup>2</sup> )
<i>Coccoloba diversifolia</i>	26	0.032	0.001048
<i>Coccoloba spicata</i>	11	0.014	0.000188
<i>Coccothrinax readii</i>	61	0.076	0.005771
<i>Cordia dodecandra</i>	3	0.004	0.000014
<i>Cordia gerascanthus</i>	1	0.001	0.000002
<i>Crossopetalum gentlei</i>	2	0.002	0.000006
<i>Croton arboreus</i>	22	0.027	0.000751
<i>Cydista diversifolia</i>	1	0.001	0.000002
<i>Diospyros anisandra</i>	3	0.004	0.000014
<i>Diospyros tetrasperma</i>	6	0.007	0.000056
<i>Diospyros verae-crucis</i>	1	0.001	0.000002
<i>Diospyros yucatanensis</i>	34	0.042	0.001793
<i>Diphysa carthagenensis</i>	6	0.007	0.000056
<i>Drypetes lateriflora</i>	24	0.030	0.000893
<i>Erythroxylum areolatum</i>	5	0.006	0.000039
<i>Esenbeckia pentaphylla</i>	11	0.014	0.000188
<i>Eugenia axillaris</i>	32	0.040	0.001588
<i>Eugenia rhombea</i>	2	0.002	0.000006
<i>Eugenia trikii</i>	6	0.007	0.000056
<i>Exostema mexicanum</i>	1	0.001	0.000002
<i>Exothea diphylla</i>	9	0.011	0.000126
<i>Exothea paniculata</i>	2	0.002	0.000006
<i>Ficus cotinifolia</i>	5	0.006	0.000039
<i>Ficus pertusa</i>	1	0.001	0.000002
<i>Garcinia intermedia</i>	9	0.011	0.000126
<i>Gliricidia sepium</i>	12	0.015	0.000223
<i>Guettarda combsii</i>	5	0.006	0.000039
<i>Gymnanthes lucida</i>	46	0.057	0.003282
<i>Gymnopodium floribundum</i>	47	0.059	0.003426
<i>Hippomane mancinella</i>	2	0.002	0.000006
<i>Jatropha gaumeri</i>	22	0.027	0.000751
<i>Lonchocarpus guatemalensis</i>	1	0.001	0.000002
<i>Lonchocarpus rugosus</i>	12	0.015	0.000223
<i>Manilkara zapota</i>	34	0.042	0.001793
<i>Metopium brownei</i>	24	0.030	0.000893
<i>Mimosa bahamensis</i>	2	0.002	0.000006
<i>Mosannonna depressa</i>	6	0.007	0.000056
<i>Myrcianthes fragrans</i>	6	0.007	0.000056
<i>Myrica cerifera</i>	3	0.004	0.000014
<i>Nectandra coriacea</i>	5	0.006	0.000039
<i>Nectandra salicifolia</i>	1	0.001	0.000002
<i>Neea psychotrioides</i>	19	0.024	0.000560
<i>Neomillspaughia emarginata</i>	1	0.001	0.000002
<i>Ottoschulzia pallida</i>	23	0.029	0.000820

Especie	ni	pi	(pi <sup>2</sup> )
<i>Piscidia piscipula</i>	5	0.006	0.000039
<i>Pithecellobium stevensonii</i>	7	0.009	0.000076
<i>Plumeria obtusa</i>	5	0.006	0.000039
<i>Pouteria campechiana</i>	1	0.001	0.000002
<i>Psidium sartorianum</i>	28	0.035	0.001216
<i>Randia aculeata</i>	4	0.005	0.000025
<i>Randia longiloba</i>	19	0.024	0.000560
<i>Randia obcordata</i>	6	0.007	0.000056
<i>Sebastiania adenophora</i>	20	0.025	0.000620
<i>Semialarium mexicanum</i>	4	0.005	0.000025
<i>Sideroxylon celastrinum</i>	1	0.001	0.000002
<i>Sideroxylon foetidissimum</i>	2	0.002	0.000006
<i>Sideroxylon persimile</i>	3	0.004	0.000014
<i>Sideroxylon salicifolium</i>	5	0.006	0.000039
<i>Spondias purpurea</i>	1	0.001	0.000002
<i>Talisia olivaeformis</i>	4	0.005	0.000025
<i>Ternstroemia tepezapote</i>	3	0.004	0.000014
<i>Thevetia gaumeri</i>	4	0.005	0.000025
<i>Thouinia paucidentata</i>	19	0.024	0.000560
<i>Trichilia hirta</i>	3	0.004	0.000014
<i>Vitex gaumeri</i>	14	0.017	0.000304
<i>Zanthoxylum caribaeum</i>	1	0.001	0.000002
<i>Ziziphus mauritiana</i>	1	0.001	0.000002
<i>Zuelania guidonia</i>	1	0.001	0.000002
<b>Total</b>	<b>803</b>	<b>1</b>	<b>0.030</b>
	<b>S</b>		<b>0.97</b>

- Estrato herbáceo

El estrato herbáceo registra valores de 3.67 con el índice de Shannon (**Cuadro 36**), lo cual es coherente con lo obtenido en el estrato arbustivo y arbóreo.

Cuadro 36. Valores del índice de diversidad Shannon para el estrato herbáceo.

Especie	ni	pi	ln pi	pi * ln pi
<i>Acacia cornigera</i>	2	0.004	-5.6	-0.02
<i>Adenocalymma inundatum</i>	2	0.004	-5.6	-0.02
<i>Amphilophium paniculatum</i>	4	0.007	-4.9	-0.04
<i>Amyris sylvatica</i>	1	0.002	-6.29	-0.01
<i>Ardisia escallonioides</i>	12	0.022	-3.8	-0.08
<i>Astrocasia tremula</i>	4	0.007	-4.9	-0.04
<i>Bauhinia jenningsii</i>	4	0.007	-4.9	-0.04
<i>Beaucarnea pliabilis</i>	1	0.002	-6.29	-0.01

Espece	ni	pi	ln pi	pi * ln pi
<i>Bromelia alsodes</i>	2	0.004	-5.6	-0.02
<i>Bursera simaruba</i>	3	0.006	-5.19	-0.03
<i>Byrsonima bucidaefolia</i>	4	0.007	-4.9	-0.04
<i>Centrosema molle</i>	5	0.009	-4.68	-0.04
<i>Chamaedorea seifrizii</i>	1	0.002	-6.29	-0.01
<i>Chrysophyllum mexicanum</i>	3	0.006	-5.19	-0.03
<i>Coccoloba acapulcencis</i>	1	0.002	-6.29	-0.01
<i>Coccoloba cozumelensis</i>	4	0.007	-4.9	-0.04
<i>Coccoloba diversifolia</i>	4	0.007	-4.9	-0.04
<i>Coccoloba spicata</i>	4	0.007	-4.9	-0.04
<i>Coccothrinax readii</i>	21	0.039	-3.25	-0.13
<i>Cordia dodecandra</i>	1	0.002	-6.29	-0.01
<i>Croton arboreus</i>	26	0.048	-3.03	-0.15
<i>Cydista diversifolia</i>	8	0.015	-4.21	-0.06
<i>Dalbergia glabra</i>	4	0.007	-4.9	-0.04
<i>Diospyros yucatanensis</i>	6	0.011	-4.5	-0.05
<i>Drypetes lateriflora</i>	6	0.011	-4.5	-0.05
<i>Esenbeckia pentaphylla</i>	40	0.074	-2.6	-0.19
<i>Eugenia axillaris</i>	41	0.076	-2.58	-0.2
<i>Exothea diphylla</i>	4	0.007	-4.9	-0.04
<i>Ficus cotinifolia</i>	1	0.002	-6.29	-0.01
<i>Garcinia intermedia</i>	2	0.004	-5.6	-0.02
<i>Gliricidia sepium</i>	2	0.004	-5.6	-0.02
<i>Guettarda combsii</i>	3	0.006	-5.19	-0.03
<i>Gymnanthes lucida</i>	18	0.033	-3.4	-0.11
<i>Gymnopodium floribundum</i>	1	0.002	-6.29	-0.01
<i>Hampea trilobata</i>	1	0.002	-6.29	-0.01
<i>Jatropha gaumeri</i>	4	0.007	-4.9	-0.04
<i>Lonchocarpus rugosus</i>	14	0.026	-3.65	-0.09
<i>Malvaviscus arboreus</i>	5	0.009	-4.68	-0.04
<i>Manilkara zapota</i>	18	0.033	-3.4	-0.11
<i>Metopium brownei</i>	3	0.006	-5.19	-0.03
<i>Myrcianthes fragrans</i>	29	0.054	-2.92	-0.16
<i>Myrica cerifera</i>	3	0.006	-5.19	-0.03
<i>Nectandra coriacea</i>	23	0.043	-3.15	-0.13
<i>Nectandra salicifolia</i>	1	0.002	-6.29	-0.01
<i>Neea psychotrioides</i>	2	0.004	-5.6	-0.02
<i>Ottoschulzia pallida</i>	11	0.02	-3.89	-0.08
<i>Paullinia cururu</i>	9	0.017	-4.09	-0.07

Espece	ni	pi	ln pi	pi * ln pi
<i>Paullinia pinnata</i>	6	0.011	-4.5	-0.05
<i>Petrea volubilis</i>	1	0.002	-6.29	-0.01
<i>Philodendron jacquinii</i>	1	0.002	-6.29	-0.01
<i>Pithecellobium stevensonii</i>	2	0.004	-5.6	-0.02
<i>Plumeria obtusa</i>	2	0.004	-5.6	-0.02
<i>Pouteria campechiana</i>	1	0.002	-6.29	-0.01
<i>Psidium sartorianum</i>	24	0.045	-3.11	-0.14
<i>Psychotria nervosa</i>	10	0.019	-3.99	-0.07
<i>Randia aculeata</i>	45	0.083	-2.48	-0.21
<i>Rhus radicans</i>	1	0.002	-6.29	-0.01
<i>Sebastiania adenophora</i>	11	0.02	-3.89	-0.08
<i>Semialarium mexicanum</i>	5	0.009	-4.68	-0.04
<i>Serjania goniocarpa</i>	13	0.024	-3.72	-0.09
<i>Smilax mollis</i>	3	0.006	-5.19	-0.03
<i>Strophocactus testudo</i>	2	0.004	-5.6	-0.02
<i>Swartzia cubensis</i>	2	0.004	-5.6	-0.02
<i>Talisia olivaeformis</i>	3	0.006	-5.19	-0.03
<i>Thevetia gaumeri</i>	5	0.009	-4.68	-0.04
<i>Thouinia paucidentata</i>	1	0.002	-6.29	-0.01
<i>Tillandsia brachycaulos</i>	14	0.026	-3.65	-0.09
<i>Trichilia hirta</i>	8	0.015	-4.21	-0.06
<i>Tynanthus guatemalensis</i>	1	0.002	-6.29	-0.01
<i>Urvillea ulmacea</i>	8	0.015	-4.21	-0.06
<i>Vitex gaumeri</i>	2	0.004	-5.6	-0.02
<b>Total</b>	<b>539</b>	<b>1</b>	<b>-346.74</b>	<b>-<math>\sum</math>=3.67</b>

Por otra parte, el índice de Simpson registra alta diversidad (0.96), lo que confirma lo obtenido con el índice de Shannon (**Cuadro 37**). El índice de equidad para el estrato arbóreo es 0.86, mientras el índice de riqueza presenta 11.12. Por tanto, el estrato tiene alta diversidad, equidad y riqueza entre especies.

*Cuadro 37. Valores del índice de diversidad Simpson para el estrato herbáceo.*

Espece	ni	pi	(pi <sup>2</sup> )
<i>Acacia cornigera</i>	2	0.004	0.000014
<i>Adenocalymma inundatum</i>	2	0.004	0.000014
<i>Amphilophium paniculatum</i>	4	0.007	0.000055
<i>Amyris sylvatica</i>	1	0.002	0.000003
<i>Ardisia escallonioides</i>	12	0.022	0.000496
<i>Astrocasia tremula</i>	4	0.007	0.000055

Espece	ni	pi	(pi <sup>2</sup> )
<i>Bauhinia jenningsii</i>	4	0.007	0.000055
<i>Beaucarnea plibillii</i>	1	0.002	0.000003
<i>Bromelia alsodes</i>	2	0.004	0.000014
<i>Bursera simaruba</i>	3	0.006	0.000031
<i>Byrsonima bucidaefolia</i>	4	0.007	0.000055
<i>Centrosema molle</i>	5	0.009	0.000086
<i>Chamaedorea seifrizii</i>	1	0.002	0.000003
<i>Chrysophyllum mexicanum</i>	3	0.006	0.000031
<i>Coccoloba acapulcensis</i>	1	0.002	0.000003
<i>Coccoloba cozumelensis</i>	4	0.007	0.000055
<i>Coccoloba diversifolia</i>	4	0.007	0.000055
<i>Coccoloba spicata</i>	4	0.007	0.000055
<i>Coccothrinax readii</i>	21	0.039	0.001518
<i>Cordia dodecandra</i>	1	0.002	0.000003
<i>Croton arboreus</i>	26	0.048	0.002327
<i>Cydista diversifolia</i>	8	0.015	0.00022
<i>Dalbergia glabra</i>	4	0.007	0.000055
<i>Diospyros yucatanensis</i>	6	0.011	0.000124
<i>Drypetes lateriflora</i>	6	0.011	0.000124
<i>Esenbeckia pentaphylla</i>	40	0.074	0.005507
<i>Eugenia axillaris</i>	41	0.076	0.005786
<i>Exothea diphylla</i>	4	0.007	0.000055
<i>Ficus cotinifolia</i>	1	0.002	0.000003
<i>Garcinia intermedia</i>	2	0.004	0.000014
<i>Gliricidia sepium</i>	2	0.004	0.000014
<i>Guettarda combsii</i>	3	0.006	0.000031
<i>Gymnanthes lucida</i>	18	0.033	0.001115
<i>Gymnopodium floribundum</i>	1	0.002	0.000003
<i>Hampea trilobata</i>	1	0.002	0.000003
<i>Jatropha gaumeri</i>	4	0.007	0.000055
<i>Lonchocarpus rugosus</i>	14	0.026	0.000675
<i>Malvaviscus arboreus</i>	5	0.009	0.000086
<i>Manilkara zapota</i>	18	0.033	0.001115
<i>Metopium brownei</i>	3	0.006	0.000031
<i>Myrcianthes fragrans</i>	29	0.054	0.002895
<i>Myrica cerifera</i>	3	0.006	0.000031
<i>Nectandra coriacea</i>	23	0.043	0.001821
<i>Nectandra salicifolia</i>	1	0.002	0.000003
<i>Neea psychotrioides</i>	2	0.004	0.000014

Especie	ni	pi	(pi <sup>2</sup> )
<i>Ottoschulzia pallida</i>	11	0.02	0.000416
<i>Paullinia cururu</i>	9	0.017	0.000279
<i>Paullinia pinnata</i>	6	0.011	0.000124
<i>Petrea volubilis</i>	1	0.002	0.000003
<i>Philodendron jacquinii</i>	1	0.002	0.000003
<i>Pithecellobium stevensonii</i>	2	0.004	0.000014
<i>Plumeria obtusa</i>	2	0.004	0.000014
<i>Pouteria campechiana</i>	1	0.002	0.000003
<i>Psidium sartorianum</i>	24	0.045	0.001983
<i>Psychotria nervosa</i>	10	0.019	0.000344
<i>Randia aculeata</i>	45	0.083	0.00697
<i>Rhus radicans</i>	1	0.002	0.000003
<i>Sebastiania adenophora</i>	11	0.02	0.000416
<i>Semialarium mexicanum</i>	5	0.009	0.000086
<i>Serjania goniocarpa</i>	13	0.024	0.000582
<i>Smilax mollis</i>	3	0.006	0.000031
<i>Strophocactus testudo</i>	2	0.004	0.000014
<i>Swartzia cubensis</i>	2	0.004	0.000014
<i>Talisia olivaeformis</i>	3	0.006	0.000031
<i>Thevetia gaumeri</i>	5	0.009	0.000086
<i>Thouinia paucidentata</i>	1	0.002	0.000003
<i>Tillandsia brachycaulos</i>	14	0.026	0.000675
<i>Trichilia hirta</i>	8	0.015	0.00022
<i>Tynanthus guatemalensis</i>	1	0.002	0.000003
<i>Urvillea ulmacea</i>	8	0.015	0.00022
<i>Vitex gaumeri</i>	2	0.004	0.000014
<b>Total</b>	<b>539</b>	<b>1</b>	<b>0.037268</b>
<b>S</b>			<b>0.96</b>

### V.5.5 Índice de valor de importancia

El índice de Valor de Importancia define las especies presentes que contribuyen en el carácter y estructura de un ecosistema. El análisis del valor de importancia nos permite contar con parámetros para tomar decisiones o emitir recomendaciones en favor de la conservación de taxa o áreas amenazadas, o monitorear el efecto de las perturbaciones en el ambiente.



- Estrato arbóreo

La especies con el mayor porcentaje del I.V.I son *Metopium brownei*, *Manilkara zapota* y *Bursera simaruba* en total representan el 110.30% del total. Mientras, las especies que le siguen en nivel de importancia son *Ficus cotinifolia* (17.52 %), *Vitex gaumeri* (17.51) y *Gliricidia sepium* (11.69) (Figura 45 y Cuadro 38).

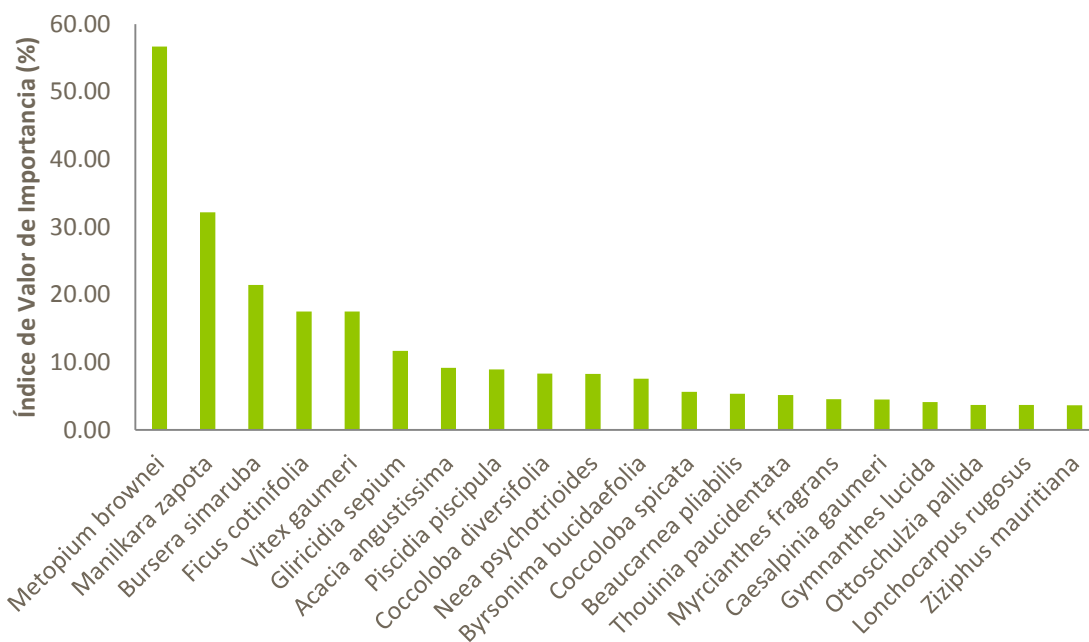


Figura 45. Especies con mayor Índice de valor de importancia en el estrato arbóreo

Cuadro 38. Índice de valor de importancia de cada especie del estrato arbóreo

Especie	Frecuencia		Densidad		Dominancia		I.V.I
	absoluta	relativa	absoluta	relativa	absoluta	relativa	
<i>Acacia angustissima</i>	42.86	2.93	0.00257	3.01	0.0000628	3.27	9.21
<i>Annona glabra</i>	4.76	0.33	0.0001	0.11	0.0000011	0.06	0.5
<i>Astrocasia tremula</i>	2.38	0.16	0.0001	0.11	0.0000012	0.06	0.34
<i>Astronium graveolens</i>	2.38	0.16	0.00005	0.06	0.0000013	0.07	0.29
<i>Atelela gummifera</i>	7.14	0.49	0.00014	0.17	0.0000021	0.11	0.76
<i>Attilaea abalak</i>	2.38	0.16	0.00005	0.06	0.0000005	0.03	0.25
<i>Bauhinia divaricata</i>	4.76	0.33	0.0001	0.11	0.0000008	0.04	0.48
<i>Beaucarnea pliabillis</i>	21.43	1.46	0.00157	1.84	0.0000397	2.06	5.37
<i>Blomia prisca</i>	2.38	0.16	0.00005	0.06	0.0000006	0.03	0.25
<i>Brosimum allcastrum</i>	4.76	0.33	0.00014	0.17	0.0000037	0.19	0.69
<i>Bucida buceras</i>	7.14	0.49	0.00014	0.17	0.0000017	0.09	0.75

Especie	Frecuencia		Densidad		Dominancia		I.V.I
	absoluta	relativa	absoluta	relativa	absoluta	relativa	
<i>Bursera simaruba</i>	88.1	6.02	0.00695	8.14	0.0001401	7.29	21.44
<i>Byrsonima bucidaefolia</i>	45.24	3.09	0.00229	2.68	0.0000346	1.8	7.56
<i>Caesalpinia gaumeri</i>	26.19	1.79	0.00119	1.39	0.0000259	1.35	4.53
<i>Cassine xylocarpa</i>	4.76	0.33	0.00014	0.17	0.0000013	0.07	0.56
<i>Celba aescullifolia</i>	19.05	1.3	0.00057	0.67	0.0000171	0.89	2.86
<i>Coccoloba acapulcencis</i>	28.57	1.95	0.00067	0.78	0.0000074	0.39	3.12
<i>Coccoloba cozumelensis</i>	2.38	0.16	0.00005	0.06	0.0000007	0.04	0.25
<i>Coccoloba diversifolia</i>	61.9	4.23	0.00214	2.51	0.0000309	1.61	8.34
<i>Coccoloba spicata</i>	33.33	2.28	0.00162	1.9	0.0000279	1.45	5.62
<i>Coccothrinax readii</i>	2.38	0.16	0.0001	0.11	0.0000009	0.05	0.32
<i>Cordia alliodora</i>	2.38	0.16	0.00005	0.06	0.0000005	0.02	0.24
<i>Cordia dodecandra</i>	19.05	1.3	0.00052	0.61	0.0000063	0.33	2.24
<i>Cordia gerascanthus</i>	4.76	0.33	0.0001	0.11	0.0000024	0.12	0.56
<i>Crossopetalum gentlei</i>	2.38	0.16	0.00005	0.06	0.0000004	0.02	0.24
<i>Dendropanax arboreus</i>	2.38	0.16	0.00005	0.06	0.0000007	0.03	0.25
<i>Diospyros anisandra</i>	4.76	0.33	0.00029	0.33	0.000004	0.21	0.87
<i>Diospyros tetrasperma</i>	9.52	0.65	0.00019	0.22	0.0000026	0.13	1.01
<i>Diospyros yucatanensis</i>	19.05	1.3	0.00043	0.5	0.0000046	0.24	2.04
<i>Diphysa carthagenensis</i>	14.29	0.98	0.00067	0.78	0.0000077	0.4	2.16
<i>Drypetes lateriflora</i>	16.67	1.14	0.00057	0.67	0.0000074	0.38	2.19
<i>Erythrina standleyana</i>	4.76	0.33	0.0001	0.11	0.0000001	0.05	0.49
<i>Erythroxylum areolatum</i>	7.14	0.49	0.00024	0.28	0.0000034	0.18	0.94
<i>Eugenia axillaris</i>	19.05	1.3	0.00076	0.89	0.0000103	0.54	2.73
<i>Eugenia trikil</i>	2.38	0.16	0.00005	0.06	0.0000019	0.1	0.32
<i>Exothea diphylla</i>	7.14	0.49	0.00019	0.22	0.0000003	0.16	0.87
<i>Ficus cotinifolia</i>	78.57	5.37	0.0051	5.96	0.0001189	6.19	17.52
<i>Ficus pertusa</i>	2.38	0.16	0.00005	0.06	0.0000009	0.05	0.27
<i>Garcinia intermedia</i>	7.14	0.49	0.00014	0.17	0.0000032	0.17	0.82
<i>Gilricidia sepium</i>	52.38	3.58	0.00338	3.96	0.0000798	4.15	11.69
<i>Guettarda combsii</i>	7.14	0.49	0.00024	0.28	0.0000027	0.14	0.91
<i>Gymnanthes lucida</i>	35.71	2.44	0.001	1.17	0.0000102	0.53	4.14
<i>Gymnopodium floribundum</i>	21.43	1.46	0.00043	0.5	0.0000041	0.22	2.18
<i>Jatropha gaumeri</i>	11.9	0.81	0.00038	0.45	0.0000052	0.27	1.53
<i>Laetia thamnia</i>	2.38	0.16	0.00005	0.06	0.0000004	0.02	0.24
<i>Lonchocarpus guatemalensis</i>	4.76	0.33	0.0001	0.11	0.0000009	0.05	0.49
<i>Lonchocarpus rugosus</i>	30.95	2.11	0.0009	1.06	0.0000102	0.53	3.7
<i>Lysiloma latisillquum</i>	4.76	0.33	0.00014	0.17	0.0000023	0.12	0.61
<i>Manilkara zapota</i>	85.71	5.85	0.00924	10.81	0.0002979	15.5	32.17
<i>Metopium brownei</i>	88.1	6.02	0.01976	23.13	0.0005291	27.53	56.68

Especie	Frecuencia		Densidad		Dominancia		I.V.I
	absoluta	relativa	absoluta	relativa	absoluta	relativa	
<i>Myrcianthes fragrans</i>	26.19	1.79	0.00129	1.51	0.0000245	1.27	4.57
<i>Nectandra coriacea</i>	2.38	0.16	0.00005	0.06	0.0000004	0.02	0.24
<i>Nectandra salicifolia</i>	7.14	0.49	0.00019	0.22	0.0000026	0.14	0.85
<i>Neea psychotrioides</i>	61.9	4.23	0.0021	2.45	0.0000306	1.59	8.27
<i>Neomillspaughia emarginata</i>	2.38	0.16	0.00005	0.06	0.0000004	0.02	0.24
<i>Ottoschulzia pallida</i>	26.19	1.79	0.00095	1.11	0.0000154	0.8	3.71
<i>Piscidia piscipula</i>	38.1	2.6	0.0021	2.45	0.0000746	3.88	8.94
<i>Plumeria obtusa</i>	26.19	1.79	0.0009	1.06	0.000012	0.62	3.47
<i>Pouteria campechiana</i>	4.76	0.33	0.0001	0.11	0.000002	0.1	0.54
<i>Protium copal</i>	2.38	0.16	0.00005	0.06	0.0000005	0.03	0.25
<i>Psidium sartorianum</i>	23.81	1.63	0.00067	0.78	0.0000096	0.5	2.9
<i>Randia longiloba</i>	16.67	1.14	0.00052	0.61	0.0000057	0.3	2.05
<i>Randia obcordata</i>	2.38	0.16	0.00005	0.06	0.0000005	0.03	0.24
<i>Sabal yapa</i>	2.38	0.16	0.00005	0.06	0.0000006	0.03	0.25
<i>Sapium thelocarpum</i>	4.76	0.33	0.00014	0.17	0.0000014	0.07	0.57
<i>Semialarium mexicanum</i>	26.19	1.79	0.00071	0.84	0.0000089	0.46	3.09
<i>Sideroxylon foetidissimum</i>	7.14	0.49	0.00029	0.33	0.000004	0.21	1.03
<i>Sideroxylon persimile</i>	2.38	0.16	0.00005	0.06	0.0000004	0.02	0.24
<i>Sideroxylon salicifollum</i>	4.76	0.33	0.0001	0.11	0.0000016	0.08	0.52
<i>Swartzia cubensis</i>	14.29	0.98	0.00043	0.5	0.0000077	0.4	1.88
<i>Tabebuia chrysantha</i>	2.38	0.16	0.00005	0.06	0.0000006	0.03	0.25
<i>Talisia olivaeformis</i>	14.29	0.98	0.00052	0.61	0.0000067	0.35	1.94
<i>Ternstroemia tepezapote</i>	7.14	0.49	0.00038	0.45	0.0000062	0.32	1.25
<i>Thevetia gaumeri</i>	11.9	0.81	0.00024	0.28	0.0000037	0.19	1.28
<i>Thouinia paucidentata</i>	26.19	1.79	0.00176	2.06	0.0000256	1.33	5.18
<i>Vitex gaumeri</i>	76.19	5.2	0.00467	5.46	0.0001315	6.84	17.51
<i>Wimmeria lundelliana</i>	2.38	0.16	0.00005	0.06	0.0000006	0.03	0.25
<i>Zanthoxylum caribaeum</i>	11.9	0.81	0.00024	0.28	0.0000038	0.2	1.29
<i>Ziziphus mauritiana</i>	26.19	1.79	0.0009	1.06	0.0000152	0.79	3.64
<b>Total</b>	<b>1,464.29</b>	<b>100</b>	<b>0.0854286</b>	<b>100</b>	<b>0.0019217</b>	<b>100</b>	<b>300</b>

- Estrato arbustivo

En el estrato arbustivo la especie con mayor valor de importancia es *Coccolobus readii* con 20.16%; siguiéndole *Gymnanthes lucida*, *Gymnopodium floribundum*, *Diospyros yucatanensis*, *Manilkara zapota* y *Eugenia axillaris* que representan en conjunto el 65.23% del total (**Cuadro 39** y **Figura 46**). Cabe destacar que *Coccolobus readii* se encuentra bajo la categoría amenazada en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Cuadro 39. Índice de valor de importancia de cada especie del estrato arbustivo

Especie	Frecuencia		Densidad		Dominancia		I.V.I
	absoluta	relativa	absoluta	relativa	absoluta	relativa	
<i>Acacia angustissima</i>	11.9	1.05	0.0012	0.62	0.000006	0.83	2.5
<i>Acacia cornigera</i>	2.38	0.21	0.0002	0.12	0	0.07	0.4
<i>Amyris sylvatica</i>	7.14	0.63	0.0007	0.37	0.000003	0.38	1.39
<i>Annona glabra</i>	2.38	0.21	0.0002	0.12	0.000001	0.14	0.47
<i>Ardisia escallonioides</i>	23.81	2.1	0.0048	2.49	0.000012	1.75	6.34
<i>Bauhinia divaricata</i>	9.52	0.84	0.0012	0.62	0.000003	0.41	1.87
<i>Beaucarnea pliabilis</i>	4.76	0.42	0.001	0.5	0.000004	0.59	1.5
<i>Brosimum alicastrum</i>	2.38	0.21	0.0002	0.12	0.000001	0.18	0.52
<i>Bucida buceras</i>	2.38	0.21	0.0005	0.25	0.000003	0.39	0.85
<i>Bursera simaruba</i>	33.33	2.94	0.0043	2.24	0.000019	2.69	7.87
<i>Byrsonima bucidaefolia</i>	11.9	1.05	0.0017	0.87	0.000009	1.26	3.18
<i>Caesalpinia gaumeri</i>	7.14	0.63	0.001	0.5	0.000004	0.54	1.67
<i>Cassine xylocarpa</i>	4.76	0.42	0.0014	0.75	0.000006	0.87	2.04
<i>Cassipourea elliptica</i>	2.38	0.21	0.0002	0.12	0.000001	0.12	0.45
<i>Chrysophyllum mexicanum</i>	2.38	0.21	0.0002	0.12	0.000001	0.07	0.41
<i>Coccoloba acapulcensis</i>	16.67	1.47	0.0019	1	0.000008	1.17	3.64
<i>Coccoloba diversifolia</i>	28.57	2.52	0.0062	3.24	0.000024	3.4	9.16
<i>Coccoloba spicata</i>	21.43	1.89	0.0026	1.37	0.000011	1.5	4.76
<i>Coccothrinax readii</i>	57.14	5.04	0.0145	7.6	0.000054	7.52	20.16
<i>Cordia dodecandra</i>	7.14	0.63	0.0007	0.37	0.000003	0.43	1.44
<i>Cordia gerascanthus</i>	2.38	0.21	0.0002	0.12	0.000001	0.08	0.41
<i>Crossopetalum gentlei</i>	2.38	0.21	0.0005	0.25	0.000001	0.16	0.62
<i>Croton arboreus</i>	28.57	2.52	0.0052	2.74	0.000014	1.93	7.19
<i>Cydistia diversifolia</i>	2.38	0.21	0.0002	0.12	0.000001	0.08	0.41
<i>Diospyros anisandra</i>	7.14	0.63	0.0007	0.37	0.000003	0.36	1.36
<i>Diospyros tetrasperma</i>	11.9	1.05	0.0014	0.75	0.000004	0.56	2.36
<i>Diospyros verae-crucis</i>	2.38	0.21	0.0002	0.12	0.000001	0.09	0.43
<i>Diospyros yucatanensis</i>	50	4.41	0.0081	4.23	0.00003	4.27	12.91
<i>Diphysa carthagenensis</i>	7.14	0.63	0.0014	0.75	0.000004	0.51	1.89
<i>Drypetes lateriflora</i>	30.95	2.73	0.0057	2.99	0.000022	3.13	8.85
<i>Erythroxylum areolatum</i>	9.52	0.84	0.0012	0.62	0.000005	0.64	2.1
<i>Esenbeckia pentaphylla</i>	16.67	1.47	0.0026	1.37	0.000006	0.9	3.74
<i>Eugenia axillaris</i>	40.48	3.57	0.0076	3.99	0.000024	3.41	10.97
<i>Eugenia rhombea</i>	4.76	0.42	0.0005	0.25	0.000003	0.38	1.05
<i>Eugenia trikii</i>	9.52	0.84	0.0014	0.75	0.000005	0.73	2.32
<i>Exostema mexicanum</i>	2.38	0.21	0.0002	0.12	0.000001	0.17	0.51
<i>Exothea diphylla</i>	19.05	1.68	0.0021	1.12	0.000009	1.33	4.13
<i>Exothea paniculata</i>	2.38	0.21	0.0005	0.25	0.000002	0.22	0.68

Especie	Frecuencia		Densidad		Dominancia		I.V.I
	absoluta	relativa	absoluta	relativa	absoluta	relativa	
<i>Ficus cotinifolia</i>	11.9	1.05	0.0012	0.62	0.000005	0.66	2.33
<i>Ficus pertusa</i>	2.38	0.21	0.0002	0.12	0.000001	0.18	0.52
<i>Garcinia intermedia</i>	14.29	1.26	0.0021	1.12	0.000006	0.89	3.27
<i>Gliricidia sepium</i>	16.67	1.47	0.0029	1.49	0.000015	2.17	5.14
<i>Guettarda combsii</i>	11.9	1.05	0.0012	0.62	0.000003	0.42	2.09
<i>Gymnanthes lucida</i>	42.86	3.78	0.011	5.73	0.00004	5.68	15.19
<i>Gymnopodium floribundum</i>	30.95	2.73	0.0112	5.85	0.000037	5.21	13.79
<i>Hippomane mancinella</i>	4.76	0.42	0.0005	0.25	0.000001	0.21	0.87
<i>Jatropha gaumeri</i>	33.33	2.94	0.0052	2.74	0.00002	2.79	8.47
<i>Lonchocarpus guatemalensis</i>	2.38	0.21	0.0002	0.12	0.000002	0.22	0.56
<i>Lonchocarpus rugosus</i>	19.05	1.68	0.0029	1.49	0.000014	1.99	5.16
<i>Manilkara zapota</i>	45.24	3.99	0.0081	4.23	0.000029	4.14	12.36
<i>Metopium brownei</i>	26.19	2.31	0.0057	2.99	0.000023	3.23	8.53
<i>Mimosa bahamensis</i>	4.76	0.42	0.0005	0.25	0.000001	0.2	0.87
<i>Mosannonna depressa</i>	11.9	1.05	0.0014	0.75	0.000006	0.78	2.58
<i>Myrcianthes fragrans</i>	11.9	1.05	0.0014	0.75	0.000005	0.72	2.51
<i>Myrica cerifera</i>	4.76	0.42	0.0007	0.37	0.000002	0.23	1.02
<i>Nectandra coriacea</i>	7.14	0.63	0.0012	0.62	0.000003	0.42	1.67
<i>Nectandra salicifolia</i>	2.38	0.21	0.0002	0.12	0.000001	0.08	0.41
<i>Neea psychotrioides</i>	23.81	2.1	0.0045	2.37	0.000018	2.54	7.01
<i>Neomillspaughia emarginata</i>	2.38	0.21	0.0002	0.12	0	0.07	0.4
<i>Ottoschulzia pallida</i>	38.1	3.36	0.0055	2.86	0.000022	3.05	9.28
<i>Piscidia piscipula</i>	11.9	1.05	0.0012	0.62	0.000006	0.78	2.46
<i>Pithecellobium stevensonii</i>	9.52	0.84	0.0017	0.87	0.000005	0.75	2.47
<i>Plumeria obtusa</i>	11.9	1.05	0.0012	0.62	0.000005	0.71	2.38
<i>Pouteria campechiana</i>	2.38	0.21	0.0002	0.12	0.000001	0.09	0.42
<i>Psidium sartorianum</i>	28.57	2.52	0.0067	3.49	0.000022	3.15	9.16
<i>Randia aculeata</i>	9.52	0.84	0.001	0.5	0.000003	0.43	1.76
<i>Randia longiloba</i>	28.57	2.52	0.0045	2.37	0.000019	2.74	7.62
<i>Randia obcordata</i>	7.14	0.63	0.0014	0.75	0.000005	0.68	2.06
<i>Sebastiania adenophora</i>	26.19	2.31	0.0048	2.49	0.000015	2.05	6.85
<i>Semialarium mexicanum</i>	9.52	0.84	0.001	0.5	0.000004	0.53	1.86
<i>Sideroxylon celastrinum</i>	2.38	0.21	0.0002	0.12	0.000002	0.25	0.58
<i>Sideroxylon foetidissimum</i>	4.76	0.42	0.0005	0.25	0.000002	0.25	0.92
<i>Sideroxylon persimile</i>	4.76	0.42	0.0007	0.37	0.000003	0.4	1.19
<i>Sideroxylon salicifolium</i>	9.52	0.84	0.0012	0.62	0.000006	0.86	2.32
<i>Spondias purpurea</i>	2.38	0.21	0.0002	0.12	0	0.07	0.4
<i>Talisia olivaeformis</i>	9.52	0.84	0.001	0.5	0.000003	0.45	1.79
<i>Ternstroemia tepezapote</i>	7.14	0.63	0.0007	0.37	0.000004	0.54	1.54

Especie	Frecuencia		Densidad		Dominancia		I.V.I
	absoluta	relativa	absoluta	relativa	absoluta	relativa	
<i>Thevetia gaumeri</i>	9.52	0.84	0.001	0.5	0.000005	0.67	2.01
<i>Thouinia paucidentata</i>	26.19	2.31	0.0045	2.37	0.000021	2.94	7.61
<i>Trichilia hirta</i>	4.76	0.42	0.0007	0.37	0.000002	0.3	1.09
<i>Vitex gaumeri</i>	21.43	1.89	0.0033	1.74	0.000013	1.76	5.4
<i>Zanthoxylum caribaeum</i>	2.38	0.21	0.0002	0.12	0.000002	0.26	0.59
<i>Ziziphus mauritiana</i>	2.38	0.21	0.0002	0.12	0.000001	0.08	0.41
<i>Zuelania guidonia</i>	2.38	0.21	0.0002	0.12	0.000001	0.15	0.49
<b>Total</b>	<b>1,133.33</b>	<b>100</b>	<b>0.19</b>	<b>100</b>	<b>0.000712</b>	<b>100</b>	<b>300</b>

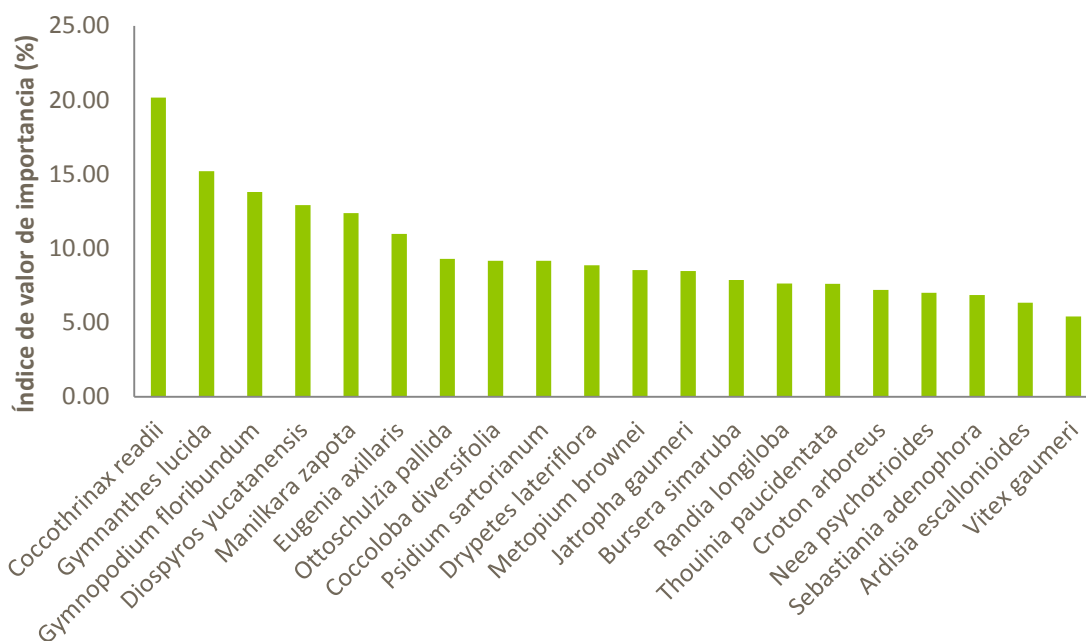


Figura 46. Especies con mayor Índice de valor de importancia en el estrato arbustivo

- Estrato herbáceo

De igual manera que en el estrato arbustivo, *Coccothrinax readii* con 18.49 es la especie con el mayor porcentaje del I.V.I. (Cuadro 40 y Figura 47). Otras especies de importancia en el estrato son *Randia aculeata*, *Eugenia axillaris*, *Croton arboreus* y *Esenbeckia pentaphylla*, representando el 60.56%.

Cuadro 40. Índice de valor de importancia de cada especie del estrato herbáceo.

Especie	Frecuencia		Dominancia		Densidad		I.V.I
	absoluta	relativa	absoluta	relativa	absoluta	relativa	
<i>Acacia cornigera</i>	4.76	0.75	0.004762	0.22	0.000476	0.37	1.34
<i>Adenocalymma inundatum</i>	4.76	0.75	0.014286	0.67	0.000476	0.37	1.79
<i>Amphilophium paniculatum</i>	2.38	0.37	0.095238	4.49	0.000952	0.74	5.6
<i>Amyrlis sylvatica</i>	2.38	0.37	0.009524	0.45	0.000238	0.19	1.01
<i>Ardisia escallonoides</i>	14.29	2.24	0.042857	2.02	0.002857	2.23	6.48
<i>Astrocasia tremula</i>	7.14	1.12	0.014286	0.67	0.000952	0.74	2.53
<i>Bauhinia jenningsii</i>	7.14	1.12	0.014286	0.67	0.000952	0.74	2.53
<i>Beaucarnea plabilis</i>	2.38	0.37	0.004762	0.22	0.000238	0.19	0.78
<i>Bromella alsodes</i>	2.38	0.37	0.019048	0.9	0.000476	0.37	1.64
<i>Bursera simaruba</i>	7.14	1.12	0.00619	0.29	0.000714	0.56	1.97
<i>Byrsonima bucidaeifolia</i>	7.14	1.12	0.009524	0.45	0.000952	0.74	2.31
<i>Centrosema molle</i>	4.76	0.75	0.042857	2.02	0.00119	0.93	3.69
<i>Chamaedorea selfrizii</i>	2.38	0.37	0	0	0.000238	0.19	0.56
<i>Chrysophyllum mexicanum</i>	4.76	0.75	0.029048	1.37	0.000714	0.56	2.67
<i>Coccoloba acapulcencis</i>	2.38	0.37	0.009524	0.45	0.000238	0.19	1.01
<i>Coccoloba cozumelensis</i>	9.52	1.49	0	0	0.000952	0.74	2.23
<i>Coccoloba diversifolia</i>	9.52	1.49	0.021905	1.03	0.000952	0.74	3.27
<i>Coccoloba spicata</i>	7.14	1.12	0.006667	0.31	0.000952	0.74	2.18
<i>Coccothrinax readii</i>	35.71	5.6	0.190952	8.99	0.005	3.9	18.49
<i>Cordia dodecandra</i>	2.38	0.37	0.001905	0.09	0.000238	0.19	0.65
<i>Croton arboreus</i>	28.57	4.48	0.117143	5.52	0.00619	4.82	14.82
<i>Cydistia diversifolia</i>	2.38	0.37	0.180952	8.52	0.001905	1.48	10.38
<i>Dalbergia glabra</i>	7.14	1.12	0.028571	1.35	0.000952	0.74	3.21
<i>Diospyros yucatanensis</i>	7.14	1.12	0.009524	0.45	0.001429	1.11	2.68
<i>Drypetes lateriflora</i>	9.52	1.49	0.022857	1.08	0.001429	1.11	3.68
<i>Esenbeckia pentaphylla</i>	16.67	2.61	0.071429	3.36	0.009524	7.42	13.4
<i>Eugenia axillaris</i>	30.95	4.85	0.078571	3.7	0.009762	7.61	16.16
<i>Exothea diphylla</i>	4.76	0.75	0.017619	0.83	0.000952	0.74	2.32
<i>Ficus cotinifolia</i>	2.38	0.37	0.014286	0.67	0.000238	0.19	1.23
<i>Garcinia intermedia</i>	4.76	0.75	0.009524	0.45	0.000476	0.37	1.57
<i>Gilricidia sepium</i>	4.76	0.75	0	0	0.000476	0.37	1.12
<i>Guettarda combsii</i>	7.14	1.12	0.007143	0.34	0.000714	0.56	2.01
<i>Gymnanthes lucida</i>	23.81	3.73	0.057143	2.69	0.004286	3.34	9.76
<i>Gymnopodium floribundum</i>	2.38	0.37	0	0	0.000238	0.19	0.56
<i>Hampea trilobata</i>	2.38	0.37	0	0	0.000238	0.19	0.56
<i>Jatropha gaumeri</i>	9.52	1.49	0.004762	0.22	0.000952	0.74	2.46
<i>Lonchocarpus rugosus</i>	23.81	3.73	0.008095	0.38	0.003333	2.6	6.71
<i>Malva viscus arboreus</i>	7.14	1.12	0.014286	0.67	0.00119	0.93	2.72

Especie	Frecuencia		Dominancia		Densidad		I.V.I
	absoluta	relativa	absoluta	relativa	absoluta	relativa	
<i>Manilkara zapota</i>	23.81	3.73	0.062381	2.94	0.004286	3.34	10.01
<i>Metopium brownei</i>	7.14	1.12	0.011905	0.56	0.000714	0.56	2.24
<i>Myrcianthes fragrans</i>	16.67	2.61	0.077143	3.63	0.006905	5.38	11.63
<i>Myrica cerifera</i>	2.38	0.37	0.019048	0.9	0.000714	0.56	1.83
<i>Nectandra coriacea</i>	23.81	3.73	0.098571	4.64	0.005476	4.27	12.64
<i>Nectandra salicifolia</i>	2.38	0.37	0	0	0.000238	0.19	0.56
<i>Neea psychotrioides</i>	4.76	0.75	0.009524	0.45	0.000476	0.37	1.57
<i>Ottoschulzia pallida</i>	19.05	2.99	0.057143	2.69	0.002619	2.04	7.72
<i>Paullinia cururu</i>	4.76	0.75	0.151905	7.15	0.002143	1.67	9.57
<i>Paullinia pinnata</i>	9.52	1.49	0.02381	1.12	0.001429	1.11	3.73
<i>Petrea volubilis</i>	2.38	0.37	0	0	0.000238	0.19	0.56
<i>Philodendron jacquinii</i>	2.38	0.37	0	0	0.000238	0.19	0.56
<i>Pithecellobium stevensonii</i>	4.76	0.75	0.004762	0.22	0.000476	0.37	1.34
<i>Plumeria obtusa</i>	4.76	0.75	0.004762	0.22	0.000476	0.37	1.34
<i>Pouteria campechiana</i>	2.38	0.37	0	0	0.000238	0.19	0.56
<i>Psidium sartorianum</i>	21.43	3.36	0.058095	2.74	0.005714	4.45	10.55
<i>Psychotria nervosa</i>	14.29	2.24	0.030476	1.44	0.002381	1.86	5.53
<i>Randia aculeata</i>	35.71	5.6	0.047619	2.24	0.010714	8.35	16.19
<i>Rhus radicans</i>	2.38	0.37	0.001905	0.09	0.000238	0.19	0.65
<i>Sebastiania adenophora</i>	14.29	2.24	0.071429	3.36	0.002619	2.04	7.64
<i>Semialarium mexicanum</i>	9.52	1.49	0.009524	0.45	0.00119	0.93	2.87
<i>Serjania goniocarpa</i>	19.05	2.99	0.104762	4.93	0.003095	2.41	10.33
<i>Smilax mollis</i>	7.14	1.12	0.015238	0.72	0.000714	0.56	2.39
<i>Strophocactus testudo</i>	4.76	0.75	0.014286	0.67	0.000476	0.37	1.79
<i>Swartzia cubensis</i>	4.76	0.75	0.007619	0.36	0.000476	0.37	1.48
<i>Talisia olivaeformis</i>	2.38	0.37	0.004762	0.22	0.000714	0.56	1.15
<i>Thevetia gaumeri</i>	9.52	1.49	0.009524	0.45	0.00119	0.93	2.87
<i>Thouinia paucidentata</i>	2.38	0.37	0	0	0.000238	0.19	0.56
<i>Tillandsia brachycaulos</i>	2.38	0.37	0	0	0.003333	2.6	2.97
<i>Trichilia hirta</i>	11.9	1.87	0.018095	0.85	0.001905	1.48	4.2
<i>Tynanthus guatemalensis</i>	2.38	0.37	0	0	0.000238	0.19	0.56
<i>Urvillea ulmacea</i>	4.76	0.75	0.015238	0.72	0.001905	1.48	2.95
<i>Vitex gaumeri</i>	2.38	0.37	0.014286	0.67	0.000476	0.37	1.42
<b>Total</b>	<b>638.1</b>	<b>100</b>	<b>2.123333</b>	<b>100</b>	<b>0.128333</b>	<b>100</b>	<b>300</b>



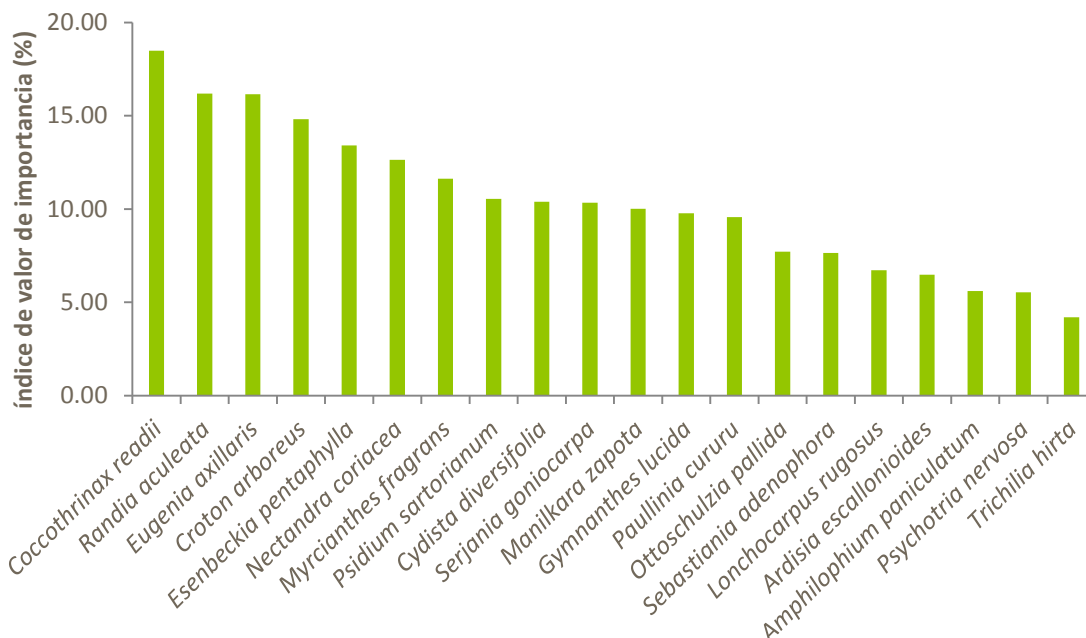


Figura 47. Especies con mayor Índice de valor de importancia en el estrato herbáceo

### V.5.6 Estado de conservación del predio

Con base en los resultados obtenidos se concluye que el predio presenta altos valores de equidad, riqueza y diversidad. A nivel de estratos, destacan el estrato arbustivo y herbáceo debido a sus altos valores, mientras el estrato arbóreo es el que presenta los valores más bajos (**Cuadro 41**).

Cuadro 41. Índices de diversidad por estrato

ESTRATO	NO. INDIVIDUOS	NO. ESPECIES	EQUIDAD	MARGALEFT	SHANNON	SIMPSON
Arbóreo	1,794	79	0.72	10.41	3.16	0.91
Arbustivo	803	84	0.87	12.41	3.85	0.97
Herbáceo	539	71	0.86	11.13	3.67	0.96

De acuerdo con Smith y Smith (2007), en diversos estudios de sucesión ecológica se ha demostrado que la diversidad de especies aumenta en los estratos herbáceos y después disminuye en los estratos arbustivos. Luego la diversidad de especies aumenta de nuevo en una comunidad joven, y sólo disminuye mientras el bosque envejece. Sin embargo, el punto en la diversidad más alto ocurre durante el periodo de transición, después de la llegada de especies más tardías en la sucesión pero antes de la reducción (reemplazo) de especies tempranas. Lo que deriva en la hipótesis de Michel Huston y Joseph Connel, en el estado sucesional secundario con frecuencia intermedia de perturbación, todas las especies coexisten y la diversidad está en su

punto máximo, sin que se dé una relación directamente proporcional entre el la diversidad y el estado de conservación de la comunidad.

De acuerdo con Carreón y Valdez<sup>47</sup>, en las vegetación secundaria de las selvas medianas subperennifolias de Quintana Roo, las especies de condición intermedia (aparecen entre la etapa temprana y tardía) son *Pouteria reticulata*, *Manilkara zapota*, *Metopium brownei*, *Psidium sartorianum*, *Aseis yucatanensis*, *Gymnanthes lucida* y *Drypetes laterifolia*. Mientras, algunas de las especies del estrato tardío son *Bursera simaruba*, *Psidia piscipula*, *Gymnanthes lucida* y *Vitex gaumeri*. Lo cual es coherente con las especies encontradas como más abundantes dentro del estrato arbóreo (*Metopium brownei*, *Manilkara zapota* y *Bursera simaruba*) y en el estrato arbustivo (*Gymnanthes lucida*, *Manilkara zapota* y *Coccothrinax readii*).

Por otra parte, el mismo autor registra la mayor riqueza en las categorías brinzales y latizales, presentando grado de perturbación intermedia (24 años); en concordancia con las hipótesis de perturbación intermedia sugerida para explicar la diversidad de árboles en las zonas tropicales (Seil y Burslem, 2003 y Ugalde *et al*; 2010). En cuanto a la diversidad de Shannon los fustales presentan los valores más alto (alrededor de 3), valores muy parecido a los obtenidos en los diferentes estratos presentes en el predio.

Con base en lo anterior se infiere que el predio presenta un grado de perturbación intermedia, sin embargo la presencia de especies de condición tardía en el estrato herbáceo y arbustivo se denota una tendencia a la condición tardía. Por ello se infiere que el desarrollo del predio, data de los incendios ocurridos en 1989 tras el paso del Huracán Gilberto en 1988; es decir, dados los antecedentes históricos y las condiciones de la vegetación registradas en el predio es altamente probable que buena parte de los individuos presentes en ambos predios tengan una edad de 27 años o más debido a que, como se especificó en el apartado de análisis retrospectivo de la microcuenca, los incendios de 1989 afectaron parcialmente los lotes que integran el predio donde se pretende establecer el proyecto.

En razón de lo anterior y tomando los resultados del análisis de diversidad y riqueza por estrato, se tiene que el predio se encuentra una vegetación secundaria en estado de transición tendiente más a una estructura arbórea que arbustiva, por tal razón se considera que el tipo de comunidad vegetal presente en el predio corresponde a vegetación secundaria arbórea derivada de selva mediana subperennifolia (VSA/SMQ) y no una vegetación secundaria arbustiva como lo define INEGI en la carta de Uso de suelo y Vegetación Serie V.

---

<sup>47</sup> Carreón-Santos R.J. y J.I. Valdez-Hernández. 2014. Estructura y diversidad arbórea de vegetación secundaria derivada de una selva mediana subperennifolia en Quintana Roo. Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente 20(1):119-130.

### V.5.7 Análisis comparativo con la microcuenca

En la microcuenca se registraron 375 especies en 272 géneros y 93 familias, mientras el predio registró 191 especies, en 148 géneros y 55 familias. Por otra parte, *Manilkara zapota* y *Bursera simaruba* son las especies más abundantes y con mayor porcentaje de valor de importancia en el estrato arbóreo, en la microcuenca y predio. Además, *Coccothrinax readii*, especie en la NOM-059-SEMARNAT-2010, se encuentra como una de las especies más abundantes en el estrato arbustivo de la microcuenca y predio. Caso contrario ocurre en el estrato herbáceo, ya que en el predio destaca la presencia de *Coccothrinax readii*, *Randia aculeata* y *Eugenia axillaris*, mientras en la microcuenca *Psychotria pubescens*, *Gymnanthes lucida* y *Nectandra salicifolia* son las especies más abundantes.

Por tanto, se puede inferir que el predio y la microcuenca no presentan alta diferencia entre especies más abundantes y con mayor valor de importancia. Sin embargo, la microcuenca presenta mayor riqueza florística en comparación al predio.

La conclusión anterior, se confirma con los resultados obtenidos en los indicadores de riqueza y diversidad. El índice de diversidad Shannon por estrato presenta valores entre 3.0 y 4.0 a nivel microcuenca y predio. El índice de Simpson a nivel predio y microcuenca presenta valores de 0.91 a 0.97, equivalente a una alta diversidad. Mientras, el índice de riqueza Margalef presenta valores altos que van de 9.30 a 19.7; es decir, alta riqueza de especies (**Cuadro 42**).

Cuadro 42. Índices de riqueza y diversidad para la microcuenca y predio

MICROCUCENCA				
ESTRATO	EQUIDAD	MARGALEFT	SHANNON	SIMPSON
Arbóreo	0.81	9.3	3.34	0.94
Arbusto	0.93	12.13	3.9	0.97
Herbáceo	0.87	19.7	3.45	0.95
PREDIO				
Arbóreo	0.72	10.41	3.16	0.91
Arbusto	0.87	12.41	3.85	0.97
Herbáceo	0.86	11.13	3.67	0.96

De acuerdo con Bongers *et al.*, (1988)<sup>48</sup> las selvas bajas de Los Tuxtlas, Veracruz presenta alta diversidad, con base en los valores obtenidos en el índice de Shannon (4.65). Por otra parte Zarco *et al.*, (2010)<sup>49</sup>, en el Parque estatal de Agua Blanca, Macuspana, Tabasco presenta alta riqueza con valores del índice de Margalef

<sup>48</sup> Bongers F., Pompa J., Meave J. y J. Cara. 1988. Structure and floristic composition of the lowland rain forest of Los Tuxtlas, México. *Vegetatio* 74: 55-80.

<sup>49</sup> Zarco-Espinoza V.M., J.I. Valdez-Hernández, G. Angles-Perez y O. Castillo-Acosta. 2010. Estructura y diversidad de la vegetación arbórea del Parque Estatal Agua Blanca, Macuspana, Tabasco. *Universidad y Ciencia*. 26(1) 1-17.

alrededor de 20. Para el estado de Quintana Roo, Carreón y Valdez (2014), en el municipio Felipe Carrillo Puerto encuentra valores alrededor 3 con el índice de Shannon. Finalmente, se concluye que el predio y la microcuenca presentan altos valores de diversidad y riqueza ecológica, valores parecidos al resto del estado. Sin embargo, inferiores en comparación a diversas zonas de Veracruz y Tabasco.

## V.6 FAUNA

Para determinar las especies de fauna que se encuentran o transitan por el predio se procedió a elaborar una serie de muestreos, utilizando técnicas de observación directa e indirecta basados en las técnicas sugeridas por Jones (1986), Casas-Andreu (1990), y Cherkiss *et al.*, (2005) para los diferentes grupos taxonómicos. De tal manera que el método de muestreo varió dependiendo de cada uno de los grupos faunísticos, siendo diferente en todos los casos. A continuación se especifica el método de muestreo ejecutado para cada uno de los grupos faunísticos.

### V.6.1 Métodos de muestreo

- Aves

Este grupo faunístico presenta un comportamiento rutinario que permitió establecer que los mejores horarios para la observación de las especies que ocupan los predios en donde se pretende desarrollar el proyecto son por la mañana al alba y antes del ocaso. El primer horario fue de las 6:30 a las 9:30 de la mañana y el segundo de 17:00 a 19:00 horas. El primero es cuando inician su actividad diaria las aves y se encuentran en los sitios donde pernoctan, y el horario vespertino corresponde al periodo previo a la pernocta. Para la observación de las aves se utilizaron binoculares y una cámara marca Canon EOS Rebel T3 con lente EF-S 18-55mm de 12.2 megapíxeles. Se realizaron recorridos terrestres por las diferentes zonas que conforman ambos lotes del predio donde se llevará a cabo el proyecto, buscando los sitios en los que se concentrara el mayor número de individuos. Posteriormente y con base en la experiencia del observador se identificaron las especies, con el apoyo de guías de campo y las fotografías tomadas.

- Reptiles y anfibios

Debido a los hábitos y comportamiento rutinario de los individuos de este grupo se pudieron establecer horarios adecuados para su observación; estos horarios son después de las 9 o 10 de la mañana, cuando el sol intensifica sus rayos y provoca que los individuos salgan de sus refugios para calentarse, posteriormente dependiendo de la territorialidad que tengan, se desplazan para alimentarse, por lo que es fácil su observación a lo largo del día y por las tardes regresan a su madriguera para pernoctar.

- Mamíferos menores

Para el muestreo de este tipo de fauna se empleó una técnica mixta, en el que se utilizaron trampas (Tomahawk y Sherman), además de la realización de recorridos en turnos diurnos (7:00 a 10:00 am) y nocturnos (18:00 a 21:00). Las trampas empleadas fueron de dos tipos: Tomahawk, de acero galvanizado, para mamíferos menores tales como coaties, tlacuaches, así como para gatos ferales y urbanos, y Sherman de aluminio, para el muestreo de roedores.

**Trampas tipo Tomahawk.** Se utilizaron dos trampas, una para tallas adultas y una para individuos de talla media y menores. Las trampas se colocaron entre las 17:00 y 18:00 horas en claros entre la vegetación existente y se cebaron con avena a la que se le aplicó esencia de vainilla y en otras ocasiones con carne de pollo. Las trampas fueron revisadas a la mañana siguiente de cada día, entre las 07:00 y 08:00 horas.

**Trampas Sherman.** Se utilizaron 40 de estas trampas, las cuales fueron colocadas dentro del sitio, utilizando como cebo avena impregnada con esencia de vainilla. Se colocaron desde las 17:00 hasta las 18:00 horas para dejarse trabajar durante la noche, y por la mañana siguiente se procedió a su revisión y posteriormente se volvió a cebar.

Las trampas se colocaron a 10 metros de distancia una de otra siguiendo transectos, procurando que en todos los casos la trampa se ubicará en sitios con vegetación fuera de las brechas o veredas existentes, para evitar alguna de las personas que entran al predio pudiera moverlas y/o afectarlas. El número de transectos fue de cuatro, uno por día.

**Recorridos.** Se llevaron a cabo recorridos a pie, en diferentes horas del día y de la noche dentro del sitio entre la vegetación y aprovechando las veredas y brechas existentes, con el objetivo de realizar la búsqueda activa de los individuos de mamíferos menores que pudieran estar presentes en el área.

## V.6.2 Resultados

De los muestreos realizados se obtuvo un total de 382 registros de individuos de 60 especies. De los cuales el grupo de anfibios presentó 19 individuos pertenecientes a cinco especies, en el caso de los reptiles, se encontraron 58 individuos de 10 especies diferentes; para el grupo de las aves, se registraron 269 individuos que pertenecen a 36 especies diferentes, y por último, el grupo de los mamíferos fue representado por 36 individuos de 9 especies diferentes. En el **Cuadro 43** se indican las especies de fauna encontradas en el predio.

En cuanto a la abundancia de las especies por grupo se determinó que en el caso de los anfibios, las especies más abundantes son *Scinax staufferi*, *Incilius valliceps* y *Trachycephalus typhonius*. Para los reptiles, las especies con mayor abundancia fueron *Sceloporus chrysostictus* y *Hemidactylus frenatus*. En el grupo de las aves, se registró a las especies, *Cyanocorax yucatanicus* y *Quiscalus mexicanus*, y por último

para el grupo de los mamíferos, las especies con mayor abundancia son, *Nasua narica* y *Peromyscus yucatanicus*.

Cuadro 43. Listado de la fauna silvestre registrada en los predios del proyecto Residencial Civitas.

ORDEN	FAMILIA	GENERO	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	ABUN. ABSOLUTA	ABUN. RELATIVA	
<b>ANFIBIOS</b>							
Anura	Bufonidae	Incilius	<i>Incilius valliceps</i>	Sapo costero	4	0.211	
	Hylidae	Scinax	<i>Scinax staufferi</i>	Rana arborícola trompuda	6	0.316	
		Scinax	<i>Hyla locuax</i>	Rana arborícola de patas rojas	3	0.158	
		Smilisca	<i>Smilisca baudinii</i>	Rana de árbol Mexicana	2	0.105	
		Tachycephalus	<i>Trachycephalus typhonius</i>	Rana arborícola lechosa	4	0.211	
<b>TOTAL ANFIBIOS</b>					<b>19</b>	<b>1</b>	
<b>REPTILES</b>							
Squamata	Colubridae	Leptophis	<i>Leptophis mexicanus</i>	Culebra perico mexicana	1	0.017	
	Colubridae	Oxybelis	<i>Oxybelis fulgidus</i>	Culebra bejuquilla verde	2	0.034	
	Corytophanidae	Basiliscus	<i>Basiliscus vittatus</i>	Basilisco rayado	5	0.086	
	Gekkonidae	Hemidactylus	<i>Hemidactylus frenatus</i>	Besucona	14	0.241	
	Iguanidae	Ctenosaura	<i>Ctenosaura similis</i>	Iguana negra de cola espinosa	5	0.086	
	Phrynosomatidae	Sceloporus	<i>Sceloporus chrysostictus</i>	Lagartija escamosa pintas amarillas	16	0.276	
	Dactyloidae	Anolis	<i>Anolis sagrei</i>	Anolis pardo	8	0.138	
			<i>Anolis sericeus</i>	Anolis sedoso	4	0.069	
Teiidae	Holcosus	<i>Holcosus undulatus</i>	Ameiva metálica o arcoiris	1	0.017		
Testudines	Geoemydidae	Rhinoclemmys	<i>Rhinoclemmys areolata</i>	Tortuga mojina de monte	2	0.034	
<b>TOTAL REPTILES</b>					<b>58</b>	<b>1</b>	
<b>AVES</b>							
Accipitriformes	Accipitridae	Rupornis	<i>Rupornis magnirostris</i>	Gavilán pollero	1	0.004	
		Cathartidae	Cathartes	<i>Cathartes aura</i>	Zopilote aura	9	0.033
			Coragyps	<i>Coragyps atratus</i>	Zopilote común	12	0.045
Apodiformes	Trochilidae	Amazilia	<i>Amazilia yucatanensis</i>	Colibrí yucateco	4	0.015	
Caprimulgiformes	Caprimulgidae	Chordeiles	<i>Chordeiles minor</i>	Chotacabras zumbón	3	0.011	

ORDEN	FAMILIA	GENERO	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	ABUN. ABSOLUTA	ABUN. RELATIVA
Columbiformes	Columbidae	Columbina	<i>Columbina passerina</i>	Tórtola coquita	5	0.019
		Patagioenas	<i>Patagioenas flavirostris</i>	Paloma morada	4	0.015
		Zenaida	<i>Zenaida asiatica</i>	Paloma ala blanca	6	0.022
Cuculiformes	Cuculidae	Crotophaga	<i>Crotophaga sulcirostris</i>	Garrapatero pijuy	6	0.022
		Piaya	<i>Piaya cayana</i>	Cuclillo canela	4	0.015
	Cardinalidae	Piranga	<i>Piranga rubra</i>	Tángara roja	2	0.007
		Corvidae	Cyanocorax	<i>Cyanocorax yucatanicus</i>	Chara yucateca	32
	Psilorhinus		<i>Psilorhinus morio</i>	Chara papán	10	0.037
	Hirundinidae	Hirundo	<i>Hirundo rustica</i>	Golondrina tijereta	6	0.022
		Dives	<i>Dives dives</i>	Tordo cantor	5	0.019
	Icteridae	Icterus	<i>Icterus auratus</i>	Bolsero yucateco	12	0.045
		Icterus	<i>Icterus dominicensis</i>	Bolsero dominico	10	0.037
		Icterus	<i>Icterus gularis</i>	Bolsero de Altamira	9	0.033
		Icterus	<i>Icterus mesomelas</i>	Bolsero mesomelo	3	0.011
		Molothrus	<i>Molothrus aeneus</i>	Tordo ojo rojo	8	0.03
Quiscalus		<i>Quiscalus mexicanus</i>	Zanate mexicano	25	0.093	
Passeriformes	Mimidae	Mimus	<i>Mimus gilvus</i>	Centzontle tropical	14	0.052
	Thraupidae	Ramphocelus	<i>Ramphocelus sanguinolentus</i>	Tángara rojinegra tropical	6	0.022
		Tityridae	Pachyramphus	<i>Pachyramphus aglaiae</i>	Mosquero cabezón degollado	5
	Tityra		<i>Tityra semifasciata</i>	Titira enmascarada	8	0.03
	Troglodytidae	Pheugopedius	<i>Pheugopedius maculipectus</i>	Chivirín moteado	4	0.015
	Tyrannidae	Myiozetetes	<i>Myiozetetes similis</i>	Luis gregario	9	0.033
		Pitangus	<i>Pitangus sulphuratus</i>	Luis bienteveo	6	0.022
		Tyrannus	<i>Tyrannus melancholicus</i>	Tirano tropical	8	0.03
	Vireonidae	Vireo	<i>Vireo magister</i>	Vireo yucateco	2	0.007
	Piciformes	Picidae	Melanerpes	<i>Melanerpes aurifrons</i>	Carpintero cheje	4
Melanerpes			<i>Melanerpes pygmaeus</i>	Carpintero yucateco	5	0.019
Passeriformes	Poliopitidae	Poliopitila	<i>Poliopitila plumbea</i>	Perlita tropical	2	0.007

ORDEN	FAMILIA	GENERO	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	ABUN. ABSOLUTA	ABUN. RELATIVA
Psittaciformes	Psittacidae	Amazona	<i>Amazona albifrons</i>	Loro frente blanca	11	0.041
		Aratinga	<i>Aratinga nana</i>	Perico pecho sucio	5	0.019
Trogoniformes	Trogonidae	Trogon	<i>Trogon violaceus</i>	Trogón violáceo	4	0.015
<b>TOTAL AVES</b>					<b>269</b>	<b>1</b>
<b>MAMÍFEROS</b>						
Artiodactyla	Cervidae	Odocoileus	<i>Odocoileus virginianus</i>	Venado cola blanca	2	0.056
	Tayassuidae	Pecari	<i>Pecari tajacu</i>	Pecarí de collar	1	0.028
Carnivora	Procyonidae	Nasua	<i>Nasua narica</i>	Coatí norteño	12	0.333
Chiroptera	Molossidae	Artibeus	<i>Artibeus jamaicensis</i>	Murcielago frutero	4	0.111
	Phyllostomidae	Artibeus	<i>Artibeus lituratus</i>	Murciélago frugívoro gigante	3	0.083
Didelphimorphia	Didelphidae	Didelphis	<i>Didelphis virginiana</i>	Tlacuache norteño	2	0.056
Rodentia	Cricetidae	Peromyscus	<i>Peromyscus yucatanicus</i>	Ratón yucateco	6	0.167
	Dasyproctidae	Dasyprocta	<i>Dasyprocta punctata</i>	Guaqueque centroamericano	2	0.056
Rodentia	Sciuridae	Sciurus	<i>Sciurus yucatanensis</i>	Ardilla yucateca	4	0.111
<b>TOTAL MAMÍFEROS</b>					<b>36</b>	<b>1</b>

De las 59 especies encontradas en el predio, cinco de ellas se encuentran en alguna categoría de riesgo según la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, las cuales se muestran en el **Cuadro 44**.

*Cuadro 44. Especies de fauna del predio listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.*

CLASE	ESPECIE	NOM-059-SEMARNAT-2010	
		DISTRIBUCIÓN	CATEGORÍA
REPTILES	<i>Ctenosaura similis</i>	No endémica	Amenazada (A)
	<i>Leptophis mexicanus</i>	No endémica	Amenazada (A)
	<i>Rhinoclemmys areolata</i>	No endémica	Amenazada (A)
AVES	<i>Amazona albifrons</i>	No endémica	Sujeta a Protección Especial (Pr)
	<i>Aratinga nana</i>	No endémica	Sujeta a Protección Especial (Pr)

Tres de las 66 especies, tienen conducta migratoria por lo que su estancia se considera transitoria, dichas especies forman parte del grupo de las aves y se enlistan en el **Cuadro 45**.



**Cuadro 45. Especies con conducta migratoria observadas en el área de estudio.**

ORDEN	FAMILIA	GENERO	ESPECIE
Caprimulgiformes	Caprimulgidae	Chordeiles	<i>Chordeiles minor</i>
Passeriformes	Hirundinidae	Hirundo	<i>Hirundo rustica</i>
Passeriformes	Thraupidae	Piranga	<i>Piranga rubra</i>

De las 9 especies de reptiles encontradas en el predio, dos de ellas son especies introducidas, *Hemidactylus frenatus* (Besucona) y *Anolis sagrei* (Anolis pardo), ambas especies son depredadoras generalistas, cuya dieta incluye canibalismo, por lo que constituye una amenaza para las poblaciones locales de gekos ya que también pueden ser vectores de enfermedades y parásitos a la fauna nativa.

Así también, encontramos especies de aves como *Hirundo rustica* (golondrina tijereta), *Dives dives* (tordo cantor), *Quiscalus mexicanus* (zanate mexicano), *Mimus gilvus* (centzontle tropical) y *Myiozetetes similis* (Luis gregario), que se adaptan fácilmente a zonas modificadas o pobladas, encontrando en las construcciones sitios para anidar; asimismo se identificaron individuos de las especies *Cathartes aura* (zopilote aura) y *Coragyps atratus* (zopilote común), que son carroñeros y encuentran en las inmediaciones de las zonas pobladas una fuente de alimento, sobre todo en sitios en los que se acumulan los residuos sólidos urbanos.

En el grupo de los mamíferos, encontramos también que la mayoría de las especies registradas se adaptan a zonas perturbadas o cercanas a los asentamientos humanos, a excepción del venado cola blanca.

Continuando con el análisis de la fauna silvestre en el predio, se realizó el cálculo de los índices de riqueza específica, Simpson y Shannon-Wiener, de la misma forma en que se describe en el Capítulo IV de este documento. Los resultados del cálculo de estos índices, se muestran en el **Cuadro 46**.

**Cuadro 46. Resultados del cálculo de los índices de diversidad de fauna silvestre en los predios del proyecto Residencial Civitas.**

CLASE	No. ESPECIES	ABUNDANCIA ABSOLUTA	RIQUEZA ESPECÍFICA	ÍNDICE DE SIMPSON	ÍNDICE DE SHANNON-WIENER
ANFIBIOS	5	19	4.66	0.181	1.548
REPTILES	10	58	9.754	0.162	1.951
AVES	36	236	35.821	0.042	3.336
MAMÍFEROS	9	36	8.721	0.157	1.941



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

---

Las características más simples para conocer el estado de un predio en un tiempo determinado son el diámetro a la altura de pecho (DAP) y la altura total. Otras variables de especial interés son la densidad y el área basal. Sin embargo, cuando la caracterización tiene como meta la valoración económica, el volumen de madera es la variable más importante (Cancino, 2006).<sup>50</sup>

El volumen es la medida de la cantidad de madera sólida más ampliamente utilizada. La determinación directa del volumen se realiza mediante métodos analíticos, gráficos o por desplazamiento de líquidos; el primero es el más utilizado. El método analítico asume que la forma del fuste del árbol, ya sea como un todo o por secciones, es semejante a sólidos geométricos básicos. El volumen de esos sólidos se obtiene mediante modelos matemáticos específicos, los que a su vez se utilizan para la cubicación de árboles y trozas (Cancino, Op. Cit.).

A nivel nacional existe una gran variedad de modelos para estimar el volumen, predecir el crecimiento forestal, la densidad, entre otros. En 1960, México presentó un proyecto a la FAO para realizar el inventario forestal nacional del país, mismo que fue aceptado sin modificación alguna. Durante 1961-1985 se llevó a cabo el inventario en el cual se generaron ecuaciones de volumen por estado o región, mismos que actualmente es utilizado (CONAFOR, 2012).<sup>51</sup>

El objetivo del presente capítulo es determinar el volumen en metros cúbicos para las especies forestales y por predio que se extraerán por la eliminación de la vegetación como consecuencia del cambio de uso de suelo.

### VI.1 METODOLOGÍA

La metodología para la estimación de volumen de las especies dentro del predio que será sujeto a cambio de uso de suelo, se divide en las siguientes etapas: estimación del tamaño de muestra, diseño de muestreo, fase de campo, estimación de los indicadores dasométricos y análisis de confiabilidad de la estimación.

---

<sup>50</sup> Cancino J. 2006. Dendrometría básica. Universidad de Concepción. Facultad de Ciencias Forestales 171 P.

<sup>51</sup> CONAFOR (2012). Inventario Nacional Forestal y de Suelos. Informe 2004-2009. Comisión Nacional Forestal. Zapopan, Jalisco. 212 p.

- Tamaño de muestra

La determinación del tamaño de muestra se llevó a cabo mediante un modelo estadístico que requiere la estimación del coeficiente de variación de una variable de interés de la población a muestrear. De tal forma que fue necesario llevar a cabo una prueba piloto para la obtención de dicho parámetro estadístico a partir de la variable de interés, en este caso el área basal, debido a la rapidez y facilidad de su estimación. Una vez obtenidos los parámetros de la prueba piloto se calculó el tamaño mínimo de muestra mediante el siguiente modelo estadístico:

$$n = \frac{t^2 * CV^2}{E^2 + \frac{t^2 * CV^2}{N}}$$

Donde:

$n$ =número de unidades muestrales

$E$ =error con el que se quiere obtener los valores de un determinado parámetro

$t$ =valor que se obtiene de las tablas de “t” de Student, generalmente se usa  $t=0.05$

$N$ =total de unidades muestrales en toda la población

$CV$ =coeficiente de variación

- Diseño de muestreo

El diseño de muestreo fue simple aleatorio (**Figura 48**) el cual se basa en el supuesto de que los puntos de muestreo de toda la población, se eligen de tal forma, que cualquier combinación de  $n$  unidades, tenga la misma oportunidad de ser seleccionada. Se lleva a cabo seleccionando cada unidad al azar e independientemente de cualquier unidad previamente obtenida (Bautista - Zúñiga et al., 2004)<sup>52</sup>

---

<sup>52</sup> Bauista-Zúñiga F., Cram-Heydrich S. y I. Sommer Cervantes. 2004. Capítulo 2. Suelos. 73-115 pp. En: Bautista-Zúñiga F., H. Delfin-Gonzalez, J.L. Palacio Prieto y M.C. Delgado-Carranza. 2004. Técnicas de muestreo para manejadores de recursos naturales. Universidad Nacional Autónoma de México. Universidad Autónoma de Yucatán. Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. Instituto de Ecología. 507 p.

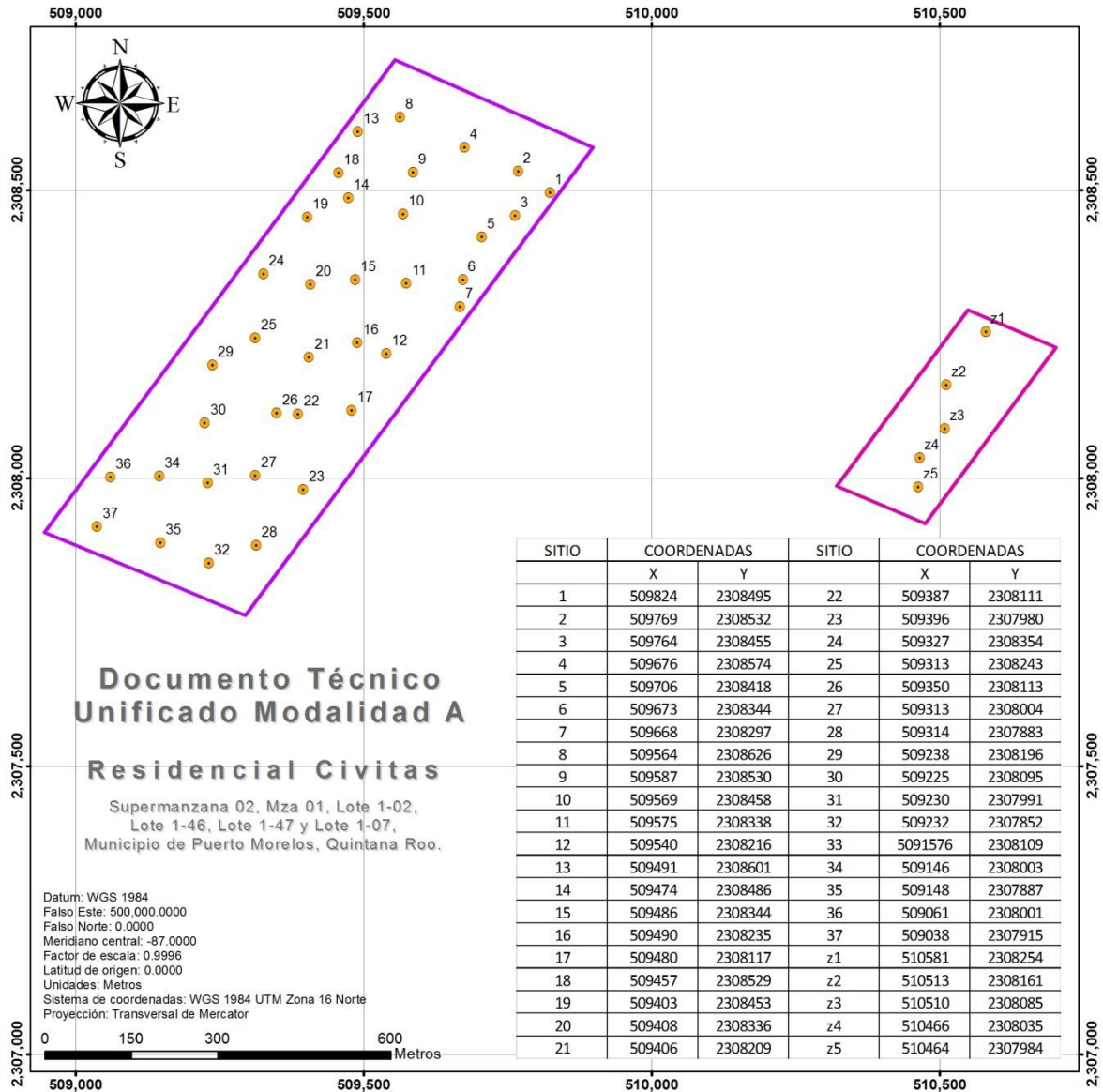


Figura 48. Ubicación de los sitios de muestreo.

- Fase de campo

El levantamiento de vegetación consistió en la identificación de un punto de muestreo, este punto sirvió como centro de tres sitios circulares. El punto inicial se ubicó con dirección al norte, a partir de éste se marcaron los individuos a favor de las manecillas del reloj, del mismo modo para los resto de los sitios.

El primer sitio tuvo como objetivo registrar las características dasométricas del arbolado con diámetro normal mayor o igual a 10 cm; en una radio de 12.6 m, por tanto superficie de 500m<sup>2</sup>. Mientras, el segundo sitio, con superficie de 100 m<sup>2</sup> y radio de 5.64 m, el objetivo principal fue registrar la regeneración natural del predio; es decir, los individuos con diámetro normal mayor o igual a 5 y menores a 10 cm.

Finalmente, el tercer sitio contó con una superficie de 5 m<sup>2</sup> y radio de 1.26 m, el objetivo fue registrar las especies con diámetros menor o igual a 5 cm, también llamados brinzales. Para cada sitio se registró, el número de individuos, altura total y diámetro normal, con la finalidad de obtener las variables de interés en un predio forestal (densidad, área basal y volumen).

- Estimación de variables dasométricas

### *Densidad*

La densidad es el número de individuos por unidad de área (Smith y Smith, Op. Cit.), de tal forma que la densidad se obtuvo con el número de individuos registrados en el muestreo y extrapolando a hectáreas y a la superficie del predio. Cabe destacar que la ocupación del sitio depende también del tamaño de los individuos. Así, un número constante de árboles por unidad de superficie, representará diversos grados de ocupación del sitio y de densidad dependiendo del tamaño de los árboles (Cancino, Op. Cit). Por tanto, además de la densidad, se presentan las categorías de altura y diámetro de los individuos registrados.

### *Área basal*

El área basal es la suma de la sección transversal del fuste a la altura del pecho de todos los árboles por unidad de superficie (Ugalde, 1981)<sup>53</sup>. El área basal se obtuvo inicialmente por individuo, una vez obtenido por individuo se extrapoló a nivel hectárea. La estimación se llevó a cabo mediante la siguiente ecuación:

$$AB = \pi * r^2$$

Donde:

AB= Área basal

$\pi = 3.1416$

r= Radio

### *Volumen*

El volumen es la medida de la cantidad de madera sólida más ampliamente utilizada Entiéndase madera como parte sólida de los árboles por debajo de la corteza, formada por un conjunto de elementos lignificados, lo mismo tráqueas o traqueidas. En sentido estricto, en cuanto al período de su formación, toda suerte de tejido secundario producido por el cambium hacia el interior del mismo (García-Esteban et al., 2003)<sup>54</sup>. Con base en lo anteriormente mencionado, se estima el volumen para las especies

---

<sup>53</sup> Ugalde L.A. 1981. Conceptos básicos de dasometría. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Programa de Recursos Naturales Renovables. Turrialba, Costa Rica. 22 p.

<sup>54</sup> García-Esteban L., A. Guindeo-Casasus, C. Peraza-Oramas y P. de Palacios de Palacios. 2003. La madera y su anatomía. Muni-Prensa. 330 p.

forestales maderables. Mientras para las especies forestales no maderables (Ej. *Sabal* sp., *Beucarnea* sp., *Coccothrinax* sp. etc.) se estima sólo la densidad y área basal.

La metodología para la estimación de volumen total de las especies forestales maderables se obtuvo mediante las ecuaciones generadas en el Inventario Estatal Forestal de Campeche 1985 (IEFC). El modelo estadístico utilizado para generar las ecuaciones fue el siguiente:

$$Volumen = Exp[C_0 + C_1 \log(D) + C_2 \log(HT)]$$

Donde

$C_0, C_1, C_2$ = Coeficientes de regresión

$D$ = Diámetro Normal

$HT$ = Altura Total

$\log$ = Logaritmo natural

Además, con la finalidad de tener una estimación precisa, el IEFC dividió las especies en 13 grupos botánicos, para cada grupo se generó una ecuación y tabla de volumen. Asimismo, para las especies que no se generaron las tablas, se estima el volumen mediante las ecuaciones del estado de Chiapas (**Cuadro 47**)

*Cuadro 47. Ecuaciones para el cálculo de volúmenes forestales. Fuente: Inventario Forestal del Estado de Campeche.*

GRUPO BOTÁNICO		ECUACIÓN
I	Cedro	$VOL = EXP(-9.64583328+1.79389367LOD(D)+1.03915044LOG(HT))$
II	Caoba	$VOL= EXP(-10.06001321+1.98160359LOD(D)+1.03695598LOG(HT))$
III	Ox	$VOL = EXP(-9.53415154+1.85980581LOD(D)+0.96989346LOG(HT))$
IV	Chicozapote	$VOL = EXP(-9.84923104+1.91175328LOD(D)+1.04555238LOG(HT))$
V	Jobo	$VOL = EXP(-9.88284891+1.92178549LOD(D)+1.04714889LOG(HT))$
VI	Anona de Llano	$VOL= EXP(-10.09141259+1.93246219LOD(D)+1.06194865LOG(HT))$
VII	Boxcheche	$VOL = EXP(-9.98357915+1.95005045LOD(D)+1.05153755LOG(HT))$
VIII	Manzanillo	$VOL = EXP(-8.81312542+1.56449274LOD(D)+1.08361129LOG(HT))$
IX	Chacá	$VOL = EXP(-9.60981068+1.82854720LOD(D)+1.01082458LOG(HT))$
X	Dzalam	$VOL = EXP(-9.56438150+1.82330416LOD(D)+1.01741981LOG(HT))$
XI	Pseudobombax ellipticum	$VOL = EXP(-9.52774573+1.76329569LOD(D)+1.08168791LOG(HT))$
XII	Jobillo	$VOL = EXP(-9.83322527+1.92412457LOD(D)+1.00970142LOG(HT))$
XIII	Otras	$VOL = EXP(-9.41737421+1.76385327LOD(D)+1.04067809LOG(HT))$
III CHIS	Gymnopodium floribundum	$VOL=EXP(-10.22400164+1.93392327LOD(D)+1.12044335 LOG(HT))$
XIV CHIS	Ceiba aesculifolia	$VOL = EXP(-9.82944377+1.9060093 LOD (D)+1.04047533 LOG(HT))$

Con base en la metodología mencionada anteriormente, primeramente se dividieron las especies encontradas en el levantamiento de vegetación en los diferentes grupos botánicos para conocer la ecuación que le corresponde. En el predio en cuestión solo se registraron especies dentro de los grupos III, IV, V, VIII, IX, X, XI, XII, XIII, XIV CHIS y III CHIS (**Cuadro 48**).

*Cuadro 48. Ecuaciones aplicadas para la determinación del volumen forestal para cada una de las especies registradas en el predio.*

GRUPO	ESPECIE
III	<i>Brosimum alicastrum</i>
IV	<i>Manilkara zapota</i>
V	<i>Bursera simaruba</i>
VIII	<i>Metopium brownei</i>
IX	<i>Annona glabra</i>
	<i>Ateleia gummifera</i>
	<i>Bauhinia divaricata</i>
	<i>Caesalpinia gaumeri</i>
	<i>Gliricidia sepium</i>
	<i>Lonchocarpus guatemalensis</i>
	<i>Lonchocarpus rugosus</i>
	<i>Lysiloma latisiliquum</i>
	<i>Pithecellobium stevensonii</i>
	<i>Swartzia cubensis</i>
X	<i>Zanthoxylum caribaeum</i>
	<i>Ficus cotinifolia</i>
	<i>Ficus pertusa</i>
	<i>Plumeria obtusa</i>
	<i>Thevetia gaumeri</i>
XI	<i>Astronium graveolens</i>
	<i>Cassine xylocarpa</i>
XII	<i>Thouinia paucidentata</i>
	<i>Acacia angustissima</i>
XIII	<i>Astrocasia tremula</i>
	<i>Attilaea abalak</i>
	<i>Blomia prisca</i>
	<i>Bucida buceras</i>
	<i>Byrsonima bucidaefolia</i>
	<i>Coccoloba acapulcensis</i>



GRUPO	ESPECIE
	<i>Coccoloba cozumelensis</i>
	<i>Coccoloba diversifolia</i>
	<i>Coccoloba spicata</i>
	<i>Cordia alliodora</i>
	<i>Cordia dodecandra</i>
	<i>Cordia gerascanthus</i>
	<i>Crossopetalum gentlei</i>
	<i>Dendropanax arboreus</i>
	<i>Diospyros anisandra</i>
	<i>Diospyros tetrasperma</i>
	<i>Diospyros yucatanensis</i>
	<i>Diphysa carthagenensis</i>
	<i>Drypetes lateriflora</i>
	<i>Erythrina standleyana</i>
	<i>Erythroxylum areolatum</i>
	<i>Eugenia axillaris</i>
	<i>Eugenia rhombea</i>
	<i>Eugenia trikii</i>
	<i>Exostema mexicanum</i>
	<i>Exothea diphylla</i>
	<i>Garcinia intermedia</i>
	<i>Guettarda combsii</i>
	<i>Gymnanthes lucida</i>
	<i>Jatropha gaumeri</i>
	<i>Laetia thamnia</i>
	<i>Mosannonna depressa</i>
	<i>Myrcianthes fragrans</i>
	<i>Nectandra coriacea</i>
	<i>Nectandra salicifolia</i>
	<i>Neea psychotrioides</i>
	<i>Ottoschulzia pallida</i>
	<i>Piscidia piscipula</i>
	<i>Pouteria campechiana</i>
	<i>Protium copal</i>
	<i>Psidium sartorianum</i>
	<i>Randia aculeata</i>

GRUPO	ESPECIE
	<i>Randia longiloba</i>
	<i>Randia obcordata</i>
	<i>Sapium thelocarpum</i>
	<i>Sebastiania adenophora</i>
	<i>Semialarium mexicanum</i>
	<i>Sideroxylon celastrinum</i>
	<i>Sideroxylon foetidissimum</i>
	<i>Sideroxylon persimile</i>
	<i>Sideroxylon salicifolium</i>
	<i>Tabebuia chrysantha</i>
	<i>Talisia olivaeformis</i>
	<i>Ternstroemia tepezapote</i>
	<i>Vitex gaumeri</i>
	<i>Wimmeria lundelliana</i>
	<i>Ziziphus mauritiana</i>
<b>XIV CHIS</b>	<i>Gymnopodium floribundum</i>
<b>III CHIS</b>	<i>Ceiba aesculifolia</i>

Cabe destacar que se estimó el volumen para los individuos con diámetro mayor a 10 cm de diámetro normal (registrados en el sitio de 500 m<sup>2</sup>). Lo anterior debido a que para el ecosistema selva los individuos por debajo de 10 cm se consideran regeneración (Godínez-Ibarra y López-Mata, 2002<sup>55</sup> y Leigue-Gómez, 2011<sup>56</sup>).

Finalmente, es necesario puntualizar que las ecuaciones de volumen para el estado de Campeche se elaboran para individuos dentro de las categorías de altura 5 a 45 m y clases diamétricas de 10 a 130 cm. Por tanto, estimar los volúmenes de los individuos fuera de esos rangos sesga los resultados. Por tal razón, no se estima el volumen para los individuos despuntados (5 individuos) que se encuentran fuera de las categorías de altura mínima.

<sup>55</sup> Godínez-Ibarra O. y López-Mata L. 2002. Estructura, composición, riqueza y diversidad de árboles en tres muestras de selva mediana subperennifolia. Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. Serie botánica, 73(2):283-314.

<sup>56</sup> Leigue-Gómez J.W. 2011. Regeneración natural de nueve especies maderables en un bosque intervenido de la Amazonia Boliviana. Acta Amazónica, 41(1):135-142.

## VI.2 RESULTADOS

### VI.2.1 Estimación del tamaño de muestra

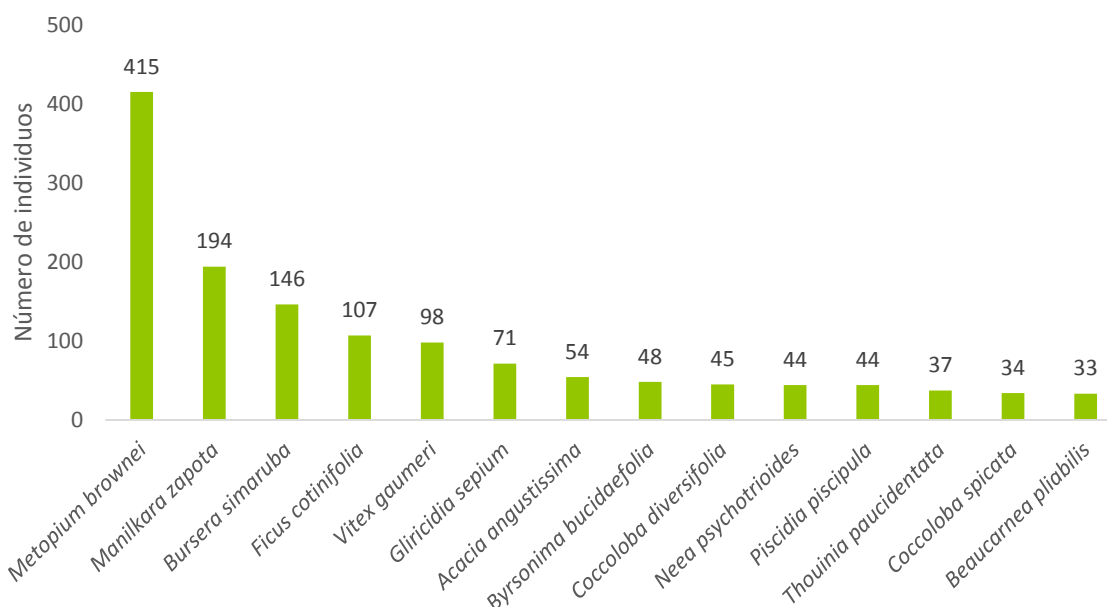
Con base en el modelo estadístico mencionado en la metodología, se obtuvo el tamaño mínimo de muestra (28) por lo cual se levantaron 42 sitios en una superficie total de 43.37 ha; es decir, la intensidad de muestreo fue 4.84%. Por tanto, se infiere que la muestra representa la superficie total del predio (**Cuadro 49**).

*Cuadro 49. Variables para la estimación del tamaño de muestra.*

Variable para la estimación	Valores
Valor de t (n-1)	1.6829
Coefficiente de variación	0.29
Número de sitios levantados (n)	42
Error de muestreo establecido (%)	5
Tamaño de muestra mínima	28

### VI.2.2 Diversidad arbórea

El estrato arbóreo registró 79 especies forestales distribuidas en 37 familias. Las especies mejor representadas fueron *Metopium brownei*, *Manilkara zapota*, *Bursera simaruba* y *Ficus cotinifolia* (**Figura 49**).



**Figura 49. Principales especies forestales registradas**

Las familias Anacardiaceae, Leguminosae, Sapotaceae y Burseraceae registraron el mayor número de individuos, en conjunto representan el 56 % del total (**Figura 50**). Cabe destacar la presencia de especies forestales no maderables, *Beaucarnea pliabilis*, *Coccothrinax readii* y *Sabal yapa*, con 32, 1 y 1, respectivamente.

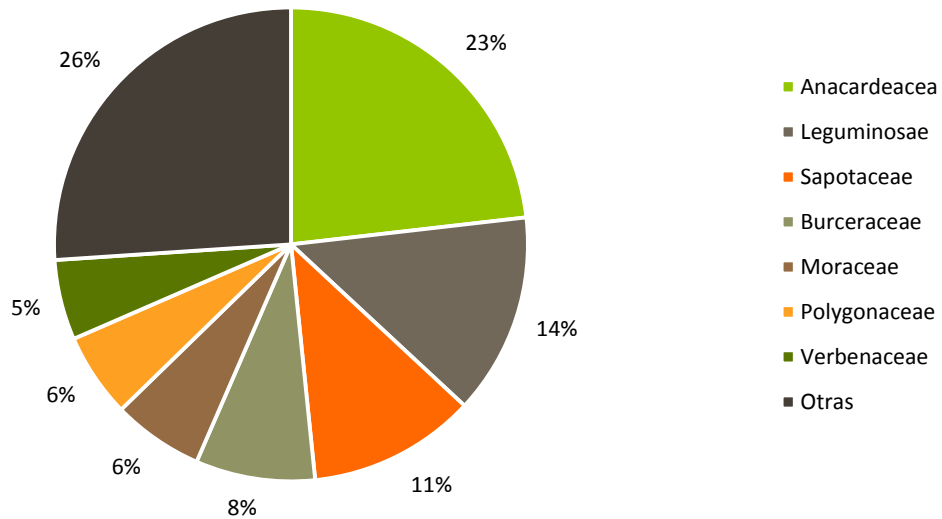


Figura 50. Principales familias registradas

### VI.2.3 Variables dasométricas

El predio presenta individuos entre las categorías diamétricas 10 y 50 cm, las categorías 10 y 15 son las mejor representadas con 595 y 669 individuos, respectivamente (**Figura 51**). El individuo que registra el mayor diámetro es *Manilkara zapota* con 48.9 cm, ubicándose dentro de la categoría diamétrica 50.

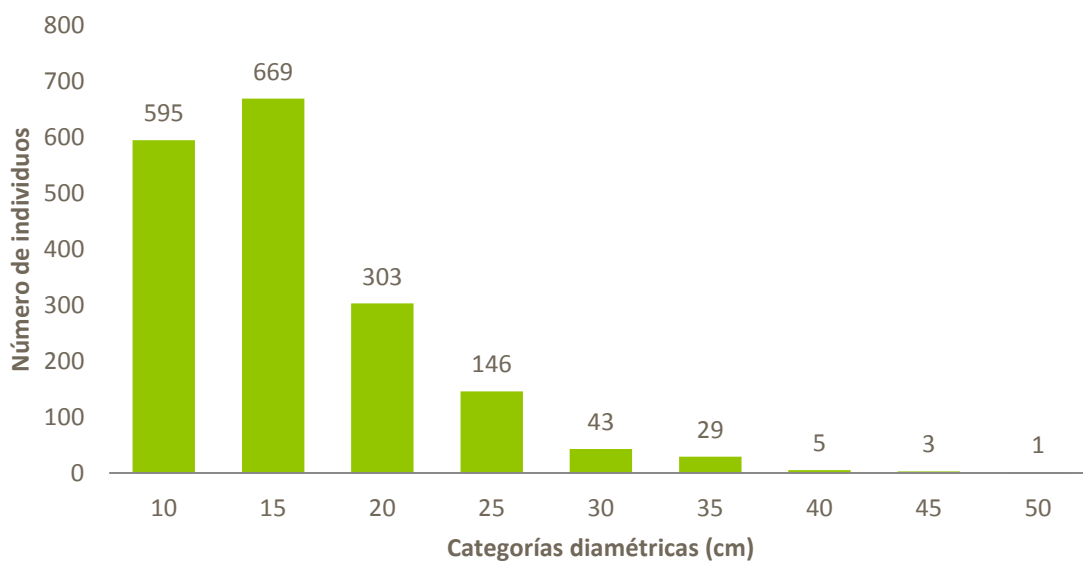


Figura 51. Categorías diamétricas registradas en el predio.

Respecto a la altura total, se registran individuos que van de la categoría 2.5 a 15, mientras la categoría de altura 10 es la mejor representada con 856 individuos (**Figura 52**). Cabe mencionar que los individuos dentro de la categoría diamétrica 2.5 son árboles despuntados. La altura máxima registrada fue 15 metros para diferentes individuos de *Bursera simaruba*.

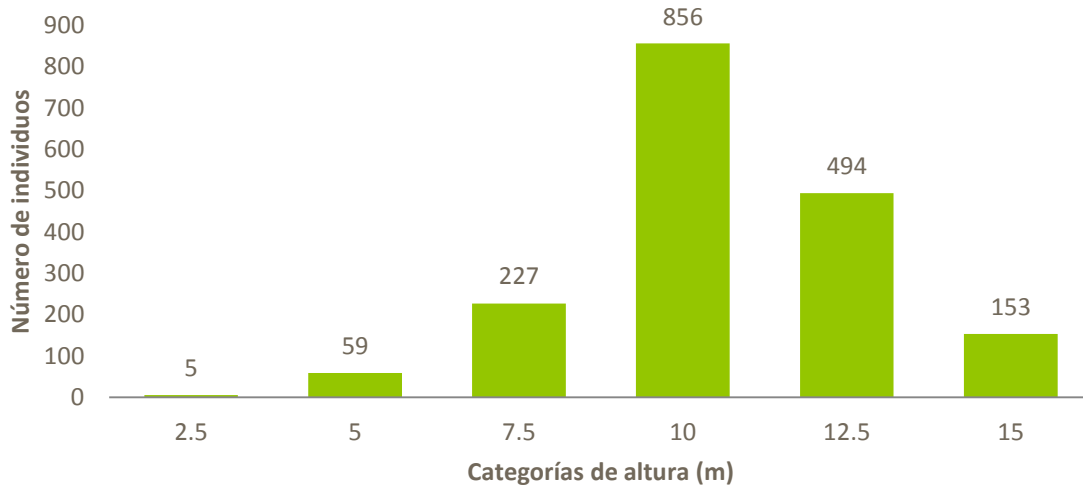


Figura 52. Categorías de altura total registradas en el predio.

*Metopium brownei*, especie comúnmente conocida como Chechén, es la especie forestal con mayor número de individuos por hectárea (198); por tanto, también es la especie con mayor área basal (5.46 m<sup>2</sup>/ha) y volumen (40.52 m<sup>3</sup>/ha) (**Cuadro 50**). Siguiéndole en metros cúbicos por hectárea, *Manilkara zapota* (18.67), *Vitex gaumeri* (10.15) y *Bursera simaruba* (9.46) (**Figura 53**).

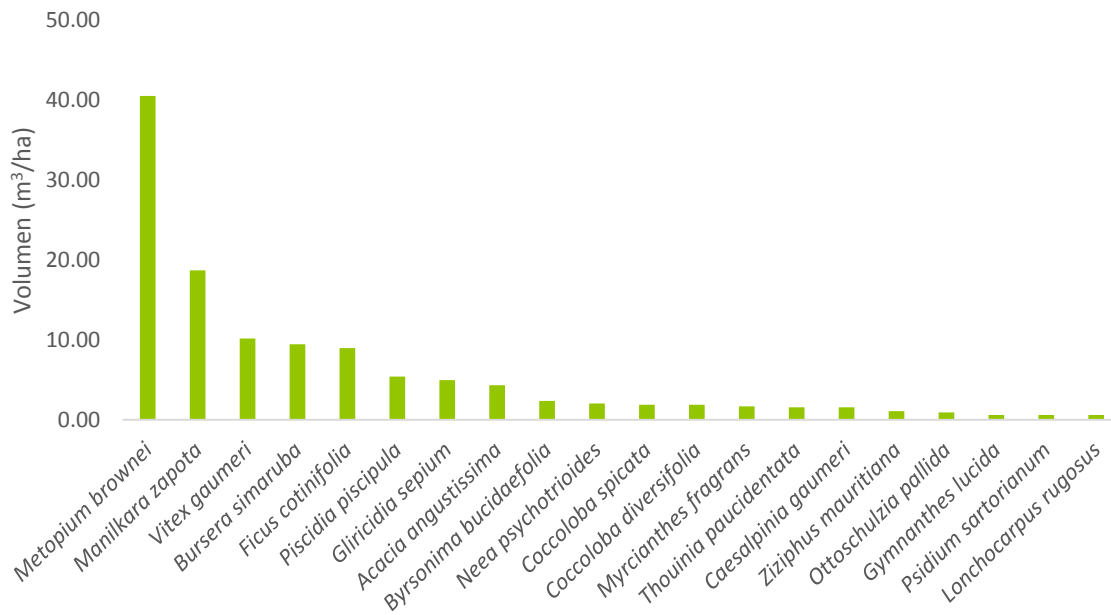


Figura 53. Especies que registran el mayor volumen por hectárea

Cuadro 50. Volumen de las materias primas forestales por hectárea y en la superficie total del predio.

NOMBRE CIENTÍFICO	INDICADORES POR INDIVIDUOS			INDICADORES POR HECTÁREA			INDICADORES POR PREDIO (43.37ha)		
	N° Ind	Área basal (m <sup>2</sup> )	Volumen (m <sup>3</sup> )	N° Ind	Área basal (m <sup>2</sup> )	Volumen (m <sup>3</sup> )	N° Ind	Área basal (m <sup>2</sup> )	Volumen (m <sup>3</sup> )
<b>Especies maderables</b>									
<i>Acacia angustissima</i>	54	1.41	9.06	26	0.67	4.315	1115	29.12	187
<i>Annona glabra</i>	2	0.03	0.19	1	0.02	0.090	41	0.68	4
<i>Astrocasia tremula</i>	2	0.03	0.15	1	0.01	0.073	41	0.52	3
<i>Astronium graveolens</i>	1	0.03	0.16	0.5	0.01	0.075	21	0.58	3
<i>Ateleia gummifera</i>	3	0.07	0.51	1	0.03	0.245	62	1.42	11
<i>Attilaea abalak</i>	1	0.01	0.10	0.5	0.01	0.045	21	0.24	2
<i>Bauhinia divaricata</i>	2	0.02	0.09	1	0.01	0.044	41	0.36	2
<i>Blomia prisca</i>	1	0.01	0.07	0.5	0.01	0.032	21	0.28	1
<i>Brosimum alicastrum</i>	3	0.08	0.54	1	0.04	0.257	62	1.62	11
<i>Bucida buceras</i>	3	0.04	0.26	1	0.02	0.125	62	0.75	5
<i>Bursera simaruba</i>	146	3.14	19.87	70	1.49	9.462	3015	64.80	410
<i>Byrsonima bucidaefolia</i>	48	0.89	4.95	23	0.42	2.359	991	18.31	102
<i>Caesalpinia gaumeri</i>	25	0.56	3.30	12	0.27	1.570	516	11.50	68
<i>Cassine xylocarpa</i>	3	0.03	0.17	1	0.01	0.080	62	0.57	3
<i>Ceiba aesculifolia</i>	12	0.36	0.56	6	0.17	0.265	248	7.40	12
<i>Coccoloba acapulcensis</i>	14	0.17	1.08	7	0.08	0.515	289	3.52	22
<i>Coccoloba cozumelensis</i>	1	0.01	0.11	0.5	0.01	0.051	21	0.30	2
<i>Coccoloba diversifolia</i>	45	0.66	3.92	21	0.31	1.866	929	13.63	81
<i>Coccoloba spicata</i>	34	0.60	3.98	16	0.29	1.895	702	12.43	82
<i>Cordia alliodora</i>	1	0.01	0.08	0.5	0.00	0.036	21	0.20	2
<i>Cordia dodecandra</i>	11	0.17	1.05	5	0.08	0.499	227	3.52	22
<i>Cordia gerascanthus</i>	2	0.05	0.39	1	0.02	0.186	41	1.02	8
<i>Crossopetalum gentlei</i>	1	0.01	0.05	0.5	0.00	0.024	21	0.18	1
<i>Dendropanax arboreus</i>	1	0.01	0.11	0.5	0.01	0.050	21	0.29	2
<i>Diospyros anisandra</i>	6	0.08	0.47	3	0.04	0.223	124	1.73	10
<i>Diospyros tetrasperma</i>	4	0.05	0.39	2	0.03	0.186	83	1.12	8
<i>Diospyros yucatanensis</i>	9	0.10	0.66	4	0.05	0.314	186	1.98	14
<i>Diphyssa carthagenensis</i>	14	0.16	0.93	7	0.08	0.441	289	3.34	19
<i>Drypetes lateriflora</i>	12	0.16	0.88	6	0.08	0.418	248	3.37	18
<i>Erythrina standleyana</i>	2	0.02	0.10	1	0.01	0.046	41	0.45	2
<i>Erythroxylum areolatum</i>	5	0.07	0.51	2	0.03	0.242	103	1.49	10
<i>Eugenia axillaris</i>	16	0.23	1.25	8	0.11	0.597	330	4.69	26
<i>Eugenia trikii</i>	1	0.04	0.26	0.5	0.02	0.123	21	0.81	5
<i>Exothea diphylla</i>	4	0.06	0.44	2	0.03	0.209	83	1.31	9

NOMBRE CIENTÍFICO	INDICADORES POR INDIVIDUOS			INDICADORES POR HECTÁREA			INDICADORES POR PREDIO (43.37ha)		
	N° Ind	Área basal (m <sup>2</sup> )	Volumen (m <sup>3</sup> )	N° Ind	Área basal (m <sup>2</sup> )	Volumen (m <sup>3</sup> )	N° Ind	Área basal (m <sup>2</sup> )	Volumen (m <sup>3</sup> )
<i>Ficus cotinifolia</i>	107	3.07	18.86	51	1.46	8.981	2210	63.43	390
<i>Ficus pertusa</i>	1	0.03	0.16	0.5	0.01	0.076	21	0.59	3
<i>Garcinia intermedia</i>	3	0.07	0.39	1	0.03	0.188	62	1.39	8
<i>Gliciridia sepium</i>	71	1.80	10.41	34	0.86	4.959	1466	37.23	215
<i>Guettarda combsii</i>	5	0.06	0.33	2	0.03	0.158	103	1.18	7
<i>Gymnanthes lucida</i>	21	0.21	1.30	10	0.10	0.621	434	4.41	27
<i>Gymnopodium floribundum</i>	9	0.09	0.33	4	0.04	0.157	186	1.80	7
<i>Jatropha gaumeri</i>	8	0.11	0.50	4	0.05	0.240	165	2.24	10
<i>Laetia thamnina</i>	1	0.01	0.05	0.5	0.00	0.025	21	0.19	1
<i>Lonchocarpus guatemalensis</i>	2	0.02	0.16	1	0.01	0.074	41	0.40	3
<i>Lonchocarpus rugosus</i>	19	0.21	1.25	9	0.10	0.597	392	4.42	26
<i>Lysiloma latisiliquum</i>	3	0.05	0.25	1	0.02	0.120	62	0.99	5
<i>Manilkara zapota</i>	194	6.34	39.22	92	3.02	18.674	4007	130.92	810
<i>Metopium brownei</i>	415	11.47	85.09	198	5.46	40.517	8571	236.91	1757
<i>Myrcianthes fragrans</i>	27	0.53	3.53	13	0.25	1.679	558	10.92	73
<i>Nectandra coriacea</i>	1	0.01	0.06	0.5	0.00	0.028	21	0.19	1
<i>Nectandra salicifolia</i>	4	0.03	0.21	2	0.015	0.098	83	0.65	4
<i>Neea psychotrioides</i>	44	0.64	4.26	21	0.306	2.030	909	13.25	88
<i>Neomillspaughia emarginata</i>	1	0.01	0.03	0.5	0.004	0.015	21	0.17	1
<i>Ottoschulzia pallida</i>	20	0.32	1.92	10	0.154	0.916	413	6.69	40
<i>Piscidia piscipula</i>	44	1.63	11.36	21	0.776	5.409	909	33.64	235
<i>Plumeria obtusa</i>	19	0.25	1.15	9	0.120	0.547	392	5.19	24
<i>Pouteria campechiana</i>	2	0.04	0.24	1	0.020	0.116	41	0.86	5
<i>Protium copal</i>	1	0.01	0.08	0.5	0.005	0.040	21	0.23	2
<i>Psidium sartorianum</i>	14	0.20	1.27	7	0.096	0.605	289	4.14	26
<i>Randia longiloba</i>	11	0.12	0.67	5	0.057	0.320	227	2.49	14
<i>Randia obcordata</i>	1	0.01	0.05	0.5	0.005	0.025	21	0.22	1
<i>Sapium thelocarpum</i>	3	0.03	0.18	1	0.014	0.088	62	0.62	4
<i>Semialarium mexicanum</i>	15	0.20	1.14	7	0.094	0.545	310	4.06	24
<i>Sideroxylon foetidissimum</i>	6	0.09	0.55	3	0.040	0.264	124	1.76	11
<i>Sideroxylon persimile</i>	1	0.01	0.05	0.5	0.004	0.025	21	0.19	1
<i>Sideroxylon salicifolium</i>	2	0.03	0.19	1	0.016	0.091	41	0.69	4
<i>Swartzia cubensis</i>	9	0.16	1.11	4	0.077	0.528	186	3.33	23
<i>Tabebuia chrysantha</i>	1	0.01	0.08	0.5	0.006	0.037	21	0.26	2
<i>Talisia olivaeformis</i>	11	0.14	0.97	5	0.067	0.460	227	2.93	20
<i>Ternstroemia tepezapote</i>	8	0.17	1.07	4	0.082	0.511	165	3.56	22
<i>Thevetia gaumeri</i>	5	0.08	0.47	2	0.037	0.225	103	1.58	10

NOMBRE CIENTÍFICO	INDICADORES POR INDIVIDUOS			INDICADORES POR HECTÁREA			INDICADORES POR PREDIO (43.37ha)		
	N° Ind	Área basal (m <sup>2</sup> )	Volumen (m <sup>3</sup> )	N° Ind	Área basal (m <sup>2</sup> )	Volumen (m <sup>3</sup> )	N° Ind	Área basal (m <sup>2</sup> )	Volumen (m <sup>3</sup> )
<i>Thouinia paucidentata</i>	37	0.54	3.31	18	0.256	1.578	764	11.11	68
<i>Vitex gaumeri</i>	98	3.41	21.32	47	1.623	10.152	2024	70.40	440
<i>Wimmeria lundelliana</i>	1	0.01	0.07	0.5	0.006	0.032	21	0.25	1
<i>Zanthoxylum caribaeum</i>	5	0.08	0.52	2	0.038	0.247	103	1.65	11
<i>Ziziphus mauritiana</i>	19	0.33	2.28	9	0.159	1.088	392	6.89	47
<b>Especies no maderables</b>									
<i>Beaucarnea plibillis</i>	32	0.83	-	15	0.395	-	7	17.14	-
<i>Coccothrinax readii</i>	1	0.01	-	0.5	0.006	-	0	0.28	-
<i>Sabal yapa</i>	1	0.01	-	0.5	0.005	-	0	0.23	-
<b>Total</b>	<b>1,792</b>	<b>42.86</b>	<b>273.08</b>	<b>853</b>	<b>20.41</b>	<b>130.04</b>	<b>36,315</b>	<b>885.16</b>	<b>5639.85</b>

## VI.2.4 Confiabilidad de la estimación

La estadística descriptiva es un conjunto de técnicas para la organización, presentación de gráficas y cálculo de cantidades representativas de un conjunto de datos. Sin embargo, la estadística descriptiva se vuelve de utilidad limitada cuando se muestrea sólo una fracción de la población, ya que la incertidumbre es inherente a cualquier proceso que extienda conclusiones a un conjunto mayor que aquel que se tiene información (Infante y Zarate, 2008)<sup>57</sup>. Por tanto, la inferencia estadística, la rama de la estadística que estudia el conjunto de técnicas que nos permiten hacer inducciones en las que el grado de incertidumbre es confiable, se vuelve necesaria.

Una de las técnicas que nos permiten conocer la confiabilidad de la muestra es la estimación de parámetros. La estimación puntual nos da el valor que podemos atribuir al parámetro con la limitada información que presente un muestra, además la estimación de intervalos de confianza nos indican en que intervalo es probable que se encuentre el parámetro dada la información que se tiene, cabe destacar que este intervalo se presenta con cierta probabilidad. Por tanto, para el presente capítulo se presenta el estimador puntual, varianza del estimador, intervalos de confianza y error estándar para las variables de interés (densidad, área basal y volumen).

- Densidad por hectárea

El predio registra 854 individuos por hectárea, los intervalos de confianza van de 857 a 852 con probabilidad de 95% y error estándar de 1.42 (**Cuadro 51**). La varianza del estimador es 84, éste valor se ve directamente influenciado por el número de individuos registrados en los diferentes sitios de muestreo que van de 26 a 63 individuos. La densidad estimada en el predio es menor a la registrada a nivel estatal

<sup>57</sup> Infante-Gil S y Zarate de Lara G.P. 2008. Métodos estadísticos: un enfoque multidisciplinario. Segunda edición. Editorial Trillas. 643 p.



para las selvas altas y medianas del estado de Quintana Roo (963 individuos/hectárea); lo que es coherente con las condiciones de la selva registrada en el predio.

*Cuadro 51. Confiabilidad de la estimación de la densidad*

Parámetros	Valor
Estimador puntual	854
Varianza del estimador	84
Intervalo de confianza superior	857
Intervalo de confianza inferior	852
Error estándar	1.42

- Área basal por hectárea

El área basal se estimó en 20.41 m<sup>2</sup>/ ha, con varianza de 0.09 y error estándar de 0.05. El área basal por hectárea se ubica dentro de un límite superior de 20.49 y límite inferior de 20.33, con probabilidad de 95% (**Cuadro 52**).

*Cuadro 52. Confiabilidad de la estimación de área basal*

Parámetros	Valor
Estimador puntual	20.41
Varianza del estimador	0.09
Intervalo de confianza superior	20.49
Intervalo de confianza inferior	20.33
Error estándar	0.05

- Volumen por hectárea

El volumen del predio se estimó en 130.04 m<sup>3</sup>/ha con varianza de 5.12. El volumen estimado se encuentra entre los intervalos, superior 130.63 m<sup>3</sup>/ha e inferior 129.45 m<sup>3</sup>/ha (**Cuadro 53**).

*Cuadro 53. Confiabilidad de la estimación de volumen*

Parámetros	Valor
Estimador puntual	130.04
Varianza del estimador	5.12
Intervalo de confianza superior	130.63
Intervalo de confianza inferior	129.45
Error estándar de muestreo	0.35



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

---

El objetivo de este apartado, es describir cómo se llevará a cabo la remoción de la vegetación forestal, considerando los impactos que se generaría al ecosistema, así como los plazos para la ejecución de la actividad.

El cambio de uso del suelo que se sujeta a autorización en materia de impacto ambiental y forestal, se planea ejecutar en un plazo de 10 años, abarcando todos los meses de ese período, es decir de forma continua, a partir de la autorización del proyecto, durante las cuales se aplicarán las medidas de mitigación propuestas en el presente Documento Técnico Unificado.

A continuación se presenta la descripción de cada una de las actividades contempladas en el proceso de cambio de uso del suelo en el proyecto Residencial Civitas:

- Programa de capacitación.

Se implementará un programa de concientización con el objetivo de que el personal conozca las disposiciones ambientales de la obra y aquellas relacionadas con el cambio de uso del suelo. Se llevarán a cabo pláticas informativas para la concientización ambiental del personal involucrado, en donde se abordarán temas como la importancia de la diversidad biológica existente en el predio, los problemas que se generan a partir del manejo inadecuado de los residuos, los efectos de la contaminación del agua y del suelo, así como la importancia de mantener buenos hábitos de limpieza e higiene en la zona de trabajo para la prevención de enfermedades y para la conservación de un ambiente de trabajo sano y digno, entre otros. Estas pláticas podrán ser impartidas por el responsable de la obra o por la empresa encargada del seguimiento ambiental, quien en todo caso deberá verificar estas se lleven a cabo en tiempo y forma. Este programa se ejecutará de forma previa al inicio de las actividades y una vez cada seis meses.

- Uso y mantenimiento de letrinas portátiles

Se contratarán servicios de alquiler de una letrina por cada trabajador en obra, así como del vaciado, limpieza y conducción de los residuos a la planta de tratamiento correspondiente. Esta medida se implementará durante todo el proceso de cambio de uso del suelo, con el objetivo de evitar en su totalidad el fecalismo al aire libre.

- Delimitación topográfica

A fin de que se respeten los límites del predio y se evite la afectación de mayor vegetación de la proyectada, se procederá a realizar la mensura del proyecto aplicando métodos topográficos. Esta actividad se caracteriza por trazar y delimitar las superficies del predio en las que se llevará a cabo el cambio de uso de suelo. Para ello, se emplearán cintas plásticas para acordonar las áreas que serán conservadas e incorporadas al diseño del proyecto, así como identificar las áreas que serán desmontadas. Dicha delimitación topográfica, se realiza mediante dos cuadrillas de tres integrantes cada una, formadas por un topógrafo y dos cadeneros; quienes llevan consigo una estación total, estadales de prisma, estacas, trompos, clavos pintura y cordón. El levantamiento se realiza partiendo de un banco de nivel previamente establecido, de ahí se “tiran” las líneas perimetrales y se van marcando cadenamientos a cada 10 m, hasta cerrar el polígono. Para el levantamiento de los niveles topográficos, se realiza una cuadrícula a cada 10 m en ambos sentidos, y transportando el banco de nivel para lograr visión de todos los puntos, una vez levantado todo el terreno, se baja la información de la estación total en el sistema y se crean las curvas de nivel, a partir de las cuales se parte para el cálculo de los niveles de rasantes.

Para complementar esta actividad se contempla la aplicación cuando se requiera de las siguientes medidas, así como en las demás fases que le corresponda dentro del proyecto:

- Determinación de las fronteras del predio.
- Delimitación de las áreas verdes con cobertura de vegetación natural del proyecto.
- Delimitación y trazo de las áreas de construcción.

Esta actividad se realizará durante los primeros siete meses del proyecto, contados a partir de su autorización.

- Recorrido para identificar las plantas susceptibles a rescatar

Como se estipula dentro del Programa de Rescate de Vegetación se llevaron a cabo recorridos dentro del predio, para seleccionar cuáles de las especies presentes en el predio son susceptibles a ser rescatadas, cuales no y en su caso cuales deberán ser eliminadas. Se definió la densidad de rescate por especie, tomando en cuenta las especies identificadas, los criterios de selección y abundancia en el sitio; así como el área solicitada para cambio de uso de suelo en terreno forestal (CUSTF). Esto con el fin de que la comunidad de individuos rescatados represente adecuadamente a la comunidad original del predio. Por otro lado, será necesario identificar aquellas especies que guarden relación con las comunidades de fauna presentes en el predio con el fin de conservar estas interacciones, por lo que se tomará en cuenta si la especie es forrajera, melífera, o si da frutos comestibles.

Los criterios a seguir para hacer la selección de especies son los siguientes:

- La especie está incluida en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 con alguna categoría de protección (Importancia legal).
  - La especie representa una fuente de alimento o hábitat para la fauna local por lo que el rescate de la misma contribuye a la conservación de las poblaciones de animales silvestres (Importancia ecológica).
  - La especie es importante desde el punto de vista estético o de ornato y por lo tanto es susceptible de ser incorporada al proyecto (Importancia ornamental).
  - La especie no es exótica invasora, no es introducida y no constituye competencia alguna para las especies de flora nativa.
  - La especie no se asocia a la presencia de plagas, ya sea de insectos o cualquier especie de fauna nociva.
- 
- Rescate y protección de fauna silvestre

En general los procedimientos para la protección y rescate de la fauna que habita en el predio, estarán encaminados a la aplicación de técnicas no agresivas, ya que el predio cuenta con vegetación colindante similar a la que actualmente presenta el terreno.

Sin embargo, el uso de mecanismos para la captura, está exceptuado únicamente en casos particulares y aislados o para aquellas especies que por su tamaño, condiciones físicas, edad, entre otros factores, sea poco efectivo o inviable el ahuyentamiento. Entonces las acciones a llevar se limitarán mayormente al ahuyentamiento de la fauna de todos los grupos (con énfasis a aquellas en alguna categoría dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010) a través de recorridos en la zona provocando la huida de la fauna, pues ante la presencia o actividad humana y el ruido los mismos individuos se desplazarán inmediatamente a áreas más seguras. La metodología se detalla en el anexo destinado al programa de rescate de fauna. Para el caso de los organismos que por alguna circunstancia queden expuestos y no puedan ser ahuyentados, es decir, aquellos que permanezcan inmóviles y/o lejos del suelo rocoso donde puedan resguardarse, su captura podrá ser de forma indirecta con el uso de herramientas adecuadas como redes, mallas, ganchos etc.; y posteriormente serán reubicados en las zonas destinadas y asignadas en dicho programa. Esta actividad se realizará durante los primeros setenta y dos meses del cambio de uso del suelo.

- Selección y limpieza del sitio del vivero

Para la ejecución del Programa de Rescate de Vegetación, será necesario llevar a cabo la conformación del vivero provisional en el que serán resguardados los individuos a rescatar, el cual se localizará en el lote del predio cuyo uso de suelo es precisamente el de equipamiento para servicios y vivero, y deberá cumplir con las características que se describen en el programa de rescate con el fin de proporcionar las condiciones óptimas para el desarrollo de las plantas. En el área donde se establecerá el vivero provisional se les brindará cuidado y mantenimiento a las plantas rescatadas dentro del predio.

La empresa contratada para llevar a cabo el rescate de las plantas será la encargada de delimitar el área y ejecutar el rescate de las especies susceptibles para destinarlas temporalmente al área asignada. Después de la delimitación, se continuará con el chapeo y la limpieza del sitio para el establecimiento del vivero, tomando en cuenta que si la sombra no es suficiente para todos los individuos se colocará malla sombra. Cabe destacar que antes de iniciar con el rescate se asegurará la disponibilidad de agua para el riego de las plantas rescatadas, por lo que se realizará la colocación de tinacos en el lugar.

La selección y limpieza del sitio para el vivero se realizará dentro de los cuatro primeros meses contados a partir de la autorización del proyecto en materia de impacto ambiental y de cambio de uso del suelo.

- Rescate de vegetación.

Siguiendo lo recomendado dentro del Programa de Rescate de Vegetación, se seleccionará y llevará a cabo la(s) técnica(s) adecuadas y más convenientes para el rescate de la misma, posteriormente se les dará el manejo establecido para sembrarlo en bolsas plásticas y posteriormente llevar a cabo su traslado al sitio de acopio temporal. Después se les dará el mantenimiento y cuidados establecidos hasta el momento de su reforestación. Esta actividad se realizará desde el primer mes hasta el mes número setenta y dos contados a partir de la autorización del proyecto.

- Desmonte

Una vez concluidas las actividades de rescate de vegetación se procederá con el desmonte y despalme del predio, estas acciones implican la remoción de la cubierta vegetal del 86.64% de la superficie total ambos de los predios, es decir 37.58 ha. Dentro del área a desmontar, un 21.56% del total de ambos predios se destinará a áreas verdes jardinadas, es decir, provistas de vegetación nativa inducida. El restante 13.35% del total de ambos predios se destinará a áreas verdes naturales, en las cuales no se aplicará el desmonte sino únicamente socoleo.

Esta actividad será realizada con tractores tipo buldózer Caterpillar D8L o similar, auxiliados por métodos manuales, apilando el producto del despalme y desmonte en un sitio preestablecido, para su posterior trituración, cribado, tendido, y aprovechamiento por y para tierra vegetal en donde se ubicarán los jardines y evitando la carga mecánica y acarreo fuera del sitio de la obra de este tipo de material.  
Programa de Trabajo para todas las etapas del proyecto

Esta actividad será ejecutada en un periodo de 10 años (120 meses), contados a partir del segundo mes desde la autorización del proyecto en materia de impacto ambiental y de cambio de uso del suelo.

- Despalme

El despalme del terreno consiste en retirar la capa superficial del suelo, que por sus características mecánicas no es adecuada para el desplante de los edificios. Esta actividad se realizará de forma paralela a la de desmonte.

- Triturado y aprovechamiento de material de desmonte y despalme

De las actividades de desmonte y despalme en la superficie autorizada para el cambio de uso de suelo en terreno forestal, se obtendrá material vegetal y material terroso, los cuales serán separados de forma mecánica y manual según las necesidades.

El material terroso será cribado mecánicamente, el resultado será tierra de buena calidad para la conformación de áreas verdes y/o para el relleno de las zanjas requeridas para la instalación de los sistemas de drenaje pluvial y sanitario, y de las redes de suministro de energía eléctrica y agua potable. Para su almacenamiento antes de su utilización en la etapa de construcción, se delimitará un área dentro de la superficie de CUSTF, en donde será colocada la tierra y deberá cubrirse con una lona para evitar la dispersión.

Por su parte, el material vegetal será triturado, y se almacenará en el área destinada a la conformación del vivero en donde se conservarán las plantas rescatadas. Este material triturado, será utilizado junto con el material terroso para la conformación de áreas verdes y será utilizado como mejorador de suelo en el mantenimiento de áreas verdes durante la etapa de operación del proyecto.

- Manejo de residuos

Se llevará a cabo un manejo de residuos acorde con la normatividad aplicable y a las mejores prácticas. Los residuos sólidos urbanos se sujetarán a un Plan de Manejo de Residuos. Durante la etapa de construcción, se establecerán tambores de 200 l de capacidad para el depósito temporal de los residuos sólidos urbanos que se generen en la obra. Estos tambores deberán estar etiquetados para señalar la separación de los residuos en orgánicos e inorgánicos y provistos de tapa para evitar su reboce y malos olores. Periódicamente, de acuerdo a su frecuencia de generación y a los tiempos establecidos por el Ayuntamiento, serán recolectados por el mismo o por alguna empresa concesionada.

Los residuos de manejo especial, tales como residuos de la construcción, se sujetarán al plan de manejo de residuos, conforme a lo establecido en la Ley para la Prevención y Gestión Integral de Residuos del Estado de Quintana Roo. En términos generales, estos residuos consisten en la mezcla de residuos sólidos propios de la construcción y que está formada por restos de mezcla, pedacería de block, bolsas de papel, pedacería de alambre, PVC, hierro, cartón, madera, etc. Este material se acumulará en zonas previamente definidas al interior del predio y dos veces por semana se retirará del predio con destino a alguna de las áreas de acopio de este material en el Municipio

empleando para ello volquetes sindicalizados. No se tiene una estimación del volumen de escombro que se generará.

Para el caso de la generación de residuos peligrosos en la obra, tales como tierras contaminadas con aceites lubricantes o hidráulicos de maquinarias, y equipos de transporte, así como trapos y recipientes impregnados con los mismos, se establecerá un almacén temporal de los mismos, diseñado de acuerdo a las especificaciones del Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos.

La estrategia de manejo de residuos, será realizada durante todo el proceso de cambio de uso del suelo.

En el **Cuadro 54** se presenta el programa calendarizado de las actividades de cambio de uso del suelo del proyecto Residencial Civitas, en este únicamente se muestran a detalle los primeros 20 meses, el programa de trabajo completo se encuentra como anexo al presente documento.

*Cuadro 54. Programa de trabajo acotado a los primeros 20 meses.*

DESCRIPCIÓN DE CONCEPTOS	MESES																				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	...120
Programa de capacitación	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Uso y mantenimiento de letrinas portátiles	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Delimitación topográfica	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Recorrido para identificar las plantas susceptibles a rescatar	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Rescate y protección de Fauna Silvestre	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Selección y limpieza del sitio para el vivero	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Rescate de vegetación	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Desmante	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Despalme	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Triturado aprovechamiento de material de desmante y despalme	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Manejo de residuos	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■



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

De acuerdo con la Fracción XXXV del Artículo 2 del Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 21 de febrero de 2005, **Tierras frágiles:** *Son aquéllas ubicadas en terrenos forestales o preferentemente forestales que son propensas a la degradación y pérdida de su capacidad productiva natural como consecuencia de la eliminación o reducción de su cobertura vegetal natural.*

Esta definición es muy general por lo que resulta ambigua y con base en ella se puede asumir que cualquier tipo de suelo puede considerarse como tierras frágiles, ya que el término hace referencia a la pérdida de la productividad natural del suelo a consecuencia de la eliminación o reducción de su cobertura vegetal, sin embargo, no especifica cuáles serían las características, los tipos, ni el grado de fragilidad de los suelos que pueden considerarse en este rubro. No obstante el para establecer un marco de referencia que permita establecer el grado de fragilidad de los suelos presentes en el predio se llevó a cabo el cálculo de las tasas de erosión hídrica a través de la Ecuación Universal de Pérdida de Suelos, cuyo proceso se describe a detalle en el **Capítulo V.2.**

De acuerdo con cada una de las variables de la ecuación universal de pérdida de suelo se tiene que para el predio en estudio se presenta una erosión actual media de 0.069 ton/ha/año para la Fase 1 y 0.037 ton/ha/año para la Fase 2, en el **Cuadro 55** se presentan los valores medios de cada factor para el cálculo de erosión para cada una de las fases que integran el predio donde se desarrollará el proyecto. Cabe señalar que dado que el cálculo de erosión fue realizado con ayuda de herramientas SIG, el valor de erosión presentado es un promedio de la variabilidad espacial de la misma dentro de cada una de las fases, la cual se debe a su vez, a la variabilidad espacial de los factores que integran el cálculo de erosión (K, LS y C).

*Cuadro 55. Erosión actual presente en las fases que conforman el predio.*

FACTOR	Valor del factor (Fase 1)	Valor del factor (Fase 2)
<b>Factor R</b>	9,645.35	9,645.35
<b>Factor K</b>	0.007	0.03-0.007
<b>Factor LS</b>	0.99 – 0.03	1.1 – 0.03
<b>Factor C</b>	0.024 - 0.002	0.033 - 0.002
<b>Factor P</b>	1	1
<b>Erosión media</b>	0.069 ton/ha/año	0.037 ton/ha/año

De acuerdo con las valoraciones establecidas por la FAO, la denominación para la erosión presentada en el predio es nula (**Cuadro 56**).

*Cuadro 56. Denominación para distintos rangos de erosión.*

Tasa de erosión (t/ha/año)	Denominación
0 - 5	Nula
5 - 10	Ligera o incipiente
10 - 50	Moderada
50 - 200	Severa
> 200	Muy severa

Fuente: FAO citado por Pérez (Op. Cit.)

Con el fin de establecer un marco de referencia para la definición de la fragilidad de los suelos presentes en el predio se considera el riesgo de erosión como un indicador de la fragilidad de los mismos, indicador que posee una relación teórica directamente proporcional. En este sentido, de acuerdo con las valoraciones establecidas por la FAO, la denominación para la erosión presentada en el predio es nula, ya que los resultados del cálculo de riesgo de erosión sin proyecto por medio de la Ecuación Universal de Pérdida de Suelos así lo indican.

Por otra parte, dados los resultados derivados del cálculo de erosión potencial del predio sin cobertura vegetal (**Cuadro 57**), se tiene que, si bien presenta un aumento con respecto al riesgo de erosión en condiciones naturales, este se encuentra aún muy por debajo de las tasas de erosión severas y críticas (**Figura 54**). Esto último también aplica una vez ejecutado el proyecto ya que este contempla la permanencia de áreas verdes con vegetación nativa y que el factor LS se verá considerablemente disminuido al existir una nivelación total del predio.

*Cuadro 57. Erosión potencial presente en las fases que conforman el predio.*

FACTOR	Valor del factor (Fase 1)	Valor del factor (Fase 2)
<b>Factor R</b>	9,645.35	9,645.35
<b>Factor K</b>	0.007	0.03-0.007
<b>Factor LS</b>	0.99 – 0.03	1.1 – 0.03
<b>Factor C</b>	1	1
<b>Factor P</b>	1	1
<b>Erosión media</b>	7.98 ton/ha/año	19.99 ton/ha/año

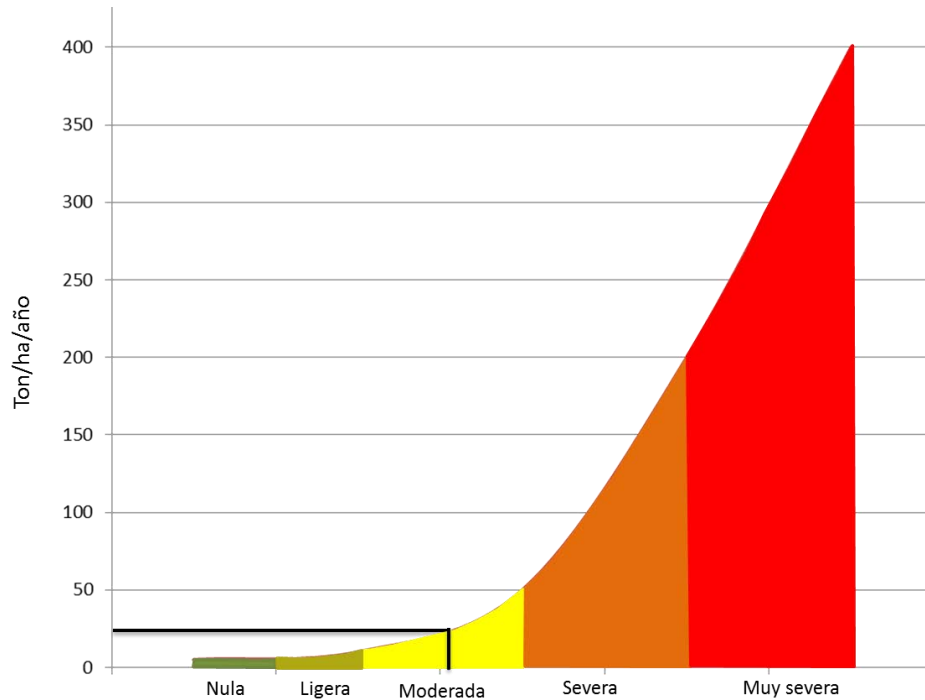
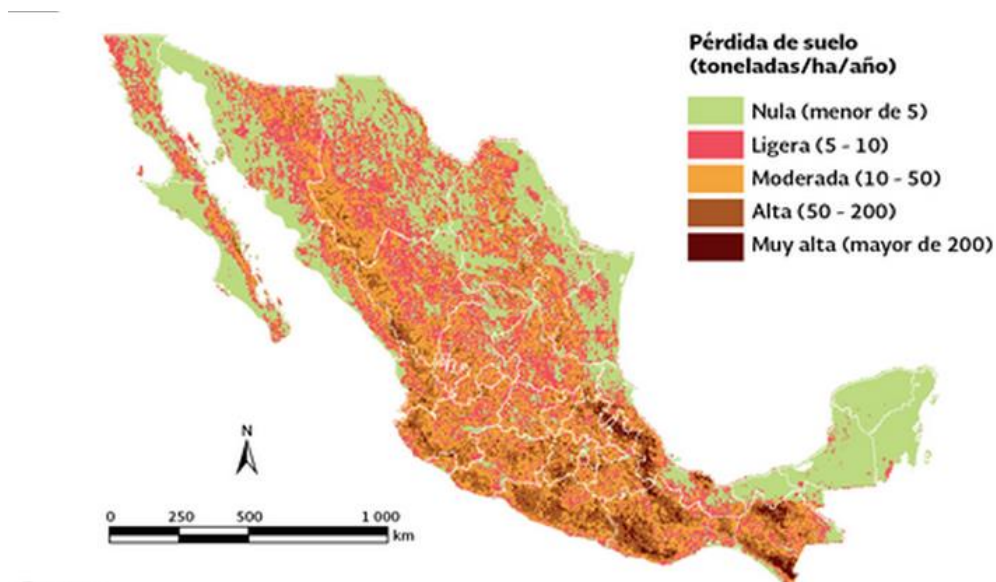


Figura 54. Grados de erosión con respecto a la tasa de pérdida de suelo

A nivel nacional los suelos de la Península de Yucatán, y por consiguiente los suelos presentes en el predio de estudio, presentan un menor riesgo de erosión (Figura 55), lo cual, haciendo alusión a la relación teórica entre el nivel de erosión y la fragilidad de los suelos, indica que son tierras mucho menos frágiles.



**Fuente:**  
 Elaboración propia con datos de:  
 Semarnat y UACH. Evaluación de la pérdida de suelos por erosión hídrica y eólica en la República Mexicana, escala 1: 1 000 000. Memoria 2001-2002. México. 2003.

Figura 55. Grado de erosión a nivel nacional (SEMARNAT-UACH, 2003).

En razón de lo anterior, es posible afirmar que el grado de fragilidad de los suelos del predio es mucho menor al de la mayor parte de los suelos de la república, ya que por ejemplo; Santacruz (2011)<sup>58</sup> encontró que la erosión hídrica en microcuencas de Chiapas bajo diferentes escenarios de vegetación y uso de suelo puede pasar de **3,425.8 a 31,973.8 ton/ha/año**.

Zavala-Cruz et al., (2011)<sup>59</sup> encontraron que en la Cuenca media del Río Grijalva, con base en la aplicación de la ecuación universal de pérdida de suelo, el 55.7% de la superficie registra pérdida de suelo en cantidades que fluctúan entre 10 y 200 ton/ha/año, y el 44.3% de la superficie no presenta erosión o la pérdida de suelo es menor a 10 ton/ha/año. El 7.8% de la cuenca tiene erosión severa con pérdida de suelo de 50 a 200 ton/ha/año o más. Además, a través de una cuantificación de la pérdida de suelo en campo, observan que las laderas inclinadas presentan la mayor pérdida de suelo en la cuenca, con un promedio de 44.5 ton/ha, siendo mayor a la registrada en terrazas y colinas. Por último **concluyen que este incremento se relacionó con las fuertes pendientes** que oscilaron entre 22 y 26% (Figura 56).

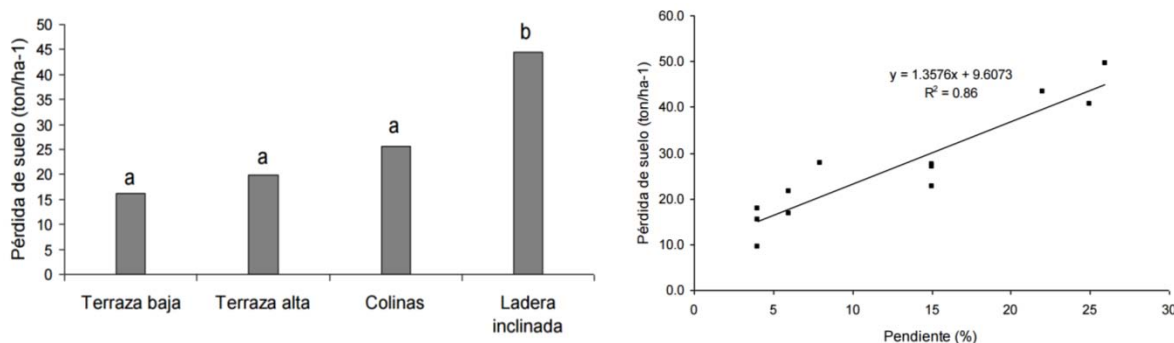


Figura 56. Relación de la pendiente y el relieve con el grado de erosión de los suelos.

En razón de lo anterior es posible concluir que debido a la ubicación geográfica y las características topográficas del predio, éste no se encuentra en tierras frágiles, sin embargo la remoción de la cobertura vegetal puede ocasionar que dicha fragilidad pase de nula a moderada, razón por la cual se ha propuesto como medida de mitigación un programa de arborización y jardinado el cual plantea dentro de sus objetivos evitar el riesgo de erosión a través del mantenimiento de áreas verdes con especies nativas y de buena cobertura arbórea.

<sup>58</sup> Santacruz De León, G. 2011. Estimación de la erosión hídrica y su relación con el uso de suelo en la cuenca del río Cahoacán, Chiapas, México.

<sup>59</sup> Zavala-Cruz J., David J. Palma, Carlos R. Fernández Cabrera, Antonio López Castañeda y Edgar Shirma. Degradación y conservación de suelos en la cuenca del Río Grijalva, Tabasco. Gobierno del Estado de Tabasco, SEMARNAT, COLPOS y PEMEX.

# IXI IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

---

La metodología utilizada para la valoración de los impactos derivados en el predio por el cambio de uso de suelo en terrenos forestales es la propuesta por Conesa Fernández (1997)<sup>60</sup> y Gómez Orea (1999)<sup>61</sup>, que consiste primero identificar las acciones que pueden causar impactos sobre uno o más factores del medio susceptibles de recibirlos; en segundo término se procede a identificar estos factores ambientales; y por último se valoran los impactos para determinar su grado de importancia. A continuación se describe la metodología empleada para la identificación y evaluación de los impactos ambientales del proyecto. Ver documentos anexos.

## IX.1 IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS

Con base esta metodología Conesa-Fernández, el procedimiento de evaluación del impacto ambiental inicia con la identificación de las acciones que pueden causar impactos sobre uno o más factores del medio susceptibles de recibirlos; en segundo paso consiste en valorar los impactos para determinar su grado de importancia y, por último, se proponen las medidas preventivas, correctivas o de compensación pertinentes.

### IX.1.1 Identificación de las acciones que pueden causar impactos al ambiente

De entre toda la gama de acciones que intervienen en la relación causa-efecto que define un impacto ambiental, susceptibles de producir impactos concretos en cualquiera de las etapas del proyecto, se deben seleccionar aquellas que sean relevantes, excluyentes/independientes, fácilmente identificables, localizables y cuantificables (Gómez Orea, Op. Cit.), ya que algunas de ellas no son significativas desde el punto de vista ambiental porque no modifican o alteran el ambiente o los recursos naturales, o bien porque su efecto es bajo o se puede anular con la adecuada y oportuna aplicación de medidas de prevención o mitigación.

---

<sup>60</sup> Conesa Fernández. 1997. Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental Ediciones Mundi-Prensa.

<sup>61</sup> Gómez Orea. 1999. Evaluación del impacto ambiental. Ediciones Mundi-Prensa. 700 pp.

Por otro lado, para la identificación de acciones, según Conesa Fernández (1997), se deben diferenciar los elementos del Proyecto de manera estructurada, atendiendo entre otros los siguientes aspectos:

- Acciones que modifican el uso del suelo
- Acciones que implican emisión de contaminantes
- Acciones derivadas de almacenamiento de residuos
- Acciones que implican sobreexplotación de recursos
- Acciones que implican sub-explotación de recursos
- Acciones que actúan sobre el medio biótico
- Acciones que dan lugar al deterioro del paisaje
- Acciones que repercuten sobre las infraestructuras
- Acciones que modifican el entorno social, económico y cultural
- Acciones derivadas del incumplimiento de la normatividad ambiental vigente

Tales acciones y sus efectos deben quedar determinados al menos en intensidad, extensión, persistencia, reversibilidad, recuperabilidad y momento en que intervienen en el proceso.

### **IX.1.2 Identificación de los factores ambientales del entorno susceptibles a recibir impactos**

Por otra parte los factores ambientales, son los elementos y procesos del medio que suele diferenciarse en dos Sistemas: Medio Físico y Medio Socioeconómico. El Medio Físico incluye tres subsistemas que son el Medio Inerte o Físico propiamente dicho, el Medio Biótico y el Medio Perceptual; en tanto que el Medio Socioeconómico incluye el Medio Socio-Cultural y el Medio Económico.

A cada uno de los subsistemas pertenece una serie de componentes ambientales susceptibles de recibir impactos, entendidos como elementos, cualidades y procesos del entorno que pueden ser afectados por el proyecto. La afectación, puede ser negativa o positiva.

Para seleccionar los componentes ambientales, tanto Gómez Orea (1999), como Conesa Fernández (1997), coinciden en que deben considerarse los siguientes criterios:

- Ser representativos del entorno afectado, y por tanto del impacto total producido por la ejecución del Proyecto sobre el Medio.
- Ser relevantes, es decir, portadores de información significativa sobre la magnitud e importancia del impacto.
- Ser excluyentes, es decir, sin solapamientos ni redundancias.

- De fácil identificación tanto en su concepto como en su apreciación sobre información estadística, cartográfica o trabajos de campo.
- De fácil cuantificación, dentro de lo posible, ya que muchos de ellos serán intangibles o inconmensurables.

De los distintos elementos del entorno presentes en el predio y en el área de influencia de éste, solamente se perciben como afectables, consecuencia del cambio de uso de suelo en terreno forestal, la vegetación, la fauna, el agua, el suelo, el paisaje y la atmósfera, además del medio socioeconómico como población y economía.

En síntesis, los factores del medio susceptibles de recibir impactos derivados de las acciones del proyecto están representadas mediante un árbol de acciones o mapa conceptual como lo indica el **Cuadro 58**. A la derecha de cada componente ambiental se ha asignado un valor de importancia estimado a partir de su relevancia en el sistema ambiental.

*Cuadro 58. Elementos del ambiente susceptibles de recibir impactos ambientales.*

	SISTEMA	SUBSISTEMA	COMPONENTE AMBIENTAL	FACTOR AMBIENTAL AFECTADO	UIP
<b>ENTORNO</b>	Medio Físico	Medio Abiótico	Atmósfera	Calidad	50
			Agua	Calidad	100
				Cantidad	100
			Suelo	Calidad	50
		Susceptibilidad a la erosión		20	
		Estructuras exokársticas	Conservación ecosistémica	80	
		Medio Biótico	Fauna	Hábitat	75
				Diversidad	100
			Flora	Cobertura	75
				Diversidad	100
	Medio Perceptual	Paisaje	Calidad	50	
	Medio Socio-económico	Medio Socio-cultural	Población	Calidad de vida	60
				Oferta Laboral	40
		Infraestructura	Cobertura	50	
Medio Económico		Economía	Economía local	50	
<b>SUMA UIP</b>					<b>1000</b>

*UIP: unidades de importancia (UIP): el valor asignado a cada factor resulta de la distribución relativa de mil unidades asignadas al total de factores ambientales (Medio Ambiente de Calidad Óptima), (Estevan Bolea, 1984, En: Conesa Fernández, 1997).*

### IX.1.3 Identificación de impactos

En una revisión realizada por Johnson (2001)<sup>62</sup>, se indica que entre los principales impactos relacionados con el crecimiento urbano, y que se podrán observar en el proyecto en evaluación se encuentran:

- La contaminación atmosférica,
- El decrecimiento del atractivo estético del paisaje,
- La reducción de la biodiversidad, áreas forestales y poblaciones de flora y fauna,
- El incremento del escurrimiento de aguas pluviales,
- La remoción de la vegetación nativa y
- La fragmentación de los ecosistemas y reducción de hábitat
- Consumo de agua
- Reducción de la calidad del agua

Además, se identifican los impactos relacionados con el sellamiento del suelo, tales como la reducción u obstaculización de los intercambios de energía, agua (reduciendo incluso su calidad) y gases y el incremento de la presión que se ejerce sobre las zonas no selladas adyacentes. Los efectos negativos van desde la pérdida de la producción vegetal, la contaminación y riesgos para la salud y por consiguiente, mayores costos sociales. Han sido identificadas diversas causas que pueden conducir a la impermeabilización de la superficie del suelo que incluyen la pérdida de la estructura debido al impacto de la lluvia o de labor del suelo, la dispersión de coloides y la compactación. Todas las causas impactan en la porosidad del suelo, ya sea reduciendo su cantidad o modificando su patrón. La modificación de los patrones de macroporos influye negativamente en la infiltración del agua, ya que son fundamentales en la determinación de la tasa de consumo de agua del suelo (Scalengh y Marsan, 2009)<sup>63</sup>.

Una vez identificadas las acciones susceptibles de producir impactos y los elementos ambientales susceptibles de recibirlos, y con base en la revisión bibliográfica se procede a identificar las interacciones entre estos, a través de la construcción de una matriz de tipo causa-efecto, la cual consiste en un cuadro de doble entrada en cuyas columnas figuran las acciones impactantes y en filas los factores ambientales (**Cuadro 59**).

---

<sup>62</sup> Johnson, M. P. (2001). Environmental impacts of urban sprawl: a survey of the literature and proposed research agenda. *Environment and Planning A*, 33(4), 717-735.

<sup>63</sup> Scalenghe, R., & Marsan, F. A. (2009). The anthropogenic sealing of soils in urban areas. *Landscape and Urban Planning*, 90(1), 1-10.



Cuadro 59. Actividades del proyecto que generan impactos.

Factores Ambientales		Etapas y Actividades del Proyecto							
		Preparación del sitio			Construcción			Operación y mantenimiento	
		Desmante	Despalme	Trazo y nivelación	Urbanización y equipamiento	Construcción en lotes		Ocupación de viviendas y locales comerciales	Mantenimiento del fraccionamiento
						Excavaciones y cimentaciones	Edificación		
Medio abiótico	Aire	X	X	X	X	X			
	Agua (Calidad)	X	X	X	X	X	X	X	
	Agua (Cantidad)			X				X	
	Suelo (Calidad)	X	X	X	X	X			
	Suelo (erodabilidad)	X	X						
	Estructuras exokársticas			X					
Medio biótico	Fauna (hábitat)	X							
	Fauna (diversidad)	X		X					
	Flora (Cobertura)	X							
	Flora (Diversidad)	X							
Medio perceptual	Paisaje	X	X	X	X	X	X		
Medio socioeconómico	Calidad de vida	X	X	X	X	X	X		X
	Oferta laboral	X	X	X	X	X	X		X
	Infraestructura				X		X		
	Economía local	X	X	X	X	X	X	X	X

En razón del cuadro anterior fueron identificados 56 impactos ambientales los cuales son caracterizados a detalle en el siguiente apartado.

## IX.2 CARACTERIZACIÓN DE LOS IMPACTOS

La caracterización de los impactos ambientales, es un proceso de análisis previo a la valoración del impacto, en donde se examina y describe la relación entre las acciones del proyecto y factores ambientales, justificando la asignación de determinado valor a cada uno de los impactos.

De acuerdo con la metodología propuesta, el valor de importancia del impacto ambiental, se establece mediante la valoración de diferentes criterios o atributos del impacto los cuales son: naturaleza, intensidad, extensión, momento, persistencia, reversibilidad, sinergia, acumulación, efecto, periodicidad y recuperabilidad. En dichos términos el impacto se considera compatible con el ambiente, cuando el valor de importancia es menor a las 25 unidades, moderado con un valor entre 25 y 50 unidades, es severo entre las 51 y 75 unidades; y es crítico cuando su importancia alcanza valores por arriba de las 75 unidades.

Como se mencionó anteriormente se identificaron un total de 56 impactos ambientales, los cuales se describen como sigue:

**Impacto del desmonte sobre el aire (A1).** Por el uso de la maquinaria, se prevé la emisión de contaminantes a la atmósfera. Este impacto se caracterizó como negativo (-1), de intensidad media (2), de extensión parcial (2), de momento inmediato (4), fugaz (1), reversible a corto plazo (1), mitigable (4), de efecto directo (4), no presenta sinergia (1), es acumulativo con las emisiones de otras fuentes (4), y su manifestación es irregular (1). De acuerdo con la función de importancia, éste impacto tiene un valor de -30, por lo que según el criterio definido por el método es un impacto moderado.

$$I = \pm(3In+2Ex+Mo+Pe+Rv+Rc+Ef+Si+Ac+Pr)$$

$$I = -(-2(2)+3(2)+4+1+1+4+4+1+4+1) = -30$$

**Impacto del desmonte sobre la calidad del agua (A2).** Se generarán desechos fisiológicos por la actividad de los trabajadores en el sitio, lo que repercute en la calidad del agua subterránea. Este impacto se caracterizó como negativo (-1), de intensidad baja (1), parcial (2), de mediano plazo (2), temporal (2), irreversible (4), mitigable (4), directo (4), no sinérgico (1), acumulativo por los efectos en la calidad del agua en otras zonas (4) y discontinuo (1). La valoración de la importancia de este impacto es de -29 por lo que es un impacto moderado.

$$I = \pm(3In+2Ex+Mo+Pe+Rv+Rc+Ef+Si+Ac+Pr)$$

$$I = -(3(1)+2(2)+2+2+4+4+4+1+4+1) = -29$$

**Impacto del desmonte sobre la calidad del suelo (A4).** Por el paso de la maquinaria, se prevén cambios en la estructura del suelo. Este impacto se caracterizó como negativo (-1), de intensidad media (2), de extensión parcial (2), de momento inmediato (4), permanente (4), de irreversible (4), mitigable (4), de efecto directo (4), no presenta sinergia (1), es acumulativo por las afectaciones al suelo en otras áreas (4), y su

manifestación es irregular (1). De acuerdo con la función de importancia, éste impacto tiene un valor de -36, por lo que según el criterio definido por el método es un impacto moderado.

$$I = \pm (3I_n + 2E_x + M_o + P_e + R_v + R_c + E_f + S_i + A_c + P_r)$$
$$I = -(3(2) + 3(2) + 4 + 4 + 4 + 4 + 4 + 1 + 4 + 1) = -36$$

**Impacto del desmonte sobre la erodabilidad del suelo (A5).** Como consecuencia del retiro de la vegetación, se espera una disminución de la resistencia del suelo a la erosión. Este impacto se caracterizó como negativo (-1), de intensidad alta (4), de extensión parcial (2), de momento de medio plazo (2), permanente (4), de reversibilidad a medio plazo (2), mitigable (4), de efecto indirecto, ya que es una consecuencia de la pérdida de la vegetación (1), no presenta sinergia (1), es acumulativo con las afectaciones al suelo en otras áreas (4), y su manifestación es irregular (1). De acuerdo con la función de importancia, éste impacto tiene un valor de -35, por lo que según el criterio definido por el método es un impacto moderado.

$$I = \pm (3I_n + 2E_x + M_o + P_e + R_v + R_c + E_f + S_i + A_c + P_r)$$
$$I = -3(4) + 2(2) + 2 + 4 + 2 + 4 + 1 + 1 + 4 + 1 = -35$$

**Impacto del desmonte sobre el hábitat de la fauna (A7).** Como consecuencia del retiro de la vegetación, se reducirá la cobertura de hábitat que da soporte a la fauna del sitio. Este impacto se caracterizó como negativo (-1), de intensidad alta (4), de extensión parcial (2), de momento inmediato (2), permanente (4), de reversibilidad a medio plazo (2), mitigable (4), de efecto directo (4), no presenta sinergia (1), es acumulativo con las afectaciones a la fauna en otras áreas (4), y su manifestación es irregular (1). De acuerdo con la función de importancia, éste impacto tiene un valor de -40, por lo que según el criterio definido por el método es un impacto moderado.

$$I = \pm (3I_n + 2E_x + M_o + P_e + R_v + R_c + E_f + S_i + A_c + P_r)$$
$$I = -(3(3) + 2(4) + 2 + 4 + 4 + 2 + 4 + 4 + 1 + 4 + 1) = -40$$

**Impacto del desmonte sobre el hábitat de la fauna (A8).** La actividad de desmonte, los ruidos y el paso de la maquinaria provocarán un desplazamiento de la fauna hacia zonas inalteradas. Algunas de las especies presentes en el proyecto se desarrollan en sitios mejor conservados, por lo que, al retirar la vegetación del sitio del proyecto se reducirá el número de especies presentes en el mismo. Este impacto se caracterizó como negativo (-1), de intensidad alta (4), de extensión parcial (2), de momento inmediato (2), permanente (4), de reversibilidad a medio plazo (2), mitigable (4), de efecto indirecto, ya que es consecuencia de la pérdida de vegetación (1), no presenta sinergia (1), es acumulativo con las afectaciones a la fauna en otras áreas (4), y su manifestación es irregular (1). De acuerdo con la función de importancia, éste impacto tiene un valor de -37, por lo que según el criterio definido por el método es un impacto moderado.

$$I = \pm (3I_n + 2E_x + M_o + P_e + R_v + R_c + E_f + S_i + A_c + P_r)$$

$$I = -3(4) + 2(2) + 4 + 4 + 2 + 4 + 1 + 1 + 4 + 1 = -37$$

**Impacto del desmonte sobre la cobertura de vegetación o flora (A9).** El desmonte implica el retiro de vegetación del sitio, lo que significa una reducción de la cobertura vegetal en el mismo. Este impacto se caracterizó como negativo (-1), de intensidad alta (4), de extensión parcial (2), de momento inmediato (2), permanente (4), de reversibilidad a medio plazo (2), mitigable (4), de efecto directo (4), no presenta sinergia (1), es acumulativo con las afectaciones a la vegetación (4), y su manifestación es irregular (1). De acuerdo con la función de importancia, éste impacto tiene un valor de -40, por lo que según el criterio definido por el método es un impacto moderado.

$$I = \pm (3In + 2Ex + Mo + Pe + RV + Rc + Ef + Si + Ac + Pr)$$

$$I = -3(4) + 3(2) + 4 + 4 + 2 + 4 + 4 + 1 + 4 + 1 = -40$$

**Impacto del desmonte sobre la diversidad de la vegetación o flora (A10).** El desmonte implica el retiro de vegetación del sitio, lo que significa una reducción de la cobertura vegetal en el mismo. Este impacto se caracterizó como negativo (-1), de intensidad alta (4), de extensión parcial (2), de momento inmediato (2), permanente (4), de reversibilidad a medio plazo (2), mitigable (4), de efecto indirecto consecuencia de la pérdida de cobertura (1), no presenta sinergia (1), es acumulativo con las afectaciones a la vegetación en otras áreas (4), y su manifestación es irregular (1). De acuerdo con la función de importancia, éste impacto tiene un valor de -37, por lo que según el criterio definido por el método es un impacto moderado.

$$I = \pm (3In + 2Ex + Mo + Pe + RV + Rc + Ef + Si + Ac + Pr)$$

$$I = -3(4) + 2(2) + 4 + 4 + 2 + 4 + 1 + 1 + 4 + 1 = -37$$

**Impacto del desmonte sobre el paisaje (A11).** El retiro de la vegetación modificará el paisaje imperante en la zona. Sin embargo, existen predios aledaños con paisaje urbano, debido a los usos del suelo determinados para la zona. Este impacto se caracterizó como negativo (-1), de intensidad alta (4), de extensión parcial (2), de momento inmediato (4), permanente (4), irreversible (4), irrecuperable (4), de efecto directo (4), no presenta sinergia (1), es acumulativo con las afectaciones al paisaje en otras áreas (4), y su manifestación es irregular (1). De acuerdo con la función de importancia, éste impacto tiene un valor de -46, por lo que según el criterio definido por el método es un impacto moderado.

$$I = \pm (3In + 2Ex + Mo + Pe + RV + Rc + Ef + Si + Ac + Pr)$$

$$I = 3(4) + 2(2) + 4 + 4 + 4 + 8 + 4 + 1 + 4 + 1 = -46$$

**Impacto del desmonte sobre la calidad de vida (A12)** Las actividades de desmonte generan empleos en la comunidad, que a su vez generan aumento en la calidad de vida en la misma. Este impacto se categorizó como positivo (+), de intensidad alta (4) de extensión parcial (2), inmediato (4), temporal (2), reversible a corto plazo (1), recuperable de forma inmediata (1), indirecto, por ser una consecuencia de la generación de empleos, sin sinergia (1), no acumulativo (1) y discontinuo (1). El valor

de importancia calculado de este impacto es de +28, por lo que se cataloga como un impacto moderado.

$$I = \pm (3In+2Ex+Mo+Pe+RV+Rc+Ef+Si+Ac+Pr)$$
$$I=+(3(4)+2(2)+4+2+1+1+1+1+1+1)=+28$$

**Impacto del desmonte sobre la oferta de empleos (A13)** Las actividades de desmonte generan empleos en la comunidad, que a su vez generan aumento en la calidad de vida en la misma. Este impacto se categorizó como positivo (+), de intensidad alta (4) de extensión parcial (2), inmediato (4), temporal (2), reversible a corto plazo (1), recuperable de forma inmediata (1), directo (4), sin sinergia (1), no acumulativo (1) y discontinuo (1). El valor de importancia calculado de este impacto es de +31, por lo que se cataloga como un impacto moderado.

$$I = \pm (3In+2Ex+Mo+Pe+RV+Rc+Ef+Si+Ac+Pr)$$
$$I=3(4)+2(2)+4+2+1+1+4+1+1+1=+31$$

**Impacto del desmonte sobre la economía local (A15)** Las actividades de desmonte generan empleos en la comunidad, que a su vez generan aumento en la calidad de vida en la misma. Este impacto se categorizó como positivo (+), de intensidad baja (1) extenso (4), de medio plazo (2), temporal (2), reversible a corto plazo (1), recuperable de forma inmediata (1), indirecto (1), sinérgico por el efecto multiplicador de la actividad en la economía (2), acumulativo por el impulso a la economía de otros proyectos en la zona (4) y discontinuo (1). El valor de importancia calculado de este impacto es de +25, por lo que se cataloga como un impacto moderado.

$$I = \pm (3In+2Ex+Mo+Pe+RV+Rc+Ef+Si+Ac+Pr)$$
$$I=+ (3(1)+2(4)+2+2+1+1+1+2+ 4+1)=+25$$

**Impacto del despalme sobre el aire (B1).** El uso de la maquinaria en el despalme genera la emisión de contaminantes a la atmósfera. Este impacto se caracterizó como negativo (-1), de intensidad media (2), de extensión parcial (2), de momento inmediato (4), fugaz (1), reversible a corto plazo (1), mitigable (4), de efecto directo (4), no presenta sinergia (1), es acumulativo con las emisiones de otras fuentes (4), y su manifestación es irregular (1). De acuerdo con la función de importancia, éste impacto tiene un valor de -30, por lo que según el criterio definido por el método es un impacto moderado.

$$I = \pm (3In+2Ex+Mo+Pe+RV+Rc+Ef+Si+Ac+Pr)$$
$$I=-(3(2)+2(2)+4+1+1+4+4+1+4+1)=-30$$

**Impacto del despalme sobre la calidad del agua (B2).** Se generarán desechos fisiológicos por la actividad de los trabajadores en el sitio, lo que repercute en la calidad del agua subterránea. Este impacto se caracterizó como negativo (-1), de intensidad baja (1), parcial (2), de mediano plazo (2), temporal (2), irreversible (4), mitigable (4), directo (4), no sinérgico (1), acumulativo por los efectos en la calidad del

agua en otras zonas (4) y discontinuo (1). La valoración de la importancia de este impacto es de -29 por lo que es un impacto moderado.

$$I = \pm (3I_n + 2E_x + M_o + P_e + R_v + R_c + E_f + S_i + A_c + P_r)$$

$$I = -(3(1) + 2(2) + 2 + 2 + 4 + 4 + 4 + 1 + 4 + 1) = -29$$

**Impacto del desmonte sobre la calidad del suelo (B4).** Por el paso de la maquinaria, se prevén cambios en la estructura del suelo. Este impacto se caracterizó como negativo (-1), de intensidad media (2), de extensión parcial (2), de momento inmediato (4), permanente (4), irreversible (4), mitigable (4), de efecto directo (4), no presenta sinergia (1), es acumulativo con las afectaciones al suelo en otras áreas (4), y su manifestación es irregular (1). De acuerdo con la función de importancia, éste impacto tiene un valor de -36, por lo que según el criterio definido por el método es un impacto moderado.

$$I = \pm (3I_n + 2E_x + M_o + P_e + R_v + R_c + E_f + S_i + A_c + P_r)$$

$$I = -(3(2) + 2(2) + 4 + 4 + 4 + 4 + 4 + 1 + 4 + 1) = -36$$

**Impacto del despalme sobre la erodabilidad del suelo (B5).** Como consecuencia del retiro de la capa superficial del suelo, se espera una disminución de la resistencia del suelo a la erosión. Este impacto se caracterizó como negativo (-1), de intensidad alta (4), de extensión parcial (2), de momento de medio plazo (2), permanente (4), de reversibilidad a medio plazo (2), mitigable (4), de efecto indirecto, ya que es una consecuencia de la pérdida de la vegetación (1), no presenta sinergia (1), es acumulativo con las afectaciones al suelo en otras áreas (4), y su manifestación es irregular (1). De acuerdo con la función de importancia, éste impacto tiene un valor de -35, por lo que según el criterio definido por el método es un impacto moderado.

$$I = \pm (3I_n + 2E_x + M_o + P_e + R_v + R_c + E_f + S_i + A_c + P_r)$$

$$I = -(3(4) + 2(2) + 2 + 4 + 2 + 4 + 1 + 1 + 4 + 1) = -35$$

**Impacto del despalme sobre el paisaje (B11).** El despalme modificará el paisaje de la zona. Este impacto se caracterizó como negativo (-1), de intensidad baja (1), de extensión parcial (2), de momento inmediato (4), permanente (4), irreversible (4), irrecuperable (8), de efecto indirecto (1), no presenta sinergia (1), es acumulativo con las afectaciones al paisaje en otras áreas (4), y su manifestación es irregular (1). De acuerdo con la función de importancia, éste impacto tiene un valor de -34, por lo que según el criterio definido por el método es un impacto moderado.

$$I = \pm (3I_n + 2E_x + M_o + P_e + R_v + R_c + E_f + S_i + A_c + P_r)$$

$$I = -(3(1) + 2(2) + 4 + 4 + 4 + 8 + 1 + 1 + 4 + 1) = -34$$

**Impacto del despalme sobre la calidad de vida (B12)** Las actividades de despalme generan empleos en la comunidad, que a su vez generan aumento en la calidad de vida en la misma. Este impacto se categorizó como positivo (+), de intensidad alta (4) de extensión parcial (2), inmediato (4), temporal (2), reversible a corto plazo (1), recuperable de forma inmediata (1), indirecto, por ser una consecuencia de la

generación de empleos, sin sinergia (1), no acumulativo (1) y discontinuo (1). El valor de importancia calculado de este impacto es de +28, por lo que se cataloga como un impacto moderado.

$$I = \pm (3In+2Ex+Mo+Pe+RV+Rc+Ef+Si+Ac+Pr)$$
$$I=+(3(4)+2(2)+4+2+1+1+1+1+1+1)=+28$$

**Impacto del despilme sobre la oferta de empleos (B13)** Las actividades de despilme generan empleos en la comunidad, que a su vez generan aumento en la calidad de vida en la misma. Este impacto se categorizó como positivo (+), de intensidad alta (4) de extensión parcial (2), inmediato (4), temporal (2), reversible a corto plazo (1), recuperable de forma inmediata (1), directo (4), sin sinergia (1), no acumulativo (1) y discontinuo (1). El valor de importancia calculado de este impacto es de +31, por lo que se cataloga como un impacto moderado.

$$I = \pm (3In+2Ex+Mo+Pe+RV+Rc+Ef+Si+Ac+Pr)$$
$$I=+(3(4)+2(2)+4+2+1+1+4+1+1+1)=+31$$

**Impacto del desmonte sobre la economía local (B15)** Las actividades de despilme generan empleos en la comunidad, que a su vez generan aumento en la calidad de vida en la misma. Este impacto se categorizó como positivo (+), de intensidad baja (1) extenso (4), de medio plazo (2), temporal (2), reversible a corto plazo (1), recuperable de forma inmediata (1), indirecto (1), sinérgico por el efecto multiplicador de la actividad en la economía (2), acumulativo por el impulso a la economía de otros proyectos en la zona (4) y discontinuo (1). El valor de importancia calculado de este impacto es de +25, por lo que se cataloga como un impacto moderado.

$$I = \pm (3In+2Ex+Mo+Pe+RV+Rc+Ef+Si+Ac+Pr)$$
$$I=3(1)+2(4)+2+2+1+1+1+2+4+1=+25$$

**Impacto del trazo y nivelación sobre el aire (C1).** La maquinaria requerida para la nivelación del sitio, generará emisiones a la atmósfera. Además, la nivelación genera el levantamiento de polvos por el material de relleno empleado. Este impacto ambiental fue catalogado como negativo (-1), de intensidad baja (a), de extensión parcial (2), de mediano plazo (2), temporal (2), irreversible (4), mitigable (4), de efecto directo (4), no presenta sinergia (1), es acumulativo con las emisiones de otras fuentes (4), y su manifestación es irregular (1). De acuerdo con la función de importancia, éste impacto tiene un valor de -29, por lo que según el criterio definido por el método es un impacto moderado.

$$I = \pm (3In+2Ex+Mo+Pe+RV+Rc+Ef+Si+Ac+Pr)$$
$$I=-(3(1)+2(2)+2+2+4+4+4+1+4+1)=-29$$

**Impacto del trazo y nivelación sobre la calidad del agua (C2).** La reducción de la porosidad del suelo debido a la compactación del mismo, reduce su capacidad de

filtración, impidiendo que el agua se depure de forma natural. Además, estas actividades generarán residuos fisiológicos por la actividad de los trabajadores. Este impacto se caracterizó como negativo (-1), de intensidad baja (1), parcial (2), de mediano plazo (2), temporal (2), irreversible (4), mitigable (4), directo (4), no sinérgico (1), acumulativo por los efectos en la calidad del agua en otras zonas (4) y discontinuo (1). La valoración de la importancia de este impacto es de -26 por lo que es un impacto moderado.

$$I = \pm (3In+2Ex+Mo+Pe+RV+Rc+Ef+Si+Ac+Pr)$$

$$I=-(3(1)+2(2)+2+2+4+4+1+1+4+1)=-26$$

**Impacto del trazo y nivelación sobre la cantidad del agua (C3).** La compactación del suelo reduce la cantidad de agua que se infiltra y con ello la recarga del acuífero subterráneo. Este impacto ambiental fue catalogado como negativo (-1), de intensidad baja (1), de extensión parcial (2), de largo plazo (1), temporal (2), irreversible (4), mitigable (4), de efecto indirecto, ya que es consecuencia de la compactación del suelo y su pérdida de porosidad (1), no presenta sinergia (1), es acumulativo con las afectaciones al agua de otros proyectos (4), y su manifestación es irregular (1). De acuerdo con la función de importancia, éste impacto tiene un valor de -25, por lo que según el criterio definido por el método es un impacto moderado.

$$I = \pm (3In+2Ex+Mo+Pe+RV+Rc+Ef+Si+Ac+Pr)$$

$$I=-(3(1)+2(2)+1+2+4+4+1+1+4+1)=-25$$

**Impacto del trazo y nivelación sobre la calidad del suelo (C4).** La compactación del suelo modifica la estructura y la porosidad del suelo. Este impacto ambiental fue catalogado como negativo (-1), de intensidad media (2), de extensión parcial (2), inmediato (4), permanente (4), irreversible (4), mitigable (4), de efecto directo (1), no presenta sinergia (1), es acumulativo con las afectaciones al suelo de otros proyectos (4), y su manifestación es irregular (1). De acuerdo con la función de importancia, éste impacto tiene un valor de -36, por lo que según el criterio definido por el método es un impacto moderado.

$$I = \pm (3In+2Ex+Mo+Pe+RV+Rc+Ef+Si+Ac+Pr)$$

$$I=-(3(2)+2(2)+4+4+4+4+4+1+4+1)=-36$$

**Impacto del trazo y nivelación sobre las estructuras exokársticas (C6).** La nivelación modifica las estructuras de las rejolladas secas existentes en el predio. Este impacto ambiental fue catalogado como negativo (-1), de intensidad alta (4), de extensión puntal (1), inmediato (4), permanente (4), irreversible (4), irrecuperable (8), de efecto directo (4), no presenta sinergia (1), es acumulativo con las afectaciones a las estructuras exokársticas de otros proyectos (4), y su manifestación es irregular (1). De acuerdo con la función de importancia, éste impacto tiene un valor de -41, por lo que según el criterio definido por el método es un impacto moderado.

$$I = \pm (3In+2Ex+Mo+Pe+RV+Rc+Ef+Si+Ac+Pr)$$

$$I=-(3(4)+2(1)+4+4+4+8+4+1+1+1)=-41$$



**Impacto del trazo y nivelación sobre el paisaje (C11).** La nivelación modificará el paisaje imperante en la zona. Sin embargo, existen predios aledaños con paisaje urbano, debido a los usos del suelo determinados para la zona. Este impacto se caracterizó como negativo (-1), de intensidad alta (4), de extensión parcial (2), de momento inmediato (4), permanente (4), irreversible (4), irrecuperable (4), de efecto directo (4), no presenta sinergia (1), es acumulativo con las afectaciones al paisaje en otras áreas (4), y su manifestación es irregular (1). De acuerdo con la función de importancia, éste impacto tiene un valor de -46, por lo que según el criterio definido por el método es un impacto moderado.

$$I = \pm (3In+2Ex+Mo+Pe+RV+Rc+Ef+Si+Ac+Pr)$$
$$I = -(3(1)+2(2)+4+4+4+8+4+1+4+1) = -37$$

**Impacto del trazo y nivelación sobre la calidad de vida (C12)** Los trabajos de trazo y nivelación generan empleos en la comunidad, que a su vez generan aumento en la calidad de vida en la misma. Este impacto se categorizó como positivo (+), de intensidad alta (4) de extensión parcial (2), inmediato (4), temporal (2), reversible a corto plazo (1), recuperable de forma inmediata (1), indirecto, por ser una consecuencia de la generación de empleos, sin sinergia (1), no acumulativo (1) y discontinuo (1). El valor de importancia calculado de este impacto es de +28, por lo que se cataloga como un impacto moderado.

$$I = \pm (3In+2Ex+Mo+Pe+RV+Rc+Ef+Si+Ac+Pr)$$
$$I = +(3(4)+2(2)+4+2+1+1+1+1+1+1) = +28$$

**Impacto del trazo y nivelación sobre la oferta de empleos (C13)** Los trabajos de trazo y nivelación generan empleos en la comunidad, que a su vez generan aumento en la calidad de vida en la misma. Este impacto se categorizó como positivo (+), de intensidad alta (4) de extensión parcial (2), inmediato (4), temporal (2), reversible a corto plazo (1), recuperable de forma inmediata (1), directo (4), sin sinergia (1), no acumulativo (1) y discontinuo (1). El valor de importancia calculado de este impacto es de +31, por lo que se cataloga como un impacto moderado.

$$I = \pm (3In+2Ex+Mo+Pe+RV+Rc+Ef+Si+Ac+Pr)$$
$$I = +(3(4)+2(2)+4++2+1+1+4+1+1+1) = +31$$

**Impacto del trazo y nivelación sobre la economía local (C15)** Los trabajos de trazo y nivelación despalme generan empleos en la comunidad, que a su vez generan aumento en la calidad de vida en la misma. Este impacto se categorizó como positivo (+), de intensidad baja (1) extenso (4), de medio plazo (2), temporal (2), reversible a corto plazo (1), recuperable de forma inmediata (1), indirecto (1), sinérgico por el efecto multiplicador de la actividad en la economía (2), acumulativo por el impulso a la economía de otros proyectos en la zona (4) y discontinuo (1). El valor de importancia calculado de este impacto es de +25, por lo que se cataloga como un impacto moderado.

$$I = \pm (3In+2Ex+Mo+Pe+RV+Rc+Ef+Si+Ac+Pr)$$

$$I=+(3(1)+2(4)+2+2+1+1+1+2+4 +1)=+25$$

**Impacto de la urbanización y sobre el aire (D1).** La maquinaria y equipos requeridos para la urbanización y equipamiento generarán emisiones a la atmósfera. Este impacto ambiental fue catalogado como negativo (-1), de intensidad media (2), de extensión parcial (2), de momento inmediato (4), fugaz (1), reversible en el corto plazo (1), mitigable (4), de efecto directo (4), no presenta sinergia (1), es acumulativo con las emisiones de otras fuentes (4), y su manifestación es irregular (1). De acuerdo con la función de importancia, éste impacto tiene un valor de -30, por lo que según el criterio definido por el método es un impacto moderado.

$$I = \pm (3In+2Ex+Mo+Pe+RV+Rc+Ef+Si+Ac+Pr)$$

$$I=3(2)+2(2)+4+1+1+4+4+1+4+1=-30$$

**Impacto de la urbanización sobre la calidad del agua (D2).** Se generarán desechos fisiológicos por la actividad de los trabajadores en el sitio, lo que repercute en la calidad del agua subterránea. Este impacto se caracterizó como negativo (-1), de intensidad baja (1), parcial (2), inmediato (4), permanente (4), irreversible (4), mitigable (4), directo (4), no sinérgico (1), acumulativo por los efectos en la calidad del agua en otras zonas (4) y discontinuo (1). La valoración de la importancia de este impacto es de -36 por lo que es un impacto moderado.

$$I = \pm (3In+2Ex+Mo+Pe+RV+Rc+Ef+Si+Ac+Pr)$$

$$I=-(3(2)+2(2)+4+4+4+4+4+1+4+1)=-36$$

**Impacto de la urbanización y equipamiento sobre la calidad del suelo (D4).** La urbanización y la edificación pueden generar una contaminación del suelo por los residuos sólidos generados por las actividades de los trabajadores y derrames de sustancias. Este impacto ambiental fue catalogado como negativo (-1), de intensidad baja (1), de extensión parcial (2), inmediato (4), permanente (4), irreversible (4), mitigable (4), de efecto directo (4), no presenta sinergia (1), es acumulativo con las afectaciones al suelo de otros proyectos (4), y su manifestación es irregular (1). De acuerdo con la función de importancia, éste impacto tiene un valor de -33, por lo que según el criterio definido por el método es un impacto moderado.

$$I = \pm (3In+2Ex+Mo+Pe+RV+Rc+Ef+Si+Ac+Pr)$$

$$I=-(3(1)+2(2)+4+4+4+4+4+1+4+1)=-33$$

**Impacto de la urbanización y equipamiento sobre el paisaje (D11).** La nivelación modificará el paisaje de la zona. Sin embargo, existen predios aledaños con paisaje urbano, debido a los usos del suelo determinados para la zona. Este impacto se caracterizó como negativo (-1), de intensidad alta (4), de extensión parcial (2), de momento inmediato (4), permanente (4), irreversible (4), irrecuperable (8), de efecto directo (4), no presenta sinergia (1), es acumulativo con las afectaciones al paisaje en otras áreas (4), y su manifestación es irregular (1). De acuerdo con la función de

importancia, éste impacto tiene un valor de -46, por lo que según el criterio definido por el método es un impacto moderado.

$$I = \pm (3I_n + 2E_x + M_o + P_e + R_v + R_c + E_f + S_i + A_c + P_r)$$
$$I = 3(4) + 2(2) + 4 + 4 + 4 + 8 + 4 + 1 + 4 + 1 = -46$$

**Impacto de la urbanización y equipamiento sobre la calidad de vida (D12)** La urbanización y el equipamiento generan empleos en la comunidad, que a su vez generan aumento en la calidad de vida en la misma. Este impacto se categorizó como positivo (+), de intensidad alta (4) de extensión parcial (2), inmediato (4), temporal (2), reversible a corto plazo (1), recuperable de forma inmediata (1), indirecto, por ser una consecuencia de la generación de empleos, sin sinergia (1), no acumulativo (1) y discontinuo (1). El valor de importancia calculado de este impacto es de +28, por lo que se cataloga como un impacto moderado.

$$I = \pm (3I_n + 2E_x + M_o + P_e + R_v + R_c + E_f + S_i + A_c + P_r)$$
$$I = +(3(4) + 2(2) + 4 + 2 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1) = +28$$

**Impacto de la urbanización y equipamiento sobre la oferta de empleos (D13)** La urbanización y el equipamiento generan empleos en la comunidad, que a su vez generan aumento en la calidad de vida en la misma. Este impacto se categorizó como positivo (+), de intensidad alta (4) de extensión parcial (2), inmediato (4), temporal (2), reversible a corto plazo (1), recuperable de forma inmediata (1), directo (4), sin sinergia (1), no acumulativo (1) y discontinuo (1). El valor de importancia calculado de este impacto es de +31, por lo que se cataloga como un impacto moderado.

$$I = \pm (3I_n + 2E_x + M_o + P_e + R_v + R_c + E_f + S_i + A_c + P_r)$$
$$I = +(3(4) + 2(2) + 4 + 2 + 1 + 1 + 4 + 1 + 1 + 1) = +31$$

**Impacto de la urbanización y equipamiento sobre la Infraestructura (D14)** La urbanización y el equipamiento incrementará la infraestructura urbana de la zona. Este impacto se categorizó como positivo (+), de intensidad alta (4) de extensión parcial (2), inmediato (4), permanente (4), irreversible (4), irrecuperable (8), directo (4), sin sinergia (1), acumulativo (4) y discontinuo (1). El valor de importancia calculado de este impacto es de +44, por lo que se cataloga como un impacto moderado.

$$I = \pm (3I_n + 2E_x + M_o + P_e + R_v + R_c + E_f + S_i + A_c + P_r)$$
$$I = +(3(4) + 2(2) + 2 + 4 + 4 + 8 + 4 + 1 + 4 + 1) = +44$$

**Impacto de la urbanización y equipamiento sobre la economía local (D15)** La urbanización y el equipamiento generan empleos en la comunidad, que a su vez generan aumento en la calidad de vida en la misma. Este impacto se categorizó como positivo (+), de intensidad baja (1) extenso (4), de medio plazo (2), temporal (2), reversible a corto plazo (1), recuperable de forma inmediata (1), indirecto (1), sinérgico por el efecto multiplicador de la actividad en la economía (2), acumulativo por el impulso a la economía de otros proyectos en la zona (4) y discontinuo (1). El valor de

importancia calculado de este impacto es de +25, por lo que se cataloga como un impacto moderado.

$$I = \pm (3In+2Ex+Mo+Pe+RV+Rc+Ef+Si+Ac+Pr)$$

$$I=(3(1)+2(4)+2+2+1+1+1+2+4+1)=+25$$

**Impacto de las excavaciones y cimentaciones sobre el aire (E1).** La maquinaria y equipos requeridos para las excavaciones generarán emisiones a la atmósfera. Además se prevé el levantamiento de polvos de la excavación de las zanjas de cimentación. Este impacto ambiental fue catalogado como negativo (-1), de intensidad baja (1), de extensión parcial (2), inmediato (4), fugaz (1), reversible en el corto plazo (1), mitigable (4), de efecto directo (4), no presenta sinergia (1), es acumulativo con las emisiones de otras fuentes (4), y su manifestación es irregular (1). De acuerdo con la función de importancia, éste impacto tiene un valor de -27, por lo que según el criterio definido por el método es un impacto moderado.

$$I = \pm (3In+2Ex+Mo+Pe+RV+Rc+Ef+Si+Ac+Pr)$$

$$I=-(3(1)+(2)+2+4+1+1+4+4+1+4+1)=-27$$

**Impacto de las excavaciones y cimentaciones sobre la calidad del agua (E2).** Se generarán desechos fisiológicos por la actividad de los trabajadores en el sitio, lo que repercute en la calidad del agua subterránea. Este impacto se caracterizó como negativo (-1), de intensidad media (2), parcial (2), inmediato (2), permanente (4), irreversible (4), mitigable (4), directo (4), no sinérgico (1), acumulativo por los efectos en la calidad del agua en otras zonas (4) y discontinuo (1). La valoración de la importancia de este impacto es de -36 por lo que es un impacto moderado.

$$I = \pm (3In+2Ex+Mo+Pe+RV+Rc+Ef+Si+Ac+Pr)$$

$$I=-(3(2)+2(2)+4+4+4+4+4+1+4+1)=-36$$

**Impacto de las excavaciones y cimentaciones sobre la calidad del suelo (E4).** Las excavaciones y cimentaciones modifican la estructura del suelo al retirar material de éste. Además se generan residuos sólidos y podrían generarse derrames accidentales de sustancias. Este impacto ambiental fue catalogado como negativo (-1), de intensidad baja (1), de extensión parcial (2), inmediato (4), permanente (4), irreversible (4), mitigable (4), de efecto directo (4), no presenta sinergia (1), es acumulativo con las afectaciones al suelo de otros proyectos (4), y su manifestación es irregular (1). De acuerdo con la función de importancia, éste impacto tiene un valor de -33, por lo que según el criterio definido por el método es un impacto moderado.

$$I = \pm (3In+2Ex+Mo+Pe+RV+Rc+Ef+Si+Ac+Pr)$$

$$I=-(3(1)+2(2)+4+4+4+4+4+1+4+1)=-33$$

**Impacto de las excavaciones y cimentaciones sobre el paisaje (E11).** Las excavaciones y cimentaciones modificarán levemente el paisaje de la zona. Sin embargo, existen predios aledaños con paisaje urbano, debido a los usos del suelo determinados para la zona. Este impacto se caracterizó como negativo (-1), de

intensidad baja (1), de extensión puntual (1), de momento inmediato (4), fugaz (1), irreversible (4), recuperable de forma inmediata (1), de efecto directo (4), no presenta sinergia (1), no acumulativo (1), y su manifestación es irregular (1). De acuerdo con la función de importancia, éste impacto tiene un valor de -22, por lo que según el criterio definido por el método es un impacto compatible con el medio.

$$I = \pm (3I_n + 2E_x + M_o + P_e + R_v + R_c + E_f + S_i + A_c + P_r)$$
$$I = -(3(1) + 2(1) + 4 + 1 + 4 + 1 + 4 + 1 + 1 + 1) = -22$$

**Impacto de las excavaciones y cimentaciones sobre la calidad de vida (E12)** Las excavaciones y cimentaciones generan empleos en la comunidad, que a su vez generan aumento en la calidad de vida en la misma. Este impacto se categorizó como positivo (+), de intensidad alta (4) de extensión parcial (2), inmediato (4), temporal (2), reversible a corto plazo (1), recuperable de forma inmediata (1), indirecto, por ser una consecuencia de la generación de empleos, sin sinergia (1), no acumulativo (1) y discontinuo (1). El valor de importancia calculado de este impacto es de +28, por lo que se cataloga como un impacto moderado.

$$I = \pm (3I_n + 2E_x + M_o + P_e + R_v + R_c + E_f + S_i + A_c + P_r)$$
$$I = +(3(4) + 2(2) + 4 + 2 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1) = +28$$

**Impacto de las excavaciones y cimentaciones sobre la oferta de empleos (E13)** Las excavaciones y cimentaciones generan empleos en la comunidad, que a su vez generan aumento en la calidad de vida en la misma. Este impacto se categorizó como positivo (+), de intensidad alta (4) de extensión parcial (2), inmediato (4), temporal (2), reversible a corto plazo (1), recuperable de forma inmediata (1), directo (4), sin sinergia (1), no acumulativo (1) y discontinuo (1). El valor de importancia calculado de este impacto es de +31, por lo que se cataloga como un impacto moderado.

$$I = \pm (3I_n + 2E_x + M_o + P_e + R_v + R_c + E_f + S_i + A_c + P_r)$$
$$I = +(3(4) + 2(2) + 4 + 2 + 1 + 1 + 4 + 1 + 1 + 1) = +31$$

**Impacto de las excavaciones y cimentaciones sobre la economía local (E15)** Las excavaciones y cimentaciones generan empleos en la comunidad, que a su vez generan aumento en la calidad de vida en la misma. Este impacto se categorizó como positivo (+), de intensidad baja (1) extenso (4), de medio plazo (2), temporal (2), reversible a corto plazo (1), recuperable de forma inmediata (1), indirecto (1), sinérgico por el efecto multiplicador de la actividad en la economía (2), acumulativo por el impulso a la economía de otros proyectos en la zona (4) y discontinuo (1). El valor de importancia calculado de este impacto es de +25, por lo que se cataloga como un impacto moderado.

$$I = \pm (3I_n + 2E_x + M_o + P_e + R_v + R_c + E_f + S_i + A_c + P_r)$$
$$I = +(3(1) + 4 + 2 + 2 + 1 + 1 + 1 + 2 + 4 + 1) = +25$$

**Impacto de la edificación sobre la calidad del agua (F2).** Se generarán desechos fisiológicos por la actividad de los trabajadores en el sitio, lo que repercute en la

calidad del agua subterránea. Este impacto se caracterizó como negativo (-1), de intensidad media (1), parcial (2), inmediato (4), permanente (4), irreversible (4), mitigable (4), directo (4), no sinérgico (1), acumulativo por los efectos en la calidad del agua en otras zonas (4) y discontinuo (1). La valoración de la importancia de este impacto es de -36 por lo que es un impacto moderado.

$$I = \pm (3In+2Ex+Mo+Pe+RV+Rc+Ef+Si+Ac+Pr)$$

$$I = -(3(2)+2(2)+(4)+4+4+4+4+1+4+1) = -36$$

**Impacto de la edificación sobre el paisaje (F11).** La edificación modificará el paisaje de la zona. Sin embargo, existen predios aledaños con paisaje urbano, debido a los usos del suelo determinados para la zona. Este impacto se caracterizó como negativo (-1), de intensidad alta (4), de extensión parcial (2), de momento inmediato (4), permanente (4), irreversible (4), irrecuperable (8), de efecto directo (4), no presenta sinergia (1), acumulativo (4), y su manifestación es irregular (1). De acuerdo con la función de importancia, éste impacto tiene un valor de -46, por lo que según el criterio definido por el método es un impacto moderado.

$$I = \pm (3In+2Ex+Mo+Pe+RV+Rc+Ef+Si+Ac+Pr)$$

$$I = -(3(4)+2(2)+4+4+4+8+4+1+4+1) = -46$$

**Impacto de la edificación sobre la calidad de vida (F12)** Edificación generará empleos en la comunidad, que a su vez generan aumento en la calidad de vida en la misma. Este impacto se categorizó como positivo (+), de intensidad alta (4) de extensión parcial (2), inmediato (4), temporal (2), reversible a corto plazo (1), recuperable de forma inmediata (1), indirecto, por ser una consecuencia de la generación de empleos, sin sinergia (1), no acumulativo (1) y discontinuo (1). El valor de importancia calculado de este impacto es de +28, por lo que se cataloga como un impacto moderado.

$$I = +(3(4)+2(2)+4+2+1+1+1+1+1+1) = +28$$

**Impacto de la edificación sobre la oferta de empleos (F13)** La edificación generará empleos en la comunidad, que a su vez generan aumento en la calidad de vida en la misma. Este impacto se categorizó como positivo (+), de intensidad alta (4) de extensión parcial (2), inmediato (4), temporal (2), reversible a corto plazo (1), recuperable de forma inmediata (1), directo (4), sin sinergia (1), no acumulativo (1) y discontinuo (1). El valor de importancia calculado de este impacto es de +31, por lo que se cataloga como un impacto moderado.

**Impacto de la edificación sobre la Infraestructura (D14)** La edificación (construcción de las viviendas) incrementará la infraestructura urbana de la zona. Este impacto se categorizó como positivo (+), de intensidad alta (4) de extensión parcial (2), inmediato (4), permanente (4), irreversible (4), irrecuperable (8), directo (4), sin sinergia (1), acumulativo (4) y discontinuo (1). El valor de importancia calculado de este impacto es de +44, por lo que se cataloga como un impacto moderado.

$$I = \pm (3In+2Ex+Mo+Pe+RV+Rc+Ef+Si+Ac+Pr)$$
$$I=+(3(4)+2(2)+2+4+4+8+4+1+4+1)=+44$$

**Impacto de la edificación sobre la economía local (F15)** La edificación genera empleos en la comunidad, que a su vez generan aumento en la calidad de vida en la misma. Este impacto se categorizó como positivo (+), de intensidad baja (1) extenso (4), de medio plazo (2), temporal (2), reversible a corto plazo (1), recuperable de forma inmediata (1), indirecto (1), sinérgico por el efecto multiplicador de la actividad en la economía (2), acumulativo por el impulso a la economía de otros proyectos en la zona (4) y discontinuo (1). El valor de importancia calculado de este impacto es de +25, por lo que se cataloga como un impacto moderado.

$$I = \pm (3In+2Ex+Mo+Pe+RV+Rc+Ef+Si+Ac+Pr)$$
$$I=-(3(1)+2(4)+2+2+1+1+1+2+4+1)=+25$$

**Impacto de la ocupación sobre la calidad del agua (G2).** La ocupación de las viviendas genera aguas residuales provenientes de los baños, lavabos y lavaderos, mismos que reducen la calidad del agua. Este impacto se categorizó como negativo (-1), de intensidad media (2), de extensión parcial (2), inmediato (4), temporal (2), irreversible (4), mitigable (4); directo (4); sin sinergia (1), acumulable (4) y continuo (4). Su valor de importancia es de -37, por lo que se considera un impacto moderado de acuerdo al criterio establecido en el método.

$$I = \pm (3In+2Ex+Mo+Pe+RV+Rc+Ef+Si+Ac+Pr)$$
$$I=-(3(2)+2(2)+4+2+4+4+4+1+4+4)=-37$$

**Impacto de la ocupación sobre la cantidad de agua (G3).** La ocupación de las viviendas requiere del consumo de agua, el cual reduce la cantidad de agua disponible. Este impacto se categorizó como negativo (-1), de intensidad media (2), de extensión parcial (2), inmediato (4), temporal (2), irreversible (4), mitigable (4); directo (4); sin sinergia (1), acumulable (4) y continuo (4). Su valor de importancia es de -37, por lo que se considera un impacto moderado de acuerdo al criterio establecido en el método.

$$I = \pm (3In+2Ex+Mo+Pe+RV+Rc+Ef+Si+Ac+Pr)$$
$$I=-(3(2)+2(2)+4+2+4+4+4+1+4+4)=-37$$

**Impacto de la ocupación sobre la economía local (G15)** La ocupación de las viviendas, al generarse una oferta de viviendas genera un aumento en la actividad económica de la zona. Este impacto se categorizó como positivo (+), de intensidad media (2) extenso (4), de medio plazo (2), temporal (4), irreversible (4), mitigable (4), directo (4), directo (4) sinérgico por el efecto multiplicador de la actividad en la economía (2), acumulable y continuo (4). El valor de importancia de este impacto es de +39, con lo que se cataloga como un impacto moderado.

$$I = \pm (3In+2Ex+Mo+Pe+RV+Rc+Ef+Si+Ac+Pr)$$
$$I=+(3(1)+2(4)+2+4+4+4+4+2+4+4)=+39$$

**Impacto del mantenimiento sobre la calidad de vida (H12)** El mantenimiento del fraccionamiento genera empleos en la comunidad, que a su vez generan aumento en la calidad de vida en la misma. Este impacto se categorizó como positivo (+), de intensidad alta (4) de extensión parcial (2), inmediato (4), temporal (2), reversible a corto plazo (1), recuperable de forma inmediata (1), indirecto, por ser una consecuencia de la generación de empleos, sin sinergia (1), no acumulativo (1) y discontinuo (1). El valor de importancia calculado de este impacto es de +28, por lo que se cataloga como un impacto moderado.

$$I = \pm (3I_n + 2E_x + M_o + P_e + R_V + R_c + E_f + S_i + A_c + P_r)$$

$$I = +(3(4) + 2 + 4 + 2 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1) = +28$$

**Impacto del mantenimiento sobre la oferta de empleos (H13)** El mantenimiento del fraccionamiento genera empleos en la comunidad, que a su vez generan aumento en la calidad de vida en la misma. Este impacto se categorizó como positivo (+), de intensidad alta (4) de extensión parcial (2), inmediato (4), temporal (2), reversible a corto plazo (1), recuperable de forma inmediata (1), directo (4), sin sinergia (1), no acumulativo (1) y discontinuo (1). El valor de importancia calculado de este impacto es de +31, por lo que se cataloga como un impacto moderado.

$$I = \pm (3I_n + 2E_x + M_o + P_e + R_V + R_c + E_f + S_i + A_c + P_r)$$

$$I = +(3(4) + 2(2) + 4 + 2 + 1 + 1 + 4 + 1 + 1 + 1) = +31$$

**Impacto del mantenimiento sobre la economía local (H15)** El mantenimiento del fraccionamiento genera empleos en la comunidad, que a su vez generan aumento en la calidad de vida en la misma. Este impacto se categorizó como positivo (+), de intensidad baja (1) extenso (4), de medio plazo (2), temporal (2), reversible a corto plazo (1), recuperable de forma inmediata (1), indirecto (1), sinérgico por el efecto multiplicador de la actividad en la economía (2), acumulativo por el impulso a la economía de otros proyectos en la zona (4) y discontinuo (1). El valor de importancia calculado de este impacto es de +25, por lo que se cataloga como un impacto moderado.

$$I = \pm (3I_n + 2E_x + M_o + P_e + R_V + R_c + E_f + S_i + A_c + P_r)$$

$$I = +(3(1) + 2(4) + 2 + 2 + 1 + 1 + 1 + 2 + 4 + 1) = +25$$

A continuación se llevará a cabo la descripción de la valoración de los atributos de cada uno de los impactos ambientales identificados para el desarrollo del proyecto.



## IX.3 VALORACIÓN DE LOS IMPACTOS

El **Cuadro 60** presenta la valoración de los impactos en términos de lo establecido en los criterios anteriores.

*Cuadro 60. Matriz de caracterización y valoración de impactos.*

IMPACTO			CARACTERIZACIÓN												Evaluación
ID	Actividad	Factor	N	I	E	M	P	R	R	E	S	A	P	I	
A1	Desmante	Aire	-1	2	2	4	1	1	4	4	1	4	1	-30	Moderado
A2	Desmante	Agua (calidad)	-1	1	2	2	2	4	4	4	1	4	1	-29	Moderado
A4	Desmante	Suelo (calidad)	-1	2	2	4	4	4	4	4	1	4	1	-36	Moderado
A5	Desmante	Suelo (erodabilidad)	-1	4	2	2	4	2	4	1	1	4	1	-35	Moderado
A7	Desmante	Fauna (hábitat)	-1	4	2	4	4	2	4	4	1	4	1	-40	Moderado
A8	Desmante	Fauna (diversidad)	-1	4	2	4	4	2	4	1	1	4	1	-37	Moderado
A9	Desmante	Flora (Cobertura)	-1	4	2	4	4	2	4	4	1	4	1	-40	Moderado
A10	Desmante	Flora (Diversidad)	-1	4	2	4	4	2	4	1	1	4	1	-37	Moderado
A11	Desmante	Paisaje	-1	4	2	4	4	4	8	4	1	4	1	-46	Moderado
A12	Desmante	Calidad de vida	1	4	2	4	2	1	1	1	1	1	1	28	Moderado
A13	Desmante	Oferta laboral	1	4	2	4	2	1	1	4	1	1	1	31	Moderado
A15	Desmante	Economía local	1	1	4	2	2	1	1	1	2	4	1	25	Moderado
B1	Despalme	Aire	-1	2	2	4	1	1	4	4	1	4	1	-30	Moderado
B2	Despalme	Agua (calidad)	-1	1	2	2	2	4	4	4	1	4	1	-29	Moderado
B4	Despalme	Suelo (calidad)	-1	2	2	4	4	4	4	4	1	4	1	-36	Moderado
B5	Despalme	Suelo (erodabilidad)	-1	4	2	2	4	2	4	1	1	4	1	-35	Moderado
B11	Despalme	Paisaje	-1	1	2	4	4	4	8	1	1	4	1	-34	Moderado
B12	Despalme	Calidad de vida	1	4	2	4	2	1	1	1	1	1	1	28	Moderado
B13	Despalme	Oferta laboral	1	4	2	4	2	1	1	4	1	1	1	31	Moderado
B15	Despalme	Economía local	1	1	4	2	2	1	1	1	2	4	1	25	Moderado
C1	Trazo y nivelación	Aire	-1	2	2	4	1	1	4	4	1	4	1	-30	Moderado
C2	Trazo y nivelación	Agua (calidad)	-1	1	2	2	2	4	4	4	1	4	1	-29	Moderado
C3	Trazo y nivelación	Agua (Cantidad)	-1	1	2	1	2	4	4	1	1	4	1	-25	Moderado
C4	Trazo y nivelación	Suelo (calidad)	-1	2	2	4	4	4	4	4	1	4	1	-36	Moderado
C6	Trazo y nivelación	Estructuras exokársticas	-1	4	1	4	4	4	8	4	1	1	1	-41	Moderado
C11	Trazo y nivelación	Paisaje	-1	1	2	4	4	4	8	4	1	4	1	-37	Moderado
C12	Trazo y nivelación	Calidad de vida	1	4	2	4	2	1	1	1	1	1	1	28	Moderado
C13	Trazo y nivelación	Oferta laboral	1	4	2	4	2	1	1	4	1	1	1	31	Moderado
C15	Trazo y nivelación	Economía local	1	1	4	2	2	1	1	1	2	4	1	25	Moderado
D1	Urbanización y equipamiento	Aire	-1	2	2	4	1	1	4	4	1	4	1	-30	Moderado

IMPACTO			CARACTERIZACIÓN												Evaluación
ID	Actividad	Factor	N	I	E	M	P	R	R	E	S	A	P	I	
D2	Urbanización y equipamiento	Agua (calidad)	-1	1	2	2	2	4	4	4	1	4	1	-29	Moderado
D4	Urbanización y equipamiento	Suelo (calidad)	-1	1	2	4	4	4	4	4	1	4	1	-33	Moderado
D11	Urbanización y equipamiento	Paisaje	-1	4	2	4	4	4	8	4	1	4	1	-46	Moderado
D12	Urbanización y equipamiento	Calidad de vida	1	4	2	4	2	1	1	1	1	1	1	28	Moderado
D13	Urbanización y equipamiento	Oferta laboral	1	4	2	4	2	1	1	4	1	1	1	31	Moderado
D14	Urbanización y equipamiento	Infraestructura	1	4	2	2	4	4	8	4	1	4	1	44	Moderado
D15	Urbanización y equipamiento	Economía local	1	1	4	2	2	1	1	1	2	4	1	25	Moderado
E1	Excavación y cimentaciones	Aire	-1	1	2	4	1	1	4	4	1	4	1	-27	Moderado
E2	Excavación y cimentaciones	Agua (calidad)	-1	1	2	2	2	4	4	4	1	4	1	-29	Moderado
E4	Excavación y cimentaciones	Suelo (Calidad)	-1	1	2	4	4	4	4	4	1	4	1	-33	Moderado
E11	Excavación y cimentaciones	Paisaje	-1	1	1	4	1	4	1	4	1	1	1	-22	Compatible
E12	Excavación y cimentaciones	Calidad de vida	1	4	2	4	2	1	1	1	1	1	1	28	Moderado
E13	Excavación y cimentaciones	Oferta laboral	1	4	2	4	2	1	1	4	1	1	1	31	Moderado
E15	Excavación y cimentaciones	Economía local	1	1	4	2	2	1	1	1	2	4	1	25	Moderado
F2	Excavación y cimentaciones	Agua (calidad)	-1	1	2	2	2	4	4	4	1	4	1	-29	Moderado
F11	Edificación	Paisaje	-1	4	2	4	4	4	8	4	1	4	1	-46	Moderado
F12	Edificación	Calidad de vida	1	4	2	4	2	1	1	1	1	1	1	28	Moderado
F13	Edificación	Oferta laboral	1	4	2	4	2	1	1	4	1	1	1	31	Moderado
F14	Edificación	Infraestructura	1	4	2	2	4	4	8	4	1	4	1	44	Moderado
F15	Edificación	Economía local	1	1	4	2	2	1	1	1	2	4	1	25	Moderado
G2	Ocupación	Agua (Calidad)	-1	2	2	4	2	4	4	4	1	4	4	-37	Moderado
G3	Ocupación	Agua (Cantidad)	-1	2	2	4	2	4	4	4	1	4	4	-37	Moderado
G15	Ocupación	Economía local	1	1	4	2	4	4	4	4	2	4	4	39	Moderado
H12	Mantenimiento	Calidad de vida	1	4	2	4	2	1	1	1	1	1	1	28	Moderado
H13	Mantenimiento	Oferta laboral	1	4	2	4	2	1	1	4	1	1	1	31	Moderado
H15	Mantenimiento	Economía local	1	1	4	2	2	1	1	1	2	4	1	25	Moderado

El **Cuadro 61** consiste en la matriz de valoración de los impactos y tiene el objetivo de evaluar la importancia total absoluta y relativa de los mismos. Esta matriz permite la determinación de la viabilidad ambiental del proyecto.

Cuadro 61. Matriz de caracterización y valoración de impactos

Factores Ambientales				Etapas y Actividades del Proyecto								Total	
				Preparación del sitio			Construcción			Operación y mantenimiento			
				Desmonte	Despalme	Trazo y nivelación	Urbanización y equipamiento	Construcción en lotes		Ocupación de viviendas y locales comerciales	Mantenimiento del fraccionamiento		
Excavaciones y cimentaciones	Edificación												
Medio	ID	Factor	UIP	A	B	C	D	E	F	G	H	Abs	Rel
Medio abiótico	1	Aire	50	-30	-30	-30	-30	-27				-147	-7.35
	2	Agua (Calidad)	100	-29	-29	-25	-29	-29	-29	-37		-207	-20.7
	3	Agua (Cantidad)	100			-25					-37	-62	-6.2
	4	Suelo (Calidad)	50	-36	-36	-36	-33	-33				-174	-8.7
	5	Suelo (erodabilidad)	20	-35	-35							-70	-1.4
	6	Estructuras exokarsticas	80			-41							-41
Medio biótico	7	Fauna (hábitat)	75	-40								-40	-3
	8	Fauna (diversidad)	100	-37								-37	-3.7
	9	Flora (Cobertura)	85	-40								-40	-3.4
	10	Flora (Diversidad)	100	-37								-37	-3.7
Medio perceptual	11	Paisaje	50	-46	-34	-37	-37	-22	-46			-222	-11.1
Medio socioeconómico	12	Calidad de vida	50	28	28	28	28	28	28		28	196	9.8
	13	Oferta laboral	40	31	31	31	31	31	31		31	217	8.68
	14	Infraestructura	50				25		44			69	3.45
	15	Economía local	50	25	25	25	-30	25	25	39	25	159	7.95
Total	Absoluta			-246	-80	-110	-75	-27	53	-35	84	-436	-
	Relativa		1000	-	-	-	-	-	0.89	-5.45	3.89	-	42.65

## IX.4 CONCLUSIONES

En síntesis, el impacto ambiental general de los impactos es negativo moderado, dada la valoración de los mismos.

En la etapa de preparación del sitio, los impactos están relacionados directamente con la remoción de la cobertura vegetal, provocando que los impactos de mayor importancia se manifiesten en los factores bióticos del medio, es decir, en la fauna y flora silvestre. Asimismo, se provocan impactos sobre los recursos del medio abiótico, como el suelo y el agua, ya que se modifican los procesos hidrológicos, además de que se incrementa la exposición del suelo a fenómenos erosivos.

Indirectamente, las obras de desmonte y despalme provocan la generación de residuos, que en caso de no ser manejados adecuadamente repercutirán en la calidad del aire, el suelo y el agua. Por otro lado, la inversión económica que representa el proyecto Residencial Civitas, provoca que la derrama económica resulte un impacto con relevante importancia respecto al resto de ellos.

Con base en este análisis, en la etapa de preparación del sitio, las medidas preventivas, de mitigación y en su caso de corrección, deberán estar enfocadas principalmente en la protección de la flora y fauna, así como en el manejo de residuos.

En la etapa de construcción, las actividades se centran en el desplante de la infraestructura urbana, que en este caso contempla la conformación de vialidades, camellones, áreas verdes, parques, la instalación de las redes de distribución de energía eléctrica, agua potable y en la instalación de los sistemas de drenaje pluvial y sanitario.

Los impactos de mayor importancia, se manifiestan en la modificación de los procesos hidrológicos, ya que con la edificación de vialidades aumenta el volumen de escurrimiento y disminuye la cantidad de agua que se infiltra al acuífero; y por otro lado se provoca la modificación del paisaje que ofrece el predio actualmente, aunque se debe considerar que se integrará a una zona urbana. Por otro lado, sigue presenta la generación de residuos, y en este caso se suman los residuos de manejo especial derivados del material de construcción, en donde los impactos se manifiestan en la calidad del agua, aire y suelo.

Por lo anteriormente dicho, en la etapa de construcción, además de las medidas tendientes al manejo adecuado de los residuos, se deberá considerar medidas preventivas, de mitigación y en su caso de corrección para los impactos provocados a los procesos hidrológicos y al paisaje.

Por último, la etapa de operación del proyecto Residencial Civitas tiene como objetivo la venta de lotes habitacionales y comerciales, en donde las edificaciones estarán a cargo de los adquirientes y en conjunto formarán un desarrollo inmobiliario particularmente identificable por los arreglos arquitectónicos en los que se integran

diversas superficies con vegetación natural y estructuras geológicas de relevante importancia ecológica.

En esta etapa del proyecto, a diferencia de las anteriores, la mayoría de los impactos ambientales alcanzan valores de importancia que los clasifican como impactos moderados, los cuales derivan del desmonte en los lotes vendibles, las obras para el desplante de los proyectos de cada adquiriente, además del propio uso y operación de un desarrollo inmobiliario, esto conlleva impactos sobre la flora, la fauna, el recurso hídrico y su ciclo, la calidad del aire y del suelo, sobre el paisaje y las estructuras exokársticas; aunque también tiene impactos positivos para el medio socioeconómico, como la generación de empleos directos e indirectos, la oferta de vivienda, y la derrama económica.

En este caso, las medidas preventivas, de mitigación y/o corrección de los impactos deberán atender todos aquellos impactos negativos relacionados con la propia naturaleza de una zona urbana.

Se considera que es de importancia, contar con un manejo adecuado de los residuos generados, esto incluye residuos sólidos urbanos, aguas residuales, residuos del mantenimiento de áreas verdes y áreas comunes, residuos de manejo especial, entre otros.

Asimismo, se deberá contar con medidas cuyo objetivo sea la protección de la fauna silvestre, ya que el proyecto cuenta con un corredor biológico cuya función es mantener la conectividad biológica en beneficio primordial de la fauna, por lo que podría darse el caso de daños a la integridad física de los individuos.

Es primordial, la regulación de los usos de suelo, obras de construcción y operación de los lotes vendibles, esto con el fin de dar continuidad al cumplimiento de los instrumentos normativos aplicables.

En el siguiente capítulo se hará la descripción de las medidas de prevención, mitigación y/o corrección, que deberán aplicarse en cada una de las etapas del proyecto, mismas que se han definido con base en la evaluación de los impactos ambientales que genera el proyecto denominado Residencial Civitas.



# 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

La mitigación es el diseño y ejecución de obras, actividades o medidas dirigidas a moderar, atenuar, minimizar, o disminuir los impactos negativos que un proyecto pueda generar sobre el entorno humano y natural. Incluso la mitigación puede reponer uno o más de los componentes o elementos del medio ambiente a una calidad similar a la que tenían con anterioridad al daño causado. En el caso de no ser ello posible, se reestablecen al menos las propiedades básicas iniciales (Espinosa, 2001)<sup>64</sup>.

Se establecieron cuatro estrategias para implementar en el desarrollo de las medidas propuestas, a saber: Prevención, que se refiere a la aplicación de las medidas antes de que se presenten los impactos con el objeto de evitarlos, estas medidas consisten en evitar ciertas acciones o en establecer acciones que eviten la llegada de contaminantes al medio que se busca proteger; Mitigación, que incluye acciones o procedimientos que se implementan para reducir un impacto inevitable, dicho de otra forma, el propósito de la mitigación es generar acciones prediseñadas, destinadas a llevar a niveles aceptables los impactos ambientales de una acción humana; la compensación, que busca producir o generar un efecto positivo alternativo y equivalente a uno de carácter adverso y sólo se lleva a cabo en las áreas o lugares en que los impactos negativos significativos no pueden mitigarse (Espinosa, Op. Cit.) y; por último, en el caso de los impactos positivos, la potenciación, que se refiere al incremento de un efecto deseado sobre el ambiente.

Las medidas se diseñaron de tal forma que cumplan con las características propuestas por Gómez-Orea (Op. Cit.): viabilidad técnica, eficacia y eficiencia

---

<sup>64</sup> Espinosa, G. (2001) Fundamentos de Evaluación de Impacto Ambiental. Banco Interamericano de Desarrollo y Centro de Estudios para el Desarrollo, Chile (Coed.).183 pp.

ambiental, viabilidad económica y financiera, factibilidad de implantación, mantenimiento, seguimiento y control.

### **X.1.1 Medida: Verificación y mantenimiento de maquinaria y equipo de transporte**

- Impacto al que se dirige

Contaminación atmosférica y ruido

- Criterio de excepcionalidad

Calidad del agua

- Fundamento Normativo

Ley del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente del Estado de Quintana Roo Artículo 117.- *“Los propietarios o poseedores de vehículos automotores verificarán periódicamente éstos, con el propósito de controlar, en la circulación de los mismos, las emisiones contaminantes. Dicha verificación deberá efectuarse en los periodos y centros de verificación vehicular autorizados por la Secretaría.”*

Norma Oficial Mexicana NOM-045-SEMARNAT-2006, Protección ambiental.- *“Vehículos en circulación que usan diésel como combustible.- Límites máximos permisibles de opacidad, procedimiento de prueba y características técnicas del equipo de medición.”*

Norma Oficial Mexicana NOM-041-SEMARNAT-2015, *“Que establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible.”*

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.*

- Estrategia

Prevención

- Objetivo de la medida

Garantizar el cumplimiento de las normas oficiales mexicanas de emisiones de contaminantes atmosféricos y ruido provenientes de fuentes móviles, tales como los vehículos de transporte de materiales y de supervisión de obra.

- Descripción de la medida



Los vehículos automotores que usen gasolina y diésel como combustible, se someterán a verificación periódica (anual), misma que será registrada en una bitácora vehicular. Dicha verificación se realizará en los centros de verificación autorizados por la Secretaría de Ecología y Medio Ambiente del Estado de Quintana Roo.

- Momento de la aplicación

Durante las etapas de preparación del sitio y la construcción.

- Método de supervisión

El personal encargado del seguimiento ambiental, deberá verificar que en el predio no existan evidencias del derrame de hidrocarburos, o cualquier aditivo relacionado con el manejo y mantenimiento de la maquinaria; ni de residuos que hayan entrado en contacto con los mismos. Se deben recabar evidencias de la verificación y mantenimiento de la maquinaria y vehículos empleados en la obra, así como revisar la bitácora de mantenimiento del promovente.

- Indicador de eficacia.

Debe existir evidencia del mantenimiento del 100% de los vehículos y la maquinaria empleado en el proyecto.

### **X.1.2 Medida: Evitar el uso de fuego como método de desmonte**

- Impacto al que se dirige

Contaminación atmosférica y sus consecuencias a la salud humana, riesgo de afectación de vegetación por descontrol de fuego, efectos a los organismos del suelo y fauna silvestre asociado.

- Criterio de excepcionalidad

Biodiversidad

- Fundamento Normativo

Ninguno

- Objetivo de la medida

Evitar la emisión de partículas y gases de combustión por la quema de material vegetal en el sitio del proyecto.

- Descripción de la medida

No se usará fuego como método de desmonte y retiro de vegetación en el conjunto predial.

- Momento de la aplicación

Durante la etapa de preparación del sitio.

- Método de supervisión

El personal de supervisión deberá verificar el cumplimiento de esta medida en la etapa de preparación del sitio del proyecto y registrar el método de desmonte empleado en cada una de las etapas del cambio de uso del suelo, así como cualquier anomalía encontrada.

- Indicador de eficacia

El método de desmonte deberá ser en un 100% con maquinaria combinado con métodos manuales.

### **X.1.3 Medida: Rescate de Flora**

- Impacto al que se dirige

Reducción de la biodiversidad, áreas forestales y poblaciones de flora y fauna.

- Criterio de excepcionalidad

Biodiversidad

- Fundamento normativo

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.

- Estrategia

Mitigación

- Objetivo de la medida

Implementar el rescate de especies de flora incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, que fueron encontradas en el sitio del proyecto, así como de las especies epífitas.

- Descripción de la medida

Se implementará un Programa de rescate flora, con los objetivos y plazos descritos detalladamente, el cual se anexa al presente Documento Técnico Unificado. Dicho programa consiste en el trasplante de los ejemplares que se encuentren dentro de las áreas de afectación del proyecto. Para lo anterior, se establecerá un vivero, cuya ubicación se establecerá posteriormente y las plantas rescatadas se establecerán en las áreas verdes con vegetación más afectada.

- Momento de la aplicación

Durante la etapa de preparación del sitio y la construcción.

- Método de supervisión

La empresa encargada del seguimiento ambiental deberá verificar el grado de cumplimiento de los objetivos planteados en el Programa. Para el registro de las acciones del programa se llevará una bitácora en la que se registrarán las incidencias de los trabajos realizados, así como del mantenimiento de las plantas y de los resultados de su reintroducción.

- Indicador de eficacia.

De acuerdo con el programa de rescate de flora, se espera alcanzar un porcentaje de sobrevivencia del 80 % del total de las plantas rescatadas.

#### **X.1.4 Medida: Rescate y protección de Fauna**

- Impacto al que se dirige

Reducción de la biodiversidad, áreas forestales y poblaciones de flora y fauna.

- Criterio de excepcionalidad

Biodiversidad

- Fundamento normativo

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.

- Estrategia

## Mitigación

- Objetivo de la medida

Implementar el rescate de especies de fauna silvestre que fueron encontradas en el sitio del proyecto haciendo hincapié en aquellas incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

- Descripción de la medida

Se implementará un Programa de Rescate y Reubicación de fauna, el cual se anexa al presente Documento Técnico Unificado. En dicho programa se establecen los objetivos, metas y acciones específicas a llevar a cabo para el proyecto. Entre las acciones se encuentran, el ahuyentamiento de la fauna y el rescate y reubicación de las especies de lento desplazamiento.

Como medidas para la protección de la fauna, se deberá:

Colocar letreros informativos acerca de las especies de flora y fauna que habitan en el predio, en especial de aquellas listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Colocar letreros que prohíban el contacto físico con los individuos de fauna, así como su alimentación, captura y contención.

Mantener en buen estado los pasos de fauna ubicados en las intersecciones del corredor biológico con las vialidades.

Prohibir el alojamiento de cualquier animal no doméstico en los lotes habitacionales y comerciales.

Prohibir la modificación de áreas verdes por personas ajenas al mantenimiento de estas.

Momento de la aplicación: Durante las etapas de preparación del sitio y la construcción.

- Método de supervisión

El personal encargado del seguimiento ambiental deberá verificar el cumplimiento de los objetivos y estrategias definidos dentro del programa, así como llevar una bitácora en la que se registren los datos de los individuos rescatados.

Deberá verificar que no existan evidencias del daño o maltrato de fauna silvestre durante las actividades de CUSTF.

- Indicador de eficacia

El programa de rescate de fauna plantea como resultados esperados los siguientes:

Evacuación de la población faunística residente en el predio  
Sobrevivencia de todas las especies e individuos reportados  
Uso primordial de la técnica de ahuyentamiento y uso mínimo de trampas  
Conservación de la diversidad faunística actual del predio  
Ausencia de casos de personal o especies faunísticas lesionados

### **X.1.5 Medida: Establecimiento de una zona permeable**

- Impacto al que se dirige

Reducción de la biodiversidad, áreas forestales y poblaciones de flora y fauna/  
Reducción de la calidad estructural, permeabilidad y composición del suelo/Reducción de la infiltración de aguas pluviales y recarga del acuífero.

- Criterio de excepcionalidad

Captación de agua

- Fundamento normativo

Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Benito Juárez

Artículo 132 de la Ley del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente del Estado de Quintana Roo.

- Estrategia

Mitigación

- Objetivo de la medida

Mantener un área mínima del 40% de la superficie del conjunto predial permeable, para garantizar la recarga del acuífero.

- Descripción de la medida

Se mantendrá un área permeable de 2.50 ha para la fase 1 y de 14.9 ha para la Fase 2, superficie que representa el 40.52 y el 40.10% de las superficies totales de los predios respectivamente.

- Momento de la aplicación

Durante las etapas de preparación del sitio y la construcción.

- Método de supervisión

El personal de supervisión ambiental deberá verificar que se realice la delimitación de las áreas destinadas a áreas verdes con vegetación natural y supervisar que se respete esa delimitación, así como que, en el desarrollo del proyecto se establezcan las áreas jardinadas y áreas con concreto permeable o adopasto proyectadas.

- Indicador de eficacia

Se deberá respetar el 100% del área permeable propuesta para el proyecto.

### **X.1.6 Medida: Evitar el uso de químicos como método de desmonte**

- Impacto al que se dirige

Reducción de la calidad estructural, permeabilidad y composición del suelo/contaminación del agua subterránea

- Criterio de excepcionalidad

Calidad del agua

- Fundamento normativo

Ninguno

- Estrategia

Prevención

- Objetivo de la medida

Prevenir la contaminación química del suelo

- Descripción de la medida

Evitar el uso de químicos para la remoción de vegetación

- Momento de la aplicación

Durante la etapa de preparación del sitio.

- Método de supervisión

El personal de supervisión deberá verificar el cumplimiento de esta medida en la etapa de preparación del sitio del proyecto y registrar el método de desmonte empleado en cada una de las etapas del cambio de uso del suelo, así como cualquier anomalía encontrada.

- Indicador de eficacia

El método de desmonte deberá ser en un 100% con maquinaria combinado con métodos manuales.

### **X.1.7 Medida: Manejo adecuado de residuos**

- Impacto al que se dirige

Reducción de la calidad estructural, permeabilidad y composición del suelo/contaminación del agua subterránea.

- Criterio de excepcionalidad

Calidad del agua

- Fundamento normativo

Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y su Reglamento

Ley para la Prevención y la Gestión Integral de Residuos del Estado de Quintana Roo.

Norma Oficial Mexicana NOM-161-SEMARNAT-2011, Que establece los criterios para clasificar a los Residuos de Manejo Especial y determinar cuáles están sujetos a Plan de Manejo; el listado de los mismos, el procedimiento para la inclusión o exclusión a dicho listado; así como los elementos y procedimientos para la formulación de los planes de manejo.

- Estrategia

Prevención

- Objetivo de la medida

Prevenir la contaminación química del suelo ya infiltración de lixiviados al subsuelo, así como la consecuente contaminación de las aguas subterráneas. Prevenir los efectos tóxicos de los residuos peligrosos.

- Descripción de la medida

Los residuos sólidos urbanos se sujetarán a un Plan de Manejo de Residuos. Durante la etapa de construcción, se establecerán tambores de 200 lts de capacidad para el depósito temporal de los residuos sólidos urbanos que se generen en la obra. Estos tambores deberán estar etiquetados para señalar la separación de los residuos en orgánicos e inorgánicos y provistos de tapa para evitar su reboce y malos olores. Periódicamente, de acuerdo a su frecuencia de generación y a los tiempos establecidos por el Ayuntamiento, serán recolectados por el mismo o por alguna empresa concesionada. En la etapa de operación, cada residente será responsable de la separación de sus residuos y de su disposición temporal en los sitios destinados para este propósito en el fraccionamiento. En las áreas públicas se dispondrán de tambores de 200 litros de capacidad etiquetados para indicar la separación de los residuos sólidos generados en orgánicos e inorgánicos. Los residuos almacenados temporalmente por los residentes en cada vivienda y los depositados en los recipientes de áreas públicas, serán recolectados de forma periódica de acuerdo a la frecuencia de generación los tiempos establecidos por el Ayuntamiento.

Los residuos de manejo especial, tales como residuos de la construcción, se sujetarán al plan de manejo de residuos, conforme a lo establecido en la Ley para la Prevención y Gestión Integral de Residuos del Estado de Quintana Roo. En términos generales, estos residuos consisten en la mezcla de residuos sólidos propios de la construcción y que está formada por restos de mezcla, pedacería de block, bolsas de papel, pedacería de alambre, PVC, hierro, cartón, madera, etc. Este material se acumulará en zonas previamente definidas al interior del predio y dos veces por semana se retirará del predio con destino a alguna de las áreas de acopio de este material en el Municipio empleando para ello volquetes sindicalizados. No se tiene una estimación del volumen de escombro que se generará.

Para el caso de la generación de residuos peligrosos en la obra, tales como tierras contaminadas con aceites lubricantes o hidráulicos de maquinarias, y equipos de transporte, así como trapos y recipientes impregnados con los mismos, se establecerá un almacén temporal de los mismos, diseñado de acuerdo a las especificaciones del Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos. Dicho instrumento establece, en su artículo 82:

Las áreas de almacenamiento de residuos peligrosos de pequeños y grandes generadores, así como de prestadores de servicios deberán cumplir con las condiciones siguientes, además de las que establezcan las normas oficiales mexicanas para algún tipo de residuo en particular:

I. Condiciones básicas para las áreas de almacenamiento:

- a) Estar separadas de las áreas de producción, servicios, oficinas y de almacenamiento de materias primas o productos terminados;
- b) Estar ubicadas en zonas donde se reduzcan los riesgos por posibles emisiones, fugas, incendios, explosiones e inundaciones;



- c) Contar con dispositivos para contener posibles derrames, tales como muros, pretilas de contención o fosas de retención para la captación de los residuos en estado líquido o de los lixiviados;
- d) Cuando se almacenan residuos líquidos, se deberá contar en sus pisos con pendientes y, en su caso, con trincheras o canaletas que conduzcan los derrames a las fosas de retención con capacidad para contener una quinta parte como mínimo de los residuos almacenados o del volumen del recipiente de mayor tamaño;
- e) Contar con pasillos que permitan el tránsito de equipos mecánicos, eléctricos o manuales, así como el movimiento de grupos de seguridad y bomberos, en casos de emergencia;
- f) Contar con sistemas de extinción de incendios y equipos de seguridad para atención de emergencias, acordes con el tipo y la cantidad de los residuos peligrosos almacenados;
- g) Contar con señalamientos y letreros alusivos a la peligrosidad de los residuos peligrosos almacenados, en lugares y formas visibles;
- h) El almacenamiento debe realizarse en recipientes identificados considerando las características de peligrosidad de los residuos, así como su incompatibilidad, previniendo fugas, derrames, emisiones, explosiones e incendios, y
- i) La altura máxima de las estibas será de tres tambores en forma vertical.

II. Condiciones para el almacenamiento en áreas cerradas, además de las precisadas en la fracción I de este artículo:

- a) No deben existir conexiones con drenajes en el piso, válvulas de drenaje, juntas de expansión, albañales o cualquier otro tipo de apertura que pudieran permitir que los líquidos fluyan fuera del área protegida;
- b) Las paredes deben estar construidas con materiales no inflamables;
- c) Contar con ventilación natural o forzada. En los casos de ventilación forzada, debe tener una capacidad de recepción de por lo menos seis cambios de aire por hora;
- d) Estar cubiertas y protegidas de la intemperie y, en su caso, contar con ventilación suficiente para evitar acumulación de vapores peligrosos y con iluminación a prueba de explosión, y
- e) No rebasar la capacidad instalada del almacén.

III. Condiciones para el almacenamiento en áreas abiertas, además de las precisadas en la fracción I de este artículo:

- a) Estar localizadas en sitios cuya altura sea, como mínimo, el resultado de aplicar un factor de seguridad de 1.5; al nivel de agua alcanzado en la mayor tormenta registrada en la zona,
- b) Los pisos deben ser lisos y de material impermeable en la zona donde se guarden los residuos, y de material antiderrapante en los pasillos. Estos deben ser resistentes a los residuos peligrosos almacenados;
- c) En los casos de áreas abiertas no techadas, no deberán almacenarse residuos peligrosos a granel, cuando éstos produzcan lixiviados, y

d) En los casos de áreas no techadas, los residuos peligrosos deben estar cubiertos con algún material impermeable para evitar su dispersión por viento.

En caso de incompatibilidad de los residuos peligrosos se deberán tomar las medidas necesarias para evitar que se mezclen entre sí o con otros materiales.

Este almacén temporal de residuos peligrosos, contará con muros de block y losa de concreto, así como con la debida señalización y medidas de seguridad. Este almacén se habilitará próximo al almacén de materiales para una adecuada supervisión y control del acceso y manejo de residuos. Se contratará una empresa especializada y debidamente autorizada para la disposición final de los residuos peligrosos.

Se propone la aplicación relativa a pequeños generadores, debido a que se prevé la generación de una cantidad mayor a 400 Kg de residuos y menor a 10 toneladas al año, lo que coloca al proyecto en dicha categoría de acuerdo al artículo 42 Fracción segunda del Reglamento de la Ley para la Prevención y Gestión Integral de Residuos (RLPGIR).

Posteriormente al almacenamiento temporal de residuos peligrosos, que no podrá exceder de 6 meses (Artículo 84 del RLGPGIR), se procederá a su recolección por parte de una empresa autorizada por la SEMARNTAT para tal efecto.

Como parte del manejo adecuado de los residuos, se prohibirá la disposición directa de residuos sólidos urbanos, de manejos especiales y peligrosos y su dispersión en cualquier área del proyecto o fuera de ella, a cielo abierto o en sitios no autorizados. Esta medida excluye los residuos vegetales producto del desmonte del sitio, que sean triturados y esparcidos en las áreas verdes del proyecto o composteados para usar como sustrato para ejemplares rescatados.

- Momento de la aplicación

Durante las etapas de preparación del sitio, construcción y operación.

- Método de supervisión

La supervisión estará a cargo del personal encargado del seguimiento ambiental, quien deberá verificar el cumplimiento de los objetivos planteados en el programa. También deberá verificar que no exista evidencia de disposición inadecuada de residuos.

- Indicador de eficacia

El manejo adecuado del 100% de los residuos sólidos urbanos, de manejo especial y peligrosos, en caso de generarse, acorde con el programa de manejo

### **X.1.8 Medida: Evitar el uso de químicos como método de desmonte**

- Impacto al que se dirige

Reducción de la calidad estructural, permeabilidad y composición del suelo/contaminación del agua subterránea.

- Criterio de excepcionalidad

Calidad del agua

- Fundamento normativo

Ninguno

- Estrategia

Prevención

- Objetivo de la medida

Prevenir la contaminación química del suelo

- Descripción de la medida

Evitar el uso de químicos para la remoción de vegetación.

Momento de la aplicación

Durante la etapa de preparación del sitio.

- Método de supervisión

El personal de supervisión deberá verificar el cumplimiento de esta medida en la etapa de preparación del sitio del proyecto y registrar el método de desmonte empleado en cada una de las etapas del cambio de uso del suelo, así como cualquier anomalía encontrada.

- Indicador de eficacia:

El método de desmonte deberá ser en un 100% con maquinaria combinado con métodos manuales.

### **X.1.9 Medida: Aprovechamiento del material de desmonte y despilme**

- Impacto al que se dirige

Reducción de la calidad estructural, permeabilidad y composición del suelo.

- Criterio de excepcionalidad

Erosión del suelo

- Fundamento normativo

Ninguno

- Estrategia

Compensación

- Objetivo de la medida

Aprovechar los recursos retirados del sitio de cambio de uso del suelo, con el fin de 1) Mejorar el suelo en aquellas áreas de reforestación y las que se mantendrán como áreas verdes, 2) Generar sustrato para plantas de rescate, con el fin de aumentar sus probabilidades de supervivencia. 3) Reducir los residuos vegetales provenientes del retiro de vegetación durante la etapa de preparación del sitio.

- Descripción de la medida

La mayor porción del material vegetal removido del área de CUSTF será triturado y aprovechado como material mejorador de suelo. El material terroso será cribado y utilizado preferentemente para su dispersión en las áreas verdes o como sustrato en el enriquecimiento de las áreas verdes. En tanto no sea utilizado, este material deberá permanecer dentro del vivero o dentro del área de CUSTF pero debidamente cubierto.

- Momento de la aplicación

Durante la etapa de preparación del sitio y construcción.

- Método de supervisión

La empresa encargada del seguimiento ambiental, verificará que:

La mayor porción este material deberá ser aprovechada.

El material terroso será utilizado preferentemente para el enriquecimiento de las áreas verdes.

En tanto no sea aprovechado, el material deberá permanecer resguardado o debidamente cubierto.

- Indicador de eficacia

El indicador de cumplimiento de esta medida será la porción del material aprovechado en las áreas verdes y jardinadas públicas.

### **X.1.10 Medida: Establecimiento de un drenaje pluvial separado del drenaje sanitario**

- Impacto al que se dirige

Incremento del escurrimiento de aguas pluviales y reducción de su infiltración al subsuelo.

- Criterio de excepcionalidad

Captación de agua y calidad de agua

- Fundamento normativo

Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Benito Juárez.

- Estrategia

Prevención y mitigación

- Objetivo de la medida

Reducir el escurrimiento de aguas pluviales y reducir el riesgo de inundaciones, evitando la contaminación de las aguas pluviales que se infiltran al subsuelo mediante la separación de éste del drenaje sanitario y con separador de grasas, aceites y sólidos.

- Descripción de la medida

El proyecto contempla la perforación de 11 pozos pluviales de 12" de diámetro y 35 m de profundidad con forro de PVC en los primeros 8 m o lo que al respecto indique la Comisión Nacional del Agua a través de la autorización correspondiente. Incluye movimiento de equipo, suministro y colocación de tubería PVC para ademe de 10" rasurado de 6 m de largo. Cada pozo contará con cajas areneras de 2.50 x 1.80 x 1.80 m construidas a base bloques de 15 x 20 x 40 cm, con piso de concreto f'c = 150 Kg/cm<sup>2</sup> de 15 cm de espesor con malla de 6 x 6/10-10. Incluye colocación de rejilla tipo Irving, cadena de enrase, plantilla de grava limpia y malla de protección en tubería.

- Momento de la aplicación

Durante la construcción y operación del proyecto

- Método de supervisión

La empresa encargada del seguimiento ambiental deberá verificar:

Que no existan encharcamientos dentro y escurrimientos fuera de las vialidades.

Que la calidad del agua inyectada cumpla con los límites máximos permisibles establecidos por la NOM-001-SEMARNAT-1996. Se verificará la constructora cumpla con los requerimientos del proyecto y se establezca el drenaje pluvial en cuanto a la cantidad y distribución de los pozos de inyección

- Indicador de eficacia

La cantidad y ubicación de pozos de inyección pluvial.

#### **X.1.11 Medida: Establecimiento de áreas de conectividad con la selva**

- Impacto ambiental al que se dirige

Fragmentación de los ecosistemas y reducción de hábitat

- Criterio de excepcionalidad

Biodiversidad

- Fundamento jurídico

Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Benito Juárez.

- Estrategia

Mitigación

- Objetivo de la medida

Mitigar los efectos de la fragmentación del hábitat en la movilidad fauna.

- Descripción de la medida

Las áreas verdes de los extremos de los predios que conforman el conjunto predial, colindarán con la selva mediana subperennifolia. Se establecerán pasos de fauna en la barda perimetral del fraccionamiento. La ubicación y distribución de estas áreas verdes, especifican en el plano de conjunto del proyecto, el cual se anexa al presente Documento Técnico Unificado.

- Momento de la aplicación

En el diseño y preparación del sitio del proyecto.

- Método de supervisión

Se verificará la delimitación y respeto de las áreas verdes naturales del proyecto, mismos que constituirán áreas de conectividad con la selva.

- Indicador de eficacia

Ubicación de las áreas verdes con vegetación natural del proyecto.

### **X.1.12 Medida: Conexión al drenaje municipal**

- Impacto ambiental al que se dirige

Reducción de la calidad del agua

- Criterio de excepcionalidad

Calidad de agua

- Fundamento jurídico

Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Benito Juárez.

- Estrategia

Prevención

- Objetivo de la medida

Evitar la contaminación del agua subterránea de los predios que conforman el conjunto predial, así como de áreas aledañas.

- Descripción de la medida

El agua residual doméstica proveniente de las viviendas y locales comerciales del desarrollo, serán canalizadas al drenaje municipal.

- Momento de la aplicación

En la construcción y operación del proyecto.

- Método de supervisión

Se verificará el establecimiento de infraestructura que permita que las aguas residuales domésticas se canalicen al drenaje y planta de tratamiento municipales.

- Indicador de eficacia

La instalación de un drenaje sanitario que permita que el 100% de las aguas residuales domésticas se canalicen al drenaje y planta de tratamiento municipales.

### **X.1.13 Medida: Uso de letrinas portátiles**

- Impacto ambiental al que se dirige

Reducción de la calidad del agua

- Criterio de excepcionalidad

Calidad del agua

- Fundamento jurídico

Reglamento de Construcciones del Municipio de Benito Juárez

- Estrategia

Prevención

- Objetivo de la medida

Evitar la contaminación del agua subterránea de los predios que conforman el conjunto predial, así como de áreas aledañas.

- Descripción de la medida

Se instalarán letrinas portátiles a razón de una por cada 25 trabajadores. Dichas letrinas serán vaciadas y sanitizadas cada semana. El agua y residuos sanitarios resultantes, serán conducidos a una planta de tratamiento de aguas residuales para su tratamiento correspondiente. El vaciado y recolección del agua residual, serán realizados por una empresa autorizada para tal efecto.

- Momento de la aplicación

En la preparación del sitio y operación del proyecto



- Método de supervisión

El personal encargado del seguimiento ambiental del proyecto deberá verificar que en cada etapa el personal de obra cuente con este servicio. Deberá verificar, la adecuada ubicación de los sanitarios, así como los documentos que sirvan de evidencia respecto al manejo de las aguas residuales. Deberá verificar que en las áreas naturales, no exista la evidencia de fecalismo al aire libre o derrame de aguas residuales.

- Indicador de eficacia

Se deberá instalar una letrina por cada 25 trabajadores en obra y deberá presentar evidencia de su vaciado y envío de las aguas residuales por la empresa contratada por lo menos 3 veces por semana. Se debe garantizar una ausencia total de fecalismo al aire libre.

## X.2 IMPACTOS RESIDUALES

De acuerdo con el instructivo para la elaboración del Documento Técnico Unificado, Modalidad A, se entiende por impacto residual, al efecto que permanece en el ambiente después de aplicar las medidas de mitigación. De acuerdo con la valoración final de los impactos, considera que los impactos residuales son los siguientes:

- Modificación de los procesos hidrológicos

Este impacto resulta del desplante de infraestructura, que provoca la disminución en la capacidad de infiltración natural del agua al subsuelo, para lo cual se propone como medida de mitigación, la instalación de un sistema de drenaje pluvial que inyectará al subsuelo el agua pluvial que escurra en los lotes habitacionales, comerciales y vialidades.

- Reducción del hábitat de fauna silvestre

Este impacto se presentará durante la etapa de preparación del sitio, en la que previo a las actividades de desmonte y despalme se ejecutará el Programa de Rescate de Fauna, que consiste en ahuyentar y/o reubicar a la fauna hacia zonas mejor conservadas. Posteriormente con la remoción de la vegetación, la superficie de cambio de uso de suelo pierde su funcionalidad como hábitat para de la fauna silvestre, misma que no será recuperada pues la vida útil del nuevo uso de suelo se calcula en un mínimo de 90 años pudiendo extenderse indefinidamente en tanto de provea el mantenimiento adecuado.

Aun cuando se prevé la aplicación de ciertas medidas de mitigación, como la delimitación de un corredor biológico, áreas verdes naturales, áreas verdes

modificadas y áreas de protección de estructuras exokársticas, el impacto no es mitigado ni corregido en su totalidad, por lo que se considera un impacto residual.

Por otro lado, es importante tomar en cuenta que el predio se encuentra dentro de un centro de población cuya vegetación ha sido perturbada a lo largo del tiempo tanto por factores antropogénicos como por eventos naturales; situación que también ha repercutido en las poblaciones de fauna silvestre.

Como se observó en los estudios realizados dentro del predio en cuestión, las poblaciones de fauna que lo habitan corresponden a especies con alta capacidad de adaptación a la presencia humana, y que son comunes en los centros de población, pues en ellos encuentran alimento y refugio.

Aunado a ello, los índices de diversidad obtenidos de los muestreos de fauna en el predio y en el sistema ambiental, nos indican que las poblaciones de fauna silvestre que habitan en el predio están bien representadas en el sistema ambiental, por lo que la pérdida del hábitat que representa la superficie de cambio de uso de suelo no comprometerá la diversidad faunística del sistema ambiental.

- Disminución de la cobertura vegetal y alteración del paisaje

Respecto a la disminución de la cobertura vegetal y la alteración del paisaje, son impactos propios del cambio de uso de suelo forestal para el desplante de infraestructura urbana; y dado que el proyecto tiene una vida útil mínima de 90 años el impacto es permanente.

Es importante tomar en cuenta que el predio en cuestión pertenece al Centro de Población de Joaquín Zetina Gasca en donde el paisaje es principalmente urbano, protagonizado por desarrollos habitacionales al Oeste del mismo, y al Este por áreas de uso comercial y de servicios.

Aunado a ello, el nuevo uso de suelo que se pretende dar al predio está contemplado en los programas de ordenamiento territorial con jurisdicción en esta superficie, por lo que la alteración del paisaje es un impacto de mediana intensidad respecto de la zona urbana.

Por otro lado, con base en los estudios de vegetación en el área de estudio y en el predio, se observó que la vegetación del predio se encuentra bien representada en el sistema ambiental, por lo que el cambio de uso de suelo no compromete la diversidad de especies vegetales ni pone en riesgo a las especies dominantes en el predio. Con el fin de mitigar el impacto sobre la diversidad vegetal, se llevará a cabo un cambio de uso de suelo parcial, es decir que se mantendrán los individuos del estrato arbóreo cuya especie se encuentra listada en la NOM-059-SEMARNAT-2010, o que presenten un diámetro mayor o igual a 10 cm.

Con la ejecución del Programa de Rescate de Vegetación se protege una cantidad representativa de las especies con alto valor de importancia ecológica para la

vegetación del predio y del sistema ambiental, ya que se removerán y reubicarán individuos de especies listadas en alguna categoría de riesgo en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, y de aquellas especies que presentan altos valores de importancia de acuerdo a los estudios forestales realizados en el predio.

- Disminución de la cobertura vegetal y alteración del paisaje

Respecto a la disminución de la cobertura vegetal y la alteración del paisaje, son impactos propios del cambio de uso de suelo forestal para el desplante de infraestructura urbana; y dado que el proyecto tiene una vida útil mínima de 90 años el impacto es permanente.

Es importante tomar en cuenta que el predio en cuestión pertenece al Centro de Población de Joaquín Zetina Gasca en donde el paisaje es principalmente urbano, protagonizado por desarrollos habitacionales al Oeste del mismo, y al Este por áreas de uso comercial y de servicios.

Aunado a ello, el nuevo uso de suelo que se pretende dar al predio está contemplado en los programas de ordenamiento territorial con jurisdicción en esta superficie, por lo que la alteración del paisaje es un impacto de mediana intensidad respecto de la zona urbana.

Por otro lado, con base en los estudios de vegetación en el área de estudio y en el predio, se observó que la vegetación del predio se encuentra bien representada en el sistema ambiental, por lo que el cambio de uso de suelo no compromete la diversidad de especies vegetales ni pone en riesgo a las especies dominantes en el predio. Con el fin de mitigar el impacto sobre la diversidad vegetal, se llevará a cabo un cambio de uso de suelo parcial, es decir que se mantendrán los individuos del estrato arbóreo cuya especie se encuentra listada en la NOM-059-SEMARNAT-2010, o que presenten un diámetro mayor o igual a 10 cm.

Con la ejecución del Programa de Rescate de Vegetación se protege una cantidad representativa de las especies con alto valor de importancia ecológica para la vegetación del predio y del sistema ambiental, ya que se removerán y reubicarán individuos de especies listadas en alguna categoría de riesgo en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, y de aquellas especies que presentan altos valores de importancia de acuerdo a los estudios forestales realizados en el predio.

### **X.3 DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL ESCENARIO SIN PROYECTO**

Los indicadores de Equidad y diversidad de Shannon son cercanos a los establecidos por Carreón y Valdez (2014) para la categoría fustal en edades de sucesión de 24 a 33 años. Por ello se infiere que el desarrollo del predio, data de los incendios ocurridos en 1989 tras el paso del Huracán Gilberto en 1988, es decir, presumiblemente la edad de la vegetación del sitio es de aproximadamente 27 años, y se encuentra en un

estadio de sucesión secundario de transición al desarrollo tardío con alta dominancia de arbustos.

Los indicadores de biodiversidad para el sitio del proyecto señalan baja dominancia, alta diversidad y alta equidad en los tres estratos. Adicionalmente, se consideró la distribución de los individuos del estrato arbóreo, en relación a sus categorías diamétricas, con 595 (33%) y 669 (37%) individuos de las categorías de 10 y 15 cm respectivamente, y de altura con 856 individuos (48%) de la categoría de 10 m; así como la densidad del estrato arbóreo en el sitio, estimada en 854 individuos por hectárea. Estos indicadores, permiten inferir que el grado de conservación del sitio del proyecto es alto. Sin embargo, esta diversidad y riqueza están incluidas en la riqueza total de la cuenca hidrológico-forestal, por lo que no representa un ecosistema excepcional o aislado.

#### **X.4 DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL ESCENARIO CON PROYECTO**

Durante las últimas décadas, el Estado de Quintana Roo y en específico ciudades como Cancún y Playa del Carmen han experimentado un desarrollo acelerado debido a su éxito turístico, que en gran medida se debe a la belleza y calidad de sus recursos naturales, mismos que se complementan con el desarrollo de infraestructura turística que ofrece comodidad en armonía con un entorno natural.

El desarrollo económico que conlleva este éxito turístico, ha propiciado otros fenómenos sociales como el crecimiento poblacional, ello como consecuencia de la inmigración de connacionales y extranjeros en busca de los empleos que la industria turística ofrece en esta ciudad. Este crecimiento poblacional trae consigo la demanda de infraestructura urbana, como viviendas, suministro de energía eléctrica, servicio de limpia, manejo y disposición de residuos sólidos urbanos, provisión de agua potable y drenaje sanitario; en muchos casos esta demanda es cubierta parcialmente por las instituciones responsables de ello, por lo que la falta de servicios públicos se ha resuelto por medio de los habitantes, mediante la instalación de sistemas alternativos y poco amigables con el ambiente.

Como ejemplo de lo anteriormente descrito, en el Programa Institucional de Infraestructura Hidráulica y Sanitaria, que forma parte del Plan Quintana Roo 2011-2016, indica que los habitantes de asentamientos irregulares recurren a prácticas como la instalación de conexiones clandestinas a líneas de conducción de redes primarias, pozos particulares, compra de agua en pipas, así como el acarreo de agua desde fuentes alternas como cenotes, aguadas, etc.; todas estas medidas, generan sobrecostos a la población. Por otro lado, la población que no cuenta con los servicios de drenaje sanitario y saneamiento, recurre a sistemas alterativos para la evacuación de las aguas residuales, como lo son letrinas, pozos negros, fosas sépticas mal diseñadas; en muchos casos estos sistemas descargan directamente a las corrientes de agua subterránea o en otros cuerpos de agua, por lo que la población corre el riesgo de contraer enfermedades gastrointestinales y/o cutáneas, pudiendo afectar a la población local y al turismo.

En este sentido, el proyecto Residencial Civitas que promueve Desarrolladora Somison, S.A.P.I. DE C.V., está impulsado por la demanda de infraestructura urbana para la constitución de inmuebles residenciales y comerciales dentro del Centro de Población de Playa del Carmen.

Este desarrollo permitirá la adquisición de lotes habitacionales y comerciales, dentro de un desarrollo inmobiliario provisto de los servicios básicos como, drenaje pluvial, drenaje sanitario, suministro de agua potable, suministro de energía eléctrica, vialidades, alumbrado público, áreas verdes para la contemplación y actividades de recreación, así como controles de acceso y un ambiente de exclusividad en armonía con el ambiente natural.

El proyecto consta de una inversión total de \$ 250, 233,938.00 00/100 M.N. para el desplante de la infraestructura urbana mencionada, acción que conlleva la derrama económica local por efecto de la adquisición de insumos, pago de servicios y autorizaciones, contratación de personal técnico, empleo de mano de obra, entre otros; por lo que esta inversión permeará en diferentes estratos de la población, desde el sector público, industria privada, hasta la población local.

Por otro lado, y dado que el proyecto Residencial Civitas se pretende desarrollar dentro de un predio de aproximadamente 27 años de desarrollo sucesional, será necesario el cambio de uso de suelo en terreno forestal, acción que desde el punto de vista ambiental, genera importantes impactos sobre la cantidad y calidad de los servicios ambientales que naturalmente ofrece el predio. Entre los impactos más importantes que genera la urbanización de un predio forestal están, el deterioro del paisaje, la pérdida de biodiversidad, la disminución en la calidad del agua y su captación, la erosión del suelo, la pérdida de la capacidad de amortiguamiento del impacto de los fenómenos naturales, de modulación o regulación climática, de captura de carbono y otros contaminantes, y de la generación de oxígeno; se considera además como un impacto relevante, la generación de residuos que se presenta en todas las etapas del proyecto. A continuación se describe brevemente el grado en que el proyecto Residencial Civitas impacta sobre el medio con base en los servicios ambientales que este provee.

Respecto a la disponibilidad de agua en calidad y cantidad, en las etapas de preparación del sitio y construcción, la contaminación del agua se prevé por el uso de los sanitarios portátiles que se pondrán a servicio de los trabajadores de la obra, aunado a ello, se considera el derrame de sustancias contaminantes sobre el suelo que pudiesen permear al acuífero, pudiéndose tratar de combustibles y aditivos utilizados para el uso y mantenimiento de la maquinaria, así como pinturas, aceites, solventes, entre otros líquidos utilizados en las obras de construcción. Sin embargo, la ocurrencia de estos impactos se considera accidental, fácilmente prevenible y rápidamente reversible por lo que son impactos menores aunque sigue siendo necesaria la contemplación de medidas de prevención y mitigación.

En la etapa de operación se generarán aguas residuales derivadas del suministro y uso del recurso en los lotes habitacionales y comerciales, asimismo, la conducción y descarga de estas aguas residuales debe realizarse de forma adecuada con el fin de prevenir la contaminación del recurso disponible para su aprovechamiento, así como de los cuerpos de agua que constituyen un atractivo turístico, como los cenotes y las playas. En esta etapa la vulnerabilidad de la calidad del recurso adquiere relevancia, por lo que resulta necesaria la aplicación de medidas de prevención y mitigación.

Respecto a la cantidad de agua disponible, el desarrollo del proyecto deteriorará la capacidad del predio para funcionar como superficie de infiltración de agua hacia el acuífero, esto debido a la remoción de la cobertura vegetal y al desplante de infraestructura.

Otro impacto latente del cambio de uso de suelo en terreno forestal, es la erosión del suelo debido a que con la remoción de la vegetación aumenta la vulnerabilidad del suelo ante la incidencia de procesos erosivos. Actualmente en el predio se tiene una tasa de erosión actual suelo calculada en que va de 0.005 a 0.558 ton/ha/año en el predio que corresponde a los lotes 1-07 y de 0.004 a 0.267 ton/ha/año en el predio que corresponde a los lotes 1-02, 1-47 y 1-46. Por su parte el proyecto contempla la delimitación de áreas verdes naturales, áreas verdes modificadas y el desplante de infraestructura urbana; en el caso de las áreas verdes naturales, no hay cambio en la tasa de erosión, mientras que en las áreas verdes jardinadas se prevé un ligero aumento debido a que la vegetación que será sembrada en ellas no tiene la misma capacidad de protección del suelo, y por último, con el desplante de infraestructura el suelo natural quedará cubierto por las capas de material pétreo de nivelación y posteriormente por la propias construcciones, por lo que no presenta vulnerabilidad a la erosión.

Los procesos biológicos que derivan de las interacciones de la vegetación con el suelo y la atmósfera, también generan efectos benéficos para el ser humano, como la regulación de carbono en la atmósfera y la generación de oxígeno. Es por ello, que la remoción de la vegetación que se requiere para llevar a cabo el desplante de las obras de urbanización y en su momento de los proyectos habitacionales y comerciales, provoca directamente la disminución de estos servicios; lo mismo sucede con el paisaje y la regulación climática.

La infraestructura instalada en el derecho de vía donado a la Comisión Federal de Electricidad (CFE) y la infraestructura urbana que se encuentra cercana al predio, ha deteriorado el paisaje natural generando en sustitución, un paisaje suburbano. Dicho esto, se considera que estos servicios ambientales, captura de carbono, generación de oxígeno, paisaje y regulación climática ya presentan un grado de deterioro, sin embargo se deben considerar medidas que mitiguen impactos mayores.

Otro problema derivado del cambio de uso de suelo en terreno forestal, es la pérdida de diversidad biológica, la cual deriva de la remoción de la cobertura vegetal y la pérdida del hábitat para la fauna silvestre.

Respecto a la fauna, de acuerdo con el diagnóstico generado por el equipo técnico responsable de este estudio, se determinó que la fauna silvestre que habita el predio actualmente está compuesta en su mayoría por aves, reptiles, y pequeñas comunidades de mamíferos y anfibios. También se observó que las especies encontradas corresponden en su mayoría a especies con alta capacidad de adaptación a la presencia humana, y que incluso encierran en los asentamientos humanos, una fuente de refugio y alimento. Por lo tanto, el proyecto deberá mantener la conectividad biológica entre las superficies de interés ecológico del predio, y deberá mantener parte de la vegetación natural para la conservación del hábitat de las aves, cuya comunidad es la más abundante en el predio.

Respecto a la vegetación, el predio seleccionado para el desarrollo del proyecto forma parte de la superficie afectada por el paso del Huracán Gilberto en 1988, y por los incendios forestales que le prosiguieron al año siguiente, causa de que la vegetación actual sea vegetación secundaria con el estrato arbóreo como predominante, con especies propias de la selva mediana subperennifolia. De acuerdo con la caracterización de la vegetación, tanto en el predio como en el sistema ambiental, se determinó que el predio no constituye un sitio de importancia para el desarrollo de alguna especie en particular ya que todas las especies presentes en el predio se encuentran también representadas en la microcuenca. Por otro lado, con base en los índices de diversidad determinados, se concluye que el sistema ambiental presenta mayor diversidad de especies vegetales en comparación con el predio, por lo que con el desplante del proyecto no se compromete la diversidad florística del sistema ambiental.

En relación al consumo de agua, durante la operación del fraccionamiento, considerado al 100 % de su capacidad y teniendo en cuenta que el volumen promedio diario de agua utilizado por la clase socioeconómica media en clima cálido es de 230 L/hab/día y que el número promedio de ocupantes previsto es de 5 hab/viv, se consumirán en la Fase 1 del proyecto unos 287.50 m<sup>3</sup> de agua al día, y en la Fase 2 se consumirán unos 1882.55 m<sup>3</sup> diarios.

En cuanto a la generación de residuos urbanos, se considera una generación promedio de 1.2 Kg de residuos sólidos urbanos por habitante. El volumen total generado se estima en 1.5 ton por día en la Fase 1 y 9.822 Ton en la Fase 2. A este volumen se le sumarán los desechos generados en el lote comercial, cuyo volumen dependerá del giro del mismo. Se espera también un pequeño volumen de estos residuos cuya procedencia serán las áreas públicas. Para su captación se colocarán depósitos de 200 L de capacidad mismos que se distribuirán cerca de los accesos para facilitar su manejo y la recoja por el servicio de limpia municipal.

Las aguas residuales que se generen en el fraccionamiento se estiman en un 80% del consumo, correspondiendo 230 y 1506.07 m<sup>3</sup> en las fases 1 y 2 respectivamente. Las aguas residuales serán canalizadas a través de la red interna de drenaje a la red pública de drenaje municipal, con destino a alguna planta de tratamiento de aguas residuales operadas por la CAPA, a quien corresponderá el manejo, tratamiento y disposición final de este residuo.

## **X.5 DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL ESCENARIO CONSIDERANDO LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN**

Se espera que con la aplicación de las medidas de prevención y mitigación de impactos propuestas, el proyecto reduzca considerablemente su impacto general, hasta el punto de que algunos impactos previstos no lleguen a presentarse, tales como aquellos relacionados con la generación de aguas residuales o la contaminación del suelo por la generación de residuos o derrames, haciendo el proyecto viable desde el punto de vista ambiental.

Una vez aplicadas las medidas de mitigación, los impactos residuales considerados serán: la modificación de los procesos hidrológicos, la reducción de la cobertura vegetal, la reducción del hábitat de la fauna silvestre y la alteración del paisaje. Sin embargo, estos impactos fueron minimizados con la inclusión de áreas permeables y áreas verdes y la implementación de un programa de rescate de flora.

## **X.6 PRONÓSTICO AMBIENTAL**

El proyecto denominado Residencial Civitas, surge de la creciente demanda de infraestructura urbana en las localidades de Joaquín Zetina Gasca y Puerto Morelos, y con base en lo descrito respecto al análisis del escenario actual, con proyecto y con las medidas de mitigación, se concluye lo siguiente. Desde el diseño propio del proyecto, así como la selección del sitio para su desplante, se han tomado algunas consideraciones para que los posibles impactos ambientales generados por su ejecución sean minimizados; es por ello que se ha elegido un predio que pertenece a la Zona Urbana de Joaquín Zetina Gasca y Puerto Morelos, cuyo uso de suelo compatible es el urbano según el Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Puerto Morelos y es compatible el desarrollo de proyectos residenciales de densidad media, es decir de 160 habitantes por hectárea o de 40 viviendas por hectárea.

El proyecto Residencial Civitas adapta la conformación de los lotes y su respectivo uso de suelo designado por la Licencia de zonificación y usos de suelo. Por esta razón, se conservará la vegetación forestal natural en una superficie correspondiente a 5.79 ha, así también se destinará una superficie de 9.35 ha como área verde modificada sobre la que se sembrará vegetación nativa; esto para hacer una superficie de área verde total de 15.14 ha. Estas áreas verdes, están incluidas en las 17.46 ha de superficie permeable del proyecto, las cuales incluyen áreas con concreto permeable. Esta conformación, mantendrá la regulación del microclima del predio y disminuirá en cierta medida el uso de sistemas de climatización artificial en los predios.

Todas las obras que contempla el proyecto serán desplantadas bajo las especificaciones técnicas que establece la normatividad aplicable, considerando también aquellas que previenen impactos sobre algún factor ambiental. Respecto a los servicios de agua potable, y drenaje sanitario, estos serán suministrados por la Comisión de Agua Potable y Alcantarillado (CAPA) del Estado de Quintana Roo tal como



lo confirma el oficio de factibilidad anexo al presente documento; así también el suministro de energía eléctrica estará a cargo de la Comisión Federal de Electricidad (CFE), tal como lo sustenta el oficio anexo. Con ello, se garantiza que la infraestructura urbana y el manejo y descarga de aguas residuales, se desarrollen bajo la normatividad ambiental aplicable.

Respecto de los servicios ambientales que ofrece el predio, se considera que la provisión del agua en la cantidad actual, es el que presenta mayor vulnerabilidad, ya que la remoción de la cobertura vegetal y la impermeabilización por las obras de urbanización disminuyen la capacidad de infiltración de agua del predio. Por ello se llevará a cabo la instalación de un sistema de drenaje pluvial que inyecte al subsuelo el agua que precipite sobre las vialidades y lotes habitacionales y comerciales, manteniendo así el volumen de recarga del acuífero. Con base en los estudios de caracterización del predio y del sistema ambiental respecto a las comunidades de flora y fauna que lo habitan; se determinó que la superficie en la que se pretende llevar a cabo el desarrollo Residencial Civitas no presenta condiciones particulares que le confieran una relevancia ecológica dentro del sistema ambiental, por lo que no se considera que la diversidad biológica se ponga en riesgo con el desplante del proyecto. Aun así, se toman en cuenta medidas para la protección de la flora y fauna, sobre todo de aquellas especies que se encuentran listadas en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, o de aquellas que con algún valor de importancia ecológica. Con el desplante de las obras de urbanización, el suelo queda exento de la incidencia de procesos erosivos, mientras que en las áreas verdes naturales, el suelo quedará protegido por la vegetación original, y en las áreas verdes modificadas se llevará a cabo la introducción de especies nativas con individuos obtenidos del rescate de vegetación y se establecerá la siembra de pastos de forma que el suelo no quede expuesto a procesos de erosión eólica. Por último, la generación de residuos es un peligro potencial para el ambiente, ya que su generación indiscriminada, manejo y disposición inadecuada, puede provocar la contaminación del suelo, del agua, la proliferación de fauna nociva, el deterioro del paisaje, entre otros. Sin embargo, el proyecto contempla la ejecución de un Plan de Manejo de Residuos Sólidos Urbanos y de Manejo Especial durante las etapas de preparación del sitio y construcción, el cual tiene como objetivo minimizar la generación de residuos y maximizar su aprovechamiento, así como evitar su inadecuada disposición. Asimismo, durante la operación del proyecto, el promovente gestionará la inclusión del proyecto, en las rutas de recolección de residuos sólidos urbanos por parte del servicio de limpia municipal.

Dicho lo anterior, se considera que el desplante del proyecto Residencial Civitas no comprometerá la calidad del sistema ambiental en el que se desarrolla, ni la provisión de los servicios ambientales que el predio ofrece actualmente. Se considera que este desarrollo inmobiliario ofertará un concepto de vivienda urbana en armonía con el ambiente natural, en concordancia con la normatividad aplicable.

## X.7 PROGRAMA DE MANEJO AMBIENTAL

Con el fin de dar cumplimiento a los objetivos del programa, se deberán realizar visitas periódicas de supervisión con por lo menos un técnico debidamente capacitado y con la experiencia necesaria en procesos de inspección o auditoría ambiental, quién en compañía de la persona que asigne el promovente, realice un recorrido del proyecto, verificando que se lleva a cabo el cumplimiento de las medidas de prevención, mitigación, compensación y/o corrección a las que se comprometió en los documentos de impacto ambiental, así como los términos y condicionantes establecidos en las autorizaciones en materia ambiental emitidas por la autoridad competente.

A continuación se indican las líneas estratégicas sobre las que se deberá basar la supervisión ambiental del proyecto, considerando las medidas de mitigación propuestas (**Cuadro 62**).

*Cuadro 62. Programa de manejo ambiental para el proyecto Residencial Civitas.*

LÍNEA ESTRATÉGICA	ETAPA DEL PROYECTO	OBJETIVOS	IMPACTO AL QUE VA DIRIGIDA LA ACCIÓN	MOMENTO DE EJECUCIÓN	RECURSOS NECESARIOS PARA SU EJECUCIÓN
Pláticas de concientización	Preparación del sitio y construcción	Generar un estado de conciencia ambiental en el personal de la obra.	Contaminación del agua, Contaminación de suelo, Disminución en las poblaciones de fauna silvestre	Previo al inicio de las obras de cambio de uso de suelo y construcción y posteriormente dos veces al año. .	A consideración del personal encargado de la impartición de las pláticas.
Recuperación del material de desmonte y despalme	Preparación del sitio	Aprovechamiento del material vegetal y pétreo removido en la superficie de cambio de uso de suelo.	Pérdida de suelo	Durante el desmonte y despalme.	Criba mecánica Palas Trituradora mecánica Lonas o plásticos para resguardo Equipo o maquinaria de transporte
Contratación de servicios sanitarios	Preparación del sitio y Construcción	Evitar la práctica del fecalismo al aire libre y la consecuente contaminación del suelo y del agua.	Contaminación del suelo, Contaminación del agua	Durante las tres etapas del proyecto.	Será necesario cubrir el monto económico por la renta de los sanitarios y su respectivo mantenimiento
Programa de Rescate de Fauna	Previo al cambio de uso de suelo en terreno forestal (CUSTF)	Proteger la integridad física de la fauna silvestre que habita y/o transita actualmente por el predio en el que se proyecta el desarrollo Residencial Civitas.	Disminución en las poblaciones de fauna silvestre.	Previo a las actividades de cambio de uso de suelo en terreno forestal. .	Se requerirá la contratación de una empresa especializada.
Actividades para la protección y conservación de la biodiversidad	Operación	Proteger a los individuos de flora y fauna que habitarán y/o transitarán dentro de la superficie del Proyecto Residencial Civitas que será destinada como área verde.	Disminución de las poblaciones de fauna silvestre, Disminución de la cobertura vegetal, Disminución de las especies forestales	Durante la etapa de operación del desarrollo Residencial Civitas.	Letreros informativos y prohibitivos, Personal y equipo de mantenimiento de áreas verdes.
Programa de Rescate de Vegetación	Previo al cambio de uso de suelo en	Conservar la diversidad de especies forestales	Disminución de especies forestales	Previo a las actividades de cambio de uso de	Se realizará la contratación de una empresa especializada

LÍNEA ESTRATÉGICA	ETAPA DEL PROYECTO	OBJETIVOS	IMPACTO AL QUE VA DIRIGIDA LA ACCIÓN	MOMENTO DE EJECUCIÓN	RECURSOS NECESARIOS PARA SU EJECUCIÓN
	terreno forestal (CUSTF)	del predio.		suelo en terreno forestal.	para llevar a cabo el rescate de individuos vegetales.
<b>Manejo adecuado de materiales de construcción</b>	Construcción, Operación	Evitar impactos ambientales derivados de la dispersión y/o derrame de materiales de construcción.	Contaminación de suelo, Contaminación del agua, Contaminación de la atmósfera	Estas medidas deberán ser aplicadas durante las etapas de Construcción y Operación	Lonas y/o plásticos para cubrir el material pétreo, Sitios adecuados para el almacenamiento de materiales, Contenedores para el almacenamiento temporal del suelo contaminado con materiales líquidos, según las características del contaminante.
<b>Delimitación de las áreas verdes.</b>	Preparación del sitio, Construcción y Operación	Mantener la conectividad biológica dentro del predio, así como conservar los servicios ambientales que ofrece el predio.	Modificación de los procesos hidrológicos, Pérdida del suelo, Reducción del hábitat de fauna silvestre, Disminución de la cobertura vegetal, Alteración del paisaje	Durante la etapa de preparación del sitio, la conformación de áreas verdes modificadas se realizará durante la construcción, y el mantenimiento de las áreas verdes se realizará durante la etapa de operación.	Material para el acordonamiento de las áreas verdes naturales, e identificación de elementos arbóreos a conservar. Personal, material y equipo para el mantenimiento de áreas verdes modificadas.
<b>Delimitación y conservación de áreas de protección de estructuras exokársticas.</b>	Preparación del sitio, Construcción y Operación	Conservar el equilibrio ecológico de los ecosistemas exokársticos y dar cumplimiento con lo establecido en los instrumentos de ordenamiento territorial aplicables.	Afectación a los ecosistemas exokársticos, Contaminación del agua	Previo a las actividades de CUSTF, mientras que deberán conservadas a lo largo de las etapas de construcción y operación del desarrollo Residencial Cívitas	Bitácoras de monitoreo de las estructuras exokársticas y sus respectivas áreas de protección.
<b>Programa de Reforestación y Jardinería</b>	Construcción y Operación	Integrar la vegetación original al diseño del proyecto, y garantizar la conformación y el mantenimiento adecuado de las áreas verdes.	Pérdida del suelo, Disminución de la cobertura vegetal, Modificación de los procesos hidrológicos, Contaminación del suelo, Contaminación del agua, Alteración del paisaje	Durante las etapas de Construcción y operación.	Mano de obra, Equipo y material de jardinería
<b>Sistema de drenaje pluvial</b>	Construcción y Operación	Llevar a cabo la inyección de agua pluvial en el subsuelo, asegurando que esta acción cumpla con la normatividad ambiental aplicable.	Modificación de los procesos hidrológicos, Contaminación del agua	Durante la etapa de construcción, y su mantenimiento y funcionamiento durante la etapa de operación	Materiales de construcción, Mano de Obra, Maquinaria y herramienta
<b>Plan de Manejo de Residuos Sólidos Urbanos y de Manejo Especial</b>	Preparación del sitio, Construcción y operación	Garantizar el manejo integral de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial que se	Contaminación del suelo, Contaminación del agua, Afectación	Durante las etapas de preparación de sitio, construcción y operación	Trituradora mecánica para material vegetal, Criba mecánica, Contenedores plásticos de 200 L,

LÍNEA ESTRATÉGICA	ETAPA DEL PROYECTO	OBJETIVOS	IMPACTO AL QUE VA DIRIGIDA LA ACCIÓN	MOMENTO DE EJECUCIÓN	RECURSOS NECESARIOS PARA SU EJECUCIÓN
		generen durante el cambio de uso de suelo y durante la construcción del proyecto Residencial Civitas.			Bolsas plásticas, Material para desplante de sitios para almacenamiento temporal, Bitácora de seguimiento y mano de obra.
Medidas para el uso eficiente del agua	Operación	Promover la disminución en el consumo de agua durante la operación del proyecto.	Explotación del acuífero	Durante la etapa de operación del desarrollo Residencial Civitas	Bitácoras de seguimiento, Capital humano

## X.8 SEGUIMIENTO Y CONTROL

Como estrategia para el seguimiento y control de las medidas de prevención y mitigación propuestas anteriormente, se deberá realizar una inspección periódica por personal debidamente capacitado en materia de inspección o auditoría ambiental. Durante dicha inspección, el personal contratado deberá verificar el cumplimiento de las medidas propuestas de acuerdo con el método de supervisión indicado en el Programa de Manejo Ambiental.

Para documentar los hechos respecto al manejo ambiental dentro de las obras, el personal encargado de realizar el seguimiento levantará evidencias a través de una lista de chequeo, en donde la información vertida deberá sustentarse con registros fotográficos, en su caso, copias de la documentación que acredite arrendamiento de servicios, comprobación de insumos, entre otros. Asimismo, el personal de seguimiento deberá realizar las observaciones necesarias en la misma bitácora, esto con el fin de proporcionar una herramienta de mejora al promovente respecto al manejo ambiental que se lleva a cabo.

Para la realización del recorrido, el personal encargado del seguimiento deberá estar acompañado de una persona de la empresa promovente, al término de este recorrido, se deberá firmar el original y copias de la lista de chequeo que incluirá demás las observaciones realizadas por la empresa a cargo de la supervisión ambiental, quedando el original en manos de esta última, mientras que con la copia, el promovente queda informado y responsabilizado de los cambios o mejoras que deban realizarse para el cumplimiento de los objetivos de cada una de las medidas de mitigación propuestas.

En un plazo no mayor a los cinco días naturales posteriores a la visita de supervisión, la empresa contratada deberá hacer llegar al promovente un informe técnico derivado del recorrido de inspección realizado, en donde deberá indicar el grado de cumplimiento de las medidas y condicionantes estipuladas. En este mismo documento, la empresa contratada deberá también indicar y sugerir las acciones que el promovente deberá realizar para corregir los incumplimientos identificados, de la misma forma, y aun cuando lo mencionen las medidas ni las condicionantes

ambientales, en caso de que se detecte alguna infracción a la legislación ambiental aplicable, se deberán realizar recomendaciones pertinentes a la empresa promovente con el fin de que estas infracciones sean corregidas.

Una vez entregado el informe, la empresa promovente contará con cinco días hábiles para ejecutar las recomendaciones y sugerencias señaladas en el informe técnico en el entendido que dicho plazo no aplicará para el caso de presentarse la autoridad ambiental a realizar alguna visita de inspección y ésta fije los plazos y términos de acuerdo a la legislación correspondiente en que deban ser atendidas sus recomendaciones. La inspección se realizará de forma mensual, y al cabo de cuatro meses continuos, se elabora un informe cuatrimestral, mismo que será entregado a la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA); en la **Figura 57**, se esquematiza mediante un diagrama de bloques la secuencia de actividades que conlleva la estrategia propuesta.

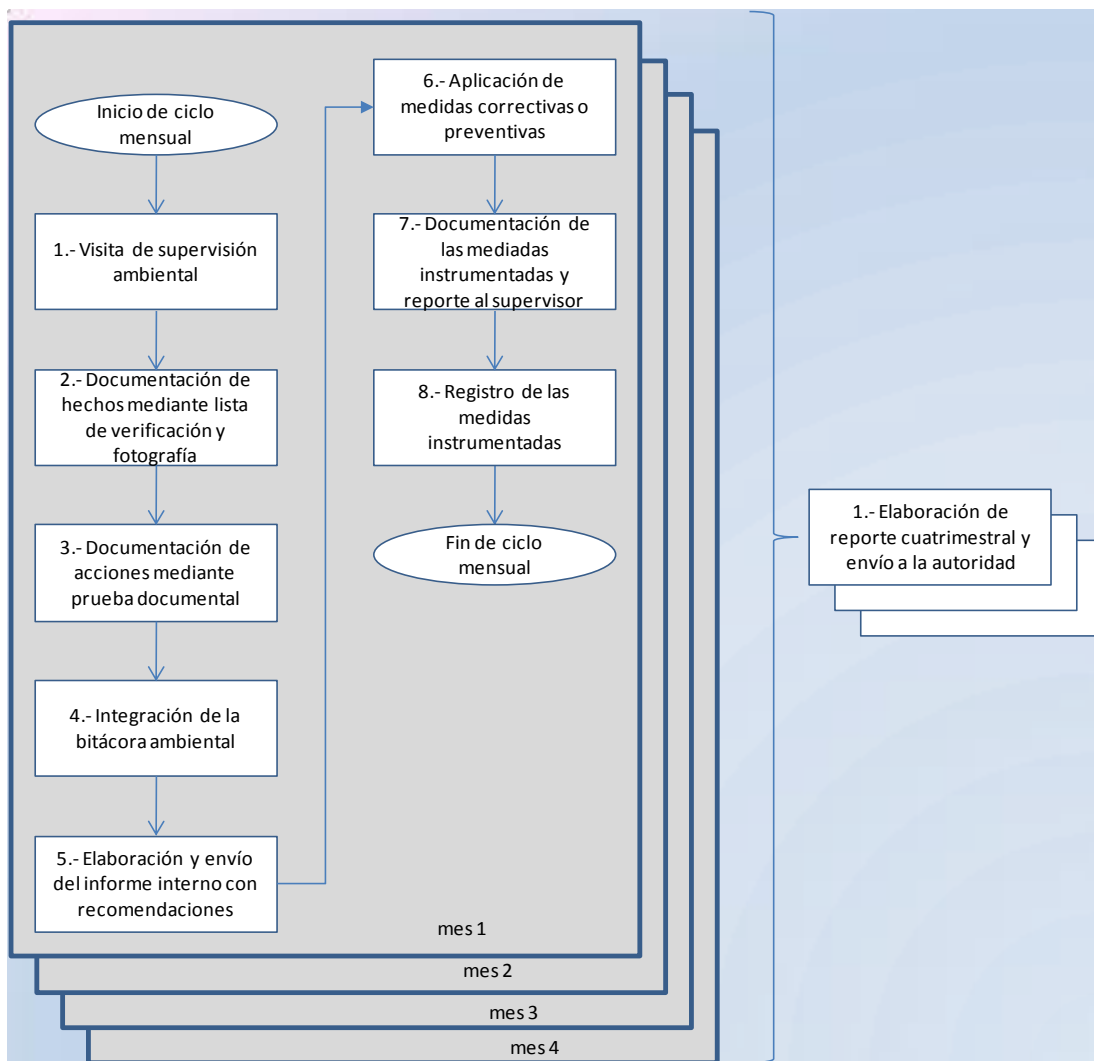


Figura 57. Diagrama de bloques para las actividades derivadas de la estrategia de supervisión ambiental a lo largo de un ciclo cuatrimestral.

El siguiente esquema indica mediante un diagrama de Gantt, la programación de las actividades relacionadas con la supervisión ambiental del desarrollo Residencial Civitas

ESTRATEGIA 1: SUPERVISIÓN AMBIENTAL (CICLO CUATRIMESTRAL)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
Supervisión: _____																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
Fecha de inicio: _____		Mes 1				Eval	Mes 2				Eval	Mes 3				Eval	Mes 4				Eval																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
Fecha de término: _____		1	2	3	4	A	1	2	3	4	B	1	2	3	4	C	1	2	3	4	D																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
ACTIVIDADES		RESPONSABLE																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
Supervisión Ambiental																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
1	Visita de Inspección al predio	Empresa contratada para la Supervisor Ambiental	P	■																												R																										2	Documentación de hechos y acciones	Empresa contratada para la Supervisor Ambiental	P	■																												R																										3	Integración de la bitácora ambiental	Empresa contratada para la Supervisor Ambiental	P	■																												R																										4	Elaboración del reporte y envío al promovente con las recomendaciones pertinentes	Empresa contratada para la Supervisor Ambiental	P		■																											R																										5	Instrumentación de las medidas preventivas o correctivas y reporte al supervisor	Promovente	P			■																										R																										6	Registro de las medidas preventivas o correctivas instrumentadas	Empresa contratada para la Supervisor Ambiental	P				■																									R																										7	Elaboración de informe cuatrimestral y entrega al promovente	Empresa contratada para la Supervisor Ambiental	P																									■				R																										8	Entrega de Informe a la Autoridad Correspondiente	Empresa contratada para la Supervisor Ambiental/Promovente	P																									■				R																										Marcadores																												■	Fecha actual de avances																											■	P: Fecha de compromiso de la tarea																											■	R: Fecha final de ejecución de la tarea																											X	Porcentaje de avance en la tarea																											■	Fecha de evaluación de la Supervisión																										
			R																										2	Documentación de hechos y acciones	Empresa contratada para la Supervisor Ambiental	P	■																												R																										3	Integración de la bitácora ambiental	Empresa contratada para la Supervisor Ambiental	P	■																												R																										4	Elaboración del reporte y envío al promovente con las recomendaciones pertinentes	Empresa contratada para la Supervisor Ambiental	P		■																											R																										5	Instrumentación de las medidas preventivas o correctivas y reporte al supervisor	Promovente	P			■																										R																										6	Registro de las medidas preventivas o correctivas instrumentadas	Empresa contratada para la Supervisor Ambiental	P				■																									R																										7	Elaboración de informe cuatrimestral y entrega al promovente	Empresa contratada para la Supervisor Ambiental	P																									■				R																										8	Entrega de Informe a la Autoridad Correspondiente	Empresa contratada para la Supervisor Ambiental/Promovente	P																									■				R																										Marcadores																												■	Fecha actual de avances																											■	P: Fecha de compromiso de la tarea																											■	R: Fecha final de ejecución de la tarea																											X	Porcentaje de avance en la tarea																											■	Fecha de evaluación de la Supervisión																																																							
2	Documentación de hechos y acciones	Empresa contratada para la Supervisor Ambiental	P	■																												R																										3	Integración de la bitácora ambiental	Empresa contratada para la Supervisor Ambiental	P	■																												R																										4	Elaboración del reporte y envío al promovente con las recomendaciones pertinentes	Empresa contratada para la Supervisor Ambiental	P		■																											R																										5	Instrumentación de las medidas preventivas o correctivas y reporte al supervisor	Promovente	P			■																										R																										6	Registro de las medidas preventivas o correctivas instrumentadas	Empresa contratada para la Supervisor Ambiental	P				■																									R																										7	Elaboración de informe cuatrimestral y entrega al promovente	Empresa contratada para la Supervisor Ambiental	P																									■				R																										8	Entrega de Informe a la Autoridad Correspondiente	Empresa contratada para la Supervisor Ambiental/Promovente	P																									■				R																										Marcadores																												■	Fecha actual de avances																											■	P: Fecha de compromiso de la tarea																											■	R: Fecha final de ejecución de la tarea																											X	Porcentaje de avance en la tarea																											■	Fecha de evaluación de la Supervisión																																																																																				
			R																										3	Integración de la bitácora ambiental	Empresa contratada para la Supervisor Ambiental	P	■																												R																										4	Elaboración del reporte y envío al promovente con las recomendaciones pertinentes	Empresa contratada para la Supervisor Ambiental	P		■																											R																										5	Instrumentación de las medidas preventivas o correctivas y reporte al supervisor	Promovente	P			■																										R																										6	Registro de las medidas preventivas o correctivas instrumentadas	Empresa contratada para la Supervisor Ambiental	P				■																									R																										7	Elaboración de informe cuatrimestral y entrega al promovente	Empresa contratada para la Supervisor Ambiental	P																									■				R																										8	Entrega de Informe a la Autoridad Correspondiente	Empresa contratada para la Supervisor Ambiental/Promovente	P																									■				R																										Marcadores																												■	Fecha actual de avances																											■	P: Fecha de compromiso de la tarea																											■	R: Fecha final de ejecución de la tarea																											X	Porcentaje de avance en la tarea																											■	Fecha de evaluación de la Supervisión																																																																																																																	
3	Integración de la bitácora ambiental	Empresa contratada para la Supervisor Ambiental	P	■																												R																										4	Elaboración del reporte y envío al promovente con las recomendaciones pertinentes	Empresa contratada para la Supervisor Ambiental	P		■																											R																										5	Instrumentación de las medidas preventivas o correctivas y reporte al supervisor	Promovente	P			■																										R																										6	Registro de las medidas preventivas o correctivas instrumentadas	Empresa contratada para la Supervisor Ambiental	P				■																									R																										7	Elaboración de informe cuatrimestral y entrega al promovente	Empresa contratada para la Supervisor Ambiental	P																									■				R																										8	Entrega de Informe a la Autoridad Correspondiente	Empresa contratada para la Supervisor Ambiental/Promovente	P																									■				R																										Marcadores																												■	Fecha actual de avances																											■	P: Fecha de compromiso de la tarea																											■	R: Fecha final de ejecución de la tarea																											X	Porcentaje de avance en la tarea																											■	Fecha de evaluación de la Supervisión																																																																																																																																														
			R																										4	Elaboración del reporte y envío al promovente con las recomendaciones pertinentes	Empresa contratada para la Supervisor Ambiental	P		■																											R																										5	Instrumentación de las medidas preventivas o correctivas y reporte al supervisor	Promovente	P			■																										R																										6	Registro de las medidas preventivas o correctivas instrumentadas	Empresa contratada para la Supervisor Ambiental	P				■																									R																										7	Elaboración de informe cuatrimestral y entrega al promovente	Empresa contratada para la Supervisor Ambiental	P																									■				R																										8	Entrega de Informe a la Autoridad Correspondiente	Empresa contratada para la Supervisor Ambiental/Promovente	P																									■				R																										Marcadores																												■	Fecha actual de avances																											■	P: Fecha de compromiso de la tarea																											■	R: Fecha final de ejecución de la tarea																											X	Porcentaje de avance en la tarea																											■	Fecha de evaluación de la Supervisión																																																																																																																																																																											
4	Elaboración del reporte y envío al promovente con las recomendaciones pertinentes	Empresa contratada para la Supervisor Ambiental	P		■																											R																										5	Instrumentación de las medidas preventivas o correctivas y reporte al supervisor	Promovente	P			■																										R																										6	Registro de las medidas preventivas o correctivas instrumentadas	Empresa contratada para la Supervisor Ambiental	P				■																									R																										7	Elaboración de informe cuatrimestral y entrega al promovente	Empresa contratada para la Supervisor Ambiental	P																									■				R																										8	Entrega de Informe a la Autoridad Correspondiente	Empresa contratada para la Supervisor Ambiental/Promovente	P																									■				R																										Marcadores																												■	Fecha actual de avances																											■	P: Fecha de compromiso de la tarea																											■	R: Fecha final de ejecución de la tarea																											X	Porcentaje de avance en la tarea																											■	Fecha de evaluación de la Supervisión																																																																																																																																																																																																								
			R																										5	Instrumentación de las medidas preventivas o correctivas y reporte al supervisor	Promovente	P			■																										R																										6	Registro de las medidas preventivas o correctivas instrumentadas	Empresa contratada para la Supervisor Ambiental	P				■																									R																										7	Elaboración de informe cuatrimestral y entrega al promovente	Empresa contratada para la Supervisor Ambiental	P																									■				R																										8	Entrega de Informe a la Autoridad Correspondiente	Empresa contratada para la Supervisor Ambiental/Promovente	P																									■				R																										Marcadores																												■	Fecha actual de avances																											■	P: Fecha de compromiso de la tarea																											■	R: Fecha final de ejecución de la tarea																											X	Porcentaje de avance en la tarea																											■	Fecha de evaluación de la Supervisión																																																																																																																																																																																																																																					
5	Instrumentación de las medidas preventivas o correctivas y reporte al supervisor	Promovente	P			■																										R																										6	Registro de las medidas preventivas o correctivas instrumentadas	Empresa contratada para la Supervisor Ambiental	P				■																									R																										7	Elaboración de informe cuatrimestral y entrega al promovente	Empresa contratada para la Supervisor Ambiental	P																									■				R																										8	Entrega de Informe a la Autoridad Correspondiente	Empresa contratada para la Supervisor Ambiental/Promovente	P																									■				R																										Marcadores																												■	Fecha actual de avances																											■	P: Fecha de compromiso de la tarea																											■	R: Fecha final de ejecución de la tarea																											X	Porcentaje de avance en la tarea																											■	Fecha de evaluación de la Supervisión																																																																																																																																																																																																																																																																		
			R																										6	Registro de las medidas preventivas o correctivas instrumentadas	Empresa contratada para la Supervisor Ambiental	P				■																									R																										7	Elaboración de informe cuatrimestral y entrega al promovente	Empresa contratada para la Supervisor Ambiental	P																									■				R																										8	Entrega de Informe a la Autoridad Correspondiente	Empresa contratada para la Supervisor Ambiental/Promovente	P																									■				R																										Marcadores																												■	Fecha actual de avances																											■	P: Fecha de compromiso de la tarea																											■	R: Fecha final de ejecución de la tarea																											X	Porcentaje de avance en la tarea																											■	Fecha de evaluación de la Supervisión																																																																																																																																																																																																																																																																																															
6	Registro de las medidas preventivas o correctivas instrumentadas	Empresa contratada para la Supervisor Ambiental	P				■																									R																										7	Elaboración de informe cuatrimestral y entrega al promovente	Empresa contratada para la Supervisor Ambiental	P																									■				R																										8	Entrega de Informe a la Autoridad Correspondiente	Empresa contratada para la Supervisor Ambiental/Promovente	P																									■				R																										Marcadores																												■	Fecha actual de avances																											■	P: Fecha de compromiso de la tarea																											■	R: Fecha final de ejecución de la tarea																											X	Porcentaje de avance en la tarea																											■	Fecha de evaluación de la Supervisión																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
			R																										7	Elaboración de informe cuatrimestral y entrega al promovente	Empresa contratada para la Supervisor Ambiental	P																									■				R																										8	Entrega de Informe a la Autoridad Correspondiente	Empresa contratada para la Supervisor Ambiental/Promovente	P																									■				R																										Marcadores																												■	Fecha actual de avances																											■	P: Fecha de compromiso de la tarea																											■	R: Fecha final de ejecución de la tarea																											X	Porcentaje de avance en la tarea																											■	Fecha de evaluación de la Supervisión																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
7	Elaboración de informe cuatrimestral y entrega al promovente	Empresa contratada para la Supervisor Ambiental	P																									■				R																										8	Entrega de Informe a la Autoridad Correspondiente	Empresa contratada para la Supervisor Ambiental/Promovente	P																									■				R																										Marcadores																												■	Fecha actual de avances																											■	P: Fecha de compromiso de la tarea																											■	R: Fecha final de ejecución de la tarea																											X	Porcentaje de avance en la tarea																											■	Fecha de evaluación de la Supervisión																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
			R																										8	Entrega de Informe a la Autoridad Correspondiente	Empresa contratada para la Supervisor Ambiental/Promovente	P																									■				R																										Marcadores																												■	Fecha actual de avances																											■	P: Fecha de compromiso de la tarea																											■	R: Fecha final de ejecución de la tarea																											X	Porcentaje de avance en la tarea																											■	Fecha de evaluación de la Supervisión																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
8	Entrega de Informe a la Autoridad Correspondiente	Empresa contratada para la Supervisor Ambiental/Promovente	P																									■				R																										Marcadores																												■	Fecha actual de avances																											■	P: Fecha de compromiso de la tarea																											■	R: Fecha final de ejecución de la tarea																											X	Porcentaje de avance en la tarea																											■	Fecha de evaluación de la Supervisión																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
			R																										Marcadores																												■	Fecha actual de avances																											■	P: Fecha de compromiso de la tarea																											■	R: Fecha final de ejecución de la tarea																											X	Porcentaje de avance en la tarea																											■	Fecha de evaluación de la Supervisión																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
Marcadores																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
■	Fecha actual de avances																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
■	P: Fecha de compromiso de la tarea																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
■	R: Fecha final de ejecución de la tarea																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
X	Porcentaje de avance en la tarea																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
■	Fecha de evaluación de la Supervisión																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						

# XI SERVICIOS AMBIENTALES QUE PUDIERAN PONERSE EN RIESGO POR EL CAMBIO DE USO DE SUELO PROPUESTO

---

## XI.1 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. Muchos de los patrones hídricos observados en una cuenca, al igual que la cantidad y calidad 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, del conjunto de los ecosistemas que la conforman (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales).

Los múltiples 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 densa hojarasca y suelos con un alto porcentaje de porosidad y materia orgánica, característicos de ecosistemas tropicales, permiten la filtración lenta hacia el subsuelo a manera de filtro natural, generando un reservorio de agua dulce.

Chow *et al.*, (1994)<sup>65</sup> 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 de los predios comprendidos por el proyecto (43.37 ha) con respecto a las dimensiones de la microcuenca (95,239.15 ha), una variación en el coeficiente de escurrimiento por más drástico que sea el cambio, no podrá alterar el flujo ni cantidad disponible de agua en la microcuenca. Además de lo anterior la cantidad de agua captada en el predio por recarga, no se verá disminuida dado que el diseño del proyecto contempla poco más del 40% de superficie como área permeable y se contará con pozos de absorción cuya función será la inyección del agua de lluvia al acuífero. Asimismo el proyecto contempla un sistema de drenaje pluvial independiente al drenaje sanitario para evitar la contaminación del agua pluvial, mientras que todo el drenaje sanitario será canalizado al sistema de drenaje municipal que tiene final en la planta de tratamiento

---

<sup>65</sup> Chow V. T., D. Maidment, L. Mays. 1994. Hidrología Aplicada. McGraw-Hill

## XI.2 CAPTURA DE CARBONO

Para el cálculo del contenido de carbono en la superficie forestal donde se efectuará el cambio de uso de suelo, se optó por utilizar el método propuesto por el Panel Intergubernamental del Cambio Climático modificado por Fragoso (2003)<sup>66</sup>, el cual utiliza como base las existencias reales totales (Cuadro. Estimación de materias primas forestales que se removerán en la superficie sujeta a cambio de uso de suelo - 43.37 hectáreas-), así como el factor de densidad de las especies, factor de contenido de carbono, factor de expansión por crecimiento de raíces y la edad media de las especies de acuerdo con la siguiente expresión<sup>67</sup>.

$$CO_2 = \sum_{i=1}^n \frac{V_i * Dn_i * F_{CO_2} * B_s}{Em_i}$$

Donde:

$CO_2$  = Fijación de carbono (ton/sup/año)

$i$  = especie  $i$ -ésima

$n$  = Número de especies

$V_i$  = Volumen total árbol de la especie  $i$  ( $m^3$  VTA / ha)

$Dn_i$  = Factor de densidad de la especie  $i$  (ton de materia seca /  $m^3$ )

$FCO_2$  = Factor de contenido de carbono (parámetro constante = 0.45)

$B_s$  = Factor de expansión correspondiente al crecimiento de raíces (parámetro constante = 1.3)

$Em_i$  = Edad media de la especie  $i$  la cual se calcula a partir de la siguiente expresión:

$$Em_i = Dm_i / Im_i$$

Dónde:

$Im_i$  = Incremento corriente anual de la especie  $i$  (cm/año)

$Dm_i$  = Diámetro medio de la especie  $i$

$$Im_i = 0.071465 + (0.023954 * Dm_i) - (0.0000246 * Dm_i^2)$$

Los resultados de cada una de las variables descritas se presentan en el **Cuadro 63**, cabe señalar que el factor de densidad para cada especie ha sido tomado de Sotomayor (2005)<sup>68</sup>, sin embargo dado que no se encontró referencia bibliográfica

<sup>66</sup> Fragoso, L. P. 2003. Estimación del contenido y captura de carbono en biomasa aérea del predio "Cerro Grande" municipio de Tancítaro, Michoacán, México. Tesis de licenciatura. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Uruapan, Michoacán, 2003.

<sup>67</sup> Meza, V., F. Mora, E. Chaves, W. Fonseca. 2003. Crecimiento y edad del bosque natural con y sin manejo en el trópico húmedo de costa rica. XII Congreso Forestal Mundial, Quebec City, Canadá. FAO.

<sup>68</sup> Sotomayor C. J. R., 2005. Características mecánicas y clasificación de la madera de 150 especies mexicanas. Investigación e ingeniería de la madera. Vol. 1, Núm. 1, Morelia, Michoacán, México, Junio 2005.



para la densidad de madera de todas las especies, fue ocupado el valor medio para especies latifoliadas para aquellas sin referencia.

Cuadro 63. Estimación de la fijación de CO<sub>2</sub> (ton/año) en el predio.

Especie	Vi/ha	Dni	Dmi	Imi	Emi	Ton CO <sub>2</sub> /año	Ton CO <sub>2</sub>
<i>Acacia angustissima</i>	4.32	0.56	16.68	0.46	36.27	0.0390	1.41
<i>Annona glabra</i>	0.09	0.56	11.80	0.35	33.71	0.0009	0.03
<i>Astrocasia tremula</i>	0.07	0.56	12.60	0.37	34.05	0.0007	0.02
<i>Astronium graveolens</i>	0.07	0.76	18.90	0.52	36.35	0.0009	0.03
<i>Ateleia gummifera</i>	0.24	0.56	13.16	0.38	34.63	0.0023	0.08
<i>Attilaea abalak</i>	0.05	0.56	12.10	0.36	33.61	0.0004	0.01
<i>Bauhinia divaricata</i>	0.04	0.56	10.60	0.32	33.13	0.0004	0.01
<i>Blomia prisca</i>	0.03	0.56	13.10	0.38	34.47	0.0003	0.01
<i>Brosimum alicastrum</i>	0.26	0.73	17.30	0.48	36.04	0.0030	0.11
<i>Bucida buceras</i>	0.13	0.85	12.43	0.37	33.6	0.0019	0.06
<i>Bursera simaruba</i>	9.46	0.43	15.01	0.43	34.92	0.0682	2.38
<i>Byrsonima bucidaefolia</i>	2.36	0.56	13.39	0.39	34.33	0.0225	0.77
<i>Caesalpinia gaumeri</i>	1.57	0.56	15.60	0.44	35.45	0.0145	0.51
<i>Cassine xylocarpa</i>	0.08	0.56	10.87	0.33	32.93	0.0008	0.03
<i>Ceiba aesculifolia</i>	0.27	0.56	19.06	0.52	36.65	0.0024	0.09
<i>Coccoloba acapulcensis</i>	0.51	0.56	11.95	0.35	34.15	0.0049	0.17
<i>Coccoloba cozumelensis</i>	0.05	0.56	13.50	0.39	34.62	0.0005	0.02
<i>Coccoloba diversifolia</i>	1.87	0.56	13.33	0.39	34.18	0.0179	0.61
<i>Coccoloba spicata</i>	1.89	0.56	14.25	0.41	34.76	0.0179	0.62
<i>Cordia alliodora</i>	0.04	0.49	11.10	0.33	33.64	0.0003	0.01
<i>Cordia dodecandra</i>	0.50	0.78	12.79	0.37	34.57	0.0066	0.23
<i>Cordia gerascanthus</i>	0.19	0.56	16.60	0.46	36.09	0.0017	0.06
<i>Crossopetalum gentle</i>	0.02	0.56	10.50	0.32	32.81	0.0002	0.01
<i>Dendropanax arboreus</i>	0.05	0.4	13.40	0.39	34.36	0.0003	0.01
<i>Diospyros anisandra</i>	0.22	0.56	13.27	0.38	34.91	0.0021	0.07
<i>Diospyros tetrasperma</i>	0.19	0.56	13.10	0.38	34.47	0.0018	0.06
<i>Diospyros yucatanensis</i>	0.31	0.56	11.61	0.35	33.17	0.0031	0.10
<i>Diphysa carthagenensis</i>	0.44	0.56	12.06	0.36	33.49	0.0043	0.14
<i>Drypetes lateriflora</i>	0.42	0.56	12.15	0.36	33.76	0.0041	0.14
<i>Erythrina standleyana</i>	0.05	0.56	11.70	0.35	33.43	0.0004	0.01
<i>Erythroxylum areolatum</i>	0.24	0.56	13.38	0.39	34.31	0.0023	0.08
<i>Eugenia axillaris</i>	0.60	0.56	12.69	0.37	34.31	0.0057	0.20
<i>Eugenia trikii</i>	0.12	0.56	22.30	0.59	37.8	0.0011	0.04
<i>Exothea diphylla</i>	0.21	0.56	14.05	0.4	35.13	0.0019	0.07
<i>Ficus cotinifolia</i>	8.98	0.56	16.30	0.46	35.44	0.0830	2.94
<i>Ficus pertusa</i>	0.08	0.56	13.30	0.39	34.1	0.0007	0.02
<i>Garcinia intermedia</i>	0.19	0.56	16.47	0.46	35.8	0.0017	0.06

Especie	Vi/ha	Dni	Dmi	Imi	Emi	Ton CO <sub>2</sub> /año	Ton CO <sub>2</sub>
<i>Gliricidia sepium</i>	4.96	0.37	16.02	0.45	35.6	0.0302	1.08
<i>Guettarda combsii</i>	0.16	0.56	11.96	0.35	34.17	0.0015	0.05
<i>Gymnanthes lucida</i>	0.62	0.56	11.32	0.34	33.31	0.0061	0.20
<i>Gymnopodium floribundum</i>	0.16	0.56	11.09	0.33	33.6	0.0015	0.05
<i>Jatropha gaueri</i>	0.24	0.56	12.95	0.38	34.08	0.0023	0.08
<i>Laetia thamnina</i>	0.02	0.56	10.70	0.32	33.44	0.0002	0.01
<i>Lonchocarpus guatemalensis</i>	0.07	0.56	11.15	0.34	32.79	0.0007	0.02
<i>Lonchocarpus rugosus</i>	0.60	0.56	11.86	0.35	33.89	0.0058	0.20
<i>Lysiloma latisiliquum</i>	0.12	0.63	14.10	0.4	35.25	0.0013	0.05
<i>Manilkara zapota</i>	18.67	0.9	18.53	0.51	36.34	0.2706	9.83
<i>Metopium brownei</i>	40.30	0.37	17.71	0.49	36.15	0.2413	8.72
<i>Myrcianthes fragrans</i>	1.68	0.56	14.96	0.42	35.62	0.0154	0.55
<i>Nectandra coriacea</i>	0.03	0.56	10.80	0.33	32.73	0.0003	0.01
<i>Nectandra salicifolia</i>	0.10	0.56	11.50	0.34	33.82	0.0009	0.03
<i>Neea psychotrioides</i>	2.03	0.56	13.36	0.39	34.27	0.0194	0.66
<i>Neomillspaughia emarginata</i>	0.02	0.56	10.30	0.32	32.19	0.0002	0.01
<i>Ottoschulzia pallida</i>	0.92	0.56	13.98	0.4	34.94	0.0086	0.30
<i>Piscidia piscipula</i>	5.41	0.7	20.02	0.54	37.08	0.0597	2.21
<i>Plumeria obtusa</i>	0.55	0.56	12.85	0.38	33.81	0.0053	0.18
<i>Pouteria campechiana</i>	0.12	0.73	15.70	0.44	35.68	0.0014	0.05
<i>Protium copal</i>	0.04	0.56	11.80	0.35	33.71	0.0004	0.01
<i>Psidium sartorianum</i>	0.61	0.56	13.22	0.38	34.79	0.0057	0.20
<i>Randia longiloba</i>	0.32	0.56	11.75	0.35	33.58	0.0031	0.10
<i>Randia obcordata</i>	0.03	0.56	11.60	0.35	33.14	0.0003	0.01
<i>Sapium thelocarpum</i>	0.09	0.56	11.23	0.34	33.04	0.0009	0.03
<i>Semialarium mexicanum</i>	0.54	0.56	12.34	0.36	34.27	0.0052	0.18
<i>Sideroxylon foetidissimum</i>	0.26	0.56	13.28	0.39	34.06	0.0025	0.09
<i>Sideroxylon persimile</i>	0.03	0.56	10.80	0.33	32.73	0.0003	0.01
<i>Sideroxylon salicifolium</i>	0.09	0.56	14.60	0.42	34.76	0.0009	0.03
<i>Swartzia cubensis</i>	0.53	0.83	14.77	0.42	35.16	0.0073	0.26
<i>Tabebuia chrysantha</i>	0.04	0.56	12.60	0.37	34.05	0.0004	0.01
<i>Talisia olivaeformis</i>	0.46	0.56	12.62	0.37	34.1	0.0044	0.15
<i>Ternstroemia tepezapote</i>	0.51	0.56	14.43	0.41	35.2	0.0048	0.17
<i>Thevetia gaumeri</i>	0.22	0.56	13.58	0.39	34.82	0.0021	0.07
<i>Thouinia paucidentata</i>	1.58	0.56	13.34	0.39	34.19	0.0151	0.52
<i>Vitex gaumeri</i>	10.15	0.67	17.32	0.48	36.08	0.1103	3.98
<i>Wimmeria lundelliana</i>	0.03	0.56	12.30	0.36	34.17	0.0003	0.01
<i>Zanthoxylum caribaeum</i>	0.25	0.56	14.10	0.4	35.25	0.0023	0.08
<i>Ziziphus mauritiana</i>	1.09	0.56	14.20	0.41	34.62	0.0103	0.36
<b>Fijación de CO<sub>2</sub> en el predio (ton/año)</b>						<b>1.17</b>	<b>41.78</b>

Como resultado del cálculo de carbono almacenado por la vegetación presente en el predio se tiene que la fijación media anual es de 41.78 ton/ha, lo cual genera un estimado de carbono total fijado en el predio de 1,812 ton.

Sin embargo, Masera *et al.*, (2001)<sup>69</sup> señala que el contenido medio de carbono en selvas perennes es de 186 ton/ha mientras que las selvas deciduas presentan un contenido medio de carbono de 54 ton/ha, ambos están por encima del contenido medio de carbono por hectárea del predio (41.78 ton/ha). Lo anterior puede ser un indicador de que el potencial de fijación de carbono en el predio es reducido. Por otra parte cerca del 24 % del total de CO<sub>2</sub> del predio se encuentra en una sola especie (*Manilkara zapota* con 9.83 ton/ha) y cerca del 81% del carbono total está almacenado únicamente en 10 de las 76 especies del estrato arbóreo (**Figura 58**).

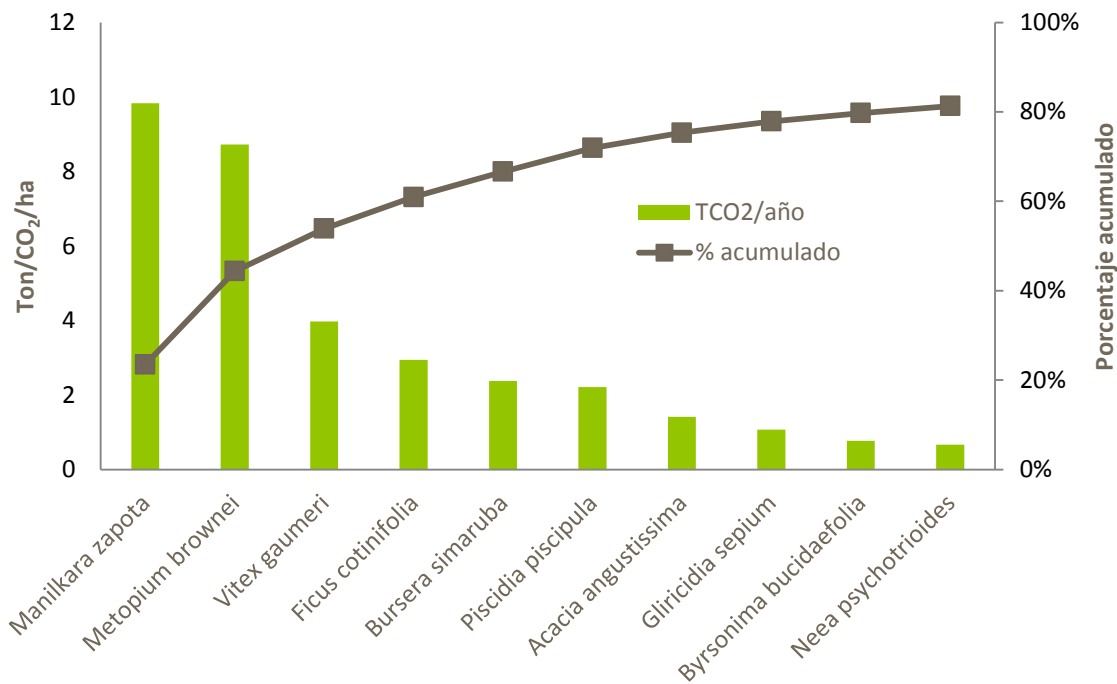
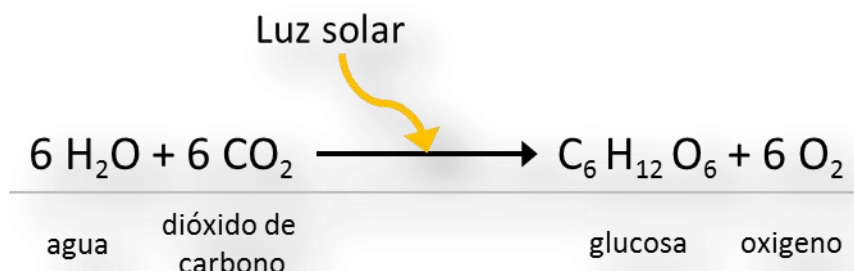


Figura 58. Especies principales por su fijación de CO<sub>2</sub>

<sup>69</sup> Masera O. R., A. D. Cerón y A. Ordóñez. Forestry mitigation options for Mexico: finding synergies between national sustainable development priorities and global concerns. 2001. Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change 6: 291-312, 2001. © 2001 Kluwer Academic Publishers. Printed in the Netherlands.

### XI.3 GENERACIÓN DE OXIGENO

Mucho se ha especulado sobre el papel de los bosques en la producción de oxígeno para el hombre a través de la fotosíntesis, al grado de denominar a muchas reservas de ecosistemas forestales como “pulmones”, sin embargo, la gran mayoría de los científicos coinciden que los bosques tropicales húmedos maduros no aportan contribución alguna al oxígeno del planeta, sino que se encuentran en estado de equilibrio y, por la descomposición de la materia orgánica y respiración, consumen tanto oxígeno como el que producen mediante la fotosíntesis (Caufield, 1982 citado por Quevedo 1986)<sup>70</sup>



Inversamente, la respiración usa la sustancia orgánica y el oxígeno para producir dióxido de carbono, agua y energía.



De acuerdo con las ecuaciones anteriores, durante el día la fotosíntesis es más intensa que la respiración. Por eso, las plantas producen más oxígeno que el que consumen y toman del aire más dióxido de carbono que el que producen. El oxígeno producido es utilizado por los animales para respirar. Estos devuelven dióxido de carbono, que es reciclado nuevamente por las plantas. Durante la noche, como no hay luz solar, no hay fotosíntesis y las plantas sólo respiran.

El hombre no debe preocuparse por sus reservas de oxígeno en la tierra, ya que la cantidad de la cual dispone es prácticamente ilimitada, según Quevedo (Op. Cit.), en el hipotético caso de que la fotosíntesis cesase, es decir, que las plantas terrestres y la flora marinas sean eliminadas del ambiente, el real problema no sería la falta de oxígeno, sino la falta de alimentos.

Por otra parte otros autores señalan que los bosques juegan un papel crucial en la fijación de carbono y generación de oxígeno, puesto que los ecosistemas forestales

<sup>70</sup> Wang, T., & Li, F. 2014. Forest Indicator: Forest Area (% of Land Area). In Human Green Development Report 2014 (pp. 171-187). Springer Berlin Heidelberg.

mantienen el balance entre el oxígeno y el dióxido de carbono presente en el aire. De acuerdo con Li Fengli (2012)<sup>71</sup>, una hectárea de bosque latifoliado absorbe cerca de una tonelada de dióxido de carbono y produce 0.75 toneladas de oxígeno al día, mientras que según Foster<sup>72</sup>, un cálculo ha señalado que un árbol grande en crecimiento, tarda 12 horas para efectuar la fotosíntesis (en las condiciones dadas de un bosque tropical) para convertir en oxígeno respirable el CO<sub>2</sub> producido por una persona en un día.

Lo cierto es que no se sabe con exactitud cuánto oxígeno genera una planta durante la fotosíntesis, ni cuanto oxígeno necesita durante la respiración, ya que ello depende de los procesos fisiológicos de cada especie, así como la disponibilidad de los elementos necesarios para dichos procesos. En ese sentido, sólo podemos hablar de una reducción en el servicio ambiental a nivel de superficie, por lo tanto, considerando que en la microcuenca existen una vasta extensión de selva mediana subperennifolia equivalente a una superficie de 55,253.93 ha, se puede concluir categóricamente que el servicio ambiental de liberación de oxígeno, no se pondrá en riesgo con el cambio de uso de suelo propuesto, toda vez que la superficie donde se perderá la vegetación sólo representa el 0.00078% de la vegetación de Selva mediana subperennifolia que existe en la microcuenca definida para el estudio; lo anterior sin considerar la superficie que existe respecto a la vegetación secundaria (VSA) de éste mismo ecosistema dentro de la microcuenca y que equivale a 25,988.49 ha.

## **XI.4 AMORTIGUAMIENTO DEL IMPACTO DE LOS FENÓMENOS NATURALES**

Es difícil estimar con precisión la importancia de la superficie del proyecto sometida a cambio de uso de suelo con respecto a este servicio ambiental. Además, la mayoría de los autores estiman esta importancia de manera indirecta, basándose en los costos o daños que provoca la presencia de inundaciones o tempestades con respecto a la remoción de vegetación. Los fenómenos naturales más recurrentes en la zona donde se ubica el predio del proyecto, son los huracanes, tormentas tropicales y Nortes, los cuales acarrearán fuertes cantidades de lluvia y se acompañan de vientos intensos; tal es el caso del huracán Wilma que tuvo incidencia en el año 2005 con una fuerza de sus vientos sostenidos que registraron velocidades por encima de los 240 km/h y rachas de hasta 280 km/h y una velocidad de desplazamiento de entre 3 y 5 km/h, con registros de estacionalidad. La primera impresión que se tiene sobre los efectos de un fenómeno meteorológico de la magnitud de Wilma es de devastación. Al sufrir su embate la vegetación experimenta derribo de árboles arrancados de raíz o por fractura del tronco a distintos niveles, caída de ramas y defoliación total, como lo observaron Sánchez *et al.*, (2006)<sup>73</sup> con el paso del huracán Wilma en 2005. Sin embargo, pasado un tiempo, todo lo que aún queda en pie y aún lo derribado inicia un proceso de

---

<sup>71</sup> Li Fengli (2012) On forests' role in protecting ecological environment. Priv Technol (07):2-3

<sup>72</sup> Foster, P. W. 1975. Introducción a la Ciencia Ambiental. México, El Ateneo, 186 p.

<sup>73</sup> Sánchez O. S., L. Mendizábal, S. Calmé. Recuperación foliar en un acahual después del paso del huracán Wilma por la reserva ecológica del Eden, Quintana Roo. Foresta Veracruzana, Vol. 8, Núm. 1. 2006, pp. 37-42. Recursos Genéticos Forestales, México.

recuperación. En este proceso y atendiendo a la fenología de las especies, la recuperación foliar es de lo primero en iniciarse ya que de ello depende la sobrevivencia y funcionalidad de la especie en su interacción con el ambiente.

Es un hecho que la eliminación de la vegetación en una selva mediana subperennifolia, reduce la capacidad de la vegetación para actuar como una barrera ante la incidencia de un fenómeno naturales como los huracanes y tormentas tropicales, por lo que éste servicio ambiental se verá afectado con el cambio de uso de suelo propuesto; sin embargo, es importante resaltar que a pesar de que el proyecto se encuentra en una zona habitacional de media y alta densidad de acuerdo con el PDU, este contempla la permanencia de la vegetación y todos los árboles de las áreas destinadas como áreas verdes, buscando reducir los costos por mantenimiento de las mismas, además de que con esta medida se permite la disminución en el impacto de los servicios ambientales como la amortiguación de fenómenos naturales. Por otra parte dicho servicio se verá impactado de forma imperceptible al momento que se compara la cantidad de vegetación a remover con la vegetación presente en la cuenca.

## **XI.5 MODULACIÓN O REGULACIÓN CLIMÁTICA**

La estimación del grado de modificación o alteración de este servicio ambiental por efecto del cambio de uso de suelo es muy compleja, puesto que los Servicios Ambientales no necesariamente tienen una relación de uno a uno con las propiedades ecosistémicas. Muchas veces un servicio ambiental es el resultado de dos o más propiedades ecosistémicas mientras que en otros casos una propiedad ecosistémica contribuye a la formulación de dos o más servicios ambiental (Costanza *et al.* 1997<sup>74</sup>, Díaz *et al.* 2006<sup>75</sup>, 2007<sup>76</sup>. A su vez, las propiedades ecosistémicas incluyen no sólo la dinámica biogeoquímica a corto plazo (relacionada con productividad, descomposición, ciclado de nutrientes, etc.), sino también el equilibrio ecosistémico a largo plazo (Leps *et al.* 1982, Chapin *et al.* 2000, Grime 2001).

En razón de lo anterior, la regulación climática, ya sea, a través del secuestro biológico de carbono o por intercambios de energía con la atmosfera, es un servicios ambiental cuyo origen está ligado a diversos rasgos del ecosistema como son: la productividad primaria, la acumulación de carbono en vegetación, la acumulación de carbono en el suelo, la descomposición, el albedo y rugosidad del dosel, el intercambio de calor entre la vegetación y atmosfera así como la evapotranspiración, entre otros (Casanoves *et*

---

<sup>74</sup> Costanza, R; d'Arge, R; de Groot, R; Farber, S; Grasso, M; Hannon, B; Limburg, K; Naeem, S; O'Neill, RV; Paruelo, J; Raskin, RG; Sutton, P; van den Belt, M. 1997. The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature* 387: 253-260.

<sup>75</sup> Díaz, S; Lavorel, S; Chapin III, FS; Tecco, PA; Gurvich, DE; Grigulis, K. 2006. Functional diversity – at the crossroads between ecosystem functioning and environmental filters. In *Terrestrial ecosystems in a changing World*. Canadell, J; Pitelka, LF; Pataki, D. Eds. p. 103-113.

<sup>76</sup> Díaz, S; Lavorel, S; Stuart Chapin, F; Tecco, PA; Gurvich, DE; Grigulist, K. 2007. Functional Diversity – at the Crossroads between Ecosystem Functioning and Environmental Filters. In: Canadell, JG; Pataki, DE; Pitelka, LF. *Terrestrial Ecosystems in a Changing World*. Springer-Verlag, Nueva York. P. 81-91.

al., 2011)<sup>77</sup>. De tal manera que la cuantificación del impacto del cambio de uso de suelo es una labor por de más compleja.

Ahora bien, si tomamos en cuenta un enfoque sistémico, podemos visualizar el medio físico en el que se encuentra inmerso el proyecto, como un sistema en el que existe un balance de materia y energía. Al momento de haber un cambio en la composición natural del medio, es posible generar alteraciones que rompan el equilibrio de dicho sistema. Bajo este paradigma, encontramos que existirán cambios de temperatura en el sotobosque y a nivel de mesofauna, registrando aumentos de evaporación debido a la radiación directa, así como cambios en los ciclos biogeoquímicos naturales a una escala local. Sin embargo, considerando el entorno urbano que rodea el área donde se llevará a cabo el proyecto, es posible que las alteraciones locales queden marcadas como eventos aislados, en donde la capacidad de resistencia del sistema, junto con medidas de mitigación, disminuyan el efecto negativo.

A manera de conclusión, se puede decir que resulta evidente el cambio de patrones climáticos locales con el desarrollo del proyecto, ya que es posible generar variaciones en la evapotranspiración, evaporación, radiación en el suelo, desecación, así como aumento de la temperatura, entre otros. Sin embargo, dichos cambios no podrán ser cruciales en la dinámica de la cuenca, considerando que la superficie del predio resulta poco significativa en comparación con ésta, aunada a que se trata de una zona en proceso de urbanización.

Algunos datos señalan que durante el verano, los ecosistemas forestales son de 2 a 4 °C más templados que en áreas urbanas abiertas y la humedad relativa es de 15 a 25 % mayor (Li Fengli, Op. cit.), lo cual indica que el mantener la cobertura vegetal en las áreas verdes de donación contribuye a la disminución de la afectación sobre este servicio ambiental.

## **XI.6 PROTECCIÓN DE LA BIODIVERSIDAD, ECOSISTEMAS Y FORMAS DE VIDA**

Si bien la remoción de la cobertura vegetal disminuye la aportación de este servicio ambiental, la zona donde se pretende desarrollar el proyecto ya pertenecen su mayoría a una zona urbana y de acuerdo con el plan de desarrollo urbano vigente el proyecto quedará inmerso en un área completamente urbana, razón por la cual el servicio ambiental de protección a la biodiversidad, ecosistemas y formas de vida es menor al que se puede presentar en las regiones menos influenciadas por la acción antropogénica dentro de la microcuenca. Para tener un marco de referencia a cerca de la importancia del resto de la microcuenca en relación al predio y con respecto a la prestación de este servicio, se ha considerado el concepto de especies sombrilla, ya que estas son especies que requieren de grandes extensiones para el mantenimiento de poblaciones mínimas viables, por lo que garantizar la conservación de sus poblaciones pudiera implicar la protección de poblaciones de otras especies

---

<sup>77</sup> Casanoves F., L. Pla, J. A. Di Rienzo (Eds.). 2011. Valoración y análisis de la diversidad funcional y su relación con los servicios ecosistémicos. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). Turrialba, C.R. 84 p.

simpátricas de su mismo gremio (Berger, 1997<sup>78</sup>; Roberger y Angelstam, 2004<sup>79</sup>; Favreau et al., 2006<sup>80</sup>), especies de menor nivel trófico (Caro y O´Doherty, 1999<sup>81</sup>), o una sección apreciable del ecosistema. Además las especies sombrilla han sido ampliamente utilizadas para la selección y diseño de áreas protegidas (Noss et al., 1996<sup>82</sup>; Caro y O´Doherty, 1999<sup>83</sup>; Hitt y Frissell, 2004<sup>84</sup>) como el caso de los ñus (*Connochaetes taurinus*) utilizados para definir los límites del Parque Nacional Serengeti en Tanzania, o el jaguar (*Panthera onca*) empleado para diseñar la Reserva de Cockscomb en Belice (Caro, 2003)<sup>85</sup>. A razón de lo anterior se considera que el corredor de una especie sombrilla podrá representar de manera indirecta la zonas donde se presenta un alto valor para el servicio ambiental de protección de la biodiversidad, ecosistemas y formas de vida.

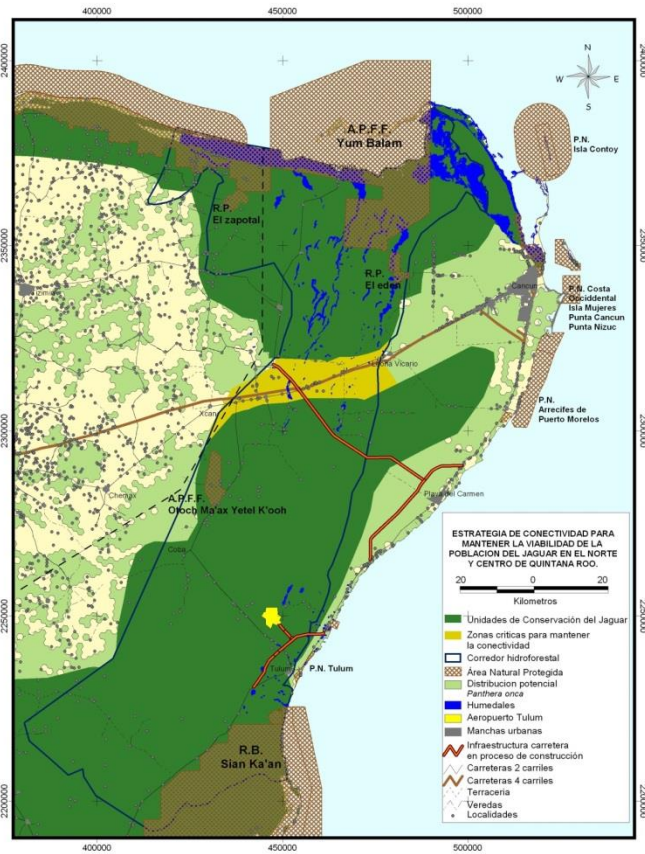


Figura 59. Corredor Biológico del Jaguar en el Noreste de la Península de Yucatán.

manera que la definición de su corredor biológico o área de importancia para su distribución (Figura 59), indica de manera indirecta la zona dentro de la microcuenca donde se presente el mayor potencial de prestación del servicio en comento. Dado que el predio donde se pretende establecer el proyecto Arbolada II, se encuentra fuera del corredor de la especie sombrilla (jaguar), se determina que el proyecto no presentará

<sup>78</sup> Berger J. 1997. Population constraints associated with the use of black rhino as an umbrella species for desert herbivores. *Cons. Biol.* 11: 69-78.

<sup>79</sup> Roberger y Angelstam, 2004. Usefulness of the umbrella species concept as a conservation tool. *Cons. Biol.* 18: 76-85.

<sup>80</sup> Favreau J, Drew A, Hess G, Rubino M, Koch F, Eschelbach K. 2006. Recommendations for assessing the effectiveness of surrogate species approaches. *Biodiv. Cons.* 15: 3949-3969.

<sup>81</sup> Caro T, O´Doherty G.1999. On the use of surrogate species in conservation biology. *Cons. Biol.* 13: 805-814

<sup>82</sup> Noss R, Quigley H, Hornocker M, Merrill T, Paquet P. 1996. Conservation Biology and Carnivore Conservation in the Rocky Mountains. *Cons. Biol.* 10: 949-963.

<sup>83</sup> Caro T, O´Doherty G. 1999. On the use of surrogate species in conservation biology. *Cons. Biol.* 13: 805-814.

<sup>84</sup> Hitt NP, Frissell CA (2004) A case study of surrogate species in aquatic conservation planning. *Aquat. Cons.: Mar. Freshw. Ecosyst.* 14: 625-633.

<sup>85</sup> Caro T (2003) Umbrella species: critique and lessons from East Africa. *Anim. Cons.* 6: 171-181.



decremento del servicio ambiental protección de la biodiversidad, ecosistemas y formas de vida.

## XI.7 PROTECCIÓN Y RECUPERACIÓN DE SUELOS

Si bien es ampliamente reconocido que la cobertura vegetal juega un papel fundamental en la producción de sedimentos y aumento de la erosión, la experiencia de campo indica que más que la existencia de árboles, otras variables son de igual o mayor importancia en el control de los procesos erosivos (Porras 2003)<sup>86</sup>, como por ejemplo la cobertura y composición del suelo, el tipo de clima, regímenes e intensidad máxima de lluvias, tipo de terreno, y grado de las pendientes. El bosque natural, a través de sus raíces más profundas y la existencia de sotobosque, presenta los menores niveles de erosión y sedimentación, sin embargo la introducción de otros usos del suelo, como agricultura, no necesariamente significa desastres en términos de erosión si dicho cambio es acompañado de prácticas adecuadas de conservación de suelos. De la misma manera, la introducción de proyectos de reforestación no necesariamente disminuye la sedimentación a menos que sea acompañada por prácticas de conservación, como diseño apropiado de caminos, tipo de maquinaria, entre otros.

En razón de lo anterior, se llevó a cabo una estimación de la tasa de erosión con y sin cobertura arbórea dentro del predio, lo cual arrojó como resultado que la erosión media en ambas fases que componen al proyecto Residencial Civitas, la tasa media anual de erosión pasa de nula a moderada, muy por debajo de niveles críticos definidos por la FAO, de tal manera que el potencial de cambio o modificación de este servicio ambiental con la ejecución del proyecto no será drástico (**Cuadro 64**).

*Cuadro 64. Erosión actual presente en las fases que conforman el predio.*

Tipo de erosión	Fase	Ton/ha/año
Erosión actual	Fase 1	0.069
	Fase 2	0.037
Erosión potencial	Fase 1	19.99
	Fase 2	7.98

No obstante lo anterior, dada la naturaleza del proyecto, el cual contempla la remoción total de suelo y cimentación de obra en gran parte del predio, inevitablemente se tendrá un impacto irreversible sobre el suelo, razón por la cual la mayor parte de las áreas verdes del proyecto se mantendrán con la vegetación en estado natural al únicamente aplicar un ligero socoleo. Además se han establecido medidas de mitigación que favorezcan el aprovechamiento del sustrato edáfico en mejoramiento de las áreas verdes del proyecto.

<sup>86</sup> Porras I. T. 2003. Valorando los servicios ambientales de protección de cuencas: consideraciones metodológicas. International Institute for Environment and Development (IIED) Presentado en el III Congreso Latinoamericano de Protección de Cuencas. Arequipa, 9-13 de junio de 2003

## XI.8 PAISAJE Y RECREACIÓN

Para llevar a cabo una valoración del paisaje actual en la zona donde se llevará a cabo el cambio de uso de suelo se implementó un método indirecto de valoración de categorías estéticas utilizado por el Bureau of Land Management de los Estados Unidos (BLM, 1980)<sup>87</sup>. En el cual se valora en un paisaje aspectos como la morfología, vegetación, existencia o no de agua, color, rareza, entre otros, asignando unos valores ya establecidos para cada uno de ellos según se propone en el **Cuadro 65** (Viñals, 2002)<sup>88</sup>.

Cuando se suman las diferentes puntuaciones se pueden establecer tres intervalos de los valores según la calidad visual, de tal forma que los paisajes con puntuación entre 19 y 33 son considerados de máxima calidad, los paisajes entre 12 y 18 de calidad media y entre 0 y 11 de calidad baja.

**Valor Calidad = morfología + vegetación + agua + color + fondo escénico + rareza + acción antrópica.**

*Cuadro 65. Criterios para la evaluación de la calidad escénica del paisaje.*

Componente	Criterios	Valor
Morfología	Relieve con pendiente muy marcada (acantilados, agujas, grandes formaciones rocosas); o bien relieve de gran variedad superficial o muy erosionado, o sistemas de dunas, o bien presencia de algún rasgo muy singular y dominante.	5
	Formas erosivas interesantes o relieve variado en tamaño y forma. Presencia de formas y detalles interesantes pero no dominantes o excepcionales.	3
	Colinas suaves, pendiente plana, pocos o ningún detalle singular.	1
Vegetación	Gran variedad de tipos de vegetación, con formas, texturas y distribución.	5
	Cierta variedad en la vegetación pero solo uno o dos tipos.	3
	Escasa o ninguna variedad o contraste en la vegetación.	1
Agua	Factor dominante en el paisaje, limpia y clara, aguas cristalinas o espejos de agua en reposo.	5
	Agua en movimiento o reposo pero no dominante en el paisaje.	3
	Ausente o inapreciable.	0

<sup>87</sup> BLM (U.S.D.I., Bureau of Land Management), 1980. Visual resource management program. Government Printing Office, Washington D.C.

<sup>88</sup> Viñals M. J (Editora). 2002. Turismo en espacios naturales y rurales II. Universidad Politécnica de Valencia. 345 p.

Componente	Criterios	Valor
Variabilidad cromática	Combinaciones de color intensas y variadas o contrastes agradables entre suelo, vegetación, roca agua y nieve	5
	Alguna variedad e intensidad en los colores y contraste del suelo, roca y vegetación, pero no actúa como elemento dominante	3
	Muy poca variación de color o contraste, colores apagados.	1
Fondo escénico	El paisaje circundante potencia mucho la calidad visual.	5
	El paisaje circundante incrementa moderadamente la calidad visual en el conjunto	3
	El paisaje adyacente no ejerce influencia en la calidad del conjunto	1
Singularidad o rareza	Único o poco corriente o muy raro en la región, posibilidad de contemplar fauna y vegetación excepcional.	6
	Característico, o aunque similar a otros en la región	2
	Bastante común en la región	1
Acción antrópica	Libre de actuaciones estéticamente no deseadas o con modificaciones que inciden favorablemente en la calidad visual	2
	La calidad escénica está afectada por modificaciones poco armoniosas, aunque no en su totalidad, o las actuaciones no añaden calidad visual.	0
	Modificaciones intensas y extensas, que reducen o anulan la calidad escénica	0

Fuente: Bureau of Land Management (1980).

Como resultado de la valoración del paisaje con los parámetros descritos en el cuadro anterior se tiene que el predio presenta una calidad del paisaje media (VCP= 8, **Cuadro 66**)

*Cuadro 66. Resultados de la valoración de la calidad del paisaje de acuerdo con el método BLM (1980).*

Factor	Valor de Calidad del Paisaje
Morfología	1
Vegetación	1
Agua	0
Variabilidad cromática	3
Fondo escénico	3
Singularidad o rareza	2
Acción antrópica	2
<b>VCP total</b>	<b>12</b>

Otro parámetro considerado para la valoración del paisaje es la capacidad de absorción del mismo, el cual según Viñals (Op. Cit.), es el concepto inversamente proporcional u opuesto a la “fragilidad o vulnerabilidad” visual y se puede medir a en función de la valoración de factores como la pendiente, la diversidad de la vegetación, la estabilidad y erosionabilidad del suelo, la regeneración potencial de la vegetación, etc., a través de la expresión propuesta por Yeomans (1986)<sup>89</sup>

$$CAV = P * (D + E + V + R + C)$$

Donde:

*P* = Pendiente.

*D* = Diversidad de vegetación

*E* = Erosionabilidad

*V* = Actuación humana.

*R* = Potencial

*C* = Contraste de color

La escala de referencia para la estimación de la capacidad de absorción del paisaje define tres categorías: Baja (CAV < 15), Media (CAV > 15 y <30) y Alta (CAV > 30). La valoración nominal y numérica para las variables descritas se presente en el **Cuadro 67**.

*Cuadro 67. Valores de la capacidad de absorción visual (C.A.V.)*

Factor	Características	Valores de C.A.V.	
		Nominal	Numérico
Pendiente (P)	Inclinado (pendiente>55%)	Bajo	1
	Inclinación suave (25-55% pendiente)	Moderado	2
	Poco inclinado (0-25% pendiente)	Alto	3
Diversidad de vegetación (D)	Vegetación escasa	Alto	3
	Hasta dos tipos de vegetación	Moderado	2
	Diversificada	Bajo	1
Estabilidad del suelo y erosionabilidad (E)	Restricción alta derivada de riesgos altos de erosión e inestabilidad, pobre regeneración potencial	Bajo	1
	Restricción moderada debido a ciertos riesgos de erosión e inestabilidad y regeneración potencial	Moderado	2
	Poca restricción por riesgos bajos de erosión e inestabilidad y buena regeneración potencial	Alto	3

<sup>89</sup> Yeomans W. C. 1986. Visual Impact Assessment: Changes in natural and rural environment. John Wiley and sons, New York.

Factor	Características	Valores de C.A.V.	
		Nominal	Numérico
Contraste de color (V)	Elementos de bajo contraste	Bajo	1
	Contraste visual moderado	Moderado	2
	Contraste visual alto	Alto	3
Potencial estético (R)	Potencial bajo	Alto	3
	Potencial moderado	Moderado	2
	Potencial alto	Bajo	1
Actuación humana (C)	Fuerte presencia antrópica	Alto	3
	Presencia moderada	Moderado	2
	Casi imperceptible	Bajo	1

Fuente: Yeomans (1986).

En el **Cuadro 68** se presentan los valores que poseen los predios para cada uno de los parámetros que definen la capacidad de absorción visual.

*Cuadro 68. Valores de la capacidad de absorción visual del predio.*

Factor	Valor de C.A.V.
Pendiente	3
Diversidad de vegetación	2
Estabilidad del suelo y erosionabilidad	3
Contraste de color	2
Potencial estético	2
Actuación humana	1
$CAV = P * (D + E + V + R + C)$	30
$CAV = 3 * (2 + 3 + 2 + 2 + 1) =$	

Considerando los resultados de la calidad del paisaje y su capacidad de absorción visual, se concluye que el paisaje presente en el predio tiene una calidad media, por tanto el servicio ambiental que presta el ecosistema forestal en este rubro es no es muy alto. Además dadas las características evaluadas tiene una mediana capacidad de absorción de los cambios que en este se puedan manifestar, por tanto la afectación o decremento de este servicio ambiental no será considerable, más aun si se toma en cuenta que en las áreas verdes contempladas por el proyecto no se removerán los individuos arbustivos ni arbóreos, únicamente se llevará a cabo el socoleo.

## XI.9 DIAGNÓSTICO AMBIENTAL

Grado de conservación y deterioro del sistema ambiental

La Microcuenca Cancún, de pretendida ubicación del predio se caracteriza históricamente por presentar baja actividad antropogénica. Particularmente, la calidad ambiental del Centro de Población de Puerto Morelos, presenta la influencia de la dinámica sociodemográfica de las ciudades de Cancún y Playa del Carmen, al ser una zona de paso entre estas dos localidades.

De acuerdo al diagnóstico realizado para la formulación de la Actualización del Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Puerto Morelos (2008-2030) el uso del suelo actual es predominantemente habitacional, existe un corredor turístico adyacente al mar y una zona industrial en la zona poniente de la carretera.

Además de las tendencias sociodemográficas y de los patrones de uso del suelo, la calidad ambiental se encuentra afectada por el impacto de fenómenos meteorológicos, ya que éstos reducen la biomasa forestal y aumentan la proporción de material seco, lo que provoca el incremento de incendios forestales. En 1988, la microcuenca fue afectada por el Huracán Gilberto, el cual generó una importante cantidad de material vegetal seco, el cual dio pie a que en Marzo de 1989 se produjera un incendio que consumió gran parte de selva del entonces Municipio de Benito Juárez, abarcando gran parte de la superficie de la microcuenca. La afectación de este incendio, sin embargo no fue homogénea en toda la cuenca. La zona donde se ubican los predios presentó un nivel medio de afectación en comparación con otras áreas, por lo que puede decirse que el sitio presenta nivel de sucesión de transición-recuperación desde hace 27 años.

En relación al grado de conservación del predio, los indicadores de diversidad, señalan altos niveles de riqueza, diversidad y abundancia. El índice de Shannon refleja la heterogeneidad de una comunidad sobre la base de dos factores: el número de especies presentes y su abundancia relativa. Conceptualmente es una medida del grado de incertidumbre asociada a la selección aleatoria de un individuo en la comunidad (Pla, 2006). Esto significa que, cuanto mayor sea el índice, más diversa o heterogénea es la comunidad. Este índice se representa normalmente como  $H'$  y se expresa con un número positivo, que en la mayoría de los ecosistemas naturales varía entre 0,5 y 5, aunque su valor normal está entre 2 y 3; valores inferiores a 2 se consideran bajos y superiores a 3 son altos. El índice de Shannon aumenta con el número de especies en las comunidades y en la práctica en comunidades biológicas su valor no debería exceder de 5.0 (Washington, 1984). En relación a los datos observados en la comunidad caracterizada, se puede decir que ésta presenta altos valores de diversidad (heterogeneidad) biológica en los tres estratos, ya que tiene valores de 3.16, 3.845 y 3.673 en el estrato arbóreo, arbustivo y herbáceo de manera respectiva.

Sin embargo, el índice de Shannon no es suficiente para determinar el grado de diversidad de una comunidad, ya que presenta subestimaciones en los valores, ya que no tiene en cuenta la distribución de especies en el espacio (Pla, 2006). Por esta razón se emplean otros indicadores, para dar una mayor certeza y objetividad al análisis.

Se aplicó el índice de dominancia de Simpson (1949), cuya propuesta tiene el objetivo de definir una medida de concentración en términos de restricciones de población. De acuerdo con la interpretación de Smith y Smith (2007), este índice mide la probabilidad de que dos individuos seleccionados al azar de una muestra pertenezcan a la misma especie o categoría. El valor de  $D$  oscila entre 0 y 1. Dado que cuanto mayor sea el valor de  $D$  (índice de Simpson), menor es la diversidad, el complemento de  $D$  ( $1-D$ ) indica la diversidad del sitio. En ausencia de diversidad, donde hay sólo una especie presente, el valor de  $D$  es 1. Cuando la riqueza y la equitatividad de la especie se incrementan, el valor se aproxima a 0. Con respecto a los valores hallados en el predio de interés, éstos fueron de 0.086 ( $1-D=0.91$ ) para el estrato arbóreo, 0.030 ( $1-D=0.97$ ), para el estrato arbustivo y 0.037 ( $1-D=0.96$ ) para el estrato herbáceo. Los valores de  $D$ , analizados en la escala del indicador, se consideran bajos, lo que indica nuevamente que la diversidad en el sitio es alta. Esta medida sin embargo, sobrevalora las especies más abundantes en detrimento de la riqueza total de especies (Martín-Piera, 1997).

Por otra parte, el índice de Margalef, transforma el número de especies por muestra a una proporción a la cual las especies son añadidas por expansión de la muestra. Supone que hay una relación funcional entre el número de especies y el número total de individuos (Magurran, 1998). En otras palabras, mide el número de especies por número de individuos especificados o la cantidad de especies por área en una muestra (Citado por Campo y Dual, 2004). Por definición, el valor mínimo de este índice es 0, y ocurre cuando solo existe una especie en el sitio. Los resultados obtenidos en el área del proyecto para el estrato arbóreo, arbustivo y herbáceo son de 10.411, 12.410 y 11.129 respectivamente. Estos resultados indican que existe una alta riqueza de especies en el sitio.

De acuerdo con Smith y Smith (2007), se denomina equidad o equitatividad de las especies a la distribución de los individuos de cada especie. Cuanto más grande sea este indicador, mayor es la homogeneidad del sitio. El índice de equidad utilizado fue el propuesto por Pielou (1966). En este método, la muestra se incrementa progresivamente mediante la adición de nuevos cuadrantes. El incremento en la diversidad total que resulta del agrandamiento de la muestra proporciona una estimación de la diversidad por individuos en la población total. Este varía entre 0 y 1, donde 0 significa una equidad baja y 1 significa la máxima equidad, es decir, que todas las especies son igualmente abundantes. El sitio tuvo un índice de equidad de 0.725 para el estrato arbóreo, 0.867 para el arbustivo y 0.861 para el estrato herbáceo, lo que indica una equidad alta en el mismo. Esto puede interpretarse como una equidad alta en los tres estratos.

Adicionalmente, se consideró la distribución de los individuos del estrato arbóreo, en relación a sus categorías diamétricas, con 595 (33%) y 669 (37%) individuos de las categorías de 10 y 15 cm respectivamente, y de altura con 856 individuos (48%) de la categoría de 10 m; así como la densidad del estrato arbóreo en el sitio, estimada en 854 individuos por hectárea.

Estos indicadores, permiten inferir que los predios se encuentran en un estadio de sucesión medio-tardío, con alta dominancia de especies arbustivas.

Especies indicadoras de la salud del ambiente, ecosistemas frágiles y vegetación amenazada

Las especies indicadoras de la salud del ambiente se consideraron como aquellas incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010. El **Cuadro 69**, se presentan las especies de flora catalogadas en dicha norma que se encuentran en la microcuenca y se señalan las que también se encuentran en el predio.

*Cuadro 69. Especies de flora catalogadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.*

Familia	Especie	NOM-059	Predio
<b>Acanthaceae</b>	<i>Avicennia germinans</i>	A	
<b>Anacardiaceae</b>	<i>Astronium graveolens</i>	A	X
<b>Arecaceae</b>	<i>Coccothrinax readii</i>	A	X
<b>Arecaceae</b>	<i>Thrinax radiata</i>	A	
<b>Arecaceae</b>	<i>Pseudophoenix sargentii</i>	A	
<b>Bignoniaceae</b>	<i>Tabebuia chrysantha</i>	A	X
<b>Combretaceae</b>	<i>Conocarpus erectus</i>	A	
<b>Combretaceae</b>	<i>Laguncularia racemosa</i>	A	
<b>Meliaceae</b>	<i>Cedrela odorata</i>	Pr	
<b>Nolinaceae</b>	<i>Beaucarnea plabilis</i>	A	X
<b>Rhizophoraceae</b>	<i>Rhizophora mangle</i>	A	
<b>Zygophyllaceae</b>	<i>Guaiacum sanctum</i>	A	

En el **Cuadro 70** se presentan las especies de fauna catalogadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

*Cuadro 70. Especies de fauna catalogadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.*

Familia	Especie	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010	Predio
<b>Ranidae</b>	<i>Lithobates berlandieri</i>	Rana leopardo	Protección especial	
<b>Ranidae</b>	<i>Lithobates pustulosa</i>	Rana de rayas blancas	Protección especial	
<b>Accipitridae</b>	<i>Busarellus nigricollis</i>	Aguililla canela	Protección especial	
<b>Accipitridae</b>	<i>Buteo albonotatus</i>	Aguililla aura	Protección especial	
<b>Accipitridae</b>	<i>Buteo platypterus</i>	Aguililla ala ancha	Protección especial	
<b>Accipitridae</b>	<i>Buteogallus anthracinus</i>	Aguililla menor negra	Protección especial	
<b>Accipitridae</b>	<i>Buteogallus urubitinga</i>	Aguililla mayor negra	Protección especial	



<b>Accipitridae</b>	<i>Chondrohierax uncinatus</i>	Gavilán pico gancho	Protección especial
<b>Accipitridae</b>	<i>Geranospiza caerulescens</i>	Gavilán zancón	Amenazada
<b>Accipitridae</b>	<i>Harpagus bidentatus</i>	Gavilán bidentado	Protección especial
<b>Accipitridae</b>	<i>Leptodon cayanensis</i>	Gavilán cabeza gris	Protección especial
<b>Accipitridae</b>	<i>Rostrhamus sociabilis</i>	Gavilán caracolero	Protección especial
<b>Accipitridae</b>	<i>Spizaetus melanoleucus</i>	Águila blanquinegra	Peligro de extinción
<b>Accipitridae</b>	<i>Spizaetus ornatus</i>	Águila elegante	Peligro de extinción
<b>Accipitridae</b>	<i>Spizaetus tyrannus</i>	Águila tirana	Peligro de extinción
<b>Cathartidae</b>	<i>Cathartes burrovianus</i>	Zopilote sabanero	Protección especial
<b>Cathartidae</b>	<i>Sarcoramphus papa</i>	Zopilote rey	Peligro de extinción
<b>Anatidae</b>	<i>Cairina moschata</i>	Pato real	Peligro de extinción
<b>Trochillidae</b>	<i>Doricha eliza</i>	Colibrí cola hendida	Peligro de extinción
<b>Laridae</b>	<i>Sternula antillarum</i>	Charrán mínimo	Protección especial
<b>Ciconiidae</b>	<i>Mycteria americana</i>	Cigüeña americana	Protección especial
<b>Columbidae</b>	<i>Patagioenas leucocephala</i>	Paloma corona blanca	Amenazada
<b>Columbidae</b>	<i>Patagioenas speciosa</i>	Paloma escamosa	Protección especial
<b>Falconidae</b>	<i>Falco peregrinus</i>	Halcón peregrino	Protección especial
<b>Falconidae</b>	<i>Micrastur semitorquatus</i>	Halcón selvático de collar	Protección especial
<b>Cracidae</b>	<i>Crax rubra</i>	Hocofaisán	Amenazada
<b>Odontophoridae</b>	<i>Dactylortyx thoracicus</i>	Codorniz silbadora	Protección especial
<b>Phasianidae</b>	<i>Meleagris ocellata</i>	Guajolote ocelado	Amenazada
<b>Aramidae</b>	<i>Aramus guarauna</i>	Carao	Amenazada
<b>Cardinalidae</b>	<i>Passerina ciris</i>	Colorín sietecolores	Protección especial
<b>Dendrocolaptidae</b>	<i>Dendrocincla anabatina</i>	Trepatroncos sepia	Protección especial
<b>Dendrocolaptidae</b>	<i>Dendrocolaptes sanctithomae</i>	Trepatroncos barrado	Protección especial
<b>Mimidae</b>	<i>Melanoptila glabrirostris</i>	Maullador negro	Protección especial
<b>Poliptilidae</b>	<i>Poliptila plumbea</i>	Perlita tropical	Protección especial
<b>Thamnophilidae</b>	<i>Microrhopias quixensis</i>	Hormiguero ala oscura	Protección especial
<b>Thraupidae</b>	<i>Eucometis penicillata</i>	Tángara cabeza gris	Protección especial
<b>Thraupidae</b>	<i>Lanio aurantius</i>	Tángara garganta negra	Protección especial
<b>Tyrannidae</b>	<i>Onychorhynchus coronatus</i>	Mosquero real amazónico	Peligro de extinción

<b>Tyrannidae</b>	<i>Platyrrinchus cancröminus</i>	Mosquero chato	pico	Protección especial	
<b>Vireonidae</b>	<i>Hylophilus decurtatus</i>	Verdillo gris		Protección especial	
<b>Vireonidae</b>	<i>Hylophilus ochraceiceps</i>	Verdillo ocre		Protección especial	
<b>Vireonidae</b>	<i>Vireo pallens</i>	Vireo manglero		Protección especial	
<b>Ardeidae</b>	<i>Botaurus pinnatus</i>	Avetoro neotropical		Amenazada	
<b>Ardeidae</b>	<i>Egretta rufescens</i>	Garceta rojiza		Protección especial	
<b>Ardeidae</b>	<i>Ixobrychus exilis</i>	Avetoro mínimo		Protección especial	
<b>Ardeidae</b>	<i>Tigrisoma mexicanum</i>	Garza mexicana	tigre	Protección especial	
<b>Phoenicopteridae</b>	<i>Phoenicopterus ruber</i>	Flamenco americano		Amenazada	
<b>Picidae</b>	<i>Campephilus guatemalensis</i>	Carpintero plata	pico	Protección especial	
<b>Ramphastidae</b>	<i>Pteroglossus torquatus</i>	Arasari de collar		Protección especial	
<b>Ramphastidae</b>	<i>Ramphastos sulfuratus</i>	Tucán pico canoa		Amenazada	
<b>Podicipedidae</b>	<i>Tachybaptus dominicus</i>	Zampullín Macacito		Protección especial	
<b>Psittacidae</b>	<i>Amazona albifrons</i>	Loro frente blanca		Protección especial	X
<b>Psittacidae</b>	<i>Amazona xantholora</i>	Loro yucateco		Protección especial	
<b>Psittacidae</b>	<i>Aratinga nana</i>	Perico pecho sucio		Protección especial	X
<b>Psittacidae</b>	<i>Pionus senilis</i>	Loro corona blanca	corona	Amenazada	
<b>Psittacidae</b>	<i>Pyrilia haematotis</i>	Loro cabeza oscura	cabeza	Peligro de extinción	
<b>Geoemydidae</b>	<i>Rhinoclemmys areolata</i>	Tortuga mojina de monte		Amenazada	
<b>Tinamidae</b>	<i>Crypturellus cinnamomeus</i>	Tinamú canelo		Protección especial	
<b>Mustelidae</b>	<i>Eira barbara</i>	Viejo de monte		Peligro de extinción	
<b>Atelidae</b>	<i>Ateles geoffroyi</i>	Mono araña		Peligro de extinción	
<b>Phyllostomidae</b>	<i>Lonchorhina aurita</i>	Murciélago de espada	nariz	Amenazada	
<b>Poeciliidae</b>	<i>Poecilia velifera</i>	Topote grande	aleta	Amenazada	
<b>Colubridae</b>	<i>Leptophis mexicanus</i>	Ranera perico		Amenazada	X
<b>Iguanidae</b>	<i>Ctenosaura similis</i>	Iguana rayada	cola	Amenazada	X
<b>Geoemydidae</b>	<i>Rhinoclemmys areolata</i>	Tortuga mojina		Amenazada	X
<b>Dipsadidae</b>	<i>Dipsas brevifacies</i>	Culebra caracolera chata		Protección especial	
<b>Viperidae</b>	<i>Crotalus durissus</i>	Cascabel Tropical		Protección especial	
<b>Phrynosomatidae</b>	<i>Sceloporus cozumelae</i>	Lagartija de Cozumel	espinosa	Protección especial	
<b>Natricidae</b>	<i>Thamnophis chrysocephalus</i>	Culebra listonada cabeza dorada		Amenazada	

<b>Natricidae</b>	<i>Thamnophis eques</i>	Culebra de agua nómada mexicano	Amenazada
<b>Natricidae</b>	<i>Trachemys scripta</i>	Tortuga de orejas rojas	Protección especial
<b>Cheloniidae</b>	<i>Chelonia mydas</i>	Tortuga verde	Peligro de extinción
<b>Kinosternidae</b>	<i>Kinosternon scorpioides</i>	Tortuga pecho quebrado escorpión	Protección especial
<b>Elapidae</b>	<i>Micrurus diastema</i>	Serpiente coralillo del sureste	Protección especial

En resumen, de las 12 especies de flora de la microcuenca, catalogadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, en el predio se encuentran 4. Por otra parte, de las 74 especies de fauna de la microcuenca catalogadas en la misma norma, únicamente 5 se encontraron en el predio.

Los predios del proyecto se encuentran en un entorno netamente urbano, de tal manera que ya se tienen un ambiente previamente fragmentado y fuera de lo que se puede considerar como corredor biológico para especies bandera como el jaguar y del Corredor Biológico Mesoamericano.

Los predios no se ubican en ningún ecosistema considerado como frágil o de alta biodiversidad, tales como humedales continentales o costeros ni presentan tipos de vegetación amenazada como bosque mesófilo de montaña, matorral costero, bosque de galería, bosque de conífera o mezquital. Por otra parte, los ecosistemas de los predios no constituyen tipos considerados como frágiles tales como zonas húmedas secas, desiertos, tierras semiáridas, zonas montañosas, islas pequeñas o zonas costeras (ONU, 1992).

### Balance hídrico

Según el Acuerdo por el que se dan a conocer los estudios técnicos de aguas nacionales subterráneas del acuífero Península de Yucatán, clave 3105 (DOF, 2013), el acuífero tiene una recarga (R) de 21,813.4 millones de m<sup>3</sup> al año (Mm<sup>3</sup>/año), una descarga natural comprometida (DNCOM) de 14,542.2 Mm<sup>3</sup>/año, un volumen concesionado de agua subterránea (VCAS) de 2,265.595234 Mm<sup>3</sup>/año y un volumen de extracción de agua subterránea consignado en estudios técnicos (VEXTET) de 1,313.3 Mm<sup>3</sup>/año. Esto resulta en una disponibilidad media anual (DAS) de 5,005.60 millones de m<sup>3</sup> al año.

De acuerdo con el estudio realizado por la Comisión Nacional del Agua en coordinación con la Universidad Autónoma de Yucatán (2006) en la zona norte del estado de Quintana Roo se tiene una disponibilidad media anual de 764.10 millones de m<sup>3</sup> al año. El balance hídrico del predio es mucho menor a este nivel.

## Síntesis del diagnóstico ambiental

Los predios se encuentran en un sitio de vegetación secundaria que no constituye ecosistemas frágiles ni tipos de vegetación amenazada; cuenta con una baja proporción de especies indicadoras de la salud del ecosistema con respecto a la microcuena. Se encuentra en un contexto urbano influenciado por las localidades de Cancún y Playa del Carmen. Con respecto al balance hídrico, los predios representan una proporción insignificante con respecto al del acuífero al que pertenece. Los parámetros de biodiversidad y el análisis histórico de los predios indican que éstos tienen un desarrollo medio-tardío de sucesión con alta dominancia de especies arbustivas, que permiten catalogar la vegetación como Secundaria de Selva Mediana Subperennifolia.

# XII JUSTIFICACIÓN TÉCNICA, ECONÓMICA Y SOCIAL QUE MOTIVE LA AUTORIZACIÓN EXCEPCIONAL DEL CAMBIO DE USO DE SUELO

---

## XII.1 JUSTIFICACIÓN TÉCNICA

### XII.1.1 No se compromete la biodiversidad

De acuerdo con la LGEEPA define la biodiversidad como la variabilidad de organismos vivos de cualquier fuente, incluidos, entre otros, los ecosistemas terrestres, marinos y otros ecosistemas acuáticos y los complejos ecológicos de los que forman parte; comprende la diversidad dentro de cada especie, entre las especies y de los ecosistemas.

Mientras, la CONABIO (2005)<sup>90</sup> biodiversidad o diversidad biológica es la variedad de vida. Este concepto abarca a la diversidad de especies de plantas, animales, hongos y microorganismos que viven en un espacio determinado, a su variabilidad genética, a los ecosistemas de los cuales forman parte estas especies y a los paisajes o regiones en donde se ubican los ecosistemas.

Por otra parte, Soldbrig *et al.* (1994)<sup>91</sup> mencionan que la que la biodiversidad es una propiedad de los sistemas vivos y culturales que los hace distintos, diferentes, únicos. Es decir, primaria y esencialmente, una propiedad, una característica de la naturaleza y de las múltiples formas de adaptación e integración de la especie humana a los ecosistemas de la Tierra y no un recurso.

Considerando los términos anteriores es posible determinar que por definición, cuantificar y asignar valores a la diversidad biológica, es una tarea prácticamente imposible de realizar, teórica y metodológicamente inviable. Ya que, la realidad es que no contamos con capacidad para estimar, cuáles son las índoles de interdependencias y cuáles los papeles críticos que desempeñan en la trama de las relaciones tróficas cada uno de los seres vivos. Menos sabemos cuánto de cambio es capaz de tolerar el

---

<sup>90</sup> CONABIO. 2015. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Consultado en: <http://www.conabio.gob.mx/>. Abril, 2016.

<sup>91</sup> Solbring, O.T., Emden, H.M. van y Oordt, P.G.W.J.van. 1994. Biodiversity and global change. CABI. 227p.

territorio o qué tanto de desarrollo económico regulado por el mercado es capaz de sostener (Toledo, 1998)<sup>92</sup>.

Sin embargo, la ecología ha desarrollado algunos métodos para conocer la diversidad a diferentes niveles. En 1960, Whittaker propuso los términos de alfa, beta y gamma diversidad con el objeto de estimar la diversidad a distintas escalas del paisaje o región. La diversidad alfa es la biodiversidad intrínseca de cada comunidad vegetal concreta del paisaje en cuestión (Ferriol-Molina y Merle-Farinós, 2015)<sup>93</sup>.

Considerando la caracterización biológica a nivel de microcuenca y del predio, se tiene que la riqueza de la primera es considerablemente mayor que la segunda pues mientras que en la microcuenca diversos estudios e inventarios han reportado una riqueza de 375 especies de plantas vasculares y 418 especies de fauna, en el predio fueron registradas 191 especies de plantas vasculares y 60 especies de fauna. Así mismo la comparación de índices de diversidad sugiere que la diversidad presente en el predio es menor que en ecosistemas semejantes dentro de la microcuenca, toda vez que el índice de riqueza de Shannon es mayor en cada uno de los estratos de la muestra testigo en comparación de sus semejantes en los sitios de muestreo dentro del predio (**Cuadro 71**). Por otra parte en los sitios testigo fue posible encontrar la representación de todas las especies presentes en el predio, aunque con una variación sus abundancias.

*Cuadro 71. Índices de riqueza y diversidad para la microcuenca y predio.*

MICROCUEENCA				
ESTRATO	EQUIDAD	MARGALEFT	SHANNON	SIMPSON
Arbóreo	0.81	9.3	3.34	0.94
Arbusto	0.93	12.13	3.9	0.97
Herbáceo	0.87	19.7	3.45	0.95
PREDIO				
Arbóreo	0.72	10.41	3.16	0.91
Arbusto	0.87	12.41	3.85	0.97
Herbáceo	0.86	11.13	3.67	0.96

Por otra parte, en el predio se registraron cuatro especies endémicas y protegidas bajo la categoría amenazada en NOM-059-SEMARNAT-2010. Mientras, la microcuenca

<sup>92</sup> Toledo A. 1998. Economía de la Biodiversidad. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. México D.F.

<sup>93</sup> Ferriol-Molina, M. y Merle-Farinós, H. 2015. Los componentes alfa, beta y gamma de la diversidad. Aplicaciones al estudio de comunidades vegetales. Consultado en: <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/16285/Microsoft%20Word%20-%20articulo%20docente%20def.pdf?sequence=1>. Abril, 2015.

registra 12 especies, en 12 géneros y 9 familias, incluyendo las especies registradas en el predio (**Cuadro 72**).

*Cuadro 72. Especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010 a nivel microcuenca y predio.*

FAMILIA	ESPECIE	NOM-059	DISTRIBUCIÓN
<b>MICROCUENCA</b>			
<b>Acanthaceae</b>	<i>Avicennia germinans</i>	A	No endémica
<b>Anacardiaceae</b>	<i>Astronium graveolens</i>	A	No endémica
	<i>Coccothrinax readii</i>	A	Endémica
<b>Arecaceae</b>	<i>Thrinax radiata</i>	A	No endémica
	<i>Pseudophoenix sargentii</i>	A	No endémica
<b>Bignoniaceae</b>	<i>Tabebuia chrysantha</i>	A	No endémica
	<i>Conocarpus erectus</i>	A	No endémica
<b>Combretaceae</b>	<i>Laguncularia racemosa</i>	A	No endémica
<b>Meliaceae</b>	<i>Cedrela odorata</i>	Pr	No endémica
<b>Nolinaceae</b>	<i>Beaucarnea plabilis</i>	A	Endémica
<b>Rhizophoraceae</b>	<i>Rhizophora mangle</i>	A	Endémica
<b>Zygophyllaceae</b>	<i>Guaiacum sanctum</i>	A	No endémica
<b>PREDIO</b>			
<b>Acanthaceae</b>	<i>Astronium graveolens</i>	A	No endémica
<b>Arecaceae</b>	<i>Coccothrinax readii</i>	A	Endémica
<b>Bignoniaceae</b>	<i>Tabebuia chrysantha</i>	A	No endémica
<b>Nolinaceae</b>	<i>Beaucarnea plabilis</i>	A	Endémica

Por tanto, se infiere que no se comprometerá la diversidad florística, ya que la riqueza y diversidad es igual a nivel predio y cuenca. Mientras que, las especies endémicas y protegidas presentes en el predio, también se registran a nivel microcuenca; sin embargo, la riqueza de especies protegidas a nivel microcuenca es dos veces mayor que a nivel predio.

Cabe destacar que el predio presenta valores de diversidad y riqueza dentro del rango de valores obtenidos para otras zonas al centro del estado (Carreón y Valdez, 2014)<sup>94</sup>. Por otra parte, Bongers et al. (1988)<sup>95</sup> para las selvas de Los Tuxtlas, Veracruz,

<sup>94</sup> Carreón-Santos R.J. y J.I. Valdez-Hernández. 2014. Estructura y diversidad arbórea de vegetación secundaria derivada de una selva mediana subperennifolia en Quintana Roo. Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente 20(1):119-130.

<sup>95</sup> Bongers F., Pompa J., Meave J. y J. Cara. 1988. Structure and floristic composition of the lowland rain forest of Los Tuxtlas, México. Vegetatio 74: 55-80.

presenta valores de 4.65 con el índice de Shannon. Además, Zarco et al., (2010)<sup>96</sup>, en el Parque estatal de Agua Blanca, Macuspana, Tabasco presenta alta riqueza florística con valores del índice de Margalef alrededor de 20.

Con base en lo anterior, la diversidad y riqueza de la microcuenca es parecida a la del estado, y baja en comparación algunas regiones de Tabasco y Veracruz. Por tanto, se confirma la aseveración **no se comprometerá la biodiversidad florística**. Sin embargo, la correcta ejecución del Programa de Rescate de la Vegetación es de vital importancia, especialmente para las especies registradas bajo alguna categoría de riesgo.

Del mismo modo, la comparación de índices de diversidad de fauna a nivel de microcuenca y predio sugiere que la diversidad de la microcuenca es mayor, encontrándose la representación de las especies reportadas para el predio. Por otra parte, si bien en el predio fueron encontradas especies en enlistadas en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, como son (*Thrinax radiata* y *Coccothrinax readii*) estudios como el de Orellana (1992)<sup>97</sup> concluyen que “La mayor riqueza de especies se localiza en las regiones con clima más húmedo, al sur de la Península”, de modo que no existe riesgo de poner en peligro la población de dichas especies, ya que además como medida de mitigación se hará el rescate de los individuos de dichas especies y su posterior reubicación. Aunado a lo anterior es importante resaltar que el proyecto no se encuentra dentro de ninguna área natural protegida y tampoco se ubica dentro de un corredor biológico importante como lo es el corredor biológico mesoamericano, por lo cual el grado de incidencia del proyecto en la biodiversidad es considerablemente bajo, sobre todo si se considera que éste contempla la ejecución de un programa de rescate y reubicación de fauna silvestre.

## XII.1.2 No se provoca la erosión de los suelos

El cambio de uso de suelo propuesto, necesariamente implica la pérdida del suelo dentro de la superficie de aprovechamiento que estará destinada a la construcción de obras permanentes, lo que trae como consecuencia la reducción del suelo. Sin embargo, la susceptibilidad del suelo a los procesos erosivos es baja dada la escasa diferencia entre la tasa de erosión actual y la tasa de erosión potencial (**Cuadro 73**), diferencia que califica la erosión de nula o moderada de acuerdo con los rangos de valoración establecidos por la FAO.

*Cuadro 73. Erosión actual presente en las fases que conforman el predio.*

Tipo de erosión	Fase	Ton/ha/año
Erosión actual	Fase 1	0.069
	Fase 2	0.037
Erosión potencial	Fase 1	19.99
	Fase 2	7.98

<sup>96</sup> Zarco-Espinoza V.M., J.I. Valdez-Hernández, G. Angles-Perez y O. Castillo-Acosta. 2010. Estructura y diversidad de la vegetación arbórea del Parque Estatal Agua Blanca, Macuspana, Tabasco. Universidad y Ciencia. 26(1) 1-17.

<sup>97</sup>



Aunado a lo anterior, es necesario considerar que en términos estrictos el suelo no quedará completamente desnudo en el predio, ya que estará cubierto por una superficie de cemento, que si bien se removerá el suelo para tal fin, también impedirá que exista un efecto erosivo en el mismo y en la superficie aledaña al predio, pues el sistema de drenaje pluvial captará toda la escorrentía con efectos erosivos.

Además, es importante mencionar las áreas naturales aledañas al predio actuarán como barreras para impedir la erosión del suelo por la acción de la lluvia y el viento; no obstante dicho impacto será mitigado con el rescate de la capa de suelo fértil para ser integrada a las áreas que serán reforestadas (otra medida contemplada para prevenir la erosión); para el mantenimiento de plantas rescatadas en vivero y para el mejoramiento del suelo dentro de las áreas de conservación; por lo que se concluye categóricamente que el proyecto no provocará la erosión de los suelos dentro de la superficie de CUSTF y mucho menos a una escala mayor entendiendo por ello la cuenca o microcuenca.

### XII.1.3 No provocará el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación

De acuerdo con la CONAGUA (2001) en la zona norte del estado de Quintana Roo se presentan dos formas de recarga del acuífero, la primera se lleva a cabo con la infiltración de la precipitación, y en este contexto, Las geoformas que funcionan como medios de absorción e infiltración recargando al sistema acuífero son los cenotes, las dolinas, las fracturas y las fallas. La segunda forma de recarga es la aportación de agua a través de los flujos subterráneos desde el interior de la Península.

En razón de lo anterior, cualquier cambio de uso de suelo tiene influencia indirecta en la recarga del acuífero debido a que esta influye directamente en la infiltración. Por tanto es importante realizar el cálculo de la infiltración y con ello determinar el efecto del proyecto sobre la misma, así como su comparación con la infiltración a nivel cuenca y microcuenca.

En este sentido, de acuerdo con los datos oficiales la recarga media natural del acuífero de la zona norte del estado de Quintana Roo es 847.14 Mm<sup>3</sup>, mientras que en la microcuenca Joaquín Zetina Gasca, la recarga media natural es de 167.43 Mm<sup>3</sup> anuales (**Cuadro 74**).

*Cuadro 74. Volumen de infiltración anual para la microcuenca.*

CONDICIÓN DE LA SUPERFICIE	SUPERFICIE (ha)	VOLUMEN DE PRECIPITACIÓN ANUAL P (m <sup>3</sup> )	VOLUMEN EVAPOTRANSPIRADO ANUALMENTE ETP (m <sup>3</sup> )	VOLUMEN DE ESCURRIMIENTO ANUAL E (m <sup>3</sup> )	VOLUMEN DE INFILTRACIÓN ANUAL (m <sup>3</sup> )
				$E=(P-ETP)*Ce$	$I=P-ETP-E$
<b>MICROCUEENCA</b>					
AH	3,046.9	42,038,013.10	35,896,062.21	1,806,257.68	4,335,693.22

CONDICIÓN DE LA SUPERFICIE	SUPERFICIE (ha)	VOLUMEN DE PRECIPITACIÓN ANUAL P (m³)	VOLUMEN EVAPOTRANSPIRADO ANUALMENTE ETP (m³)	VOLUMEN DE ESCURRIMIENTO ANUAL E (m³)	VOLUMEN DE INFILTRACIÓN ANUAL (m³)
				$E=(P-ETP)*Ce$	$I=P-ETP-E$
DV	181.33	2,501,829.82	2,136,300.75	89,490.53	276,038.54
PC	1,161.68	16,027,700.21	13,685,978.03	371,440.46	1,970,281.72
SMQ	55,253.93	762,338,440.78	650,957,218.77	10,808,730.80	100,572,491.21
VM	8,143.73	112,359,093.75	95,942,903.13	3,412,584.03	13,003,606.60
VSa/VM	322.08	4,443,753.82	3,794,500.54	158,953.22	490,300.06
VSa/SMQ	7,276.17	100,389,302.13	85,721,954.20	1,603,989.39	13,063,358.54
VSA/SMQ	18,712.32	258,173,868.87	220,453,455.64	4,125,022.66	33,595,390.57
ZU	84.51	1,166,049.72	995,684.39	50,101.95	120,263.39
				<b>TOTAL</b>	<b>167,427,423.84</b>

Por otra parte la infiltración del predio en condiciones naturales representa el 0.009% de la infiltración total del acuífero norte del estado de Quintana Roo y el 0.05% de la infiltración total anual en la microcuenca Joaquín Zetina Gasca. Mientras, con la ejecución del proyecto dichos porcentajes pasan a ser de 0.003% y 0.016% respectivamente (**Cuadro 75**).

*Cuadro 75. Volumen de infiltración anual en el predio con y sin proyecto.*

CONDICIÓN DE LA SUPERFICIE	SUPERFICIE (ha)	VOLUMEN DE PRECIPITACIÓN ANUAL P (m³)	VOLUMEN EVAPOTRANSPIRADO ANUALMENTE ETP (m³)	VOLUMEN DE ESCURRIMIENTO ANUAL E (m³)	VOLUMEN DE INFILTRACIÓN ANUAL I
				$E=(P-ETP)*Ce$	$I=P-ETP-E$
<b>PREDIO SIN PROYECTO</b>					
VSA/SMQ	43.37	598,375.89	510,950.37	8,484.01	78,941.52
				<b>TOTAL</b>	<b>78,941.52</b>
<b>PREDIO CON PROYECTO</b>					
Área permeable	11.63	160,459.11	137,015.28	5,450.91	17,992.92
Área natural	5.79	79,285.49	68,213.11	1,074.49	9,997.89
Zona urbana	25.95	310,232.25	310,232.25	0.00	0.00
				<b>TOTAL</b>	<b>27,990.81</b>

Cabe mencionar, que poco más del 40% de la superficie proyecto es área permeable, la cual contempla desde concreto permeable, adopasto, áreas jardinadas y áreas verdes naturales con la finalidad de no afectar la recarga de los acuíferos. Por otra parte, para mitigar el porcentaje de infiltración que disminuye debido a la infraestructura urbana, el proyecto contempla la instalación de un drenaje pluvial

independiente al drenaje sanitario, el cual será canalizada hacia pozos de absorción y por consiguiente contribuirá directamente a la recarga del acuífero. Esta última medida contribuye, además, a no contaminar el agua, ya que al ser un drenaje sanitario independiente, este se puede canalizar en su totalidad al sistema de drenaje municipal y por consiguiente a la planta de tratamiento del municipio.

#### **XII.1.4 El uso propuesto es más productivo a largo plazo**

El desarrollo de las obras proyectadas para el proyecto “Residencial Civitas II”, requerirán de una inversión total estimada de \$ 550, 000,000.00 (Quinientos cincuenta millones de pesos 00/100 M. N.), cantidad que permeará a distintos sectores productivos entre los que destacan el comercio, servicios, construcción; así como los gobiernos municipal, estatal y federal que se verán beneficiados con el pago de derechos por las diversas autorizaciones aplicables.

Con base en la estimación del volumen por especie de las materias primas forestales derivadas del cambio de uso del suelo que involucra el desarrollo del proyecto, obtenida del inventario forestal de la vegetación que se asume ocupaba el predio, y suponiendo la comercialización en el mercado local de tales materias primas, el máximo beneficio económico que podría haberse obtenido del aprovechamiento forestal del área desmontada se estima en \$ 5,728,422.30 (cinco millones setecientos veintiocho mil, cuatrocientos veintidós pesos 30/100 M.N.) mismo que corresponde a 1.04 % del monto de inversión para la realización de la urbanización del proyecto.

Por otra parte, los resultados del análisis de datos forestales permitió obtener el valor del depósito de carbono por hectárea que se estimó en \$2, 754,496.36 (dos millones setecientos cincuenta y cuatro mil, cuatrocientos noventa y seis pesos 36/100 MN), cifra que representa el 0.5 % de la inversión total del proyecto.

En total el valor económico de los recursos biológicos del predio se estima en \$46,491,868.18 (Cuarenta y seis millones cuatrocientos noventa y un mil ochocientos sesenta y ocho pesos 18/100 M.N.) que corresponde al 8.45 %. De acuerdo con lo anterior el aprovechamiento urbano del predio es económicamente más rentable a largo plazo que su aprovechamiento forestal o la conservación de sus servicios ambientales, más aun considerando que se trata de un terreno localizado en un área urbana regulada por dos instrumentos de planeación de uso del suelo que contemplan el desarrollo de esta zona como parte de la expansión urbana.

## **XII.2 JUSTIFICACIÓN SOCIAL**

Aunque la localidad de Puerto Morelos no es considerada una gran urbe la realidad es que presenta una gran influencia demográfica de las ciudades con mayor impulso económico del estado, Cancún y Playa del Carmen, por tal razón, las autoridades encargadas de la planeación de uso de suelo prevén un aumento de la dinámica del

crecimiento natural de la población por el gran número de personas nacidas en la ciudad en los últimos años.

En razón de lo anterior el gobierno municipal realiza estudios para definir las áreas más aptas para la expansión de la mancha urbana, donde se puedan dar el desarrollo inmobiliario de acuerdo a la aptitud territorial, como resultado del análisis de las condiciones físico naturales de la zona. En ese sentido el H. Ayuntamiento de Benito Juárez, la porción territorial que hoy pertenece al municipio de Puerto Morelos decretó actualización del programa de desarrollo urbano del centro de Población de Puerto Morelos, municipio de Benito Juárez, Quintana Roo 2008-2023.

Los objetivos de este PDU, se establecen textualmente y se consideran una justificación social para el cambio de uso de suelo en terrenos forestales del predio, toda vez que el proyecto cumple con dicho ordenamiento.

- Mejorar las condiciones de vida de la población mediante la dotación y mejoramiento de los servicios públicos, particularmente para la población de menor ingreso.
- Propiciar el equilibrio en la distribución de la población mediante la creación de nuevas áreas de crecimiento urbano añadidas a la actualmente establecida.
- Proporcionar alojamiento digno a la población permanente que será generada por el desarrollo turístico de la zona, atendiendo al objetivo fundamental del bienestar de la población de Puerto Morelos
- Atender las necesidades de la población urbana siempre creciente, evitando que los nuevos inmigrantes se asienten en forma irregular en el suelo urbano no apto, por ausencia o incumplimiento de la normatividad para nuevos asentamientos humanos.
- Ampliar el acceso de la población a las oportunidades de empleo, cultura, educación, recreación y consumo.
- Reorientar el crecimiento de Puerto Morelos hacia zonas aptas para el desarrollo.
- Desalentar el crecimiento en zonas inadecuadas desde el punto de vista ecológico.
- Fomentar e impulsar el desarrollo urbano ordenado y controlado
- Prever la dotación de vivienda, infraestructura y servicios urbanos de acuerdo a las etapas de desarrollo.

Por otra parte, todo tipo de proyectos inmobiliarios traen consigo además del beneficio de la vivienda, otros beneficios asociados, como son las inversiones necesarias para su realización, lo que implica la contratación de empresas que ejecutarán las obras, la compra de insumos, así como los pagos de permisos y derechos. La inversión contribuirá con la creación de empleos temporales que beneficiará a gran cantidad de obreros de la industria de la construcción de la zona; impulsará al comercio organizado y significará ingresos en materia de impuestos y permisos al Municipio de Puerto Morelos, al gobierno estatal y federal.

## 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

---

### **XIII.1 RESPONSABLE TÉCNICO**

Ing. Alejandro Martínez Ramírez (se anexa copia simple de Identificación Oficial).

### **XIII.2 REGISTRO FEDERAL DE CAUSANETE, CURP Y CÉDULA PROFESIONAL DEL RESPONSABLE TÉCNICO**

Clave de registro federal de contribuyentes: MARA – 750110 – 3E3.  
Clave única de Registro de Población (CURP): MARA750110HJCRML00.  
Cédula Profesional número: 4362010 (se anexa copia simple).  
Título: Ing. Agrónomo Forestal de Fecha 27 de Enero de 2005.

Se anexa copia simple de los documentos probatorios.

### **XIII.3 NÚMERO DE INSCRIPCIÓN EN EL REGISTRO FORESTAL NACIONAL**

Libro COLIMA, Tipo UI, Personas Físicas Prestadoras de Servicios Técnicos Forestales – Inscripciones, Volumen 2, Número 3.

### **XIII.4 DOMICILIO PARA OIR Y RECIBIR NOTIFICACIONES**

Av. Nichupté No. 20 Mz 2, SM 19. Centro Corporativo Atrium, Locales 403 y 404, Cancún, Quintana Roo. Teléfonos (998) 887 14 72 y 892 04 92; correo electrónico: info@sylvatica.com.mx.



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

---

### XIV.1 PLANES DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO DEL TERRITORIO (POET)

Los lotes en los cuales se pretende llevar a cabo el proyecto, pertenecen al actual municipio de Puerto Morelos y al ser éste un municipio de reciente creación, no cuenta con Programa de Ordenamiento Ecológico, sin embargo dado que el existe como precedente el Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Benito Juárez, el proyecto se sujetará a las disposiciones de este último, toda vez que el predio se encuentra inmerso en el mismo.

El Programa de Ordenamiento Ecológico Local (POEL) del municipio de Benito Juárez fue publicado en el Periódico Oficial de Estado de Quintana Roo el 27 de Febrero de 2014 y cuenta con 28 Unidades de Gestión Ambiental (UGA), siendo la UGA número 28 en la cual se ubica el proyecto (**Figura 60**).

La UGA 28, denominada Centro de Población de Puerto Morelos, de acuerdo con el propio POEL, se delimitó con base a la poligonal decretada para el Centro de Población de Puerto Morelos, de acuerdo al Programa de Desarrollo Urbano de 2009, publicado en el Periódico Oficial del Gobierno del Estado. Dicha Unidad de Gestión Ambiental, cuenta con una superficie de 5,740.85 ha las cuales presentan diferentes tipos de vegetación, siendo la zona ocupada por vegetación de manglar la que presenta una mayor extensión, seguida de la vegetación secundaria arbórea derivada de selva mediana subperennifolia.

En el **Cuadro 76** se muestra la ficha descriptiva de la UGA 28, la cual son indicados los tipos de vegetación presentes y su extensión, además de definir la política, lineamiento y criterios ecológicos aplicables a dicha unidad, a así como los usos de suelo permitidos, que en el caso particular de la UGA 28 dichos usos quedan supeditados a lo establecido en el Programa de Desarrollo Urbano vigente.

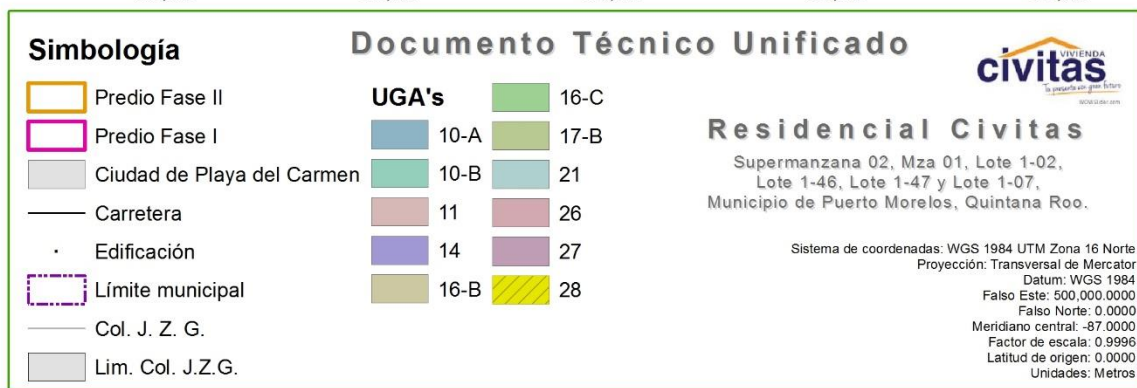
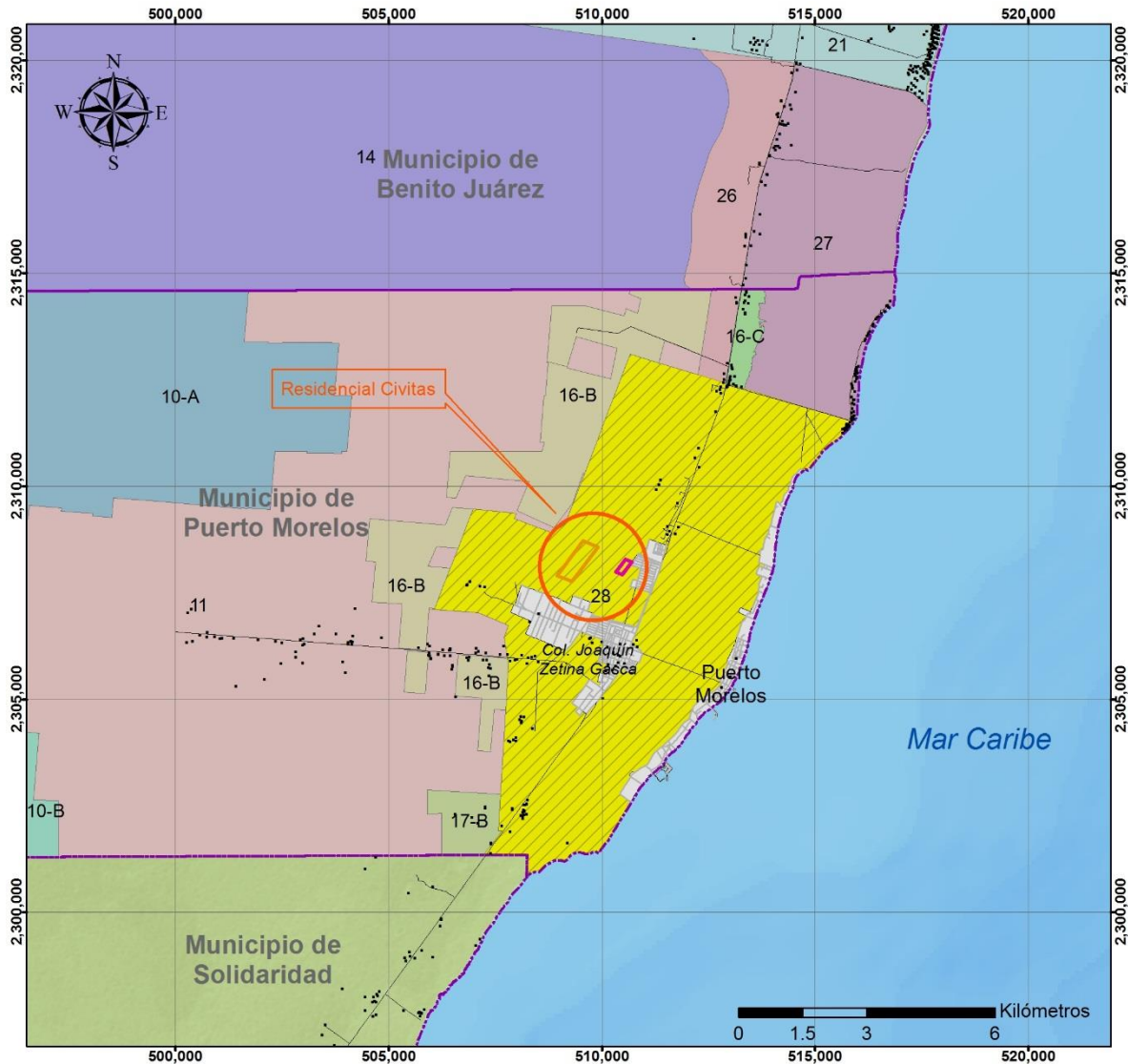


Figura 60. Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Benito Juárez. Fuente: Elaboración propia a partir del Periódico Oficial del Estado de Quintana Roo el 27 de Febrero de 2014



**Cuadro 76. Ficha descriptiva de la UGA 28.**

CLAVE	CONDICIONES DE LA VEGETACIÓN	HECTÁREAS	%
Ma	Manglar	1,912.70	33.32
VSA	Vegetación Secundaria Arbórea de selva Mediana Subperennifolia en buen estado.	1,075.26	18.73
AH	Asentamiento Humano	659.07	11.48
SBS	Selva Baja Subcaducifolia	611.90	10.66
VS2	Vegetación Secundaria Arbórea de selva Mediana Subperennifolia	566.06	9.86
VSa	Vegetación Secundaria Arbustiva de selva Mediana Subperennifolia	444.28	7.74
CA	Cuerpo de Agua	169.38	2.95
TU	Tular	164.21	2.86
SV	Sin Vegetación Aparente	99.98	1.74
MT	Matorral Costero	30.50	0.53
PZC	Pastizal cultivado	5.78	0.10
GR	Mangle Chaparro y gramínoideas	1.51	0.03
ZU	Zona Urbana	0.21	0.00
TOTAL		5,740.85	100.00
% de UGA que posee vegetación en buen estado de conservación: 62.96%		Superficie de la UGA con importancia para la recarga de acuíferos: 51.81%	

**Objetivo de la UGA:**

Regular el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales en las zonas de reserva para el crecimiento urbano, dentro de los límites del centro de población, con el fin de mantener los ecosistemas relevantes y en el mejor estado posible, así como los bienes y servicios ambientales que provee la zona, previo al desarrollo urbano futuro.

**Problemática General:**

Presión sobre los recursos naturales y riesgo de la contaminación al acuífero por el incremento de asentamientos irregulares; incremento en la incidencia y recurrencia de Incendios Forestales; Carencia de los servicios de recolección y disposición de final de los Residuos Sólidos Urbanos; Incompatibilidad entre instrumentos de planeación urbana y ambiental; Necesidades de infraestructura en zonas urbanas del municipio; Cambios de Uso de Suelo no autorizados.

**Poblados o sitios importantes en esta UGA (habitantes):**

De acuerdo a INEGI (2010), esta UGA cuenta con 11 localidades, siendo la principal Puerto Morelos. La población total de esta UGA es de 9,256 habitantes.

La red vial abarca un total de 58.14 km.

**Lineamientos ecológicos:**

- Se contiene el crecimiento urbano dentro de los límites del centro de población, propiciando una ocupación compacta y eficiente del suelo urbano de tal manera que las reservas de crecimiento se ocupen hasta obtener niveles de saturación mayores al 70% de acuerdo a los plazos establecidos en el programa de desarrollo urbano de la ciudad de Puerto Morelos, para disminuir los procesos de deterioro de los recursos naturales.
- Las autoridades competentes deben propiciar el tratamiento del 100% de estas aguas residuales domésticas, así como la gestión integral de la totalidad de los residuos sólidos generados en la localidad.
- Todos los centros de población deberán considerar un sitio de disposición final de Residuos Sólidos Urbanos (RSU) en la modalidad de Parques de Tecnologías, adecuados para su capacidad futura de generación, en proyectos de al menos 15 años. Los centros de población con menos de 50,000 habitantes que carezcan de relleno sanitario deberán considerar dentro de su PDU, la presencia de al menos un sitio de disposición temporal de los RSU, o terminal de transferencia.
- Se mantiene como áreas de conservación el 100% de los manglares que se encuentran dentro del PDU de Puerto Morelos, de acuerdo con la normatividad vigente.

**Recursos y Procesos Prioritarios:**

Suelo, Manglares, Vaso regulador de flujos, Biodiversidad.

**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.

Recursos y procesos prioritarios	Clave	Criterios de Regulación Ecológica
Agua		01, 02, 03, 04, 07, 08, 09, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18.
Suelo y subsuelo		19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29.
Flora y Fauna	URB	30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 40, 41, 42.
Paisaje		43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59.

Con el fin de determinar los usos compatibles y no compatibles, se recurrió la Actualización del Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Puerto Morelos 2009-2023 publicado el 20 de mayo del 2009 en el Periódico Oficial del Gobierno del Estado de Quintana Roo. Más adelante, se realiza la vinculación del proyecto con dicho instrumento.

De igual manera, el Ordenamiento posee criterios ecológicos generales y específicos, mismos que son entendidos como aquellos que se establecen para orientar las acciones de preservación y restauración del equilibrio ecológico, el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales y la protección al ambiente. Estos criterios describen aspectos generales o específicos que norman los diversos usos de suelo, así como los parámetros y estándares que deberán cumplirse, incluidos parámetros de aprovechamiento y sustentabilidad.

Por lo antes expuesto, se presenta a continuación la vinculación del proyecto con los Criterios de Regulación Ecológica Generales, establecidos por el POEL del Municipio de Benito Juárez, Quintana Roo, 2014 y dado su carácter general son aplicables en todo el territorio municipal de Benito Juárez, independientemente de la Unidad de Gestión Ambiental en la que se ubique el proyecto o actividad.

#### XIV.1.1 Criterios generales

CRITERIO	
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 de Proceso y Uso de Plaguicidas, Fertilizantes y Substancias Tóxicas (CICOPLAFEST).

Se evitará el uso de fertilizantes y plaguicidas químicos para el riego de áreas verdes. Sin embargo, en caso de requerirse, se asegurará que se encuentren en el catálogo de la Comisión Intersecretarial para el Control de Proceso y Uso de Plaguicidas, Fertilizantes y Substancias Tóxicas (CICOPLAFEST).

CRITERIO	
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.

El proyecto consiste en un desarrollo inmobiliario, no contempla el uso de agroquímicos de manera rutinaria, por lo que este criterio no le es aplicable.

CRITERIO	
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.

Este criterio no le es aplicable al proyecto dadas las condiciones en las que se encuentra el predio, ya que actualmente no presenta áreas desmontadas y por otra parte, dado que es un proyecto de interés social, el cambio de uso de suelo solicitado es para la superficie total del mismo (43.37 ha).

CRITERIO	
CG-04	En los nuevos proyectos de desarrollo urbano, agropecuario, suburbano, turístico e industrial se deberá separar el drenaje pluvial del drenaje sanitario. El drenaje pluvial de techos, previo al paso a través de un decantador para separar sólidos no disueltos, podrá ser empleado para la captación de cisternas, dispuesto en áreas con jardines o en las áreas con vegetación nativa remanente de cada proyecto. El drenaje pluvial de estacionamientos públicos y privados así como de talleres mecánicos deberá contar con sistemas de retención de grasas y aceites.

El proyecto contempla un diseño en el que el drenaje pluvial será separado del drenaje sanitario, de tal manera que no se contaminará el agua de lluvia, además esta será canalizada a pozos de absorción, lo cuales estarán diseñados conforme a las normas aplicables para evitar contaminación por grasas y aceites.

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.

El artículo 132 de la LEEPAQROO, dice a la letra:

*ARTICULO 132.- Para la recarga de mantos acuíferos, en las superficies de predios que se pretendan utilizar para obras e instalaciones, se deberá permitir la filtración de aguas pluviales al suelo y subsuelo. Por tal motivo, las personas físicas o morales quedan obligadas a proporcionar un porcentaje del terreno a construir, preferentemente como área verde, lo que en su caso siempre será permeable.*

*Para los efectos del párrafo anterior en los predios con un área menor de 100 metros cuadrados deberán proporcionar como área verde el 10% como mínimo; en predios con superficie mayor de 101 a 500 metros cuadrados, como mínimo el 20%; en predios cuya superficie sea de 501 a 3,000 metros cuadrados, como mínimo el 30%, y*

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

El área permeable para el proyecto, será de 2.50 ha para la Fase 1, que representa el 40.52% de la superficie total del predio; y en la Fase 2, de 14.92 ha, que corresponde al 40.10% de la superficie total. Con lo que se cumple este criterio.

En la **Figura 61** se presentan las áreas permeables del proyecto.

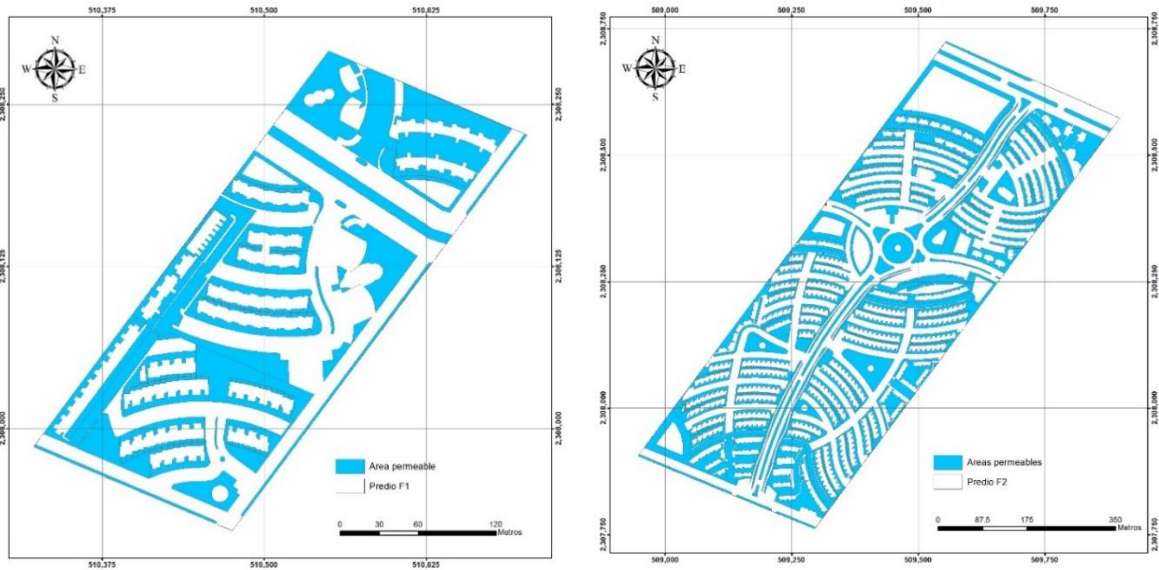


Figura 61. Áreas permeables del proyecto. En la imagen izquierda se presenta la Fase 1 y en la imagen derecha la Fase 2 del proyecto Residencia Civitas.

CRITERIO	
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.

La totalidad del predio se encuentra cubierto con el mismo tipo de vegetación y con un estado o calidad relativamente uniforme, por lo cual no presenta zonas sin vegetación que puedan representar preferencia para la ejecución del proyecto, razón por la cual este criterio no le es aplicable.

CRITERIO	
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.

Se establecerán pasos de fauna inferiores cada 50 metros por la pérdida de conectividad del área por el bardeado perimetral contemplado para el proyecto. Cabe señalar que dicha barda no abarcará el total del perímetro de los predios, ya que no incluirá las entradas al fraccionamiento.

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.

Este criterio no le es aplicable al proyecto debido a que en los predios donde se pretende establecer no se encuentran humedales, rejolladas inundables, petenes, cenotes ni cuerpos de agua superficiales.

CRITERIO	
CG-09	Salvo en las UGA 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 predio se encuentra en una UGA urbana, por lo que el proyecto cumple la condición de excepción del presente criterio de regulación.

CRITERIO	
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.

No se establecerán caminos de acceso ajenos al proyecto, por lo que este criterio no le es aplicable. Cabe señalar que las vialidades internas del mismo, están implicadas en los usos compatibles de acuerdo al PPDU del Centro de Población de Puerto Morelos.

CRITERIO	
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.

De acuerdo con la ficha técnica de la UGA 28 los parámetros de aprovechamiento para dicha UGA se encuentran sujetos a lo establecido en el Programa de Desarrollo Urbano

vigente, el cual determina como parámetros el coeficiente de ocupación del suelo (COS), el coeficiente de utilización del suelo (CUS) y el coeficiente de modificación del suelo (CMS), parámetros con los que el proyecto cumple y que son descritos a detalle en el apartado correspondiente.

CRITERIO	
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.

Como se mencionó en el criterio anterior, los usos de suelo establecidos para el proyecto se encuentran conforme lo determina el PDU del Centro de Población de Puerto Morelos, además el lineamiento ecológico de la UGA 28 no señala un parámetro de aprovechamiento diferente, por ello proyecto no incumple con este criterio.

CRITERIO	
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.

Se implementará un programa de rescate de flora y fauna en para la superficie sujeta a ocupación por el proyecto, con lo que se dará cumplimiento a este criterio.

CRITERIO	
CG-14	En los predios donde no exista cobertura arbórea, o en el caso que exista una superficie mayor desmontada a la señalada para 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 unidad de gestión ambiental y la actividad compatible que pretenda desarrollarse.

Los predios cuentan con cobertura arbórea en su totalidad, por lo que no le es aplicable este criterio.

CRITERIO	
CG-15	En los ecosistemas forestales deberán eliminarse los ejemplares de especies exóticas considerados como invasoras por la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CANABIO) 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.

En los predios no hay presencia de especies exóticas, por lo que este criterio no le es aplicable al proyecto.

CRITERIO	
----------	--

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”.
-------	--

No se pretende la introducción y manejo de palma de coco en el predio, por lo que este criterio no le es aplicable al proyecto.

CRITERIO	
CG-17	Se permite el manejo de especies exóticas, cuando: <ol style="list-style-type: none"><li>1. La especie no esté catalogada como especie invasora por la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad y/o La SAGARPA.</li><li>2. La actividad no se proyecte en cuerpos naturales de agua.</li><li>3. El manejo de fauna, en caso de utilizar encierros, se debe realizar el tratamiento secundario por medio de biodigestores autorizados por la autoridad competente en la materia de aquellas aguas provenientes de la limpieza de los sitios de confinamiento.</li><li>4. Se garantice el confinamiento de los ejemplares y se impida su dispersión o distribución al medio natural.</li><li>5. Deberán estar dentro de una Unidad de Manejo Ambiental o PIMVS.</li></ol>

El proyecto no contempla la introducción de especies exóticas por lo que este criterio no le es aplicable al proyecto.

CRITERIO	
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.

Dado que el proyecto no contempla el establecimiento de unidades de producción acuícolas por lo que este criterio no le es aplicable.

CRITERIO	
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.

Una vez autorizado el proyecto el acceso al predio será contralado, esto incluye tanto proveedores de materiales como para el personal que laboré en la construcción, razón por la cual el proyecto cumplirá con este criterio al no abrir el terreno como zona de libre tránsito sino hasta la operación del mismo.

CRITERIO	
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 predio no se encuentran cenotes, rejolladas inundables ni cuerpos de agua por lo cual este criterio no le aplica.

CRITERIO	
CG-21	Donde se encuentren vestigios arqueológicos, deberá reportarse dicha presencia al Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH) y contar con su correspondiente autorización para construcción de la obra o realización de actividades.

En el predio donde se pretende establecer el proyecto no existen vestigios arqueológicos, por lo que este criterio no le es aplicable al proyecto.

CRITERIO	
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.

Si bien parte del predio de la Fase 1 del proyecto es atravesado por el paso de una línea de alta tensión, su respectivo derecho de vía quedará excluido de los lotes habitacionales y tendrá como uso ser un camellón principal de una avenida, razón por la cual el proyecto cumple con este criterio.

CRITERIO	
CG-23	La instalación de infraestructura de conducción de energía eléctrica de baja tensión 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.

Toda la instalación de la infraestructura de conducción eléctrica requerida por el proyecto será subterránea, por lo que el proyecto cumple con este criterio.

CRITERIO	
CG-24	Los taludes de los caminos y carreteras deberán ser reforestados con plantas nativas de cobertura y herbáceas que limiten los procesos de erosión.

El proyecto no consiste en el establecimiento de caminos y carreteras. Las vialidades internas, no tendrán taludes, sino que estarán delimitados por banquetas y guarniciones por lo que este criterio no le es aplicable.

CRITERIO	
CG-25	En ningún caso la estructura o cimentación de las construcciones deberá interrumpir la hidrodinámica natural superficial y/o subterránea.



Al igual que gran parte de la Península de Yucatán, en la zona donde se pretende establecer el proyecto no se presentan corrientes superficiales dadas su característica naturaleza kárstica y sus características topográficas. Dichas características facilitan que la precipitación permee con facilidad y no genere un escurrimiento superficial capaz de formar corrientes considerables. En razón de esto, el proyecto no alterará la hidrodinámica de la zona toda vez que se tienen contempladas zonas permeables que ocupan poco más del 40% de la superficie de los lotes que conforman el predio, además de pozos de absorción que permitirán que el agua proveniente del escurrimiento pluvial en las vialidades del proyecto se infiltre y pase a formar parte de la recarga del acuífero.

CRITERIO	
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 (ventilación, miriñaques, piso de cemento, correcta iluminación, lavamanos, entre otros). C- Establecer las medidas necesarias para almacenamiento, retiro, transporte y disposición final de los residuos sólidos generados. D- Establecer medidas para el correcto manejo, almacenamiento, retiro, transporte y disposición final de los residuos peligrosos.

A pesar de que el reglamento citado no es aplicable al actual municipio de Puerto Morelos, se establecerá una letrina por cada 25 trabajadores, tal como lo establece el Reglamento de Construcciones del Municipio de Benito Juárez, para evitar el fecalismo al aire libre, contenedores de residuos sólidos separados según el tipo de residuo, así como un almacén temporal de residuos peligrosos y su posterior recolección por una empresa autorizada. El almacén temporal de los residuos peligrosos no excederá de 6 meses.

CRITERIO	
CG-27	En el diseño y construcción de los sitios de disposición final de Residuos Sólidos Urbanos se deberán colocar en las celdas para residuos y en el estanque de lixiviados, una geomembrana de polietileno de alta densidad o similar, con espesor se deberá acreditar la aprobación de las pruebas de hermeticidad de las uniones de la geomembrana por parte de la autoridad que supervise su construcción.

El proyecto no consiste en el diseño y construcción de algún sitio de disposición final de residuos sólidos urbanos, por lo que este criterio no le es aplicable.

CRITERIO	
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 contengan residuos sólidos urbanos, así como aquellos que puedan ser catalogados como peligrosos por la normatividad vigente.

Se realizará la disposición final de materiales de construcción residuales en sitios autorizados por la autoridad competente. Estos no serán mezclados con residuos sólidos urbanos ni peligrosos.

CRITERIO	
CG-29	La disposición final de residuos sólidos únicamente podrá realizarse en los sitios previamente aprobados para tal fin.

Los residuos sólidos urbanos serán recolectados y conducidos al sitio de disposición final autorizado por el ayuntamiento.

CRITERIO	
CG-30	Los desechos biológicos infecciosos no podrán disponerse en el relleno sanitario y/o en depósitos temporales de servicio municipal.

No se prevé, la generación de residuos biológico-infecciosos por la naturaleza del proyecto, por lo que este criterio no es aplicable al proyecto.

CRITERIO	
CG-31	Los sitios de disposición final de RSU deberán contar con un banco de material pétreo autorizado dentro de área proyecta, mismo que se deberá ubicar aguas arriba de las celdas de almacenamiento y que deberá proveer diariamente del material de cobertura.

El proyecto no consiste ni incluye el establecimiento de un sitio de disposición final de residuos sólidos, por lo que el presente criterio no le es aplicable al proyecto.

CRITERIO	
CG-32	Se prohíbe la quema de basura, así como su entierro o disposición a cielo abierto.

No se realizará la quema de basura ni su disposición a cielo abierto en el sitio del proyecto en ninguna de sus etapas.

CRITERIO	
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.

Para la etapa de construcción, el proyecto contempla el establecimiento de tambores de 200 l para el acopio temporal de los residuos sólidos y su posterior recolección y conducción en sitios de disposición final.

Para la etapa de operación, se establecerán sitios para la disposición temporal de los residuos sólidos urbanos generados en cada vivienda, así como tambores de 200 l para las áreas públicas, incluidas las de donación para áreas verdes.

CRITERIO	
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 material pétreo requerido para la construcción del desarrollo inmobiliario provendrá de bancos de material autorizados, con lo que se cumplirá lo establecido en este criterio.

CRITERIO	
CG-35	En la superficie en la que por excepción la autoridad competente autorice la remoción de la vegetación, también se podrá retirar el suelo, subsuelo y las tocas 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.

De acuerdo con el estudio geohidrológico del predio, en este no fueron encontrados ríos subterráneos que pudieran representar una limitante para la nivelación del terreno e instalación de las cimentaciones.

CRITERIO	
CG-36	Los desechos orgánicos derivados de las actividades agrícolas, pecuarias y forestales deberán aprovecharse en primera instancia para la recuperación de suelos, y/o fertilización orgánica de cultivos y áreas verdes, previo composteo y estabilización y ser dispuestos donde la indique la autoridad competente en la materia.

Este criterio no le es aplicable al proyecto, debido a que no consiste en la realización de actividades agrícolas, pecuarias ni forestales.

CRITERIO	
CG-37	Todos los proyectos que impliquen la remoción de la vegetación y el despalme del suelo deberán realizar acciones para recuperación de la tierra vegetal, realizando su separación de los residuos vegetales y pétreos, con la finalidad de que sea utilizada para acciones de reforestación dentro del mismo proyecto o donde lo disponga la autoridad competente en la materia, dentro del territorio municipal.

El material vegetal que se genere de la remoción de la vegetación para la construcción del predio, será triturado y esparcido en las áreas verdes y en aquellas áreas afectadas que no hayan sido autorizadas para su ocupación. Esto con el objeto de la recuperación y mejoramiento de suelos.

CRITERIO	
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.

Este criterio no le es aplicable al proyecto debido a que este se ubica en una sola UGA y por lo tanto no se llevará a cabo la transferencia de densidades a la cual se hace referencia.

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.

El presente Documento Técnico Unificado se presenta con el objetivo de obtener la autorización correspondiente en materia de impacto ambiental y de Cambio de Uso del Suelo por excepción de manera simultánea ante la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, para dar cumplimiento al criterio en comento y a las demás disposiciones legales aplicables para tal efecto.

#### XIV.1.2 Criterios específicos

El Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Benito Juárez, además de disponer de criterios generales aplicables a todas las UGA's, establece criterios ecológicos específicos los cuales son señalados en el **Cuadro 77**.

*Cuadro 77. Criterios específicos aplicables a la UGA 28*

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

- Criterios de regulación ecológica para el recurso agua

CRITERIO	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 las autoridades competentes y las normas oficiales mexicanas aplicables en la materia.

Las aguas residuales provenientes de las casas habitación en la etapa de operación del proyecto, serán canalizadas al sistema de alcantarillado municipal, las cuales tendrán como destino final la planta de tratamiento municipal. Cabe señalar que el sistema de drenaje sanitario será independiente al sistema de drenaje del proyecto

CRITERIO	Recurso Agua
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 personas 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.

El proyecto no contempla la instalación de biodigestores, y como se ha explicado anteriormente, el sistema de drenaje sanitario del mismo estará conectado al sistema de drenaje municipal, razón por la cual este criterio no le es aplicable al proyecto.

CRITERIO	Recurso Agua
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.

Las aguas residuales provenientes de las casas habitación en la etapa de operación del proyecto, serán canalizadas al sistema de alcantarillado municipal.

CRITERIO	Recurso Agua
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 consiste en el establecimiento de sistemas de producción agrícola intensiva, por lo que este criterio no le es aplicable.

CRITERIO	Recurso Agua
URB-05	En el caso de los campos de golf o usos de suelo similares que reunieran la aplicación de riegos con agroquímicos y/o aguas residuales tratadas, deberán contar con la infraestructura necesaria para optimización y reciclaje del agua. Evitando en todo la contaminación al suelo, cuerpos de agua, y mantos freáticos.

El proyecto no contempla la construcción de un campo de golf, ni requiere la aplicación de riesgos con agroquímicos ni aguas residuales tratadas, por lo que este criterio no le aplica.

CRITERIO	Recurso Agua
URB-06	Los proyectos de campos deportivos y/o del 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.

Si bien el proyecto contempla la construcción de vivienda, esta será principalmente de interés social, razón por la cual el diseño del proyecto contempla al mínimo la necesidad de mantenimiento en áreas verdes, debido principalmente a que no será sembrado pasto en estas y por lo tanto no se llevará a cabo el uso de fertilizantes. Cabe mencionar que no obstante que se pide el cambio de uso de suelo para todo el predio se establecerán áreas verdes en las cuales mantendrán los individuos arbóreos y únicamente se llevará a cabo una remoción parcial del sotobosque (socoleo).

CRITERIO	Recurso Agua
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.

Como se ha mencionado en apartados anteriores, las aguas residuales generadas por el proyecto en la etapa de operación (provenientes de las casas habitación), serán canalizadas al sistema de alcantarillado municipal para su posterior tratamiento en la planta de tratamiento municipal. Cabe mencionar que el sistema de drenaje sanitario será independiente al sistema de drenaje pluvial, razón por la cual se evitará la contaminación del agua de lluvia.

CRITERIO	Recurso Agua
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 contempla un total de 15.14 ha áreas verdes, que incluyen 8.77 ha de espacios jardinados, es decir, con vegetación inducida y 5.79 ha de áreas verdes con vegetación nativa del sitio. Estas áreas verdes incorporan elementos arbóreos y arbustivos, con lo que se da cumplimiento al criterio en comento.

CRITERIO	Recurso Agua
URB-09	Para mitigar el aumento de la temperatura y la sensación térmica en las zonas urbanas, mejorar el paisaje, proteger las zonas de infiltración de aguas 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 contempla un total de 15.14 ha áreas verdes, que incluyen 9.35 ha de espacios jardinados, es decir, con vegetación inducida y 5.79 ha de áreas verdes con vegetación nativa del sitio. Estas áreas verdes incorporan elementos arbóreos y arbustivos, y están incluidas en las áreas públicas de parques en áreas de donación.

Cabe señalar que dichas superficies se encuentran en distribuidas tanto en la Fase 1 como en la Fase 2 del proyecto, y la distancia entre ambas fases no es mayor a 1 kilómetro, con lo que se da cumplimiento al criterio en comento.

CRITERIO	Recurso Agua
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 los lotes que integran los predios donde pretende establecerse el proyecto residencial Civitas, no se encontraron cenotes, cuerpos de agua ni rejolladas, de tal manera que este criterio no le es aplicable al proyecto.

CRITERIO	Recurso Agua
URB-11	Para el ahorro del recurso agua, las nuevas construcciones deberán implementar tecnologías que aseguren el ahorro y uso eficiente del agua.

Se emplearán tecnologías para el ahorro de agua, tales como el establecimiento de inodoros y grifos ahorradores en las casas habitación y locales comerciales.

CRITERIO	Recurso Agua
URB-12	En las plantas de tratamiento de aguas residuales y de desactivación de lodos deberán implementarse procesos para la disminución de olores y establecer franjas de vegetación arbórea de al menos 15 m de ancho que presten el servicio de barreras dispersantes de malos olores dentro del predio que se encuentren dichas instalaciones.

Este criterio no aplica al proyecto debido a que no incluye el establecimiento de una planta de tratamiento de aguas residuales ni de desactivación de lodos, ya que se las aguas residuales provenientes del fraccionamiento se canalizarán al drenaje municipal hacia la planta de tratamiento del municipio.

CRITERIO	Recurso Agua
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.

Si bien el drenaje pluvial del proyecto será canalizado a los pozos de absorción estos serán diseñados con apego a la normatividad aplicable, de tal forma que contarán con un sistema colector de grasas y sólidos que evitará la contaminación del acuífero, razón por la cual el proyecto cumple con este criterio.

CRITERIO	Recurso Agua
URB-14	Los crematorios deberán realizar un monitoreo y control de sus emisiones a la atmósfera.

El proyecto no incluye el establecimiento de crematorios, por lo que este criterio no le es aplicable.

CRITERIO	Recurso Agua
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 incluye el establecimiento de cementerios, por lo que este criterio no le es aplicable.

CRITERIO	Recurso Agua
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 menos de 20 m conduzcan y permitan el libre flujo que de manera natural se establezca para el desagüe.

El proyecto en cuestión no se ubica en la franja costera de la UGA 28, por lo que este criterio no le es aplicable.

CRITERIO	Recurso Agua
URB-17	Serán susceptibles 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.

En caso de que se requiera el aprovechamiento de recursos forestales de las áreas verdes con fines de propagación, ésta se realizará mediante autorización de colecta de recursos biológicos forestales. Sin embargo, el proyecto no contempla en sí mismo esta actividad.

- Criterios de regulación ecológica para el recurso suelo y subsuelo

CRITERIO	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 realizarse durante todas las etapas del proyecto, incluyendo las actividades de la etapa de abandono.

El proyecto no incluye la explotación de bancos de materiales pétreos. El material pétreo requerido para la construcción del mismo se adquirirá de bancos autorizados en materia de impacto ambiental en el municipio.



CRITERIO	Recurso Suelo y subsuelo
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.

Este criterio no le es aplicable al proyecto debido a que en los lotes que integran el predio donde se pretende establecer no se encuentran cenotes, rejolladas ni cuevas o cavernas.

CRITERIO	Recurso Suelo y subsuelo
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 no incluye la explotación de bancos de materiales pétreos, por lo que este criterio no le es aplicable.

CRITERIO	Recurso Suelo y subsuelo
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 no incluye la explotación de bancos de materiales pétreos, por lo que este criterio no le es aplicable.

CRITERIO	Recurso Suelo y subsuelo
URB-23	Para reincorporar las superficies afectadas por extracción de materiales pétreos a las actividades económicas del municipio, deberá realizarse la rehabilitación de dichas superficie en congruencia con los usos que prevean los instrumentos de planeación vigentes para la zona.

El proyecto no incluye la explotación de bancos de materiales pétreos, por lo que este criterio no le es aplicable.

CRITERIO	Recurso Suelo y subsuelo
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.

De acuerdo con lo establecido con la NOM-161-SEMARNAT-2011 y Ley para la Prevención y Gestión Integral de Residuos del Estado de Quintana Roo, el proyecto requiere, la presentación de un Plan de Manejo de Residuos Sólidos, mismo que se

adjunta someterá a validación ante la autoridad competente y se adjunta al presente DTU con el fin de dar fe al cumplimiento a este criterio.

CRITERIO	Recurso Suelo y subsuelo
URB-25	Para el caso de fraccionamientos habitacionales, el fraccionador deberá construir a su cargo y entregar al Ayuntamiento por cada 1000 viviendas previstas en el proyecto de fraccionamiento, parque o parques públicos recreativos con sus correspondientes áreas jardinadas y arboladas con una superficie mínima de 5,000 metros cuadrados, mismos que podrán ser relacionados a las áreas de donación establecidas en la legislación vigente en la materia. Tratándose de fracciones en el número de viviendas previstas en el fraccionamiento, las obras de equipamiento urbano serán proporcionales, pudiéndose construir incluso en predios distintos al fraccionamiento.

El artículo 60 de la Ley de Fraccionamientos del Estado de Quintana Roo establece que 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 que serán como mínimo:

*I. En los fraccionamientos habitacionales urbanos, la donación comprenderán el 15% de la superficie neta de los mismos;...  
El cálculo de la superficie neta se hará deduciendo del área total del fraccionamiento, la ocupada por vías públicas.*

Adicionalmente, el Artículo 31 del mismo instrumento establece que cuando por razones de planificación, según los planes estatal y municipal de desarrollo a juicio de la Secretaría Estatal de Obras Públicas y Desarrollo Urbano, se requerirán calles de anchura superior a 32 metros, las superficies excedentes a esa anchura serán descontadas de aquellas que el fraccionador debe donar al municipio en los términos del Artículo 60 de la presente Ley.

El proyecto contempla el establecimiento de 0.96 ha de área de donación para la Fase 1, lo que representa el 24.39% del área neta (3.93 ha) y de 3.73, ha, que representa el 15.35% del área neta (24.28 ha). En virtud de lo anterior, el proyecto cumple con este criterio.

CRITERIO	Recurso Suelo y subsuelo
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 las 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 contempla el establecimiento de 2.13 ha para áreas verdes en la Fase 1 del proyecto, y 13.00 ha para la Fase 2, resultando en un total de 15.14 ha, lo que representa el 34.88% de la superficie total del predio. Estas áreas verdes, se

componen de áreas de vegetación natural (5.79 ha) y áreas jardinadas, que se conforman por los frentes, patios de las casas, así como por áreas públicas de vegetación inducida (9.35 ha) (**Figura 62**)

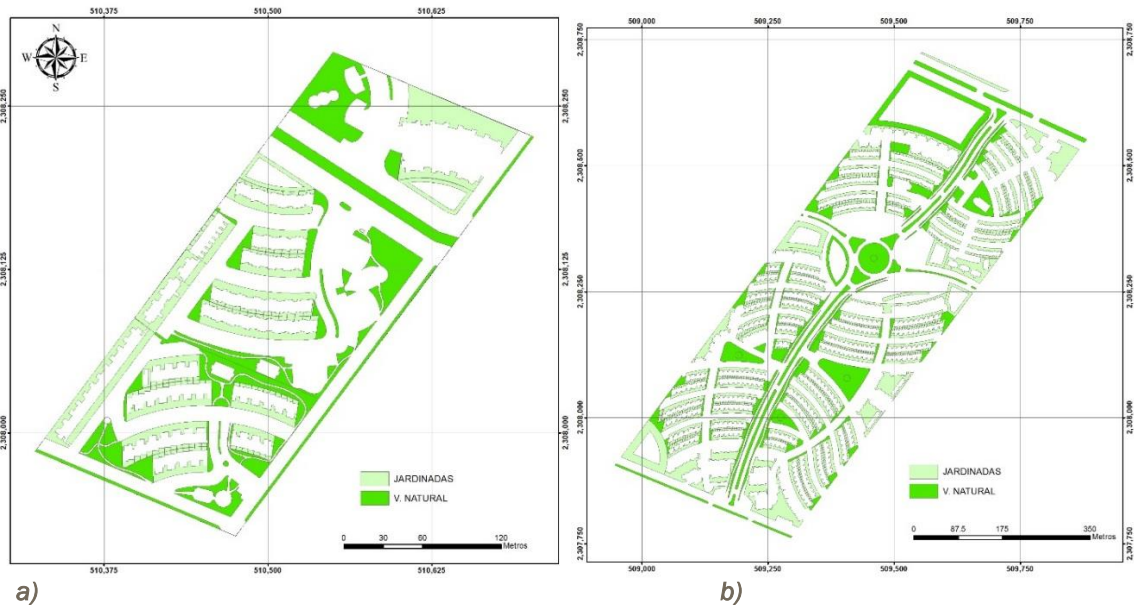


Figura 62. Áreas verdes del proyecto. a) Fase 1, b) Fase 2

CRITERIO	Recurso Suelo y subsuelo
URB-27	La superficie ocupada por equipamiento en las áreas verdes no deberá exceder de un 30% del total de la superficie de cada una de ellas.

En las dos fases que integran el proyecto, el equipamiento es mínimo, limitándose únicamente al establecimiento de senderos permeables y juegos infantiles por lo que se cumple este criterio.

CRITERIO	Recurso Suelo y subsuelo
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).

El proyecto no se establecerá en espacios excavados de alguna sascabera en desuso y no se prevé que exista riesgo de inundación, además de que no se cuenta con atlas de riesgo estatal ni municipal.

CRITERIO	Recurso Suelo y subsuelo
URB-29	En la construcción de fraccionamientos dentro de las áreas urbanas, se permite la utilización de 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.

Se utilizará el material pétreo que se obtenga de los cortes de nivelación del predio para realizar los rellenos requeridos. Sin embargo, la mayor parte del material se adquirirá de bancos de material autorizados.

- Criterios de regulación ecológica para los recursos flora y fauna

CRITERIO	Recursos Flora y Fauna
URB-30	En zonas inundables, se deben mantener las condiciones naturales de los ecosistemas y garantizar la conservación de las poblaciones silvestres que la habitan. Por lo que las actividades recreativas de contemplación deben ser promovidas y las actividades de aprovechamiento extractivo y de construcción deben ser condicionadas.

No obstante que el municipio de Puerto Morelos, al igual que el estado de Quintana Roo, no cuenta con atlas de riesgo, de acuerdo al Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Puerto Morelos, el proyecto no se ubica en una zona inundable, por lo que este criterio no le es aplicable al proyecto.

CRITERIO	Recursos Flora y Fauna
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 predio no colinda con áreas destinadas a la conservación. Sin embargo, las plantas y animales derivadas del rescate se reubicarán en las áreas verdes naturales del proyecto y áreas verdes restantes, mientras que los individuos restantes (de ser el caso) se dispondrán en el lugar que designe la autoridad competente.

CRITERIO	Recursos Flora y Fauna
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.

Si bien el proyecto contempla 15.14 ha de áreas verdes, dicha superficie no corresponde en su totalidad a espacios públicos, ya que muchas de éstas se distribuyen en los frentes y patios de los lotes. La superficie que corresponde a las áreas verdes en espacios públicos es de 5.79 ha, la cual se mantendrá como área verde natural con especies nativas y donde únicamente se removerán individuos del sotobosque. Por tal razón, el proyecto contempla 100% de la superficie de las áreas verdes en los espacios públicos como área verde natural con vegetación nativa, por lo cual se cumple con este criterio.

CRITERIO	Recursos Flora y Fauna
URB-33	Deberán establecerse zonas de amortiguamiento de al menos 50m alrededor de las zonas

industriales y centrales de abastos que se desarrollen en las reservas urbanas. Estas zonas de amortiguamiento deberán ser dotados de infraestructura de parque público.

No aplica al proyecto, debido a que éste no consiste en el establecimiento de una zona industrial ni una central de abastos.

CRITERIO	Recursos Flora y Fauna
URB-35	No se permite introducir o liberar fauna exótica en parques y/o áreas de reservas urbanas.

No se introducirá fauna exótica en las áreas verdes del proyecto.

CRITERIO	Recursos Flora y Fauna
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.

En el sitio del proyecto, no existen ecosistemas de manglar, por lo que este criterio no le es aplicable.

CRITERIO	Recursos Flora y Fauna
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, sólo podrá realizarse cuando se haya ocupado el 85% del territorio de la etapa de desarrollo urbano previa.

Si bien el criterio hace referencia a las etapas de desarrollo que pueden estar previstas en el Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Puerto Morelos, éste no contempla una zonificación de dichas etapas y únicamente hace referencia de las mismas por un número de viviendas, es decir, se establece un número umbral de viviendas por etapa de desarrollo. En este contexto le corresponde a la autoridad que lleva el registro de las viviendas autorizadas, a partir de la publicación del instrumento en comento, si el proyecto cumple con dichas fases.

Tomando en cuenta que: la localidad de Puerto Morelos no ha tenido un crecimiento como las ciudades vecinas, que si bien se prevé un crecimiento en la demanda de vivienda, la oferta de la misma no ha tenido un crecimiento exponencial, además de que el instrumento de planeación urbana no determina zonificación alguna para las etapas, se prevé que el proyecto no incumple con lo establecido en este criterio.

CRITERIO	Recursos Flora y Fauna
----------	------------------------

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.

Los estacionamientos del fraccionamiento contarán con áreas verdes diseñados en forma de camellones continuos y se colocará un árbol por cada dos cajones de estacionamiento.

CRITERIO	Recursos Flora y Fauna
URB-39	Los predios colindantes con los humedales deberán tener áreas de vegetación, preferentemente nativa, que permitan el tránsito de la vida silvestre hacia otros manchones de vegetación. Los predios colindantes en el Sur del área natural protegida Manglares de Nichupté (ANPLN) deberán mantener su cubierta vegetal para favorecer el tránsito de fauna. Se deberán realizar obras que permitan la comunicación de la fauna entre el ANPLN el área de vegetación nativa con la que colinda en su límite Sur, para tal efecto se deberán realizar las obras necesarias en la carretera que las divide para que la fauna pueda transitar entre ambos terrenos, sin que pueda ser atropellada.

El predio no se encuentra en un área colindante con humedales, ni al sur del área natural protegida Manglares de Nichupté, por lo que este criterio no le es aplicable.

CRITERIO	Recursos Flora y Fauna
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 predio no colinda con Áreas Naturales Protegidas, por lo que este criterio no le es aplicable.

CRITERIO	Recursos Flora y Fauna
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 olivaeformis</i> ), capulín ( <i>Muntingia calabura</i> ), <i>Ficus spp</i> , entre otros.

El proyecto se encuentra colindante a alguna ANP o parque municipal. Las áreas verdes sin embargo, se establecerán con especies nativas que servirán de refugio y alimentación a la fauna silvestre.

- Criterios de regulación ecológica para el recurso paisaje

CRITERIO	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.

Las áreas verdes y de conservación del fraccionamiento serán equipadas con tambores de 200 L para la disposición temporal de los residuos sólidos. Se prohibirá el fecalismo al aire libre en estas áreas, restringiendo esta actividad a las viviendas. Además el proyecto tiene contemplado el establecimiento de sitios especiales para el depósito temporal de residuos, para su posterior recolección por el servicio de limpieza municipal, por lo cual se cumple con este criterio.

CRITERIO	Recurso Paisaje
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 predio no se ubica en algún predio colindante a la Zona Federal Marítimo Terrestre, por lo cual este criterio no le es aplicable.

CRITERIO	Recurso Paisaje
URB-45	Para recuperar el paisaje y compensar la pérdida de vegetación en las zonas urbanas, en las actividades de reforestación designadas por la autoridad competente, se usarán de manera prioritaria especies nativas acordes a cada ambiente.

Todas las áreas verdes naturales del proyecto contarán con especies nativas dado que en ellas no se llevará a cabo la remoción toda la vegetación, además serán enriquecidas con las plantas derivadas del rescate de vegetación.

CRITERIO	Recurso Paisaje
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 consiste en realizar actividades de la industria concretera, por lo que este criterio no le es aplicable.

CRITERIO	Recurso Paisaje
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 proyecto no se ubica en la Zona Federal Marítimo Terrestre, por lo que este criterio no le es aplicable al proyecto.

CRITERIO	Recurso Paisaje
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-

Todas las áreas verdes del proyecto que coinciden con camellones, áreas de donación, áreas de equipamiento, y demás mencionadas en el criterio se encuentran incluidas en las 5.79 ha que el proyecto prevé como áreas verdes con vegetación nativa en donde no serán removidos más que los individuos del estrato herbáceo a través de la actividad denominada socoleo.

CRITERIO	Recurso Paisaje
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 predio del proyecto no colinda con playa, por lo que este criterio no le es aplicable.

CRITERIO	Recurso Paisaje
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>Erithalis fruticosa</i> y arbustos: <i>Tournefortia gnaphalodes</i> , <i>Suriana marítima</i> y <i>Coccoloba uvífera</i> y palmas <i>Thrinax radiata</i> , <i>Coccothrinax readii</i> .

El proyecto no se encuentra en un área de dunas, por lo que este criterio no le es aplicable.

CRITERIO	Recurso Paisaje
URB-51	La selección de sitios para la rehabilitación de dunas y la creación infraestructura de retención de arena deberá tomar en cuenta los siguientes criterios: Que haya evidencia de la existencia de dunas en los últimos 20 años. Que los vientos prevalecientes soplen en dirección a las dunas. Que existan zonas de dunas pioneras (embrionarias) en la playa en la que la arena esté constantemente seca, para que constituya la fuente de aportación para la duna. Las cercas de retención deberán ser biodegradables, con una altura aproximada de 1.2 m y con 50% de porosidad y ubicadas en paralelo a la costa. Las dunas rehabilitadas deberán ser reforestadas.

El proyecto no se encuentra en un área de dunas, por lo que este criterio no le es aplicable.

CRITERIO	Recurso Paisaje
URB-52	En las playas de anidación de tortugas marinas se deben realizar las siguientes medidas precautorias: Evitar la remoción de la vegetación nativa y la introducción de especies exóticas en el hábitat de anidación. Favorecer y propiciar la regeneración natural de la comunidad vegetal nativa y el mantenimiento de la dinámica de acumulación de arena del hábitat de anidación. Retirar de la playa, durante la temporada de anidación, cualquier objeto movible que



tenga la capacidad de atrapar, enredar o impedir el paso de las tortugas anidadoras y sus crías.  
 Eliminar, reorientar o modificar cualquier instalación o equipo que durante la noche genera una emisión o reflexión de luz hacia la playa de anidación y emergencia de crías de tortuga marina.  
 Orientar los tipos de iluminación que se instalen cerca de las playas de anidación, de tal forma que su flujo luminoso sea dirigido hacia abajo y fuera de la playa, usando alguna de las siguientes medidas para la mitigación del impacto:

- a) Luminarias direccionales o provistas de mamparas o capuchas.
- b) Focos de bajo voltaje (40 watts) o lámparas fluorescentes compactas de luminosidad equivalente.
- c) Fuentes de luz de coloración amarilla o roja, tales como las lámparas de vapor de sodio de baja presión.

Tomar medidas para mantener fuera de la playa de anidación, durante la temporada de anidación, el tránsito vehicular y el de cualquier animal doméstico que pueda perturbar o lastimar a las hembras, nidadas y crías. Sólo pueden circular los vehículos destinados para tareas de monitoreo y los correspondientes para el manejo y protección de las tortugas marinas, sus nidadas y crías.

El proyecto no se encuentra ni colinda con un área de anidación de tortugas, por lo que este criterio no le es aplicable.

CRITERIO	Recurso Paisaje
URB-53	Las obras y actividades que son susceptibles de ser desarrolladas en las dunas costeras deberán evitar la afectación de zonas de anidación y de agregación de especies, en particular aquellas que formen parte del hábitat de especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

El proyecto no se encuentra en un área de dunas costeras, por lo que este criterio no le es aplicable.

CRITERIO	Recurso Paisaje
URB-54	En las dunas no se permite la instalación de tuberías de drenaje pluvial, la extracción de arena, ni ser utilizadas como depósitos de la arena o sedimentos que se extraen de los dragados que se realizan para mantener la profundidad en los canales de puertos, bocas de lagunas o lagunas costeras.

El proyecto no se encuentra en un área de dunas, por lo que este criterio no le es aplicable.

CRITERIO	Recurso Paisaje
URB-55	La construcción de infraestructura permanente o temporal debe quedar fuera de las dunas pioneras (embrionarias).

El proyecto no se encuentra en un área de dunas, por lo que este criterio no le es aplicable.

CRITERIO	Recurso Paisaje
----------	-----------------

URB-56	<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>
--------	---

El proyecto no se encuentra en un área de dunas, por lo que este criterio no le es aplicable.

CRITERIO	Recurso Paisaje
URB-57	La restauración de playas deberá realizarse con arena que tenga una composición química y granulometría similar a la de la playa que se va a rellenar. El material arenoso que se empleará en la restauración de playas deberá tener la menor concentración de materia orgánica, arcilla y limo posible para evitar que la materia se consolide formando escarpes pronunciados en las playas por efecto del oleaje.

El proyecto no se encuentra en un área de playas, por lo que este criterio no le es aplicable.

CRITERIO	Recurso Paisaje
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 se encuentra en alguna franja litoral, por lo que este criterio no le es aplicable.

CRITERIO	Recurso Paisaje
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.

Se triturará el material producto del desmonte del predio. El material producto de dicho desmonte se incorporará a las áreas verdes del mismo para mejorar la calidad del suelo y la vegetación.

## XIV.2 DECRETOS Y PROGRAMAS DE CONSERVACIÓN Y MANEJO DE LAS ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS

Los predios donde se pretende llevar a cabo el proyecto no se encuentran inmersos en alguna Área Natural Protegida (ANP), no colindan con ninguna de estas, sin embargo, el ANP más cercana, es el Parque Nacional Arrecife de Puerto Morelos a 3 km al Este de los predios de estudio. La **Figura 63** muestra la ubicación del proyecto con respecto a las Áreas Naturales Protegidas.

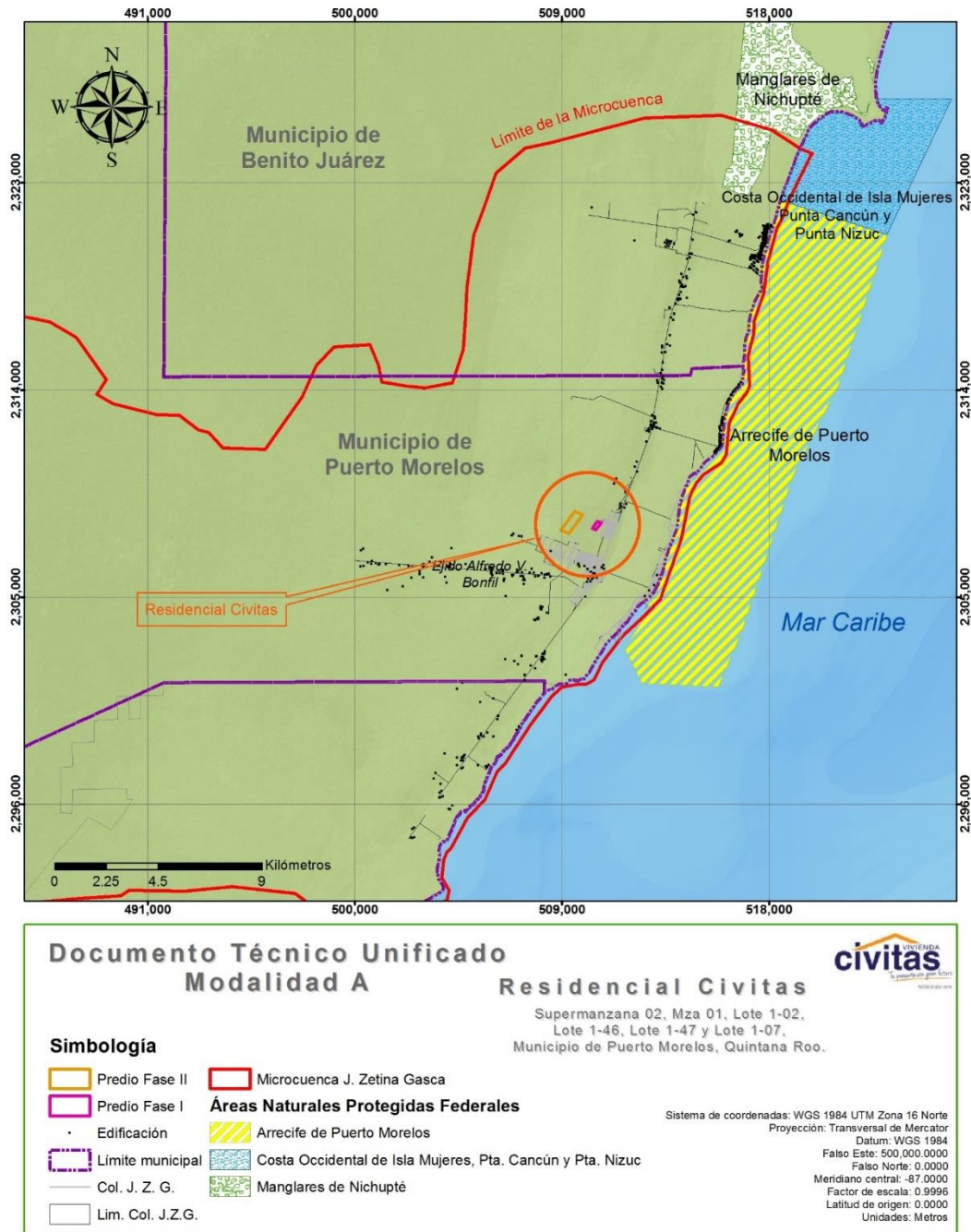


Figura 63. Mapa de Áreas Naturales Protegidas

## **XIV.3 NORMAS OFICIALES MEXICANAS**

### **XIV.3.1 Norma Oficial Mexicana NOM-045-SEMARNAT-2006, Protección ambiental.**

Esta Norma Oficial Mexicana establece los límites máximos permisibles de coeficiente de absorción de luz y el porcentaje de opacidad, provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan diésel como combustible, procedimiento de prueba y características técnicas del equipo de medición.

Su cumplimiento es obligatorio para los propietarios o legales poseedores de los citados vehículos, unidades de verificación y autoridades competentes. Se excluyen de la aplicación de la presente Norma, la maquinaria equipada con motores a diésel empleada en las actividades agrícolas, de la construcción y de la minería.

Esta norma aplica al proyecto en los vehículos de transporte de materiales que usen diésel como combustible. Se llevará a cabo la verificación y, en su caso el mantenimiento vehicular periódicos para garantizar que los límites máximos permisibles de la Norma se cumplan. Esto mediante una unidad de verificación autorizada.

### **XIV.3.2 Norma Oficial Mexicana NOM-041-SEMARNAT-2015**

Esta Norma Oficial Mexicana establece los límites máximos permisibles de emisión de hidrocarburos, monóxido de carbono, oxígeno y óxido de nitrógeno; así como el nivel mínimo y máximo de la suma de monóxido y bióxido de carbono y el Factor Lambda. Es de observancia obligatoria para el propietario, o legal poseedor de los vehículos automotores que circulan en el país o sean importados definitivamente al mismo, que usan gasolina como combustible, así como para los responsables de los Centros de Verificación, y en su caso Unidades de Verificación Vehicular, a excepción de vehículos con peso bruto vehicular menor de 400 kg (kilogramos), motocicletas, tractores agrícolas, maquinaria dedicada a las industrias de la construcción y de la minería.

La Norma es aplicable al proyecto para los vehículos de supervisión de obra o cualquier otro vehículo empleado en la misma, que use gasolina como combustible. Estos vehículos se someterán a verificación en concordancia con la normatividad aplicable en el estado de Quintana Roo, en una unidad de verificación autorizada.

### **XIV.3.3 Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010**

Esta Norma Oficial Mexicana es de observancia obligatoria para las personas físicas o morales que promuevan la inclusión, exclusión o cambio de las especies o poblaciones silvestres en alguna de las categorías de riesgo en el territorio nacional, establecidas por esta Norma, misma que establece el listado de especies nativas de México de flora y fauna silvestre, categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio.

La EIA permite detectar los ejemplares de flora y fauna sujetas a alguna categoría de riesgo, conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010, que pudieran verse afectados por las obras y actividades de algún proyecto y establecer medidas para su protección y conservación.

En el predio del proyecto se encontraron las siguientes especies de flora catalogadas en esta Norma (**Cuadro 78**).

*Cuadro 78. Especies de flora incluidas en alguna categoría de riesgo según la NOM-059-SEMARNAT-2010 que fueron encontradas en el predio.*

Nombre común	Nombre científico	Categoría de protección	Endémica
Palma nakax	<i>Coccothrinax readii</i>	Amenazada	X
Makulis	<i>Tabebuia chrysantha</i>	Amenazada	
Jobillo	<i>Astronium graveolens</i>	Amenazada	
Despeinada	<i>Beaucarnea pliabilis</i>	Amenazada	X

También se encontraron las siguientes especies de fauna catalogadas en la Norma (**Cuadro 79**):

*Cuadro 79. Especies de fauna incluidas en alguna categoría de riesgo según la NOM-059-SEMARNAT-2010 que fueron encontradas en el predio.*

Nombre común	Nombre científico	Categoría de protección	Endémica
<i>Iguana de cola rayada</i>	<i>Ctenosaura similis</i>	Amenazada (A)	
<i>Ranera perica</i>	<i>Leptophis mexicanus</i>	Amenazada (A)	
<i>Tortuga</i>	<i>Rhinoclemmys areolata</i>	Amenazada (A)	
<i>Loro yucateco</i>	<i>Amazona albifrons</i>	Sujeta a Protección Especial (Pr)	
<i>Perico pecho sucio</i>	<i>Aratinga nana</i>	Sujeta a Protección Especial (Pr)	

Por lo anterior, además de implementar las medidas de preventivas y mitigación del proyecto que se describen de forma detallada en el capítulo X del presente Documento Técnico Unificado.

Las medidas a que se refiere el párrafo anterior, incluyen acciones de ahuyentamiento de fauna y el rescate y reubicación de especies de lento desplazamiento, así como el rescate de ejemplares de flora. Las especificaciones de estas medidas, se presentan en el Programa de Rescate y Reubicación de Fauna y en el Programa de Rescate de Flora, anexos al presente Documento Técnico Unificado.

#### **XIV.3.4 Norma Oficial Mexicana NOM-080-SEMARNAT-1994**

Esta norma oficial mexicana 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. Se aplica a vehículos automotores de acuerdo a su peso bruto vehicular, y motocicletas y triciclos motorizados que circulan por las vías de comunicación terrestre, exceptuando los tractores para uso agrícola, trascabos, aplanadoras y maquinaria pesada para la construcción y los que transitan por riel.

Aplica al proyecto en relación a la emisión de ruido proveniente de los vehículos de transporte de materiales y de supervisión de obra que circulen por las vías de comunicación terrestre. Se dará mantenimiento periódico a dichos vehículos para garantizar que el nivel de ruido cumpla con la Norma en comento.

#### **XIV.3.5 Norma Oficial Mexicana NOM-161-SEMARNAT-2011**

Esta Norma Oficial Mexicana es de observancia obligatoria en todo el territorio nacional para: Los grandes generadores de Residuos de Manejo Especial; los grandes generadores de Residuos Sólidos Urbanos.; los grandes generadores y los productores, importadores, exportadores, comercializadores y distribuidores de los productos que al desecharse se convierten en Residuos de Manejo Especial sujetos a un Plan de Manejo y las Entidades Federativas que intervengan en los procesos establecidos en la presente Norma. Quedan excluidos los generadores de residuos provenientes de la Industria Minero-Metalúrgica, de conformidad con los artículos 17 de la Ley y 33 de su Reglamento.

El proyecto no está incluido entre los criterios de excepción que establece la Norma. Además, el proyecto generará una cantidad mayor a los 80 m<sup>3</sup> de Residuos de la Construcción, Mantenimiento y Demolición en General, por lo que, de acuerdo con su Anexo Normativo, esta norma le es aplicable.

Por las razones anteriormente expuestas, se anexa al presente Documento Técnico Unificado el Plan de Manejo de Residuos Sólidos Urbanos y de Manejo Especial.

### **XIV.4 PLANES O PROGRAMAS DE DESARROLLO URBANO (PDU)**

De acuerdo con el Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Puerto Morelos (PDUPM) 2008-2023, publicado en el Periódico Oficial del Estado de Quintana Roo el 20 de mayo de 2009, el área de la Fase 1 del proyecto cuenta con usos de suelo H2

- H2 Habitacional densidad media: 160 hab/ha. o 40 viviendas/ha. (Fase 1 y 2) y
- H3-1 Habitacional densidad alta: 200 hab/ha. o 50 viviendas/ha (Fase 2)

Así como comercial

- C3, Comercial de Barrio: 240 Hab/ha o 60 viviendas/ha (Fase 2)

En la **Figura 64**, se presenta la ubicación del proyecto de acuerdo al Programa Desarrollo Urbano del Centro de Población de Puerto Morelos.

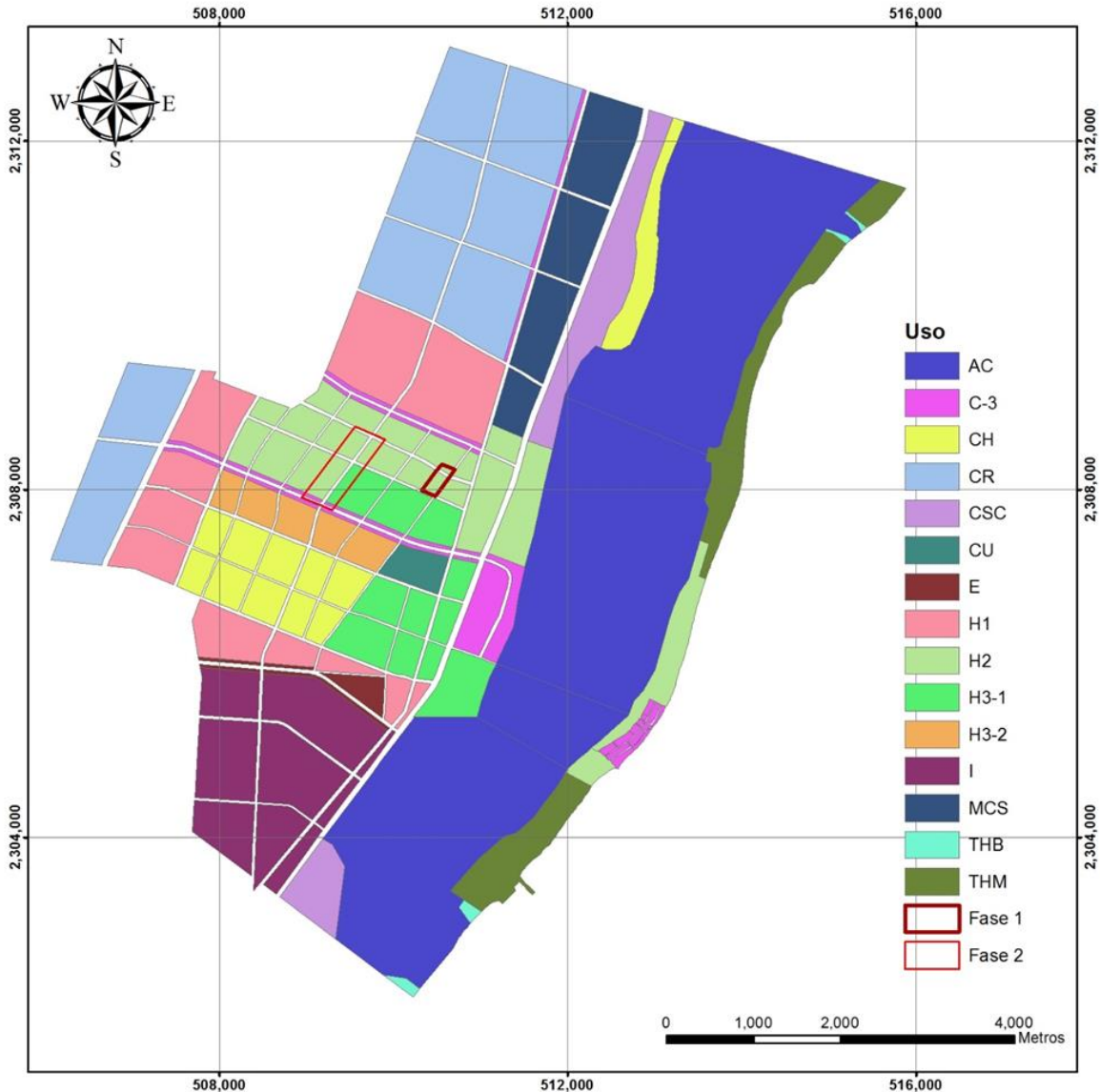


Figura 64. Ubicación de los predios del proyecto de acuerdo al PDU del Centro de Población de Puerto Morelos.

El proyecto contempla 33.65 ha para el uso H2, 6.69 ha para el uso H3-1 Y 3.03 ha para el uso C3. Respecto a las restricciones a las que estarán sujetos los adquirientes de cada uno de los lotes, en el **Cuadro 80** se indican las restricciones establecidas por el PDU de Puerto Morelos (2008-2023) y las que establecerá el promovente del proyecto en el Reglamento Interno del Fraccionamiento.

Cuadro 80. Restricciones aplicables a los lotes de vivienda según Programa de Desarrollo Urbano.

ZONAS			DENSIDAD					COEF			ALT		RESTRICCIONES					
			Clave	Habitantes por hectárea	Cuartos por hectárea	Viviendas por hectárea	Superficie mínima terreno (m2)	Frente mínimo del terreno (m)	Coefficiente de ocupación del suelo (COS)	Coefficiente de utilización del suelo (CUS)	Coefficiente de modificación del suelo (CMS)	Altura máxima en niveles	Altura máxima en metros	% de frente jardinado	Restricción frontal (metros lineales)	Restricción lateral (metros lineales)	Restricción posterior (metros lineales)	Restricción con ZFMT
Habitacional	Densidad baja	Campestre	CH	40		10	1000	25	0.15	0.25	0.2	2	8.4	0.5	5	3	3	-
		Unifamiliar	H1-U	80		20	340	12	0.5	1	0.6	2	8		5	3	3	-
		Multifamiliar	H1-M	80		20	500	15	0.5	1.2	0.6	3	9		5	3	3	-
	Densidad media	Unifamiliar	H2-U	160		40	250	10	0.5	1.2	0.6	3	9		5	2	3	-
		Multifamiliar	H2-M	160		40	500	15	0.5	1.2	0.6	3	9		5	3	3	-
	Densidad alta	Unifamiliar	H3-U1	200		50	130	7.2	0.55	1.8	0.65	3	9		5	1.5	3	-
		Unifamiliar	H3-U2	240		60	110	7.2	0.6	1.8	0.7	3	9		5	1.5	3	-
		Multifamiliar	H3-M1	200		50	300	10	0.6	2	0.7	4	12		5	2	3	-
		Multifamiliar	H3-M2	240		60	300	10	0.6	2	0.7	4	12		5	2	3	-
	MIXTO: hab / com / serv / equipamiento	Barrial	Centro urbano	CU	240	150	60	250	10	0.7	2.4	0.8	4	12	0.6	5	-	3
Centro de barrio			C3	240		60	250	10	0.7	2.0	0.8	3	9	0.6	5	-	3	-
Mixto Comercios y serv			MC S	160	100	40	250	10	0.7	2.0	0.8	4	12	0.6	10	-	3	-
Corredor de servicios			CS C	160	100	40	250	10	0.7	2.0	0.8	4	12	0.6	10	2	3	-

En relación a los usos del suelo, el proyecto no exhibe los usos molestos, usos generadores de alto volumen vehicular, usos peligrosos, usos generadores de tráfico pesado. Además, es congruente con los usos compatibles establecidos a continuación:

En el **Cuadro 81** se presentan los usos compatibles de acuerdo con la zonificación secundaria del PDU.



**Cuadro 81. Usos compatibles de acuerdo a la zonificación secundaria del PDU**

Clave	Nombre zona secundaria	Usos permitidos		Comercial y serv.	Mixto comercio y vivienda	Equip. Básico y vivienda	Equipam. Básico recreación y deporte	Equipamiento de infraestructura	Densidad med. Bruta máxima hab/ha	Vivienda por hectárea	100% distribución del suelo			
		Habit. Unifam. Densidad med.	Habit. Unifam. Densidad alta								% De área vendible máxima		%Área de donación mínima	%Área de viabilidad mínima secundaria interiores
											Vivienda	Comercial		
HC	Densidad baja	X									40	10	11	24
H1	Densidad baja		X	X	X	X	X	X	X	X	100	10	11	24
H2	Densidad media		X	X	X	X	X	X	160	40	55	10	11	24
H3	Densidad alta		X	X	X	X	X		240	60	55	10	11	24
MS	Mixto Hab-Com	X	X	X	X	X	X	X	1	1	40	25	11	24
E	Equipamiento			X	X	X	X	X	240	60	35	65	11	24

En relación a los usos del suelo específicos, el **Cuadro 82** muestra aquellos que son permitidos, condicionados y prohibidos en cada una de las zonas que aplican al sitio del proyecto. Asimismo, debido a que no es posible determinar con anticipación todos los usos comerciales que se darán al proyecto, se indica si el uso establecido por el PDU es aplicable al proyecto o no lo es, de esta forma, si el uso es seguro, se indica como aplicable, si es probable en cualquier zona, se indica como probable de manera general, y si lo es solo en una o dos zonas, se especifica la zona de aplicación; si por el contrario, es seguro que el uso no se realizará en el proyecto, ya sea porque no está contemplado o porque no está permitido de acuerdo al PDU, se indica que el uso no aplica al proyecto. En este sentido, el reglamento interno, indicará qué comercios pueden establecerse dentro del fraccionamiento y cuáles no, en relación a lo establecido en el PDU.

**Cuadro 82. Usos del suelo permitidos, condicionados y permitidos en las zonas aplicables al proyecto y su aplicabilidad al mismo.**

ZONAS	ZONAS PDU			APLICACIÓN AL PROYECTO
	HABITACIONAL	COMERCIAL		
USOS	H2	H3-1	C3	
<b>HABITACIONAL</b>				
Unifamiliar	Pe	Pe	Pe	APLICA
Multifamiliar	Pe	Pe	Pe	APLICA
<b>TURÍSTICO</b>				
Hotel	Pr	Pr	C	NO APLICA
Condotel	Pr	Pr	C	NO APLICA
Tiempo compartido	Pr	Pr	C	NO APLICA
Casas de Huéspedes y Posadas	C	C	Pe	NO APLICA
Marina o Club Náutico	Pr	Pr	Pr	NO APLICA
<b>COMERCIAL</b>				
Central de Abastos	Pr	Pr	Pr	NO APLICA
Gasolineras	Pr	Pr	C	PROBABLE EN ZONA COMERCIAL
Depósito de gas y combustible	Pr	Pr	Pr	PROBABLE EN ZONA COMERCIAL
Abarrotes, tortillería, panadería	Pr	Pr	Pe	PROBABLE EN ZONA COMERCIAL
Ropa, calzado, muebles, libros y revistas	Pr	Pr	Pe	PROBABLE EN ZONA COMERCIAL
Comercio en viviendas (25m <sup>2</sup> )	C	C	Pr	APLICA EN ZONA HABITACIONAL
Tiendas de refacciones	Pr	Pr	Pe	PROBABLE EN ZONA COMERCIAL
Autoservicio	Pr	Pr	Pe	PROBABLE EN ZONA COMERCIAL
Tiendas departamentales	Pr	Pr	Pe	PROBABLE EN ZONA COMERCIAL
Centro comercial	Pr	Pr	Pe	PROBABLE EN ZONA COMERCIAL
Mercado de barrio	Pr	Pr	Pe	PROBABLE EN ZONA COMERCIAL
Materiales de construcción	Pr	Pr	C	PROBABLE EN ZONA COMERCIAL
Ferretería, material eléctrico y sanitario	Pr	Pr	Pe	PROBABLE EN ZONA COMERCIAL
Vehículos y maquinaria	Pr	Pr	Pe	PROBABLE EN ZONA COMERCIAL
Talleres de reparación (artículos)	Pr	Pr	Pe	PROBABLE EN ZONA COMERCIAL
Estéticas	Pr	Pr	Pe	PROBABLE EN ZONA COMERCIAL
Tintorería y lavandería	Pr	Pr	Pe	PROBABLE EN ZONA COMERCIAL
Talleres automotrices, lubricación	Pr	Pr	Pe	PROBABLE EN ZONA COMERCIAL
Colección de ropa, cortinas, artículos	Pr	Pr	Pe	PROBABLE EN ZONA COMERCIAL
Laboratorios fotográficos	Pr	Pr	Pe	PROBABLE
Albercas y baños públicos	Pr	Pr	Pe	PROBABLE
Taller familiar (hasta 25m <sup>2</sup> )	Pr	C	Pr	PROBABLE EN ZONA HAB. ALTA DENSIDAD
Encuadernación y grabado	Pr	Pr	Pe	PROBABLE EN ZONA COMERCIAL
Artesanías y fabricación de joyería	Pr	Pr	Pe	PROBABLE EN ZONA COMERCIAL
<b>EDUCACIÓN Y CULTURA</b>				

ZONAS	ZONAS PDU			APLICACIÓN AL PROYECTO
	HABITACIONAL	COMERCIAL		
USOS	H2	H3-1	C3	
Enseñanza en vivienda	C	C	Pe	PROBABLE
Jardín de niños, primaria	C	C	Pe	PROBABLE
Enseñanza a niños atípicos	C	C	Pe	PROBABLE
Secundario o prevocacional	C	C	Pe	PROBABLE
Preparatoria o vocacional	Pr	C	Pe	PROBABLE
Academia, instituto	C	C	Pe	PROBABLE
Universidad, Tecnológico o Normal	C	C	Pe	PROBABLE
Centros de investigación	Pr	Pr	Pe	PROBABLE EN ZONA COMERCIAL
Biblioteca	C	C	Pe	PROBABLE
Museo, Galería de arte	Pr	Pr	Pe	NO APLICA
Jardín botánico, zoológico	Pr	Pr	Pe	NO APLICA
Acuario	Pr	Pr	Pe	PROBABLE EN ZONA COMERCIAL
Exposiciones (ferias)	Pr	Pr	Pe	PROBABLE
Templo	C	C	Pe	NO APLICA
Convento	C	Pr	Pe	NO APLICA
<b>SALUD</b>				
Guardería	C	C	Pe	PROBABLE
Centro de integración juvenil	Pr	C	Pe	NO APLICA
Orfanatorio, asilo	C	C	Pe	NO APLICA
Centro de salud	C	C	Pe	NO APLICA
Clínica general	C	C	Pe	NO APLICA
Clínica de consulta externa	C	C	Pe	NO APLICA
Consultorio en vivienda (40 m2)	C	C	Pr	NO APLICA
Hospital general o de especialidades	Pr	Pr	Pe	NO APLICA
<b>ESPECTÁCULOS Y RECREACIÓN</b>				
Club campestre	Pr	Pr	Pr	NO APLICA
Club de golf	C	C	Pr	NO APLICA
Hipódromo, galódromo	Pr	Pr	Pe	NO APLICA
Autódromo, velódromo	Pr	Pr	Pe	NO APLICA
Centro de convenciones	Pr	Pr	Pe	NO APLICA
Estadios	Pr	Pr	C	NO APLICA
Ferias y circos	Pr	Pr	C	NO APLICA
Centro deportivo	Pr	C	Pe	NO APLICA
Canchas deportivas	C	C	Pe	NO APLICA
Canchas deportivas al aire libre	C	C	C	NO APLICA
Canchas de tenis	C	C	C	NO APLICA
Canchas de futbol, béisbol	Pr	Pr	Pe	NO APLICA
Discoteca, Centro nocturno	Pr	Pr	C	NO APLICA

ZONAS	ZONAS PDU			APLICACIÓN AL PROYECTO
	HABITACIONAL	COMERCIAL		
USOS	H2	H3-1	C3	
Auditorio, Sala de usos múltiples	Pr	Pr	C	NO APLICA
Restaurantes	C	C	C	PROBABLE
Cantinas y bares	Pr	Pr	C	PROBABLE
Café, Nevería, Fuente de Sodas	Pr	C	Pe	PROBABLE
Cine, Teatro, Cine club	Pr	Pr	Pe	NO APLICA
Teatro al aire libre	Pr	Pr	Pe	NO APLICA
Salón de fiestas infantiles	C	C	Pe	NO APLICA
Plaza de toros	C	C	C	NO APLICA
Equitación, lienzo charro	Pr	Pr	C	NO APLICA
Pista de patinaje	Pr	Pr	Pe	NO APLICA
Albercas cubiertas	C	C	Pe	NO APLICA
Campo de tiro	Pr	P	Pr	NO APLICA
Gimnasio	C	C	Pe	PROBABLE
<b>COMUNICACIONES Y TRANSPORTES</b>				
Terminal de autobuses foráneos	Pr	Pr	C	NO APLICA
Terminal de autobuses urbanos	Pr	Pr	C	NO APLICA
Edificios o predios de estacionamiento	Pr	C	Pe	NO APLICA
Encierro y mantenimiento de autobuses	Pr	Pr	C	NO APLICA
Encierro de camiones de carga	Pr	Pr	C	NO APLICA
<b>ADMINISTRACIÓN</b>				
Consulados o Legaciones	Pr	Pr	Pe	NO APLICA
Despachos profesionales y compañías	Pr	Pr	Pe	NO APLICA
Agencias de viajes, de empleos	Pr	Pr	Pe	NO APLICA
<b>SERVICIOS URBANOS</b>	Pr	Pr		NO APLICA
Cementerio	Pr	Pr	C	NO APLICA
Agencia funeraria	Pr	Pr	Pe	NO APLICA
<b>INDUSTRIA</b>				
Casas de materiales de construcción	Pr	Pr	C	NO APLICA
Almacenaje, venta de gases	Pr	Pr	Pr	NO APLICA
Asfaltos y derivados	Pr	Pr	Pr	NO APLICA
Plásticos y productos de hule	Pr	Pr	Pr	NO APLICA
Lavandería industrial	Pr	Pr	Pr	NO APLICA
Manejo de explosivos	Pr	Pr	Pr	NO APLICA
Petróleo e hidrocarburos	Pr	Pr	Pr	NO APLICA
Manejo de fertilizantes	Pr	Pr	Pr	NO APLICA
Fundiciones de cualquier tipo	Pr	Pr	Pr	NO APLICA
Empacadoras productos marinos	Pr	Pr	Pr	NO APLICA

ZONAS	ZONAS PDU			APLICACIÓN AL PROYECTO
	HABITACIONAL	COMERCIAL		
USOS	H2	H3-1	C3	
Industria de alimentos	Pr	Pr	C	NO APLICA
Industria electrónica	Pr	Pr	Pr	NO APLICA
Industria de papel e impresión	Pr	Pr	Pr	NO APLICA
Taller de anuncios	Pr	Pr	C	PROBABLE EN ZONA COMERCIAL
Banco de materiales	Pr	Pr	Pr	NO APLICA
<b>AGROPECUARIO, FORESTAL Y SILVÍCOLA</b>				
Granjas, hortalizas, fruticultura, floricultura	Pr	Pr	Pr	NO APLICA
Agricultura	Pr	Pr	Pr	NO APLICA
Establos	Pr	Pr	Pr	NO APLICA
Viveros	Pr	Pr	Pr	NO APLICA
C=Uso condicionado; Pr=Uso prohibido; Pe=Uso permitido				

Lo anterior muestra que aquellos usos que se establecen como prohibidos no aplican al proyecto en cuestión o se realizarán en aquellas áreas en las que sean permitidos o condicionados, por lo que el proyecto Residencial Civitas cumple con las restricciones y usos compatibles del PDUPM.

En el **Cuadro 83**, se muestra la forma de cumplimiento de los parámetros de uso del suelo establecidos por el PDU, según el prototipo de vivienda establecido en el proyecto.

*Cuadro 83. Cumplimiento del PDU por parte del proyecto.*

Parámetro urbano	PDU	Prototipo 1	Prototipo 2	Prototipo 3	Prototipo 4	Prototipo 5
<b>Superficie mínima terreno</b>	500	1,965.01	556.50	1,093.58	1,154.43	758.95
<b>Frente Mínimo del terreno</b>	15	34.94	28.41	65.81	36.3	40
<b>Coefficiente de Ocupación del Suelo</b>	0.5	0.24	0.5	0.27	0.45	0.20
<b>Coefficiente de Utilización del Suelo</b>	1.2	0.72	1.03	0.81	0.93	0.59
<b>Altura Máxima en Niveles</b>	3	3	3	3	3	3
<b>Altura máxima en metros</b>	9	9	9	9	9	9
<b>% de frente Jardinado</b>	0					
<b>Restricción frontal en m lineales</b>	5	5	5	5	5	5
<b>Restricción lateral en m lineales</b>	3	3	3	3	3	3
<b>Restricción posterior en m lineales</b>	3	3	3	3	3	3

Con base en lo anterior, se concluye que, de forma general, el proyecto advierte el cumplimiento de lo establecido por el Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Puerto Morelos, Municipio de Benito Juárez, Quintana Roo 2009-2023, asimismo, mediante su reglamento interno asegurará que los adquirentes de los lotes, desarrollen proyectos que den cumplimiento con las restricciones establecidas por este mismo instrumento.

## **XIV.5 OTROS INSTRUMENTOS A CONSIDERAR**

### **XIV.5.1 Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente**

ARTÍCULO 28.- La evaluación del impacto ambiental es el procedimiento a través del cual la Secretaría establece las condiciones a que se sujetará la realización de obras y actividades que puedan causar desequilibrio ecológico o rebasar los límites y condiciones establecidos en las disposiciones aplicables para proteger el ambiente y preservar y restaurar los ecosistemas, a fin de evitar o reducir al mínimo sus efectos negativos sobre el medio ambiente. Para ello, en los casos en que determine el Reglamento que al efecto se expida, quienes pretendan llevar a cabo alguno de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización en materia de impacto ambiental de la Secretaría:

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

Vinculación con el proyecto. El presente Documento Técnico Unificado se presenta con el fin de obtener la autorización en materia de impacto ambiental a que se refiere el artículo en comento, por parte de la SEMARNAT.

ARTÍCULO 30.- Para obtener la autorización a que se refiere el artículo 28 de esta Ley, los interesados deberán presentar a la Secretaría una manifestación de impacto ambiental, la cual deberá contener, por lo menos, una descripción de los posibles efectos en el o los ecosistemas que pudieran ser afectados por la obra o actividad de que se trate, considerando el conjunto de los elementos que conforman dichos ecosistemas, así como las medidas preventivas, de mitigación y las demás necesarias para evitar y reducir al mínimo los efectos negativos sobre el ambiente.

Vinculación con el proyecto: El presente Documento Técnico Unificado, se presenta en sustitución de la Manifestación de Impacto Ambiental, para efectos de obtener la autorización en materia de impacto ambiental del proyecto; de conformidad con lo establecido en 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; el cual fue publicado en el Diario Oficial de la Federación el 22 de diciembre de 2010.

#### **XIV.5.2 Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente**

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

...

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

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

Vinculación con el proyecto: Por su naturaleza y por ubicarse en un terreno forestal, al proyecto le es aplicable al inciso O), fracción I del artículo quinto del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, en virtud del cual, éste requiere la autorización en materia de impacto ambiental por parte de la SEMARNAT. El presente Documento Técnico Unificado se presenta con el objetivo de obtener dicha autorización.

Artículo 9o.- Los promoventes deberán presentar ante la Secretaría una manifestación de impacto ambiental, en la modalidad que corresponda, para que ésta realice la evaluación del proyecto de la obra o actividad respecto de la que se solicita autorización.

Vinculación con el proyecto. El presente Documento Técnico Unificado, se presenta en sustitución de la Manifestación de Impacto Ambiental, para efectos de obtener la autorización en materia de impacto ambiental del proyecto; de conformidad con lo establecido en 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; el cual fue publicado en el Diario Oficial de la Federación el 22 de diciembre de 2010.

### **XIV.5.3 Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable**

*ARTICULO 117. 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. Estos estudios se deberán considerar en conjunto y no de manera aislada.*

*En las autorizaciones de cambio de uso del suelo en terrenos forestales, la autoridad deberá dar respuesta debidamente fundada y motivada a las propuestas y observaciones planteadas por los miembros del Consejo Estatal Forestal.*

*No se podrá otorgar autorización de cambio de uso de suelo en un terreno incendiado sin que hayan pasado 20 años, a menos que se acredite fehacientemente a la Secretaría que el ecosistema se ha regenerado totalmente, mediante los mecanismos que para tal efecto se establezcan en el reglamento correspondiente.*

*Las autorizaciones que se emitan deberán integrar un programa de rescate y reubicación de especies de la vegetación forestal afectadas y su adaptación al nuevo hábitat. Dichas autorizaciones deberán atender lo que, en su caso, dispongan los programas de ordenamiento ecológico correspondiente, las normas oficiales mexicanas y demás disposiciones legales y reglamentarias aplicables.*

*La Secretaría, con la participación de la Comisión, coordinará con la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, la política de uso del suelo para estabilizar su uso agropecuario, incluyendo el sistema de roza, tumba y quema, desarrollando prácticas permanentes y evitando que la producción agropecuaria crezca a costa de los terrenos forestales.*

*Las autorizaciones de cambio de uso del suelo deberán inscribirse en el Registro.*

*La Secretaría, con la participación de la Comisión, coordinará con diversas entidades públicas, acciones conjuntas para armonizar y efficientar los programas de construcciones de los sectores eléctrico, hidráulico y de comunicaciones, con el cumplimiento de la normatividad correspondiente.*

Vinculación con el proyecto: Este Documento Técnico Unificado se presenta en sustitución del Estudio Técnico Justificativo al que se refiere el primer párrafo del artículo en comento, de conformidad con lo establecido en 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; el cual fue publicado en el Diario Oficial de la Federación el 22 de diciembre de 2010.

En el Capítulo XII del presente Documento Técnico Unificado se demuestra el cumplimiento de los criterios de excepcionalidad a que se refiere el primer párrafo del artículo en comento.

Con base en los estudios de vegetación realizados en el predio del proyecto, se sostiene que el predio tiene unos 30 años de desarrollo, por lo que no presenta perturbación por incendio en más de 20 años.

Al presente Documento Técnico Unificado se anexan los programas de rescate de flora y fauna a los que se refiere el párrafo cuarto del artículo en comento.

*ARTICULO 118. Los interesados en el cambio de uso de terrenos forestales, deberán acreditar que otorgaron depósito ante el Fondo, para concepto de compensación ambiental para actividades de reforestación o restauración y su mantenimiento, en los términos y condiciones que establezca el Reglamento.*

Vinculación con el proyecto: En su momento, previamente al inicio del cambio de uso del suelo, se realizará el depósito ante el Fondo Forestal por concepto de compensación ambiental para actividades de reforestación, restauración y mantenimiento de áreas forestales.

#### **XIV.5.4 Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable**

*Artículo 120. Para solicitar la autorización de cambio de uso del suelo en terrenos forestales, el interesado deberá solicitarlo mediante el formato que expida la Secretaría, el cual contendrá lo siguiente:*

- I. Nombre, denominación o razón social y domicilio del solicitante;*
- II. Lugar y fecha;*
- III. Datos y ubicación del predio o conjunto de predios, y*
- IV. Superficie forestal solicitada para el cambio de uso de suelo y el tipo de vegetación por afectar.*

*Junto con la solicitud deberá presentarse el estudio técnico justificativo, así como copia simple de la identificación oficial del solicitante y original o copia certificada del título de propiedad, debidamente inscrito en el registro público que corresponda o, en su caso, del documento que acredite la posesión o el derecho para realizar actividades que impliquen el cambio de uso del suelo en terrenos forestales, así como copia simple para su cotejo. Tratándose de ejidos o comunidades agrarias, deberá presentarse original o copia certificada del acta de asamblea en la que conste el acuerdo de cambio del uso del suelo en el terreno respectivo, así como copia simple para su cotejo.*

Vinculación con el proyecto. Este Documento Técnico Unificado se presenta en sustitución del Estudio Técnico Justificativo al que se refiere el primer párrafo del artículo en comento, de conformidad con lo establecido en 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; el cual fue publicado en el Diario Oficial de la Federación el 22 de diciembre de 2010.

#### **XIV.5.5 Ley para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos**

Esta Ley establece las competencias en relación al manejo integral de los residuos. Establece la distinción entre residuos sólidos urbanos, cuyo manejo es de competencia municipal; residuos de manejo especial, de competencia de las entidades federativas, y residuos peligrosos, cuyo manejo es de competencia federal.

De acuerdo con el artículo 5 de esta Ley, se entiende por

...

XXX. Residuos de Manejo Especial: Son aquellos generados en los procesos productivos, que no reúnen las características para ser considerados como peligrosos o como residuos sólidos urbanos, o que son producidos por grandes generadores de residuos sólidos urbanos;

...

XXXII. Residuos Peligrosos: Son aquellos que posean alguna de las características de corrosividad, reactividad, explosividad, toxicidad, inflamabilidad, o que contengan agentes infecciosos que les confieran peligrosidad, así como envases, recipientes, embalajes y suelos que hayan sido contaminados cuando se transfieran a otro sitio, de conformidad con lo que se establece en esta Ley;

XXXIII. Residuos Sólidos Urbanos: Los generados en las casas habitación, que resultan de la eliminación de los materiales que utilizan en sus actividades domésticas, de los productos que consumen y de sus envases, embalajes o empaques; los residuos que provienen de cualquier otra actividad dentro de establecimientos o en la vía pública que genere residuos con características domiciliarias, y los resultantes de la limpieza de las vías y lugares públicos, siempre que no sean considerados por esta Ley como residuos de otra índole;

Vinculación con el proyecto: En el proyecto se prevé la generación de los siguientes residuos (**Cuadro 84**)

*Cuadro 84. Tipos de residuos que podrían generarse como consecuencia del proyecto.*

<b>Residuos sólidos urbanos</b>	<b>Residuos de manejo especial</b>	<b>Residuos peligrosos</b>
Se generarán en las etapas de preparación del sitio, construcción y operación del proyecto, como producto de las actividades de los trabajadores	Se generarán en las etapas de preparación del sitio y construcción del proyecto. Son residuos vegetales producto del desmonte y despalme del sitio,	Se prevé su generación en las etapas de preparación del sitio y construcción. Consisten en suelos contaminados con aceites lubricantes e hidráulicos

de la obra y los residentes.	así como residuos de la construcción.	de la y combustibles, así como sólidos impregnados con los mismos.
------------------------------	---------------------------------------	--

Cabe señalar que no se prevé la generación de aceites lubricantes usados, ya que el mantenimiento de maquinaria y equipo de transporte no se realizará en el sitio del proyecto, sino que se realizará en talleres mecánicos registrados en materia de residuos peligrosos.

*Artículo 42.- Los generadores y demás poseedores de residuos peligrosos, podrán contratar los servicios de manejo de estos residuos con empresas o gestores autorizados para tales efectos por la Secretaría, o bien transferirlos a industrias para su utilización como insumos dentro de sus procesos, cuando previamente haya sido hecho del conocimiento de esta dependencia, mediante un plan de manejo para dichos insumos, basado en la minimización de sus riesgos.*

*La responsabilidad del manejo y disposición final de los residuos peligrosos corresponde a quien los genera. En el caso de que se contraten los servicios de manejo y disposición final de residuos peligrosos por empresas autorizadas por la Secretaría y los residuos sean entregados a dichas empresas, la responsabilidad por las operaciones será de éstas, independientemente de la responsabilidad que tiene el generador.*

*Los generadores de residuos peligrosos que transfieran éstos a empresas o gestores que presten los servicios de manejo, deberán cerciorarse ante la Secretaría que cuentan con las autorizaciones respectivas y vigentes, en caso contrario serán responsables de los daños que ocasione su manejo.*

Vinculación con el proyecto. En el caso de generar residuos peligrosos en el sitio del proyecto, estos se dispondrán de manera temporal en un almacén diseñado para tal efecto. Posteriormente, se contratará una empresa autorizada para la recolección de los mismos.

*Artículo 47.- Los pequeños generadores de residuos peligrosos, deberán de registrarse ante la Secretaría y contar con una bitácora en la que llevarán el registro del volumen anual de residuos peligrosos que generan y las modalidades de manejo, así como el registro de los casos en los que transfieran residuos peligrosos a industrias para que los utilicen como insumos o materia prima dentro de sus procesos indicando la cantidad o volumen transferidos y el nombre, denominación o razón social y domicilio legal de la empresa que los utilizará.*

*Aunado a lo anterior deberán sujetar sus residuos a planes de manejo, cuando sea el caso, así como cumplir con los demás requisitos que establezcan el reglamento y demás disposiciones aplicables.*

*La información a que se refiere este artículo deberá ser publicada en el Sistema Nacional de Información Nacional para la Gestión Integral de Residuos, conforme a lo previsto por las disposiciones aplicables en materia de transparencia y acceso a la información.*

Vinculación con el proyecto: En su momento, se llevará a cabo el registro de pequeño generador de residuos peligrosos de la obra, ante la SEMARNAT. Esto en virtud de que se prevé la generación de entre 400 Kg y 10 toneladas de residuos peligrosos al año, de conformidad con lo establecido en el Reglamento de la Ley en Comento.

#### **XIV.5.6 Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos**

*Artículo 84.- Los residuos peligrosos, una vez captados y envasados, deben ser remitidos al almacén donde no podrán permanecer por un periodo mayor a seis meses.*

*Vinculación con el proyecto: No se almacenarán residuos peligrosos por un período mayor a seis meses. Cumplido este plazo, se deberá contratar una empresa autorizada para su manejo en los términos del Reglamento en comento y la Ley de la que emana.*

#### **XIV.5.7 Ley del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente del Estado de Quintana Roo**

*ARTÍCULO 24.- La realización de las obras o actividades a que se refiere este artículo, se sujetará al procedimiento de evaluación de la manifestación de impacto ambiental, mismo que será autorizado por la Secretaría conforme al procedimiento previsto en el Reglamento correspondiente.*

...

*X.- Fraccionamientos y unidades habitacionales, desarrollos inmobiliarios que no se encuentren en ecosistemas costeros y nuevos centros de población;*

...

Vinculación con el proyecto: Se realizará el trámite correspondiente ante la Secretaría de Ecología y Medio Ambiente del Estado de Quintana Roo (SEMA), para la autorización en materia de impacto ambiental por la actividad proyectada (fraccionamiento).

*ARTÍCULO 29.- La realización de obras y actividades a que se refieren las fracciones I a XVIII del artículo 24, requerirán únicamente la presentación de un informe preventivo y no una manifestación de impacto ambiental, cuando:*

..

*II. Las obras o actividades de que se trate estén expresamente previstas en un programa de desarrollo urbano, en los planes director, parcial de centros de población o de zonas conurbadas, o en los ordenamientos ecológicos respectivos;*

...

Vinculación con el proyecto: El trámite al que se refiere el artículo 24 de la Ley en comento, se llevara a cabo mediante la presentación de un Informe Preventivo, en

virtud de que el Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Puerto Morelos, prevé expresamente el desarrollo inmobiliario de densidad media y alta, que es congruente con el proyecto sujeto a evaluación

#### **XIV.5.8 Ley para la Prevención y Gestión Integral de Residuos del Estado de Quintana Roo.**

*Artículo 57. Los Residuos de Manejo Especial se clasifican como se indica a continuación, salvo cuando se trate de Residuos considerados como peligrosos en esta Ley y en las Normas Oficiales Mexicanas correspondientes:*

*VII. Residuos de la construcción, mantenimiento y demolición en general;*

...

Vinculación con el proyecto: Se prevé la generación de esta clase de residuos en la etapa de construcción del proyecto. Estos residuos se sujetarán aun Plan de Manejo, el cual se anexa al presente Documento Técnico Unificado.

*Artículo 63.- En términos de la legislación federal y de esta Ley y su Reglamento, los generadores o poseedores de Residuos de Manejo Especial están obligados a:*

*I.- Inscribirse en el padrón que establezca la Secretaría, mecanismo que se realizará a través de una solicitud formal a esta dependencia estatal;*

*II.- Identificar, clasificar y separar los Residuos;*

*III.- Elaborar un Plan de Manejo de acuerdo a la naturaleza de los Residuos;*

*IV.- Presentar el Plan de Manejo ante la Secretaría, para su revisión y en su caso aprobación;*

*V.- Presentar los permisos de las autoridades locales para el desarrollo de alguna actividad ligada con el manejo de los Residuos;*

*VI.- Presentar un informe anual y elaborar una bitácora que se conservará y mantendrá durante los dos años posteriores al período anual que cubren, para la disposición de las autoridades competentes, en los que se asienten los datos acerca de la generación y el manejo integral a las que sujetarán sus Residuos, esta información se presentará a través de la Cédula de Desempeño Ambiental. Esta información será necesaria para integrar el Sistema Estatal de Información sobre la prevención y la Gestión Integral de Residuos y la remediación de la contaminación de suelos;*

*VII.- Previa aprobación, almacenar temporalmente los Residuos dentro de sus instalaciones, de acuerdo con las medidas de seguridad que correspondan, según sus características y los tiempos que establezcan los ordenamientos jurídicos correspondientes. En cualquier caso, deberá prevenirse la generación de lixiviados y su infiltración en los suelos, así como el arrastre por el agua de lluvia o por el viento de tales Residuos, y disponer de los medios para contener fugas, derrames o incendios;*

*VIII.- Prevenir la contaminación de suelos al cierre o suspensión de operaciones;*

- IX.- Evitar la disposición final de subproductos valorizables cuando sea técnica y económicamente factible o se cuente con planes de manejo específicos para ellos;*
- X.- Utilizar solamente empresas registradas o autorizadas por las autoridades competentes, según corresponda, para el Manejo Integral de sus Residuos, y*
- XI.- Cualquier otra recomendación que la autoridad competente considere.*

Vinculación con el proyecto: Se realizarán las gestiones correspondientes en materia de Residuos de Manejo Especial ante la Autoridad estatal. Estas medidas incluyen la presentación de un Plan de Manejo de Residuos, mismo que se anexa al presente Documento Técnico Unificado.

*Artículo 64.- De acuerdo con esta Ley y la regulación municipal de la materia, los generadores de Residuos Sólidos Urbanos están obligados a:*

- I.- Procurar la minimización en la generación de residuos derivados de productos de consumo;*
- II.- Integrarse al Programa Municipal que establezca el Municipio;*
- III.- Informarse y aplicar las diversas posibilidades en cuanto a reutilización, reciclado de los Residuos generados;*
- IV.- Informarse y aplicar las medidas y prácticas de manejo integral que les ayuden a prevenir o reducir riesgos a la salud y al ambiente;*
- V.- Realizar actividades de separación, reutilización, reciclado o composteo;*
- VI.- Entregar los Residuos al servicio de recolección, en los días y horas señalados;*
- VII.- Contar con un espacio destinado exclusivamente al acopio y almacenamiento de Residuos, en condiciones seguras y ambientalmente adecuadas;*
- ...*

*IX.- Instalar depósitos para realizar una separación de Residuos, según su tipo, subproductos o desechos, y asear regularmente el lugar, en los casos de los propietarios o encargados de expendios, bodegas, comercios, industrias o cualquier otro tipo de establecimiento que, con motivo de la carga o descarga de la venta o consumo inmediato de sus productos, y que puedan deteriorar la imagen urbana o contaminar la vía pública; y*

*X.- Cumplir con lo establecido en la normatividad federal, estatal y municipales en materia de Residuos.*

Vinculación con el proyecto:

En términos generales, el manejo de los Residuos Sólidos Urbanos se sujetará al Plan de Manejo anexo al presente Documento Técnico Unificado.

Durante la etapa de construcción, se establecerán tambores de 200 L de capacidad para el depósito temporal de los residuos sólidos urbanos que se generen en la obra. Estos tambores deberán estar etiquetados para señalar la separación de los residuos en orgánicos e inorgánicos y provistos de tapa para evitar su reboce y malos olores. Periódicamente, de acuerdo a su frecuencia de generación y a los tiempos

establecidos por el Ayuntamiento, serán recolectados por el mismo o por alguna empresa concesionada.

En la etapa de operación, cada residente será responsable de la separación de sus residuos y de su disposición temporal en los sitios destinados para este propósito en el fraccionamiento. En las áreas públicas se dispondrán de tambores de 200 litros de capacidad etiquetados para indicar la separación de los residuos sólidos generados en orgánicos e inorgánicos. Los residuos almacenados temporalmente por los residentes en cada vivienda y los depositados en los recipientes de áreas públicas, serán recolectados de forma periódica de acuerdo a los tiempos establecidos por el Ayuntamiento.

#### **XIV.5.9 Regiones prioritarias**

Las regiones prioritarias propuestas por la CONABIO no establecen criterios que regulen el aprovechamiento o uso del suelo contra los cuales pueda ser contrastado el proyecto propuesto para determinar su factibilidad ambiental.

Tal como se señala en la página web de la CONABIO, el Programa Regiones Prioritarias para la Conservación de la Biodiversidad de la CONABIO “se orienta a la detección de áreas, cuyas características físicas y bióticas favorezcan condiciones particularmente importantes desde el punto de vista de la biodiversidad.” “Este Programa forma parte de una serie de estrategias instrumentadas por la CONABIO para la promoción a nivel nacional para el conocimiento y conservación de la biodiversidad de México.” Como se ve, su propósito no es establecer criterios de factibilidad ambiental para el desarrollo de proyectos.

El Programa de Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP), tiene 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.

Por su parte, el Proyecto Regiones Terrestres Prioritarias (RTP), en particular, tiene como objetivo general la determinación de unidades estables desde el punto de vista ambiental en la parte continental del territorio nacional, que destaquen la presencia de una riqueza ecosistémica y específica comparativamente mayor que en el resto del país, así como una integridad ecológica funcional significativa y donde, además, se tenga una oportunidad real de conservación.

#### **XIV.5.10 Región Hidrológica Prioritaria 105 Corredor Cancún – Tulum**

De acuerdo con el mapa de Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP) de la CONABIO, el predio donde se pretende llevar a cabo el desarrollo del proyecto, cae dentro de la RHP 105, denominada Corredor Cancún – Tulum, misma que cuenta con una extensión de

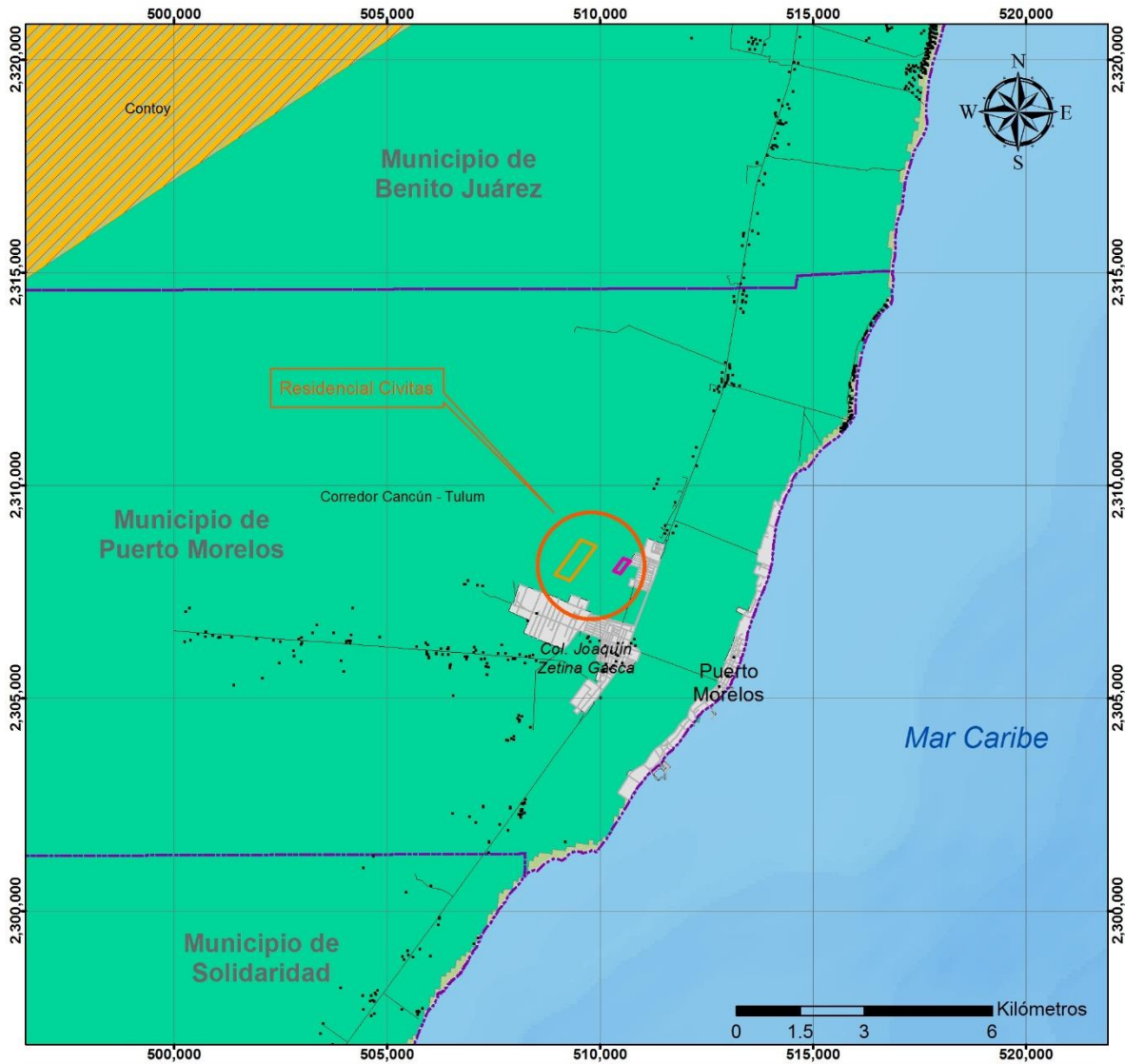
1,715 km<sup>2</sup>. Los principales recursos hidrológicos corresponden a sistemas lénticos como las lagunas de Chakmochuk, Nichupté, así como estuarios, humedales y cenotes; y sistemas lóticos como los flujos de aguas subterráneas. Esta región abarca los poblados d Cancún, Playa del Carmen, Puerto Morelos, Tulum, Akumal y Xel-ha.

Las principales actividades económicas que se desarrollan en esta región, son el turismo, ecoturismo, actividades forestales y pecuarias. Y de acuerdo con la ficha técnica, esta región presenta como principales problemáticas ambientales, la modificación del entorno natural por el desarrollo de complejos turísticos, deforestación, tala de manglar, relleno de áreas inundables y formación de canales; presenta además problemas de contaminación por descarga de aguas residuales y desechos sólidos.

Como medidas para la conservación, la ficha técnica, recomienda la restauración de la vegetación, dar tratamiento a las aguas residuales, evitar la contaminación al acuífero, dar una disposición adecuada a los residuos sólidos y evitar la descarga de aguas residuales en los sistemas lagunares.

Sin embargo, se considera que el desarrollo del proyecto no ocasionara la fragmentación de los ecosistemas, dado que los predios correspondientes a dicho proyecto cuentan con aptitud de uso de suelo urbano. La **Figura 65** muestra la ubicación de los predios en relación a las Regiones Hidrológicas Prioritarias. En ella se puede observar que éstos se ubican en la RHP número 105, denominada Corredor Cancún-Tulum.





### Documento Técnico Unificado

**Simbología**

<span style="border: 2px solid yellow; padding: 2px;"> </span> Predio Fase II	<span style="border: 2px dashed purple; padding: 2px;"> </span> Límite municipal
<span style="border: 2px solid pink; padding: 2px;"> </span> Predio Fase I	<span style="border-bottom: 1px solid black; width: 20px; display: inline-block;"></span> Col. J. Z. G.
<span style="background-color: #cccccc; width: 20px; height: 10px; display: inline-block;"></span> Ciudad de Playa del Carmen	<span style="background-color: #cccccc; width: 20px; height: 10px; display: inline-block;"></span> Lim. Col. J.Z.G.
<span style="border-bottom: 2px solid black; width: 20px; display: inline-block;"></span> Carretera	<span style="background-color: #ffcc00; border: 1px solid black; width: 20px; height: 10px; display: inline-block;"></span> Contoy
<span style="display: inline-block; width: 5px; height: 5px; background-color: black; margin-right: 5px;"></span> Edificación	<span style="background-color: #00ff00; width: 20px; height: 10px; display: inline-block;"></span> Corredor Cancún - Tulum

### Residencial Civitas

Supermanzana 02, Mza 01, Lote 1-02,  
 Lote 1-46, Lote 1-47 y Lote 1-07,  
 Municipio de Puerto Morelos, Quintana Roo.

Sistema de coordenadas: WGS 1984 UTM Zona 16 Norte  
 Proyección: Transversal de Mercator  
 Datum: WGS 1984  
 Falso Este: 500,000.0000  
 Falso Norte: 0.0000  
 Meridiano central: -87.0000  
 Factor de escala: 0.9996  
 Latitud de origen: 0.0000  
 Unidades: Metros

Figura 65. Ubicación de los predios en relación a las Regiones Hidrológicas Prioritarias.

#### XIV.5.11 Región Marina Prioritaria

Las costas de México se encuentran rodeadas por cuatro mares, el Pacífico, el Golfo de California, el Golfo de México y el Mar Caribe, por lo que los niveles de riqueza, diversidad biológica y de endemismos resultan altos en diversas partes que generalmente no se encuentran bien representadas por la delimitación de Áreas Naturales Protegidas y que son constantemente explotadas sin las medidas necesarias por las actividades económicas que hacen uso de los recursos de dichos ecosistemas.

Con el fin de dar un manejo adecuado a los ecosistemas costeros y oceánicos del país, así como para favorecer la conservación de estos, la CONABIO delimitó 70 Regiones Marinas Prioritarias, 43 en el océano Pacífico y 27 en el Golfo de México y Mar Caribe.

El proyecto, se encuentra dentro de la Región Marina Prioritaria (RMP) 63 Punta Maroma-Punta Nizuc, la cual cuenta con una extensión de 1,005 Km<sup>2</sup>.

En la ficha técnica de esta región, la CONABIO indica que esta región es una zona de poca pesca, organizada en cooperativas y libres, en donde se explotan crustáceos y peces, en las lagunas se lleva a cabo la crianza de peces, y en general existe un alto impacto por actividades turísticas y ecoturísticas.

Las problemáticas de esta RMP son la modificación del entorno natural por la tala de manglar, relleno de zonas inundables, remoción de pastos marinos, construcción sobre bocas, modificación de barreras naturales, daño al ambiente por embarcaciones pesqueras, mercantes y turísticas. Las descargas urbanas y la falta de condiciones de salubridad, ha provocado la contaminación de las playas; y la pesca ilegal, y demás actividades comerciales pesqueras, han provocado presión sobre la biodiversidad y ha propiciado la introducción de especies exóticas. Por todo ello, la CONABIO recomienda crear y reforzar Programas de Manejo para las Áreas Naturales Protegidas que se ubican dentro de esta región, así como delimitar nuevas zonas de protección y conservación.

Respecto a la problemática ambiental que presenta esta región marina, el proyecto contempla el manejo y descarga adecuada de las aguas residuales que se generen dentro de los lotes vendibles, esto conforme lo indiquen las autoridades competentes, con el fin de evitar problemas de contaminación. La **Figura 66** señala la ubicación de los predios del proyecto, de acuerdo a las Regiones Marinas Prioritarias. De acuerdo con el mapa, el proyecto se ubicará en la RMP denominada Punta Maroma-Nizuc.

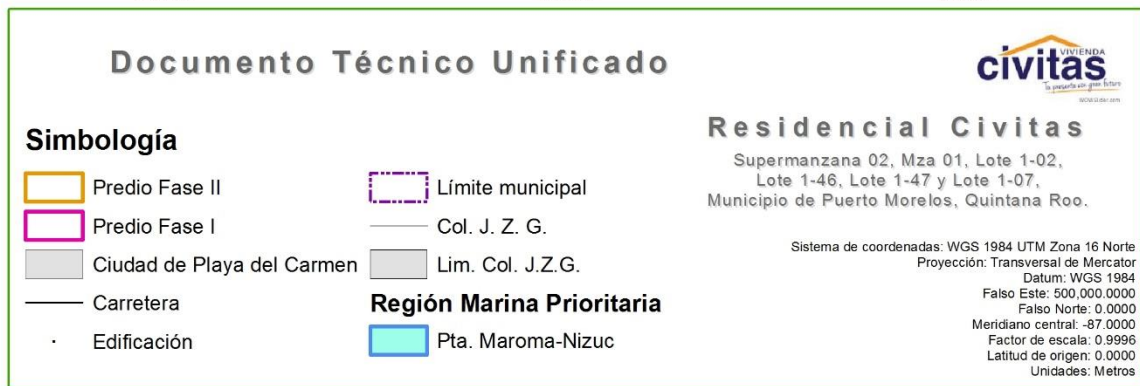
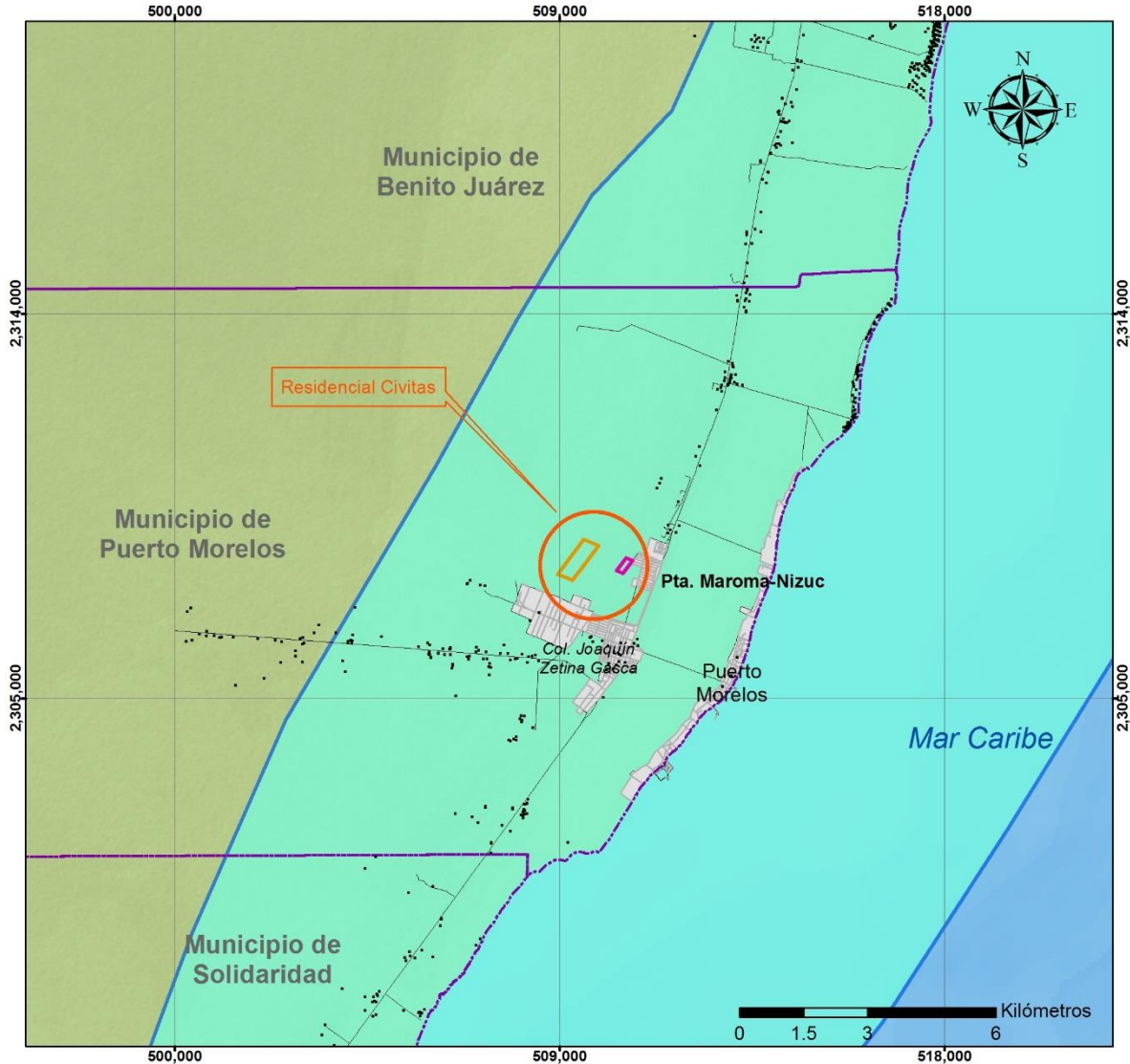


Figura 66. Ubicación de los predios en relación a las Regiones Hidrológicas Prioritarias.

#### XIV.5.12 Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAS) en México.

Con el fin de integrar una red para la protección de la diversidad de aves que habita y/o transita por el Territorio Nacional, la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad CONABIO, realizó el proyecto llamado Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAS).

El listado de AICAS, contempla un total 230 áreas que incluyen 26,000 registros de 1,038 especies de aves, lo que corresponde a aproximadamente el 96.3% del total de especies de aves en el Territorio Mexicano. Dentro de estas áreas se incluyen al menos 306 de las 339 especies listadas en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010; así como el total de especies de aves endémicas de México, es decir 95 especies.

De acuerdo con los metadatos geográficos proporcionados por la CONABIO, el predio se encuentra dentro de los límites del Área de Importancia para la Conservación de las Aves, denominada Corredor Central Vallarta – Punta Laguna, al mismo tiempo esta AICA se encuentra abarcando la zona Noroeste y Noreste de la microcuenca Joaquín Zetina Gasca.

De acuerdo con la CONABIO, el AICA antes mencionada, funciona como un corredor de enlace entre la Reserva de Sian Ka'an en Quintana Roo y el estado de Yucatán. La porción más occidental de este tipo de vegetación funciona como reserva ejidal reconocida regionalmente y está propuesta para ser incluida en el SINAP. En la zona existen colonias del mono araña (población restringida a Punta Laguna).

La **Figura 67** se puede apreciar la ubicación del proyecto de acuerdo a las AICAS.

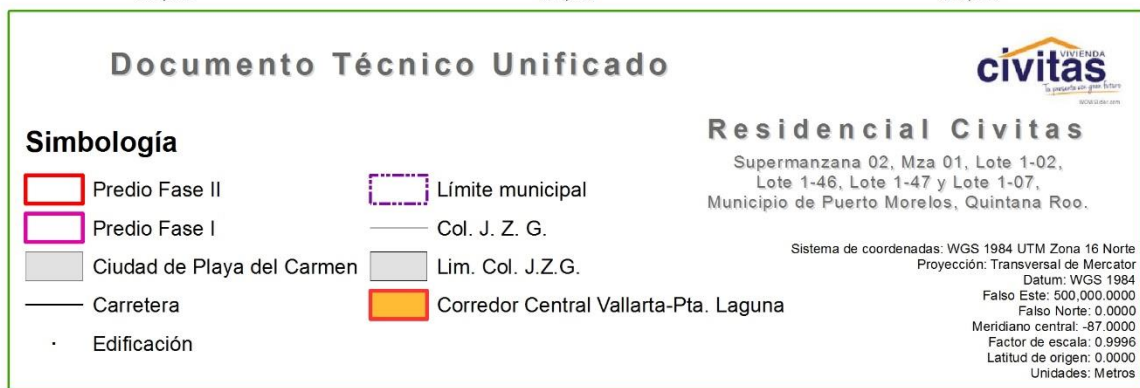
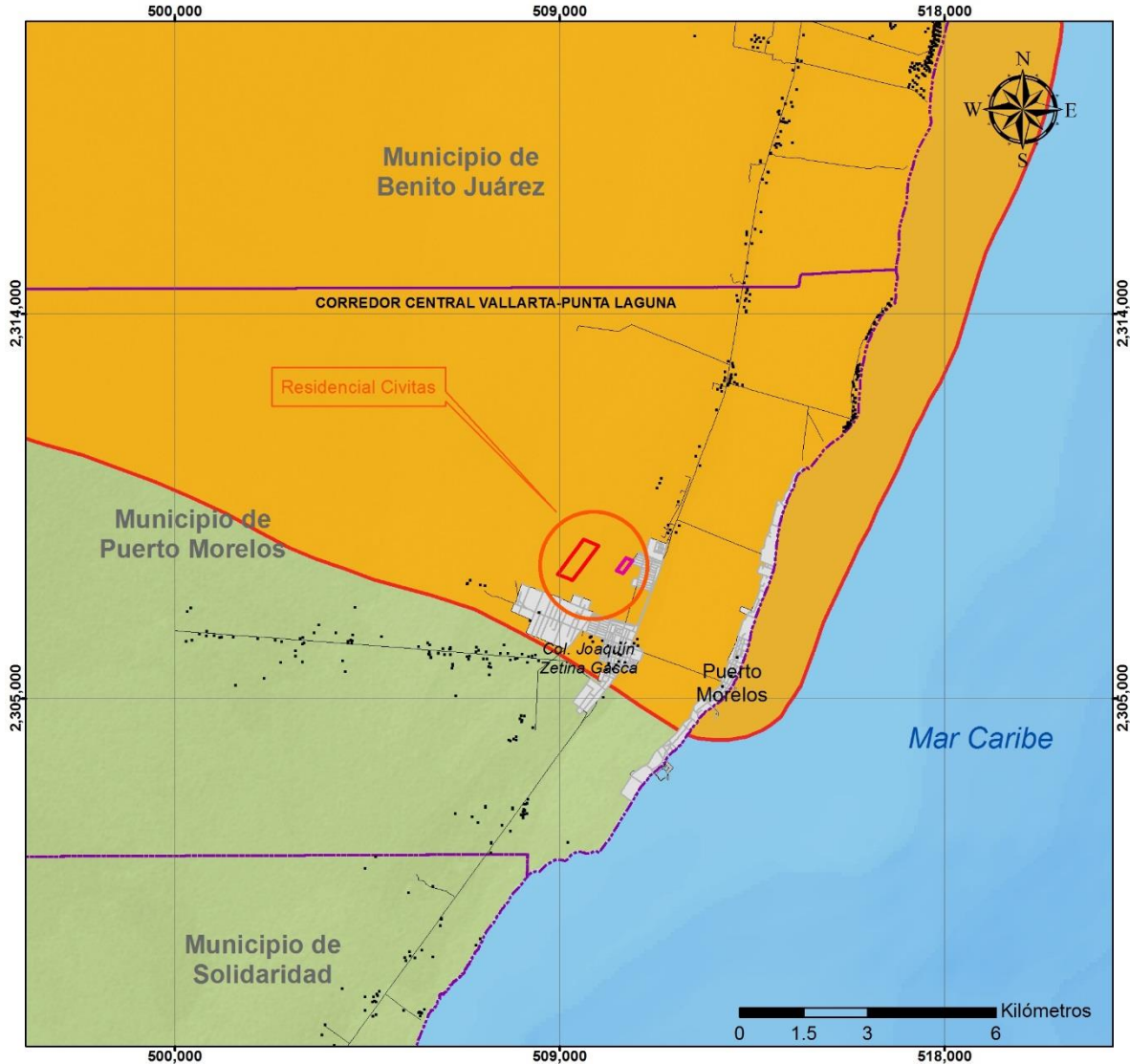


Figura 67. Ubicación de los predios en relación a las Regiones Hidrológicas Prioritarias.



# XV ESTIMACIÓN ECONÓMICA DE LOS RECURSOS BIOLÓGICOS FORESTALES DEL ÁREA SUJETA AL CAMBIO DE USO DE SUELO

## XV.1 VALOR ECONÓMICO DE LOS RECURSOS FORESTALES DEL ÁREA DE CAMBIO DE USO DE SUELO

Para determinar el valor económico de los recursos forestales de la superficie de cambio de uso de suelo en terreno forestal (CUSTF) para el desplante del proyecto Residencial Civitas, se recurrió en primera instancia, a la valoración de los servicios ambientales que ofrece la vegetación a remover, esto con base en el estudio realizado por la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) en 1998, “La Diversidad Biológica de México: Estudio de País 1998”, específicamente en su Capítulo VII relacionado con la valoración económica de los recursos biológicos del país.

En este estudio, la CONABIO utiliza el término capital natural, para la definición del valor económico de los servicios ambientales, incluyendo valores religiosos, culturales, éticos, estéticos, entre otros. Asimismo, clasifica los valores asociados a los recursos forestales en: valores de uso (directos e indirectos), y valores de no uso (de opinión, de herencia, de existencia), mismos que se enlistan en el **Cuadro 85**.

*Cuadro 85. Clasificación de los valores asociados con los recursos forestales.*

VALORES DE USO		VALORES DE NO USO		
Directo	Indirecto	De opinión	De herencia	De existencia
Productos de consumo o servicios directos.	Beneficios funcionales	Uso directo o indirecto futuro	Legado de valores	Valores éticos
Usos extractivos: Materia prima (maderables no maderables)	Ecosistémicos: Autopreservación y evolución del sistema	Continuidad del sistema	Protección de hábitat	de la existencia
Alimentos	Ciclaje de nutrientes	Obtención de nueva materia prima	Evitar cambios irreversibles	Protección del hábitat
Biomasa	Conocimiento e investigación científica actual	Nuevos conocimientos		Evitar cambios irreversibles
Medicinales				Culturales, estéticos y religiosos
Energéticos				
Pastoreo				
Colecta de especímenes y material genético	Ambientales: Protección y regeneración de suelos			
Conversión a otro usos				
Hábitat humano				

VALORES DE USO	VALORES DE NO USO
Caza y pesca	Captación de agua
Usos no extractivos	Control de plagas
Salud	Control de inundaciones
Recreación (ecoturismo y deporte)	Protección contra tormentas
Actividades culturales y religiosas	Retención de carbono
Producción audiovisual	Regulación climática

Asimismo, la CONABIO presenta algunos indicadores económicos de los servicios ambientales ofrecidos por diferentes tipos de ecosistemas forestales, y en algunos caso, estos indicadores están referidos a zonas específicas, como es el caso de la Reserva de la Biósfera de Sian Ka'an, cuyos datos sirvieron de base para la valuación del capital natural del predio. En específico, se muestran valores económicos respecto al servicio de ecoturismo, depósito de carbono, valor farmacéutico de las especies, y por su propia existencia; en el **Cuadro 86** se muestra el valor económico de dichos servicios ambientales en el predio en el que se pretende llevar a cabo el cambio de uso de suelo.

*Cuadro 86. Capital natural de la superficie de CUSTF respecto de los recursos biológicos forestales con los que cuenta.*

CONCEPTO DE VALORACIÓN	(USD)/ha	HECTÁREAS DEL CUSTF	VALOR TOTAL (USD)*	VALOR TOTAL (MXN)
Valor del depósito de carbono por hectárea	\$3,600.00	43.37	\$156,132.00	\$2,754,496.36
Costos de restauración por la conversión de áreas de cambio de uso de suelo a pastizales	\$3,633.00		\$157,563.21	\$2,779,745.91
Valor ecoturístico anual	\$88.40		\$3,833.91	\$67,638.19
Valor farmacéutico anual	\$90.00		\$3,903.30	\$68,862.41
Valor por existencia propia	\$10.00		\$433.70	\$7,651.38
<b>CAPITAL NATURAL DEL PREDIO</b>				<b>\$5,678,394.24</b>

\* Costo de dólar estimado en \$ 17.6421/100 M.N. FUENTE: <http://www.preciodolar.com/dolar-hoy> Consultada el 28 de marzo de 2016.

Respecto a los recursos forestales como materia prima, se determinó que de la vegetación presente en la superficie de CUSTF, es posible extraer un volumen total de 5,638.1 m<sup>3</sup> (130 m<sup>3</sup>/ha) de productos maderables, con un valor de \$1,016.02/m<sup>3</sup> de acuerdo a datos de la CONAFOR, correspondientes al cuarto trimestre de 2015 para la zona Sur, resultando en un valor total de \$5, 728,422.30.

En relación al valor de los recursos forestales no maderables, se estiman los siguientes:



## Palmas

En el **Cuadro 87** se presentan los valores de las palmas encontradas en el predio.

*Cuadro 87. Valor de las palmas encontradas en el predio*

Nombre científico	Nombre común	Densidad ind/ha	Predio (43.37 ha)	Precio unitario	Valor total
<i>Coccothrinax readii</i>	Palma nakax	145.24	6,299	\$4500.00	\$28,345,500.00
<i>Chamaedorea seifrizii</i>	Xiat	47.62	2,062	\$4500.00	\$9,279000.00
<i>Sabal yapa</i>	Huano	0.48	21	\$15.00	\$315.00

## Epífitas

En el **Cuadro 88** se presentan los valores de las epífitas encontradas en el predio.

*Cuadro 88. Valor de las epífitas encontradas en el predio*

Nombre científico	Nombre común	Densidad (ind/ha)	Abundancia (43.37 ha)	Precio unitario	Valor total
<i>Bromelia alsodes</i>	Piñuela	95.24	4,130	\$70.00	\$289,100.00
<i>Tillandsia brachycaulos</i>	Gallitos	666.67	28,913	\$75.00	\$2,168,475.00
<i>Strophocactus testudo</i>	Pitahaya tortuga	95.24	4,130	\$75.00	\$309,750.00
<i>Encyclia alata*</i>	Orquidea	N/D	N/D	\$220.00	
<i>Myrmecophila tibicinis*</i>	Orquidea	N/D	N/D	\$350.00	
<i>Hylocereus undatus*</i>	Pitahaya	N/D	N/D	\$75.00	

\*Avistamiento en el predio. No se observaron en los sitios de muestreo, por lo que no se tienen datos de su abundancia.

## **XV.2 VALOR ECONÓMICO DE LAS ESPECIES DE FAUNA SILVESTRES ASOCIADAS A LA SUPERFICIE DE CAMBIO DE USO DE SUELO**

Con el fin de estimar el valor económico de la fauna silvestre que actualmente habita el predio en el que se pretende llevar a cabo el cambio de uso de suelo en terreno forestal, se han tomado como referencia las cuotas establecidas en el Artículo 238 de la Ley Federal de Derechos (LFD última reforma el 11 de agosto de 2014), para el caso de las aves, se tomó en cuenta la cuota por lote de los ejemplares citados en la fracción VI de este mismo artículo (\$ 23,352.56 56/100M.N.) y considerando que los lotes o tasas de aprovechamiento promedio en las UMAS referidas por Alarcón Landa J. (2004) son de 250 ejemplares, se obtuvo un valor unitario de \$ 93.41 41/100 M.N.

En el caso de los mamíferos no listados expresamente en este artículo, se asignó la cuota establecida en la fracción VIII del artículo citado de la LFD, que hace referencia a los mamíferos pequeños. Por último, en el caso de los anfibios y los reptiles, se optó por asignar una cuota arbitraria de \$ 500.00 00/100 M.N. basada en los costos promedio de estos ejemplares en comercios y UMAS autorizadas.

De las anteriores consideraciones, y con base en el listado de fauna generado a partir de los estudios de campo en el predio, se obtiene que el valor económico del predio respecto a su diversidad faunística es de \$ 371,305 pesos 88/100 M.N (**Cuadro 89**).

**Cuadro 89. Valor de las epifitas encontradas en el predio**

ESPECIE	NOMBRE COMÚN	ABUNDANCIA ABSOLUTA	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
<b>ANFIBIOS</b>				
<i>Incilius valliceps</i>	Sapo costero	4	\$500.00	\$2,000.00
<i>Scinax staufferi</i>	Rana arborícola trompuda	6	\$500.00	\$3,000.00
<i>Hyla locuax</i>	Rana arborícola de patas rojas	3	\$500.00	\$1,500.00
<i>Smilisca baudinii</i>	Rana de árbol Mexicana	2	\$500.00	\$1,000.00
<i>Trachycephalus typhonius</i>	Rana arborícola lechosa	4	\$500.00	\$2,000.00
			Total anfibios	\$9,500.00
<b>REPTILES</b>				
<i>Leptophis mexicanus</i>	Culebra perico mexicana	1	\$500.00	\$500.00
<i>Oxybelis fulgidus</i>	Culebra bejuquilla verde	2	\$500.00	\$1,000.00
<i>Basiliscus vittatus</i>	Basilisco rayado	5	\$500.00	\$2,500.00
<i>Hemidactylus frenatus</i>	Besucona	14	\$500.00	\$7,000.00
<i>Ctenosaura similis</i>	Iguana negra de cola espinosa	5	\$500.00	\$2,500.00
<i>Sceloporus chrysostrictus</i>	Lagartija escamosa pintas amarillas	16	\$500.00	\$8,000.00
<i>Anolis sagrei</i>	Anolis pardo	8	\$500.00	\$4,000.00
<i>Anolis sericeus</i>	Anolis sedoso	4	\$500.00	\$2,000.00
<i>Holcosus undulatus</i>	Ameiva metálica o arcoiris	1	\$500.00	\$500.00
<i>Rhinoclemmys areolata</i>	Tortuga mojina de monte	2	\$500.00	\$1,000.00
			Total reptiles	\$29,000.00
<b>AVES</b>				
<i>Rupornis magnirostris</i>	Gavilán pollero	1	\$93.41	\$93.41
<i>Cathartes aura</i>	Zopilote aura	9	\$93.41	\$840.69
<i>Coragyps atratus</i>	Zopilote común	12	\$93.41	\$1,120.92
<i>Amazilia yucatanensis</i>	Colibrí yucateco	4	\$93.41	\$373.64
<i>Chordeiles minor</i>	Chotacabras zumbón	3	\$93.41	\$280.23
<i>Columbina passerina</i>	Tórtola coquita	5	\$93.41	\$467.05
<i>Patagioenas flavirostris</i>	Paloma morada	4	\$93.41	\$373.64
<i>Zenaida asiatica</i>	Paloma ala blanca	6	\$93.41	\$560.46
<i>Crotophaga sulcirostris</i>	Garrapatero pijuy	6	\$93.41	\$560.46
<i>Piaya cayana</i>	Cuculillo canela	4	\$93.41	\$373.64

ESPECIE	NOMBRE COMÚN	ABUNDANCIA ABSOLUTA	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
<i>Piranga rubra</i>	Tángara roja	2	\$93.41	\$186.82
<i>Cyanocorax yucatanicus</i>	Chara yucateca	32	\$93.41	\$2,989.12
<i>Psilorhinus morio</i>	Chara papán	10	\$93.41	\$934.10
<i>Hirundo rustica</i>	Golondrina tijereta	6	\$93.41	\$560.46
<i>Dives dives</i>	Tordo cantor	5	\$93.41	\$467.05
<i>Icterus auratus</i>	Bolsero yucateco	12	\$93.41	\$1,120.92
<i>Icterus dominicensis</i>	Bolsero dominico	10	\$93.41	\$934.10
<i>Icterus gularis</i>	Bolsero de Altamira	9	\$93.41	\$840.69
<i>Icterus mesomelas</i>	Bolsero mesomelo	3	\$93.41	\$280.23
<i>Molothrus aeneus</i>	Tordo ojo rojo	8	\$93.41	\$747.28
<i>Quiscalus mexicanus</i>	Zanate mexicano	25	\$93.41	\$2,335.25
<i>Mimus gilvus</i>	Centzontle tropical	14	\$93.41	\$1,307.74
<i>Ramphocelus sanguinolentus</i>	Tángara rojinegra tropical	6	\$93.41	\$560.46
<i>Pachyramphus aglaiae</i>	Mosquero cabezón degollado	5	\$93.41	\$467.05
<i>Tityra semifasciata</i>	Titira enmascarada	8	\$93.41	\$747.28
<i>Pheugopedius maculipectus</i>	Chivirín moteado	4	\$93.41	\$373.64
<i>Myiozetetes similis</i>	Luis gregario	9	\$93.41	\$840.69
<i>Pitangus sulphuratus</i>	Luis bienveo	6	\$93.41	\$560.46
<i>Tyrannus melancholicus</i>	Tirano tropical	8	\$93.41	\$747.28
<i>Vireo magister</i>	Vireo yucateco	2	\$93.41	\$186.82
<i>Melanerpes aurifrons</i>	Carpintero cheje	4	\$93.41	\$373.64
<i>Melanerpes pygmaeus</i>	Carpintero yucateco	5	\$93.41	\$467.05
<i>Poliophtila plumbea</i>	Perlita tropical	2	\$93.41	\$186.82
<i>Amazona albifrons</i>	Loro frente blanca	11	\$93.41	\$1,027.51
<i>Aratinga nana</i>	Perico pecho sucio	5	\$93.41	\$467.05
<i>Trogon violaceus</i>	Trogón violáceo	4	\$93.41	\$373.64
			Total aves	\$25,127.29
<b>MAMIFEROS</b>				
<i>Odocoileus virginianus</i>	Venado cola blanca	2	\$12,694.25	\$25,388.50
<i>Pecari tajacu</i>	Pecarí de collar	1	\$3,173.55	\$3,173.55
<i>Nasua narica</i>	Coatí norteño	12	\$4,760.33	\$57,123.96
<i>Artibeus jamaicensis</i>	Murcielago frutero	4	\$4,760.33	\$19,041.32
<i>Artibeus lituratus</i>	Murciélago frugívoro gigante	3	\$4,760.33	\$14,280.99
<i>Didelphis virginiana</i>	Tlacuache norteño	2	\$4,760.33	\$9,520.66
<i>Peromyscus yucatanicus</i>	Ratón yucateco	6	\$4,760.33	\$28,561.98
<i>Dasyprocta punctata</i>	Guaqueque centroamericano	2	\$4,760.33	\$9,520.66
<i>Sciurus yucatanensis</i>	Ardilla yucateca	4	\$4,760.33	\$19,041.32
			Total mamíferos	\$185,652.94
			<b>TOTAL</b>	<b>\$371,305.88</b>



## XVI ESTIMACIÓN DEL COSTO DE LAS ACTIVIDADES DE RESTAURACIÓN CON MOTIVO DEL CAMBIO DE USO DE SUELO

---

La restauración de una superficie sobre la que se ha llevado el cambio de uso de suelo en terreno forestal (CUSTF), requiere de la implementación de acciones diferentes a corto, mediano y largo plazo, las cuales están encaminadas a propiciar un medio adecuado para el desarrollo de la vegetación según su edad y requerimientos de hábitat.

De acuerdo con la Sociedad Internacional para la Restauración Ecológica, esta consiste en “asistir a la recuperación de ecosistemas que han sido degradados, dañados o destruidos”. El objetivo de la restauración ecológica es la conservación y reposición del capital natural, así como la restitución de los servicios ecosistémicos para su disfrute y aprovechamiento por parte de la sociedad.

En particular, el predio donde se pretende llevar a cabo el cambio de uso de suelo en terreno forestal (CUSTF) presenta un estadio de vegetación secundaria arbórea derivada de selva mediana subperennifolia (VSA/SMQ) y bajo un esquema de restauración derivado de un cambio de uso de suelo hipotético es necesario que en el predio existan características ambientales como: formas de erosión que estén dentro de lo permisible, presencia de suelos con profundidad igual al punto de inicio, existencia de un estrato herbáceo, entre otras. Para ello se plantearon actividades de restauración partiendo un cambio de uso de suelo en que el predio es desmontado y despalmado, de modo que una capa superficial de suelo es removida, y la meta es establecer características semejantes a una selva mediana subperennifolia en buen estado o en un estado mejor al que presenta actualmente el predio.

- CORTO PLAZO (1 AÑO)

Las actividades a corto plazo se refieren a aquellas que preparan la superficie a restaurar para recibir a las plantas que serán sembradas, asimismo contempla las primeras acciones para garantizar la sobrevivencia de las plantas como su mantenimiento, la formación de un microhábitat y el monitoreo de la evolución de las siembras. En el **Cuadro 90**, se enlistan las actividades a realizar a corto plazo.

Cuadro 90. Actividades de restauración a corto plazo.

TIPO	ACTIVIDAD, OBRA O PRÁCTICA	DESCRIPCIÓN
PROTECCIÓN	Cercado	Una vez delimitada la superficie a restaurar, esta deberá ser protegida para evitar el saqueo de plantas, disposiciones irregulares de residuos, y cualquier posible afectación antropogénica. Por ello, la superficie a restaurar deberá contar con una cerca, para la cual se recomienda utilizar materiales naturales, como estacas y ramas de árboles y arbustos.
	Construcción de brecha corta fuego	Asimismo, alrededor de la superficie a restaurar, se deberá realizar una brecha corta fuego, la cual consiste únicamente en realizar una excavación de por lo menos 20 cm de profundidad y 40 cm de ancho.
PLANTACIÓN	Producción y/o adquisición de planta de ciclo largo	Se recomienda la producción de plantas a partir del material vegetal silvestre, ya sea a partir de semilla o propágulos. En caso de adquirir las plántulas, estas deberán cumplir con los siguientes requisitos:
		Deberán presentar un color vigoroso
		Follaje frondoso según la especie
		Sin signos de enfermedades
		Sin signos de ataque por plaga
		Raíces sin daño aparente
		Sin signos de deshidratación
PLANTACIÓN	Transporte de planta	En caso de que las plantas a sembrar sean adquiridas, estas deberán ser transportadas en vehículos que las protejan de la insolación. Por otro lado las plantas no deberán colocarse una sobre otra para evitar daños físicos.
	Terrazas individuales	Se trata de bordes a favor de la pendiente del terreno, formados con material terroso de la excavación de la cepa, cuya función es evitar la erosión del suelo por escurrimiento hídrico.
	Apertura de cepa común	Consiste en la remoción del suelo en una superficie y profundidad semejante a las dimensiones del cepellón de la planta a sembrar.
	Plantación	Se refiere únicamente a la colocación de la planta en la cepa y a su cobertura con material terroso. En este caso el cepellón debe quedar ras de suelo, totalmente vertical, y solo se debe colocar una planta por cepa.
	Fertilización de hojosas	Para la fertilización de las plantas a sembrar, se recomienda únicamente el uso de compuestos orgánicos, o aprobados por la legislación aplicable.
MANTENIMIENTO	Transporte de planta (40 %)	En este caso se trata del transporte, adquisición, y siembra de plantas que sustituirán a aquellas que no hayan sobrevivido a la primera etapa de plantación.
	Producción y/o adquisición de planta de	

TIPO	ACTIVIDAD, OBRA O PRÁCTICA	DESCRIPCIÓN
	ciclo largo (40 %)	
	Apertura de cepa común (40 %)	
	Plantación (40%)	
	Deshierbe manual en terrazas individuales	Se refiere únicamente a la remoción de malezas que cubren las cepas y terrazas de las plantas sembradas, con el fin de evitar competencia con especies pioneras.
MICROHÁBITAT	Construcción microhábitats	Se refiere a las estructuras que podrían requerirse para la protección de las plantas sembradas ante procesos climáticos.
MONITOREO	Asistencia técnica	Esta actividad tiene el fin de evaluar el desarrollo de las actividades de restauración en esta primera etapa.

- MEDIANO PLAZO (2 A 5 AÑOS)

En el **Cuadro 91**, se enlistan las actividades a realizar a mediano plazo.

*Cuadro 91. Actividades de restauración a medio plazo.*

TIPO	ACTIVIDAD, OBRA O PRÁCTICA	DESCRIPCIÓN
MANTENIMIENTO	Limpieza, podas o desrames	En general se trata de mantener las condiciones adecuadas para el desarrollo de las plantas sembradas, removiendo hierbas, costando ramas y hojas secas, limpiando el terreno y manteniendo la funcionalidad de la brecha.
VIGILANCIA	Vigilancia para evitar afectaciones antropogénicas	Se debe mantener el predio en vigilancia con el fin de evitar daños sobre las plantas sembradas.
MONITOREO	Asistencia técnica	Para la evaluación de los resultados de esta etapa.

En esta etapa únicamente se prevé la evaluación de los indicadores que determinen el grado de éxito de las actividades de restauración **Cuadro 92**.

*Cuadro 92. Estimación del costo económico de las actividades de restauración de la superficie de CUSF.*

Actividad, obra o práctica	Unidad	Costo unitario (M.N.)	Cant/ha	Sup.	Cantidad / proyecto	Costo parcial (M.N.)	# en 15 años	Costo total
Cercado	ha	2,500	1	43.37	43.37	\$1,880.96	1	\$1,880.96
Construcción de brecha Corta Fuego	ha	1,000	1	43.37	43.37	\$1,880.96	1	\$1,880.96

Actividad, obra o práctica	Unidad	Costo unitario (M.N.)	Cant/ha	Sup.	Cantidad / proyecto	Costo parcial (M.N.)	# en 15 años	Costo total
Producción de planta de ciclo largo	Planta	7	865	43.37	37,526.00	\$1,627,502.62	1	\$1,627,502.62
Transporte de planta	Planta	0.5	865	43.37	37,526.00	\$1,627,502.62	1	\$1,627,502.62
Terrazas Individuales	Pieza	5	865	43.37	37,526.00	\$1,627,502.62	2	\$3,255,005.24
Apertura de cepa común	Pieza	2	865	43.37	37,526.00	\$1,627,502.62	1	\$1,627,502.62
Plantación	Planta	2	865	43.37	37,526.00	\$1,627,502.62	1	\$1,627,502.62
Fertilización de hojosas	Planta	2.5	865	43.37	37,526.00	\$1,627,502.62	1	\$1,627,502.62
Transporte de planta (40%)	Planta	0.5	346.1	43.37	15,010.36	\$650,999.18	3	\$1,952,997.55
Producción de planta de ciclo largo (40%)	Planta	7	138.44	43.37	6,004.14	\$260,399.67	3	\$781,199.02
Apertura de cepa común (40%)	Pieza	2	55.376	43.37	2,401.66	\$104,159.87	3	\$312,479.61
Plantación (40%)	Planta	2	22.1504	43.37	960.66	\$41,663.95	3	\$124,991.84
Deshierbe manual en terrazas individuales	Planta	12	865	43.37	37,526.00	\$1,627,502.62	1	\$1,627,502.62
Brecha Corta Fuego	ha	1,000	3	43.37	130.11	\$5,642.87	15	\$84,643.06
Vigilancia para evitar afectaciones antropogénicas	Visitas	250	2	43.37	86.74	\$3,761.91	15	\$56,428.71
Asistencia técnica	Visitas	1,500	1	43.37	43.37	\$1,880.96	15	\$28,214.35
Medición de indicadores que den muestra del éxito de la restauración	Visitas	2,500	1	43.37	43.37	\$1,880.96	15	\$28,214.35
<b>Total general restauración</b>						<b>\$6,537,458.40</b>		

En síntesis, el costo total de la restauración en un plazo de 15 años, sería de \$6, 537,458.40 (seis millones quinientos treinta y siete mil cuatrocientos cincuenta y ocho pesos 40/100, M.N.).



# XVII IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN SEÑALADA EN LAS FRACCIONES ANTERIORES

---

## XVII.1 BIBLIOGRAFÍA

- Bauista-Zuñiga F., Cram-Heydrich S. y I. Sommer Cervantes. 2004. Capítulo 2. Suelos. 73-115 pp. En: Bautista-Zuñiga F., H. Delfin-Gonzalez, J.L. Palacio Prieto y M.C. Delgado-Carranza. 2004. Técnicas de muestreo para manejadores de recursos naturales. Universidad Nacional Autónoma de México. Universidad Autónoma de Yucatán. Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. Instituto de Ecología. 507 p.
- Berger J. 1997. Population constraints associated with the use of black rhino as an umbrella species for desert herbivores. *Cons. Biol.* 11: 69-78.
- Bezaury-Creel J.E., J. Fco. Torres, L. M. Ochoa Ochoa. 2007. Base de Datos Geográfica de Áreas Naturales Protegidas Estatales del Distrito Federal y Municipales de México - Versión 1.0, Agosto 30, 2007. The Nature Conservancy / PRONATURA A.C / Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad / Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas.
- BLM (U.S.D.I., Bureau of Land Management), 1980. Visual resource management program. Government Printing Office, Washington D.C.
- Bongers F., Pompa J., Meave J. y J. Cara. 1988. Structure and floristic composition of the lowland rain forest of Los Tuxtlas, México. *Vegetatio* 74: 55-80.
- Butterlin, J. y F. Bonet. 1963. Carta Geológica de la Península de Yucatán. Ingeniería Hidráulica en México. En Morán C. D., 1984. Geología de la República Mexicana.
- Cancino J. 2006. Dendrometría básica. Universidad de Concepción. Facultad de Ciencias Forestales 171 P.
- Caro T. 2003. Umbrella species: critique and lessons from East Africa. *Anim. Cons.* 6: 171-181.

- Caro T, O´Doherty G. 1999. On the use of surrogate species in conservation biology. *Cons. Biol.* 13: 805-814
- Caro T, O´Doherty G. 1999. On the use of surrogate species in conservation biology. *Cons. Biol.* 13: 805-814
- Carreón-Santos R.J. y J.I. Valdez-Hernández. 2014. Estructura y diversidad arbórea de vegetación secundaria derivada de una selva mediana subperennifolia en Quintana Roo. *Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente* 20(1):119-130.
- Casanoves F., L. Pla, J. A. Di Rienzo (Eds.). 2011. Valoración y análisis de la diversidad funcional y su relación con los servicios ecosistémicos. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). Turrialba, C.R. 84 p.
- Charvet G. 2009. Exploration, modeling and management of groundwater resources in Northern Quintana Roo, Mexico. Master Thesis. Technical University of Denmark.
- Chow V. T., D. Maidment, L. Mays. 1994. *Hidrología Aplicada*. McGraw-Hill
- CONAFOR. 2012. Inventario Nacional Forestal y de Suelos. Informe 2004-2009. Comisión Nacional Forestal. Zapopan, Jalisco. 212 p.
- CONAGUA. 2002. Determinación de la disponibilidad de agua en el acuífero Cerros y Valles, Estado de Quintana Roo, Comisión Nacional del Agua, Subgerencia Técnica.
- CONANP. 2014. Datos espaciales de las Áreas Naturales Protegidas Federales de México construidos con apego a decretos de creación publicados en el Diario Oficial de la Federación 1917-2013. Manejo de datos espaciales con herramientas de los sistemas de información geográfica de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. Diciembre 2014.
- Conesa Fernández. 1997. Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental Ediciones Mundi-Prensa.
- Costanza, R; d’Arge, R; de Groot, R; Farber, S; Grasso, M; Hannon, B; Limburg, K; Naeem, S; O’Neill, RV; Paruelo, J; Raskin, RG; Sutton, P; van den Belt, M. 1997. The value of the world’s ecosystem services and natural capital. *Nature* 387: 253-260.
- Cruz G. B., 2003. La cuenca como unidad de planeación ambiental. En: 4° Seminario sobre instrumentos económicos para cuencas ambientales. 2003. Dirección general de Investigación de Política y Economía Ambiental. Instituto Nacional de Ecología-SEMARNAT.

- Curtis J.T., McIntosh R.P. 1951. An upland forest continuum in the Prairie-Forest border region of Wisconsin. *Ecology*, Vol. 32, N° 3, (Jul., 1951): 476-496. Ecological Society of America.
- Desmet, P.; Govers, G. 1996. A GIS procedure for automatically calculating the ULSE LS factor on topographically complex landscape units. *J. Soil Water Conserv.* 51, 427-433.
- Díaz, S; Lavorel, S; Chapin III, FS; Tecco, PA; Gurrich, DE; Grigulis, K. 2006. Functional diversity – at the crossroads between ecosystem functioning and environmental filters. In *Terrestrial ecosystems in a changing World*. Canadell, J; Pitelka, LF; Pataki, D. Eds. p. 103-113.
- Díaz, S; Lavorel, S; Stuart Chapin, F; Tecco, PA; Gurrich, DE; Grigulist, K. 2007. Functional Diversity – at the Crossroads between Ecosystem Functioning and Environmental Filters. In: Canadell, JG; Pataki, DE; Pitelka, LF. *Terrestrial Ecosystems in a Changing World*. Springer-Verlag, Nueva York. P. 81-91.
- Espinosa, G. 2001. *Fundamentos de Evaluación de Impacto Ambiental*. Banco Interamericano de Desarrollo y Centro de Estudios para el Desarrollo, Chile (Coed.).183 pp.
- Favreau J, Drew A, Hess G, Rubino M, Koch F, Eschelbach K. 2006. Recommendations for assessing the effectiveness of surrogate species approaches. *Biodiv. Cons.* 15: 3949-3969.
- Foster, P. W. 1975. *Introducción a la Ciencia Ambiental*. México, El Ateneo, 186 p.
- García E. 2003. Distribución de la precipitación en la República Mexicana. *Investigaciones Geográficas (Mx)* [en línea] abril de 2003.
- García. E. .1988. *Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen, (Para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana)*, offset Larrios, 4a. ed., México.
- García-Esteban L., A. Guindeo-Casasus, C. Peraza-Oramas y P. de Palacios de Palacios. 2003. *La madera y su anatomía*. Muni-Prensa. 330 p.
- Godínez-Ibarra O. y López-Mata L. 2002. Estructura, composición, riqueza y diversidad de árboles en tres muestras de selva mediana subperennifolia. *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. Serie botánica*, 73(2):283-314.
- Gómez Orea. 1999. *Evaluación del impacto ambiental*. Ediciones Mundi-Prensa. 700 p.
- Gutiérrez M. A y Cervantes M. A. 2008b. Estudios Realizados en el Acuífero Norte de Quintana Roo, México, p9-35. En Gutiérrez M. A y Cervantes M. A. (Eds) *Estudio*

Geohidrológico del Norte de Quintana Roo. Universidad de Quintana Roo, Unidad Académica Cozumel, Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. México.

Hitt NP, Frissell CA. 2004. A case study of surrogate species in aquatic conservation planning. *Aquat. Cons.: Mar. Freshw. Ecosyst.* 14: 625-633.

INEGI. 2004. Guía para la interpretación de cartografía edafológica.

INEGI. 2005. Guía para la interpretación de cartografía geológica.

INEGI. 2005. Guía para la interpretación de cartografía. Uso de suelo y vegetación. Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática. 55-56 pp.

INEGI. 2005. Guía para la interpretación cartográfica de uso del suelo y vegetación. Serie III. 54-59, 70-73. INEGI, México.

Infante-Gil S y Zarate de Lara G.P. 2008. Métodos estadísticos: un enfoque multidisciplinario. Segunda edición. Editorial Trillas. 643 p.

Leigue-Gómez J.W. 2011. Regeneración natural de nueve especies maderables en un bosque intervenido de la Amazonia Boliviana. *Acta Amazonica*, 41(1):135-142.

Li Fengli. 2012. On forests' role in protecting ecological environment. *Priv Technol* (07):2-3

Magurran, A. E. 2013. *Measuring biological diversity*. John Wiley & Sons.

Miranda F. y Hernández X. E. 1963. Los tipos de vegetación de México y su clasificación. UNAM-ENA.

Mitasova, H.; Hofierka, J.; Zlocha, M.; Iverson, L.R. 1996. Modelling topographic potential for erosion and deposition using GIS. *Int. J. Geogr. Inf. Syst.* 10, 629-641

Moreno, C. 2001. Métodos para medir la biodiversidad. M&T-Manuales y TesisSEA, volumen 1. Zaragoza, España. 84 p.

Moreno-D. A.; Renner-I. 2007. Gestión integral de cuencas. La experiencia del proyecto regional de cuencas andinas. Centro Internacional de la Papa y Gobierno de Alemania. Lima, Perú. 234

Noss R, Quigley H, Hornocker M, Merrill T, Paquet P. 1996. Conservation Biology and Carnivore Conservation in the Rocky Mountains. *Cons. Biol.* 10: 949-963.

Olmsted C. I., A. López, R. Durán. 1983. Vegetación de Sian Ka'an. 63-83p. En: CIQROO, 1983. Sian Ka'an, estudios preliminares de una zona en Quintana Roo

propuesta como Reserva de la Biosfera. Centro de Investigaciones Científicas de Quintana Roo A.C. 215 pp.

Palacios E. 2006. Ficha técnica de *Astronium graveolens*. Cuarenta y ocho especies de la flora de Chiapas incluidas en el PROY-NOM-059-ECOL-2000. Instituto de Historia Natural y Ecología. Bases de datos. SNIB CONABIO. Proyecto No. W008. México. D. F.

Palacios E. 2006. Ficha técnica de *Tabebuia chrysantha*. Cuarenta y ocho especies de la flora de Chiapas incluidas en el PROY-NOM-059-ECOL-2000. Instituto de Historia Natural y Ecología. Bases de datos. SNIB CONABIO. Proyecto No. W008. México. D. F.

Pérez D. J., Villalobos D.M., Rosete V. F., Salinas C. E., Remond N. y Navarro S. E. 2011.

Pielou, E. C. 1966. The measurement of diversity in different types of biological collections. *Journal of theoretical biology*, 13, 131-144.

Pla, L. 2006. Biodiversidad: inferencia basada en el índice de Shannon y la riqueza. *Interciencia*, 31(8), 583-590.

Porras I. T. 2003. Valorando los servicios ambientales de protección de cuencas: consideraciones metodológicas. International Institute for Environment and Development (IIED) Presentado en el III Congreso Latinoamericano de Protección de Cuencas. Arequipa, 9-13 de junio de 2003

Proyecto N° INE/ADA-016/2011: Elaboración de la cartografía del uso del suelo y de la vegetación en México, del período 1976-2008, Escala 1:250,000. Instituto Nacional de Ecología, SEMARNAT ([www.ine.gob.mx/emapas/](http://www.ine.gob.mx/emapas/)).

Roberger y Angelstam. 2004. Usefulness of the umbrella species concept as a conservation tool. *Cons. Biol.* 18: 76-85.

Sánchez O. S., L. Mendizábal, S. Calmé. Recuperación foliar en un acahual después del paso del huracán Wilma por la reserva ecológica del Eden, Quintana Roo. *Foresta Veracruzana*, Vol. 8, Núm. 1. 2006. pp. 37-42. Recursos Genéticos Forestales, México.

Santacruz De León, G. 2011. Estimación de la erosión hídrica y su relación con el uso de suelo en la cuenca del río Cahoacán, Chiapas, México.

Sarabia, A. 1985. Un enfoque de sistemas para el desarrollo agrícola. IICA. Serie Desarrollo Institucional. San José, Costa Rica. 265 p.

Shannon C. E. and W. Weaver. 1949. *The Mathematical Theory of Communication*. University of Illinois Press, Urbana. Pp. 1-35.

- Smith, R. L., & Smith, T. M. 2007. Ecología. Ed. Pearson-Addison Wesley. 775 pp.
- Southworth, C. S., 1994. Structural and hydrologic applications of remote sensing data, Eastern Yucatan Peninsula, México. Proceedings of the first multidisciplinary Conference on Sinkholes/Orlando, Florida.15-17 oct 1984.
- Ugalde L.A. 1981. Conceptos básicos de dasometría. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Programa de Recursos Naturales Renovables. Turrialba, Costa Rica. 22 p.
- Vidal Z. R. 2005. Regiones Climáticas de México. Universidad Autónoma de México. México. D.F.
- Viñals M. J (Editora). 2002. Turismo en espacios naturales y rurales II. Universidad Politécnica de Valencia. 345 p.
- World Vision. 2004. Manual de manejo de cuencas. El Salvador. 154 p
- Zarco-Espinoza V.M., J.I. Valdez-Hernández, G. Angles-Pérez y O. Castillo-Acosta. 2010. Estructura y diversidad de la vegetación arbórea del Parque Estatal Agua Blanca, Macuspana, Tabasco. Universidad y Ciencia. 26(1) 1-17.
- Zavala-Cruz J., David J. Palma, Carlos R. Fernández Cabrera, Antonio López Castañeda y Edgar Shirma. Degradación y conservación de suelos en la cuenca del Río Grijalva, Tabasco. Gobierno del Estado de Tabasco, SEMARNAT, COLPOS y PEMEX.

## **XVII.2      CARTOGRAFÍA**

### XVII.3 FOTOGRAFÍAS



*Fotografía 1. Apunte de datos de la dendrometría realizada en el sitio del proyecto.*



*Fotografía 2. Medición de árboles en el sitio del proyecto.*





Fotografía 3. Etiquetado de uno de los sitios de muestreo de vegetación



Fotografía 4. Realización del estudio de vegetación en el sitio del proyecto.



*Fotografía 5. Árboles marcados en uno de los sitios de muestreo de vegetación*



*Fotografía 6. Identificación de Astrocasia tremula en un sitio de muestreo*

## **XVII.4 ANEXOS**

### **XVII.4.1 Metodología de evaluación de impactos ambientales**

Como se ha señalado en el capítulo IX, la metodología utilizada para la valoración de los impactos derivados en el predio por el cambio de uso de suelo en terrenos forestales es la propuesta por Conesa Fernández (1997) y Gómez Orea (1999), que consiste primero en identificar las acciones que pueden causar impactos sobre uno o más factores del medio susceptibles de recibirlos; en segundo término se procede a valorar los impactos para determinar su grado de importancia y, por último, se establecen las medidas preventivas, correctivas o compensatorias necesarias.

Dicha metodología fue elegida por encima de otras como la matriz de Leopold, check list o el método Batelle debido a que presenta diversas ventajas. La primera ventaja sobresaliente es que el método Conesa Fernández permite hacer una valoración completa de los impactos considerando el factor que será impactado así como la actividad que generará el impacto, todo ello partiendo de una valoración inicial de la importancia de los elementos ambientales sujetos a recibir impactos. En segundo lugar el análisis de impactos puede ser aplicado por igual a cada una de las fases del proyecto, lo cual es de suma importancia si se considera que cualquier tipo de proyecto debe evaluarse desde el punto de vista de su interacción recíproca con el medio y, por tanto, en términos de la capacidad de acogida del proyecto por el mismo y de los efectos de éste sobre aquél (Conesa Fernández, 1997)<sup>98</sup>. En ese sentido, la evaluación del impacto ambiental debe partir del análisis de las diferentes etapas del proyecto, y del estudio del entorno o área de influencia de aquél.

Siguiendo las metodologías propuestas por Conesa Fernández (1997) y Gómez Orea (1999)<sup>99</sup>, en el proceso de evaluación del impacto ambiental es necesario primero identificar las acciones que pueden causar impactos sobre uno o más factores del medio susceptibles de recibirlos; en segundo término se procede a valorar los impactos para determinar su grado de importancia y, por último, se establecen las medidas preventivas, correctivas o compensatorias necesarias.

El propósito de la evaluación del impacto ambiental, según el Artículo 28 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente es establecer las condiciones a que se sujetará la realización de obras y actividades que puedan causar desequilibrio ecológico o rebasar los límites y condiciones establecidos en las disposiciones aplicables para proteger el ambiente y preservar y restaurar los ecosistemas, a fin de evitar o reducir al mínimo sus efectos negativos sobre el ambiente.

---

<sup>98</sup> Conesa Fernández-Vítora, V., 1997. Guía Metodológica para la Evaluación del Impacto Ambiental. 3ª. ed. Ediciones Mundi-Prensa. 412 p

<sup>99</sup> Gómez Orea, D., 1999. Evaluación del Impacto Ambiental: un instrumento preventivo para la gestión ambiental. Coedición Ediciones Mundi-Prensa y Editorial Agrícola Española, S.A. 701 p

Por lo tanto, en el proceso de evaluación del impacto ambiental únicamente se está interesado en identificar y mitigar aquellas modificaciones imputables al proyecto que potencialmente puedan ser causantes de contingencia ambiental<sup>100</sup>, desequilibrio ecológico<sup>101</sup>, emergencia ecológica<sup>102</sup> o daño ambiental irreversible<sup>103</sup>, puesto que son éstas y no otras las que se consideran significativas para determinar la viabilidad del proyecto.

#### ***XVII.4.1.1 Identificación de las acciones del proyecto que pueden causar impactos***

De entre toda la gama de acciones que intervienen en la relación causa-efecto que define un impacto ambiental, susceptibles de producir impactos concretos en cualquiera de las etapas del proyecto, se deben seleccionar aquellas que sean relevantes, excluyentes/independientes, fácilmente identificables, localizables y cuantificables (Gómez Orea, Op. Cit), ya que algunas de ellas no son significativas desde el punto de vista ambiental porque no modifican o alteran el ambiente o los recursos naturales, o bien porque su efecto es bajo o se puede anular con la adecuada y oportuna aplicación de medidas de prevención o mitigación.

Por otro lado, para la identificación de acciones, según Conesa Fernández (Op. Cit), se deben diferenciar los elementos del Proyecto de manera estructurada, atendiendo entre otros los siguientes aspectos:

- Acciones que modifican el uso del suelo
- Acciones que implican emisión de contaminantes
- Acciones derivadas de almacenamiento de residuos
- Acciones que implican sobreexplotación de recursos
- Acciones que implican sub-explotación de recursos
- Acciones que actúan sobre el medio biótico
- Acciones que dan lugar al deterioro del paisaje
- Acciones que repercuten sobre las infraestructuras
- Acciones que modifican el entorno social, económico y cultural
- Acciones derivadas del incumplimiento de la normatividad ambiental vigente

Tales acciones y sus efectos deben quedar determinados al menos en intensidad, extensión, persistencia, reversibilidad, recuperabilidad y momento en que intervienen en el proceso.

---

<sup>100</sup> Situación de riesgo, derivada de actividades humanas o fenómenos naturales, que puede poner en peligro la integridad de uno o varios ecosistemas (LGEEPA, Art. 3, frac. VIII).

<sup>101</sup> La alteración de las relaciones de interdependencia entre los elementos naturales que conforman el ambiente, que afecta negativamente la existencia, transformación y desarrollo del hombre y demás seres vivos (LGEEPA, Art. 3, frac. XII).

<sup>102</sup> Situación derivada de actividades humanas o fenómenos naturales que al afectar severamente a sus elementos, pone en peligro a uno o varios ecosistemas (LGEEPA, Art. 3, frac. XVI).

<sup>103</sup> Toda pérdida, deterioro o menoscabo que se realice en cualquiera de los elementos que conforman un ecosistema, un recurso biológico o natural, o en los que condicionan la salud o la calidad de vida de la población, como resultado de la actividad humana, que no es posible revertir o restaurar.

#### ***XVII.4.1.2 Identificación de los factores ambientales del entorno susceptibles a recibir impactos***

Por otra parte los factores ambientales, son los elementos y procesos del medio que suele diferenciarse en dos Sistemas: Medio Físico y Medio Socioeconómico. El Medio Físico incluye tres subsistemas que son el Medio Inerte o Físico propiamente dicho, el Medio Biótico y el Medio Perceptual; en tanto que el Medio Socioeconómico incluye el Medio Socio-Cultural y el Medio Económico.

A cada uno de los subsistemas pertenece una serie de componentes ambientales susceptibles de recibir impactos, entendidos como elementos, cualidades y procesos del entorno que pueden ser afectados por el proyecto. La afectación, puede ser negativa o positiva. Para seleccionar los componentes ambientales, tanto Gómez Orea (1999), como Conesa Fernández (1997), coinciden en que deben considerarse los siguientes criterios:

- Ser representativos del entorno afectado, y por tanto del impacto total producido por la ejecución del Proyecto sobre el Medio.
- Ser relevantes, es decir, portadores de información significativa sobre la magnitud e importancia del impacto.
- Ser excluyentes, es decir, sin solapamientos ni redundancias.
- De fácil identificación tanto en su concepto como en su apreciación sobre información estadística, cartográfica o trabajos de campo.
- De fácil cuantificación, dentro de lo posible, ya que muchos de ellos serán intangibles o inconmensurables.

La valoración de los componentes ambientales, toma en cuenta la importancia y magnitud del mismo. Sin embargo, en muchos casos no es posible medir objetivamente tales parámetros y es necesario aplicar criterios subjetivos en su valoración. Cuando éste es el caso, se puede adoptar el criterio sugerido por Conesa Fernández (1997): el valor ambiental de un factor o de una unidad de inventario es directamente proporcional al grado cualitativo enumerado a continuación:

- Extensión: área de influencia en relación con el entorno
- Complejidad: compuesto de elementos diversos
- Rareza: no frecuente en el entorno
- Representatividad: carácter simbólico. Incluye carácter endémico
- Naturalidad: natural, no artificial
- Abundancia: en gran cantidad en el entorno
- Diversidad: abundancia de elementos distintos en el entorno
- Estabilidad: permanencia en el entorno
- Singularidad: valor adicional por la condición de distinto o distinguido
- Irreversibilidad: imposibilidad de que cualquier alteración sea asimilada por el medio debido a mecanismos de autodepuración
- Fragilidad: endeblez, vulnerabilidad y carácter perecedero de la cualidad del factor
- Continuidad: necesidad de conservación

- Insustituibilidad: imposibilidad de ser sustituido
- Clímax: proximidad al punto más alto de valor ambiental de un proceso
- Interés ecológico: por su peculiaridad ecológica
- Interés histórico-cultural: Por su peculiaridad histórico-monumental-cultural
- Interés individual: por su peculiaridad a título individual (carácter epónimo, mutante)
- Dificultad de conservación: dificultad de subsistencia en buen estado
- Significación: importancia para la zona del entorno.

Los distintos factores del medio presentan importancias distintas de unos respecto a otros, en cuanto a su mayor o menor contribución a la situación ambiental. Considerando que cada factor representa sólo una parte del medio ambiente, es importante disponer de un mecanismo según el cual todos ellos se puedan contemplar en conjunto, y además ofrezcan una imagen coherente de la situación al hacerlo, o sea, ponderar la importancia relativa de los factores en cuanto a su mayor o menor contribución a la situación del medio ambiente.

Con éste fin se atribuye a cada factor un peso o índice ponderal, expresado en unidades de importancia (UIP), y el valor asignado a cada factor resulta de la distribución relativa de mil unidades asignadas al total de factores ambientales (Medio Ambiente de Calidad Óptima) (Esteban Bolea, 1984, En: Conesa Fernández, 1997).

Los distintos factores del medio presentan importancias distintas de unos respecto a otros, en cuanto a su mayor o menor contribución a la situación ambiental. Considerando que cada factor representa sólo una parte del medio ambiente, es importante disponer de un mecanismo según el cual todos ellos se puedan contemplar en conjunto, y además ofrezcan una imagen coherente de la situación al hacerlo, o sea, ponderar la importancia relativa de los factores en cuanto a su mayor o menor contribución a la situación del medio ambiente.

Con este fin se atribuye a cada factor un peso o índice ponderal, expresado en unidades de importancia (UIP), y el valor asignado a cada factor resulta de la distribución relativa de mil unidades asignadas al total de factores ambientales (Medio Ambiente de Calidad Óptima) (Esteban Bolea, 1984, En: Conesa Fernández, 1997).

#### ***XVII.4.1.3 Identificación, descripción y valoración de impactos potenciales***

El estudio de impacto ambiental es una herramienta fundamentalmente analítica, de investigación prospectiva de lo que puede ocurrir, por lo que la clarificación de todos los aspectos que lo definen y en definitiva de los impactos (interrelación Acción del Proyecto-Factor del medio), es indispensable. Por lo tanto, no es válido pasar a un proceso de evaluación de impactos sin un análisis previo en el que se enuncien, describan y examinen los factores más importantes constatados, justificando por qué merecen una determinada valoración.

En esta fase se cruzan las dos informaciones (factores del medio, acciones del proyecto), con el fin de prever las incidencias ambientales derivadas tanto de la ejecución del proyecto, como de su operación, para poder valorar su importancia.

La valoración cualitativa se efectúa a partir de la matriz de impactos en la que en cada casilla de cruce se anota la importancia del impacto determinada como se indicará más adelante. Con esta matriz se mide el impacto ambiental (Iij) generado por una acción simple de una actividad (Ai) sobre un factor ambiental considerado (Fj), es decir, que se medirá el impacto con base al grado de manifestación cualitativa del efecto que quedará reflejado en lo que definimos como importancia del impacto.

La importancia del impacto es pues, el ratio mediante el cual medimos cualitativamente el impacto ambiental, en función, tanto del grado de incidencia o intensidad de la alteración producida, como de la caracterización del efecto, que responde a su vez a una serie de atributos de tipo cuantitativo. El valor de importancia del impacto, se establece en función de 11 características.

La primera de ellas se refiere a la naturaleza del efecto (positivo o negativo), en tanto que la segunda representa el grado de incidencia o intensidad del mismo y los nueve restantes (extensión, tipo de efecto, plazo de manifestación, persistencia, reversibilidad, recuperabilidad, sinergia, acumulación y periodicidad), los atributos que caracterizan a dicho efecto.

Dichas características se representan por símbolos que ayudan a visualizar e identificar rápidamente a cada una y forman parte de una ecuación que indica la importancia del efecto de una acción sobre un factor ambiental. A saber:

$$I = \pm(3IN + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC)$$

Donde:

I = Importancia del impacto

± = Signo

IN = Intensidad

EX = Extensión

MO = Momento

PE = Persistencia

RV = Reversibilidad

SI = Sinergia

AC = Acumulación

EF = Efecto

PR = Periodicidad

MC = Recuperabilidad

La importancia del impacto se representa por un número que se deduce de dicha ecuación, en función del valor asignado a los símbolos considerados, según se muestra en el **Cuadro 93**.

La importancia del impacto toma valores entre 13 y 100. En términos generales puede afirmarse que los valores inferiores a 25 son irrelevantes, entre 25 y 50 moderados, entre 50 y 75 severos y superiores a 75 deben considerarse críticos.

Siguiendo el método propuesto por Conesa Fernández (1997), en aquellas casillas de cruce que correspondan a los impactos más importantes, a los que se produzcan en lugares o momentos críticos y sean de imposible corrección y que darán lugar a las mayores puntuaciones en el recuadro relativo a la importancia, se le superpondrán las llamadas Alertas o Banderas Rojas, para llamar la atención sobre el efecto y buscar alternativas en el proyecto que eliminen la causa y la permuten por otra de efectos menos nocivos.

Si no es posible modificar la actividad o acción impactante, deben buscarse medidas correctivas, de mitigación o de compensación que anulen, palien o mitiguen los efectos negativos.

*Cuadro 93. Importancia del Impacto. Se indican las 11 características que conforman la importancia del impacto, así como los valores que pueden adoptar cada una dependiendo de su grado de acción.*

NATURALEZA		INTENSIDAD (IN) (grado de destrucción)	
- Impacto Beneficioso	+	- Baja	1
- Impacto Perjudicial	-	- Media	2
		- Alta	4
		- Muy Alta	8
		- Total	12
EXTENSIÓN (EX) (Área de influencia)		MOMENTO (MO) (Plazo de la manifestación)	
- Puntual	1	- Largo Plazo	1
- Parcial	2	- Medio Plazo	2
- Extenso	4	- Inmediato	4
- Total	8	- Crítico	(+4)
- Crítica	(+4)		
PERSISTENCIA (PE) (Permanencia del efecto)		REVERSIBILIDAD (RV)	
- Fugaz	1	- Corto Plazo	1
- Temporal	2	- Medio Plazo	2
- Permanente	4	- Irreversible	4
SINERGIA (SI) (Regularidad de la manifestación)		ACUMULACIÓN (AC) (Incremento progresivo)	
- Sin sinergismo (simple)	1	- Simple	1
- Sinérgico	2	- Acumulativo	4
- Muy sinérgico	4		
EFECTO (EF) (Relación causa-efecto)		PERIODICIDAD (PR) (Regularidad de la manifestación)	
- Indirecto	1	- irregular o aperiódico y discontinuo	1
- Directo	4	- Periódico	2
		- Continuo	4
RECUPERABILIDAD (MC) (Reconstrucción por medios humanos)		IMPORTANCIA (I)	
- Recuperable de manera inmediata	1	$I = \pm (3IN + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC)$	
- Recuperable a medio plazo	2		
- Mitigable	4		
- Irrecuperable	8		



A fin de clarificar el significado de las características expresadas y sus valores, se describe a continuación cada una de ellas.

**Signo.** El signo hace referencia al carácter benéfico (+) o perjudicial (-) de las distintas acciones que van a actuar sobre los factores considerados. Sin embargo, en ocasiones no es fácil predecir el efecto por lo que se puede incluir un tercer valor (x), que refleja efectos cambiantes difíciles de predecir.

**Intensidad.** Se refiere al grado de incidencia de la acción sobre el factor, en el ámbito específico en que actúa. La escala de valoración está comprendida entre 1 y 12, en el que 12 expresa una destrucción total del factor en el área en la que se produce el efecto, y 1 indica una afectación mínima.

**Extensión.** Se refiere al área de influencia teórica del impacto en relación con el entorno del proyecto, es decir, el porcentaje de área respecto al entorno en que se manifiesta el efecto. Esta característica se valora con escala entre 1 y 8 en la que 1 representa un efecto muy localizado o puntual y 8 representa una ubicación de influencia generalizada en todo el entorno del proyecto. Esta característica introduce un valor adicional que aplica si el impacto se produce en un lugar crítico. En este caso se deben sumar cuatro unidades al número que resultó de la valoración del porcentaje de extensión en que se manifiesta. Cuando éste es el caso, y además se trata de un impacto peligroso para el cual no es posible introducir medidas correctoras, deberá buscarse otra alternativa a la actividad.

**Momento.** El plazo de manifestación del impacto alude al tiempo que transcurre entre la aparición de la acción y el comienzo del efecto sobre el factor del medio considerado. Cuando el tiempo transcurrido sea nulo, el momento será inmediato, y si es inferior a un año, Corto Plazo, asignándole en ambos casos un valor de 4. Si el período de tiempo va de 1 a 5 años, Medio Plazo, se asigna el valor 2 y si el efecto tarda en manifestarse más de 5 años se califica con 1, Largo Plazo. Si ocurriese alguna circunstancia que hiciese crítico el momento del impacto, cabría atribuirle un valor de 1 a 4 unidades que se suman al valor obtenido previamente, según su momento de acción.

**Persistencia.** Se refiere al tiempo que, supuestamente, permanecería el efecto desde su aparición y, a partir del cual el factor afectado retornaría a las condiciones iniciales previas a la acción por medios naturales o mediante la introducción de medidas correctoras. Si la persistencia del efecto tiene lugar durante menos de 1 año, consideramos que la acción produce un efecto fugaz, asignándole un valor de 1. Si dura entre 1 y 10 años, se califica como temporal (2) y si el efecto tiene una duración superior a 10 años, se considera permanente y debe calificarse con un valor de 4.

**Reversibilidad.** Se refiere a la posibilidad de reconstrucción del factor afectado por el proyecto, es decir, la posibilidad de retornar a las condiciones iniciales previas a la acción, por medios naturales, una vez aquella deja de actuar sobre el medio.

Siguiendo los intervalos de tiempo expresados para la característica previa, al Corto Plazo, se le asigna un valor de 1, si es a Medio Plazo 2 y si el efecto es irreversible 4.

**Recuperabilidad.** Se refiere a la posibilidad de reconstrucción, total o parcial, del factor afectado como consecuencia del proyecto, es decir, la posibilidad de retornar a las condiciones iniciales previas a la actuación, por medio de la intervención humana. Si el efecto es totalmente recuperable se le asigna un valor de 1 o 2, según lo sea de manera inmediata o a medio plazo, si lo es parcialmente, el efecto es mitigable, y toma un valor de 4, que se resta al valor de importancia total. Cuando el efecto es irrecuperable se le asigna el valor de 8. Si el efecto es irrecuperable pero existe la posibilidad de aplicar medidas compensatorias, entonces el valor que se adopta es 4.

**Sinergia.** Este atributo contempla el reforzamiento de dos o más efectos simples. La componente total de la manifestación de los efectos simples, provocados por acciones que actúan simultáneamente, es superior a la que cabría esperar de la manifestación de efectos cuando las acciones que las provocan actúan de manera independiente no simultánea. Cuando una acción actuando sobre un factor, no es sinérgica con otras acciones que actúan sobre el mismo factor, el atributo toma valor 1, si se presenta un sinérgico moderado 2 y si es altamente sinérgico 4.

**Acumulación.** Este atributo da idea del incremento progresivo de la manifestación del efecto, cuando persiste de forma continuada o reiterada la acción que lo genera. Cuando una acción no produce efectos acumulativos, el efecto se valora como 1 y si el efecto es acumulativo se califica con 4.

**Efecto.** Este atributo se refiere a la relación causa-efecto, o sea a la forma de manifestación del efecto sobre un factor, como consecuencia de una acción. El efecto puede ser directo o primario, siendo en este caso la repercusión de la acción a consecuencia directa de ésta y se califica con el valor 4. En el caso de que el efecto sea indirecto o secundario, su manifestación no es consecuencia directa de la acción, sino que tiene lugar a partir de un efecto primario, actuando éste como una acción de segundo orden. En este caso se califica con 1.

**Periodicidad.** Se refiere a la regularidad de manifestación del efecto, bien sea de manera cíclica o recurrente (efecto periódico), de forma impredecible en el tiempo (efecto irregular), o constante en el tiempo (efecto continuo). A los efectos continuos se les asigna un valor de 4, a los periódicos 2 y a los de aparición irregular y a los discontinuos con 1.

#### ***XVII.4.1.4 Medidas de prevención y/o corrección de impactos potenciales***

No se debe pasar a las conclusiones respecto de la evaluación de los impactos, sin tomar en cuenta que éstos pueden ser mitigados o compensados por las acciones

propuestas. Sin embargo, la eficiencia y eficacia de tales medidas, dependerá de la adecuada y oportuna aplicación de las mismas en los momentos sugeridos.

De acuerdo con Conesa Fernández (1997), prevenir, paliar o corregir el impacto ambiental significa introducir medidas preventivas y/o correctoras durante y después de implementar el proyecto a fin de:

- Explotar en mayor medida las oportunidades que brinda el medio en aras al mejor logro ambiental del proyecto o actividad.
- Anular, atenuar, evitar, corregir o compensar los efectos negativos que las acciones derivadas del proyecto producen sobre el medio ambiente, en el entorno de aquellas.
- Incrementar, mejorar y potenciar los efectos positivos que pudieran existir.

Adicionalmente, Gómez Orea (1999) señala que para la identificación y adopción de las medidas se deben tener en cuenta los siguientes criterios:

- Viabilidad técnica,
- Eficacia y eficiencia ambiental,
- Viabilidad económica y financiera, y
- Facilidad de implantación, mantenimiento, seguimiento y control.

Las medidas a tomar pueden ser de varios tipos. Protectoras, es decir, que evitan la aparición del efecto modificando los elementos que definen la actividad. Correctoras de impactos recuperables, dirigidas a anular, atenuar, corregir o modificar las acciones y efectos sobre los procesos productivos, condiciones de funcionamiento, factores del medio como agente transmisor, factores del medio como agente receptor u otros parámetros, como la modificación del efecto hacia otro de menos magnitud o importancia. Compensatorias, de impactos irreversibles e inevitables, que no evitan la aparición del efecto, ni lo anulan o atenúan, pero contrapesan de alguna manera la alteración del factor. En cualquiera de los casos se debe incluir un apartado en el que se presente un informe de las medidas que se aplicarán incluyendo al menos lo siguiente:

- Impacto al que se dirige o efecto que pretende corregir, prevenir o compensar
- Definición de la medida
- Objetivo
- Momento óptimo para la introducción de la medida. Prioridad y urgencia
- Eficacia y/o eficiencia

#### ***XVII.4.1.5 Valoración cualitativa de las acciones impactantes y de los factores ambientales impactados***

- Valoración relativa

Una vez determinada la importancia de los impactos y efectuada la ponderación de los distintos factores del medio, se está en la posibilidad de desarrollar el modelo de valoración cualitativa propuesto por Conesa Fernández (1997), con base en la importancia  $I_i$  de los efectos que cada Acción  $A_i$  de la actividad produce sobre cada factor del medio  $F_j$ .

Dicho modelo, contempla el análisis de los impactos negativos mediante el empleo de una matriz, en las que las filas indican los factores ambientales que recibirían las alteraciones más significativas; y las columnas las acciones relevantes causantes de éstos. Se omiten las acciones cuyo efecto no es relevante y los factores que son inalterados o lo son débilmente o de manera temporal, capaces de retornar a las condiciones previas.

La suma ponderada de la importancia del impacto negativo de cada elemento tipo, por columnas ( $IR_i$ ), identificará las acciones más agresivas (altos valores negativos) y las poco agresivas (bajos valores negativos), pudiendo analizarse las mismas según sus efectos sobre los distintos subsistemas.

Así mismo, la suma ponderada de la importancia del efecto de cada elemento tipo, por filas ( $IR_j$ ), indicará los factores ambientales que reciben en mayor o menor medida, las consecuencias del funcionamiento de la actividad considerando su peso específico, o lo que es lo mismo, el grado de participación que dichos factores tienen en el deterioro del medio ambiente.

El impacto neto de una nueva actividad, en cada una de las fases o situaciones temporales estudiadas, es la diferencia entre la situación del medio ambiente modificado por causa del proyecto, considerando las medias de mitigación aplicables y la situación tal y como habría evolucionado sin la presencia de aquel.

Ahora bien, la calidad final del medio ambiente es debida, no sólo a la consecuencia de las acciones impactantes en la propia fase de funcionamiento del proyecto, sino también a la existencia previa de alguna acción causante de efectos irreversibles o de efectos continuos producidos y estudiados en otra fase anterior. Este tipo de efectos ( $IRP_j$ ), se destacan y su importancia total ponderada se indica en la columna correspondiente de la matriz de importancia.

En la última columna de la matriz se relacionan las importancias totales de los efectos finales sobre los factores ambientales ( $IR_j$ ) obtenidas como suma algebraica de la importancia relativa del impacto en la fase de funcionamiento del proyecto y la importancia relativa del impacto de las acciones cuyo efecto es irreversible o permanece durante largo plazo o a lo largo de la vida del proyecto.

La importancia total de los efectos causados en los distintos componentes y subsistemas presentes en la matriz de impactos ( $IR_i$ ) se calcula como la suma ponderada por columnas de los efectos de cada uno de los elementos tipo correspondientes a los componentes y subsistemas estudiados. No es válida la suma algebraica.

- Valoración absoluta

La suma algebraica de la importancia del impacto de cada elemento tipo por columnas ( $I_i$ ), constituye otro modo, aunque menos representativo y sujeto a sesgos importantes, de identificar la mayor o menor agresividad de las acciones.

De la misma manera que la establecida previamente, la suma algebraica de la importancia del impacto de cada elemento por filas ( $I_j$ ), indica los factores ambientales que sufren en mayor o menor medida las consecuencias de la actividad. De forma análoga a la dispuesta para la valoración relativa, se incluye una columna en la matriz de importancia para reflejar la importancia absoluta del efecto causado durante la fase de construcción o funcionamiento, y otra columna en la que se reflejan los efectos totales permanentes ( $IP_j$ ), obtenidos en este caso por suma algebraica. Se incluye una tercera columna para indicar la importancia de los efectos absolutos totales ( $I_j$ ), sobre cada uno de los factores considerados, mediante suma algebraica de todas las columnas.

No debe olvidarse que los valores obtenidos de la importancia del impacto en los elementos tipo de la matriz, no son comparables entre sí, o sea, en la proporción que sus valores numéricos lo indican puesto que se trata de variables no proporcionales. Sin embargo, el hecho que una importancia sea mayor que otra, sí implica que el impacto de la primera acción sobre el factor considerado es mayor que el de la segunda sobre el mismo factor, pues se trata de variables ordinales.

Análisis del modelo.- Siguiendo con Conesa Fernández (1997), una vez realizada la valoración cualitativa por los dos métodos descritos quedan definidos:

La importancia total  $I_i$ , de los efectos debidos a cada acción  $i$

$$I_i = \sum_j I_{ij}$$

La importancia total ponderada  $IR_i$ , de los mismos

$$IR_i = \sum_j I_{ij} * P_j / \sum_j P_j$$

La importancia total  $I_j$ , de los efectos causados a cada factor  $j$

$$I_j = \sum_i I_{ij}$$

La importancia total ponderada  $IR_j$ , de los mismos

$$IR_j = \sum_i I_{ij} * P_i / \sum_i P_i$$

La importancia total I, de los efectos debidos a la actuación

$$I = \sum_i l_j = \sum_i I'_i + I_P = I' + I_P$$

La importancia total ponderada IR, de los mismos

$$I_R = \sum_j I_{Rj} = \sum_j I'_{Ri} + I_{PR} = I'_R + I_{PR}$$

Con esta metodología el modelo de la suma ponderada en función del peso específico de un factor sobre los demás, se aproxima suficientemente a la realidad medioambiental estudiada, haciendo siempre la salvedad que, en esta valoración cualitativa, se consideran aspectos de los efectos con un grado de manifestación cualitativo y por tanto sujeto a errores de mayor magnitud que los que se podrían cometer al llevar a cabo una valoración cuantitativa. En la **Cuadro 94** se muestra gráficamente la estructura de la matriz de importancia resultante del análisis descrito.

*Cuadro 94. Matriz de Importancia. En busca de una mayor claridad y comprensión de la metodología descrita, se muestra la estructura de la matriz de importancia que resultaría de su aplicación.*

FACTORES	UIP	SITUACIÓN 1								SITUACIÓN 2											
		ACCIONES						N + 1		ACCIONES						N + 1		N + 2		N + 3	
		ACCIONES						TOTAL		ACCIONES						TOTAL		Total efectos permanentes de la Sit. 1		Importancia total	
		1	2		i		n	1	2	1	2		i		n	1	2	1	2	1	2
		A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>		A <sub>i</sub>		A <sub>n</sub>	Ab	Rel	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>		A <sub>i</sub>		A <sub>n</sub>	Ab	Rel	Ab.	Rel.	Ab.	Rel.
F <sub>1</sub>	P <sub>1</sub>																				
F <sub>2</sub>	P <sub>2</sub>																				
F <sub>j</sub>	P <sub>j</sub>				l <sub>ij</sub>		l <sub>nj</sub>	l <sub>j</sub>	IR <sub>j</sub>				l' <sub>ij</sub>		l' <sub>nj</sub>	l' <sub>j</sub>	l' <sub>Rj</sub>	l <sub>Pj</sub>	l <sub>RPj</sub>	l <sub>j</sub>	l <sub>Rj</sub>
F <sub>m</sub>	P <sub>m</sub>																				
Total I	Absoluto				l <sub>i</sub>			l	-				l' <sub>i</sub>			-	l'	-	l	-	-
	Relativo				l <sub>Ri</sub>			-	IR				l' <sub>Ri</sub>			-	l'R	-	l'R	-	l <sub>R</sub>

## XVII.5 PROGRAMAS DE ACTIVIDADES

### XVII.5.1 Programa general calendarizado del proyecto



### XVII.5.2 Programa de las actividades de cambio de uso del suelo

