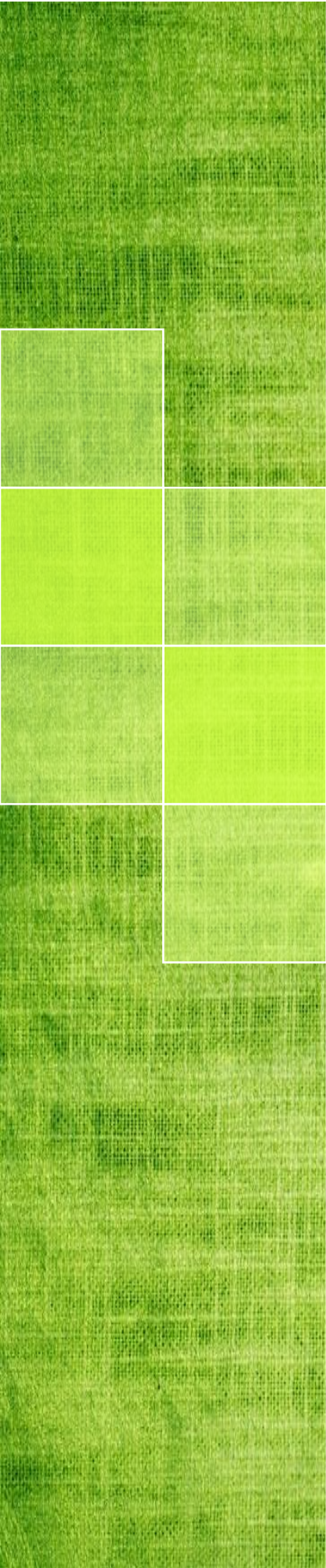




MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

Modalidad Particular

**PROYECTO:
SENDEROS PONIENTE**

PROMOVENTE:
Novaterra Caribe S.A.P.I. de C.V.



ÍNDICE

I	DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL.....	I-1
I.1	PROYECTO.....	I-1
I.1.1	Nombre del proyecto	I-2
I.1.2	Ubicación del proyecto	I-2
I.1.3	Tiempo de vida útil del proyecto.....	I-4
I.1.4	Presentación de la documentación legal	I-4
I.2	PROMOVENTE	I-4
I.2.1	Nombre o razón social.....	I-4
I.2.2	Registro federal de contribuyentes del promovente.....	I-4
I.2.3	Nombre y cargo del representante legal	I-4
I.2.4	Dirección del promovente.....	I-4
I.3	RESPONSABLE DE LA ELABORACIÓN DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	I-5
I.3.1	Nombre o razón social.....	I-5
I.3.2	Registro Federal de Contribuyentes o CURP	I-5
I.3.3	Nombre del responsable técnico del estudio.....	I-5
I.3.4	Dirección del responsable técnico del estudio	I-5
II	DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	II-1
II.1	INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO	II-1
II.1.1	Naturaleza del proyecto	II-2
II.1.2	Selección del sitio.....	II-5
II.1.3	Ubicación física del proyecto y planos de localización.....	II-7
II.1.4	Inversión requerida	II-9
II.1.5	Dimensiones del proyecto.....	II-10
II.1.6	Uso actual del suelo.....	II-14
II.1.7	Urbanización del área y descripción de servicios requeridos.....	II-15
II.2	CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DEL PROYECTO	II-17
II.2.1	Programa general de trabajo	II-19
II.2.2	Preparación del sitio	II-20
II.2.3	Descripción de obras y actividades provisionales del proyecto	II-23
II.2.4	Etapa de construcción.....	II-23
II.2.5	Etapa de operación y mantenimiento.....	II-29
II.2.6	Descripción de obras asociadas al proyecto	II-29
II.2.7	Etapa de abandono del sitio	II-30
II.2.8	Generación, manejo y disposición de residuos sólidos, líquidos y emisiones a la atmósfera	II-30
II.2.9	Infraestructura para el manejo y la disposición adecuada de los residuos	II-32
III	VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y EN SU CASO, CON LA REGULARIZACIÓN DE USO DE SUELO	III-1
III.1	LEGISLACIÓN AMBIENTAL FEDERAL	III-1
III.1.1	Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.....	III-1
III.1.2	Ley General de Asentamientos Humanos, Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano	III-4

III.1.3	<i>Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos</i>	III-5
III.2	PROGRAMAS DE ORDENAMIENTO	III-7
III.2.1	<i>Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe (POEMyRGMMyMC)</i>	III-7
III.2.2	<i>Programa de Ordenamiento Ecológico Local (POEL) del Municipio de Solidaridad, Quintana Roo, México</i>	III-37
III.3	PLANES Y PROGRAMAS DE DESARROLLO URBANO MUNICIPALES.....	III-53
III.3.1	<i>Programa Parcial de Desarrollo Urbano “El Jesusito”</i>	III-53
III.4	PROGRAMAS DE RECUPERACIÓN Y RESTABLECIMIENTO DE LAS ZONAS DE RESTAURACIÓN ECOLÓGICA.....	III-58
III.5	NORMAS OFICIALES MEXICANAS	III-58
III.6	DECRETOS Y PROGRAMAS DE MANEJO DE ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS.....	III-61
III.7	OTROS INSTRUMENTOS A CONSIDERAR.....	III-62
III.7.1	<i>Regiones Prioritarias para la Conservación de la CONABIO</i>	III-62
III.7.2	<i>Áreas de importancia para la conservación de las aves (AICA)</i>	III-68
III.7.3	<i>Sitios Ramsar</i>	III-69
III.7.4	<i>Ley para la prevención, gestión integral y economía circular de los residuos del estado de Quintana Roo</i>	III-70
III.7.5	<i>Ley de acciones urbanísticas del Estado de Quintana Roo</i>	III-72
IV	DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA DETECTADA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO	IV-1
IV.1	DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO	IV-1
IV.2	CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL.....	IV-3
IV.2.1	<i>Aspectos abióticos</i>	IV-3
IV.2.2	<i>Aspectos bióticos</i>	IV-28
IV.2.3	<i>Paisaje</i>	IV-78
IV.2.4	<i>Medio socioeconómico</i>	IV-82
IV.2.5	<i>Diagnóstico ambiental</i>	IV-101
IV.2.6	<i>Relación componentes ambientales con el proyecto</i>	IV-103
IV.3	ESTUDIOS DE CAMPO Y GABINETE PARA EL PREDIO.....	IV-104
IV.3.1	<i>Flora</i>	IV-104
IV.3.2	<i>Fauna</i>	IV-134
V	IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES.....	V-1
V.1	METODOLOGÍA PARA IDENTIFICAR Y EVALUAR LOS IMPACTOS AMBIENTALES	V-2
V.1.1	<i>Indicadores de impacto</i>	V-3
V.1.2	<i>Lista indicativa de indicadores de impacto</i>	V-3
V.1.3	<i>Criterios y metodologías de evaluación</i>	V-4
V.2	VALORACIÓN CUALITATIVA IMPACTO AMBIENTAL	V-8
V.2.1	<i>Estudio del proyecto y su entorno</i>	V-8
V.2.2	<i>Construcción de la matriz de impactos</i>	V-10
V.2.3	<i>Descripción de los impactos potenciales</i>	V-15
V.2.4	<i>Matriz de importancia</i>	V-42
VI	MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES.....	VI-1

VI.1	DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA O PROGRAMA DE MEDIDAS DE MITIGACIÓN O CORRECTIVAS POR COMPONENTE	
AMBIENTAL.....		VI-3
VI.1.1	<i>Conservación áreas verdes naturales</i>	<i>VI-3</i>
VI.1.2	<i>Enriquecimiento de áreas verdes naturales.....</i>	<i>VI-4</i>
VI.1.3	<i>Estrategias para el manejo adecuado de residuos</i>	<i>VI-5</i>
VI.1.4	<i>Programa de rescate y reubicación de vegetación</i>	<i>VI-8</i>
VI.1.5	<i>Programa de rescate y reubicación de fauna</i>	<i>VI-11</i>
VI.1.6	<i>Recuperación de tierra vegetal.....</i>	<i>VI-14</i>
VI.1.7	<i>Renta de maquinaria en óptimo estado</i>	<i>VI-15</i>
VI.1.8	<i>Sensibilización y capacitación del personal</i>	<i>VI-15</i>
VI.1.9	<i>Trituración del material vegetal</i>	<i>VI-17</i>
VI.1.10	<i>Estrategias para el ahorro de agua</i>	<i>VI-18</i>
VI.1.11	<i>Señalización</i>	<i>VI-19</i>
VI.1.12	<i>Uso de letrinas portátiles</i>	<i>VI-20</i>
VI.1.13	<i>Equipamiento con instalaciones eléctricas ahorradoras de energía.....</i>	<i>VI-22</i>
VI.2	IMPACTOS RESIDUALES	VI-23
VII	PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS	VII-1
VII.1	PRONÓSTICO DEL ESCENARIO	VII-1
VII.1.1	<i>Descripción y análisis del escenario sin proyecto.....</i>	<i>VII-2</i>
VII.1.2	<i>Descripción y análisis del escenario con proyecto.....</i>	<i>VII-5</i>
VII.1.3	<i>Descripción y análisis del escenario considerando las medidas de mitigación</i>	<i>VII-8</i>
VII.2	PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL.....	VII-10
VII.3	CONCLUSIONES	VII-14
VIII	IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LOS RESULTADOS DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL.....	VIII-1
VIII.1	FOTOGRAFÍAS.....	VIII-1
VIII.2	BIBLIOGRAFÍA	VIII-3

I DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

I.1 PROYECTO

En la **Figura I:1**, se muestra un croquis señalando las características de ubicación del proyecto.



Figura I:1. Croquis de localización del proyecto

I.1.1 Nombre del proyecto

Senderos Poniente

I.1.2 Ubicación del proyecto

El predio del proyecto **Senderos Ponientes** se encuentra dentro del Polígono de Actuación “El Jesusito”, cuya ubicación corresponde al lote 15, que, a su vez, se ubica dentro de una reserva urbana de crecimiento destinada a la Ciudad de Playa del Carmen, en el Estado de Quintana Roo (**Figura I:2**). Como parte del programa de desarrollo de dicha reserva urbana, se planea dar continuidad a la ciudad de Playa del Carmen, a través de los Fraccionamientos La Guadalupeana y el Petén; y de las Avenidas Paseos del Mayab, Cancún, del Carmen y Corales. Actualmente el predio del proyecto **Senderos Poniente** tiene acceso por medio de la Carretera Federal 307.

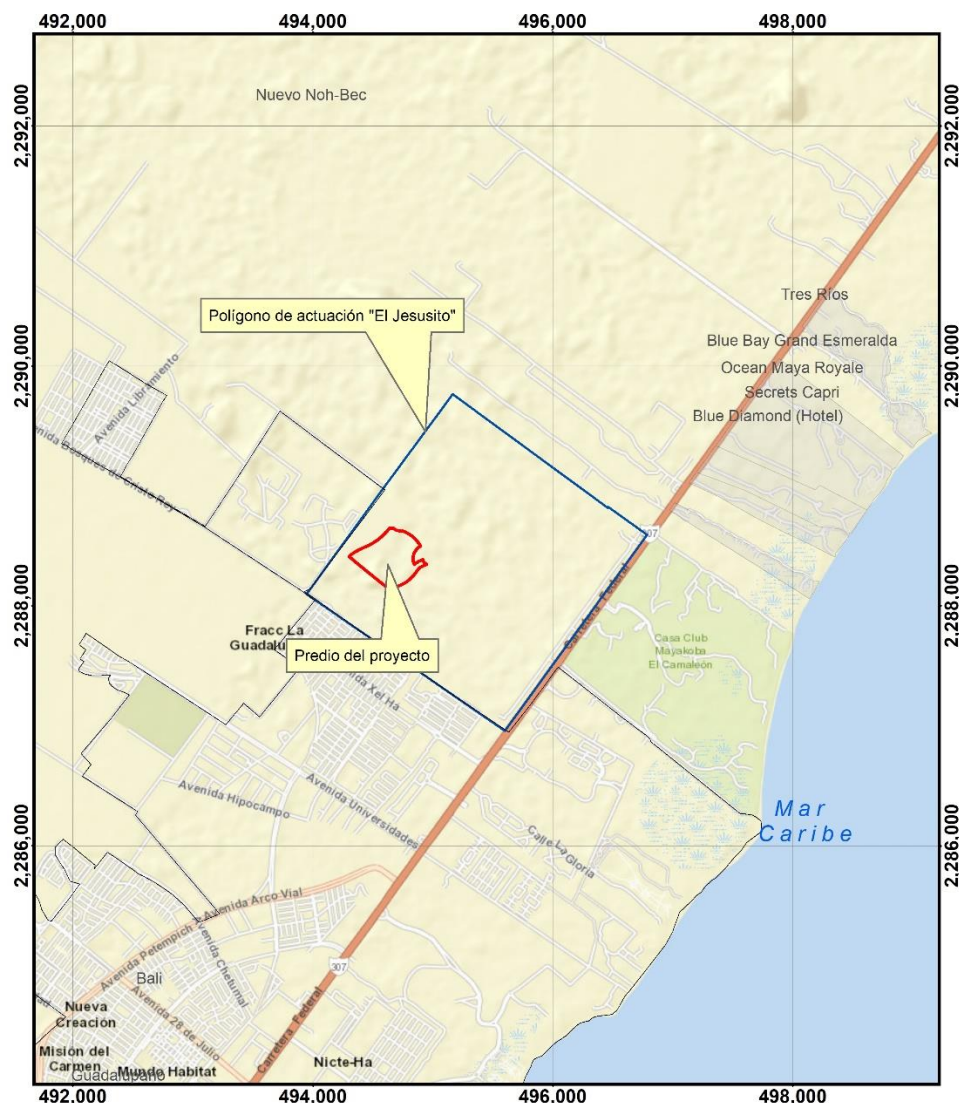


Figura I:2. Croquis de la microlocalización del predio del proyecto “Senderos Poniente”

Por su parte, la ciudad de Playa del Carmen se localiza en el municipio de Solidaridad, en el estado de Quintana Roo, en la unidad biogeográfica Península de Yucatán (**Figura I:3**).



Figura I:3. Macrolocalización del predio del proyecto “Senderos Poniente”

I.1.3 Tiempo de vida útil del proyecto

El tiempo de vida útil del proyecto **Senderos Poniente** será de al menos, 100 años, mismos que comenzarán a transcurrir una vez terminado el tiempo destinado a la construcción (8 años). Dicho tiempo podría alargarse en función del mantenimiento que se les brinde a las edificaciones.

I.1.4 Presentación de la documentación legal

Se anexa la escritura de propiedad del predio

I.2 PROMOVENTE

I.2.1 Nombre o razón social

Novaterra Caribe S. A. P. I. de C. V.

I.2.2 Registro federal de contribuyentes del promovente

NCA131204PVO

I.2.3 Nombre y cargo del representante legal

El representante legal es el C. Arturo Biagi Quintanilla, según consta en la Escritura pública número veintiun mil noventa y nueve (21099), de fecha 7 de marzo de 2019, pasada ante la fe del notario Lic. Camilo Ernesto Cámara Reyes, Titular de la Notaria Pública 39 del Estado de Quintana Roo; mediante la cual la sociedad Novaterra Caribe S.A.P.I. de C.V., le otorga poder general para pleitos y cobranzas, actos de administración y actos de dominio.

I.2.4 Dirección del promovente

Boulevard Playa del Carmen, Kilómetro 298, Ciudad de Playa del Carmen, municipio de Solidaridad, estado de Quintana Roo, C. P. 77710.

I.3 RESPONSABLE DE LA ELABORACIÓN DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

I.3.1 Nombre o razón social

SYLVATICA S. C.

I.3.2 Registro Federal de Contribuyentes o CURP

SYL971007KF8

I.3.3 Nombre del responsable técnico del estudio

Biol. Gerardo M. Gómez Nieto

I.3.4 Dirección del responsable técnico del estudio

Avenida Nichupté, Número 20, Manzana 2, Supermanzana 19, Centro Corporativo Atrium, Locales 403 y 404, Cancún, Municipio Benito Juárez, Quintana Roo. Teléfono de oficina (998) 887 14 72. E-mail: ggomez@sylvatica.com.mx

II DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

II.1 INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO

El predio de 17.916239 hectáreas (179,162.39 m²) ha en donde se pretende el desarrollo del proyecto **Senderos Poniente** se ubica dentro de la superficie del Plan Maestro El Ximbal, que ocupa una superficie de 409.25 hectáreas. Este plan maestro se llevó a cabo conforme al procedimiento establecido por la Ley de Asentamientos Humanos, y obtuvo el Dictamen de Congruencia, emitido por la Secretaría de Desarrollo Urbano del Estado.

Este plan maestro, consiste en un Desarrollo Urbano orientado al producto de vivienda media plurifamiliar con servicios y al producto residencial con un total de 17,167 viviendas distribuidas en 91 macrolotes, un campo de golf de 18 hoyos con 7 lagos artificiales impermeabilizados, área deportiva, casa club y taller de mantenimiento, así como un vivero, 8 tipos de vialidades, una planta desaladora de osmosis, una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR), y sistema eléctrico y de servicios para telecomunicaciones; que se ubica en el Municipio de Solidaridad en el Estado de Quintana Roo. La empresa promovente fue responsable de la distribución y lotificación con los parámetros urbanos correspondientes, de la instalación el sistema de drenaje y alcantarillado, vialidades, campo de golf, áreas verdes, PTAR, planta de osmosis, servicios eléctricos, estacionamientos, vialidades externas, y vivero; dejando para proyectos futuros la construcción de los fraccionamientos en cada lote.

En materia forestal el Plan Maestro El Ximbal obtuvo la autorización de cambio de uso de suelo en terrenos forestales, mediante el Oficio No. 03/ARRN/1476/13 3586 de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), delegación Federal del Estado de Quintana Roo de fecha 6 de noviembre del 2013, para una superficie de 74.33 hectáreas, las cuales serían destinadas al desplante de vialidades (33.19 ha), un campo de golf (38.93 ha), un vivero (0.95 Ha) y a servicios futuros (1.26 ha).

En materia ambiental, el proyecto El Ximbal obtuvo la autorización para las obras en la superficie del CUSTF autorizado según consta en el Oficio número SGPA/DGIRA/DG/04219 de fecha 19 de junio de 2013 emitido por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), a través de la Dirección General de Impacto y Riesgo Ambiental (DGIRA).

Parte de la superficie autorizada dentro del Plan Maestro “El Ximbal”, en particular la superficie correspondiente destinada a fraccionamientos habitacionales, se constituye por

los terrenos donde se desarrollará el proyecto **Senderos Poniente** para la construcción de un fraccionamiento habitacional compuesto por 555 viviendas, vialidades internas y áreas verdes naturales; en el predio 15 del polígono de actuación del Programa Parcial de Desarrollo Urbano “El Jesusito”, mismo que cuenta con una superficie de 17.916239 hectáreas.

II.1.1 Naturaleza del proyecto

El proyecto **Senderos Poniente**, consiste en la construcción de un fraccionamiento habitacional en el predio 15 del polígono de actuación del Programa Parcial de Desarrollo Urbano “El Jesusito” que cuenta con una superficie de 17.916239 hectáreas (179,162.39 m²); y estará compuesto por 555 viviendas, vialidades internas, áreas verdes naturales, corredores biológicos, además de una fuente y una caseta en el acceso del predio. Las 555 viviendas, estarán distribuidas en 385 Unidades para una vivienda que en total ocupan una superficie de 76,696.50 m², y en 5 Unidades multifamiliares que suman una superficie de 16,626.13 m². Las vialidades internas ocuparán 27,705.71 m², y los arriates alrededor de las mismas, 6,356.57 m². Finalmente, las áreas verdes del proyecto suman 15,355.14; dejando una superficie para corredores biológicos de 36,315.72 m². En la **Figura II:1** se muestra la distribución de estas áreas, y en el **Cuadro II:1**, la cuantificación de las mismas.

Cuadro II:1. Elementos del proyecto Senderos Poniente

Elemento del proyecto	Superficie (m ²)
Áreas verdes naturales	15,355.14
Caseta	12.60
Corredor biológico	36,315.72
Fuente	94.01
Arriates	6,356.57
Unidades multifamiliares	16,626.13
Unidades unifamiliares	76,696.50
Vialidades	27,705.71
Total general	179,162.39



Figura II-1. Elementos del proyecto Senderos Poniente

Durante la etapa de preparación del terreno se llevará a cabo la lotificación del predio, así como el Cambio de Uso de Suelo en áreas forestales mediante la remoción de la vegetación de vegetación de selva mediana subperennifolia en una superficie de 10.6088 hectáreas, el despalme y nivelación de las mismas. Las actividades de despalme consistirán en el retiro de la capa superficial (tierra vegetal) del terreno que por sus características mecánicas no es adecuada para despalme de infraestructura. Adicionalmente, el Cambio de Uso de Suelo implica el rescate y reubicación de vegetación y fauna; así como la conservación y enriquecimiento de áreas verdes naturales. La etapa de preparación se llevará a cabo durante los primeros 4 años del proyecto.

La etapa de construcción consiste en las obras de urbanización del predio y la construcción de las viviendas del fraccionamiento; la urbanización abarca desde la formación de terraplenes, la construcción de las vialidades e instalación de áreas verdes, hasta la instalación de infraestructura de servicios, la conexión a los servicios básicos como la red de drenaje sanitario, red de agua potable, red de drenaje pluvial y red de distribución de energía eléctrica; mientras que la construcción de las viviendas del fraccionamiento se llevará a cabo por parte de cada adquiriente una vez comenzada la venta de las Unidades. La etapa de construcción se llevará a cabo a partir del año 4 (un año antes de concluir la preparación del terreno), y durará 7 años.

La etapa de operación del proyecto consistirá en la ocupación de las viviendas, y, en su caso, en la administración y mantenimiento de las mismas. Esta etapa comenzará a partir del año 8 (dos años antes de concluir la construcción del proyecto) y se espera que dure 100 años.

Con la presente Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular (MIA-P), se pretende obtener la autorización que el proyecto requiere en términos del Artículo 28 fracciones VII y IX de la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA) que se refieren a *Cambios de uso del suelo de áreas forestales, así como en selvas y zonas áridas*, además de *Desarrollos inmobiliarios que afecten los ecosistemas costeros*, respectivamente.

Con respecto a los ordenamientos aplicables, el Programa de Ordenamiento Ecológico Local (POEL) del municipio de Solidaridad clasifica la zona donde se localiza el predio, como una reserva urbana de crecimiento destinada a la ciudad de Playa del Carmen. Por su parte, el Programa Parcial de Desarrollo Urbano (PPDU) “El Jesusito”, clasifica al predio como de vocación urbana; además de suscribirla a un polígono de actuación. Los polígonos de actuación *“son un sistema integrado de instrumentos de ejecución que actúan sobre un territorio definido (polígono) a fin de desarrollar proyectos urbanos integrales de diversa índole, cuyo objetivo es facilitar la consolidación del suelo...”*.

Por tanto, las actividades planteadas para la construcción del fraccionamiento habitacional **Senderos Poniente**, son congruentes con los programas de ordenamiento que regulan la zona. De igual manera, el proyecto se apegará a los lineamientos y parámetros de aprovechamiento, y respetará las restricciones aplicables por la normativa.

II.1.2 Selección del sitio

El sitio del proyecto se eligió con base en criterios técnicos, ambientales, económicos y sociales, tomando en consideración la vocación del predio propiedad de la empresa promovente, mismo que pertenece a una reserva urbana de crecimiento destinado a la Ciudad de Playa del Carmen, por lo que el proyecto se ubica en una zona destinada al uso que se le dará.

II.1.2.1 Criterios técnicos

El predio se encuentra regulado por el POEL del municipio de Solidaridad, que lo ubica dentro de una reserva urbana de crecimiento destinada a la ciudad de Playa del Carmen, y por el PPDU del polígono de actuación “El Jesusito”.

El PPDU tiene como unos de sus objetivos generales *“dotar de infraestructura básica y de apoyo, así como, del equipamiento necesario a la población esperada en este desarrollo”*. Por tanto, el predio cuenta con la factibilidad para brindar todos los servicios necesarios para el establecimiento de unidades habitacionales: de energía eléctrica, agua potable y drenaje municipal. Eventualmente, también contará con servicios de internet, telefonía fija y móvil, televisión de paga, etc.

Por otra parte, el PPDU contempla la continuidad del polígono de actuación con las principales arterias viales existentes en su entorno inmediato. Al interior del polígono, se construirán vialidades internas que se conectarán a las vialidades principales; al norponiente con la Carretera Federal 307 y al norte-sur con las Avenidas Paseo del Mayab, Cancún, del Carmen y Corales.

Con respecto al manejo de residuos sólidos, la zona se sujetará a los sistemas de recolección que conjuntamente establezcan el H. Ayuntamiento de Solidaridad. Finalmente, se trata de una zona que contará con espacios verdes suficientes para los habitantes.

Es así que, desde el ámbito técnico, el predio del proyecto **Senderos Poniente**, es el escenario ideal para el establecimiento de complejos habitacionales, siendo que el polígono de actuación que regula el PPDU ha sido delimitado con esta finalidad.

II.1.2.2 Criterios ambientales

El predio no se encuentra ni dentro ni cerca de zonas con presencia de tensores ambientales que impliquen riesgos naturales: no se presenta sismicidad, ni fracturas geológicas, ni pendientes pronunciadas. Por lo anterior, es una zona apta para el establecimiento de desarrollos habitacionales, tal como lo demuestra su delimitación en un polígono de actuación, regido por un Programa Parcial de Desarrollo Urbano, para su urbanización.

Por otra parte, se implementarán estrategias para un manejo integral y adecuado de los residuos sólidos y líquidos que pudiesen generarse. Asimismo, se realizará el rescate y reubicación de vegetación y fauna, y la conservación de áreas con vegetación original. Por lo que no se producirá contaminación al ambiente, y los impactos potenciales serán prevenidos o mitigados; persiguiendo siempre el aprovechamiento sustentable del predio.

II.1.2.3 Criterios económicos

Como ya se mencionó, el predio de interés se ubica en una reserva urbana de crecimiento y en un polígono de actuación regido por un PPDU. Los polígonos de actuación tienen como objeto *“proponer mecanismos de autofinanciamiento o de recuperación financiera que ofrezcan viabilidad”*. El PPDU plantea que en el polígono de actuación “El Jesusito” opere un *“complejo residencial de usos mixtos cuyo segmento comercial objetivo sea diversificado de modo que garantice la factibilidad económica”*, asegurando el éxito del proyecto como negocio garantizando el retorno de capital.

Actualmente la zona cuenta con accesibilidad por medio de la Carretera Federal 307 y se tiene planteado la conectividad directa con la ciudad de Playa del Carmen por medio de cuatro avenidas principales. Con respecto a la infraestructura, se cuenta con un Programa de Infraestructura Urbana para dotar de los servicios básicos a la zona, definiendo corresponsabilidades y tiempos de ejecución. También se han planteado la conformación de áreas de preservación ecológica, áreas verdes, corredores biológicos, parques lineales; y el manejo de los residuos sólidos que se generarían.

Con respecto al equipamiento, se dotará a la zona con los siguientes sistemas: a) de educación y cultura, b) de salud y bienestar social, c) de recreación y deportes, d) de administración y servicios urbanos de vigilancia integral, e) de comercio, y f) de comunicaciones y transporte.

Asimismo, se proporcionarán diversos niveles de vivienda, contando con una zona residencial equipada con campo de golf y club deportivo para atraer, no solo a empleados ejecutivos y de mandos medios, sino también al mercado extranjero de segunda casa y retirados.

Por tanto, se cuenta con accesibilidad, que será ampliada y mejorada; así como se contará con servicios e infraestructura, equipamiento urbano, seguridad y vista; y una oferta diversificada dirigida a distintos mercados, lo que le otorga a la zona una alta plusvalía. Por lo anterior se considera que se toman en cuenta adecuadamente los criterios económicos pertinentes.

II.1.2.4 Criterios legales y sociales

Como punto de partida, se tiene legal posesión del predio, el que se ubica dentro de una reserva urbana de crecimiento, no existiendo tierras en conflicto.

Por otra parte, la zona se encuentra dentro de un polígono de actuación que tiene como finalidad el desarrollo de proyectos urbanos integrales, de usos mixtos, siendo uno de los principios fundamentales que se desprenden de dicho concepto el beneficio social. Entre los objetivos principales del proyecto se tiene:

- a) impulsar un desarrollo habitacional de vivienda digna cerca de los centros laborales de los empleados de la Riviera Maya, incrementando su calidad de vida y la de sus familias;
- b) participar en el rezago actual de vivienda y mejorar las condiciones de calidad de vida de los habitantes de Playa del Carmen, y
- c) proporcionar diversos niveles de vivienda, entre ellos contar con una zona residencial de alta plusvalía.

Por tanto, no solamente se contribuirá a la dotación de vivienda digna, sino que al contemplarse unidades comerciales y uno de tipo residencial de buen nivel, se detonará la oferta laboral, por lo que se considera que se toman adecuadamente en cuenta los criterios legales y sociales pertinentes.

II.1.3 Ubicación física del proyecto y planos de localización

En la **Figura II:2** se muestra la ubicación física de la poligonal del predio del proyecto **Senderos Poniente**, y en el **Cuadro II:2**, las coordenadas de sus vértices. Las coordenadas se muestran en formato UTM zona 16 N, Datum WGS84.

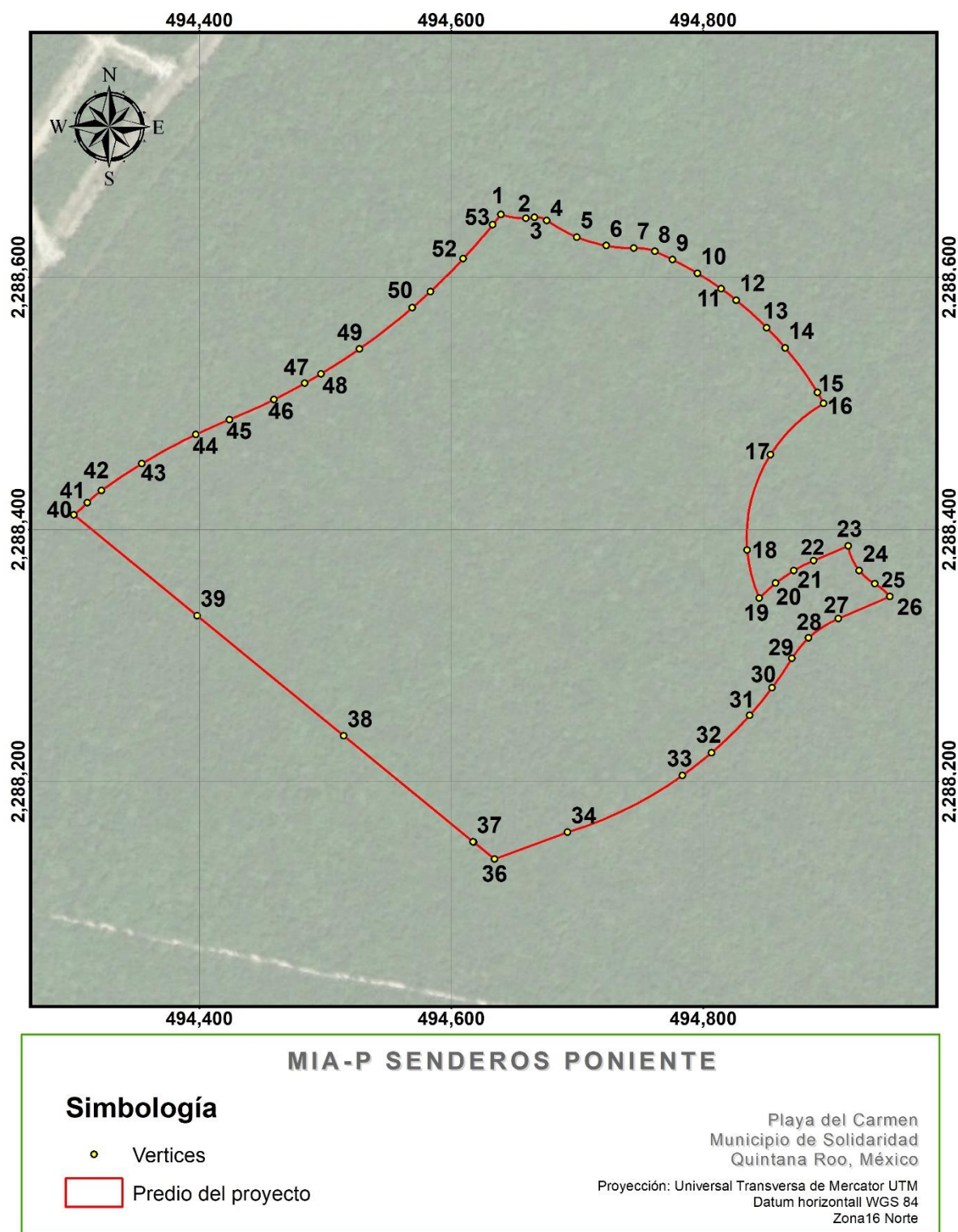


Figura II:2. Ubicación física del predio del proyecto "Senderos Poniente"

Cuadro II.2. Coordenadas de los vértices de la poligonal del predio del proyecto “Senderos Poniente”.

Vértice	Coordenadas UTM WGS 84		Vértice	Coordenadas UTM WGS 84	
	X	Y		X	Y
1	494,639.20	2,288,649.90	28	494,883.52	2,288,314.10
2	494,659.12	2,288,647.02	29	494,870.19	2,288,297.76
3	494,665.84	2,288,647.61	30	494,854.37	2,288,274.44
4	494,675.68	2,288,645.23	31	494,836.55	2,288,252.60
5	494,699.61	2,288,632.03	32	494,806.41	2,288,222.98
6	494,722.88	2,288,625.25	33	494,783.43	2,288,204.96
7	494,744.61	2,288,623.30	34	494,692.16	2,288,159.81
8	494,761.37	2,288,620.66	35	494,634.13	2,288,138.48
9	494,775.49	2,288,614.08	36	494,617.69	2,288,151.94
10	494,795.24	2,288,603.31	37	494,617.30	2,288,152.26
11	494,814.03	2,288,591.02	38	494,514.56	2,288,236.36
12	494,826.01	2,288,581.96	39	494,398.09	2,288,331.71
13	494,850.15	2,288,560.13	40	494,300.39	2,288,411.69
14	494,864.89	2,288,544.10	41	494,310.98	2,288,421.28
15	494,890.41	2,288,508.74	42	494,322.32	2,288,431.08
16	494,895.45	2,288,500.11	43	494,354.24	2,288,452.23
17	494,853.08	2,288,459.34	44	494,397.29	2,288,475.42
18	494,834.65	2,288,383.76	45	494,423.86	2,288,487.23
19	494,844.23	2,288,345.53	46	494,459.13	2,288,503.11
20	494,857.23	2,288,357.43	47	494,483.66	2,288,515.99
21	494,871.73	2,288,367.47	48	494,496.63	2,288,523.53
22	494,887.45	2,288,375.45	49	494,527.01	2,288,543.26
23	494,914.79	2,288,387.07	50	494,568.89	2,288,575.90
24	494,923.58	2,288,367.43	51	494,583.31	2,288,588.81
25	494,935.95	2,288,356.95	52	494,609.29	2,288,614.81
26	494,948.02	2,288,346.86	53	494,632.78	2,288,641.81
27	494,907.02	2,288,329.44	1	494,639.20	2,288,649.90

II.1.4 Inversión requerida

La inversión prevista para el establecimiento y ejecución del proyecto, incluyendo el costo de la construcción de viviendas por parte de los adquirientes, será de aproximadamente 2,100.00 millones de pesos. El costo del mantenimiento de las viviendas dependerá de las necesidades del proyecto durante los 100 años de operación contemplados.

II.1.5 Dimensiones del proyecto

a) Superficie total del predio (en m²).

El predio del proyecto cuenta con **179,162.39 m²**. No obstante, el Programa Parcial de Desarrollo Urbano (PPDU) aplicable, establece que únicamente **142,900.00 m²** serán aprovechables. Es así que, 36,315.72 m² formarán parte de corredores biológicos (que mantendrán la cantidad de superficie asignada por el PPDU).

b) Superficie a afectar (en m²) con respecto a la cobertura vegetal del área del proyecto.

En el predio únicamente se presenta Selva Mediana Subperennifolia (según los trabajos de campo realizados, que concuerdan con lo que señala el PPDU); la superficie que se afectará es de 106,088.72 m², misma que se muestra en el **Cuadro II:3** y en la **Figura II:3**.

Cabe señalar que, dentro de la superficie destinada a las Unidades multifamiliares, se conservará la vegetación en al menos un 25% de la superficie; de las Unidades unifamiliares, se conservará al menos el 20% de la vegetación; y dentro del área destinada a arriates, se mantendrá al menos el 30% de la superficie con la vegetación original.

Cuadro II:3. Superficie a afectar por cada elemento del proyecto

Elemento del proyecto	Superficie (m ²)	Desplante (m ²)
Áreas verdes naturales	15,355.14	
Caseta	12.60	12.60
Corredor biológico	36,315.72	
Fuente	94.01	94.01
Arriates	6,356.57	4,449.60
Unidades multifamiliares	16,626.13	12,469.60
Unidades unifamiliares	76,696.50	61,357.20
Vialidades	27,705.71	27,705.71
Total general	179,162.39	106,088.72

En el **Cuadro II:4**, se muestra la superficie a afectar con respecto a la cobertura vegetal del área del proyecto.

Cuadro II:4. Superficie a afectar (en m²) con respecto a la cobertura vegetal del área del proyecto.

Cobertura/uso	Superficie en m ²
Vegetación de selva mediana subperennifolia	179,162.39
Área aprovechable	142,900.00
Selva mediana subperennifolia a afectar, con respecto al área aprovechable	106,088.72
Porcentaje de selva mediana subperennifolia a afectar, con respecto al área aprovechable*	74.24%



Figura II:3. Superficie a afectar con selva mediana subperennifolia. NOTA: En esta imagen, no se muestra la superficie permanecerá intacta dentro de cada Unidad, ya que la distribución depende de cada adquirente.

c) Superficie (en m²) para obras permanentes. Indicar su relación (en porcentaje), respecto a la superficie total.

Las obras permanentes que conformarán el proyecto, ocuparán un 74.24% de la superficie total del predio del proyecto. Estas superficies se muestran en el **Cuadro II:5**. Cabe señalar que, dentro de la superficie destinada a las Unidades multifamiliares, se conservará la vegetación en al menos un 25% de la superficie; de las Unidades unifamiliares, se

conservará al menos el 20% de la vegetación; y dentro del área destinada a arriates, se mantendrá al menos el 30% de la superficie con la vegetación original, como se muestra:

Cuadro II:5. Obras permanentes que conformarán el proyecto “Senderos Poniente”.

Elemento del proyecto	Desplante (m ²)
Caseta	12.60
Fuente	94.01
Arriates	4,449.60
Unidades multifamiliares	12,469.60
Unidades unifamiliares	61,357.20
Vialidades	27,705.71
TOTAL GENERAL	106,088.72

La ubicación y distribución de las obras permanentes, se muestran en la **Figura II:4**.

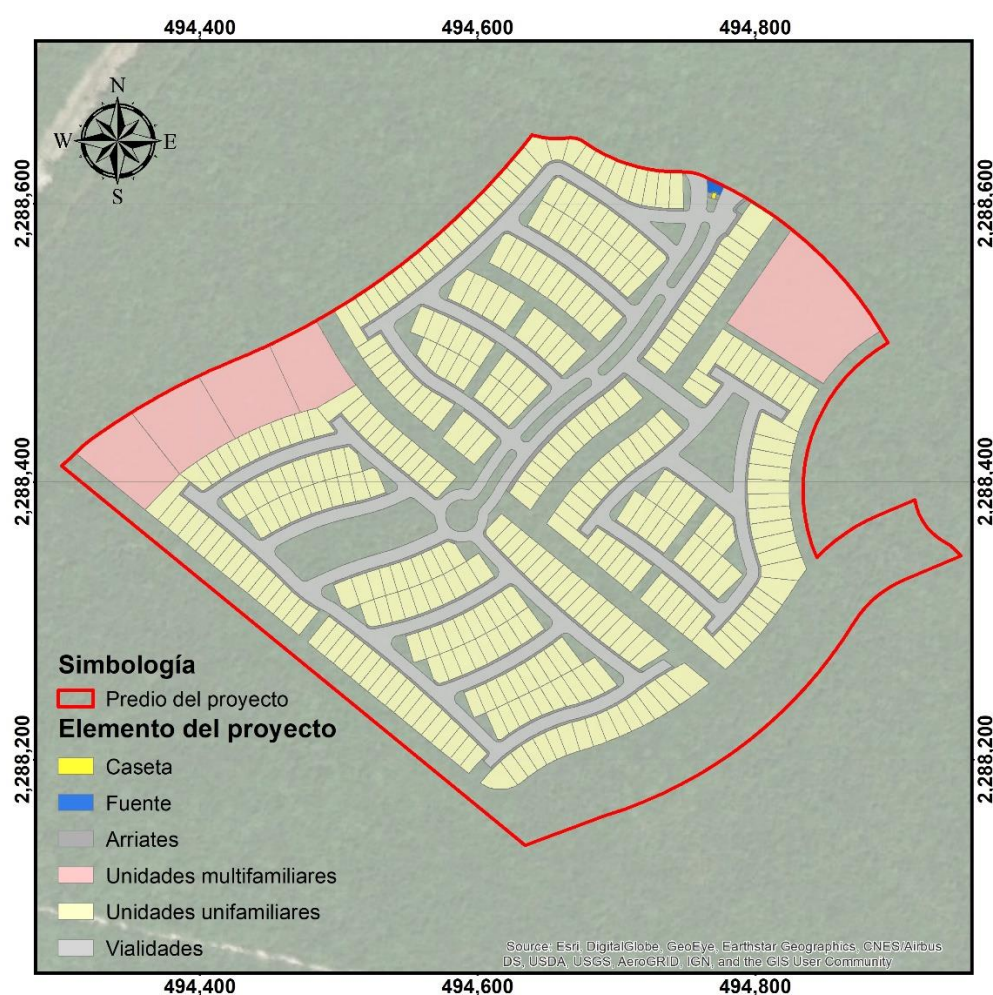


Figura II:4. Ubicación y distribución de las obras permanentes del proyecto “Senderos Poniente”. NOTA: En esta imagen, no se muestra la superficie permanecerá intacta dentro de cada Unidad, ya que la distribución depende de cada adquirente.

d) Superficie(s) del predio(s), de acuerdo con la siguiente clasificación: Conservación y aprovechamiento restringido, producción, restauración y otros usos.

En el **Cuadro II:6** se muestra la ocupación de superficies por clasificación.

Cuadro II:6. Ocupación de superficies del proyecto "Senderos Poniente", por clasificación.

CLASIFICACIÓN	SUPERFICIE (m ²)
Conservación y aprovechamiento restringido	
Áreas verdes naturales	36,757.95
Corredor biológico	36,315.72
Producción	0.00
Restauración	0.00
Otros usos: Uso urbano (obras permanentes)	106,088.72
Total	179,162.39

En la **Figura II:5** se muestra la ubicación y distribución del proyecto **Senderos Poniente** dentro de esta clasificación.

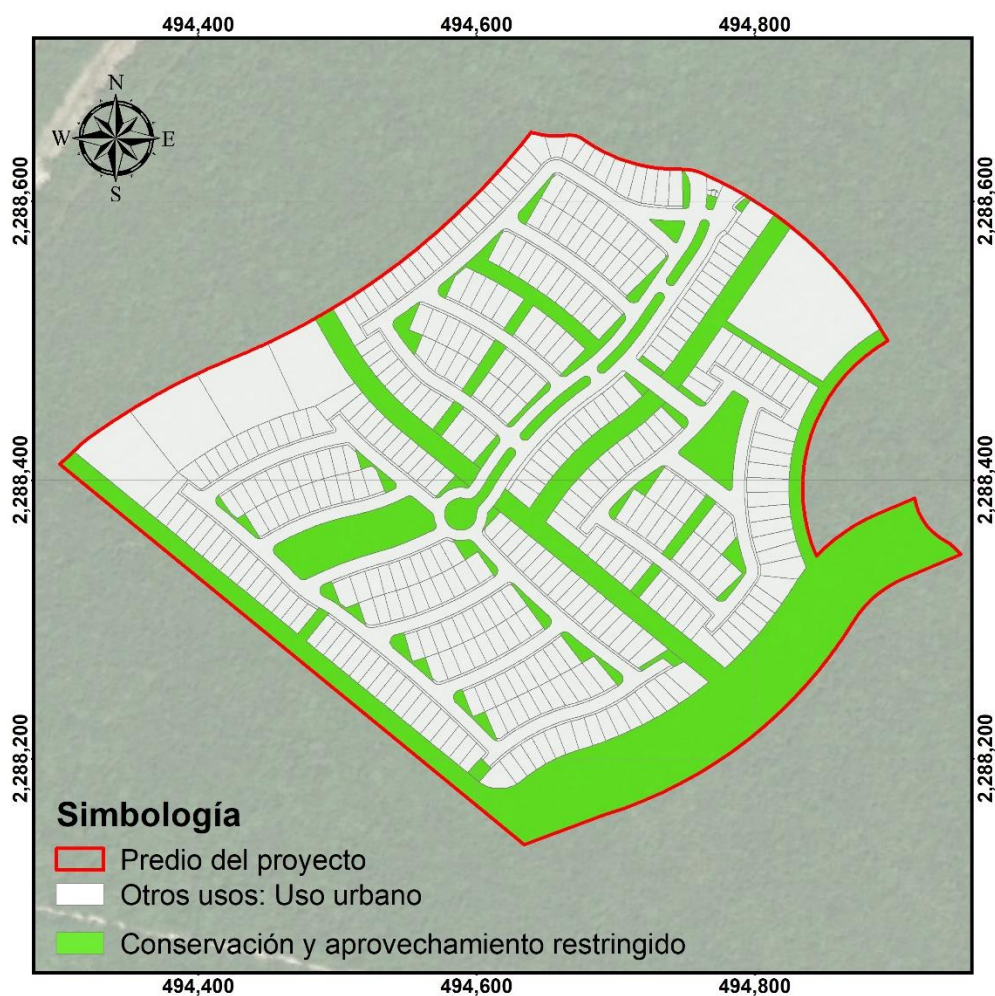


Figura II:5. Ubicación y distribución de la clasificación de uso. NOTA: En esta imagen, no se muestra la superficie permanecerá intacta dentro de cada Unidad, ya que la distribución depende de cada adquirente.

II.1.6 Uso actual del suelo

Actualmente el predio se considera un área forestal, aunque se ubica en una reserva urbana de crecimiento, de la cual se establece, derivado del POEL, que deberá mantener su vegetación original en tanto no se realicen los desarrollos urbanos contemplados.

Lo anterior se ha cumplido a cabalidad, toda vez que, actualmente, el predio cuenta con vegetación de selva mediana subperennifolia (**Figura II:6**).

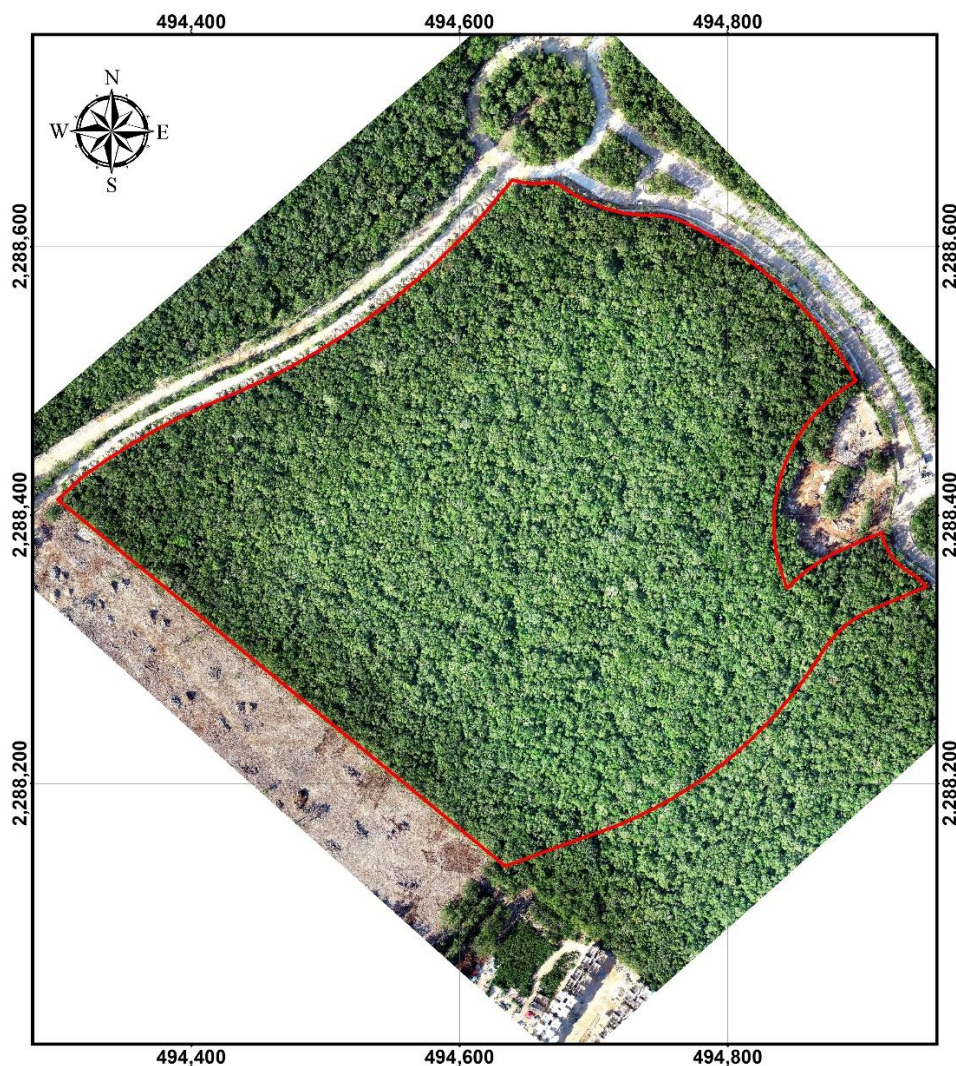


Figura II:6. Imagen obtenida con vuelo de dron que muestra el uso de suelo actual del predio, correspondiente con forestal, con vegetación de selva mediana subperennifolia. Imagen obtenida el 12 de septiembre de 2019.

La presente Manifestación de Impacto Ambiental, se realiza para obtener la autorización de la construcción de un fraccionamiento habitacional, en apego a lo que establece la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.

II.1.7 Urbanización del área y descripción de servicios requeridos

El predio del proyecto se ubica dentro del polígono de actuación del Programa Parcial de Desarrollo Urbano, “El Jesusito”, que fue planeado con la finalidad de desarrollar proyectos urbanos integrales, facilitando la consolidación del suelo.

El PPDU tiene como unos de sus objetivos generales “*dotar de infraestructura básica y de apoyo, así como, del equipamiento necesario a la población esperada en este desarrollo*”; para lo que se desarrolló el Programa Infraestructura Urbana, que establece líneas de acción, corresponsabilidades y metas, para la planeación del desarrollo urbano (**Cuadro II:7**).

Cuadro II:7. Programa Infraestructura Urbana del PPDU “El Jesusito”.

Subprograma	Líneas de Acción	Acciones	Metas			Corresponsabilidad			
			Corto	Mediano	Largo	Sector Público			Sector Privado
						Municipio	Estado	Federación	
Infraestructura Urbana	Concertación de compromiso de dotación de servicios	Convenio con CFE de electrificación	X			X	X	X	X
		Convenio con CAPA de dotación de servicios de agua potable y aguas residuales	X			X	X	X	X
Agua potable	Abastecimiento	Desarrollo y ampliación de zonas de captación	X			X	X	X	
		Construcción de cárcamos y subestaciones eléctricas	X	X	X	X	X	X	
	Alimentación en las nuevas localidades	Construcción de líneas de alimentación	X	X	X	X	X		
	Distribución	Construcción de redes de distribución	X	X	X	X	X		X

Subprograma	Líneas de Acción	Acciones	Metas			Corresponsabilidad			
			Corto	Mediano	Largo	Sector Público			Sector Privado
						Municipio	Estado	Federación	
Alcantarillado Sanitario	Plantas de saneamiento de aguas negras en nuevas zonas del desarrollo	Construcción de las PTAN	X	X			X		X
	Recolección en las nuevas zonas	Construcción de las redes de alcantarillado	X	X		X	X		X
Alcantarillado Sanitario	Estaciones de bombeo	Construcción de estaciones de bombeo	X			X	X		X
Energía eléctrica	Conducción	Construcción red troncal	1°	X		X	X	X	X
			2°		X	X	X	X	X
			3°		X	X	X	X	X
	Electrificación	Construcción redes de electrificación y alumbrado público	1°	X		X	X	X	X
			2°		X	X	X	X	X
			3°		X	X	X	X	X

Fuente: Diario Oficial de la Federación, Programa Parcial de Desarrollo Urbano "El Jesusito".

Es así que el predio cuenta con la factibilidad para brindar todos los servicios necesarios para el establecimiento de viviendas: de energía eléctrica, agua potable y drenaje municipal. Eventualmente, también contará con servicios de internet, telefonía fija y móvil, televisión de paga, etc.

II.2 CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DEL PROYECTO

El proyecto **Senderos Poniente**, consiste en la construcción de un fraccionamiento habitacional en el predio 15 del polígono de actuación del Programa Parcial de Desarrollo Urbano “El Jesusito” que cuenta con una superficie de 17.916239 hectáreas (179,162.39 m²); y estará compuesto por 555 viviendas, vialidades internas, áreas verdes naturales, corredores biológicos, además de una fuente y una caseta en el acceso del predio. Las 555 viviendas, estarán distribuidas en 385 Unidades para una vivienda que en total ocupan una superficie de 76,696.50 m², y en 5 Unidades multifamiliares que suman una superficie de 16,626.13 m². Las vialidades internas ocuparán 27,705.71 m², y los arriates alrededor de las mismas, 6,356.57 m². Finalmente, las áreas verdes del proyecto suman 15,355.14; dejando una superficie para corredores biológicos de 36,315.72 m². En la **Figura II:7** se muestra la distribución de estas áreas, y en el **Cuadro II:8**, la cuantificación de las mismas.

Durante la etapa de preparación del terreno se llevará a cabo la lotificación del predio, así como el Cambio de Uso de Suelo en áreas forestales mediante la remoción de la vegetación característica de selva mediana subperennifolia en una superficie de 10.6088 hectáreas, el despalme y nivelación de las mismas. Las actividades de despalme consistirán en el retiro de la capa superficial (tierra vegetal) del terreno que por sus características mecánicas no es adecuada para despalme de infraestructura. Adicionalmente, el Cambio de Uso de Suelo implica el rescate y reubicación de vegetación y fauna; así como la conservación y enriquecimiento de áreas verdes naturales. La etapa de preparación se llevará a cabo durante los primeros 4 años del proyecto.

La etapa de construcción consiste en las obras de urbanización del predio y la construcción de las viviendas del fraccionamiento; la urbanización abarca desde la formación de terraplenes, la construcción de las vialidades e instalación de áreas verdes, hasta la instalación de infraestructura de servicios, la conexión a los servicios básicos como la red de drenaje sanitario, red de agua potable, red de drenaje pluvial y red de distribución de energía eléctrica; mientras que la construcción de las viviendas del fraccionamiento se llevará a cabo por parte de cada adquirente una vez comenzada la venta de las Unidades. La etapa de construcción se llevará a cabo a partir del año 4 (un año antes de concluir la preparación del terreno), y durará 7 años.

La etapa de operación del proyecto consistirá en la ocupación de las viviendas, y, en su caso, en la administración y mantenimiento de las mismas. Esta etapa comenzará a partir del año 8 (dos años antes de concluir la construcción del proyecto) y se espera que dure 100 años.

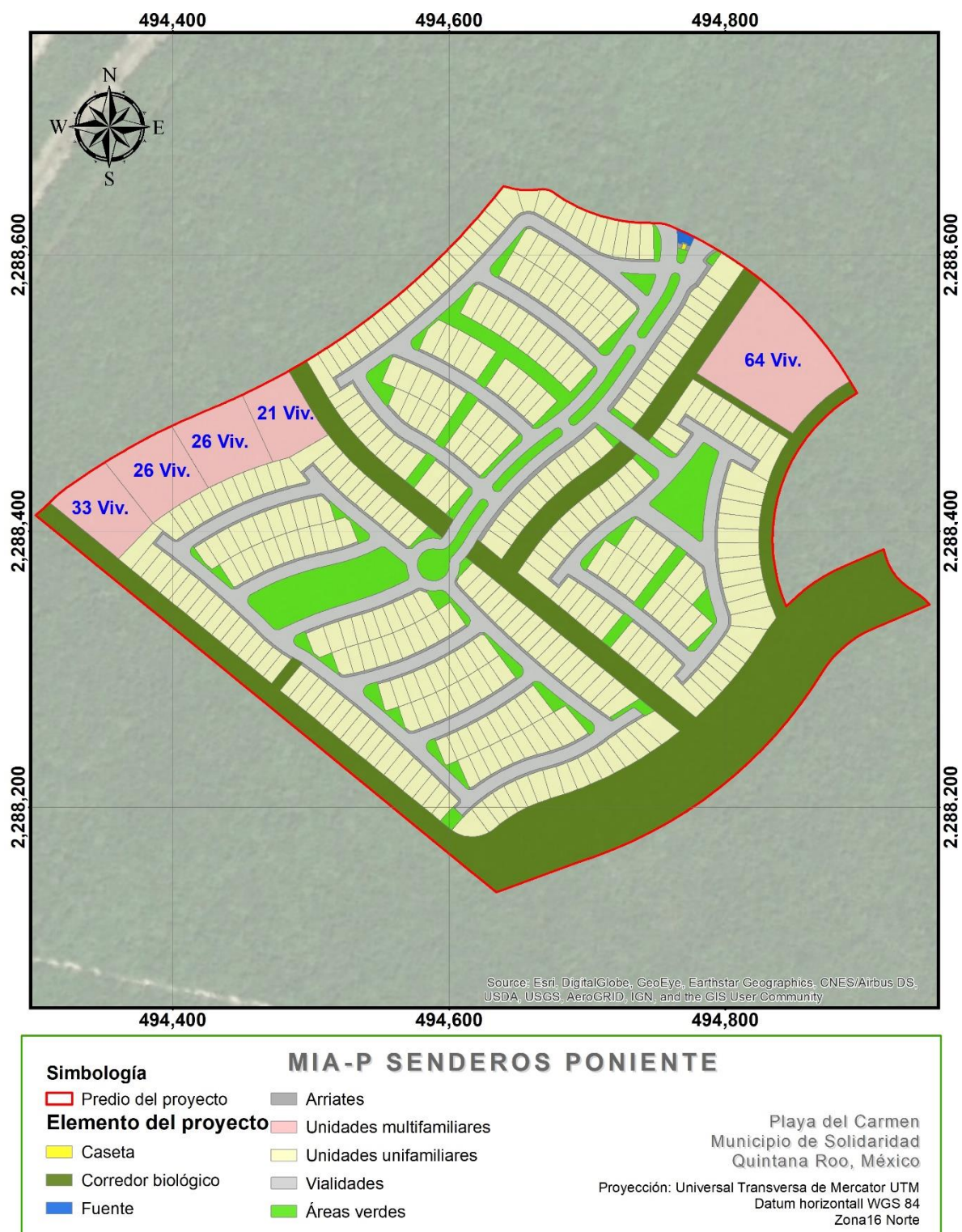


Figura II.7. Elementos del proyecto

Cuadro II:8. Elementos del proyecto

Elemento del proyecto	Superficie (m2)
Áreas verdes naturales	15,355.14
Caseta	12.60
Corredor biológico	36,315.72
Fuente	94.01
Arriates	6,356.57
Unidades multifamiliares	16,626.13
Unidades unifamiliares	76,696.50
Vialidades	27,705.71
Total general	179,162.39

II.2.1 Programa general de trabajo

Las actividades de construcción del proyecto **Senderos Poniente** se iniciarán una vez se obtengan las autorizaciones correspondientes, realizándose de manera ordenada de manera que se conserve y proteja la vegetación que no será requerida para el desarrollo del proyecto. Se considera que se requerirán de un total de 10 años para concretar la construcción del proyecto en toda la superficie (**Cuadro II:9**). Cabe señalar que, la etapa de operación del proyecto se considerará a partir del año 8 después del inicio de la construcción; el proyecto operaría parcialmente y las viviendas de algunas Unidades estarán aún bajo construcción.

Cuadro II:9. Programa general de trabajo del proyecto “Senderos Poniente”.

CONCEPTO		AÑOS										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Preparación	Delimitado											
	Rescate de vegetación y de fauna silvestre											
	Desmante											
	Despalme											
	Nivelación y compactación											
Construcción	Conexión a los servicios básicos											
	Vialidades internas, caseta de vigilancia y pórtico											
	Delimitación de áreas verdes naturales											
	Construcción de viviendas											
Operación	Inicio ocupación viviendas											
	Inicio administración de accesos											
	Inicio mantenimiento de viviendas											
Medidas de mitigación	Áreas verdes naturales											
	Señalización											
	Estrategias para el manejo integral de residuos sólidos											
	Uso de automotores en óptimo estado											
	Programas de rescate y reubicación de flora y fauna											
	Instalación de tecnologías ahorradoras de agua y luz											
	Disposición de aguas residuales al drenaje municipal											
Seguimiento ambiental												

II.2.2 Preparación del sitio

Delimitado

Se realizarán trazos para la delimitación y marcaje de la superficie sujeta a desmante y de las áreas destinadas a la conservación, con base en levantamiento topográfico.

En primera instancia, una cuadrilla de topografía abrirá brechas para los ejes viales, utilizando estacas y balizas para marcar longitudes y cadenamientos; así teodolito, estatal y formato de campo. También se ubicarán las líneas donde se tenderán las redes subterráneas de infraestructura; como las redes de agua potable y drenaje sanitario, red eléctrica y de alumbrado. Sucesivamente se localizarán las Unidades para viviendas, áreas verdes y vialidades.

Rescate y reubicación de fauna

El rescate y reubicación de fauna se realizará de manera previa a cualquier obra o actividad a realizarse en el predio. Se emplearán métodos pasivos, de captura directa y de trampeo. Entre los métodos pasivos que se emplearán están el ahuyentamiento sonoro, el acarreo en grupo y la espera pasiva. Para todos los métodos a emplearse, se requerirá de, al menos, un especialista y un asistente. Estas actividades se detallan en el Programa de Rescate y Reubicación de Fauna Silvestre.

Rescate y reubicación de Vegetación

Al igual que el rescate de fauna, el rescate y reubicación de vegetación se realizará de manera previa a cualquier obra o actividad a realizarse en el predio. Se priorizarán las especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 bajo algún estatus de protección, así como especies nativas y ornamentales. Se requerirá de al menos seis personas para el rescate de la vegetación. Estas actividades se detallan en el Programa de Rescate y Reubicación de Vegetación.

Remoción de la vegetación (desmonte)

El desmonte se irá realizando a la par de la delimitación: primeramente, se removerá la vegetación que se ubique en las áreas donde se levantarán los ejes viales, para después, remover la ubicada en las Unidades. Siempre se respetarán los límites definidos durante el trazo topográfico. Lo anterior con la finalidad de conservar y proteger la vegetación que no será requerida para el desarrollo del proyecto, así como para realizar correcta y eficazmente, con un éxito del 100%, el rescate y reubicación de fauna y vegetación, a realizarse previo al desmonte. Otra actividad que se realizará previo al desmonte, será la identificación de los árboles que serán integrados al proyecto, tomándose las previsiones necesarias para no dañarlos.

El desmonte se realizará con la ayuda de equipo mecánico y herramientas manuales, como motosierra; y de maquinaria, como retroexcavadoras:

- el corte de individuos arbustivos y arbóreos, en una sección próxima al suelo (entre 10 y 20 cm), la separación del fuste y el follaje, y el desbroce a través de la separación de los brazos del follaje, se ejecutará con ayuda de una motosierra;
- el retiro de tocones y raíces se ejecutará con ayuda de retroexcavadoras.

Asimismo, en caso de que sea necesaria la protección de la vegetación circundante, el desmonte se llevará a cabo de manera manual, empleándose hachas y machetes.

Trituración del material vegetal

Como producto del desmonte, se obtendrá material vegetal que será triturado e integrado a las áreas verdes del proyecto.

Retiro de tierra vegetal (despalme)

El despalme se realizará con la finalidad de retirar la tierra vegetal que por sus características mecánicas no es adecuada para el desplante de edificios. La maquinaria a utilizarse para el despalme será tractor de orugas y/o trascabo. Se considera que el espesor de la capa a despalar será de aproximadamente 30 cm; que puede variar para cada área. El despalme se ejecutará en las zonas que contengan material tipo I o II:

- Material tipo I. Son aquellos fácilmente excavables con pala de mano, así como los excavables con equipo mecánico ligero, como retroexcavadora.
- Material tipo II. Son aquellos que, aunque no fácilmente, aún pueden ser excavables con el uso de un zapapico y con maquinaria, sin necesidad del uso de explosivos.

El despalme desalojará vegetación herbácea, tierra y piedras del sustrato en la superficie sujeta a cambio de uso de suelo. El material pétreo que se obtenga, será acopiado en puntos estratégicos sobre la misma superficie sujeta a cambio de uso de suelo, para ser utilizado posteriormente en las actividades de relleno y nivelación del terreno.

Nivelación y compactación

Paralelamente a la remoción de la tierra vegetal que no es adecuada para el desplante de edificios, se realizará la nivelación del terreno en aquellas partes donde la pendiente lo requiera, utilizando material de relleno obtenido de un banco de material autorizado. Adicionalmente, se compactará el material para la formación de los terraplenes necesarios para la construcción de los diferentes elementos del proyecto.

Recuperación de tierra vegetal

El material que se obtenga del despalme, será cribado para separar el material pétreo de la tierra vegetal.

Enriquecimiento de las áreas verdes naturales

Tanto el material vegetal triturado como la tierra vegetal recuperada, serán usados como mejorador de suelos en las áreas naturales verdes que se conservarán, así como sustrato para la siembra de las plantas rescatadas.

II.2.3 Descripción de obras y actividades provisionales del proyecto

Las obras de apoyo que se requerirán son:

- Caseta de vigilancia y de resguardo de materiales y oficina de obra
- Almacenes temporales de residuos
- Sanitarios portátiles

Los servicios de apoyo que se utilizarán son:

- Renta de maquinaria.
- Estaciones de servicio de combustible.
- Contratistas y proveedores de servicios técnicos especializados.

Con respecto a la disposición de residuos sólidos se requerirá de los siguientes servicios:

- Empresas especializadas y autorizadas por el gobierno del estado para la recolección de subproductos reciclables.
- Empresa recolectora especializada y autorizada por la federación para la recolección, transporte y disposición de residuos peligrosos.
- Uso del relleno sanitario de la ciudad de Playa del Carmen.
- Sistema de recolección, transporte y disposición final municipal

II.2.4 Etapa de construcción

Esta etapa contempla la realización de las obras de urbanización del predio, desde la nivelación del terreno y formación de terraplenes, la instalación de infraestructura de servicios, hasta los acabados de las vialidades y áreas verdes naturales.

Conexión a los servicios básicos

a) Red de agua potable

Para dotar de agua potable al predio se realizarán las obras de conexión de acuerdo a los especificado y aprobado por la CAPA. Sucesivamente se habilitará la red de agua potable interna del proyecto para dotar de agua a cada pie de lote; realizando la conexión general al lote siguiendo las normas de la CAPA, construyendo la red interna y tendiendo las conexiones necesarias a fin de alcanzar las zonas habitacionales.

El procedimiento para la construcción de la red de agua potable interna consistirá en la excavación de zanjas en seco utilizando una máquina zanjadora que las abrirá a una

profundidad máxima de 3 m y ancho máximo de 1.20 m para extraer material tipo "C". El material obtenido será depositado un costado de la excavación.

El paso siguiente consistirá en la colocación de una plantilla de material tipo "B", seleccionado del producto de la excavación y compactado en capas de 20 cm con pisón de mano o mecánico al 80%. El relleno será acostillado en zanjas con material seleccionado de la excavación, cribado y compactado en capas de 20 cm con pisón de mano o mecánico al 90% Proctor.

Finalmente se aplicará el relleno a volteo con material seleccionado tipo "B", producto de la excavación, compactado en capas de 20 cm con pisón de mano o mecánico al 90% Proctor. También se realizará el suministro, instalación, junteo y prueba hidrostática de tubería de PVC hidráulico de diferentes diámetros, de acuerdo a ubicación y función de red Rd-32.5 de 3" o Rd- 32.5 de 6" de diámetro tipo anger, sistema inglés, marca omega o similar. Instalación de tes de PVC hidráulico de 75 x 75 mm de diámetro, tapones campana de PVC hidráulico de 75 mm de diámetro, codos de PVC hidráulico de 90 x 75 mm de diámetro tipo anger, sistema inglés, marca omega o similar. Así como construcción de atraques de concreto $f'c = 150 \text{ Kg/cm}^2$, de 0.40 x 0.40 x 0.30 m de sección, instalación de 6 válvulas de seccionamiento de vástago fijo de fofo de 75 y 150 mm de diámetro, para presiones de 8.8 Kg/cm^2 .

El proyecto contempla también la construcción de cajas de operaciones t-2 de 1.60 x 1.50 x 1.27 m a base de muro de bloques de 15 x 20 x 40 cm, asentado con mortero cemento-polvo de piedra en proporción 1:5., castillos de 15 x 15 cm a base de concreto $f'c = 150 \text{ Kg/cm}^2$, habilitado con armex de 3 hilos, dala perimetral de 10 x 15 cm a base de concreto $f'c = 150 \text{ Kg/cm}^2$, habilitado con 2 aceros de refuerzo del número 3 con estribos del No. 2 x 20 cm; acabado interior a tres capas (rich 1:2:5, emparche 1:4:12 y estuco 1:18:9) con 2.50 cm de espesor promedio y acabado pulido integral; losa de concreto $f'c = 200 \text{ Kg/cm}^2$ de 20 cm de espesor, habilitada con acero de refuerzo del número 3 x 10 cm en ambos sentidos, con contramarcos de sencillo de 1.10 m y marco a base de perfil estructural tipo liviano de 100 mm con tapa estándar para agua potable de 50 x 50 y 75 de 152 Kg; piso de 10 cm de espesor a base de concreto $f'c = 150 \text{ Kg/cm}^2$, habilitado con acero de refuerzo del número 3 x 30 cm en ambos sentidos.

b) Red de drenaje sanitario

El sistema de alcantarillado sanitario será construido de manera independiente al pluvial y conducirá el agua residual que se genere en las viviendas y áreas comunes directamente a la red municipal para su debido tratamiento y disposición final. La red municipal se

localizará a pie del predio, por lo que se construirá la red interior del fraccionamiento y la interconexión siguiendo la norma de la CAPA.

El procedimiento para la instalación de la red de drenaje sanitario consistirá en excavar zanjas en seco, con una máquina zanjadora, a una profundidad máxima de 3 m y ancho máximo de 1.20 m, para extraer material tipo "C" que será depositado a un costado de la excavación. Incluye afine de fondo y taludes.

Se proseguirá con la colocación de plantilla con material tipo "B", seleccionado del producto de la excavación y compactado en capas de 20 cm con pisón de mano o mecánico al 80 %. Se realizará el relleno acostillado en zanjas con material seleccionado de la excavación, cribado y compactado en capas de 20 cm con pisón de mano o mecánico al 90 % Proctor.

Finalmente se colocará el relleno a volteo con material seleccionado tipo "B", producto de la excavación, compactado en capas de 20 cm. con pisón de mano o mecánico al 90% Proctor. Se realizará la nivelación de rasante de tubería para su tendido a lo largo de la zanja, suministro e instalación, junteo y prueba de tubería de PVC para alcantarillado serie 25 de 8" (200 mm) de diámetro, marca omega o similar. Se colocarán pozos de visita comunes de 1.50 m de profundidad total. Los pozos serán prefabricados con concreto armado y junteados en anillos de 0.25 metros de altura; incluye bombeo de achique en caso de requerirse, brocal y tapa de hierro fundido para tránsito pesado, fabricación de media caña, sellado de paredes interiores con sellador y masilla y forjado de brocal.

c) Red de drenaje pluvial

El proyecto contempla la perforación de 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" con 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 $f'c = 150 \text{ Kg/cm}^2$ 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.

d) Red de distribución de energía eléctrica

El sistema de electrificación del fraccionamiento considerará la colocación de distintos transformadores de capacidad variables entre 75 Kva y 300 Kva tipo pedestal una boquilla en media tensión, anillo norma CFE, más transformadores tipo pedestal una boquilla en media tensión, anillo norma CFE.

Se colocarán conexiones de tierra física hasta el manto freático con electrodo de cobre desnudo de 1/0 relleno con carbón, sal limadura de hierro y tierra vegetal, colocación de derivadores múltiples de cuatro vías en registro de baja tensión, derivadores múltiples de seis vías en registro de baja tensión y derivadores múltiples de ocho vías en registro de baja tensión. Se colocarán también marbetes en registro, con sello de silicón en tuberías, tendido de conductor de aluminio con aislamiento de xlp configuración triplex cal 1/0 en baja tensión, tendido de cable de cobre desnudo de No. 3/0, tendido de cable de cobre desnudo de No. 1/0, tendido de cable de cobre desnudo de No. 2. Construcción de registros de boca de pozo de 0.70 x 1.35 x 1.05 m (interior). Incluye colocación de tapas metálicas de fofo con marco de 0.70 x 0.70 m, muro de bloques de 15 cm, acabado pulido, firme de concreto de $f'c = 150 \text{ Kg/cm}^2$, castillos ahogados y cadena perimetral de nivelación. El tendido eléctrico será subterráneo o perimetral para evitar la afectación visual del proyecto. Todas las viviendas contarán con medidor de consumo eléctrico individual.

Vialidades internas

Una vez realizada la nivelación, se procederá al corte con maquinaria del estrato rocoso, en el caso que sea necesario, para obtener el nivel de proyecto de la primera capa llamada terraplén. Para la conformación de la primera capa del terraplén se usará el material producto del corte que se trillará y bandeará (Pedraplén).

Las capas sucesivas se conformarán con el acarreo, distribución y compactación al 90 % del peso volumétrico suelto (según normas de la S.C.T.) de material de relleno, con ayuda de maquinaria y agua, hasta llegar a la última capa del terraplén llamada capa subrasante que tendrá un espesor constante (normalmente 20 o 15 cm). Encima de la capa subrasante se conformará la base hidráulica que es una capa de grava controlada (cementante) de espesor constante de 15 cm compactada al 95 % del P.V.S. que servirá para finalmente extender la capa del pavimento elaborado de concreto hidráulico, con espesor de 16 cm y de $f'c = 200 \text{ kg/cm}^2$.

Finalmente, se instalará el equipamiento necesario para los accesos del predio como es el caso de las casetas de vigilancia y pórtico.

Arriates

A cada lado de las vialidades internas del fraccionamiento habitacional, se establecerán los arriates, los cuales integrarán áreas con vegetación natural en al menos 30% de la superficie, y en el resto se establecerán las banquetas del fraccionamiento. Estos arriates estarán constituidos por el suelo natural en las partes con vegetación, y con el mismo material de construcción empleado en las vialidades. En la **Figura II:8**, se observa un

esquema que integra las vialidades antes descritas, y los arriates en los contornos de las mismas.

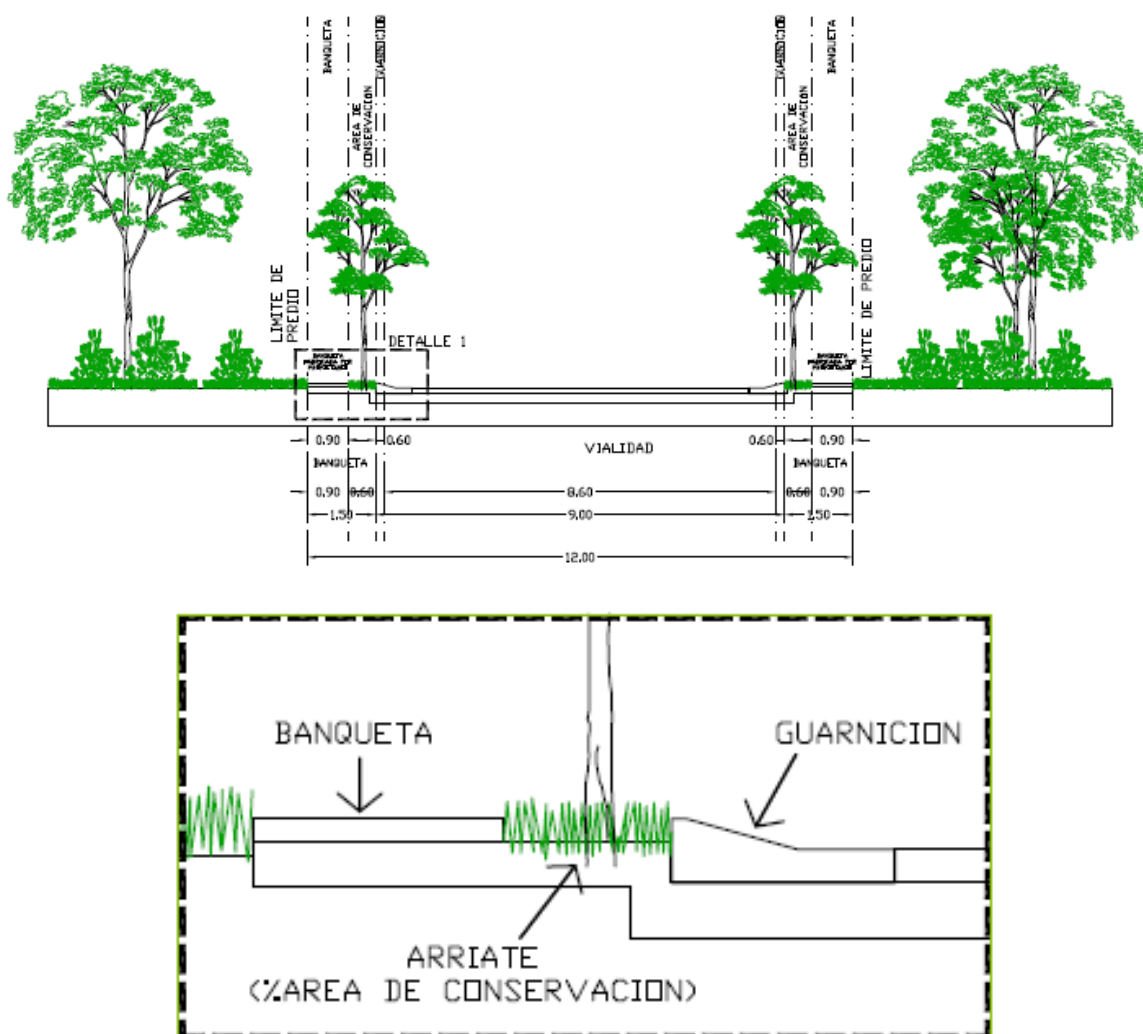


Figura II:8. Arreglo de los arriates y las vialidades del proyecto

Delimitación de Áreas verdes naturales

El fraccionamiento destinó áreas naturales que conserven la vegetación nativa y que funcionen como punto de convivencia comunitaria. Una parte de estas áreas se ubicarán colindantes a vialidades públicas y otra en los parques públicos generales o dentro de cada uno de las Unidades que componente el diseño urbano del proyecto.

En todas estas áreas se conservarán las plantas existentes y presentes en el sitio, integrándolas con plantas rescatadas con la implementación de un programa de rescate y Reubicación de vegetación, adjunto a la presente MIA-P.

Construcción de viviendas

Una vez que el avance en la urbanización del predio lo permita, se contempla la comercialización de las Unidades y la construcción de viviendas por parte de los adquirentes. El procedimiento de construcción de las viviendas es el siguiente:

a) Cimentación, levantamiento de muros y colocación de pisos y techumbres, se realizará con las siguientes características:

- Firme de cimentación de 10 a 12 cm de espesor armado con malla electrosoldada 6x6/10-10, de concreto premezclado $f'c=250 \text{ kg/cm}^2$.
- Cimientos a base de zapatas y contratraveses corridas de concreto premezclado $f'c= 250 \text{ kg/cm}^2$ con refuerzos en acero.
- Estructura de muros de carga de block de 15 x 20 x 40 cm, con castillos y trabes de concreto armado.
- Losas de entrepisos y azotea a base de viga 12-5 y bovedilla de 15 cm de espesor con capa de compresión de 5 cm, reforzada con malla electrosoldada 6x6/10-10, de concreto premezclado $f'c= 250 \text{ kg/cm}^2$.
- Resistencia de concreto $f'c=250 \text{ kg/cm}^2$ y el acero $f_y=4,200 \text{ kg/cm}^2$.
- La resistencia del concreto hecho en obra para castillos ahogados $f'c=150 \text{ kg/cm}^2$.
- Los muros y plafones exteriores e interiores serán aplanados con fino de tres capas y pintura blanca. Serán resistentes al agua y a temperaturas ambientales extremas para uso en áreas húmedas, interiores y exteriores asentado con adhesivo para pisos, junteado a 3 mm con boquilla. Lambrín en área húmeda de los baños y en cocina.

b) Instalación de ingenierías

Instalación hidráulica y sanitaria. La instalación hidráulica será canalizada en losa de cimentación y losa de entrepiso a base de tubería y conexiones de C-PVC hidráulico Flowguard Gold para agua potable y en PVC sanitario para tubería y conexiones sanitaria.

Instalación eléctrica. Las canalizaciones serán a base de poliducto de diferentes diámetros, curvas fabricadas en obra, registros, cajas y chالupas. Cableado marca Condulac o similar Centro de carga marca con interruptores termomagnéticos marca Siemens. Apagadores y contacto marca Niessen modelo Alpha.

c) Acabados

Carpintería. Las puertas serán de tambor, aluminio o similar con antepecho en madera cedrillo importado de triplay 6 mm, incluye; molduras, cerradura, bisagras tipo libro en acero inoxidable o similar.

Cancelería. Los cancelos y ventanas serán de aluminio nacional y/o importado provisto de corredizas según diseño. Incluyen mosquiteros y sellado perimetral exterior e interior.

Impermeabilizaciones. Las azoteas serán impermeabilizadas con aplicación de acrílico elastomérico o similar.

Pintura. La pintura empleada será vinil-acrílica en muros y plafones, exteriores e interiores.

Teléfono y TV. Se canalizará instalación para salida de teléfono. Por otra parte, se canalizará la instalación para salida de televisión.

Preparación para aire acondicionado. Se realizará el suministro y colocación de tubería de PVC sanitario para la funda de tuberías de aire acondicionado. Se instalará la salida para el drenaje de equipo de aire acondicionado hacia el jardín a base de tubería de PVC hidráulico.

II.2.5 Etapa de operación y mantenimiento

Esta etapa consistirá en la ocupación de las viviendas, y el mantenimiento de las mismas. Se contempla una vida útil del proyecto de 100 años, misma que podrá variar con base en el mantenimiento que se dé al fraccionamiento.

II.2.6 Descripción de obras asociadas al proyecto

Casetas

Se habilitarán casetas de vigilancia y casetas de obra para resguardo de materiales y equipos. Se tratará de infraestructura temporal, ya que serán casetas prefabricadas, no construidas *in situ*, sino solo armadas y que sean, por tanto, fácilmente desarmables.

Sanitarios portátiles

Se rentarán e instalarán baños portátiles, a razón de uno por cada 25 trabajadores. La instalación se realizará dentro de la misma superficie sujeta a desmonte. La limpieza y el traslado de los residuos que se acopiarán en los sanitarios portátiles, hacia alguna planta de tratamiento de aguas residuales, correrá a cargo de la empresa arrendadora.

Sitios para el almacenamiento temporal de residuos

Se destinarán sitios específicos para el almacenamiento temporal de los residuos que serán generados por causa de las obras y actividades, al interior de la superficie sujeta a éste. En estos sitios se levantará almacenes o depósitos, de materiales rústicos, de manera que serán fácilmente reubicables y desarmables.

Comedores

Dentro del área sujeta al desmonte, se habilitarán sitios destinados a ser usados como comedores por el personal de obra empleado. Los comedores se construirán de materiales rústicos, de fácil montaje y desmontaje. Se prevé se utilicen láminas y cemento sobre el terreno limpio y nivelado.

II.2.7 Etapa de abandono del sitio

No se contempla el abandono del sitio. Una vez autorizada la construcción del proyecto, se procederá a realizar el mismo, que se estima tendrán una vida útil de al menos, 100 años una vez terminada su construcción; tiempo que podría alargarse en función del mantenimiento que se les brinde a las edificaciones.

II.2.8 Generación, manejo y disposición de residuos sólidos, líquidos y emisiones a la atmósfera

A continuación, se enlistan los residuos sólidos y líquidos y las emisiones a la atmósfera que serán generados por causa del proyecto, objetivo del presente proyecto, una vez éste haya sido autorizado. De igual manera se describe su manejo y disposición.

Residuos sólidos

Se prevé se generen residuos sólidos de carácter urbano, de manejo especial y peligrosos. Tanto los residuos sólidos urbanos como los peligrosos procederán de una generación incidental, no relacionada directamente con el desmonte, por lo que se generarán mínimamente. Los residuos sólidos urbanos serán generados por la presencia del personal encargado de efectuar la construcción, y consistirán en residuos de alimentos, aluminio, tereftalato de polietileno, polietileno de alta densidad, policloruro de vinilo, polietileno de baja densidad, polipropileno, poliestireno, otros plásticos, residuos de textiles y residuos sanitarios. Los peligrosos consistirán en envases de grasas, aceites lubricantes gastados y combustibles; y materiales impregnados con hidrocarburos.

Por su parte, los residuos de manejo especial serán generados directamente por causa del proyecto y consistirán en residuos vegetales producto del desmonte, integrados por ramas, troncos, raíces, hojas, etc.; y en residuos edáficos y pétreos, consistentes en capas de tierra y piedras que serán removidos durante el despalme.

En el **Cuadro II:10** se detalla la disposición, tratamiento y/o destino final de los residuos sólidos que se generarán durante la construcción y operación del proyecto.

Cuadro II:10. Disposición de residuos generados por el proyecto “Senderos Poniente”.

TIPO DE RESIDUO			FORMA DE DISPOSICIÓN
Residuos sólidos	Urbanos reciclables		Empresas especializadas y autorizadas por el gobierno del estado para la recolección de subproductos reciclables.
	Urbanos no reciclables		Sistema de recolección, transporte y disposición final municipal o transporte directo al relleno sanitario de la ciudad de Playa del Carmen.
	De manejo especial:	Residuos vegetales producto del desmonte	Trituración y almacenamiento provisional. Se empleará para el mantenimiento de las plantas rescatadas y para el enriquecimiento de las áreas verdes naturales.
		Residuos edáficos y pétreos.	El material que se obtenga del despalme, será cribado para separar el material pétreo de la tierra vegetal.
	Sanitarios		Sistema de recolección, transporte y disposición final municipal o transporte directo al relleno sanitario de la ciudad de Playa del Carmen.
	Peligrosos		Empresa recolectora especializada y autorizada por la federación para la recolección, transporte y disposición de residuos peligrosos.

Residuos líquidos

Durante la realización del proyecto se prevé se generen aguas residuales negras provenientes de los sanitarios portátiles que se instalarán para uso de los trabajadores. Los sanitarios portátiles serán rentados a una empresa autorizada por la Autoridad competente, que será la responsable del recogido periódico de las aguas negras para su traslado a alguna planta tratamiento de aguas residuales.

Adicionalmente, durante las etapas posteriores al desmonte, se seguirán generando aguas residuales domésticas. Durante la etapa de construcción se seguirá la misma estrategia de arrendar sanitarios portátiles; mientras que, para la operación, se habrá instalando una red interna de drenaje sanitario conectado a la red de drenaje municipal, por medio de la cual se canalizarán las aguas residuales a alguna planta de tratamiento.

Por otra parte, la maquinaria que se empleará para efectuar el desmonte, podría fugar combustibles y otros aditamentos químicos que podrían contaminar el suelo. Lo cual se evitará cerciorándose del estado óptimo de los automotores. Esta misma estrategia se seguirá para la etapa de construcción; mientras que, durante la operación, los automotores serán responsabilidad de los propietarios particulares de las Unidades.

Emisiones a la atmósfera

La construcción se realizará por medios mecánicos y manuales; por lo que se prevé el uso de maquinaria. Lo que conducirá a la liberación de emisiones a la atmósfera provenientes de maquinaria y vehículos con motores de gasolina y diésel, que operan mediante energía térmica obtenida de combustibles fósiles, generadores de gases de escape como producto de la combustión interna.

Los gases que se emiten por los motores de combustión interna pueden ser de dos tipos: inofensivos y tóxicos. Los inofensivos son dióxido de carbono (CO_2), oxígeno (O_2), agua (H_2O) y nitrógeno (N_2). Los tóxicos son monóxido de carbono (CO), óxidos nítricos (NO_x), hidrocarburos no quemados (HC), dióxido de azufre (SO_2) y partículas de hollín (MP).

Con el uso de catalizadores o convertidores catalíticos pueden depurarse prácticamente el 100% de los gases tóxicos resultantes de la combustión interna de automotores, ya sean de gasolina o diésel, en condiciones normales de funcionamiento. Por lo que la promovente preferirá el uso de automotores que cuenten con ellos. En caso de no ser posible por causa de fabricación, la promovente se cerciorará que todos los automotores que se usen por causa de la construcción del proyecto se encuentren en óptimo estado.

Asimismo, se prevé que la situación anteriormente descrita se repetirá durante las etapas de construcción, siguiéndose la misma estrategia; así como para la operación. Para esta última, el uso de automotores de combustión interna serán responsabilidad de los propietarios de las Unidades.

II.2.9 Infraestructura para el manejo y la disposición adecuada de los residuos

Se instalarán contenedores de alta capacidad, acondicionados con rótulos de identificación (**Figura II:9**), que serán colocados en sitios estratégicos en los diferentes frentes de trabajo, donde serán visibles en todo momento, para contener por separado los residuos que no son reciclables ni reutilizables de los que sí lo son, así como para acopiar por separado los residuos reciclables y reutilizables.



Figura II:9. Ejemplos de pictogramas para la rotulación de contenedores para reciclaje de residuos sólidos

Los residuos quedarán contenidos en bolsas colocadas al interior de cada contenedor para facilitar su manejo. En la **Figura II:10** se muestran algunos ejemplos de estos contenedores que se pretende utilizar, los cuales tendrán la característica de ser herméticos al cerrarse, para evitar la proliferación de fauna nociva.

Asimismo, se habilitarán sitios de acopio y almacenamiento temporal para los residuos sólidos que se generen; de manera que diariamente se vaciarán los contenedores en dichos sitios, en espera de su disposición final. Para facilitar la recolección interna de los residuos, los sitios de acopio se seleccionarán por su proximidad a las fuentes generadoras.



Figura II:10. Ejemplos de contenedores herméticos que se dispondrán en la obra

Las áreas de acopio y almacenamiento contarán preferentemente con piso de sascab compactado para minimizar filtraciones de lixiviados al subsuelo, con malla electrosoldada perimetral (o cualquier otro material que sirva de barrera) para evitar la dispersión de residuos por el viento o por fauna silvestre y feral. Adicionalmente, podrán contar con techo de lámina para el resguardo de los residuos ante los elementos. Finalmente dependiendo del tipo de residuo, variarán las características de las áreas de acopio y almacenamiento:

- Para los residuos sólidos urbanos, se contará con un contenedor metálico al interior para la contención de residuos de alimentos.
- Para los residuos de manejo especial se dispondrán de dos áreas: una para el acopio de residuos pétreos y material de despilme; y otra para el acopio de residuos vegetales.
- Para los residuos peligrosos, se contará con un almacén temporal que estará debidamente señalizado para prevenir el uso de fuego en sus inmediaciones, además de contar con un extinguidor a no más de 10 m de distancia. Al interior se contará con dos contenedores metálicos con tapaderas y rótulos para la contención de residuos sólidos y uno más de características semejantes para los residuos líquidos.

III VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y EN SU CASO, CON LA REGULARIZACIÓN DE USO DE SUELO

III.1 LEGISLACIÓN AMBIENTAL FEDERAL

III.1.1 Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente

Esta ley, es reglamentaria de las disposiciones de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos que se refieren a la preservación y restauración del equilibrio ecológico, así como a la protección al ambiente, en el territorio nacional y las zonas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción. Sus disposiciones son de orden público e interés social y tienen por objeto propiciar el desarrollo sustentable, entre otros¹.

De acuerdo con el artículo 5 de la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA), es facultad de la Federación, *la evaluación del impacto ambiental de las obras o actividades que se indican en el artículo 28 de la misma Ley, así como la expedición de las autorizaciones correspondientes.*²

Este instrumento establece en su Sección V, Artículo 28, que *“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 (...).* Es así que, con base en lo establecido en el artículo 28 de la Ley, se somete a evaluación el proyecto **Sederos Poniente**, al cual le corresponde el cumplimiento de la misma de acuerdo al o establecido en las fracciones VII y IX del artículo 28 de la LGEEPA, que se refieren a:

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

IX.- Desarrollos inmobiliarios que afecten los ecosistemas costeros.

¹ Artículo 1 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente

² Fracción X del artículo 5 de la Ley

Dado que el proyecto **Senderos Poniente**, consiste en la construcción de un fraccionamiento habitacional en el predio 15 del polígono de actuación del Programa Parcial de Desarrollo Urbano “El Jesusito” que cuenta con una superficie de 17.916239 hectáreas; y estará compuesto por 555 viviendas, vialidades internas y áreas verdes naturales, estas obras requieren autorización en materia de impacto ambiental de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT).

Considerando lo anterior, se someterá a la evaluación de la Secretaría, la presente Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular, en conformidad con el Artículo 30, que dicta: *“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”*. La presente da cumplimiento al artículo anterior, toda vez que cuenta con información requerida en esta Ley.

Asimismo, el Artículo 35 establece que *“una vez presentada la manifestación de impacto ambiental, la Secretaría iniciará el procedimiento de evaluación, para lo cual revisará que la solicitud se ajuste a las formalidades previstas en esta Ley, su Reglamento y las normas oficiales mexicanas aplicables, e integrará el expediente respectivo en un plazo no mayor de diez días. Para la autorización de las obras y actividades a que se refiere el artículo 28, la Secretaría se sujetará a lo que establezcan los ordenamientos antes señalados, así como los programas de desarrollo urbano y de ordenamiento ecológico del territorio, las declaratorias de áreas naturales protegidas y las demás disposiciones jurídicas que resulten aplicables*.

En este sentido, el proyecto **Senderos Poniente** se ha diseñado en estricto apego a lo que establece el Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Solidaridad, Quintana Roo y el Programa Parcial de Desarrollo Urbano “El Jesusito”, que son los aplicables al predio por su localización. Asimismo, se acatará a lo dispuesto por las Normas Oficiales Mexicanas NOM-059-SEMARNAT-2010 y NOM-161-SEMARNAT-2011.

Finalmente, la presente Manifestación se realizó con las mejores técnicas y metodologías existentes, así como con la información y medidas de prevención y mitigación más efectivas, de conformidad con lo señalado en el Artículo 35 BIS 1 de la presente Ley; por lo que el proyecto **Senderos Poniente** acata lo dispuesto en este instrumento de regulación.

III.1.1.1 Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental

*Este ordenamiento es de observancia general en todo el territorio nacional y en las zonas donde la Nación ejerce su jurisdicción; tiene por objeto reglamentar la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, en materia de evaluación del impacto ambiental a nivel federal.*³

El proyecto **Senderos Poniente**, consiste en la construcción de un fraccionamiento habitacional en el predio 15 del polígono de actuación del Programa Parcial de Desarrollo Urbano “El Jesusito” que cuenta con una superficie de 17.916239 hectáreas; y estará compuesto por 555 viviendas, vialidades internas y áreas verdes naturales. En este sentido, el proyecto **Senderos Poniente** se debe someter a evaluación en materia de impacto ambiental de competencia federal ante la Secretaría, ya que el Artículo 5, señala aquellas actividades que requerirán previamente la autorización de la Secretaría en materia de impacto ambiental, que para el caso del proyecto corresponden con el inciso O) e inciso Q):

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 (...).*

Q) DESARROLLOS INMOBILIARIOS QUE AFECTEN LOS ECOSISTEMAS COSTEROS

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

³ Artículo 1 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental.

En este sentido, se ha elaborado la presente Manifestación, en la que se refiere a las circunstancias ambientales relevantes vinculadas con la realización del proyecto⁴.

III.1.2 Ley General de Asentamientos Humanos, Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano

La Ley General de Asentamientos Humanos, Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano es *de orden público e interés social y de observancia general en todo el territorio nacional*⁵

Esta Ley, entre sus objetivos, tiene: (...) *Fijar los criterios para que, en el ámbito de sus respectivas competencias exista una efectiva congruencia, coordinación y participación entre la Federación, las entidades federativas, los municipios y las Demarcaciones Territoriales para la planeación de la Fundación, Crecimiento, Mejoramiento, consolidación y Conservación de los Centros de Población y Asentamientos Humanos, garantizando en todo momento la protección y el acceso equitativo a los espacios públicos*⁶; así como *definir los principios para determinar las Provisiones, Reservas, Usos del suelo y Destinos de áreas y predios que regulan la propiedad en los Centros de Población*⁷ (...)"

La regulación del ordenamiento territorial de los asentamientos humanos se llevará a cabo como lo establece el artículo 23 de esta Ley, que establece que *la planeación y regulación del Ordenamiento Territorial de los Asentamientos Humanos y del Desarrollo Urbano de los Centros de Población, se llevarán a cabo sujetándose al Programa Nacional de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano, a través de:*

I. La estrategia nacional de ordenamiento territorial;

II. Los programas estatales de ordenamiento territorial y Desarrollo Urbano;

III. Los programas de zonas metropolitanas o conurbaciones;

IV. Los planes o programas municipales de Desarrollo Urbano, y

V. Los planes o programas de Desarrollo Urbano derivados de los señalados en las fracciones anteriores y que determinen esta Ley y la legislación estatal de Desarrollo Urbano, tales como los de Centros de Población, parciales, sectoriales, esquemas de planeación simplificada y de centros de servicios rurales.

⁴ Artículo 9 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental.

⁵ Artículo 1 de La Ley General de Asentamientos Humanos, Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano.

⁶ Artículo 1 fracción III de La Ley General de Asentamientos Humanos, Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano

⁷ Artículo 1 fracción IV de La Ley General de Asentamientos Humanos, Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano

Asimismo, “los planes y programas municipales de Desarrollo Urbano señalarán las acciones específicas necesarias para la Conservación, Mejoramiento y Crecimiento de los Centros de Población, asimismo establecerán la Zonificación correspondiente. En caso de que el ayuntamiento expida el programa de Desarrollo Urbano del centro de población respectivo, dichas acciones específicas y la Zonificación aplicable se contendrán en este programa⁸.

En este sentido, el predio del proyecto, se encuentra regulado por el Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Solidaridad, Quintana Roo, que le asigna carácter de reserva urbana de crecimiento. Asimismo, cuenta con un Programa Parcial de Desarrollo Urbano “El Jesusito”, que lo cataloga como polígono de actuación; que tiene como finalidad regular las acciones específicas para el crecimiento, mejoramiento y conservación del centro de población de Playa del Carmen. El proyecto **Senderos Poniente** se ha diseñado contemplando el cumplimiento ambos programas, y respetando los lineamientos de la legislación aplicable en la materia.

III.1.3 Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos

La Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR) es reglamentaria de las disposiciones de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos que se refieren a la protección al ambiente en materia de prevención y gestión integral de residuos en el territorio nacional.

*Estas disposiciones son de orden público y tienen por objeto garantizar el derecho de toda persona al medio ambiente adecuado a través de la prevención de la generación, la valorización y la gestión integral de los residuos peligrosos, de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial, y, prevenir la contaminación de sitios con estos residuos y llevar a cabo su remediación (...).*⁹

Respecto a la generación de residuos del proyecto, el artículo 5 de esta Ley, señala

“ARTÍCULO 5.- Para los efectos de esta Ley se entiende por:

*(...) **Gran Generador:** Persona física o moral que genere una cantidad igual o superior a 10 toneladas en peso bruto total de residuos al año o su equivalente en otra unidad de medida.”*¹⁰

Para el caso de los residuos de manejo especial, estos corresponden a aquellos que son producto de las actividades de la etapa de preparación del sitio y de la construcción. El

⁸ Artículo 40 fracción IV de La Ley General de Asentamientos Humanos, Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano

⁹ Artículo 1 de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos

¹⁰ (Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos (Diario Oficial de la Federación, 2018).

proyecto sí es un gran generador de este tipo de residuos, y su manejo y disposición se hará conforme a la legislación correspondiente.

Para el caso de los residuos sólidos urbanos, únicamente se contemplan aquellos generados por los trabajadores en el sitio de trabajos y durante la construcción del proyecto, pero por la cantidad de los mismos, no se considera que el proyecto sea un gran generador, y su manejo se realizará conforme a las disposiciones municipales.

Finalmente, para el caso de los residuos peligrosos, estos son competencia de la federación, pero al no contemplarse la generación de los mismos, excepto en el caso de una eventualidad que obligue a llevar a cabo el mantenimiento de la maquinaria en el sitio, se estima que la generación será menor a los 400 kg por año, por lo que de acuerdo al artículo 5 de esta ley, no se considera que el proyecto sea un gran generador.

De esta manera, no se hace necesaria la presentación de un programa de manejo de residuos peligrosos. Sin embargo, se implementará un Plan de Manejo de Residuos, para la correcta disposición de todo tipo de desechos producidos por el proyecto. Con estas acciones, se puede asegurar que los residuos de obra que se generen, serán manejados de conformidad con el plan de manejo, tomando las precauciones necesarias para evitar daños no previstos, que se conviertan en elementos perturbadores de la calidad ambiental del predio o de su entorno.

III.2 PROGRAMAS DE ORDENAMIENTO

El artículo 3 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, establece que el ordenamiento ecológico *“es el instrumento de política ambiental cuyo objetivo es regular o inducir el uso del suelo y las actividades productivas, con el fin de lograr la protección del medio ambiente y la preservación y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, a partir del análisis de las tendencias de deterioro y las potencialidades de aprovechamiento de los mismos”*. Por lo anterior, se procede a vincular los programas de ordenamiento que rigen la zona donde se ubica el predio del proyecto **Senderos Poniente**.

III.2.1 Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe (POEMyRGMMyMC)

El POEMyRGMMyMC, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 24 de noviembre de 2012, ***identifica, orienta y enlaza las políticas, programas, proyectos y acciones de la administración pública que contribuyan a lograr las metas regionales que en él se plantean y optimizar el uso de los recursos públicos de acuerdo con la aptitud del territorio”***.

El programa se desarrolló en cuatro etapas. En la primera, se definió el Área Sujeta a Ordenamiento Ecológico (ASO). En la segunda, se realizaron análisis de aptitud sectorial, de fragilidad ambiental, de presión, de vulnerabilidad y de riesgos hidrometeorológicos. En la tercera, se proyectaron escenarios. Finalmente, en la cuarta, producto de las dos, se construyó un modelo *“con lineamientos ecológicos y unidades de gestión ambiental y una estrategia ecológica con objetivos específicos, acciones, criterios ecológicos y responsables”*.

La definición del ASO se realizó con dos componentes: a) el Área Marina que comprende las áreas o superficies ubicadas en zonas marinas mexicanas incluyendo zonas federales adyacentes del Golfo de México y Mar Caribe, y 26 Áreas Naturales Protegidas (ANP's) federales con parte de su extensión en la zona marina; y b) el Área Regional ubicada en 142 municipios con influencia costera de seis entidades federativas (Quintana Roo, Yucatán, Campeche, Tabasco, Veracruz y Tamaulipas); que incluye tres ANP's federales, sin contacto directo con el mar, y 14 ANP's estatales. El ASO se dividió en 203 Unidades de Gestión Ambiental (UGA) (**Figura III:1**).

El ASO está regulado por 65 Acciones Generales, aplicables a todas las UGA's, y 100 Acciones Específicas, que se asignan a cada UGA. Estas Acciones ***“se implementarán por los sectores participantes en el proceso de ordenamiento ecológico de acuerdo a sus atribuciones”***; por lo que ***“para cada una de estas se han identificado los principales sectores responsables para su instrumentación y seguimiento en el programa”***. Adicionalmente, se instrumentaron Criterios de Regulación Ecológica para Islas y Zonas Costeras Inmediata.

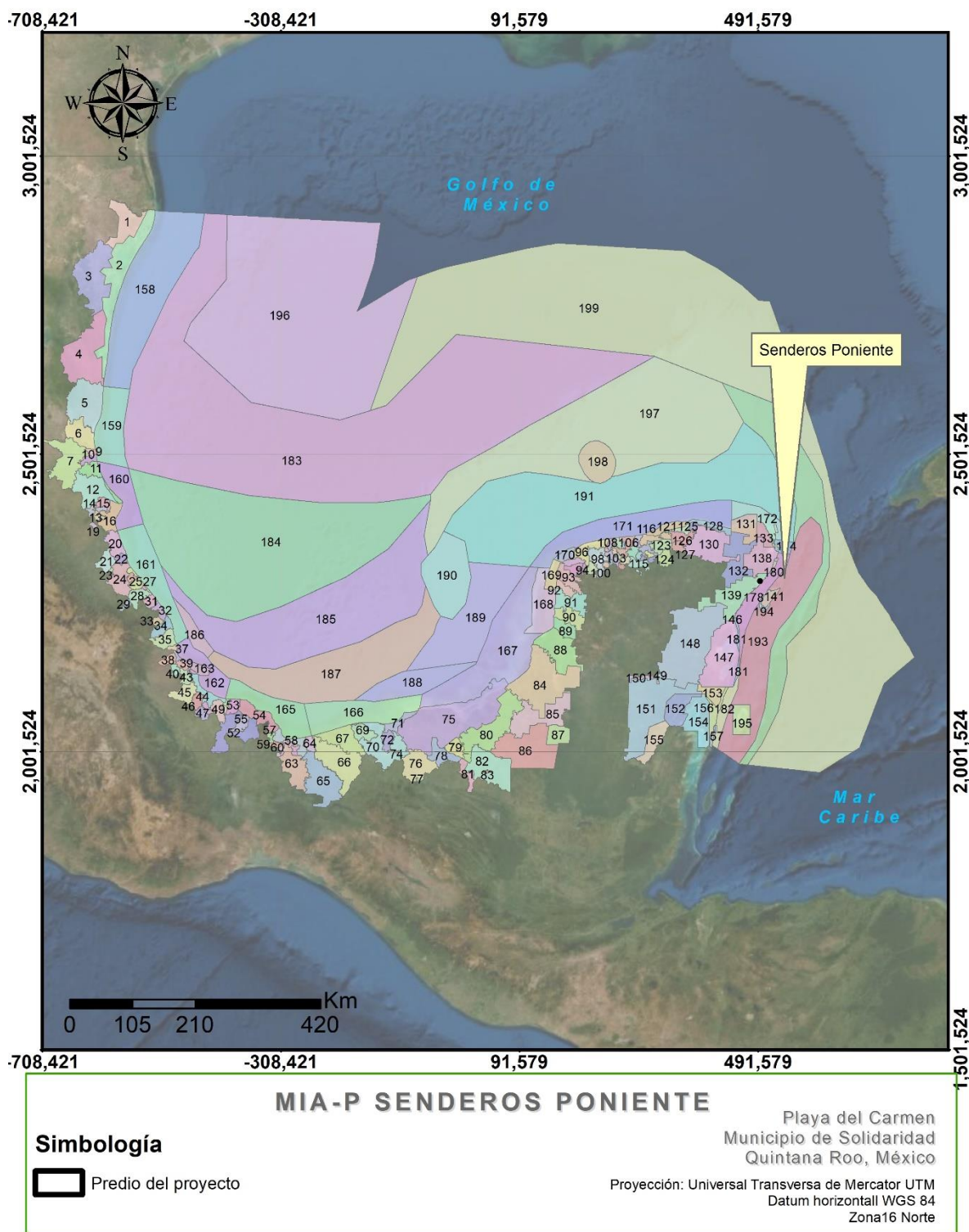


Figura III:1. Área Sujeta a Ordenamiento Ecológico del Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe

El predio del proyecto pertenece a la UGA No. 139, de tipo regional, ubicada en el municipio de Solidaridad, que abarca 327,229.174 hectáreas y cuenta con un puerto turístico y uno comercial (**Figura III:2**).

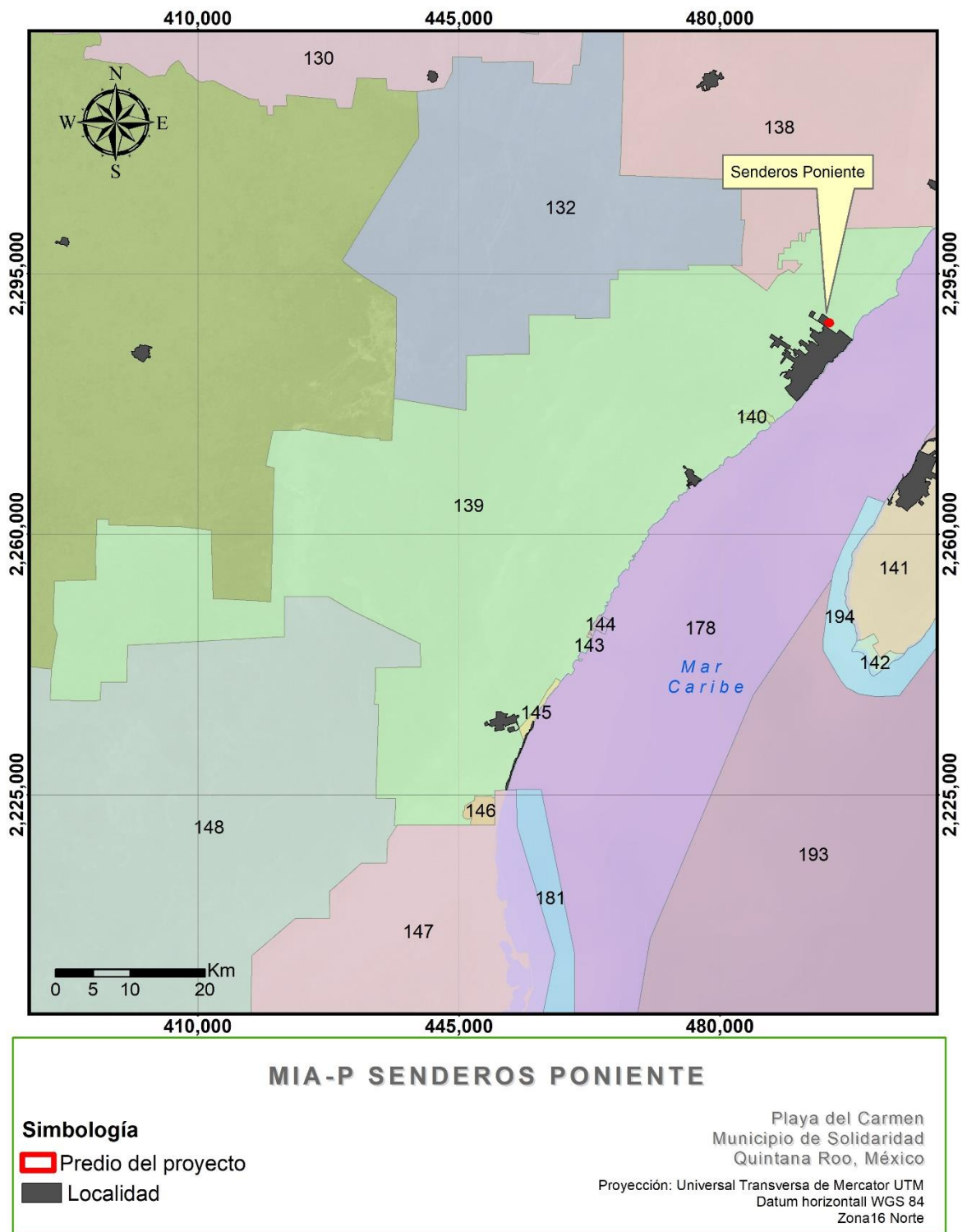


Figura III:2. UGA número 139 del POEMyRGMMyMC de la que forma parte el predio de interés

A esta UGA le aplican, además de las 65 Acciones y Criterios Generales, 62 Acciones y Criterios Específicos (**Cuadro III:1**), así como 14 Criterios de Regulación Ecológica de la Zona Costera Inmediata Mar Caribe.

Cuadro III:1. Acciones y Criterios Específicos que le aplican a la UGA No. 139.

Acciones específicas							
Acción	Aplicación	Acción	Aplicación	Acción	Aplicación	Acción	Aplicación
A-001	APLICA	A-027	APLICA	A-053	APLICA	A-079	NA
A-002	APLICA	A-028	APLICA	A-054	APLICA	A-080	NA
A-003	APLICA	A-029	APLICA	A-055	APLICA	A-081	NA
A-004	NA	A-030	APLICA	A-056	APLICA	A-082	NA
A-005	APLICA	A-031	APLICA	A-057	APLICA	A-083	NA
A-006	APLICA	A-032	APLICA	A-058	APLICA	A-084	NA
A-007	APLICA	A-033	APLICA	A-059	APLICA	A-085	NA
A-008	APLICA	A-034	NA	A-060	APLICA	A-086	NA
A-009	APLICA	A-035	NA	A-061	APLICA	A-087	NA
A-010	APLICA	A-036	NA	A-062	APLICA	A-088	NA
A-011	APLICA	A-037	APLICA	A-063	APLICA	A-089	NA
A-012	APLICA	A-038	APLICA	A-064	APLICA	A-090	NA
A-013	APLICA	A-039	APLICA	A-065	APLICA	A-091	NA
A-014	APLICA	A-040	APLICA	A-066	APLICA	A-092	NA
A-015	APLICA	A-041	NA	A-067	APLICA	A-093	NA
A-016	APLICA	A-042	NA	A-068	APLICA	A-094	NA
A-017	APLICA	A-043	NA	A-069	APLICA	A-095	NA
A-018	APLICA	A-044	APLICA	A-070	APLICA	A-096	NA
A-019	APLICA	A-045	NA	A-071	APLICA	A-097	NA
A-020	APLICA	A-046	APLICA	A-072	APLICA	A-098	NA
A-021	APLICA	A-047	NA	A-073	NA	A-099	NA
A-022	APLICA	A-048	NA	A-074	NA	A-100	NA
A-023	APLICA	A-049	NA	A-075	NA		
A-024	APLICA	A-050	APLICA	A-076	NA		
A-025	APLICA	A-051	APLICA	A-077	APLICA		
A-026	APLICA	A-052	APLICA	A-078	NA		

NA: No aplica

Se advierte que para ambas clases de criterios y acciones descritos (específicos y generales), los responsables para su instrumentación y seguimiento en el programa son los indicados en el Anexo 6 del mismo, es decir, las autoridades estatales, municipales o dependencias y/o entidad de la Administración Pública Federal en el rubro de sus respectivas competencias, tales como: SEMARNAT, SAGARPA, SEP, SEDESOL, SECTUR, CONAGUA, CFE, SEMAR, SCT, PEMEX, SENER, INAPESCA, SE, CDI, SEGOB, INAH, SSA, CONANP, Municipios y Estados.

De esta manera y con base a lo estipulado por dicho instrumento regulatorio (POEMyR) la ejecución de tales acciones y criterios son de observancia para las autoridades en el ámbito de su respectiva competencia tal cual se muestra en el **Cuadro III:2**, el cual corresponde a lo indicado en el Anexo 6 del Programa. Es importante mencionar que, el proyecto no transgrede ni compromete la aplicación de dichas acciones y criterios, y que más adelante se comenta cada uno de estos con relación al proyecto.

Cuadro III:2. Acciones y Criterios Específicos que le aplican a la UGA No. 139.

Clave	Acciones	Principales responsables
G001	Promover el uso de tecnologías y prácticas de manejo para el uso eficiente del agua en coordinación con CONAGUA y autoridades competentes.	SEMARNAT (CONAGUA), Estados, Municipios.
G002	Promover el establecimiento del pago por servicios ambientales en coordinación con CONAGUA y las autoridades competentes.	SEMARNAT (CONAGUA), SAGARPA, Estados.
G003	Impulsar y apoyar la creación de UMA para evitar el comercio de especies de extracción y sustituirla por especies de producción.	SEMARNAT, SAGARPA, SEDESOL, Estados.
G004	Instrumentar o en su caso reforzar las campañas de vigilancia y control de las actividades extractivas de flora y fauna silvestre, particularmente para las especies registradas en la NOM-SEMARNAT-059 y las especies de captura comercial.	SEMARNAT, SAGARPA, SEMAR, Estados.
G005	Establecer bancos de germoplasma, conforme a la legislación aplicable.	SEMARNAT, SAGARPA.
G006	Reducir la emisión de gases de efecto invernadero.	SEMARNAT, SAGARPA.
G007	Fortalecer los programas económicos de apoyo para el establecimiento de metas voluntarias para la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero y comercio de Bonos de Carbono.	SEMARNAT, SAGARPA.
G008	El uso de Organismos Genéticamente Modificados debe realizarse conforme a la legislación vigente.	SEMARNAT.
G009	Planificar las acciones de construcción de infraestructura, en particular la de comunicaciones terrestres para evitar la fragmentación del hábitat.	SEMARNAT, SCT, SEDESOL, Estados, Municipios.
G010	Instrumentar campañas y mecanismos para la reutilización de áreas agropecuarias para evitar su expansión hacia áreas naturales.	SAGARPA, SEDESOL, SEMARNAT, Estados, Municipios.
G011	Instrumentar medidas de control para minimizar las afectaciones producidas a los ecosistemas costeros por efecto de las actividades humanas.	SEMARNAT, SEDESOL, SAGARPA, SECTUR, Estados, Municipios.
G012	Impulsar la ubicación o reubicación de parques industriales en sitios ya perturbados o de escaso valor ambiental.	SAGARPA, SEDESOL, SEMARNAT, Estados, Municipios.
G013	Evitar la introducción de especies potencialmente invasoras en o cerca de las coberturas vegetales nativas.	SAGARPA, SEMARNAT, Estados, Municipios.
G014	Promover la reforestación en los márgenes de los ríos.	SEMARNAT, SAGARPA, Estados, Municipios.
G015	Evitar el asentamiento de zonas industriales o humanas en los márgenes o zonas inmediatas a los cauces naturales de los ríos.	SEMARNAT, SEDESOL, SAGARPA, Estados, Municipios.
G016	Reforestar las laderas de las montañas con vegetación oriunda de la región.	SEMARNAT, SAGARPA, Estados, Municipios.
G017	Desincentivar las actividades agrícolas en las zonas con pendientes mayores a 50%.	SEMARNAT, SAGARPA, Estados, Municipios.
G018	Recuperar la vegetación que consolide los márgenes de los cauces naturales en el ASO, de conformidad por lo dispuesto en la Ley de aguas nacionales.	SEMARNAT, SAGARPA, Estados, Municipios.
G019	Los planes o programas de desarrollo urbano del área sujeta a ordenamiento deberán tomar en cuenta el contenido de este	SEMARNAT, Estados, Municipios.

Clave	Acciones	Principales responsables
	Programa de Ordenamiento, incluyendo las disposiciones aplicables sobre riesgo frente a cambio climático en los asentamientos humanos.	
G020	Recuperar y mantener la vegetación natural en las riberas de los ríos y zonas inundables asociadas a ellos.	SEMARNAT, SAGARPA, Estados, Municipios.
G021	Promover las tecnologías productivas en sustitución de las extractivas.	SEMARNAT, SAGARPA, Estados, Municipios.
G022	Promover el uso de tecnologías productivas intensivas en sustitución de las extensivas.	SEMARNAT, SAGARPA, Estados.
G023	Implementar campañas de control de especies que puedan convertirse en plagas.	SEMARNAT, SAGARPA, Estados, Municipios.
G024	Promover la realización de acciones de forestación y reforestación con restauración de suelos para incrementar el potencial de sumideros forestales de carbono, como medida de mitigación y adaptación de efectos de cambio climático.	SEMARNAT, SAGARPA, Estados, Municipios.
G025	Fomentar el uso de especies nativas que posean una alta tolerancia a parámetros ambientales cambiantes para las actividades productivas.	SEMARNAT, SAGARPA, Estados, Municipios.
G026	Identificar las áreas importantes para el mantenimiento de la conectividad ambiental en gradientes altitudinales y promover su conservación (o rehabilitación).	SEMARNAT, Estados, Municipios.
G027	Promover el uso de combustibles de no origen fósil.	SENER, CFE, Estados, Municipios.
G028	Promover el uso de energías renovables.	SENER, CFE, Estados, Municipios.
G029	Promover un aprovechamiento sustentable de la energía.	SENER, CFE, Estados, Municipios.
G030	Fomentar la producción y uso de equipos energéticamente más eficientes.	SENER, CFE, Estados, Municipios.
G031	Promover la sustitución de combustibles, en los casos en que sea posible, por otros que emitan menos contaminantes que contribuyan al calentamiento global.	SENER, CFE, Estados, Municipios.
G032	Promover la generación y uso de energía a partir de hidrógeno.	SENER, CFE, Estados, Municipios.
G033	Promover la investigación y desarrollo en tecnologías limpias.	SENER, CFE, Estados, Municipios.
G034	Impulsar la reducción del consumo de energía de viviendas y edificaciones a través de la implementación de diseños bioclimático, el uso de nuevos materiales y de la energía solar pasiva.	SEDESOL, SECTUR, SENER, CFE, Estados, Municipios.
G035	Establecer medidas que incrementen la eficiencia energética de las instalaciones domésticas existentes.	SEDESOL, SENER, CFE, Estados, Municipios.
G036	Establecer medidas que incrementen la eficiencia energética de las instalaciones industriales existentes.	SENER, CFE, Estados, Municipios.
G037	Elaborar modelos (sistemas mundiales de zonificación agro-ecológica) que permitan evaluar la sostenibilidad de la producción de cultivos; en diferentes condiciones del suelo, climáticas y del terreno.	SEMARNAT, SAGARPA.
G038	Evaluar la potencialidad del suelo para la captura de carbono.	SEMARNAT, SAGARPA.
G039	Promover y fortalecer la formulación e instrumentación de los ordenamientos ecológicos locales en el ASO.	SEMARNAT, Estados, Municipios.

Clave	Acciones	Principales responsables
G040	Fomentar la participación de las industrias en el Programa Nacional de Auditoría Ambiental.	SEMARNAT, Estados.
G041	Fomentar la elaboración de Programas de Desarrollo Urbano en los principales centros de población de los municipios.	SEDESOL, Estados, Municipios.
G042	Fomentar la inclusión de las industrias de todo tipo en el Registro de Emisión y Transferencia de Contaminantes (RETC) y promover el Sistema de Información de Sitios Contaminados en el marco del Programa Nacional de Restauración de Sitios Contaminados.	SEMARNAT, Estados.
G043	LA SEMARNAT, considerará el contenido aplicable de este Programa. En su participación para la actualización de la Carta Nacional Pesquera, Asimismo, lo considerará en las medidas tendientes a la protección de quelonios, mamíferos marinos y especies bajo un estado especial de protección, que dicte de conformidad con la Ley General de Pesca y Acuacultura Sustentable.	SEMARNAT, SAGARPA.
G044	Construir y reforzar las cadenas productivas y de comercialización interna y externa de las especies pesqueras.	SAGARPA, INAPESCA, SE.
G045	Consolidar el servicio de transporte público en las localidades nodales.	SCT, SEDESOL, Estados, Municipios.
G046	Fomentar la ampliación o construcción de infraestructuras que liberen tránsito de paso, corredores congestionados y mejore el servicio de transporte.	SCT, SEDESOL, Estados, Municipios.
G047	Impulsar la diversificación de actividades productivas.	SAGARPA, CDI, SEMARNAT, SEDESOL, SE, SECTUR, Estados y Municipios.
G048	Instrumentar y apoyar campañas para la prevención ante la eventualidad de desastres naturales.	SEDESOL, SEGOB, Municipios, Estado.
G049	Fortalecer la creación o consolidación de los comités de protección civil.	SEDESOL, SEGOB, Municipios, Estado.
G050	Promover que las construcciones de las casas habitación sean resistentes a eventos hidrometeorológicos.	SEDESOL, Municipios, Estado.
G051	Realizar campañas de concientización sobre el manejo adecuado de residuos sólidos urbanos.	SEMARNAT, Estados, Municipios.
G052	Implementar campañas de limpieza, particularmente en asentamientos suburbanos y urbanos (descacharrización, limpieza de solares, separación de basura, etc.).	SSA, Municipio.
G053	Instrumentar programas y mecanismos de reutilización de las aguas residuales tratadas.	SEMARNAT, Municipios.
G054	Promover en el sector industrial la instalación y operación adecuada de plantas de tratamiento para sus descargas.	SEMARNAT, Estados, Municipios.
G055	La remoción parcial o total de vegetación forestal para el cambio de uso de suelo en terrenos forestales, o para el aprovechamiento de recursos maderables en terrenos forestales y preferentemente forestales, sólo podrá llevarse a cabo de conformidad con la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y demás disposiciones jurídicas aplicables.	SEMARNAT, Estados, Municipios.
G056	Promover e impulsar la construcción y adecuada operación de sitios de disposición final de residuos sólidos urbanos, peligrosos o de manejo especial de acuerdo a la normatividad vigente.	SEDESOL, Municipios.

Clave	Acciones	Principales responsables
G057	Promover los estudios sobre los problemas de salud relacionados con los efectos del cambio climático.	SSA, Estados.
G058	La gestión de residuos peligrosos deberá realizarse conforme a lo establecido por la legislación vigente y los lineamientos de la CICOPLAFEST que resulten aplicables.	SEMARNAT, Estados.
G059	El desarrollo de infraestructura dentro de un ANP, deberá ser consistente con la legislación aplicable, el Programa de Manejo y el Decreto de creación correspondiente.	SEMARNAT, SEMAR, SCT, Estados, Municipios.
G060	Ubicar la construcción de infraestructura costera en sitios donde se minimice el impacto sobre la vegetación acuática sumergida.	SEMARNAT, SCT.
G061	La construcción de infraestructura costera se deberá realizar con procesos y materiales que minimicen la contaminación del ambiente marino.	SEMARNAT, SCT, Estados, Municipios.
G062	Implementar procesos de mejora de la actividad agropecuaria y aplicar mejores prácticas de manejo.	SAGARPA.
G063	Promover la elaboración de ordenamientos pesqueros y acuícolas a diferentes escalas y su vinculación con los ordenamientos ecológicos.	SAGARPA, INAPESCA.
G064	La construcción de carreteras, caminos, puentes o vías férreas deberá evitar modificaciones en el comportamiento hidrológico de los flujos subterráneos o superficiales o atender dichas modificaciones en caso de que sean inevitables.	SCT, SEMARNAT, Estados.
G065	La realización de obras y actividades en Áreas Naturales Protegidas, deberá contar con la opinión de la Dirección del ANP o en su caso de la Dirección Regional que corresponda, conforme lo establecido en el Decreto y Programa de Manejo del área respectiva.	SEMARNAT-CONANP.
A001	Fortalecer los mecanismos para el control de la comercialización y uso de agroquímicos y pesticidas.	SAGARPA, SEMARNAT, Estados.
A002	Instrumentar mecanismos de capacitación para el manejo adecuado de agroquímicos y pesticidas.	SAGARPA, SEMARNAT, Estados.
A003	Fomentar el uso de fertilizantes orgánicos y abonos verdes en los procesos de fertilización del suelo de actividades agropecuarias y forestales.	SAGARPA, SEMARNAT, Estados.
A005	Evitar las pérdidas de agua durante los procesos de distribución de la misma.	Estados, Municipios.
A006	Implementar programas para la captación de agua de lluvia y el uso de aguas grises.	SEMARNAT, SEDESOL, SECTUR, Estados, Municipios.
A007	Promover la constitución de áreas destinadas voluntariamente a la conservación o ANP en áreas aptas para la conservación o restauración de ecosistemas naturales.	SEMARNAT, SAGARPA, Estados, Municipios.
A008	Evitar las actividades humanas en las playas de anidación de tortugas marinas, salvo aquellas que estén autorizadas en los programas de conservación.	SEMAR, SEMARNAT, SECTUR, Estados y Municipios.
A009	Fortalecer la inspección y vigilancia en las zonas de anidación y reproducción de las tortugas marinas.	SEMAR, SEMARNAT, Estados y Municipios.
A010	Fortalecer el apoyo económico de las actividades de conservación de las tortugas marinas.	SEMARNAT, SAGARPA, Estados y Municipios.

Clave	Acciones	Principales responsables
A011	Establecer e impulsar programas de restauración y recuperación de la cobertura vegetal original para revertir el avance de la frontera agropecuaria.	SEMARNAT, SAGARPA, Estados, Municipios.
A012	Promover la preservación de las dunas costeras y su vegetación natural, -a través de la ubicación de la infraestructura detrás del cordón de dunas frontales.	SEMARNAT, SECTUR, SAGARPA, Estados, Municipios.
A013	Establecer las medidas necesarias para evitar la introducción de especies potencialmente invasoras por actividades marítimas en los términos establecidos por los artículos 76 y 77 de la Ley de Navegación y Comercio Marítimo.	SEMARNAT, SEMAR, SCT, Estados.
A014	Instrumentar campañas de restauración, reforestación y recuperación de manglares y otros humedales en las zonas de mayor viabilidad ecológica.	SEMARNAT, SEMAR, Estados, Municipios.
A015	Promover e impulsar la reubicación de instalaciones que se encuentran sobre las dunas arenosas en la zona costera del ASO.	SEMARNAT, SECTUR, SAGARPA, Estados, Municipios.
A016	Establecer corredores biológicos para conectar las ANP existentes o las áreas en buen estado de conservación dentro del ASO.	SEMARNAT, SEMAR, Estados, Municipios.
A017	Establecer e impulsar programas de restauración, reforestación y recuperación de zonas degradadas.	SAGARPA, SEMARNAT, Estados, Municipios.
A018	Promover acciones de apoyo a la protección y recuperación de especies bajo algún régimen de protección considerando en la Norma Oficial Mexicana, Protección ambiental-Especies Nativas de México de Flora y Fauna Silvestre-Categoría de Riesgo y Especificaciones para su Inclusión, Exclusión o Cambio-Lista de Especies en Riesgo (NOM-059-SEMARNAT-2010), así como las competencias del Consejo Técnico Consultivo Nacional para la Conservación y Aprovechamiento Sustentable de la Vida Silvestre.	SEMARNAT, Estados.
A019	Los programas de remediación que se implementen, deberán ser formulados y aprobados de conformidad con la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, y demás normatividad aplicable.	SEMARNAT, Estados.
A020	Promover el uso de tecnologías de manejo de la caña en verde para evitar las emisiones producidas en los periodos de zafra.	SEMARNAT, Estados.
A021	Fortalecer los mecanismos de control de emisiones y descargas para mejorar la calidad del aire, agua y suelos, particularmente en las zonas industriales y urbanas del ASO.	SEMARNAT, Estados.
A022	Fomentar programas de remediación y monitoreo de zonas y aguas costeras afectadas por los hidrocarburos.	SEMAR, SEMARNAT, PEMEX, Estados.
A023	Fomentar la aplicación de medidas preventivas y correctivas de contaminación del suelo con base a riesgo ambiental, así como la aplicación de acciones inmediatas o de emergencia y tecnologías para la remediación in situ, en términos de la legislación aplicable.	SEMARNAT, Estados.
A024	Fomentar el uso de tecnologías para reducir la emisión de gases de efecto invernadero y partículas al aire por parte de la industria y los automotores.	SEMARNAT, Estados.
A025	Promover la participación de las industrias en acciones tendientes a una gestión adecuada de residuos peligrosos, con	SEMARNAT, Estados

Clave	Acciones	Principales responsables
	el objeto de prevenir la contaminación de suelos y fomentar su preservación.	
A026	Promover e impulsar el uso de tecnologías "Limpias" y "Ambientalmente amigables" en las industrias registradas en el ASO y su área de influencia. Fomentar que las industrias que se establezcan cuenten con las tecnologías de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero.	SEMARNAT, Estados, Municipios.
A027	Mantener al mínimo posible la superficie ocupada por las instalaciones de infraestructura en las playas para evitar su perturbación.	SEMARNAT, SEMAR, Estados, Municipios.
A028	Promover las medidas necesarias para que la instalación de infraestructura de ocupación permanente sobre el primero o segundo cordón de dunas eviten efectos negativos sobre su estructura o función ecosistémica.	SEMARNAT, SEMAR, SCT, Estados, Municipios.
A029	Promover la preservación del perfil de la costa y los patrones naturales de circulación de las corrientes alineadas a la costa. Salvo cuando dichas modificaciones correspondan a proyectos de infraestructura que tengan por objeto mitigar o remediar los efectos causados por alguna contingencia meteorológica o desastre natural.	SEMARNAT, SEMAR, SCT, Estados.
A030	Generar o adaptar tecnologías constructivas y de ingeniería que minimicen la afectación al perfil costero y a los patrones de circulación de aguas costeras.	SEMARNAT, SEMAR, Estados.
A031	Promover la preservación de las características naturales de las barras arenosas que limitan los sistemas lagunares costeros.	SEMARNAT, SEMAR Estados, Municipios.
A032	Promover el mantenimiento de las características naturales, físicas y químicas de playas y dunas costeras.	SEMARNAT, SEMAR Estados, Municipios.
A033	Fomentar el aprovechamiento de la energía eólica excepto cuando su infraestructura pueda afectar corredores de especies migratorias.	SENER, CFE.
A037	Promover la generación energética por medio de energía solar.	SENER, CFE, Estados, Municipios.
A038	Impulsar el uso de los residuos agrícolas para la generación de energía y reducir los riesgos de incendios forestales en las regiones más secas.	SENER, CFE, Estados, Municipios.
A039	Promover la reducción del uso de agroquímicos sintéticos a favor del uso de mejoradores orgánicos.	SAGARPA, SEMARNAT, Estados, Municipios.
A040	Impulsar la sustitución de las actividades de pesca extractiva por actividades de producción acuícola con especies nativas de la zona en la cual se aplica el programa y con tecnologías que no contaminen el ambiente y cuya infraestructura no afecte los sistemas naturales.	SEMARNAT, SAGARPA.
A044	Diversificar la base de especies en explotación comercial en las pesquerías.	SAGARPA, INAPESCA.
A046	Incentivar el cumplimiento de los mecanismos existentes para controlar el vertido y disposición de residuos de embarcaciones, en las porciones marinas tanto costeras como oceánicas.	SAGARPA, INAPESCA, SEMARNAT, SEMAR.
A050	Promover el desarrollo de Programas de Desarrollo Urbano y Programas de Conurbación con el fin de dotar de infraestructura de servicios a las comunidades rurales.	SEDESOL, Municipios, Estado.

Clave	Acciones	Principales responsables
A051	Promover la construcción de caminos rurales, de terracería o revestidos entre las localidades estratégicas para procesos de mejorar la comunicación.	SEDESOL, Municipios, Estado.
A052	Promover el uso sostenible de la tierra/agricultura (cultivos, ganado, pastos y praderas, y bosques) y prácticas de manejo y tecnología que favorezcan la captura de carbono.	SAGARPA, CDI, SEMARNAT, SEDESOL, SE, SECTUR, Estados y Municipios.
A053	Desincentivar y evitar el desarrollo de actividades productivas extensivas.	SAGARPA, CDI, SEMARNAT, SEDESOL, SE, SECTUR, Estados y Municipios.
A054	Promover la sustitución de tecnologías extensivas por intensivas en las actividades acordes a la aptitud territorial, utilizando esquemas de manejo y tecnología adecuada para minimizar el impacto ambiental.	SAGARPA, CDI, SEMARNAT, SEDESOL, SE, SECTUR, Estados.
A055	Coordinar los programas de gobierno que apoyan a la producción agropecuaria para actuar sinérgicamente sobre el territorio y la población que lo ocupa.	SAGARPA, CDI, SEMARNAT, SEDESOL, SE, SECTUR, Estados y Municipios.
A056	Identificar e implementar aquellos cultivos aptos a las condiciones ambientales cambiantes.	SAGARPA, CDI, SEMARNAT, SEDESOL, Estados y Municipios.
A057	El establecimiento de zonas urbanas no debe realizarse en zonas de riesgo industrial, zonas de riesgo ante eventos naturales y zonas susceptibles de inundación y derrumbe. Tampoco deberá establecerse en zonas de restauración ecológica, en humedales, dunas costeras ni sobre manglares.	SEDESOL, SEGOB, Municipios, Estado.
A058	Realizar campañas para reubicar a personas fuera de las zonas de riesgo.	SEDESOL, SEGOB, Municipios, Estado.
A059	Identificar, reforzar o dotar de equipamiento básico a las localidades estratégicas para la conservación y/o el desarrollo sustentable.	SEDESOL, SEGOB, Municipios, Estado.
A060	Establecer y mejorar sistemas de alerta temprana ante eventos hidrometeorológicos extremos.	SEDESOL, SEGOB, Municipios, Estado.
A061	Mejorar las condiciones de las viviendas y de infraestructura social y comunitaria en las localidades de mayor marginación.	SEDESOL, Municipios, Estado.
A062	Fortalecer y consolidar las capacidades organizativas y de infraestructura para el manejo adecuado y disposición final de residuos peligrosos y de manejo especial. Asegurar el Manejo Integral de los Residuos Peligrosos.	SEMARNAT, Estados.
A063	Instalar nuevas plantas de tratamiento de aguas residuales municipales y optimizar las ya existentes.	Municipios.
A064	Completar la conexión de todas las viviendas al sistema de colección de aguas residuales municipales y a las plantas de tratamiento.	Municipios.
A065	Instrumentar programas de recuperación y mejoramiento de suelos mediante el uso de lodos inactivados de las plantas de tratamiento de aguas servidas municipales.	SEMARNAT, Municipios.
A066	Incrementar la capacidad de tratamiento de las plantas para dar tratamiento terciario a los efluentes e inyectar aguas de mayor calidad al manto freático en apoyo, en su caso, a la restauración de humedales.	Municipios.
A067	Incrementar la capacidad de captación de aguas pluviales en las zonas urbanas y turísticas.	Municipios.

Clave	Acciones	Principales responsables
A068	Promover el manejo integral de los residuos sólidos, peligrosos y de manejo especial para evitar su impacto ambiental en el mar y zona costera.	SEDESOL, Municipios.
A069	Promover el tratamiento o disposición final de los residuos sólidos urbanos, peligrosos y de manejo especial para evitar su disposición en mar.	SEMAR, SEMARNAT, SEDESOL, Municipios.
A070	Realizar campañas de colecta y concentración de residuos sólidos urbanos en la zona costera para su disposición final.	SEDESOL, Municipios.
A071	Diseñar e instrumentar acciones coordinadas entre sector turismo y sector conservación para reducir al mínimo la afectación de los ecosistemas en zonas turísticas y aprovechar al máximo el potencial turístico de los recursos. Impulsar y fortalecer las redes de turismo de la naturaleza (ecoturismo) en todas sus modalidades como una alternativa al desarrollo local respetando los criterios de sustentabilidad según la norma correspondiente.	SECTUR, SEMARNAT, Estados.
A072	Promover que la operación de desarrollos turísticos se haga con criterios de sustentabilidad ambiental y social, a través de certificaciones ambientales nacionales o internacionales, u otros mecanismos.	SECTUR, SEMARNAT, Estados.
A077	La construcción, modernización y ampliación de la infraestructura aeroportuaria deberá minimizar la afectación de la estructura y función de los ecosistemas y sus bienes y servicios ambientales, entre éstos: flujos hidrológicos, conectividad de ecosistemas, especies en riesgo, recarga de acuíferos y hábitats críticos.	SCT, SEMARNAT, Estados.

Para ambas clases de acciones (generales y específicas), los responsables para su instrumentación y seguimiento en el Programa de Ordenamiento Ecológico del Golfo de México y Mar Caribe, son los indicados en el Anexo 6 del mismo Programa. No obstante, las acciones manifestadas en el cuadro anterior, se presenta la vinculación particular de las acciones generales con el proyecto en el **Cuadro III:3**.

III.2.1.1 Acciones y Criterios Generales

Cuadro III:3. Vinculación con las acciones generales del POEMyRGMMyMC.

CLAVE	ACCIONES GENERALES	VINCULACIÓN
G001	Promover el uso de tecnologías y prácticas de manejo para el uso eficiente del agua en coordinación con la CONAGUA y demás autoridades competentes.	El presente proyecto promueve el uso de tecnologías y prácticas de manejo para el uso eficiente del agua en coordinación con la CONAGUA, y otras autoridades competentes, contribuyendo así al cumplimiento de la presente acción. Finalmente, se aclara que esta es aplicable para las instituciones encargadas de la planeación y ejecución de las políticas públicas entorno al aprovechamiento de los recursos hídricos.
G002	Promover el establecimiento del pago por servicios ambientales hídricos en coordinación con la	El predio del proyecto no es viable para ser una zona sujeta a pago por servicios ambientales hídricos. Sin embargo, el presente proyecto, no se contraviene con lo establecido en la presente acción.

CLAVE	ACCIONES GENERALES	VINCULACIÓN
	CONAGUA y las demás autoridades competentes.	
G003	Impulsar y apoyar la creación de UMA para evitar el comercio de especies de extracción y sustituirla por especies de producción.	Las actividades contempladas en el presente proyecto, no involucran el manejo de especies. Además, la aplicación de la presente acción general corresponde a las instituciones encargadas de la planeación, por lo que no le es aplicable a los particulares en la elaboración de proyectos. Sin embargo, se aclara que el presente proyecto, no se contraviene con lo establecido en la presente acción.
G004	Instrumentar o en su caso reforzar las campañas de vigilancia y control de las actividades extractivas de flora y fauna silvestre, particularmente para las especies registradas en la Norma Oficial Mexicana, Protección ambiental-Especies Nativas de México de Flora y Fauna Silvestre-Categoría de Riesgo y Especificaciones para su Inclusión, Exclusión o Cambio-Lista de Especies en Riesgo (NOM-059-SEMARNAT-2010).	No se realizarán actividades extractivas de flora y fauna silvestre dentro del presente proyecto. Sin embargo, el presente proyecto, no se contraviene con lo establecido en la presente acción, a pesar de que la misma es responsabilidad de instituciones encargadas de la planeación, por lo que no le es aplicable a los particulares en la elaboración de proyectos.
G005	Establecer bancos de germoplasma, conforme a la legislación aplicable.	El proyecto no contempla el establecimiento de bancos de germoplasma, por lo que se considera que dicha acción no le es aplicable al proyecto; sin embargo, el presente proyecto, no se contraviene con lo establecido en la presente acción. Se aclara que esta acción es aplicable para las instituciones encargadas de la planeación y ejecución de las políticas públicas entorno al aprovechamiento de los recursos genéticos.
G006	Reducir la emisión de gases de efecto invernadero.	El presente proyecto no es fuente continua de emisiones de gases de efecto invernadero. Por otro lado, el proyecto no contempla obras, actividades o infraestructura permanente que sean generadoras de gases de efecto invernadero susceptibles de reducción. Por esta razón, esta acción no le es aplicable a las actividades a desarrollar.
G007	Fortalecer los programas económicos de apoyo para el establecimiento de metas voluntarias para la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero y comercio de Bonos de Carbono.	La presente acción es para la observancia de las instituciones encargadas de la política ambiental en materia de emisiones, por lo que no le es aplicable a los particulares en la elaboración de proyectos. En este sentido, el presente proyecto no contempla el establecimiento de obras o infraestructura permanente que genere emisiones a la atmosfera y que fuesen objeto de recibir incentivos económicos para reducción de las mismas. Por esta razón por se considera que la presente acción no le aplica al proyecto.
G008	El uso de organismos genéticamente modificados debe realizarse conforme a la legislación vigente.	El presente proyecto no contempla el manejo de Organismos Genéticamente Modificados; debido a que se limita a las actividades de construcción de un fraccionamiento habitacional. Por esta razón por se

CLAVE	ACCIONES GENERALES	VINCULACIÓN
		considera que la presente acción no les aplica a las actividades propuestas por el presente proyecto. Sin embargo, lo establecido en esta acción no se contrapone con las actividades planteadas. Finalmente, se recalca que la presente acción es para la observancia de las instituciones encargadas de la política ambiental en materia de manejo de material genético, por lo que no le es aplicable a los particulares en la elaboración de proyectos.
G009	Planificar las acciones de construcción de infraestructura, en particular la de comunicaciones terrestres para evitar la fragmentación del hábitat.	No se realizarán obras que impliquen la fragmentación de hábitats donde se inserta el predio del proyecto; debido a que el predio del proyecto se encuentra dentro del área de injerencia del PPDUEJ 2015-2042 y se trata de un área de desarrollo urbano. Con estas acciones, se considera que se da un adecuado cumplimiento a la presente acción general.
G010	Instrumentar campañas y mecanismos para la reutilización de áreas agropecuarias para evitar su expansión hacia áreas naturales.	El predio donde se insertará el proyecto no se encuentra dentro de un área de uso agropecuario ni pretende el establecimiento de actividades agrícolas; razón por la cual, esta acción no le es aplicable al proyecto. Sin embargo, lo establecido en esta acción no se contrapone con las actividades planteadas.
G011	Instrumentar medidas de control para minimizar las afectaciones producidas a los ecosistemas costeros por efecto de las actividades humanas.	El proyecto instrumenta medidas para minimizar las afectaciones producidas a los ecosistemas costeros, por lo que el proyecto da un correcto cumplimiento a la presente acción.
G012	Impulsar la ubicación o reubicación de parques industriales en sitios ya perturbados o de escaso valor ambiental.	El presente proyecto no contempla la instalación de un parque industrial, por lo que esta acción no le es aplicable a las actividades. Sin embargo, lo establecido en esta acción no se contrapone con el presente proyecto.
G013	Evitar la introducción de especies potencialmente invasoras en o cerca de las coberturas vegetales nativas.	En ninguna etapa o área del presente proyecto se introducirán especies potencialmente invasoras de tal forma que el proyecto contribuye al correcto cumplimiento de dicha acción.
G014	Promover la reforestación en los márgenes de los ríos.	No se localizan ríos dentro de la superficie del predio, por lo que la presente acción general no tiene aplicación sobre las actividades a desarrollar.
G015	Evitar el asentamiento de zonas industriales o humanas en los márgenes o zonas inmediatas a los cauces naturales de los ríos.	El predio donde se pretende establecer el proyecto no se encuentra en los márgenes de ríos o zonas industriales, razón por la cual esta acción no le es aplicable a las actividades planteadas. Sin embargo, se aclara que lo establecido en esta acción no se contrapone con el presente proyecto.
G016	Reforestar las laderas de las montañas con vegetación nativa de la región.	La zona donde se establecerá el proyecto no es una zona montañosa, por lo cual esta acción no le aplica al proyecto.
G017	Desincentivar las actividades agrícolas en las zonas con pendientes mayores a 50%.	En ninguno de los predios donde se pretende establecer el proyecto se presentan pendientes mayores a 50%. Adicionalmente, las actividades propuestas no contemplan actividades agrícolas, razón por lo que esta acción no le es aplicable a las actividades propuestas al proyecto. Sin embargo, lo establecido en esta acción no se contrapone con la actividad planteada.

CLAVE	ACCIONES GENERALES	VINCULACIÓN
G018	Recuperar la vegetación que consolide las márgenes de los cauces naturales en el ASO, de conformidad por lo dispuesto en la Ley de Aguas Nacionales, la Ley General de Vida Silvestre y demás disposiciones jurídicas aplicables	No se observaron cauces naturales permanentes en el área de establecimiento del proyecto ni se realizará afectación a la vegetación en los márgenes de los mismos. Por lo que dicha acción no le es aplicable a las actividades del proyecto. Sin embargo, lo establecido en esta acción no se contrapone con el proyecto.
G019	Los planes o programas de desarrollo urbano del área sujeta a ordenamiento deberán tomar en cuenta el contenido de este Programa de Ordenamiento, incluyendo las disposiciones aplicables sobre riesgo frente a cambio climático en los asentamientos humanos.	El proyecto se apega a lo establecido en el Programa Parcial de Desarrollo Urbano “El Jesusito” 2015-2042; mismo que fue instrumentado tomando en consideración las disposiciones aplicables de este Programa de Ordenamiento, dando así un correcto cumplimiento a la presente acción.
G020	Recuperar y mantener la vegetación natural en las riberas de los ríos y zonas inundables asociadas a ellos.	No se observaron ríos ni zonas inundables asociadas a ríos en el área de establecimiento del proyecto, ni se realizará afectación a la vegetación en los márgenes de los mismos. Por lo anterior, dicha acción no le es aplicable a las actividades del proyecto.
G021	Promover las tecnologías productivas en sustitución de las extractivas.	El presente proyecto no contempla el establecimiento de actividades relacionadas al aprovechamiento extractivo, razón por la cual esta acción no les aplica a las actividades planteadas. Sin embargo, lo establecido en esta acción no se contrapone con la actividad planteada.
G022	Promover el uso de tecnologías productivas intensivas en sustitución de las extensivas.	El proyecto no contempla actividades productivas extensivas, razón por la cual a la actividad planteada no le aplica esta acción general.
G023	Implementar campañas de control de especies que puedan convertirse en plagas.	El presente proyecto no contempla el manejo, producción, cultivo o crianza de ninguna especie que potencialmente pueda convertirse en plaga, por lo cual este criterio no le aplica a la actividad planteada. No obstante, si la autoridad competente y facultada lo determina, se brindará apoyo encaminado al cumplimiento de esta acción.
G024	Promover la realización de acciones de forestación y reforestación con restauración de suelos para incrementar el potencial de sumideros forestales de carbono, como medida de mitigación y adaptación de efectos de cambio climático.	El proyecto contempla El proyecto se apega a lo establecido en el Programa Parcial de Desarrollo Urbano “El Jesusito” 2015-2042, por lo que el área en cuestión no es factible de ser reforestada, al estar destinada a un uso habitacional. Por esta razón la presente acción no le es aplicable al proyecto.
G025	Fomentar el uso de especies nativas que posean una alta tolerancia a parámetros ambientales cambiantes para las actividades productivas.	El presente proyecto no implica el establecimiento de una actividad productiva que requiera el uso de especies nativas, por lo cual esta acción no le aplica a la actividad planteada al proyecto. Cabe señalar que lo establecido en esta acción no se contrapone con la actividad planteada.
G026	Identificar las áreas importantes para el mantenimiento de la conectividad ambiental en gradientes altitudinales	El proyecto no se ubica en una zona donde existe un gradiente altitudinal pronunciado, ya que el área se encuentra a pocos metros sobre el nivel medio del mar,

CLAVE	ACCIONES GENERALES	VINCULACIÓN
	y promover su conservación (o rehabilitación).	razón por la cual esta acción no le es aplicable a las actividades planteadas.
G027	Promover el uso de combustibles de no origen fósil.	Dada la naturaleza del proyecto, no es viable la sustitución de combustibles fósil, por lo que la presente acción no tiene aplicación sobre las actividades a desarrollar.
G028	Promover el uso de energías renovables.	Debido a la localización del predio del proyecto dentro de la zona de injerencia del PPDUEJ 2015-2042, el proyecto se proveerá de energía a través de la red eléctrica de la CFE; por lo que no es viable el uso de energías renovables a menos que la energía eléctrica provenga de estas fuentes. Sin embargo, lo establecido en esta acción no se contrapone con el proyecto.
G029	Promover un aprovechamiento sustentable de la energía.	El proyecto promueve un aprovechamiento sustentable de la energía por su diseño optimizado por lo que da un correcto cumplimiento a la presente acción.
G030	Fomentar la producción y uso de equipos energéticamente más eficientes.	Considerando la naturaleza del presente proyecto, dicha acción no le es aplicable a las actividades planteadas. Sin embargo, lo establecido en esta acción no se contrapone con el proyecto.
G031	Promover la sustitución a combustibles limpios, en los casos en que sea posible, por otros que emitan menos contaminantes que contribuyan al calentamiento global.	El presente proyecto no contempla obras o infraestructura que requiera el uso regular de combustibles, dicha acción no le es aplicable a este proyecto. Sin embargo, lo establecido en esta acción no se contrapone el proyecto.
G032	Promover la generación y uso de energía a partir de hidrógeno.	El presente proyecto, no contempla obras o infraestructura que requiera del suministro de energía eléctrica, por lo que esta acción no le es aplicable al proyecto.
G033	Promover la investigación y desarrollo en tecnologías limpias.	La investigación y desarrollo de tecnología no es el propósito del proyecto, dado que no se pretende establecer un centro de investigación; por lo cual la ejecución de esta acción no le corresponde al proyecto, sino a las instancias federales o estatales dedicadas a este propósito. Sin embargo, lo establecido en esta acción general no se contrapone con el proyecto.
G034	Impulsar la reducción del consumo de energía de viviendas y edificaciones a través de la implementación de diseños bioclimático, el uso de nuevos materiales y de tecnologías limpias.	El proyecto impulsará la reducción del consumo de energía de viviendas y edificaciones a través el uso de nuevos materiales y de tecnologías limpias, dando así un correcto cumplimiento al presente criterio.
G035	Establecer medidas que incrementen la eficiencia energética de las instalaciones domésticas existentes.	El proyecto impulsará el uso de medidas que incrementen la eficiencia energética de las instalaciones domésticas proyectadas en el presente estudio, a pesar de que actualmente no existen las mismas en el predio; dando así un correcto cumplimiento al presente criterio.
G036	Establecer medidas que incrementen la eficiencia energética de las instalaciones industriales existentes.	El proyecto no pretende el establecimiento de instalaciones industriales ni se llevará a cabo en una zona industrial, razón por la cual esta acción no le es aplicable a las actividades a desarrollar. Las actividades a realizar no se contraponen con lo establecido en la presente acción general.

CLAVE	ACCIONES GENERALES	VINCULACIÓN
G037	Elaborar modelos (sistemas mundiales de zonificación agro-ecológica) que permitan evaluar la sostenibilidad de la producción de cultivos; en diferentes condiciones del suelo, climáticas y del terreno.	El proyecto no contempla la producción de cultivos por lo que la presente acción general no le aplica a las actividades del proyecto.
G038	Evaluar la potencialidad del suelo para la captura de carbono.	Se evaluó el potencial de captura del suelo mediante la estimación de este servicio ambiental, mismo que se plasmó en el estudio de cambio de uso de suelo con resolutive del proyecto El Ximbal autorizado mediante oficio No. 03/ARRN/1476/13 3586 de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), delegación Federal del Estado de Quintana Roo de fecha 6 de noviembre del 2013, por lo que se dio un correcto cumplimiento a la presente acción. No obstante, se recalca que la presente acción es para la observancia de las instituciones encargadas de la política ambiental en materia de manejo de material genético, por lo que no le es aplicable a los particulares en la elaboración de proyectos.
G039	Promover y fortalecer la formulación e instrumentación de los ordenamientos ecológicos locales en el ASO.	Esta acción general es para la observancia de las instituciones encargadas de la planeación ambiental, por lo que no le es aplicable el proyecto. Sin embargo, cumple cabalmente con los ordenamientos locales aplicables, contribuyendo al cumplimiento de la presente acción.
G040	Fomentar la participación de las industrias en el Programa Nacional de Auditoría Ambiental.	El proyecto no contempla actividades industriales, debido a que el proyecto se limita a las actividades descritas de construcción de un fraccionamiento habitacional, como se describe en el capítulo II del presente estudio. Por esta razón se considera que la presente acción no les aplica a las actividades propuestas por el proyecto. Sin embargo, lo establecido en esta acción no se contrapone con el mismo.
G041	Fomentar la elaboración de Programas de Desarrollo Urbano en los principales centros de población de los municipios.	El presente proyecto no contempla la elaboración de Programas de Desarrollo Urbano; debido a que las actividades se restringen al predio del presente proyecto. Por esta razón por se considera que la presente acción no les aplica a las actividades propuestas por el proyecto.
G042	Fomentar la inclusión de las industrias de todo tipo en el Registro de Emisión y Transferencia de Contaminantes (RETC) y promover el Sistema de Información de Sitios Contaminados en el marco del Programa Nacional de Restauración de Sitios Contaminados.	El presente proyecto no contempla actividades industriales; debido a que el proyecto se limita al desarrollo urbano del proyecto. Se considera que la presente acción no les aplica a las actividades propuestas por el proyecto.
G043	LA SEMARNAT, considerará el contenido aplicable de este Programa. En su participación para la actualización de la Carta Nacional Pesquera, Asimismo, lo considerará en las medidas tendientes a la protección de quelonios, mamíferos marinos y especies bajo un estado	El presente proyecto no contempla actividades pesqueras; debido a que las actividades se limitan a la construcción del desarrollo urbano. Por esta razón por se considera que la presente acción no les aplica a las actividades propuestas por el proyecto.

CLAVE	ACCIONES GENERALES	VINCULACIÓN
	especial de protección, que dicte de conformidad con la Ley General de Pesca y Acuicultura Sustentable.	
G044	Contribuir a la construcción y reforzamiento de las cadenas productivas y de comercialización interna y externa de las especies pesqueras.	El presente proyecto no contempla el desarrollo de actividades pesqueras o de cadenas productivas. Por esta razón por se considera que la presente acción no les aplica a las actividades propuestas el proyecto.
G045	Consolidar el servicio de transporte público en las localidades nodales.	El presente proyecto, no implica obra o infraestructura asociada a los sistemas de transporte, por lo que se considera que no le es aplicable a las actividades a desarrollar. Sin embargo, lo establecido en esta acción no se contrapone con el proyecto.
G046	Fomentar la ampliación o construcción de infraestructuras que liberen tránsito de paso, corredores congestionados y mejore el servicio de transporte.	El proyecto contará con una serie de vialidades que conectan todas las Unidades para fomentar la liberación de tránsito de paso y mejorar el servicio de transporte; por lo que se da un correcto cumplimiento a la presente acción.
G047	Impulsar la diversificación de actividades productivas.	El proyecto integral por sí mismo, promueve el cumplimiento de dicha acción al tratarse del desarrollo habitacional con actividades variadas ya que, en su diseño, el proyecto contempla medidas que incorporan diferentes tecnologías en relación a las utilizadas comúnmente en la zona. Finalmente, se señala el proyecto no se contraviene con lo establecido en esta acción.
G048	Instrumentar y apoyar campañas para la prevención ante la eventualidad de desastres naturales.	Durante la operación del proyecto, se pretende apoyar en las campañas que la autoridad promueva de ser requerido, contribuyendo así con el cumplimiento de la presente acción general. Sin embargo, lo establecido en esta acción no se contrapone con la actividad planteada. Finalmente se recalca que esta acción es para la observancia de las instituciones de protección civil.
G049	Fortalecer la creación o consolidación de los comités de protección civil.	El presente proyecto no contempla la creación o consolidación de los comités de protección civil. Por esta razón por se considera que la presente acción no les aplica a las actividades propuestas. Sin embargo, lo establecido en esta acción no se contrapone con el proyecto. Finalmente, se aclara que, de ser requerido por la autoridad competente, se participará activamente dentro de los comités que se lleguen a generar.
G050	Promover que las construcciones de las casas habitación sean resistentes a eventos hidrometeorológicos	El presente proyecto considera que las viviendas que se pretenden construir, sean resistentes a eventos meteorológicos extremos, dando una correcta atención a la presente acción.
G051	Realizar campañas de concientización sobre el manejo adecuado de residuos sólidos urbanos.	Se promoverá el adecuado manejo de residuos sólidos, cuyas actividades específicas se plantean como medida de mitigación, dando un correcto cumplimiento a la presente acción. Además, lo establecido en esta acción no se contrapone con las actividades planteadas.
G052	Implementar campañas de limpieza, particularmente en asentamientos suburbanos y urbanos	Se promoverá el adecuado manejo de residuos sólidos, cuyas actividades específicas se plantean como medida de mitigación dando un correcto cumplimiento a la presente

CLAVE	ACCIONES GENERALES	VINCULACIÓN
	(descacharrización, limpieza de solares, separación de basura, etc.).	acción; además de procurar la implementación de campañas de limpieza. Con estas acciones, se considera que se da un correcto cumplimiento a la presente acción general.
G053	Instrumentar programas y mecanismos de reutilización de las aguas residuales tratadas.	El proyecto dispondrá las aguas residuales generadas en la etapa de operación hacia el sistema de drenaje municipal, debido a que es factible la conexión del servicio y que el predio se encuentra dentro de la jurisdicción del PPDUEJ 2015-2042, por lo que el municipio será el encargado de dar cumplimiento a la presente acción.
G054	Promover en el sector industrial la instalación y operación adecuada de plantas de tratamiento para sus descargas.	El presente proyecto no tiene relación con el sector industria. Por esta razón se considera que la presente acción no les aplica a las actividades propuestas por el proyecto.
G055	La remoción parcial o total de vegetación forestal para el cambio de uso del suelo en terrenos forestales, o para el aprovechamiento de recursos maderables en terrenos forestales y preferentemente forestales, solo podrá llevarse a cabo de conformidad con la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y demás disposiciones jurídicas aplicables.	El presente proyecto se encuentra dentro de la jurisdicción del PPDUEJ 2015-2042 por lo que no requiere autorización para el Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales, de acuerdo al artículo 93 de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable; por lo que el proyecto cumple cabalmente con la presente acción.
G056	Promover e impulsar la construcción y adecuada operación de sitios de disposición final de residuos sólidos urbanos, peligrosos o de manejo especial de acuerdo a la normatividad vigente.	El presente proyecto no contempla la construcción y operación de sitios de disposición final de residuos. Por esta razón por se considera que la presente acción no les aplica a las actividades propuestas por el proyecto. Sin embargo, lo establecido en esta acción no se contrapone con el proyecto.
G057	Promover los estudios sobre los problemas de salud relacionados con los efectos del cambio climático.	La aplicación de esta acción general corresponde a las instituciones y dependencias de la planeación y ejecución de políticas públicas en materia de salud, razón por la cual no le aplica al proyecto planteado. Sin embargo, lo establecido en esta acción no se contrapone con las actividades a realizar.
G058	La gestión de residuos peligrosos deberá realizarse conforme a lo establecido por la legislación vigente y los lineamientos de la CICOPLAFEST que resulten aplicables.	El proyecto no contempla la generación de residuos peligrosos. Se considera que la presente acción no le es aplicable a las actividades propuestas por el proyecto.
G059	El desarrollo de infraestructura dentro de un ANP, deberá ser consistente con la legislación aplicable, el Programa de Manejo y el Decreto de creación correspondiente.	El presente proyecto no se encuentra dentro de alguna ANP por lo que la presente acción no tiene aplicación sobre las actividades del proyecto.
G060	Ubicar la construcción de infraestructura costera en sitios	El proyecto no contempla la construcción de infraestructura costera. Por esta razón por se considera que la presente

CLAVE	ACCIONES GENERALES	VINCULACIÓN
	donde se minimice el impacto sobre la vegetación acuática sumergida.	acción no les aplica a las actividades propuestas por el proyecto.
G061	La construcción de infraestructura costera se deberá realizar con proceso y materiales que minimicen la contaminación del ambiente marino.	El presente proyecto no contempla la construcción de infraestructura costera. Por esta razón por se considera que la presente acción no les aplica a las actividades propuestas por el proyecto.
G062	Implementar procesos de mejora de la actividad agropecuaria y aplicar mejores prácticas de manejo.	El proyecto no consiste en la realización de actividad agropecuaria, por lo que la presente acción general no es aplicable a las actividades planteadas.
G063	Promover la elaboración de ordenamientos pesqueros y acuícolas a diferentes escalas y su vinculación con los ordenamientos ecológicos.	El presente proyecto no contempla la elaboración de ordenamientos pesqueros. Por esta razón por se considera que la presente acción no les aplica a las actividades propuestas por el proyecto.
G064	La construcción de carreteras, caminos, puentes o vías férreas deberá evitar modificaciones en el comportamiento hidrológico de los flujos subterráneos o superficiales o atender dichas modificaciones en caso de que sean inevitables.	El proyecto no realizará modificaciones al comportamiento hidrológico debido a que las cimentaciones serán de máximo dos metros, por lo que el proyecto cumple con lo establecido en la presente acción.
G065	La realización de obras y actividades en Áreas Naturales Protegidas, deberá contar con la opinión de la Dirección del ANP o en su caso de la Dirección Regional que corresponda, conforme lo establecido en el Decreto y Programa de Manejo del área respectiva.	El presente proyecto no se encuentra dentro de alguna ANP por lo que la presente acción no tiene aplicación sobre las actividades del proyecto.

III.2.1.2 Acciones y Criterios Específicos

Al igual que con las acciones generales, los responsables de llevar a cabo las acciones específicas son las autoridades en el marco de sus atribuciones. Sin embargo, el proyecto acata lo establecido en dichas acciones. En el **Cuadro III:4** se presenta la vinculación particular de las acciones aplicables con el proyecto.

Cuadro III:4. Vinculación de las acciones específicas con el proyecto

CRITERIO	ACCIONES-CRITERIOS	VINCULACIÓN
A001	Fortalecer los mecanismos para el control de la comercialización y uso de agroquímicos y pesticidas.	El proyecto no tiene relación con la comercialización y uso de agroquímicos y pesticidas por lo que la presente acción no tiene relación con las actividades a desarrollar. Sin embargo, la presente acción no se contrapone con las actividades del proyecto.
A002	Instrumentar mecanismos de capacitación para el manejo adecuado de agroquímicos y pesticidas.	El proyecto no tiene relación con el manejo de agroquímicos y pesticidas, por lo que la presente acción no tiene relación con las actividades a

CRITERIO	ACCIONES-CRITERIOS	VINCULACIÓN
		desarrollar. Si llegase a ser necesario el uso de algún agroquímico durante el tiempo que los ejemplares de vegetación rescatados permanezcan en el vivero, se tomarán las medidas pertinentes para contribuir al cumplimiento de la presente acción. Se aclara que, la presente acción no se contrapone con las actividades del proyecto.
A003	Fomentar el uso de fertilizantes orgánicos y abonos verdes en los procesos de fertilización del suelo de actividades agropecuarias y forestales.	El proyecto no implica actividades agropecuarias o forestales, por lo que la presente acción no tiene relación con las actividades a desarrollar. Si llegase a ser necesario el uso de algún fertilizante durante el tiempo que los ejemplares de vegetación rescatados permanezcan en el vivero, se tomarán las medidas pertinentes para contribuir al cumplimiento de la presente acción. Se aclara que, la presente acción no se contrapone con las actividades del proyecto.
A005	Evitar las pérdidas de agua durante los procesos de distribución de la misma.	El proceso de distribución de agua será llevado a cabo por CAPA, por lo que es a este organismo el que le corresponde el cumplimiento de esta acción. Se considera por esta razón, que la presente acción no les aplica a las actividades propuestas por el proyecto.
A006	Implementar programas para la captación de agua de lluvia y el uso de aguas grises	El presente proyecto hará uso de los servicios municipales de conexión de drenaje y agua potable, por lo que la presente acción no le es aplicable al proyecto.
A007	Promover la constitución de áreas destinadas voluntariamente a la conservación o ANP en áreas aptas para la conservación o restauración de ecosistemas naturales.	El proyecto no consiste en el establecimiento de una ANP lo que la presente acción no le es aplicable al proyecto.
A008	Evitar las actividades humanas en las playas de anidación de tortugas marinas, salvo aquellas que estén autorizadas en los programas de conservación	El proyecto no realizará actividad alguna en playas de anidación de tortugas, ya que todas las acciones están previstas dentro del predio. Se considera por esta razón, que la presente acción no les aplica a las actividades propuestas por el proyecto.
A009	Fortalecer la inspección y vigilancia en las zonas de anidación y reproducción de las tortugas marinas.	El presente proyecto no realiza actividades en playas de anidación de tortugas, ya que todas las acciones están previstas sobre el predio. Se considera por esta razón, que la presente acción no les aplica a las actividades propuestas.
A010	Fortalecer el apoyo económico de las actividades de conservación de las tortugas marinas.	El presente proyecto no realiza actividades en playas de anidación de tortugas, ya que todas las acciones están previstas sobre el predio. Se considera por esta razón, que la presente acción no les aplica a las actividades propuestas.
A011	Establecer e impulsar programas de restauración y recuperación de la cobertura vegetal original para revertir el avance de la frontera agropecuaria	El presente proyecto no se realizará sobre zonas con actividades agropecuarias por lo que la presente acción no les aplica a las actividades propuestas. Finalmente, se aclara que lo establecido en esta acción no se contrapone con el proyecto.

CRITERIO	ACCIONES-CRITERIOS	VINCULACIÓN
A012	Promover la preservación de las dunas costeras y su vegetación natural, -a través de la ubicación de la infraestructura detrás del cordón de dunas frontales.	El presente proyecto no realiza actividades en zonas de dunas costeras, ya que todas las acciones están previstas sobre el predio. Se considera por esta razón, que la presente acción no les aplica a las actividades propuestas.
A013	Establecer las medidas necesarias para evitar la introducción de especies potencialmente invasoras por actividades marítimas en los términos establecidos por los artículos 76 y 77 de la Ley de Navegación y Comercio Marítimo.	El proyecto no contempla actividades marítimas, ni la introducción de especies invasoras derivada de estas actividades. Por esta razón, la presente acción no les aplica a las actividades propuestas por el proyecto.
A014	Instrumentar campañas de restauración, reforestación y recuperación de manglares y otros humedales en las zonas de mayor viabilidad ecológica	El proyecto no se encuentra sobre vegetación de manglar. Por esta razón, la presente acción no les aplica a las actividades propuestas por el proyecto.
A015	Promover e impulsar la reubicación de instalaciones que se encuentran sobre las dunas arenosas en la zona costera del ASO.	El presente proyecto no realiza actividades en zonas de dunas costeras, ya que todas las acciones están previstas sobre el predio. Se considera por esta razón, que la presente acción no les aplica a las actividades propuestas.
A016	Establecer corredores biológicos para conectar las ANP existentes o las áreas en buen estado de conservación dentro del ASO.	El presente proyecto no se encuentra dentro de alguna ANP por lo que la presente acción no tiene aplicación sobre las actividades del proyecto.
A017	Establecer e impulsar programas de restauración, reforestación y recuperación de zonas degradadas	El proyecto no consiste en programas de restauración, reforestación y recuperación de zonas degradadas por lo que esta acción específica no le es aplicable a las actividades a desarrollar.
A018	Promover acciones de apoyo a la protección y recuperación de especies bajo algún régimen de protección considerando en la Norma Oficial Mexicana, Protección ambiental Especies Nativas de México de Flora y Fauna Silvestre-Categoría de Riesgo y Especificaciones para su Inclusión, Exclusión o Cambio-Lista de Especies en Riesgo (NOM-059-SEMARNAT-2010), así como las competencias del Consejo Técnico Consultivo Nacional para la Conservación y Aprovechamiento Sustentable de la Vida Silvestre.	El proyecto, contempla diversas acciones para la protección de las especies con algún nivel de protección en la NOM-059-SEMARNAT-2010, como lo es el Programa de Rescate y Reubicación de Vegetación y el Programa de Rescate y Reubicación de Fauna Silvestre, por lo que se da un correcto cumplimiento a la presente acción.
A-019	Los programas de remediación que se implementen, deberán ser formulados y aprobados de conformidad con la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, y demás normatividad aplicable.	El proyecto no contempla programas de remediación. Se considera por esta razón, que la presente acción no les aplica a las actividades propuestas por el proyecto.
A-020	Promover el uso de tecnologías de manejo de la caña en verde para evitar las emisiones producidas en los periodos de zafra.	El proyecto no contempla actividades de manejo de la caña en verde. Se considera por esta razón, que la presente acción no les aplica a las actividades propuestas por el proyecto.

CRITERIO	ACCIONES-CRITERIOS	VINCULACIÓN
A-021	Fortalecer los mecanismos de control de emisiones y descargas para mejorar la calidad del aire, agua y suelos, particularmente en las zonas industriales y urbanas del ASO	El presente proyecto no contempla la instalación de elementos del proyecto que causen emisiones. Se considera por esta razón, que la presente acción no les aplica a las actividades propuestas por el proyecto.
A-022	Fomentar programas de remediación y monitoreo de zonas y aguas costeras afectadas por hidrocarburos.	El proyecto no se encuentra sobre la costa, ni se pretende el uso de hidrocarburos cerca de estas zonas. Por esta razón, la presente acción no les aplica a las actividades propuestas por el proyecto.
A-023	Aplicar medidas preventivas y correctivas de contaminación del suelo con base a riesgo ambiental, así como la aplicación de acciones inmediatas o de emergencia y tecnologías para la remediación in situ, en términos de la legislación aplicable.	No se contempla medidas preventivas y correctivas de contaminación del suelo, ya que se limita al establecimiento del desarrollo habitacional. Por esta razón, la presente acción no les aplica a las actividades propuestas por el proyecto.
A-024	Fomentar el uso de tecnologías para reducir la emisión de gases de efecto invernadero y partículas al aire por parte de la industria y los automotores	No se instalará elementos causantes de emisiones de gases de efecto invernadero. Por esta razón, la presente acción no les aplica a las actividades propuestas por la presente el proyecto.
A-025	Efectuar programas de remediación y de rehabilitación integral de sitios contaminados por actividades industriales, de conformidad con la LGPGIR y su Reglamento.	La presente acción es para la observancia de las instituciones encargadas de la política ambiental en materia de residuos sólidos, por lo que no le es aplicable a los particulares en la elaboración de proyectos. Sin embargo, se no se instalarán elementos causantes de emisiones de gases de efecto invernadero. Por esta razón, la presente acción no les aplica a las actividades propuestas por el proyecto.
A-026	Promover e impulsar el uso de tecnologías "Limpias" y "Ambientalmente amigables" en las industrias registradas en el ASO y su área de influencia. Fomentar que las industrias que se establezcan cuenten con las tecnologías de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero	No se instalarán elementos causantes de emisiones de gases de efecto invernadero. Dada la naturaleza del proyecto, la presente acción no les aplica a las actividades propuestas el proyecto.
A-027	Mantener al mínimo posible la superficie ocupada por las instalaciones de infraestructura en las playas para evitar su perturbación	No se instalarán elementos sobre la playa. Dada la naturaleza del proyecto, y su lugar de instalación, la presente acción no les aplica a las actividades propuestas.
A-028	Promover las medidas necesarias para que la instalación de infraestructura de ocupación permanente sobre el primero o segundo cordón de dunas eviten efectos negativos sobre su estructura o función ecosistémica.	El presente proyecto no realiza actividades en zonas de dunas costeras, ya que todas las acciones están previstas sobre el predio. Se considera por esta razón, que la presente acción no les aplica a las actividades propuestas.
A-029	Promover la preservación del perfil de la costa y los patrones naturales de circulación de las corrientes alineadas a la costa. Salvo cuando dichas modificaciones correspondan a proyectos de infraestructura que tengan por objeto mitigar o remediar los efectos causados por	El presente proyecto no realiza actividades en la costa, ya que todas las acciones están previstas sobre el predio. Se considera por esta razón, que la presente acción no les aplica a las actividades propuestas.

CRITERIO	ACCIONES-CRITERIOS	VINCULACIÓN
	alguna contingencia meteorológica o desastre natural.	
A-030	Generar o adaptar tecnologías constructivas y de ingeniería que minimicen la afectación al perfil costero y a los patrones de circulación de aguas costeras.	El presente proyecto no realiza actividades en la costa, ya que todas las acciones están previstas sobre el predio. Se considera por esta razón, que la presente acción no les aplica a las actividades propuestas.
A-031	Evitar la modificación de las características de las barras arenosas que limitan los sistemas lagunares costeros.	El presente proyecto no realiza actividades en barra arenosa o sistemas lagunares, ya que todas las acciones están previstas sobre el predio. Se considera por esta razón, que la presente acción no les aplica a las actividades propuestas.
A-032	Promover el mantenimiento de las características naturales, físicas y químicas de playas y dunas costeras.	El presente proyecto no realiza actividades en playas y dunas, ya que todas las acciones están previstas sobre el predio. Se considera por esta razón, que la presente acción no les aplica a las actividades propuestas.
A-033	Fomentar el aprovechamiento de la energía eólica excepto cuando su infraestructura pueda afectar corredores de especies migratorias.	El proyecto no contempla el aprovechamiento de energía eólica. Se considera por esta razón, que la presente acción no les aplica a las actividades propuestas por el proyecto.
A-037	Fomentar la generación energética por medio de energía solar.	El presente proyecto no contempla el aprovechamiento de energía solar, ya que el suministro de electricidad será a través de la red de CFE. Se considera por esta razón, que la presente acción no les aplica a las actividades propuestas por el proyecto.
A-038	Impulsar el uso de los residuos agrícolas para la generación de energía y reducir los riesgos de incendios forestales en las regiones más secas.	El presente proyecto no contempla actividades agrícolas ni de generación de energía. Se considera por esta razón, que la presente acción no les aplica a las actividades propuestas por el proyecto.
A-039	Promover la reducción del uso de agroquímicos sintéticos a favor del uso de mejoradores orgánicos.	El proyecto no prevé el uso de agroquímicos, por lo que la presente acción no tiene relación con las actividades a desarrollar. Si llegase a ser necesario el uso de algún fertilizante durante el tiempo que los ejemplares de vegetación rescatados permanezcan en el vivero, se tomarán las medidas pertinentes para contribuir al cumplimiento de la presente acción. Se aclara que, la presente acción no se contrapone con las actividades del proyecto.
A-040	Impulsar la sustitución de las actividades de pesca extractiva por actividades de producción acuícola con especies nativas de la zona en la cual se aplica el programa y con tecnologías que no contaminen el ambiente y cuya infraestructura no afecte los sistemas naturales.	El proyecto no contempla actividades de pesca extractiva. Se considera por esta razón, que la presente acción no les aplica a las actividades propuestas por el proyecto.
A-044	Diversificar la base de especies en explotación comercial en las pesquerías.	El proyecto no contempla actividades pesqueras. Se considera por esta razón, que la presente acción no les aplica a las actividades propuestas.
A-046	Incentivar el cumplimiento de los mecanismos existentes para controlar el	El proyecto, no implica actividades de disposición de residuos de embarcaciones, ya que todas las

CRITERIO	ACCIONES-CRITERIOS	VINCULACIÓN
	vertido y disposición de residuos de embarcaciones, en las porciones marinas tanto costeras como oceánicas.	actividades serán llevadas a cabo sobre el predio. Por esta razón, la presente acción no les aplica a las actividades propuestas por el proyecto.
A-050	Promover el desarrollo de Programas de Desarrollo Urbano y Programas de Conurbación con el fin de dotar de infraestructura de servicios a las comunidades rurales.	El proyecto no se ubica sobre alguna comunidad rural. Sin embargo, contribuye al cumplimiento de la presente acción específica apegándose a los lineamientos establecidos por el Programa Parcial de Desarrollo Urbano “El Jesusito” 2015-2042; además de que el proyecto contempla la dotación de infraestructura de servicios a las viviendas que se construirán.
A-051	Promover la construcción de caminos rurales, de terracería o revestidos entre las localidades estratégicas para procesos de mejorar la comunicación.	El proyecto no se ubica sobre alguna comunidad rural ni proyecto obras que conecten comunidades con la construcción de caminos rurales. Por esta razón la presente acción no le es aplicable a las actividades que se van a desarrollar.
A-052	Promover el uso sostenible de la tierra/agricultura (cultivos, ganado, pastos y praderas, y bosques) y prácticas de manejo y tecnología que favorezcan la captura de carbono.	El proyecto es de naturaleza habitacional, por lo que no tiene relación con actividades agrícolas, debido a que el proyecto se limita a la construcción del fraccionamiento habitacional. Se considera por esta razón, que la presente acción no les aplica a las actividades propuestas por el presente proyecto.
A-053	Desincentivar y evitar el desarrollo de actividades productivas extensivas.	El proyecto no contempla actividades productivas. Se considera por esta razón, que la presente acción no les aplica a las actividades propuestas por el proyecto.
A-054	Promover la sustitución de tecnologías extensivas por sus correspondientes intensivas en las actividades acordes a la aptitud territorial, utilizando esquemas de manejo y tecnología adecuada para minimizar el impacto ambiental.	Dada la naturaleza del proyecto, se considera que la presente acción no le es aplicable a las actividades planteadas. Sin embargo, no se contrapone con lo establecido en esta acción.
A-055	Coordinar los programas de gobierno que apoyan a la producción agropecuaria para actuar sinérgicamente sobre el territorio y la población que lo ocupa.	La actividad contemplada no tiene relación con actividades agropecuarias. Se considera por esta razón, que la presente acción no les aplica a las actividades propuestas por el proyecto.
A-056	Identificar e implementar aquellos cultivos aptos a las condiciones ambientales cambiantes.	La actividad contemplada no tiene relación con actividades agrícolas. Se considera por esta razón, que la presente acción no les aplica a las actividades propuestas por el proyecto.
A-057	El establecimiento de zonas urbanas no debe realizarse en zonas de riesgo industrial, zonas de riesgo ante eventos naturales y zonas susceptibles de inundación y derrumbe. Tampoco deberá establecerse en zonas de restauración ecológica, en humedales, dunas costeras ni sobre manglares.	El proyecto no se ubica dentro de una zona de riesgo industrial, ni zona susceptible de inundación o derrumbe por lo que se cumple adecuadamente lo establecido en la presente acción.
A-058	Realizar campañas para reubicar a personas fuera de las zonas de riesgo.	No se pretende la utilización de zonas de riesgo dentro de las actividades planteadas. Además, esta acción no le es aplicable a la actividad contemplada.

CRITERIO	ACCIONES-CRITERIOS	VINCULACIÓN
A-059	Identificar, reforzar o dotar de equipamiento básico a las localidades estratégicas para la conservación y/o el desarrollo sustentable	El cumplimiento de esta acción corresponde a las instituciones de gobierno encargadas de la conservación y el desarrollo sustentable. Además, el proyecto, no contempla actividades con las localidades de la región, debido a que se limita al predio. Se considera por esta razón, que la presente acción no les aplica a las actividades propuestas por el proyecto.
A-060	Establecer y mejorar sistemas de alerta temprana ante eventos hidrometeorológicos extremos.	El proyecto, no contempla actividades con las localidades de la región, debido a que el proyecto se limita al predio. Sin embargo, el promovente acatará lo dispuesto por las autoridades y apoyará en la coordinación y establecimiento de sistemas de alerta ante eventos meteorológicos extremos, para evitar daños al proyecto y a las zonas colindantes.
A-061	Mejorar las condiciones de las viviendas y de infraestructura social y comunitaria en las localidades de mayor marginación	El proyecto no contempla actividades con las localidades de la región, por restringirse a la extensión del predio. Por esta razón, la presente acción no le es aplicable a las actividades planteadas.
A-062	Fortalecer y consolidar las capacidades organizativas y de infraestructura para el manejo adecuado y disposición final de residuos peligrosos y de manejo especial. Asegurar el Manejo Integral de los Residuos Peligrosos.	El proyecto, implementa los mecanismos adecuados para el manejo y disposición de los diferentes tipos de residuos que generará el proyecto. Lo anterior, se plasma en las medidas de mitigación; por lo que se considera que se da un correcto cumplimiento a la presente acción.
A-063	Instalar nuevas plantas de tratamiento de aguas residuales municipales y optimizar las ya existentes.	No se contempla instalar plantas de tratamiento de aguas residuales, debido a que el desarrollo habitacional cuenta con la factibilidad de conexión a los servicios municipales de agua potable y drenaje municipal por lo que el cumplimiento de esta acción es responsabilidad de las autoridades municipales.
A-064	Completar la conexión de todas las viviendas al sistema de colección de aguas residuales municipales y a las plantas de tratamiento.	No se contempla instalar plantas de tratamiento de aguas residuales debido a que el desarrollo habitacional cuenta con la factibilidad de conexión a los servicios municipales de agua potable y drenaje municipal por lo que el cumplimiento de esta acción es responsabilidad de las autoridades municipales.
A-065	Instrumentar programas de recuperación y mejoramiento de suelos mediante el uso de lodos inactivados de las plantas de tratamiento de aguas servidas municipales.	No se contempla el mejoramiento de suelos, por lo que esta acción no le es aplicable a la actividad planteada.
A-066	Incrementar la capacidad de tratamiento de las plantas para dar tratamiento terciario a los efluentes e inyectar aguas de mayor calidad al manto freático en apoyo, en su caso, a la restauración de humedales.	No se contempla instalar plantas de tratamiento de aguas residuales, debido a que el desarrollo habitacional cuenta con la factibilidad de conexión a los servicios municipales de agua potable y drenaje municipal por lo que el cumplimiento de esta acción es responsabilidad de las autoridades municipales.

CRITERIO	ACCIONES-CRITERIOS	VINCULACIÓN
A-067	Incrementar la capacidad de captación de aguas pluviales en las zonas urbanas y turísticas.	El proyecto, no contempla la captación de aguas pluviales. Por esta razón, la presente acción no les aplica a las actividades propuestas por el proyecto.
A-068	Promover el manejo integral de los residuos sólidos, peligrosos y de manejo especial para evitar su impacto ambiental en el mar y zona costera.	El proyecto no tiene colindancias con el mar, por lo que la presente acción no tiene aplicación sobre las actividades a desarrollar. Sin embargo, se aclara que la actividad propuesta no se contrapone con lo establecido en la presente acción.
A-069	Promover el tratamiento o disposición final de los residuos sólidos urbanos, peligrosos y de manejo especial para evitar su disposición en mar.	El proyecto implementará estrategias para el adecuado manejo de Residuos, mediante el cual se plantean las estrategias para la disposición final de residuos sólidos urbanos, peligrosos y de manejo especial que pudiera generar el proyecto, por lo que se da un correcto cumplimiento con la presente acción. Se aclara que el proyecto no se contrapone con lo establecido en la presente acción.
A-070	Realizar campañas de colecta y concentración de residuos sólidos en la zona costera para su disposición final.	El proyecto no tiene colindancias con el mar, por lo que la presente acción no tiene aplicación sobre las actividades a desarrollar. Sin embargo, se aclara que la actividad propuesta no se contrapone con lo establecido en la presente acción.
A-071	Diseñar e instrumentar acciones coordinadas entre sector turismo y sector conservación para reducir al mínimo la afectación de los ecosistemas en zonas turísticas y aprovechar al máximo el potencial turístico de los recursos. Impulsar y fortalecer las redes de turismo de la naturaleza (ecoturismo) en todas sus modalidades como una alternativa al desarrollo local respetando los criterios de sustentabilidad según la norma correspondiente.	El proyecto consiste en un desarrollo habitacional, que no tiene relación con actividades del sector turístico, por lo que la presente acción no tiene aplicación sobre las actividades a desarrollar. Finalmente, se aclara que el proyecto no es un proyecto ecoturístico, y que no se contrapone con lo establecido en la presente acción.
A-072	Promover que la operación de desarrollos turísticos se haga con criterios de sustentabilidad ambiental y social, a través de certificaciones ambientales nacionales o internacionales, u otros mecanismos.	El proyecto consiste en un desarrollo habitacional, que no tiene relación con actividades del sector turístico, por lo que la presente acción no tiene aplicación sobre las actividades a desarrollar.
A-077	La construcción, modernización y ampliación de la infraestructura aeroportuaria deberá minimizar la afectación de la estructura y función de los ecosistemas y sus bienes y servicios ambientales, entre éstos: flujos hidrológicos, conectividad de ecosistemas, especies en riesgo, recarga de acuíferos y hábitats críticos.	El proyecto no contempla la instalación de infraestructura aeroportuaria, por lo que esta acción no tiene relación con la actividad a desarrollar.

III.2.1.3 Criterios de Regulación Ecológica de la Zona Costera Inmediata Mar Caribe

Con respecto a los 14 Criterios de Regulación Ecológica de la Zona Costera Inmediata Mar Caribe que le aplican al proyecto, se conforman por un conjunto extra de acciones que aunque en estricto sentido, gran parte son de observancia para autoridades, su vinculación particular con el proyecto se presenta en el **Cuadro III:5**.

Cuadro III:5. Vinculación con las Acciones y Criterios Específicos aplicables a la UGA-139.

CLAVE	ACCIONES-CRITERIOS	CUMPLIMIENTO
ZMC-01	Con el fin de proteger y preservar las comunidades arrecifales, principalmente las de mayor extensión, y/o riqueza de especies en la zona, y aquellas que representan valores culturales particulares, se recomienda no construir ningún tipo de infraestructura en las áreas ocupadas por dichas formaciones.	El predio no se localiza en una zona próxima a la costa ni colindante a ella, sino que se localiza en una reserva urbana de la Ciudad de Playa del Carmen, al este de la carretera Federal 307, por lo que la presente acción no le aplica a las actividades propuestas por el proyecto.
ZMC-02	Dado que los pastos marinos representan importantes ecosistemas para la fauna marina, debe promoverse su conservación y preservación, por lo que se debe evitar su afectación y pérdida en caso de alguna actividad o proyecto. Los estudios de impacto ambiental en esta zona, deberán demostrar la no afectación y pérdida de estos ecosistemas.	El predio no se localiza en una zona próxima a la costa ni colindante a ella, sino que se localiza en una reserva urbana de la Ciudad de Playa del Carmen, al este de la carretera Federal 307, por lo que la presente acción no le aplica a las actividades propuestas por el proyecto.
ZMC-03	Se prohíbe la captura de mamíferos marinos, aves y reptiles salvo para fines de investigación, rescate y traslado con fines de conservación y preservación.	El proyecto no contempla la captura de mamíferos marinos, aves o reptiles. No obstante, se tiene contemplado el ahuyentamiento, rescate y reubicación de los individuos de fauna presentes en el predio, previo al inicio de obras.
ZMC-04	Con el fin de preservar zonas coralinas, principalmente las más representativas por su extensión, riqueza y especies presentes, la ubicación y construcción de posibles puntos de anclaje deberán estar sujetas a estudios específicos.	El predio no se localiza en una zona próxima a la costa ni colindante a ella, sino que se localiza en una reserva urbana de la Ciudad de Playa del Carmen, al este de la carretera Federal 307, por lo que la presente acción no le aplica a las actividades propuestas por el proyecto.
ZMC-05	Salvo en casos de rescate o con fines científicos para su conservación y preservación, no se debe permitir la recolección, remoción o trasplante de organismos vivos o muertos en las zonas arrecifales u otro ecosistema representativo.	El predio no se localiza en una zona próxima a la costa ni colindante a ella, sino que se localiza en una reserva urbana de la Ciudad de Playa del Carmen, al este de la carretera Federal 307, por lo que la presente acción no le aplica a las actividades propuestas por el proyecto.
ZMC-06	La construcción de estructuras promotoras de playas deberá estar avaladas por las autoridades competentes y contar con los estudios técnicos y específicos que la autoridad requiera para este fin.	El predio no se localiza en una zona próxima a la costa ni colindante a ella, sino que se localiza en una reserva urbana de la Ciudad de Playa del Carmen, al este de la carretera Federal 307, por lo que la presente acción no le aplica a las actividades propuestas por el proyecto.

CLAVE	ACCIONES-CRITERIOS	CUMPLIMIENTO
ZMC-07	Como una medida preventiva para evitar contaminación marina no debe permitirse el vertimiento de hidrocarburos y productos químicos de ningún tipo en los cuerpos de agua en esta zona.	El predio no se localiza en una zona próxima a la costa ni colindante a ella, sino que se localiza en una reserva urbana de la Ciudad de Playa del Carmen, al este de la carretera Federal 307, por lo que la presente acción no le aplica a las actividades propuestas por el proyecto. Además, el predio no cuenta con cuerpos de agua.
ZMC-08	Con el objeto de coadyuvar en la preservación de las especies de tortugas que año con año arriban en esta zona costera, es recomendable que las actividades recreativas marinas eviten llevarse a cabo entre el ocaso y el amanecer, esto en la temporada de anidación, principalmente en aquellos sitios de mayor incidencia de dichas especies.	El predio no se localiza en una zona próxima a la costa ni colindante a ella, sino que se localiza en una reserva urbana de la Ciudad de Playa del Carmen, al este de la carretera Federal 307, por lo que la presente acción no le aplica a las actividades propuestas por el proyecto.
ZMC-09	Con el objetivo de preservar las comunidades arrecifales en la zona, es importante que cualquier actividad que se lleve a cabo en ellos y su zona de influencia estén sujetas a permisos avalados que garanticen que dichas actividades no tendrán impactos adversos sobre los valores naturales o culturales de los arrecifes, con base en estudios específicos que determinen su capacidad de carga.	El predio no se localiza en una zona próxima a la costa ni colindante a ella, sino que se localiza en una reserva urbana de la Ciudad de Playa del Carmen, al este de la carretera Federal 307, por lo que la presente acción no le aplica a las actividades propuestas por el proyecto.
ZMC-10	Con el fin de prevenir la contaminación y deterioro de las zonas marinas, es recomendable la difusión de las normas ambientales correspondientes en toda actividad náutica en la zona.	El predio no se localiza en una zona próxima a la costa ni colindante a ella, sino que se localiza en una reserva urbana de la Ciudad de Playa del Carmen, al este de la carretera Federal 307, por lo que la presente acción no les aplica a las actividades propuestas por el proyecto. El proyecto no llevará a cabo actividades náuticas.
ZMC-11	Se requerirá que, en caso de alguna actividad relacionada con obras de canalización y dragado debidamente autorizadas, se utilicen mallas geotextiles y otras tecnologías que eviten la suspensión y dispersión de sedimentos, en el caso de que exista el riesgo de que se afecten o resulten dañados recursos naturales por estas obras.	El predio no se localiza en una zona próxima a la costa ni colindante a ella, sino que se localiza en una reserva urbana de la Ciudad de Playa del Carmen, al este de la carretera Federal 307, por lo que la presente acción no les aplica a las actividades propuestas por el proyecto. El proyecto no pretende actividades de dragado.
ZMC-12	Los proyectos relacionados con muelles de gran tamaño (para embarcaciones mayores de 500TRB [Toneladas de Registro Bruto] y/o 49 pies de eslora), deberán contar con estudios de impacto ambiental que incluyan estudios específicos batimétricos, topográficos, de mecánica de suelos y geohidrológicos, donde se demuestre que se asegura el mantenimiento de los procesos de transporte litoral, la calidad del agua marina, y la no afectación de comunidades marinas presentes en la	El predio no se localiza en una zona próxima a la costa ni colindante a ella, sino que se localiza en una reserva urbana de la Ciudad de Playa del Carmen, al este de la carretera Federal 307, por lo que la presente acción no les aplica a las actividades propuestas por el proyecto. El proyecto no pretende construcción de muelles.

CLAVE	ACCIONES-CRITERIOS	CUMPLIMIENTO
	zona, así como autorización por parte del INAH en caso de existir vestigios arqueológicos en el sitio.	
ZMC-13	Las embarcaciones utilizadas para la pesca comercial o deportiva deberán portar los colores y claves distintivas asignadas por la Comisión Nacional de Pesca y Acuacultura, en los Lineamientos para los Mecanismos de Identificación y Control del Esfuerzo Pesquero, así como el permiso de pesca correspondiente.	El predio no se localiza en una zona próxima a la costa ni colindante a ella, sino que se localiza en una reserva urbana de la Ciudad de Playa del Carmen, al este de la carretera Federal 307, por lo que la presente acción no les aplica a las actividades propuestas por el proyecto. El proyecto no contempla actividades relacionadas con la pesca.
ZMC-14	Por las características de gran volumen de los efluentes subterráneos de los sistemas asociados a la zona oriente de la Península de Yucatán y por la importancia que revisten los humedales como mecanismo de protección del ecosistema marino ante el arrastre de contaminantes de origen terrígeno en particular para esta región los fosfatos y algunos metales pesados producto de los desperdicios generados por el turismo, se recomienda en las UGA terrestres correspondientes (UGA:139, UGA:152 y UGA:156) estudiar la factibilidad y promover la creación de áreas de protección mediante políticas, estrategias y control de uso del suelo en esquemas como los Ordenamientos Ecológicos locales o mediante el establecimiento de ANP federales, estatales, municipales, o áreas destinadas voluntariamente a la conservación que actúen de manera sinérgica para conservar los atributos del sistema costero colindante y contribuyan a completar un corredor de áreas protegidas sobre toda la zona costera del Canal de Yucatán y Mar Caribe, en particular para mantener o restaurar la conectividad de los sistemas de humedales de la Península de Yucatán.	Este criterio no incluye a la UGA 139 en la que se ubica el predio, por lo que esta acción no es aplicable a las actividades a desarrollar.

III.2.2 Programa de Ordenamiento Ecológico Local (POEL) del Municipio de Solidaridad, Quintana Roo, México

El predio del proyecto **Senderos Poniente** se encuentra dentro del municipio de Solidaridad, que está regulado por un Programa de Ordenamiento Ecológico Local (POEL), publicado en el Periódico Oficial del Estado de Quintana Roo el 22 de abril del 2009, y que cuenta con 19 Unidades de Gestión Ambiental (UGA). El predio se ubica dentro de la UGA 14 (**Figura III:3**).

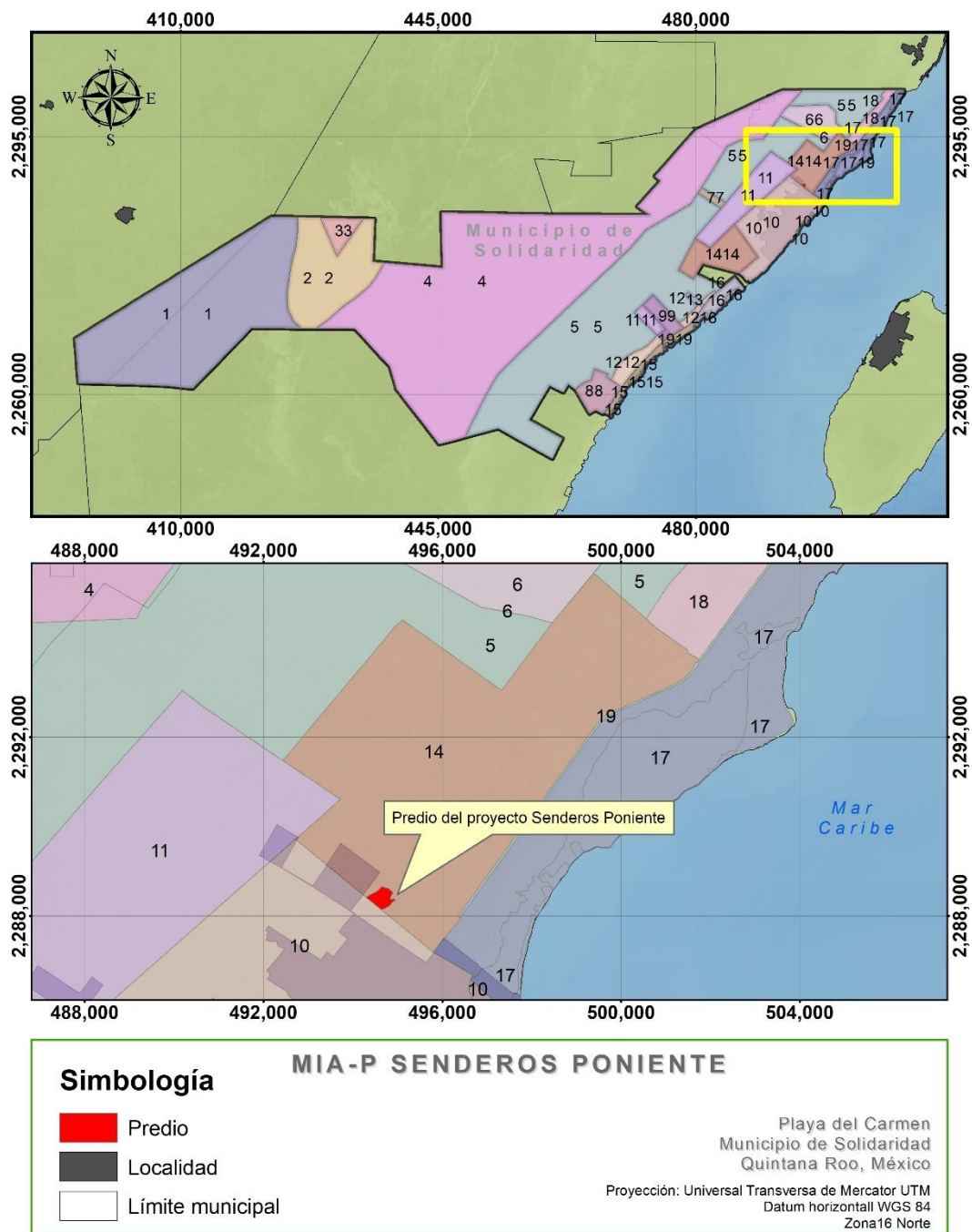


Figura III:3. Ubicación del predio de interés en la UGA 14 del POEL del Municipio de Solidaridad

La UGA 14 “Reserva Urbana Norte-Sur de Playa de Carmen” cuenta con 7,448.13 hectáreas, lo que representa el 3.75% de la superficie municipal. Tiene política ambiental de aprovechamiento sustentable. Los parámetros aplicables a dicha UGA se muestran en el **Cuadro III:6.**

Cuadro III:6. UGA 14 “Reserva Urbana Norte-Sur de Playa del Carmen”.

Escenario inicial	Las zonas propuestas se ubican dentro del área afectada por los incendios de 1989, por lo que la vegetación es de tipo secundario en su mayor parte. Asimismo, la zona presenta en lo general una aptitud baja para la conservación, ya que son áreas que han sufrido una degradación ambiental por actividades antropogénicas. La carencia de vivienda genera inequidades sociales y propicia el surgimiento y proliferación de asentamientos no regulares, teniendo como resultado un crecimiento anárquico en los centros urbanos, y el aumento del rezago en infraestructura urbana y de servicios.	
Tendencias	En la actualidad existe la necesidad por parte de las autoridades municipales y estatales, por dotar de terrenos aptos para desarrollos de diferentes tipos económicos, ya que las superficies planeadas para la reserva urbana prácticamente se han agotado, por ello es importante establecer una planeación acorde a las expectativas de crecimiento poblacional que actualmente se tienen, generando zonas aptas para este desarrollo.	
Lineamiento ambiental	La zona se desarrollará de manera armónica, de conformidad a los planes o programas aplicables. Los servicios urbanos se establecerán de manera oportuna, ofreciendo espacios urbanos dignos y confortables.	
Estrategias ambientales	Los usos previstos en el presente instrumento, quedan sujetos a las disposiciones normativas de carácter ambiental y urbano, con el objetivo de incentivar y reforzar las actividades compatibles, fomentar la instalación del equipamiento requerido y proponer zonas habitacionales y actividades productivas de manera conjunta y equilibrada, buscando a si el desarrollo sustentable de la región.	
Vocación de uso del suelo	Urbana.	
Usos condicionados	Ecoturístico, turístico, industrial, minería, UMA's, deportivo, parque recreativo, comercial, reserva natural, equipamiento.	
Usos incompatibles	Forestal, agropecuario, agroforestal, agroindustrial, marina.	
Criterios de Regulación Ecológica	Uso	Criterios Específicos
	Ecoturístico	08, 09, 18, 29, 31, 39, 52, 54, 57, 59, 60, 77, 80, 81, 86, 95, 100.
	Suburbano	26, 39, 52, 54, 80, 85, 86, 95, 100.
	Urbano	23, 24, 116.
	Industrial	28, 39, 53, 54, 70, 72, 73, 74, 75, 78, 80, 95, 100, 102, 110.
	Minero	10, 28, 39, 42, 43, 44, 52, 54, 58, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 78, 95, 110, 111, 112.
	UMA's	04, 07, 09, 16, 29, 46, 50, 51, 52, 54, 77, 80, 82, 86, 100.
	Deportivo	06, 09, 13, 25, 37, 39, 49, 50, 53, 54, 59, 61, 68, 75, 80, 85, 86, 94, 95, 100.
	Parque recreativo	06, 08, 09, 11, 28, 31, 39, 49, 53, 54, 57, 58, 59, 64, 68, 69, 80, 85, 86, 95, 100, 102, 108.
	Reserva Natural	07, 16, 30, 80, 86, 100.
	Comercial	28, 39, 53, 54, 63, 70, 71, 72, 73, 75, 80, 95, 102, 109.
	Equipamiento	32, 53, 54, 85, 86.

Con respecto a los criterios de regulación ecológica establecidos para el POEL del Municipio de Solidaridad, han sido organizado en tres grupos:

“Criterios de regulación ecológica de aplicación general (CG), que son aplicables a la totalidad del territorio ordenado fuera de los centros de población legalmente constituidos en el Municipio Solidaridad, independientemente del uso del suelo que se pretenda dar a los predios particulares.

Criterios de regulación ecológica aplicables a las áreas urbanas (CU), que son aplicables a la totalidad del territorio ordenado dentro de los centros de población legalmente constituidos en el Municipio Solidaridad, independientemente del uso del suelo que se pretenda dar a los predios particulares.

Criterios de regulación ecológica de carácter específico (CE), que son aplicables a la totalidad del territorio ordenado fuera de los centros de población legalmente constituidos en el Municipio Solidaridad, cuya aplicación está en función del tipo de uso del suelo que se pretenda dar a los predios particulares”.

Ahora bien, el uso de suelo que se le pretenda dar al predio de interés es el urbano, ya que se encuentra regulado por el Programa Parcial de Desarrollo Urbano “El Jesusito”. Lo anterior, según lo establece el mismo POEL:

Urbano	Aprovechamiento del territorio al interior de los centros de población legalmente establecidos, para el desarrollo de proyectos que cumplan con los usos y destinos del suelo en los términos que se indiquen en el Plan o Programa de Desarrollo Urbano vigente y de acuerdo con la Ley de Asentamientos Humanos del Estado de Quintana Roo y la Ley de Fraccionamientos del Estado de Quintana Roo.

Al proyecto le aplican la totalidad de los criterios de regulación ecológica aplicables a las áreas urbanas (CU) y tres criterios de regulación ecológica de carácter específico (CE), correspondientes con el uso de suelo urbano, mismos que se vinculan a continuación:

III.2.2.1 Criterios de Regulación Ecológica de Aplicación General

Criterio	Descripción
CU-01	Las actividades, obras y proyectos que se pretendan desarrollar dentro del área municipal, deberán dar cabal cumplimiento a lo establecido en el marco normativo ambiental vigente, considerando de manera enunciativa pero no limitativa, Tratados Internacionales suscritos por México, Leyes Generales, Leyes Estatales, Normas Oficiales Mexicanas, Reglamentos Federales, Estatales y Municipales, Declaratorias y Decretos, Planes y Programas de Manejo aplicables en materia ambiental, urbana, manejo de residuos, protección de flora y fauna y emisión de contaminantes, uso y goce de la Zona Federal Marítimo Terrestre; por lo que no se describen como criterios las obligaciones, límites máximos permisibles o cualquier otro parámetro establecido por estos instrumentos de carácter obligatorio.

El proyecto da un correcto cumplimiento a toda la normatividad aplicable, y en la presente Manifestación de Impacto Ambiental se vincula con el marco normativo ambiental vigente y aplicable; a saber: a) la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, b) el Reglamento de la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente en Materia de Evaluación Ambiental, c) la Ley General de Asentamientos Humanos, Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano, d) la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos e) la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, f) la Norma Oficial Mexicana NOM-161-SEMARNAT-2011, g) el Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe, h) el Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Solidaridad, Quintana Roo, y i) el Programa Parcial de Desarrollo Urbano del polígono de actuación “El Jesusito”.

En la vinculación con dichos instrumentos, se demuestra el cumplimiento del proyecto Senderos Poniente con toda la legislación aplicable; por lo que se considera que el presente criterio se cumple adecuadamente.

Criterio	Descripción
CU-02	Antes del inicio de cualquier obra o actividad se deberá ejecutar el rescate selectivo de vegetación en el área de aprovechamiento proyectada. La selección de las especies, el número de individuos por especie a rescatar y la densidad mínima de rescate, los métodos y técnicas aplicables, así como el monitoreo del programa, se determinarán y propondrán en un estudio técnico o programa que deberá acompañar al estudio de impacto ambiental aplicable al proyecto. Las actividades de rescate de vegetación deberán obtener de manera previa a su inicio la autorización correspondiente.

A la presente Manifestación de Impacto Ambiental se anexa el Programa de Rescate y Reubicación de Vegetación, que será implementado una vez haya sido autorizado por la autoridad competente, previo al inicio de operaciones del proyecto. En dicho programa se identifican las especies a rescatar, clarificando los criterios de selección, así como la determinación del número de ejemplares a rescatar por especie (por medio de lo cual se establecerá la densidad mínima de rescate). Asimismo, se establecen las técnicas de rescate, el manejo de los individuos rescatados, y el área y densidad de plantación de las especies rescatadas (reubicación), y finalmente, se establecen las acciones que permitirán garantizar la supervivencia de las plantas rescatadas.

Con esta serie de acciones que llevará a cabo el Programa de Rescate y Reubicación de Vegetación, se considera que el proyecto da un correcto cumplimiento a lo establecido en el presente criterio.

Criterio	Descripción
CU-03	Previo al inicio de cualquier obra o actividad de cada proyecto se deberán ejecutar medidas preventivas orientadas a la protección de los individuos de fauna silvestre presentes en el área de aprovechamiento proyectada. La selección de los métodos y técnicas a aplicar se determinará con base en un estudio técnico o programa que deberá acompañar al estudio de impacto

ambiental aplicable al proyecto. Las medidas deberán obtener de manera previa a su inicio la autorización correspondiente.

A la presente Manifestación de Impacto Ambiental se anexa el Programa de Rescate y Reubicación de Fauna, que será implementado una vez haya sido autorizado por la autoridad competente, previo al inicio de operaciones del proyecto. En dicho programa se enlistan los criterios de selección de las especies que serán motivo de rescate, la selección de los sitios para efectuar el rescate de especies, las técnicas de rescate (diferenciando entre técnicas de ahuyentamiento y técnicas de captura, privilegiando las primeras) y el destino previsto para las especies rescatadas, destacando los criterios técnicos para la selección de los sitios destinados para la reubicación y liberación. De igual manera, se establecerán los indicadores de éxito que determinen la eficiencia del rescate por lo que el proyecto da un correcto cumplimiento al presente criterio.

Criterio	Descripción
CU-04	Los proyectos de cualquier índole deberán incorporar a sus áreas verdes vegetación nativa propia del ecosistema en el cual se realice el proyecto. Únicamente se permite el empleo de flora exótica que no esté incluida en el listado de flora exótica invasiva de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). La selección de especies a incluir en las áreas verdes, así como el diseño de jardines deberá sustentarse en un programa de arborización y ajardinado que deberá acompañar al estudio de impacto ambiental aplicable al proyecto. Se deberá emplear una proporción de 4 a 1 entre plantas de especies nativas y especies ornamentales, excluyendo los pastos.

No se prevé la conformación de áreas verdes ajardinadas debido a que la superficie del predio del proyecto que no sea susceptible de aprovechamiento ni modificación, será conservada en sus condiciones originales dentro de los corredores biológicos y las áreas verdes naturales. Todas las áreas verdes que conformarán el proyecto conservarán la vegetación nativa propia de selva mediana subperennifolia y serán enriquecidas con las plantas rescatadas durante la ejecución del Programa de Rescate y Reubicación de Vegetación. Debido a que las áreas verdes naturales del proyecto conservarán la vegetación nativa propia del sitio, no se hace necesaria la elaboración de un programa de reforestación y jardinería, ya que no se contará con áreas ajardinadas; por lo que el presente criterio no tiene aplicación sobre las actividades del proyecto.

Criterio	Descripción
CU-05	Para el desplante de cualquier obra o instalación se deberán utilizar preferentemente las áreas perturbadas por usos previos o con vegetación secundaria o achual.

El predio de interés se desarrolla un único tipo de vegetación: selva mediana subperennifolia; lo que lo hace una zona ambientalmente homogénea; no siendo posible una zonificación con distintos grados de calidad ambiental.

Adicionalmente, el PPDU del polígono de actuación “El Jesusito”, dentro del que se encuentra el predio, establece las superficies que deberán conservarse al interior del predio, denominadas corredores biológicos, mismos que no serán susceptibles al aprovechamiento.

Las áreas a utilizar, las establece el PPDU asignando superficies y porcentajes de modificación donde han de desplantarse obras, mismos que el proyecto cumple a cabalidad.

Criterio	Descripción
CU-06	En el desarrollo de los proyectos se debe realizar el aprovechamiento integral de los recursos naturales existentes en el predio, por lo que será obligatorio realizar la recuperación de tierra vegetal en las superficies que se desmonten, así como el triturado y composteo de la madera resultante del desmonte que se autorice. Los materiales obtenidos no podrán ser comercializados –salvo autorización expresa de la autoridad correspondiente–, sino aprovechados en el mejoramiento de áreas verdes, de equipamiento o de donación.

El proyecto contempla las actividades de recuperación de la madera resultante del desmonte, así como la separación de la tierra vegetal del material pétreo resultante del despalle por medio de una criba. Tanto la madera como la tierra vegetal, serán triturados y almacenados temporalmente dentro del predio, en un área destinada para tal fin y posteriormente serán usadas para el enriquecimiento de las áreas verdes naturales que se conservarán dentro del predio. De haber excedentes se notificará a la autoridad competente para conducirse de la manera en que la misma establezca. Con estas acciones se considera que se da un correcto cumplimiento al presente criterio.

Criterio	Descripción
CU-07	En cualquier obra deberá estar separada la canalización del drenaje pluvial del drenaje sanitario.

La canalización del drenaje pluvial y el drenaje sanitario estará separada. Durante la etapa constructiva se instalará una red de drenaje sanitaria interna que será totalmente independiente de la red de drenaje pluvial.

La red de drenaje sanitaria estará conectada a la red de drenaje y alcantarillado municipal, que desembocará en alguna planta de tratamiento de aguas residuales; mientras que la red de drenaje pluvial captará el agua de lluvia que se precipitará sobre las vialidades a levantarse, conduciéndola por gravedad a rejillas de recolección ubicadas a los costados de dichas vialidades, por medio de las cuales se retendrán los sólidos que pudiesen ser arrastrados. La red de drenaje pluvial desembocará en pozos de absorción que contarán con caja arenera y trampa de grasas y aceites, previo a su inyección al acuífero.

Con esta canalización, separando el drenaje pluvial y sanitario, se da un correcto cumplimiento al presente criterio.

Criterio	Descripción
CU-08	La canalización del drenaje pluvial hacia el mar o cuerpos de agua superficiales o pozos de absorción, podrá realizarse previa filtración de sus aguas con sistemas de decantación, trampas de grasas y sólidos u otros que garanticen la retención de sedimentos o contaminantes y deberá ser aprobada por la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), de conformidad con la normatividad aplicable.

Dentro de las obras del proyecto, se instalará una red de drenaje pluvial que desembocará en pozos de absorción que contarán con caja arenera y trampa de grasas y aceites, previo a su

inyección al acuífero; dando así un correcto cumplimiento al presente criterio. Finalmente, se aclara que no se realizará la canalización del drenaje pluvial hacia el mar o cuerpos de agua superficiales.

Criterio	Descripción
CU-09	Los materiales calizos y los recursos naturales que se utilicen durante la construcción de un proyecto deberán provenir de fuentes o bancos de material autorizados.

Todos los materiales pétreos (calizos) y los recursos naturales que se utilicen durante la construcción, provendrán de bancos de material debidamente autorizados, por lo que el proyecto da un correcto cumplimiento al presente criterio.

Criterio	Descripción
CU-10	En el manejo de áreas verdes, campos, canchas, pistas, viveros, plantaciones o sembradíos y para el control de pestes y plagas, sólo se permite el uso de sustancias autorizadas por la Comisión Intersecretarial para el Control del Proceso y Uso de Plaguicidas, Fertilizantes y Sustancias Tóxicas (CICOPLAFEST).

En caso de que las actividades del proyecto lo requieran, específicamente en el manejo de las plantas rescatadas, se podría requerir de tratamiento para el combate de plagas o enfermedades; para lo cual se privilegiará el manejo integrado de plagas, que abarque el uso de métodos físicos y biológicos. Cuando los métodos anteriores hayan fallado, o no se obtengan los resultados esperados, se aplicarán productos orgánicos que afecten directa y exclusivamente a la plaga o enfermedad de la que se trate. Finalmente, de ser estrictamente necesario, se hará uso de sustancias o compuestos que necesariamente deberán estar permitidos por la Comisión Intersecretarial para el Control de Proceso y Uso de Plaguicidas, Fertilizantes y Sustancias Tóxicas (CICOPLAFEST); dando así un correcto cumplimiento al presente criterio.

Criterio	Descripción
CU-11	Los residuos derivados de las obras no se dispondrán sobre la vegetación remanente dentro del predio, ni sobre la vegetación circundante, debiéndose trasladar al sitio de disposición final de residuos de manejo especial que establezca el municipio o el estado.

Los residuos derivados de obras no se dispondrán en ningún momento sobre la vegetación dentro del predio ni fuera del mismo, dando así un correcto cumplimiento al presente criterio. Estos residuos de obras, serán almacenados temporalmente dentro de áreas que ya hayan sido modificadas por las actividades del proyecto, y posteriormente serán entregados a recolectores autorizados por la autoridad competente de acuerdo al tipo de residuos generado y dispuestos en sitios debidamente autorizados.

Criterio	Descripción
CU-12	Los campamentos para trabajadores de la construcción deberán ser dignos para la vida humana, contar con servicios sanitarios, agua potable, un reglamento para el manejo de residuos sólidos, así como una estrategia de protección civil para atender las alertas por fenómenos hidrometeorológicos. La proporción de servicios sanitarios será de al menos 1 por cada 25 trabajadores.

El proyecto se encuentra cerca de la ciudad de Playa del Carmen, dentro de una reserva urbana de crecimiento por lo que no se prevé la instalación de campamentos para trabajadores. No obstante, durante las actividades de construcción, se colocarán baños portátiles para el uso de los trabajadores a razón de un baño por cada 25 personas. Asimismo, se establecerán estrategias para el manejo, almacenamiento, retiro, transporte y disposición final de los residuos generados por la presencia de los trabajadores durante las actividades del proyecto. Estas estrategias se describen dentro de las medidas de mitigación en el presente estudio. Por lo anterior, el presente criterio no tiene aplicación sobre las actividades del proyecto, ya que no se hará la instalación de un campamento para trabajadores.

Criterio	Descripción
CU-13	En ningún caso se permite el uso del fuego para el desmonte de predios urbanos o suburbanos, ni para la disposición de residuos sólidos en áreas abiertas.

La remoción de la vegetación para la construcción del proyecto, se realizará por medios mecánicos y en ningún momento se hará uso de fuego para el desmonte de predios urbanos o suburbanos, ni para la disposición de residuos sólidos en áreas abiertas, por lo que el proyecto acata lo dispuesto en este criterio. Adicionalmente, los residuos que sean generados, serán tratados como se describe en las medidas de mitigación del presente estudio, así como en el Plan de Manejo de Residuos correspondiente.

Criterio	Descripción
CU-14	Todos los proyectos que en cualquiera de sus etapas de desarrollo generen residuos peligrosos deberán contar con un almacén de residuos peligrosos y disponerlos a través de una empresa autorizada en el manejo de los mismos, conforme a la legislación y normatividad ambiental aplicable en la materia.

El proyecto comprende las actividades inherentes a la construcción de un fraccionamiento habitacional, en el que se requerirá del uso de maquinaria, que se verificará constantemente que se encuentre en óptimas condiciones de funcionamiento, para evitar fugas de combustibles, lubricantes, grasas y aceites hacia el suelo.

Por otra parte, durante la ejecución de los Programas de Rescate y Reubicación de Vegetación, cabe la posibilidad, aunque mínima, de que se requiera del uso de plaguicidas y/o agroquímicos en el manejo del vivero temporal. De darse el caso, las sustancias a utilizarse, serán las que estén autorizadas por la Comisión Intersecretarial para el Control del Proceso y Uso de Plaguicidas, Fertilizantes y Sustancias Tóxicas (CICOPLAFEST).

En este sentido, se prevé se generen residuos peligrosos en cantidades mínimas, compuestos por envases y materiales impregnados de combustibles, lubricantes, grasas y aceites; así como de plaguicidas y/o agroquímicos. Para el acopio de este tipo de residuos, se contará con almacén temporal que contará con piso impermeable, muros de malla electrosoldada perimetral para evitar la dispersión de los residuos por el viento y otros, y techo de lámina para el resguardo de los residuos ante los elementos. Asimismo, el almacén estará debidamente

señalizado y tomará en cuenta las condiciones requeridas por el Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Residuos Peligrosos. Su disposición final se llevará a cabo con recolectores autorizados por la federación, por lo que el proyecto cumple lo dispuesto en el presente criterio.

Criterio	Descripción
CU-15	En los términos que establece la Ley para la Gestión Integral de Residuos del Estado de Quintana Roo, los promoventes deberán aplicar el Plan de Manejo de residuos correspondiente durante las distintas etapas de desarrollo y operación de las obras o actividades que se le autoricen.

Durante las actividades inherentes a la construcción del fraccionamiento habitacional, se prevé se generen Residuos de Manejo Especial; y durante su operación se prevé la generación de residuos sólidos urbanos. Por ello se implementará el Plan de Manejo de Residuos, el cual será sometido para su evaluación ante la Secretaría de Ecología y Medio Ambiente del Estado de Quintana Roo conforme a lo establece la Ley para la prevención, gestión integral y economía circular de los residuos del estado de Quintana Roo; dando así un correcto cumplimiento al presente criterio.

Criterio	Descripción
CU-16	Para los fines de aplicación de este instrumento, en particular para la definición de competencias para la evaluación en materia de impacto ambiental, la zona costera o ecosistema costero del Municipio Solidaridad al interior de los centros de población con programa de desarrollo urbano decretado incluye únicamente a los predios colindantes con la zona federal marítimo terrestre.

El predio del proyecto no colinda con la zona federal marítimo terrestre, por lo que no es considerado como zona costera ni como ecosistema costero por el Programa de Ordenamiento Ecológico del Municipio de Solidaridad. Sin embargo, el predio del proyecto Senderos Poniente se encuentra dentro del polígono del plan maestro El Ximbal, con autorización en el Oficio número SGPA/DGIRA/DG/04219 de fecha 19 de junio de 2013 emitido por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales; mismo que durante la evaluación en materia de Impacto Ambiental fue vinculado con la fracción IX del artículo 28 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente *IX.- Desarrollos inmobiliarios que afecten los ecosistemas costeros*, y estos términos fue autorizado por la Secretaría. Por esta razón, el proyecto Senderos Poniente acata lo dispuesto en la LGEEPA en materia de impacto ambiental para la construcción de fraccionamientos habitacionales que afecten ecosistemas costeros.

Criterio	Descripción
CU-17	Para el aprovechamiento de predios, cuerpos de agua o cavernas en los que se detecten vestigios arqueológicos, deberá obtenerse de manera previa al inicio de obras la autorización del Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH). Si el hallazgo arqueológico se realiza durante el desarrollo del proyecto se deberá informar de manera inmediata al INAH.

No se localizan vestigios arqueológicos dentro del predio del proyecto. No obstante, si en algún momento de la ejecución del proyecto se llegasen a detectar, se notificará inmediatamente al INAH, por lo que se da un correcto cumplimiento al presente criterio.

Criterio	Descripción
CU-18	Las reservas territoriales destinadas a aprovechamiento urbano y las áreas de preservación ecológica establecidas en el programa de desarrollo urbano deberán mantener su cobertura vegetal original mientras no se incorporen al desarrollo y se autorice su aprovechamiento por las autoridades competentes.

El predio del proyecto se sitúa dentro de una reserva urbana y mantiene su cobertura vegetal original (**Figura III:4**), que no será removida sino hasta que se obtenga la autorización a la presente MIA, dando así un correcto cumplimiento al presente criterio.

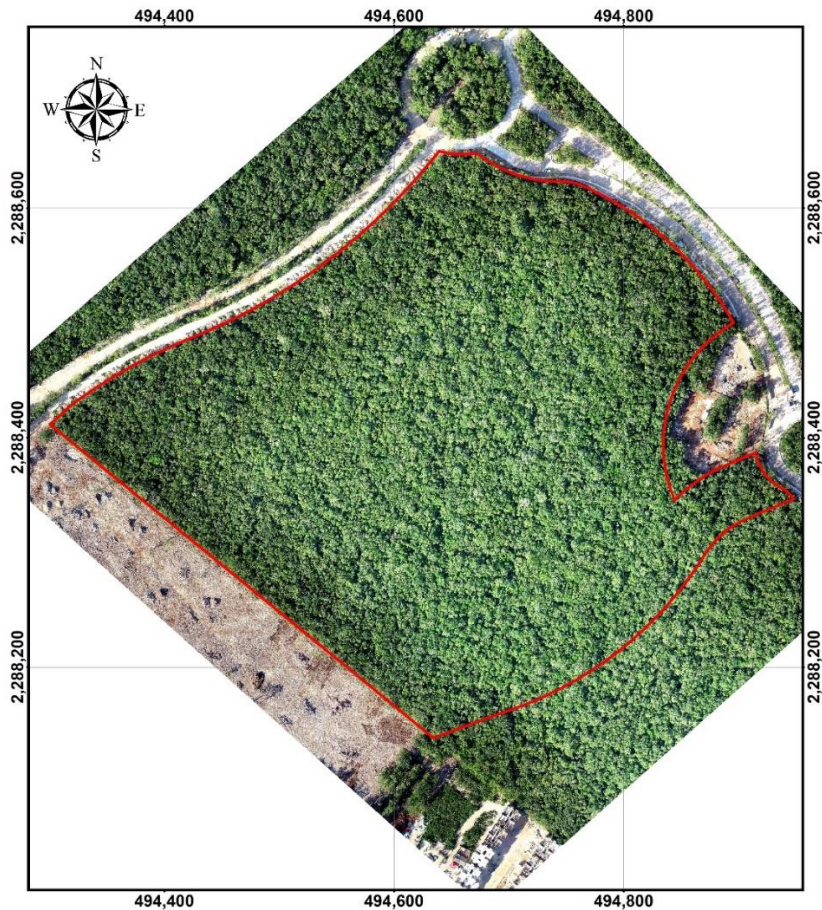


Figura III:4. Imagen obtenida con vuelo de dron que muestra el uso de suelo actual del predio, correspondiente con la vegetación original. Imagen obtenida el 12 de septiembre de 2019.

Criterio	Descripción
CU-19	El desarrollo de proyectos en las áreas de reserva urbana se realizará de acuerdo con la programación prevista en el plan o programa director de desarrollo urbano que le corresponda.

El predio del proyecto se encuentra regulado por el Programa Parcial de Desarrollo Urbano del polígono de actuación “El Jesusito”, que establece los parámetros de aprovechamiento, los cuales serán cumplidos a cabalidad como se describe en el apartado correspondiente; dando así un correcto cumplimiento al presente criterio.

Criterio	Descripción
CU-20	Alrededor de los cenotes y accesos a cuevas se deberá mantener una franja perimetral de protección constituida por vegetación natural, con una anchura equivalente a la anchura máxima del espejo de agua. En esta franja sólo se permitirá el aclareo de hasta el 10 % de su cobertura y la remoción de árboles jóvenes de hasta 10 cm de diámetro, siempre y cuando la autoridad competente por excepción otorgue el cambio de uso de suelo en esta superficie.

No se registra la presencia de cenotes ni de cuevas dentro del predio del proyecto, por lo que el presente criterio no tiene aplicación sobre las actividades de construcción del fraccionamiento habitacional **Senderos Poniente**.

Criterio	Descripción
CU-21	En el aprovechamiento de los cuerpos de agua continentales (cenotes, cuevas inundadas o lagunas) y otras formaciones cársticas (cuevas secas, rejolladas o chuntunes) sólo se permite el establecimiento de estructuras ligeras y de tipo temporal fuera del cuerpo de agua o estructura cárstica y de la franja de protección.

El presente proyecto comprende únicamente las actividades de construcción de un fraccionamiento habitacional por lo que no se pretende el aprovechamiento de cenotes, ni cuevas inundadas, ni lagunas; además de que estas formaciones no se localizan dentro del predio, por lo que el presente criterio no tiene aplicación sobre las actividades del proyecto.

Criterio	Descripción
CU-22	Las aguas residuales deberán canalizarse hacia las plantas de tratamiento de aguas residuales operadas por la Comisión de Agua Potable y Alcantarillado o el organismo operador autorizado por esta instancia. En el caso de que no existan plantas de tratamiento que puedan atender la demanda del proyecto, el promovente deberá instalar una planta que cumpla con las condiciones establecidas en la normatividad vigente en materia de aguas residuales tratadas.

Las actividades de construcción del fraccionamiento habitacional Senderos Poniente, contemplan la instalación de la red sanitaria interna que conectará con la red de drenaje municipal del municipio de Solidaridad, que desembocará en alguna planta de tratamiento operada por el municipio, por lo que el proyecto acata lo dispuesto en el presente criterio.

Criterio	Descripción
CU-23	El manejo y disposición final de los lodos y otros residuos generados en el tratamiento de las aguas residuales es responsabilidad del propietario del sistema de tratamiento que los genere, quien deberá presentar un reporte semestral ante la autoridad correspondiente, turnando una copia a la SEDUMA para la inclusión de los resultados en la Bitácora Ambiental, que indique el volumen de agua tratado, tipo y características de los lodos y otros residuos generados, tratamiento aplicado a los lodos, resultados del análisis CRETIB y sitio o forma de disposición final.

El proyecto contempla la instalación de la red sanitaria interna que conectará con la red de drenaje municipal del municipio de Solidaridad, que desembocará en alguna planta de tratamiento operada por el municipio, por lo que no generará lodos producto del tratamiento de aguas residuales. Sin embargo, durante la construcción sí habrá generación de aguas residuales, provenientes de los baños portátiles que se instalarán para el uso de trabajadores. La limpieza y traslado de las aguas residuales contenidas en los baños portátiles a plantas de tratamiento será realizado por la empresa arrendadora.

Criterio	Descripción
CU-24	En las áreas de aprovechamiento proyectadas se deberá mantener en pie la vegetación arbórea y palmas de la vegetación original que por diseño del proyecto coincidan con las áreas destinadas a camellones, parques, jardines, áreas verdes, áreas de donación o áreas de equipamiento, de tal forma que estos individuos se integren al proyecto.

La superficie que no está destinada a la urbanización será conservada con sus condiciones originales; conformando áreas verdes naturales compuestas por vegetación secundaria arbórea derivada de selva mediana subperennifolia; mismas que mantendrán en pie la vegetación arbórea, palmas, y el resto de la vegetación presente. El proyecto cumple lo establecido en el presente criterio debido a que estas áreas verdes naturales mantendrán en pie la vegetación existente.

Criterio	Descripción
CU-25	La superficie de aprovechamiento de un predio, así como sus coeficientes de uso (CUS) y ocupación del suelo (COS), estarán en función de lo que determine el programa o plan de desarrollo urbano vigente que le aplique. Sólo se permite el desmonte de la superficie que resulte de multiplicar el Coeficiente de Modificación del Suelo por la superficie total del predio, para lo cual deberá obtener de manera previa la autorización por excepción del cambio de uso del suelo en terrenos forestales y las autorizaciones estatales y municipales respectivas. Será obligatorio mantener la superficie remanente con la vegetación original. En el caso que la superficie remanente se encuentre afectada o que carezca de vegetación, el promovente deberá procurar su restauración o reforestación.

El predio del proyecto, está regulado por el Programa Parcial de Desarrollo Urbano del polígono de “El Jesusito”, el cual define los parámetros de aprovechamiento, incluyendo el COS, el CUS y el Coeficiente de Modificación; mismos que serán cumplidos a cabalidad, como se describe en el apartado correspondiente. El proyecto cumple con el presente criterio ya que se respetarán los parámetros de aprovechamiento aplicables

La superficie que no es aprovechable, será mantenida con su vegetación original, y no se presentan actualmente áreas desmontadas ni carentes de vegetación, por lo que no se requerirán de la aplicación de medidas de restauración ambiental.

Finalmente, debido a que el predio está regulado por un Programa Parcial de Desarrollo Urbano, no es necesaria la autorización por excepción del cambio de uso del suelo en terrenos forestales.

Criterio	Descripción
CU-26	Para el aprovechamiento o uso de especies vegetales o animales silvestres o nativas, partes de ellas o subproductos de los mismos, así como de los recursos forestales, se requiere que estos productos provengan de UMA's o Productores Forestales autorizados y den cumplimiento a lo establecido en la normatividad aplicable.

El proyecto comprende la construcción de un fraccionamiento habitacional, por lo que no se pretende el aprovechamiento o uso de especies vegetales o animales silvestres o nativas,

partes de ellas o subproductos de los mismos, ya que la naturaleza del proyecto es urbana, por lo que el presente criterio no tiene aplicación sobre las actividades que se llevarán a cabo.

Criterio	Descripción
CU-27	Se deberán mantener en pie e integrar al diseño del proyecto los árboles con diámetro normal (1.30 cm del suelo) igual o mayor a 40 cm. Para evitar daño a las raíces deberá establecerse un radio de protección de 5 m alrededor del tronco del árbol.

Durante la construcción, se mantendrán en pie los árboles con diámetro mayor a 40 cm dentro del predio. La vegetación forestal presente es característica de Vegetación Secundaria de Selva Media Subperennifolia, donde los diámetros normales son mayormente de menos de 40 cm; y durante el muestreo de vegetación realizado para el presente estudio, se encontró únicamente un individuo de la especie con diámetro mayor a este diámetro correspondiente a la especie *Lysiloma latisiliquum*, el cual se prevé que sea mantenido dentro de un área verde natural insertada dentro del fraccionamiento habitacional, dando así un correcto cumplimiento al presente criterio.

Adicionalmente, la especie *Lysiloma latisiliquum* es de las que se registró en mayor número dentro del predio, con abundantes individuos en todos los rangos de diámetros menores a 40 cm, muchos de los cuales serán rescatados por la implementación del Programa de Rescate y Reubicación de Vegetación. Esta especie no es considerada una especie prioritaria por lo que se llegase a removerse el individuo registrado que supera el diámetro mencionado, no mermaría la diversidad de la vegetación presente en la zona; sin embargo, se prevé que dicho árbol se localice dentro del un área verde natural.

Criterio	Descripción
CU-28	Se permite la instalación temporal de plantas de premezclado, dosificadoras o similares dentro del área de desmonte permitida en el interior de predios para abastecer al proyecto, únicamente durante su construcción. Debiendo ser retiradas una vez que se concluya la construcción del mismo. El área ocupada por la planta deberá integrarse al proyecto.

Durante la urbanización y la construcción, se hará uso de plantas de premezclado de manera temporal, mismas que serán instaladas dentro de las áreas a modificar para evitar afectaciones a otras superficies fuera de las que se vayan a construir. Una vez que cumpla su función, serán retiradas del sitio, dando así un correcto cumplimiento al presente criterio.

Criterio	Descripción
CU-29	Las plantas de premezclado, dosificadoras o similares deberán contar con un programa de cumplimiento ambiental autorizado por la SEDUMA para la regulación de emisiones a la atmósfera, ruido y generación de residuos peligrosos, que dé cumplimiento a la normatividad vigente. Este programa se deberá presentar junto con la manifestación de impacto ambiental de la planta.

El uso de plantas de premezclado en el proyecto, será operado por una empresa constructora la cual contará con los permisos necesarios para la operación de la maquinaria y equipo especializado para la construcción. El equipo que se contratará cumplirá con la normatividad

vigente para la regulación de emisiones a la atmósfera, ruido, y generación de residuos ante las autoridades competentes; por lo que el presente criterio se cumplirá adecuadamente.

Criterio	Descripción
CU-30	Se deberá instalar una malla perimetral para reducir la emisión de polvos hacia el exterior de las áreas de trabajo y reducir el impacto visual.

Se realizará la instalación de una malla perimetral para reducir la emisión de polvos hacia el exterior, reduciendo también, el impacto visual de la construcción del proyecto, por lo que el presente criterio será cumplido a cabalidad.

Criterio	Descripción
CU-31	Durante el transporte de materiales pétreos éstos deberán humedecerse y cubrirse con una lona antidispersante, la que se debe sujetarse adecuadamente y encontrarse en buen estado, con objeto de minimizar la dispersión de partículas de polvo.

Durante urbanización y edificación de viviendas, las necesidades de material pétreo para construcción serán cubiertas en primera instancia por lo generado de los movimientos de tierra; y en segunda instancia, serán proveídos por una fuente o banco de material autorizados. En todo momento el material pétreo transportado será humedecido y cubierto con lona antidispersante, dando así un correcto cumplimiento al presente criterio.

Criterio	Descripción
CU-32	En predios urbanos en los que existan manglares deberá cumplirse lo establecido en la Ley General de Vida Silvestre y las Normas Oficiales Mexicanas aplicables.

En el predio del proyecto no se localizan manglares, por lo que lo establecido en el presente criterio no tiene aplicación sobre las obras de construcción del fraccionamiento habitacional.

Criterio	Descripción
CU-33	En el desarrollo u operación de cualquier tipo de proyecto se debe evitar el derrame al suelo o cuerpos de agua de combustibles, lubricantes, grasas, aceites, pinturas u otras sustancias potencialmente contaminantes. De igual manera, se deberá evitar la disposición inadecuada de materiales impregnados con estas sustancias o de sus recipientes. En este sentido el promovente deberá manifestar el tipo de sustancias potencialmente contaminantes que empleará en las distintas etapas del proyecto, así como las medidas de prevención, mitigación y, en su caso, corrección, que aplicará. Para el almacenamiento de este tipo de sustancias o sus residuos se deberá contar con un almacén que cumpla con las especificaciones establecidas en la normatividad aplicable y se deberá llevar el registro de su manejo en la bitácora del almacén.

Se requerirá del uso de maquinaria, que se verificará se encuentre en óptimas condiciones de funcionamiento, con lo cual se evitarán fugas de combustibles, lubricantes, grasas y aceites hacia el suelo o hacia cuerpos de agua.

Por otra parte, se prevé se generen residuos correspondientes con envases y materiales impregnados de combustibles, lubricantes, grasas y aceites; en cantidades mínimas. El área de almacenamiento de este tipo de productos, tendrá una zona destinada al almacenamiento de químicos, que cumplirá con todos los lineamientos en ese sentido.

El área de almacenamiento propuesta tomará en cuenta las condiciones requeridas por el Reglamento de la Ley General Del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Residuos Peligrosos, tomando en consideración al menos las siguientes condiciones, de acuerdo a los artículos 15 y 16 de la Ley:

- Estará separadas de las áreas de servicios, oficinas y de almacenamiento de materias primas o productos terminados;
- Estará ubicadas en zonas donde se reduzcan los riesgos por posibles emisiones, fugas, incendios, explosiones e inundaciones;
- Contará con muros de contención, y retención para la captación de los residuos o de los lixiviados;
- Se contará con un espacio lo suficientemente amplio, que permita el tránsito de los grupos de seguridad y bomberos en casos de emergencia;
- Se contará con un con sistema de extinción contra incendios con las especificaciones que marca el artículo 15 de esta ley
- Contará con señalamientos y letreros alusivos a la peligrosidad de los mismos, en lugares y formas visibles.
- No existirán 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;
- El material de las paredes será no inflamable;
- Se contará ventilación natural.
- Estará cubierta, protegida de la intemperie.

Su disposición final se llevará a cabo con recolectores autorizados por la federación. Con estas acciones se da un correcto cumplimiento al presente criterio.

III.2.2.2 Criterios de Regulación Ecológica de carácter específico

Criterio	Lineamientos para el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales
CE-23	Se permite el uso urbano con una densidad bruta de hasta 40 viviendas por hectárea, de conformidad con la normatividad aplicable en la materia.

El presente criterio específico permite una densidad de 40 viviendas por hectárea, que corresponden a un total de 571 viviendas para el área aprovechable del predio. Sin embargo, este actualmente se encuentra regulado por el Programa Parcial de Desarrollo Urbano (PPDU) “El Jesusito”, que establece una densidad máxima total de 1,344 viviendas para 14.29 ha; es decir, 94.05 viviendas por hectárea que corresponde a una densidad mayor que la permitida en este criterio.

En concordancia con el criterio específico CE-24 del presente instrumento de regulación, que establece la incorporación de áreas urbanas a los centros de población una vez que cuenten con un instrumento de regulación urbana, la densidad aplicable para el proyecto actualmente corresponde a la establecida en el PPDU “El Jesusito”; es decir, 1,344 viviendas. Sin embargo, se proyecta la construcción de 555 viviendas; un número menor al permitido, por lo que el proyecto respeta la densidad permitida aplicable para este predio.

Criterio	Lineamientos para el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales
CE-24	La incorporación como nuevas áreas urbanas a los centros de población estará sujeta a la elaboración de los instrumentos de planeación urbana establecidos en la Ley de Asentamientos Humanos del Estado de Quintana Roo.

Actualmente, el predio del proyecto se inserta dentro del polígono de actuación del Programa Parcial de Desarrollo Urbano “El Jesusito”, por lo que actualmente el área es considerada una nueva área urbana factible de ser desarrollada. En este sentido, la construcción de viviendas es concordante con lo establecido en el presente criterio.

Criterio	Lineamientos para la preservación, restauración y mejoramiento del ambiente
CE-116	La superficie máxima de aprovechamiento para el uso urbano no podrá exceder de los límites establecidos en la ley de fraccionamientos del estado de Quintana Roo, en donde se realizará el desplante de las edificaciones, obra exterior, circulaciones, áreas verdes y cualquier otra obra o servicio relativo al uso permitido. La superficie restante deberá mantenerse en condiciones naturales.

El predio del proyecto se localiza dentro del polígono de actuación “El Jesusito” y cuenta con un Programa Parcial de Desarrollo Urbano (PPDU), que establece el coeficiente de ocupación del suelo (COS), el coeficiente de utilización del suelo (CUS) y el coeficiente de modificación del suelo (CMS). En el **Cuadro III:7** se muestran los valores permitidos que establece el PPDU aplicable, y los que pretende ocupar el proyecto **Senderos Poniente**; observándose su cumplimiento.

Cuadro III:7. Superficie a afectar (en m²) con respecto a la cobertura vegetal del área del proyecto.

	Zona	No. de lote	Sup. (ha)	Viviendas por macrolote	COS Vivienda		CUS Vivienda		CMS Total	
					Sup. m ²	%	Sup. Const. ha	%	Sup. ha	%
PPDU	Habitacional Plurifamiliar	15	14.29	1,344	7.15	50	28.58	2.0	10.72	75
Proyecto				555	4.81	34	17.76	1.24	10.61	74

Los parámetros de construcción para el proyecto no exceden los permitidos por el instrumento de regulación urbana aplicable, por lo que el presente criterio se cumple adecuadamente.

III.3 PLANES Y PROGRAMAS DE DESARROLLO URBANO MUNICIPALES

III.3.1 Programa Parcial de Desarrollo Urbano “El Jesusito”

El predio se ubica dentro del polígono de actuación del Programa Parcial de Desarrollo Urbano “El Jesusito” (PPDUEJ), específicamente dentro del lote número 15 (**Figura III:5**).

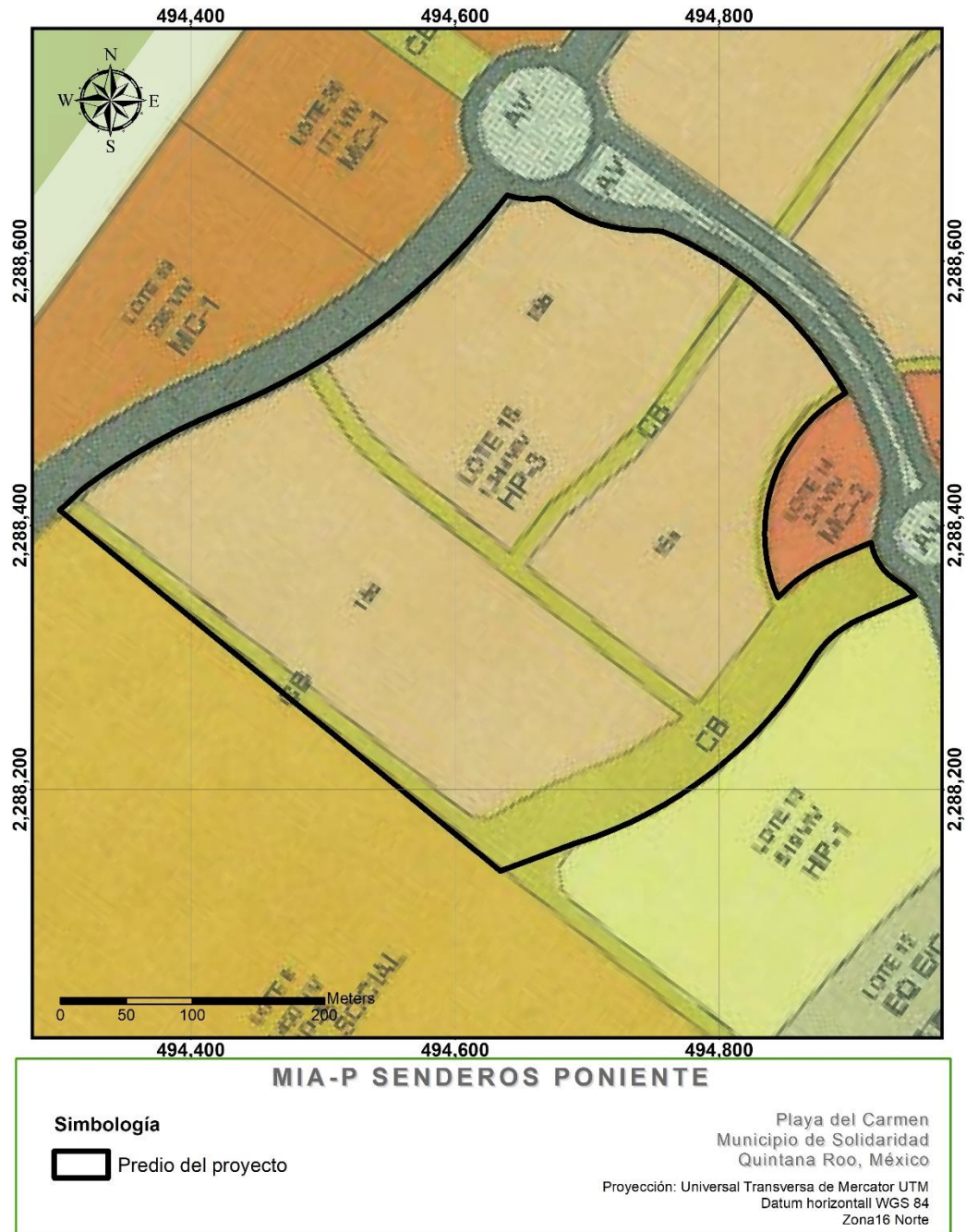


Figura III:5. Ubicación del predio dentro del Programa Parcial de Desarrollo Urbano “El Jesusito” 2015-2042. Fuente: Elaboración propia a partir del PPDUEJ.

El Programa Parcial de Desarrollo Urbano (2015-2042) del polígono de actuación “El Jesusito” fue aprobado por el H. Cabildo Municipal, y publicado en el Periódico Oficial del Gobierno del Estado de Quintana Roo el día 10 de marzo de 2016. De acuerdo a este programa, mismo que ordena el territorio en lotes, el predio del proyecto está compuesto por el lote número 15, al que le corresponde el uso Habitacional plurifamiliar (HP-3); lo que significa que las edificaciones construidas podrán ser unifamiliares o plurifamiliares.

Con respecto a la superficie aprovechable, el lote número 15 posee al interior un corredor biológico, de lo que resultan tres secciones aprovechables: la sección A con 3.27 ha (32,700 m²), la sección B con 4.55 ha (45,500 m²) y la sección C con 6.46 ha (64,600 m²). De acuerdo a este instrumento de planeación urbana, el total de la superficie aprovechable para el lote número 15, es de 14.29 ha¹¹ (142,900 m²) (**Figura III:6**). Este Programa Parcial de Desarrollo Urbano, establece que, aunque los corredores biológicos podrán ser modificados en cuanto a su dimensión, trayectoria e incrementarse la superficie especificada en el PPDU, no podrá ser disminuida la superficie destinada a éstos. Finalmente, se establece un número máximo de viviendas de 1,344 para las 14.29 ha destinadas para aprovechamiento.

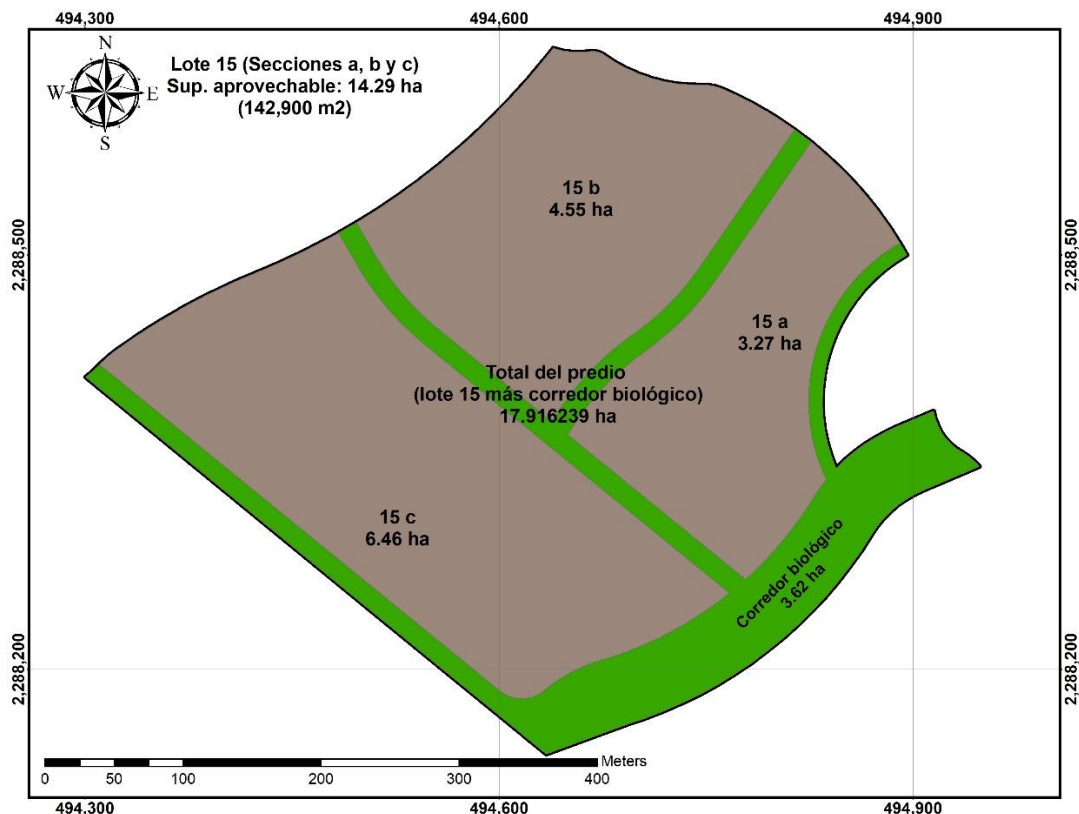


Figura III:6. División del lote número 15 en tres secciones: a, b y c. Nota: La superficie del predio que corresponde con los corredores biológicos marcados originalmente en el PPDUEJ, es de 36,218.99 m².

¹¹ La diferencia de 0.01 hectáreas de la superficie aprovechable respecto a la suma de las secciones A, B y C, se debe a que el PPDUEJ reporta las superficies en hectáreas con únicamente dos decimales de precisión.

Respecto al cumplimiento de los lineamientos de construcción aplicables al lote 15, el PPDUJ establece que: el coeficiente de ocupación del suelo (COS) no podrá ser mayor del 50% para la edificación de viviendas; el coeficiente de utilización del suelo (CUS) no deberá ser superior al 2.00, y el coeficiente de modificación del suelo (CMS) no rebasará el 75% del terreno. La altura máxima de las edificaciones no excederá de seis niveles o 24 metros de altura. El número mínimo de cajones de estacionamiento por vivienda será de 0.75 cajón. Las restricciones de los lotes serán: frontal 6.00 m, lateral 1.50 m de un solo lado y posterior 2.00 m.

En el **Cuadro III:8** se sintetizan los valores que establece el PPDU “El Jesusito” para el lote número 15.

Cuadro III:8. Tabla 76, Tabla de Normatividad del PPDU “El Jesusito” 2015-2042.

Zona			No. de lote	Superficie ha	Viviendas por lote	COS		CUS		Alturas		CMS Total	
						Ha	%	Ha	%	Niveles	Metros	Ha	%
Habitacional	Plurifamiliar	HP-3	15	14.29	1,344	7.15	50	28.58	2.0	6	24	10.72	75

El coeficiente de ocupación del suelo (COS), para el caso del uso de suelo HP-3 aplicable al lote 15, es del 50%; es decir, 7.15 ha de acuerdo a la tabla de normatividad del PPDUJ 2015-2042. En este sentido, el proyecto **Senderos Poniente** pretende la ocupación de un máximo de 48,084.70 m² que equivalen al 33.65% de la superficie aprovechable. Esta superficie está compuesta por hasta un 75% del área de las Unidades multifamiliares y hasta un 80% del área de las Unidades Unifamiliares (**Cuadro III:9**), como está establecido en el reglamento de construcción del fraccionamiento habitacional, adjunto a la presente MIA-P. En este sentido, el proyecto da cumplimiento a este lineamiento ya que el COS para el proyecto será de hasta un 33.65%.

Cuadro III:9. Superficies cuantificables para el COS

Obra	Porcentaje máximo de ocupación (%)	Superficie (m2)
Unidades multifamiliares	75	11,124.70
Unidades unifamiliares	80	36,960.00
TOTAL		48,084.70

Adicionalmente, el Coeficiente de Utilización del Suelo (CUS) máximo permitido para el lote 15 es de 2.0, mismo que será respetado en todas las Unidades tanto multifamiliares como Unifamiliares. Para el caso de las Unidades Unifamiliares, se proyectan viviendas de hasta 3 plantas, y para las Unidades Multifamiliares se proyectan edificaciones de hasta 6 plantas con un máximo de 24 m de altura. Tomando en consideración lo anterior, el CUS máximo que ocuparía el proyecto **Senderos Poniente**, sería de 1.24, asumiendo los porcentajes máximos

posibles de ocupación (**Cuadro III:10**). De esta manera, el proyecto cumple cabalmente este lineamiento.

Cuadro III:10. Superficies cuantificables para el CUS

Obra	Porcentaje máximo de ocupación (%)	Superficie (m ²)	Niveles	Superficie cuantificable para el CUS (m ²)
Unidades multifamiliares	75	11,124.70	6	66,748.20
Unidades unifamiliares	80	36,960.00	3	110,880.00
TOTAL		48,084.70		177,628.20
CUS respecto al área aprovechable (14.29 ha)				1.24

Respecto al Coeficiente de Modificación del Suelo (CMS), el PPDUEJ 2015-2042 establece que, no podrá ser mayor al 75% del terreno. En este sentido, el proyecto modificará las superficies correspondientes a las Unidades Multifamiliares en hasta un 75% de la superficie, las unidades Unifamiliares en hasta un 80% de su superficie, el área correspondiente a la caseta de vigilancia en el acceso, la fuente, las vialidades, y hasta el 70 % de la superficie de los arriates. Esto significa que de las Unidades Multifamiliares se mantendrá sin modificar al menos un 25% de la superficie, de las unidades Unifamiliares se mantendrá sin modificar al menos un 20% de la superficie, y de los arriates se mantendrá sin modificar al menos un 25% de la superficie (**Cuadro III:11**). En este sentido, el CMS para el proyecto **Senderos Poniente** será de 74.24% equivalentes a 106,088.72 m², por lo que respeta este lineamiento del PPDUEJ.

Cuadro III:11. Superficies cuantificables para el CMS

Elemento del proyecto	Superficie (m ²)	Desplante (m ²)
Caseta	12.60	12.60
Fuente	94.01	94.01
Arriates ¹²	6,356.57	4,449.60
Unidades multifamiliares ¹³	16,626.13	12,469.60
Unidades unifamiliares ¹⁴	76,696.50	61,357.20
Vialidades	27,705.71	27,705.71
Total general	179,162.39	106,088.72
Total aprovechable (sin corredores)	142,900.00	74.239%

Respecto a las alturas máximas permitidas, se aclara que las Unidades Multifamiliares tendrán un máximo de 6 niveles y 24 m de altura, y las Unidades Unifamiliares tendrán un máximo de 3 niveles, por lo que se respetará en todo momento este lineamiento.

¹² El porcentaje máximo de desplante de los arriates es de 70%.

¹³ El porcentaje máximo de desplante de las Unidades Multifamiliares es de 75%.

¹⁴ El porcentaje máximo de desplante de las Unidades Unifamiliares es de 80%.

El número de viviendas permitidas es de 1,344; sin embargo, con el proyecto construirán 555 viviendas por lo que no se rebasa el permitido por el PPDU, cumpliendo así este lineamiento.

Respecto al lineamiento sobre cajones de estacionamiento, el proyecto contempla los suficientes cajones de estacionamiento para las 555 viviendas proyectadas en una proporción mayor a 0.75 cajones por vivienda.

Las restricciones aplicables al lote, que son de 6 m al frente, 1.5 m de un lado y de 3 m al fondo, serán respetadas cabalmente; ya que al frente del lote se encuentran las Unidades unifamiliares con mayor longitud para respetar este parámetro, y en cuanto a las restricciones de fondo y a un lado, estas áreas corresponden a corredores biológicos, por lo que no se modificarán.

Finalmente, este Programa Parcial de Desarrollo Urbano, establece que, aunque los corredores biológicos podrán ser modificados en cuanto a su dimensión, trayectoria e incrementarse la superficie especificada, no podrá ser disminuida la superficie destinada a éstos. En este sentido, la superficie destinada a corredores biológicos se incrementa ligeramente, debido a que se destina una nueva área para este uso en sustitución de algunas zonas originalmente marcadas como corredores biológicos y posteriormente destinadas a vialidades (**Figura III:7**). Originalmente, la superficie asignada por el PPDU para curredores biológicos corresponde a 36,218.99 m² y con el planteamiento del proyecto Senderos Poniente, será de 36,315.72 m².

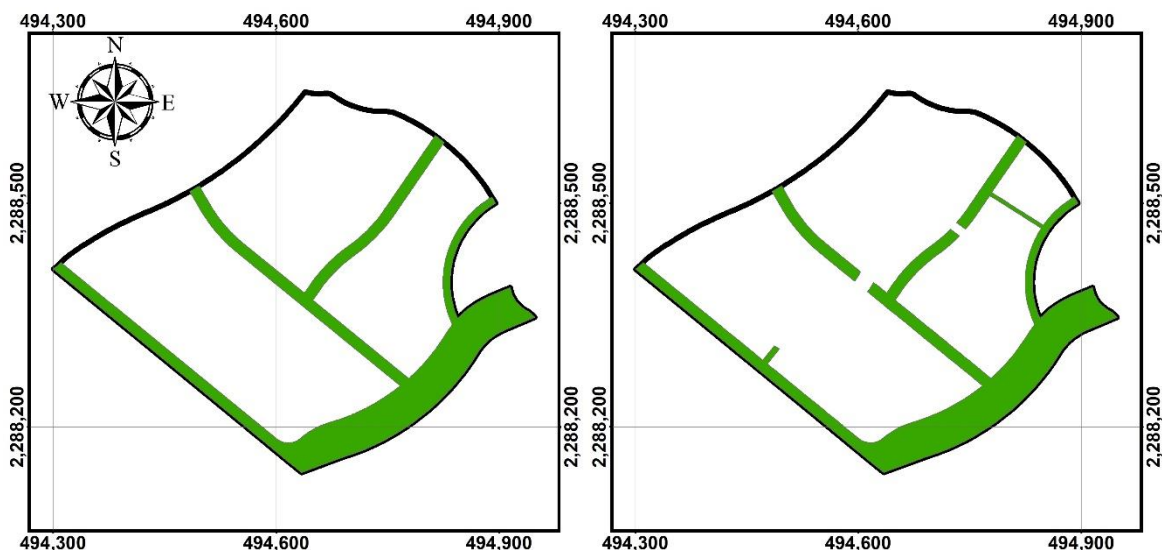


Figura III:7. Arreglo espacial de los corredores biológicos. Izquierda: Corredores biológicos planteados en el PPDUEJ; Derecha: Corredores biológicos resultantes en el proyecto Senderos Poniente.

De esta manera, el proyecto Senderos Poniente cumple correctamente los lineamientos de construcción establecidos en el PPDUEJ 2015-2042.

III.4 PROGRAMAS DE RECUPERACIÓN Y RESTABLECIMIENTO DE LAS ZONAS DE RESTAURACIÓN ECOLÓGICA

No existen programas de recuperación y restablecimiento, puesto que no se trata de una zona de restauración ecológica, sino de un polígono de actuación con vocación urbana, dentro de una reserva urbana de crecimiento, según lo marca el Programa de Ordenamiento Ecológico Local y el Programa Parcial de Desarrollo Urbano que regulan la zona.

III.5 NORMAS OFICIALES MEXICANAS

III.5.1.1 NOM-059-SEMARNAT-2010

La NOM-059-SEMARNAT-2011 tiene por objeto *“identificar las especies o poblaciones de flora y fauna silvestres en riesgo en la República Mexicana, mediante integración de las listas correspondientes, así como establecer los criterios de inclusión, exclusión o cambio de categoría de riesgo para las especies de poblaciones, mediante un método de evaluación de su riesgo de extinción y es de observancia obligatoria en todo el Territorio Nacional, 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, establecidas por esta Norma”*.

Es así que se establecen las siguientes categorías de riesgo:

“2.2.1 Probablemente extinta en el medio silvestre (E). Aquella especie nativa de México cuyos ejemplares en vida libre dentro del Territorio Nacional han desaparecido, hasta donde la documentación y los estudios realizados lo prueban, y de lo cual se conoce la existencia de ejemplares vivos, en confinamiento o fuera del Territorio Mexicano.

2.2.2 En peligro de extinción (P). Aquellas cuyas áreas de distribución o tamaño de sus poblaciones en el Territorio Nacional han disminuido drásticamente poniendo en riesgo su viabilidad biológica en todo su hábitat natural, debido a factores tales como la destrucción o modificación drástica del hábitat, aprovechamiento no sustentable, enfermedades o depredación, entre otros.

2.2.3 Amenazadas (A). Aquellas que podrían llegar a encontrarse en peligro de desaparecer a corto o mediano plazo, si siguen operando los factores que inciden negativamente en su viabilidad, al ocasionar el deterioro o modificación de su hábitat o disminuir directamente el tamaño de sus poblaciones.

2.2.4 Sujetas a protección especial (Pr). Aquellas que podrían llegar a encontrarse amenazadas por factores que inciden negativamente en su viabilidad, por lo que se determina la necesidad

de propiciar su recuperación y conservación o la recuperación y conservación de poblaciones de especies asociadas”.

En el predio se encontraron cuatro especies listadas en la presente Norma; dos de flora y seis de fauna. Por tanto, previo al inicio de obra, se implementarán Programas de Rescate y Reubicación de Vegetación y Fauna, para la reubicación y salvaguarda de los individuos de dichas especies.

III.5.1.2 Norma Oficial Mexicana NOM-161-SEMARNAT-2011

La NOM-059-SEMARNAT-2011 tiene por objeto:

“2.1 Establecer los criterios que deberán considerar las Entidades Federativas y sus Municipios para solicitar a la Secretaría la inclusión de otros Residuos de Manejo Especial, de conformidad con la fracción IX del artículo 19 de la Ley.

2.2 Establecer los criterios para determinar los Residuos de Manejo Especial que estarán sujetos a Plan de Manejo y el Listado de los mismos.

2.3 Establecer los criterios que deberán considerar las Entidades Federativas y sus Municipios para solicitar a la Secretaría la inclusión o exclusión del Listado de los Residuos de Manejo Especial sujetos a un Plan de Manejo.

2.4 Establecer los elementos y procedimientos para la elaboración e implementación de los Planes de Manejo de Residuos de Manejo Especial.

2.5 Establecer los procedimientos para que las Entidades Federativas y sus Municipios soliciten la inclusión o exclusión de Residuos de Manejo Especial del Listado de la presente Norma”.

Esta Norma aplica a:

“3.1 Los grandes generadores de Residuos de Manejo Especial.

3.2 Los grandes generadores de Residuos Sólidos Urbanos.

3.3 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.

3.4 Las entidades federativas que intervengan en los procesos establecidos en la presente Norma.

Con respecto al *Listado de Residuos de Manejo Especial sujetos a presentar Plan de Manejo*, al presente proyecto le corresponde:

“VII. Residuos de la construcción, mantenimiento y demolición en general, que se generen en una obra en una cantidad mayor a 80 m³”.

En este sentido, el proyecto implementará el Plan de Manejo de Residuos correspondiente, evaluado por la autoridad competente; estableciendo el manejo de los diferentes residuos generados.

III.6 DECRETOS Y PROGRAMAS DE MANEJO DE ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS

El predio del proyecto no se encuentra al interior de ninguna área natural protegida, ni federal ni estatal (**Figura III:8**), por lo que no le corresponde el cumplimiento del plan de manejo de ninguna de estas áreas protegidas.

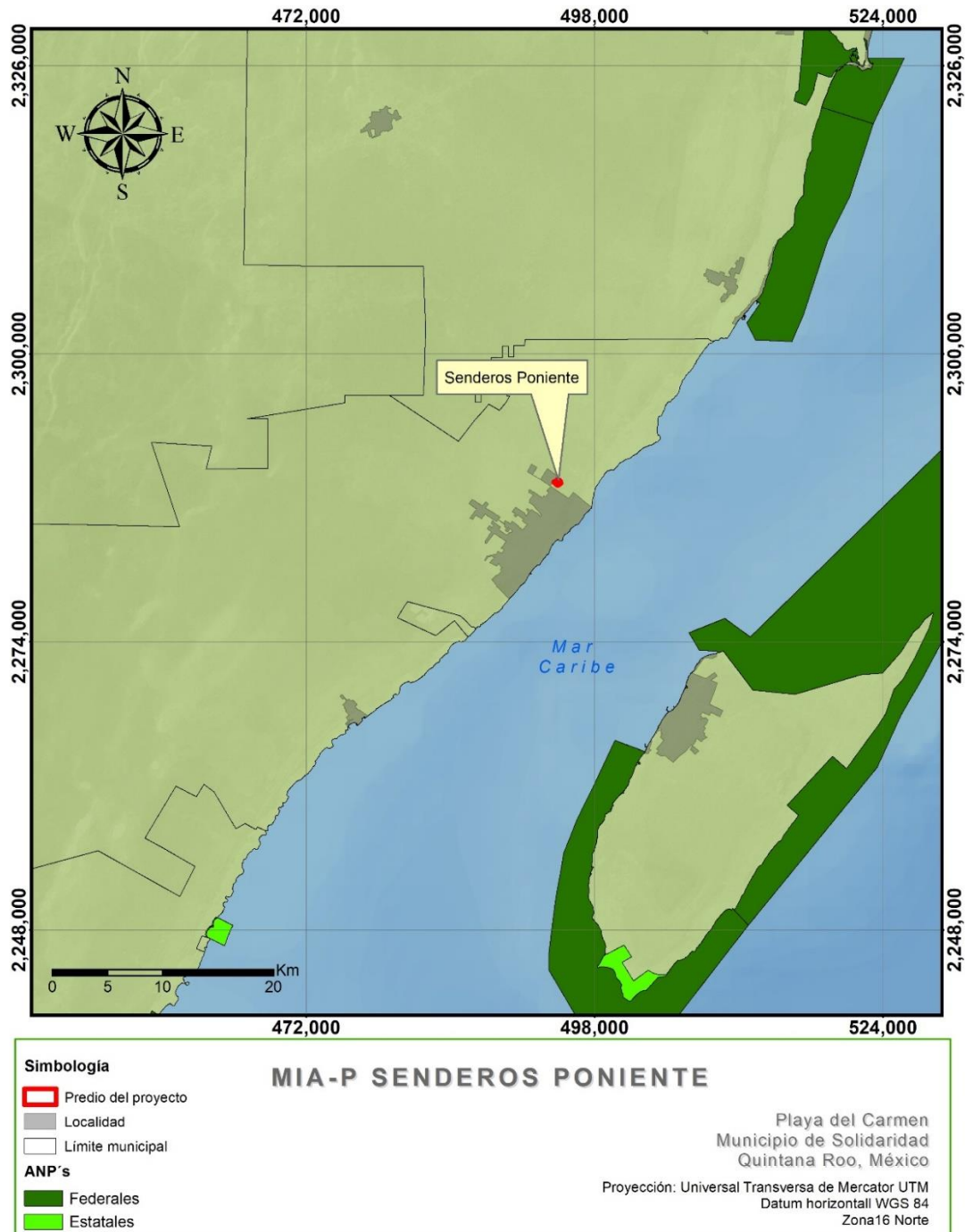


Figura III:8. Ubicación del predio del proyecto Senderos Poniente respecto a ANP's

III.7 OTROS INSTRUMENTOS A CONSIDERAR

III.7.1 Regiones Prioritarias para la Conservación de la CONABIO

Con el fin de optimizar los recursos financieros, institucionales y humanos en materia de conocimiento de la biodiversidad en México, la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) ha impulsado un programa de identificación de regiones prioritarias para la biodiversidad considerando los ámbitos terrestres (regiones terrestres prioritarias), marino (regiones y sitios prioritarios marinos) y acuático epicontinental (regiones hidrológicas prioritarias). Dichas regiones se establecieron mediante talleres de especialistas que identificaron las áreas de mayor relevancia por su riqueza de especies, la presencia de organismos endémicos y el nivel de integridad ecológica; así como por la factibilidad de conservación de acuerdo a aspectos sociales, económicos y ecológicos.

Así, las Regiones Terrestres Prioritarias (RTP's) tienen por objetivo la determinación de unidades ambientales estables en la parte continental del territorio nacional, que destaquen la presencia de riqueza ecosistémica y específica mayor al resto del país, y una integridad ecológica funcional significativa, donde se tenga una oportunidad real de conservación.

Por otra parte, las Regiones Marinas Prioritarias (RMP) fueron instrumentadas entre la CONABIO, la agencia The David and Lucile Packard Foundation (PACKARD), la Agencia Internacional para el Desarrollo de la Embajada de los Estados Unidos de América (USAID), el Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza (FMCN) y el Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF); con el objetivo de incrementar el conocimiento sobre el medio marino que conduzca a acciones de mantenimiento, conservación, recuperación o restauración.

En cuanto a los sitios prioritarios marinos (SHP), constituyen un avance con respecto a las RMP, debido a que contienen una delimitación más detallada y de mayor resolución de los sitios costeros y oceánicos en comparación con las RMP que son áreas generalizadas.

Finalmente, las Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP) fueron creadas con el objetivo de obtener un diagnóstico de las principales subcuencas y sistemas acuáticos del país, considerando las características de biodiversidad y los patrones sociales y económicos de las áreas identificadas; para establecer un marco de referencia a considerar por los diferentes sectores para implementar planes de investigación, conservación, uso y manejo sostenido.

III.7.1.1 Regiones terrestres prioritarias (RTP)

La delimitación de las RTP's se hizo considerando aspectos biofísicos; así como las Áreas Naturales Protegidas delimitadas por el Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas del INE, y la Regionalización de Cuencas por la Comisión Nacional del Agua. Se definieron 152

regiones; de acuerdo con la base de metadatos geográficos, Escala 1: 1,000,000 (2004), el predio de interés no se localiza al interior de ninguna (**Figura III:9**).

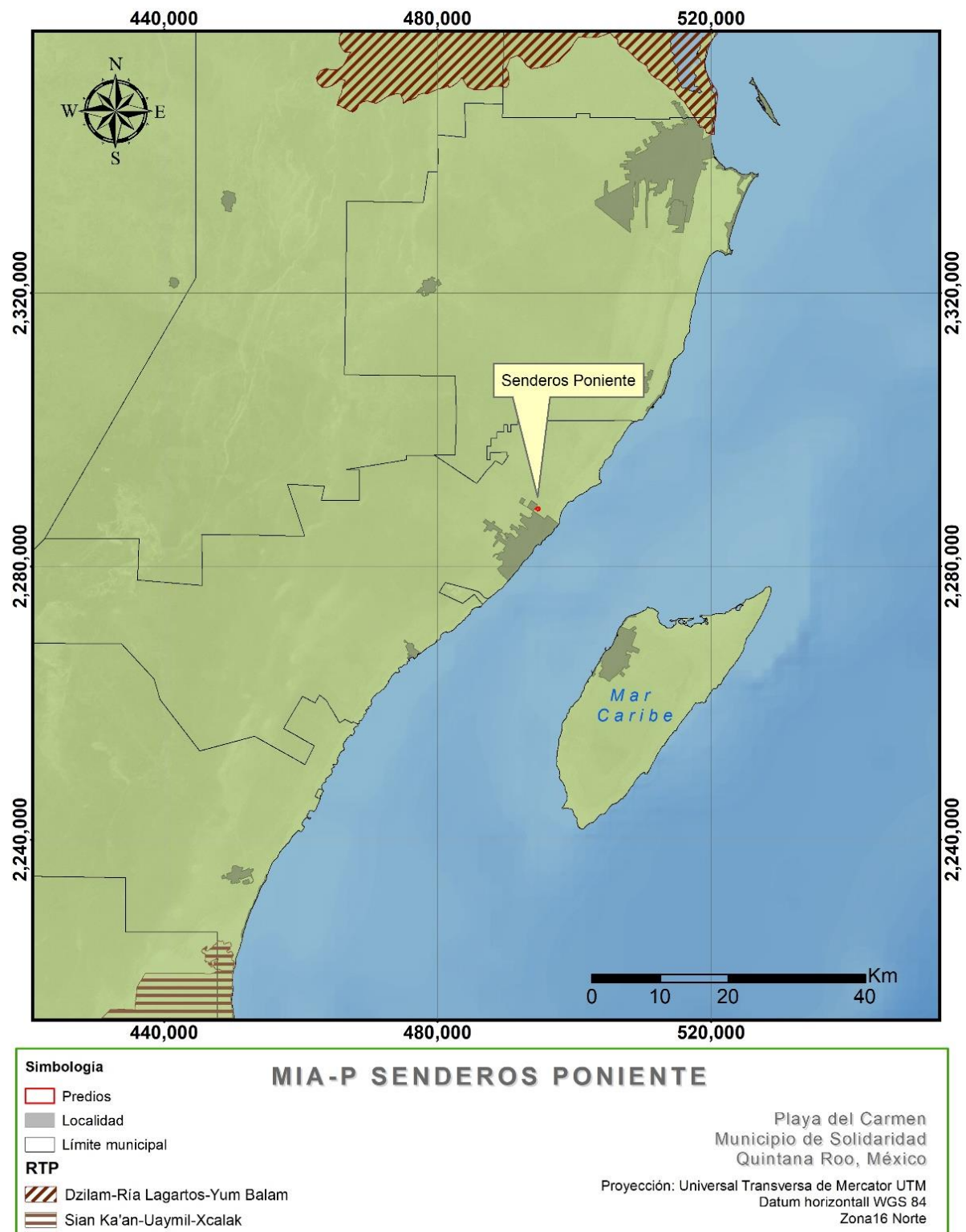


Figura III:9. Ubicación del predio del proyecto Senderos Poniente respecto a las RTP's

III.7.1.2 Regiones marinas prioritarias (RMP)

Para dar un manejo adecuado a los ecosistemas costeros y oceánicos del país, así como para favorecer la conservación de estos, la CONABIO delimitó 70 RMP's: 43 en el océano Pacífico y 27 en el Golfo de México y Mar Caribe. De acuerdo con esta delimitación, el predio de interés se encuentra fuera de los límites de las RMP's (**Figura III:10**).

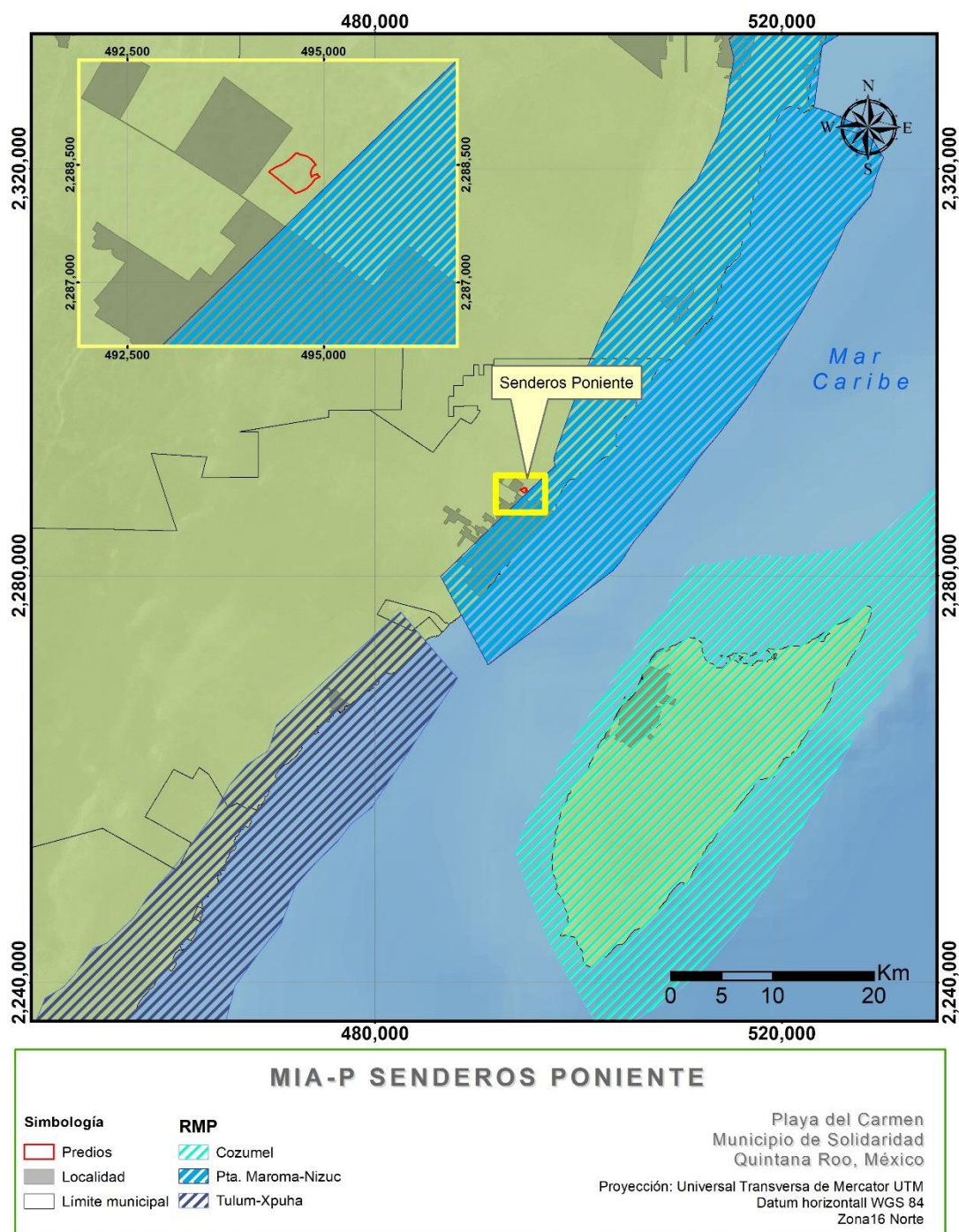


Figura III:10. Ubicación del predio del proyecto Senderos Poniente respecto a las RMP's

III.7.1.3 Sitios Marinos Prioritarios (SMP)

Por medio de los SMP's se busca la conservación de la biodiversidad marina y el mantenimiento de especies de fauna marina y aves migratorias. En particular y de acuerdo con la delimitación CONABIO-CONANP-TNC-PRONATURA, el predio de interés no se encuentra dentro de ningún SMP (**Figura III:11**).

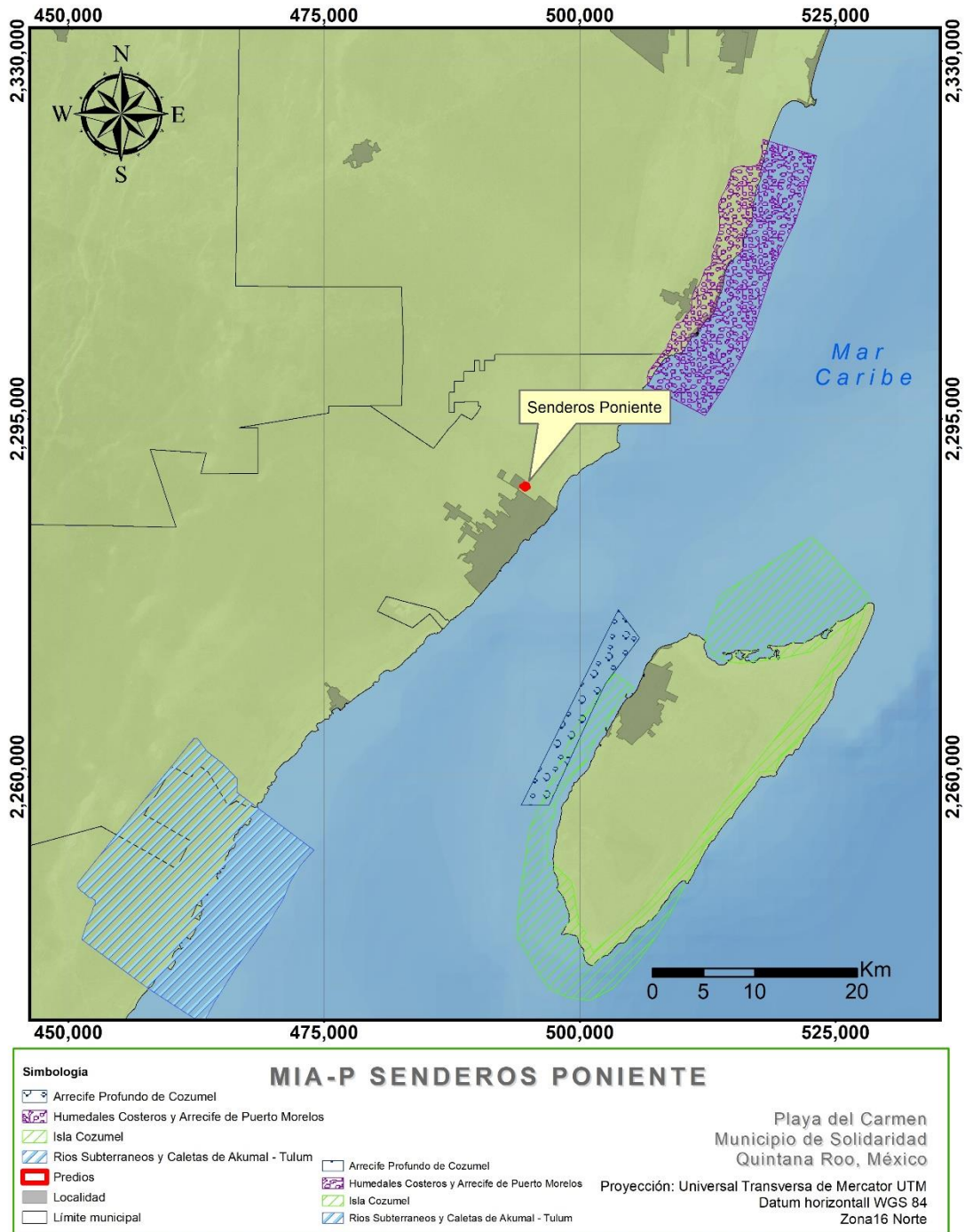


Figura III:11. Ubicación del predio del proyecto Senderos Poniente respecto a las SMP's

III.7.1.4 Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP)

La delimitación de las RHP's se realizó con base en la biodiversidad encontrada en los humedales, lagos, ríos, estanques, corrientes, aguas subterráneas, manantiales, cavernas sumergidas, planicies de inundación, entre otros.

El estudio de estas regiones y la importancia de su delimitación y manejo adecuado, derivan de las evidencias de la pérdida del hábitat para gran cantidad de especies que habitan estas zonas. Lo anterior como consecuencia de la explotación desmedida del recurso hídrico para actividades antropogénicas, la fragmentación de ecosistemas, la pérdida de calidad del agua por descargas de contaminantes, la interrupción de los flujos hídricos, entre otros.

Se identificaron 110 regiones hidrológicas prioritarias para conservación, de las cuales, 82 corresponden a áreas de uso y 75 a áreas de alta riqueza biológica con potencial para su conservación; 75 de las 110 regiones delimitadas presentan algún tipo de amenaza.

De acuerdo con dicha regionalización, el sitio del proyecto forma parte de la región hidrológica prioritaria No. 105 Corredor Cancún-Tulum (**Figura III:12**), la que tiene una extensión de 1,715 km². Entre sus recursos hídricos principales están las lagunas de Chalmochuk y Nichupté, así como cenotes, estuarios, humedales y aguas subterráneas. Los principales poblados que se asientan con Cancún, Playa del Carmen, Puerto Morelos, Tulum, Akumal y Xel-Ha. Las principales actividades económicas son el turismo, forestal y pecuaria. También se desarrolla la pesquería de caracol y langosta; el cultivo de peces en la laguna de Nichupté y el ecoturismo. En Puerto Morelos también se desarrolla la porcicultura.

Con respecto a la vegetación, se desarrolla Selva Mediana Subperennifolia, selva baja perennifolia, selva baja inundable, manglar, sabana, palmar inundable y vegetación de dunas costeras. Asimismo, se presentan diversidad de hábitats: estuarinos, humedales, dunas costeras, caletas, cenotes y playas; así como una gran diversidad de flora y fauna.

Por otra parte, la región ha sufrido una modificación del entorno debido a la perturbación por complejos turísticos, obras de ingeniería para corredores turísticos, deforestación, modificación de la vegetación (tala de manglar) y de barreras naturales; rellenos de áreas inundables y formación de canales. También se registra contaminación por aguas residuales por desechos sólidos. Asimismo, se presenta pesca ilegal en la laguna de Chalmochuk y plantaciones de coco.

Por tanto, se requiere de restaurar la vegetación, frenar la contaminación de acuíferos y dar tratamiento a las aguas residuales. Es por ello, que al proyecto se integrarán áreas verdes naturales, de manera que se conserve buena parte de la vegetación del predio, lo que, además, proveerá de un ambiente armonioso para los adquirientes de las Unidades. Por otra parte, se

prevé el desarrollo de estrategias para el adecuado manejo de residuos sólidos (urbanos, peligrosos y de manejo especial) y líquidos (aguas residuales domésticas). Por lo que se anticipa que el proyecto no contribuirá a las problemáticas que se presentan en la región.

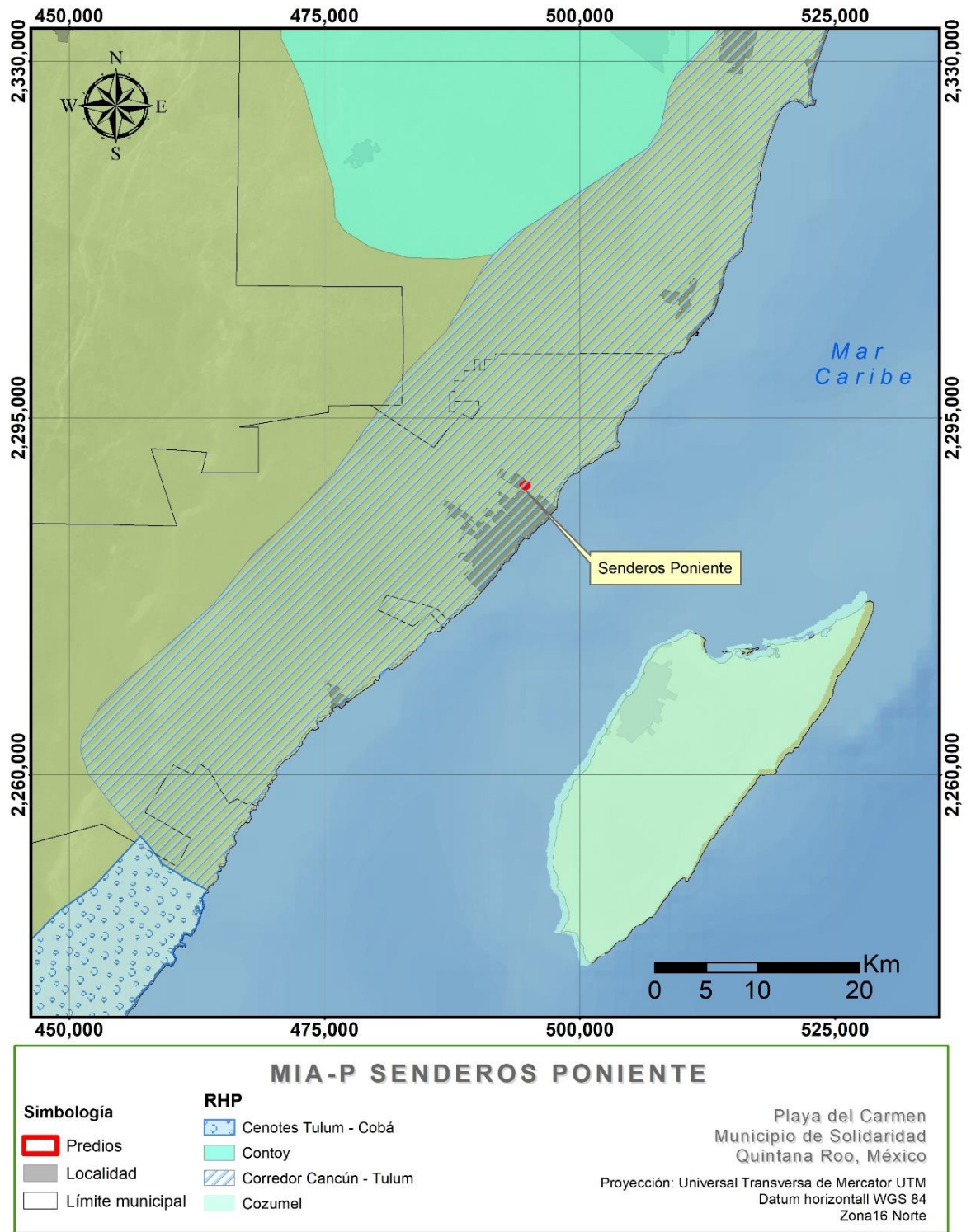


Figura III:12. Ubicación del predio del proyecto Senderos Poniente respecto a las RHP's

III.7.2 Áreas de importancia para la conservación de las aves (AICA)

El programa de AICAS surgió como una idea conjunta de la Sección Mexicana del Consejo Internacional para la preservación de las aves (CIPAMEX) y BirdLife International. De acuerdo con la base de metadatos geográficos, Escala 1: 250,000, 1998, CONABIO-FMCN, el proyecto no se encuentra dentro de ninguna AICA (**Figura III:13**).

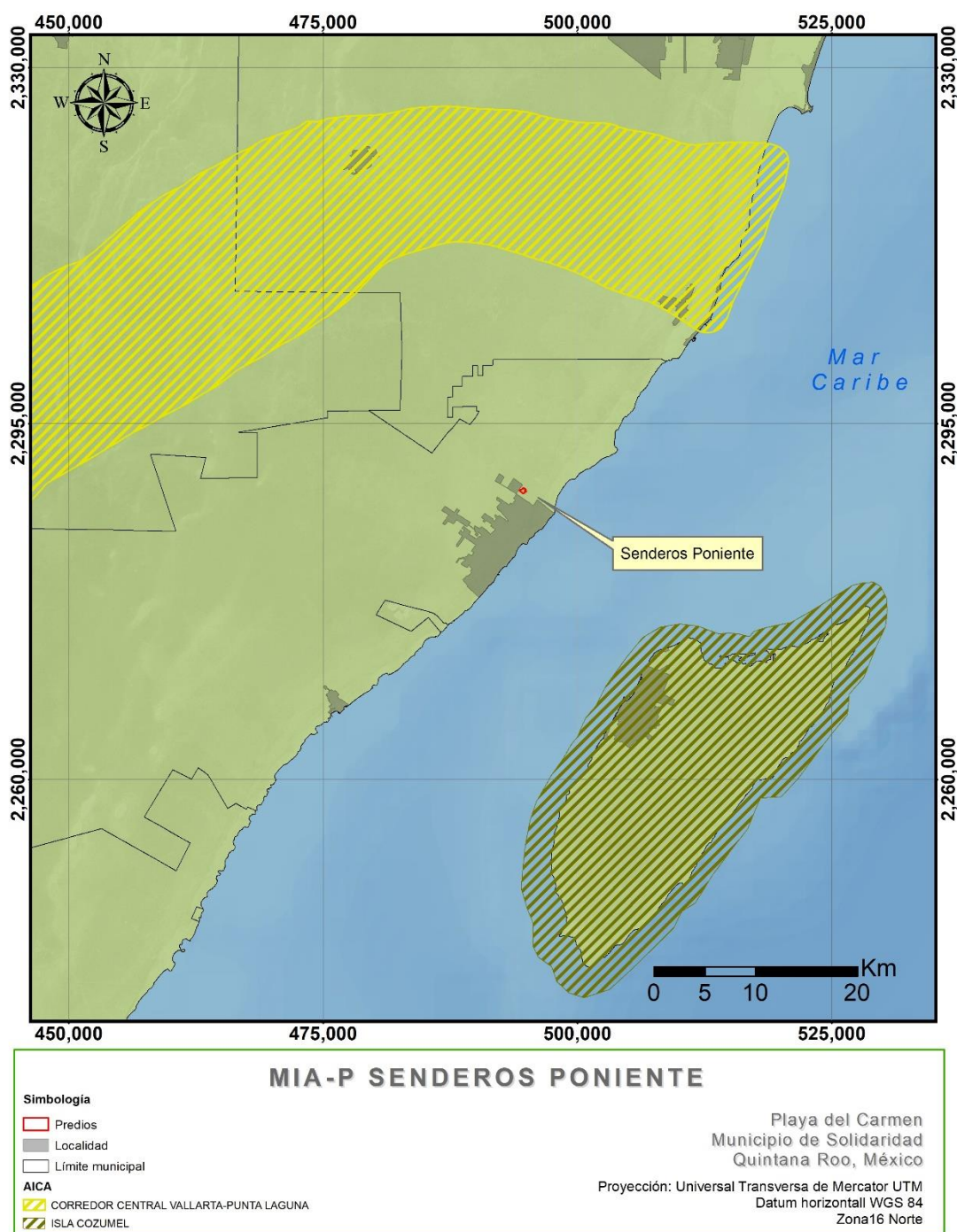


Figura III:13. Ubicación del predio del proyecto Senderos Poniente respecto a las AICA's

III.7.3 Sitios Ramsar

La Convención sobre los Humedales de Importancia Internacional, llamada la Convención de Ramsar, es un tratado intergubernamental que sirve de marco para la acción nacional y la cooperación internacional en pro de la conservación y el uso racional de los humedales y sus recursos. En Quintana Roo existen 12 sitios incorporados, más dos que comparte con el estado colindante de Yucatán; ninguno de ellos dentro del predio de interés **Figura III:14**.

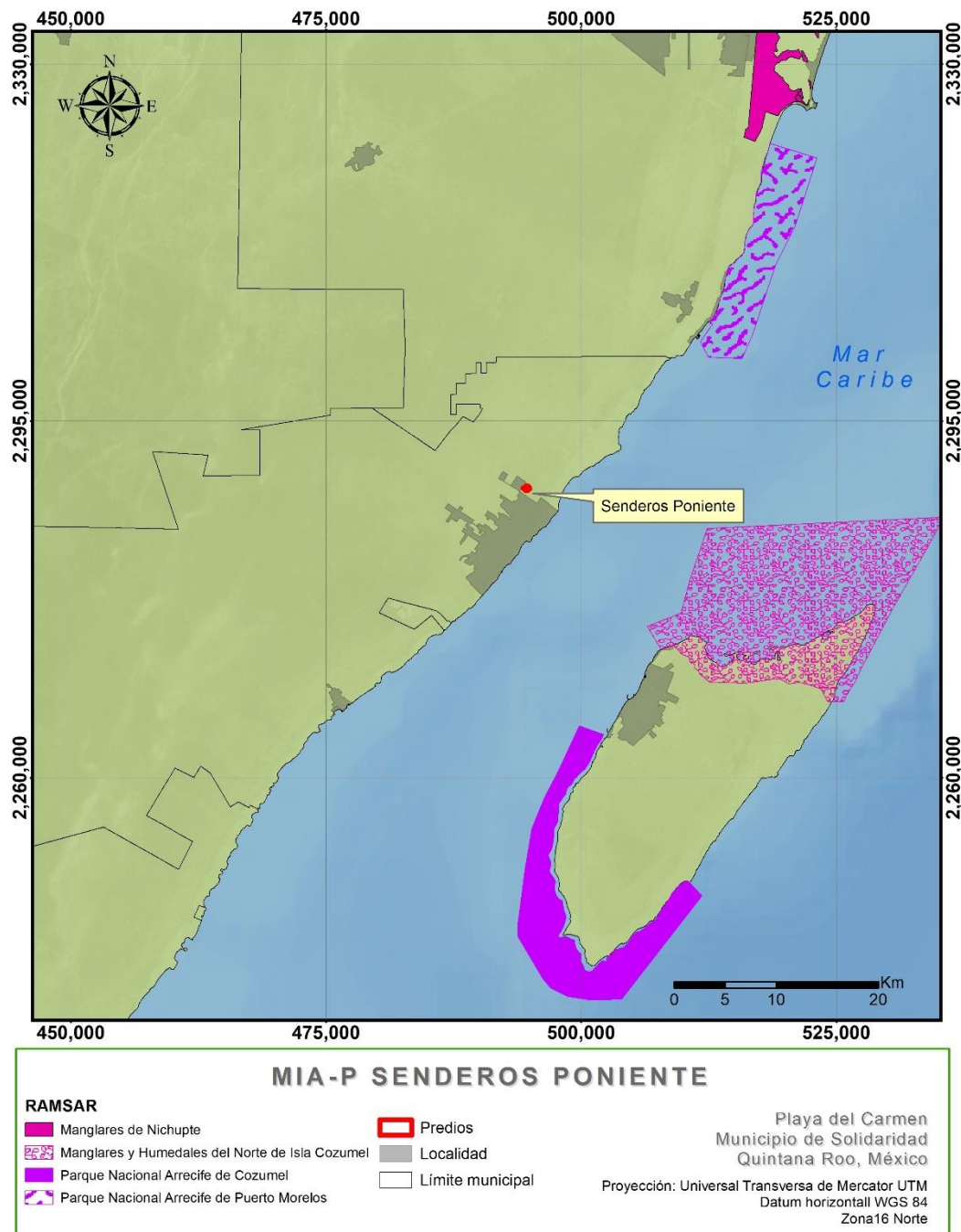


Figura III:14. Localización de los predios respecto a sitios RAMSAR

III.7.4 Ley para la prevención, gestión integral y economía circular de los residuos del estado de Quintana Roo

Las disposiciones esta Ley *“son de orden público y observancia obligatoria en todo el territorio y zonas de exclusión del Estado de Quintana Roo, para definir la política pública, los instrumentos de gestión y control ambiental, las infracciones, señalando las competencias del Estado y los Municipios en el marco de los principios y derechos consagrados en la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos y en los Tratados Internacionales de los que el Estado mexicano sea parte”*¹⁵.

Es responsabilidad del Estado *promover la elaboración de los Planes de Manejo y el desarrollo de la infraestructura de servicios correspondiente para los Residuos Sólidos Urbanos, Biorresiduos y de Manejo Especial de grandes generadores.*¹⁶

Estos planes de manejo, tienen el objetivo de *minimizar la generación y maximizar la valorización de residuos sólidos urbanos, residuos de manejo especial y residuos peligrosos específicos, bajo criterios de eficiencia ambiental, tecnológica, económica y social, con fundamento en el Diagnóstico Básico para la Gestión Integral de Residuos, diseñado bajo los principios de responsabilidad compartida y manejo integral, que considera el conjunto de acciones, procedimientos y medios viables e involucra a productores, importadores, exportadores, distribuidores, comerciantes, consumidores, usuarios de subproductos y grandes generadores de residuos, según corresponda, así como a los tres niveles de gobierno.*¹⁷

Adicionalmente, el artículo 62 de la Ley establece que los grandes generadores de residuos sólidos urbanos, biorresiduos y de manejo especial, están obligados a:

I. Solicitar ante la Secretaría, el registro su Plan de Manejo de Residuos, avalado por un prestador de servicios registrado ante la misma; (...)

En este sentido, durante el establecimiento y desarrollo del proyecto Senderos Poniente, se generarán residuos sólidos urbanos y de manejo especial, que son de competencia municipal y estatal respectivamente. De igual manera, se generarán residuos peligrosos en pequeños volúmenes y estarán constituidos por envases de aceites, solventes, pinturas, lubricantes, resinas, pegamentos, de diversos productos clorados, ácidos y combustibles; así como por

¹⁵ Artículo 1. Ley para la prevención, gestión integral y economía circular de los residuos del estado de Quintana Roo. Nueva Ley publicada POE 18-06-2019 Decreto 337.

¹⁶ Artículo 10 fracción VI. Ley para la prevención, gestión integral y economía circular de los residuos del estado de Quintana Roo. Nueva Ley publicada POE 18-06-2019 Decreto 337.

¹⁷ Artículo 8 fracción XXIV. Ley para la prevención, gestión integral y economía circular de los residuos del estado de Quintana Roo. Nueva Ley publicada POE 18-06-2019 Decreto 337.

estopas o trapos o brochas o rodillos impregnados con solventes, pinturas, lubricantes, resinas, pegamentos, combustibles, o de diversos productos clorados o ácidos.

Es por ello que, conforme a lo dispuesto por la Ley, se implementará el Plan de Manejo de Residuos correspondiente. Adicionalmente, se incluye a la presente Manifestación de Impacto Ambiental las estrategias para el manejo adecuado de los residuos; mismas que se describen como medida de mitigación.

Dicho Plan de Manejo se centra principalmente en los residuos sólidos urbanos reciclables y no reciclables, en los residuos de manejo especial (escombros y residuos de la construcción) y en los residuos peligrosos que se pudieran generar accidentalmente en la construcción del proyecto.

III.7.5 Ley de acciones urbanísticas del Estado de Quintana Roo

La presente Ley fue publicada el 16 de agosto de 2018 y abroga la Ley de Asentamientos Humanos del Estado de Quintana Roo.

Esta ley es de orden público e interés social y de aplicación en todo el territorio del Estado de Quintana Roo, y tiene por objeto:

I. Establecer las normas básicas para regular las acciones urbanísticas de fusión, subdivisión, re-lotificación, parcelación, fraccionamiento y conjuntos urbanos en el Estado;

II. Determinar las bases conforme a las cuales el Gobierno del Estado y los Ayuntamientos ejercerán sus atribuciones en esas materias, así como los mecanismos necesarios de concertación y coordinación;

III. Fijar los procedimientos y requisitos a que se sujetará la solicitud y autorización de las diversas acciones urbanísticas materia de esta ley.

IV. Establecer las disposiciones y mecanismos de verificación, control y sanción de este ordenamiento.¹⁸

Por tanto, establece que “*el promotor deberá llevar a cabo la totalidad de las obras de urbanización en proyectos inmobiliarios*”. Según lo establece la misma ley, las obras de urbanización comprenden: “*las construcciones de vialidades, redes de agua, drenaje, energía o alumbrado, espacio público, equipamiento urbano y los elementos para la movilidad no motorizada de las personas que un promotor o propietario realiza, al interior de un predio para habilitar, acondicionar y proveer de conexión, servicios e integración urbana a los nuevos desarrollos, teniendo como centralidad la humanización de los espacios y la salvaguarda de la dignidad de sus habitantes, así como el respeto al medio ambiente*”.

Con referencia a los descrito en el presente estudio, el proyecto **Senderos Poniente** da cumplimiento a lo establecido por la Ley, ya que se proporcionará la infraestructura requerida para su equipamiento; ya que contempla la urbanización, y la instalación a las redes de servicios sanitarios, previamente a la venta de Unidades; por lo que se considera que el proyecto acata fielmente las disposiciones de la presente Ley.

¹⁸ Artículo 1 de la Ley de Acciones urbanísticas del Estado de Quintana Roo.

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

IV.1 DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

El artículo 10 del Reglamento de la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente en materia de Evaluación Ambiental (REIA) establece que el *“sistema ambiental corresponde a un conjunto de elementos bióticos, abióticos y socioeconómicos que interactúan en el espacio geográfico del proyecto, y donde se manifiestan los impactos ambientales del proyecto, su límite de distribución terminará hasta donde los componentes sean influenciados por su desarrollo (zona de influencia)”*.

Por lo anterior, se hace necesario delimitar el área de estudio del sistema ambiental; es decir, el espacio geográfico del proyecto. En este sentido, es de mucha utilidad el concepto de paisaje, planteado desde un enfoque interdisciplinario, con sus orígenes en la geografía, pero considerando las convergencias entre ésta y otras ciencias tales como la biología, la antropología y la arquitectura; ya que se concibe como *“un sistema espacio-temporal, complejo y abierto, que se origina y evoluciona en la interfase naturaleza-sociedad, en un constante intercambio de energía, materia e información, donde su estructura, funcionamiento, dinámica y evolución reflejan la interacción entre los componentes naturales (abióticos y bióticos), técnico-económicos y socio-culturales”* (Mateo-Rodríguez, Valdivia , & Bollo-Manent, 2008)¹⁹.

Ahora, la Guía para la presentación de la manifestación de impacto ambiental de proyectos que requieran cambio de uso de suelo, elaborada por la SEMARNAT, establece que, para la delimitación del área de estudio, se podrá recurrir a: a) las Unidades de Gestión Ambiental establecidas por programas de ordenamiento; b) la zonificación de usos de suelo establecidos por planes de desarrollo urbanos; c) zonificación establecida por un decreto de área natural protegida, microcuencas, topoformas, entre otros.

Derivado de lo anterior, para delimitar el área de estudio del proyecto **Senderos Poniente**, se consideraron las Unidades de Gestión Ambiental con política aprovechamiento sustentable y

¹⁹ Mateo-Rodríguez, José Manuel, Isabel Valdivia y Manuel Bollo-Manent. 2008. Estructura geográfica ambiental y sostenibilidad de las cuencas hidrográficas urbanizadas de Cuba: El ejemplo de la cuenca del río Quibú, provincia Ciudad de La Habana, Resultados del proyecto INCO-CAESAR de la Unión Europea, Editorial Universitaria, La Habana, pp. 1-70.

aprovechamiento urbano, del Programa de Ordenamiento Ecológico Local del municipio de Solidaridad (**Figura IV:1**).

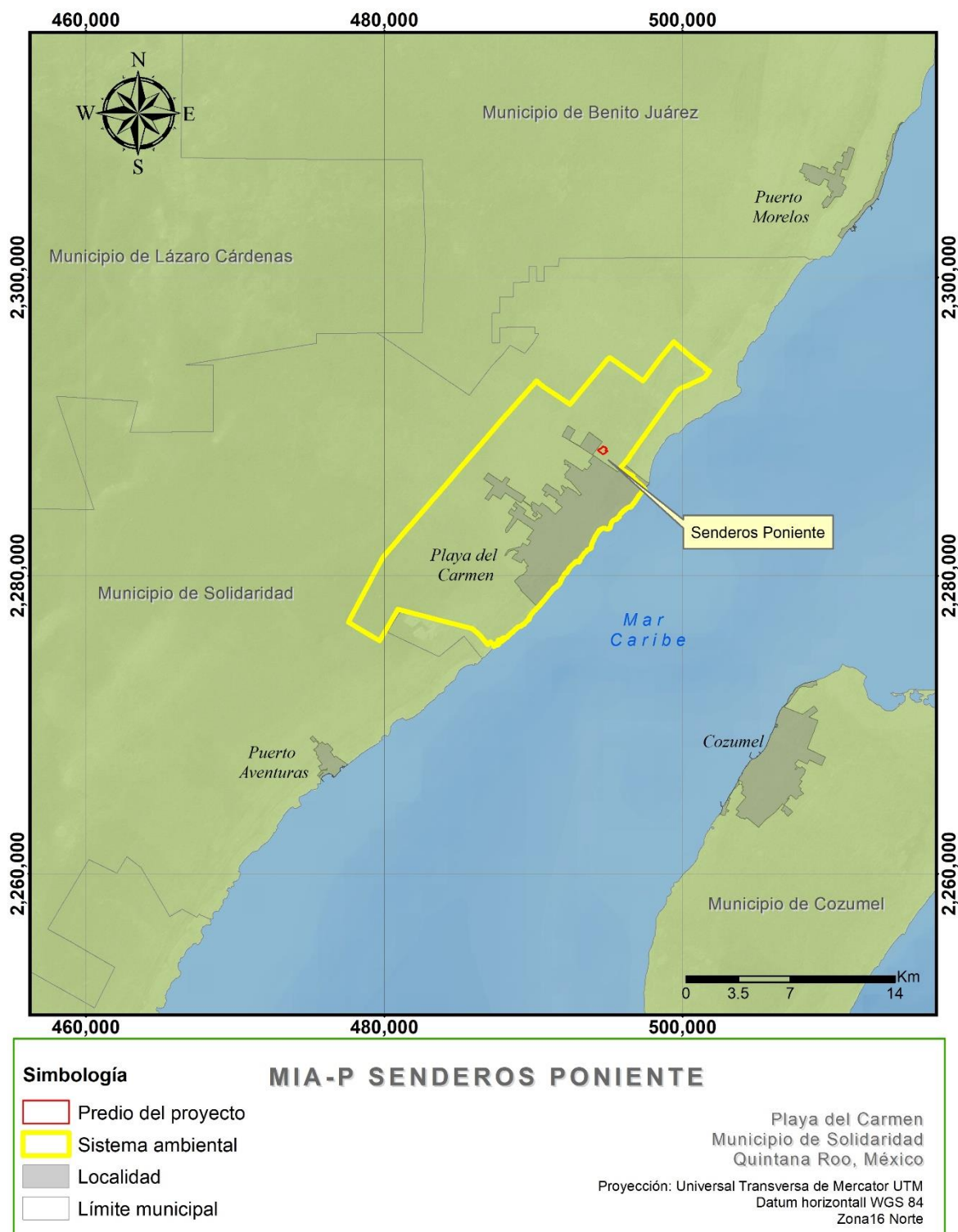


Figura IV:1. Sistema Ambiental del proyecto "Senderos Poniente"

IV.2 CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL

IV.2.1 Aspectos abióticos

IV.2.1.1 Clima

IV.2.1.1.1 Tipo de clima

En la república mexicana se pueden identificar once regiones climáticas, definidas por su ubicación geográfica, por la orientación general de los accidentes que dominan, por los sistemas de vientos y por la latitud en la que se encuentran (Vidal Z, 2005)²⁰. A la Península de Yucatán le corresponde la región climática número 11, donde la distribución de climas está controlada por (Orellana , Manrique, & Nava, 2010)²¹:

- a) las corrientes marinas cálidas, provenientes de la Corriente Ecuatorial Norte del Atlántico que forma la del Caribe, que deriva en la del Canal de Yucatán y a su vez en la del Golfo de México, y que influyen en los vientos cálidos húmedos o secos;
- b) la circulación de vientos alisios (o del este), procedentes de la Celda Bermuda Azores, cargados de humedad, por lo que su profundidad hacia la zona continental, determina los regímenes de lluvia que prevalecen en el estado;
- c) las ondas tropicales que se producen en el cinturón de los vientos alisios, que son un reforzamiento de éstos y que muy probablemente constituyen los principales contribuyentes de la lluvia durante el verano;
- d) las depresiones o tormentas tropicales que se producen en el seno de las ondas tropicales, y que constituyen zonas de baja presión temporal que se forman por el calentamiento del océano y pueden llegar a crecer hasta formar huracanes; y
- e) los frentes fríos, nortes o masas de aire polar que suelen ocasionar una bajada abrupta de temperatura con vientos fuertes, dependiendo de la saturación.

Lo anterior condiciona la presencia de dos tipos de clima para el estado de Quintana Roo y cuatro subtipos, según lo que establece el mapa de climas de INEGI (escala 1:1, 000,000), basado en la clasificación de Köppen modificada por (García, 2003)²². Dentro del área de estudio del proyecto **Senderos Poniente** se presenta uno de los tipos climáticos, cálido subhúmedo, y dos de sus subtipos: Aw1 (x') y Aw2 (x'); el primero es de humedad media, (entre los subhúmedos) y se ubica al noreste, donde se localizan los predios; el segundo es el más húmedo de los climas subhúmedos y se ubica al suroeste (**Figura IV:2**).

²⁰ Vidal, Z. R. 2005. Regiones Climáticas de México. Universidad Autónoma de México. México, D. F.

²¹Orellana, R., C. Manrique y F. Nava. 2010. Climas. En: R. Durán y M. Méndez (Eds.). Biodiversidad y Desarrollo Humano en Yucatán. CICY, PPD-FMAM, CONABIO, SEDUMA. 496 pp.

²² García, E. 2003. Distribución de la precipitación en la República Mexicana. Investigaciones Geográficas (Mx) [en línea]. Abril de 2003.

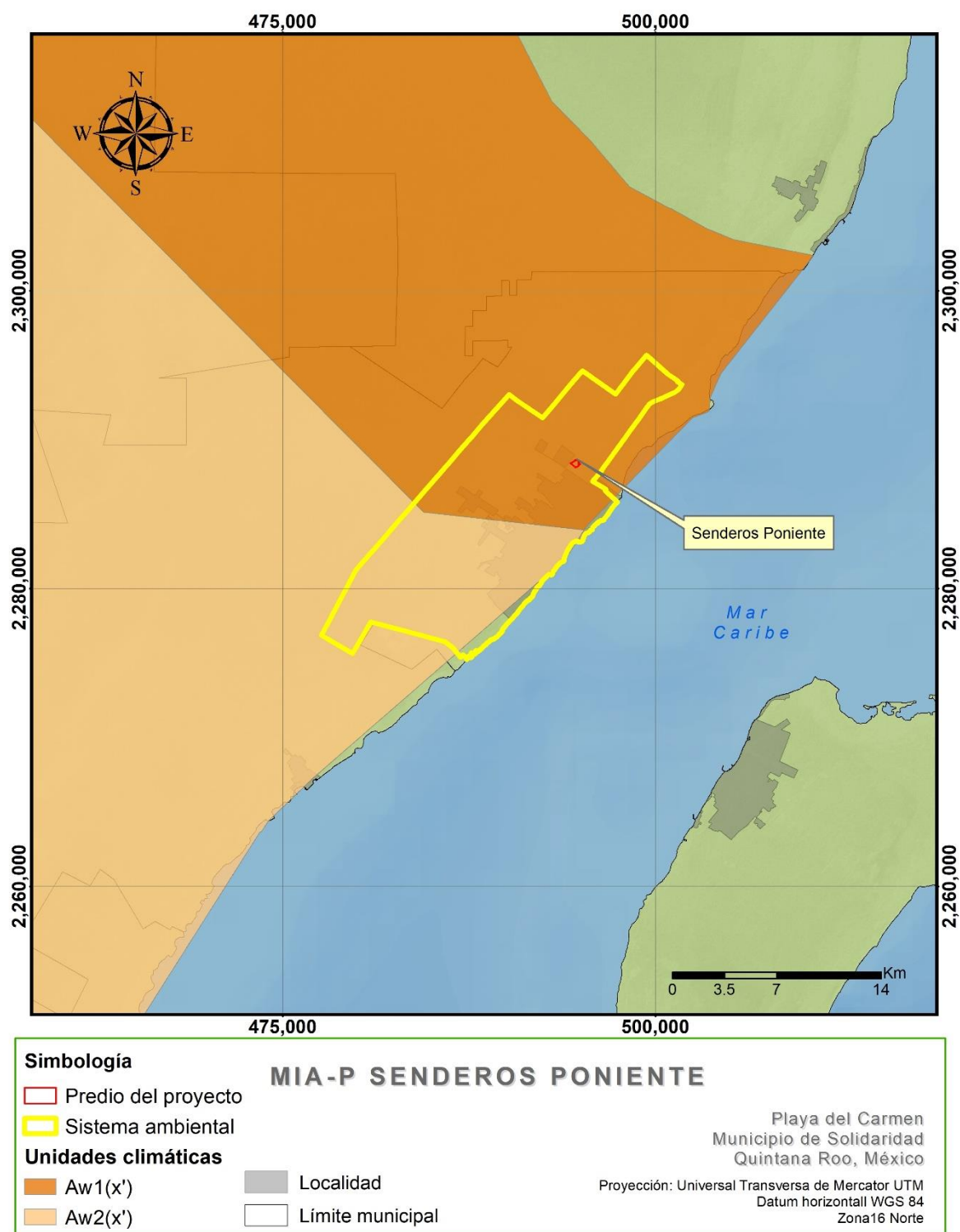


Figura IV:2. Tipos de clima en el área de estudio del sistema ambiental del proyecto "Senderos Poniente"

Estos subtipos se caracterizan por poseer un régimen de lluvias de verano, aunque con un porcentaje de lluvia invernal mayor al 10.2%, lo que los hace ligeramente similares a las condiciones climáticas de los sitios que presentan lluvias distribuidas a lo largo de todo el año.

Asimismo, presentan precipitación inferior a los 60 mm durante el mes más seco y una temperatura media anual mayor a 22°C; con poca oscilación térmica y máxima temperatura antes del solsticio de verano.

Con respecto a la distribución de la precipitación y temperatura a lo largo del año para la zona, se tiene que se presenta una precipitación media anual de 1,442.4 mm, registrando los picos máximos en octubre, junio y septiembre; y una temperatura media de 26.0 °C, una máxima de 30.7°C y una mínima de 21.4°C (**Cuadro IV:1**).

Cuadro IV:1. Datos históricos de temperatura máxima, media y mínima, así como de precipitación, del área de estudio del proyecto "Senderos Poniente".

Mes	Temperatura Máxima (°C)	Temperatura Media (°C)	Temperatura Mínima (°C)	Precipitación (mm)
Enero	28.2	23.1	18.0	62.18
Febrero	28.8	23.8	19.0	76.8
Marzo	29.8	24.8	19.8	28.1
Abril	31.2	26.3	21.5	40.6
Mayo	31.8	27.4	23.1	85.4
Junio	31.9	27.8	23.7	212.5
Julio	32.7	28.1	23.6	104.8
Agosto	32.8	28.1	23.3	116.9
Septiembre	32.3	27.7	23.1	189.3
Octubre	30.9	26.5	22.1	295.5
Noviembre	29.3	24.7	20.1	141.8
Diciembre	28.7	23.8	19.0	89.6
Media anual	30.7	26.0	21.4	1,442.4

Fuente: Estación meteorológica 23163 Playa del Carmen, 1998 -2015, CONAGUA.

En la **Figura IV:3** se presenta el diagrama ombrotérmico que representa gráficamente el comportamiento de estas variables a lo largo del ciclo anual. Se observa el periodo de canícula, de julio a agosto, caracterizado por un aumento en la temperatura y una disminución en las precipitaciones; que origina un calentamiento del aire y un cielo despejado.

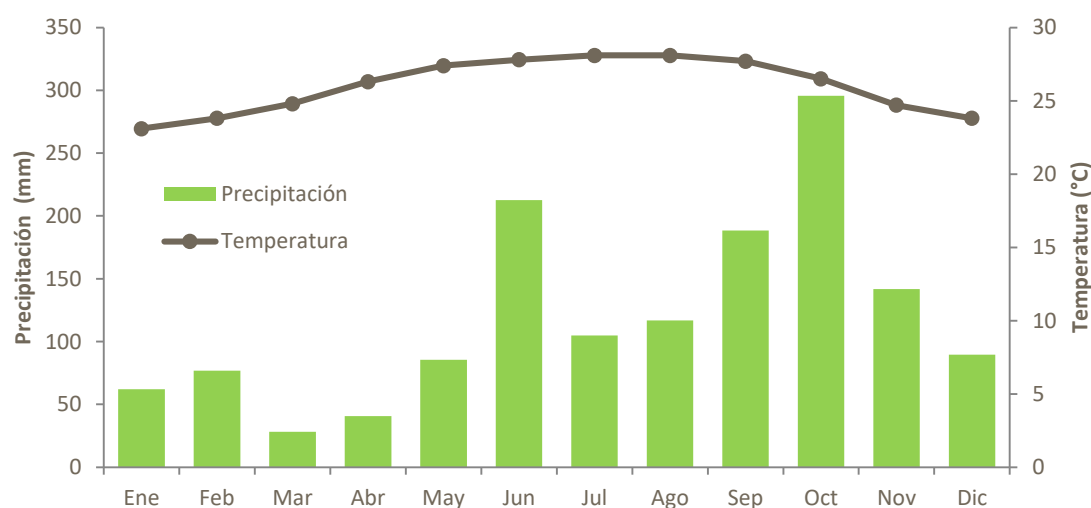


Figura IV:3. Diagrama Ombrotérmico. Fuente: Elaboración propia a partir de los datos periódicos generados por la CONAGUA en la estación meteorológica 23163 Playa del Carmen, 1998 -2015, CONAGUA.

IV.2.1.1.2 Fenómenos meteorológicos

Ahora bien, como ya se mencionó, el clima de la península es resultado de la interacción de diversos factores; entre los que se cuentan las depresiones o tormentas tropicales que pueden llegar a crecer hasta formar huracanes (todos conocidos como ciclones tropicales).

Los ciclones tropicales son fenómenos meteorológicos caracterizados por una circulación cerrada alrededor de un centro de baja presión que produce fuertes vientos y abundante lluvia. Se distingue de otras tormentas ciclónicas, como las bajas polares, por el mecanismo de calor que las alimenta, que las convierte en sistemas tormentosos de “núcleo cálido”.

El término “tropical” se refiere tanto al origen geográfico de estos sistemas, que se forman casi exclusivamente en las regiones intertropicales del planeta, como a su formación de masas de aire tropical de origen marino.

Existen siete regiones principales de formación de ciclones tropicales: el océano Atlántico, las zonas oriental, sur y occidental del océano Pacífico, así como el suroeste, norte y sureste del océano Índico. En la cuenca tropical de ciclones del Atlántico, que incluye el Océano Atlántico, el Mar Caribe y el Golfo de México, los huracanes se originan principalmente en el Atlántico Norte y en menor grado en el Caribe. Las áreas en mayor riesgo son los países islas del Caribe, México y el sureste de los Estados Unidos, así como Centroamérica y en grado limitado la costa norte de América del Sur (Departamento de Desarrollo Regional y Medio Ambiente, 1993)²³.

La temporada oficial de huracanes del Caribe comienza en junio y termina en noviembre; siendo que un 84% de todos los huracanes ocurre entre agosto y septiembre.

Con respecto al área de estudio del proyecto **Senderos Poniente**, entre 1951 y 2013, se registraron un total de seis ciclones tropicales: una depresión tropical, tres tormentas tropicales y dos huracanes; uno categoría dos y otro, categoría cinco (**Figura IV:4**). Los huracanes se describen a continuación:

Huracán Gilberto. Impactó la Península de Yucatán el 14 de septiembre de 1988, entrando por Playa del Carmen, como huracán categoría 5, con vientos de 280 Km/h y ráfagas de hasta 315 km/h. En Cancún produjo olas de 7 m de altura, llevándose el 60% de las playas de la ciudad; la marejada de la tormenta penetró hasta 5 km tierra adentro. Se registraron pérdidas de US\$100 millones en daños directos para la industria turística.

Huracán Beulah. Es considerado el huracán más fuerte de la temporada de huracanes en el Atlántico de la temporada 1967. Tocó tierra en Cozumel el 16 de septiembre de 1967 como

²³ Departamento de Desarrollo Regional y Medio Ambiente. 1993. Manual Sobre el Manejo de Peligros Naturales en la Planificación para el Desarrollo Regional Integrado. Secretaría Ejecutiva para Asuntos Económicos y Sociales Organización de Estados Americanos y la Oficina de Asistencia para Desastres en el Extranjero Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional. Washington, D.C. En línea: <http://www.oas.org/dsd/publications/unit/oea65s/begin.htm#Contents>

categoría 5, con vientos máximos de 260 km/h. Causó daños en Texas, Península de Yucatán y Antillas Mayores por 217 millones de dólares (1967) o mil millones de dólares (2009).

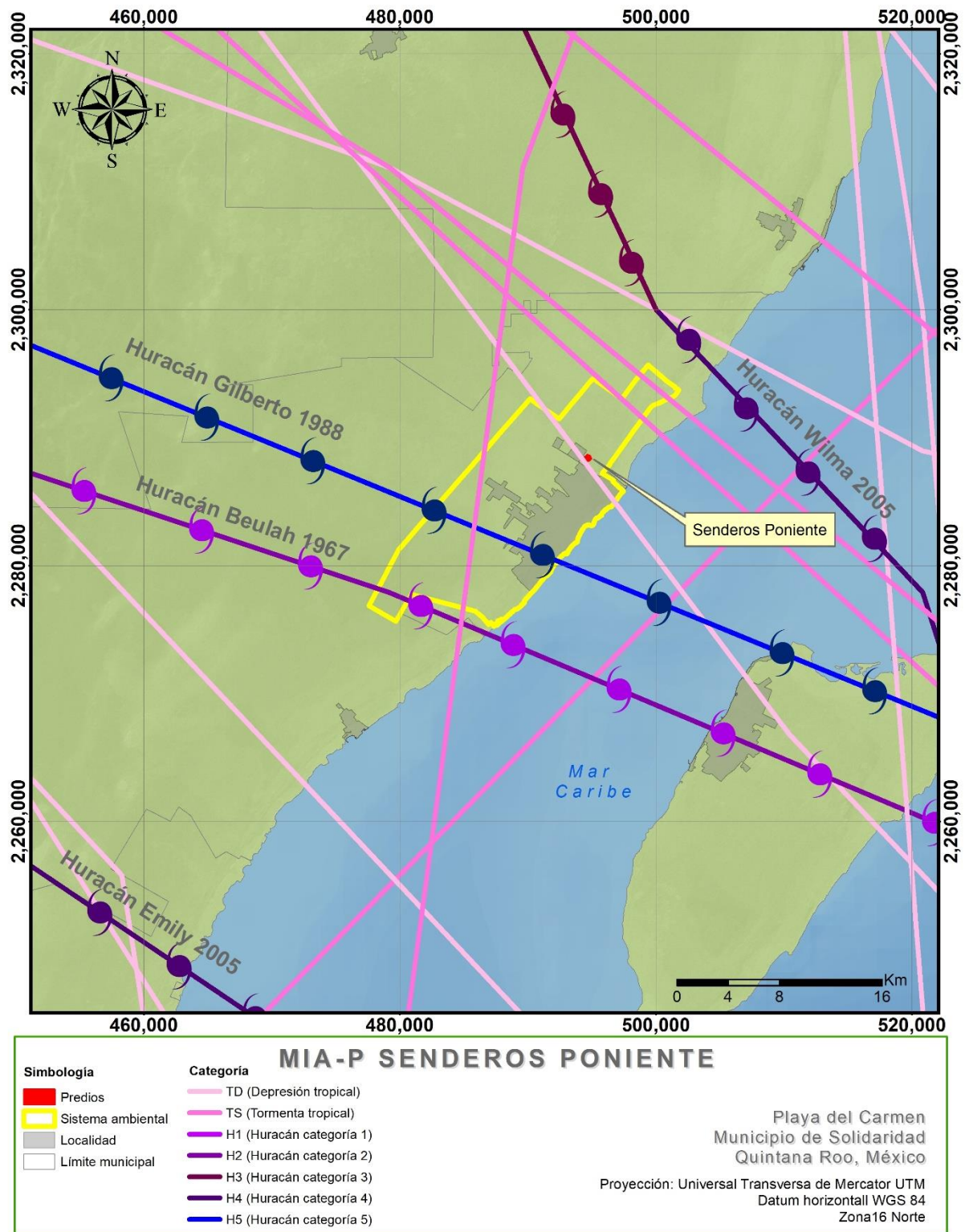


Figura IV.4: Ciclones tropicales que han afectado el área de estudio del sistema ambiental del proyecto "Senderos Poniente"

Asimismo, en un radio de 40 km se presentaron dos huracanes más: **Wilma** y **Emily**. Ambos se presentaron en la temporada 2005 del Atlántico, con vientos sostenidos de 215 a 220 km/h y ráfagas de hasta 270 km/h. Se registraron pérdidas humanas y materiales.

En este sentido, el análisis de frecuencia de huracanes, arrojó que el área de estudio del proyecto **Senderos Poniente**, posee una frecuencia de alta a media (**Figura IV:5**).

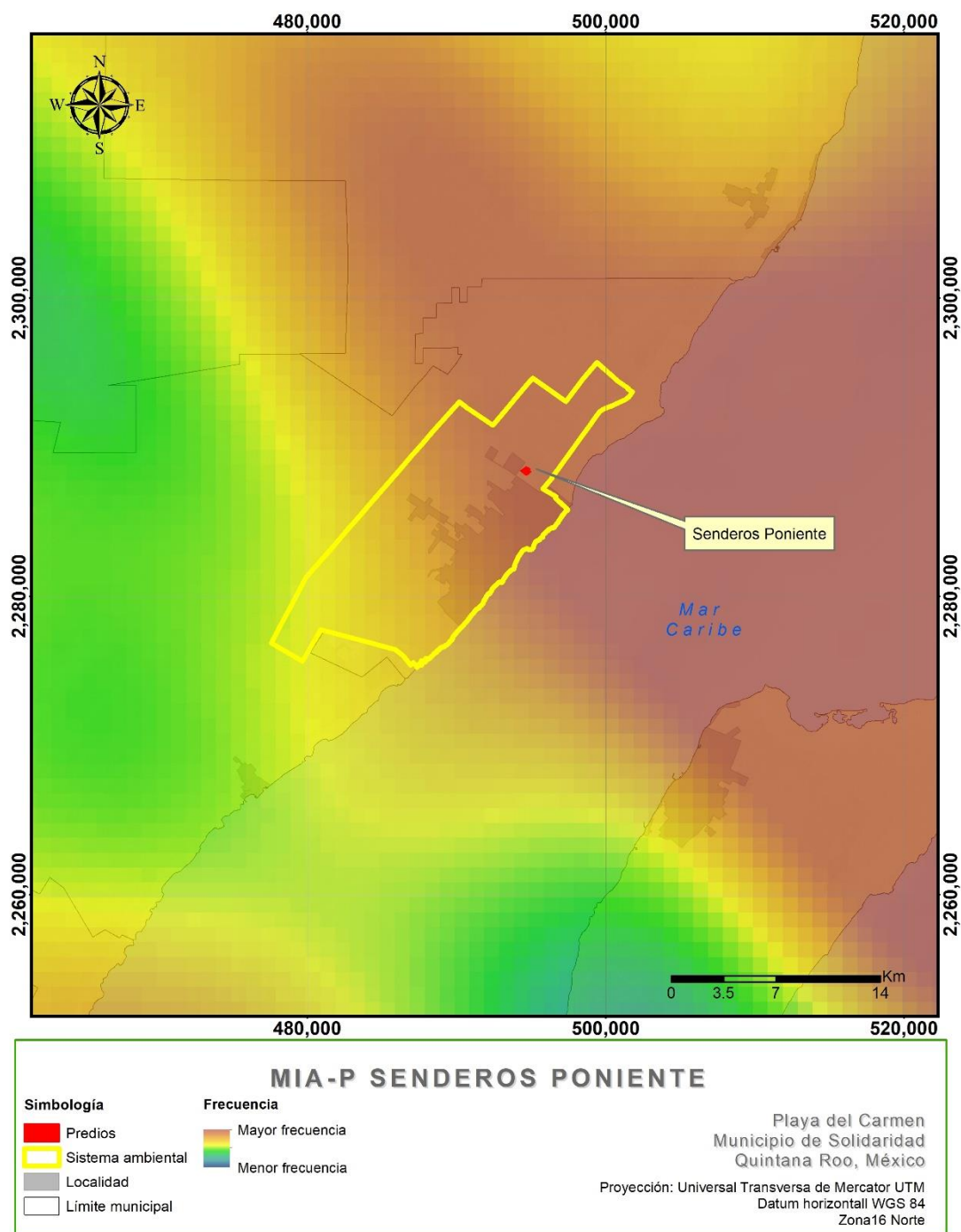


Figura IV:5. Frecuencia de huracanes para el área de estudio del sistema ambiental del proyecto "Senderos Poniente"

IV.2.1.2 Geología y geomorfología

IV.2.1.2.1 Características litológicas del área

El estado de Quintana Roo es parte de una estructura de origen sedimentario formada durante el Mesozoico y emergida durante el Cenozoico (conformado por los periodos Terciario y Cuaternario) (Fragoso-Servón, 2014) ²⁴.

Durante el tiempo que permaneció sumergida fue alimentada por depósitos de arenas y otros materiales de origen orgánico marino (carbonatos y evaporitas). Su ascenso no fue uniforme, presentándose pausas y retrocesos que permitieron el afloramiento de sedimentos del Paleoceno (primera época del periodo Terciario), los cuales ocupan la mayor parte de la extensión superficial del estado. La plataforma continental ya emergida se conformó por rocas carbonatadas, evaporíticas y clásticas tales como caliza, dolomita, yeso y arenisca (Fragoso-Servón *et al.*, Óp. Cit.).

Ahora bien, durante el Eoceno (segunda época del periodo Terciario) numerosos eventos geológicos derivaron en el plegamiento de los estratos de calizas recién formados, originando un relieve ondulado. El resto de la plataforma se elevó de manera gradual a partir del Plioceno (última época del periodo Terciario), continuando su ascenso durante el Cuaternario al norte y hacia la periferia; por lo que los sedimentos de este periodo se observan a todo lo largo de la franja costera del Golfo de México en el norte, y del Mar Caribe en el este (Fragoso-Servón *et al.*, Óp. Cit.).

El ascenso gradual de la Península de Yucatán (PY) originó un sistema de fracturas, una con orientación noreste-sureste a lo largo del cauce del Río Hondo que hace frontera con Belice; otra, la de mayor extensión, desde el norte hasta el centro-este del estado y una tercera en la zona limítrofe con Campeche.

Es así que el área de estudio del proyecto **Senderos Poniente** se conforma, de acuerdo a la cartografía del INEGI, prácticamente en su totalidad, por calizas del periodo Cuaternario, época Neógeno; y, en una pequeña franja al noreste, de depósitos lacustres, pertenecientes igualmente al periodo Cuaternario (**Figura IV:6**).

Los depósitos **lacustres** presentes están compuestos por acumulación de material calcáreo arcilloso, limoso o arenoso en cuencas endorreicas con inundación temporal. Este tipo de depósitos favorece la presencia de corrientes superficiales y condiciona la presencia de suelos que superan los 50 cm de profundidad, que poseen escasa pedregosidad superficial y que

²⁴ Fragoso-Servón, P., F. Bautista, O. Frausto y A. Pereira. 2014. Caracterización de las depresiones kársticas (forma, tamaño, densidad) a escala 1:50 000 y sus tipos de inundación en el Estado de Quintana Roo, México. Revista Mexicana de Ciencias Geológicas 31 (1), 127-137. Recuperado el 05 de julio de 2017, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1026-87742014000100010

cuentan con alto contenido de sales solubles o que permanecen en condiciones de inundación permanente (Gobierno del estado de Quintana Roo y Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, 2010)²⁵.

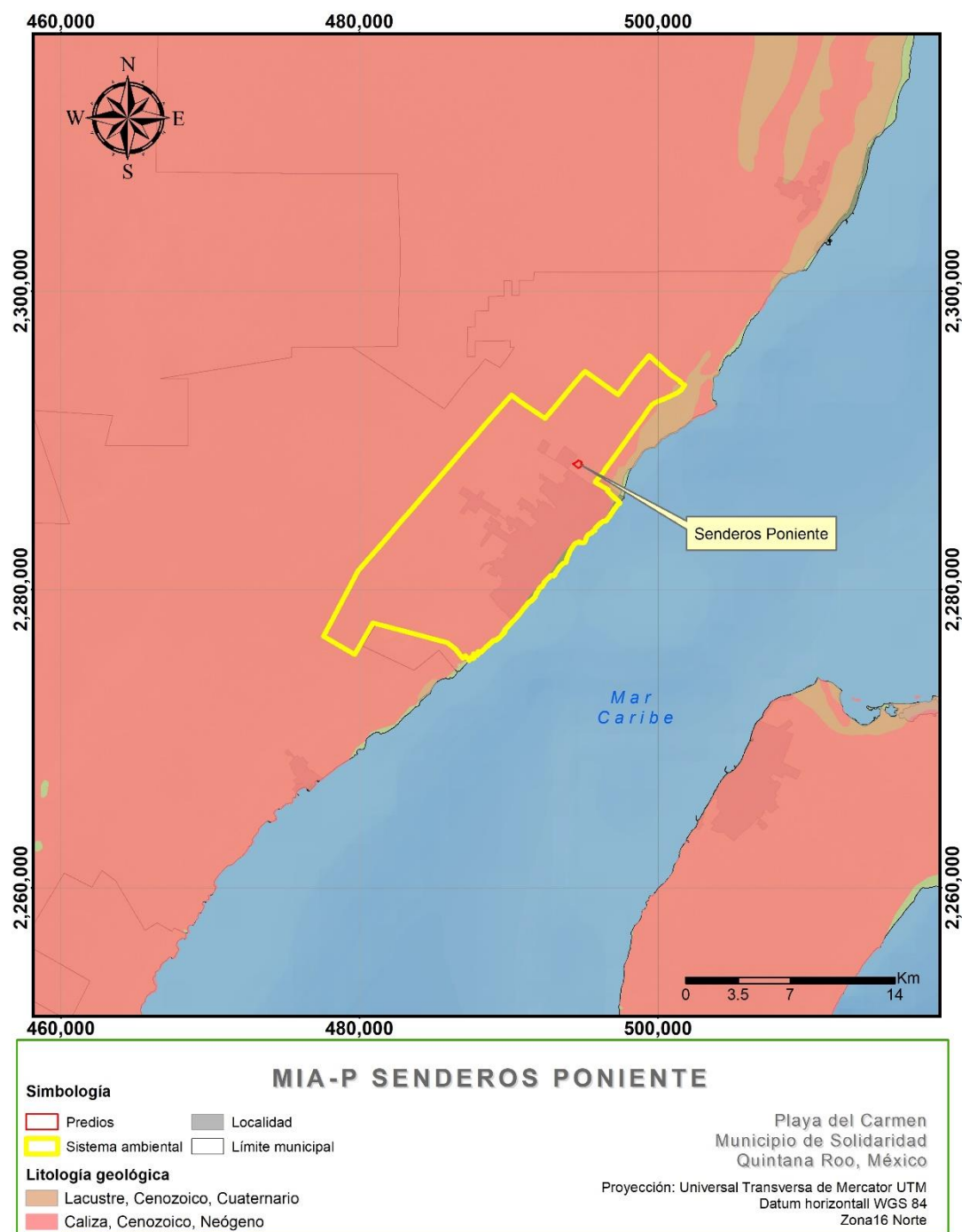


Figura IV.6. Litología geológica del área de estudio del sistema ambiental del proyecto "Senderos Poniente"

²⁵ Gobierno del estado de Quintana Roo y Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. 2010. Diagnóstico Agropecuario, Forestal y Pesquero del estado de Quintana Roo. 177 p.

Por su parte, las **calizas** conforman un manto rocoso carbonatado, de naturaleza calcárea y extrema dureza, conocido coloquialmente como *laja* o *chaltún* en lengua maya. Su disolución origina suelo poroso y muy delgado. Asimismo, la carencia de una formación geológica que produzca arena o arenilla, que sature y cierre los poros, disminuye la permeabilidad desarrollada; y la ausencia de sedimentos superficiales determina la ausencia de corrientes superficiales (Bautista, Palma-Lopez, & Huchin-Malta, 2005)²⁶.

IV.2.1.2.2 Características geomorfológicas y presencia de fallas y fracturamientos

La roca caliza domina la litología de la península y es la responsable de su relieve kárstico: originado por la meteorización química de las calizas, así como de dolomitas y yesos. Las diferencias en los estadios evolutivos de las rocas calizas y de la intensidad de su disolución (Bautista *et al.*, Óp. Cit. y Fragoso-Servón *et al.*, Óp. Cit.) resultan en diversas geoformas y en los siguientes sistemas geomorfológicos: Fluvio-Paluistre, Litoral, Carso-Tectónico y Distribución Azonal. El área de estudio del proyecto **Senderos Poniente** pertenece al Sistema Carso-Tectónico.

El Sistema Carso-Tectónico es el más representativo de la península; y se le ha denominado así por la estrecha correspondencia entre la actividad neotectónica y los patrones de disolución que dan origen al modelo cárstico; caracterizado por presentar fracturas, fisuras, fallas y diaclasas. El relieve en su conjunto es considerado del tipo karst de mesa por el predominio de estructuras tabulares monoclinales y se organiza en una serie de planicies estructurales a diferentes niveles altitudinales a 50, 100, 200 y más de 200 msnm-. Se pueden diferenciar dos grandes subregiones: norte y sur. El sistema ambiental se localiza en la subregión norte, donde predominan superficies niveladas durante el Cuaternario resultado de transgresiones desde el Pleistoceno, por lo que el relieve kárstico es reciente, predominando planicies estructurales denudativas y de disolución (Bautista, Palma-Lopez, & Huchin-Malta, Actualización de la clasificación de los suelos del estado de Yucatán, 2005)²⁷.

A este sistema le corresponde 22 paisajes geomorfológicos; en el área de estudio del proyecto **Senderos Poniente** se desarrollan dos, mientras que, en el predio, uno (**Figura IV:7**):

- Planicie estructural baja fitoestable, que se encuentra en etapa de pedogénesis y fitoestabilidad. El clima sin variaciones extremas de temperatura y con humedad relativa alta permanente ha permitido el desarrollo de Selva Mediana Subperennifolia

²⁶ Bautista, F., G. Palacio-Aponte, M. Ortiz-Pérez, E. Batllori-Sampedro y M. Castillo-González. 2005a. El origen y el manejo maya de las geoformas, suelos y aguas en la Península de Yucatán, p. 21-32. 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, Instituto Nacional de Ecología. 282 p.

²⁷ Bautista, F., E. Batllori-Sampedro, G. Palacio, M. Ortiz-Pérez y M. Castillo-González. 2005b. 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, Instituto Nacional de Ecología. 282 p.

y el rápido restablecimiento de áreas perturbadas a selvas secundarias. Se presentan como unidades aisladas con mayor madurez evolutiva cárstica.

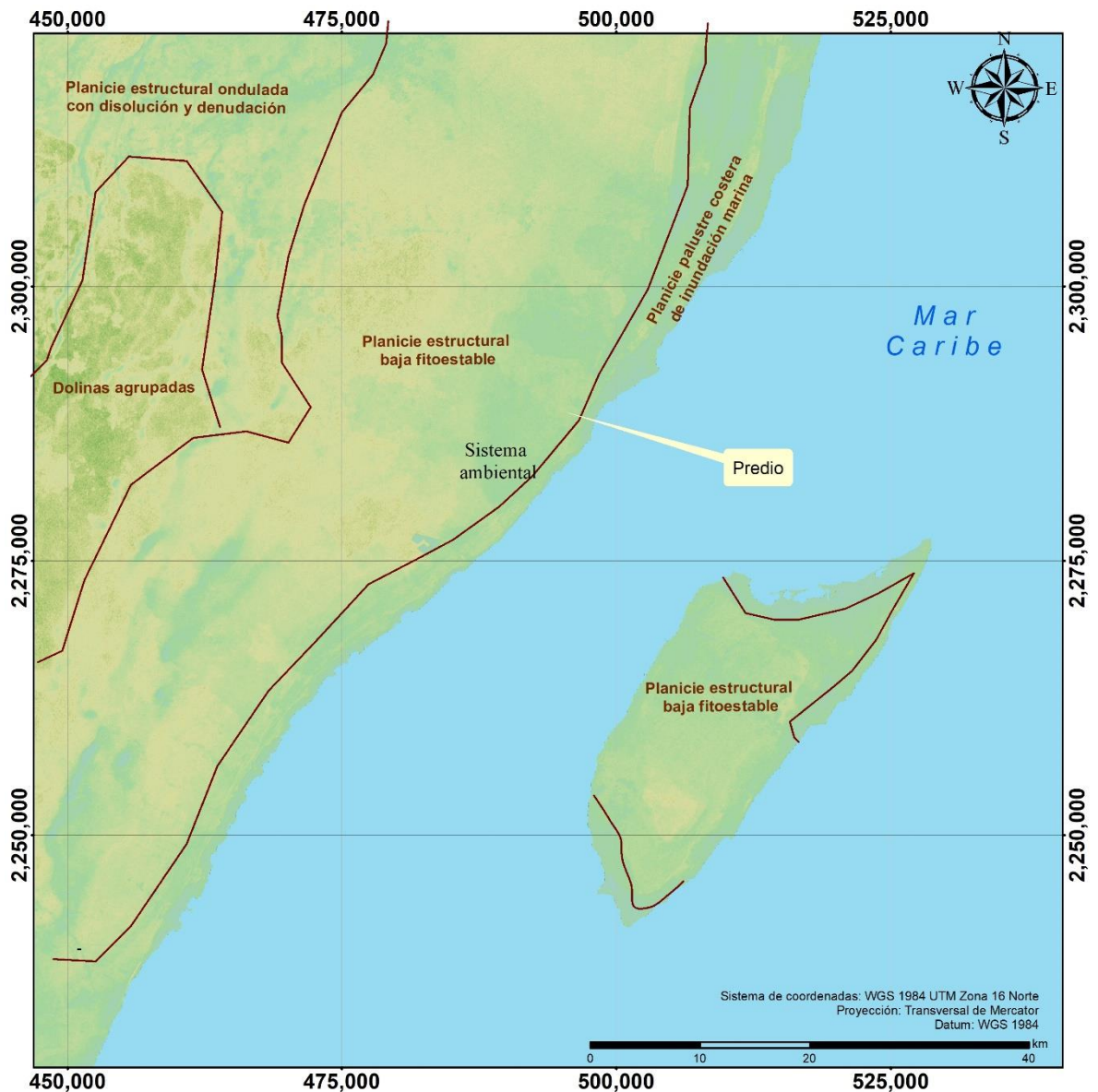


Figura IV:7. Paisajes geomorfológicos del área de estudio del sistema ambiental del proyecto "Senderos Poniente"

El Sistema Carso-Tectónico y los paisajes geomorfológicos que delimita Bautista y otros, coincide con la Carta Fisiográfica, escala 1: 250,000 del INEGI, que ubica a la Península de Yucatán en la Provincia Fisiográfica XI, y que se divide en las Subprovincias Fisiográficas Carso Yucateco Clave 62, Carso y Lomeríos de Campeche Clave 63 y Costa Baja de Quintana Roo Clave 64. Por su parte, el área de estudio del proyecto **Senderos Poniente**, al igual que el predio, se ubica en la primera, sobre la topoforma "Llanura rocosa de piso rocoso o cementado" (Figura IV:8).

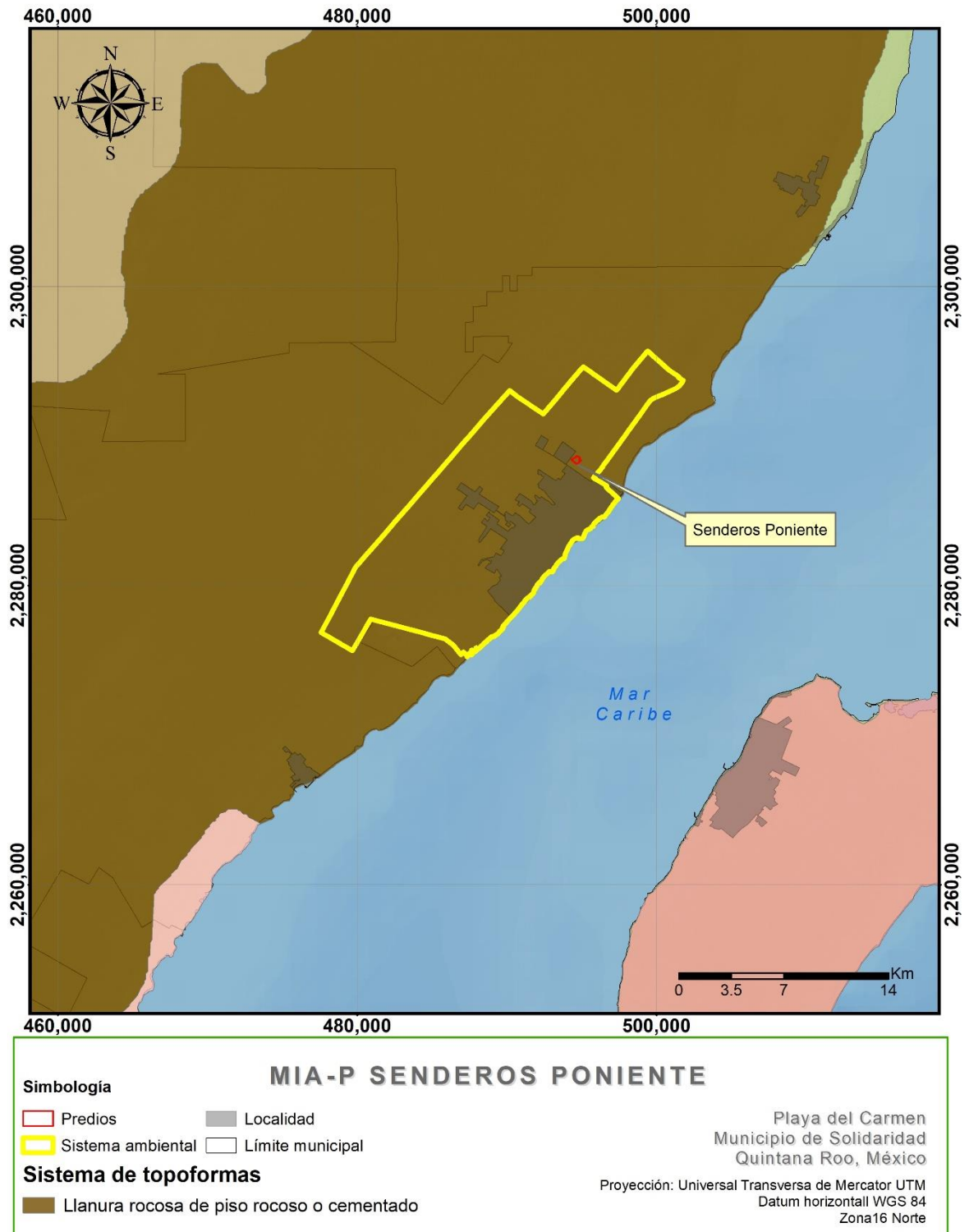


Figura IV:8. Sistema de topoformas del área de estudio del sistema ambiental del proyecto "Senderos Poniente"

Ahora, debido a la reciente emersión de la Península de Yucatán, durante el Cenozoico, no son comunes la presencia de fallas y fracturas, aunque sí se presentan. En el área de estudio del

proyecto **Senderos Poniente** se presentan fallas al suroeste y una fractura que lo atraviesa, como se muestra en la **Figura IV:9**. En los predios no se presenta ninguno de estos elementos estructurales.



Figura IV:9. Fallas y fracturas presentes en el área de estudio del sistema ambiental del proyecto "Senderos Poniente"

IV.2.1.2.3 Susceptibilidad de la zona a sismicidad, deslizamiento, derrumbes, inundaciones, otros movimientos de tierra o roca y posible actividad volcánica

Aunque el sistema ambiental presenta fallas y contactos geológicos, no se han registrado sismos. El más cercano sucedió a poco más de 40 km de éste, el 11 de enero de 2015, a una profundidad de 5 Km y con una magnitud de 4.2; por lo que no causó daños (**Figura IV:10**).

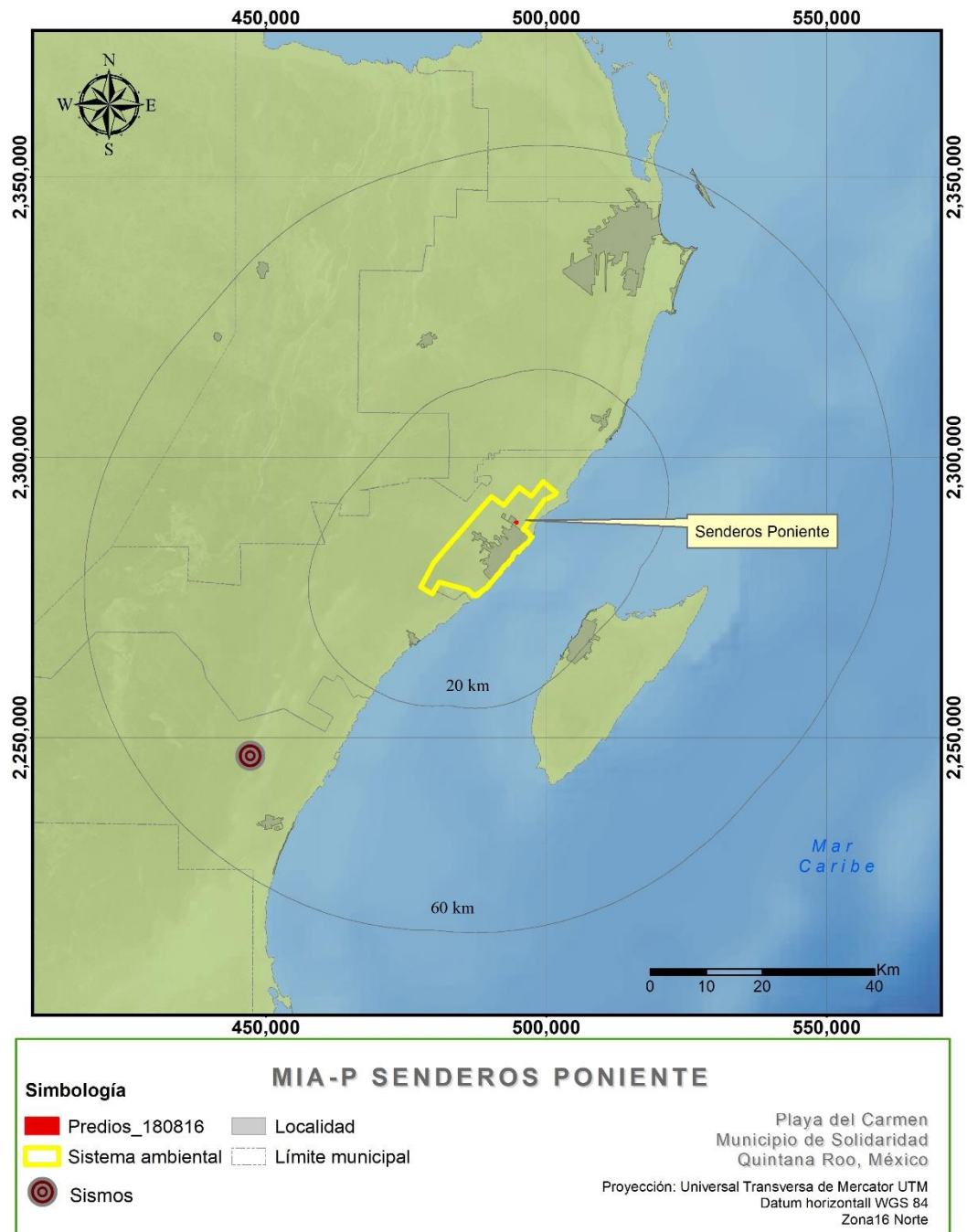


Figura IV:10. Distancia entre movimientos telúricos registrados y el área de estudio del sistema ambiental del proyecto "Senderos Poniente". Fuente: Catálogo de Sismos del Servicio Sismológico Nacional del Instituto de Geofísica de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), para el periodo 1990-2018

IV.2.1.3 Suelos

Los suelos de la Península de Yucatán son resultado de la interacción entre la roca caliza y los sedimentos residuales (geología), el relieve kárstico y el clima; lo cual es aplicable para el sistema ambiental.

En este sentido, Bautista y otros autores (Óp. Cit.) plantean que en la “Planicie estructural baja fitoestable” se desarrollan Litosoles y Rendzinas; mientras que en la “Planicie palustre costera de inundación marina” se desarrollan Solonchak y Regosol. Lo anterior, coincide con la Carta Edafológica del INEGI Serie II, clasificada de acuerdo con las descripciones de FAO/UNESCO 1968 y modificada por CETENAL²⁸ en 1970; que señala que en el área de estudio del sistema ambiental se desarrollan tres asociaciones edáficas, conformadas por cuatro tipos de suelo, y un tipo de suelo:

- Litosol con rendzina de clase textural media (I+E/2),
- Rendzina con litosol de clase textural fina y fase lítica (E+I/3/L) y
- Solonchak gléyico con gleysol mólico con fase química fuertemente sódica (Zg+Gm/2/N); y
- Regosol calcárico de clase textural gruesa (Rc/1).

Ahora, según la actualización realizada por Bautista, Palma-López y Huchin-Malta (2005²⁹) para la Península de Yucatán de acuerdo a lo establecido en 1999 por la Base Referencial Mundial del Recurso Suelo (WRB, por sus siglas en inglés), los tipos de suelo identificados como Litosol, Rendzina y Regosol calcárico en la clasificación de INEGI, en el sistema WRB corresponden con Leptosol lítico, Leptosol réndzico y Calcisol epipétrico, y Arenosol calcari-álbico. Pero, además, la WRB incorpora un nuevo tipo de suelo, que se presenta en el sistema ambiental, el **Tecnosol** (WRB, 2007)³⁰.

Por tanto, en el sistema ambiental se desarrollan siete tipos de suelo, que se describen a continuación:

Leptosoles. Son suelos extremadamente jóvenes y delgados, por lo que son poco profundos y muy pedregosos, de colores oscuros y limitados por roca continua; pueden considerarse el primer estadio de formación de un suelo sobre rocas duras, por lo que muchas de sus propiedades se relacionan con las rocas que los han originado, dado que el material apenas ha comenzado a alterarse por la acción del clima y la vegetación.

Apenas presentan horizonación; el horizonte A subyace sobre el material parental o roca madre -que posee menos de 20% de volumen de tierra fina-, o en el mejor de los casos, surge entre el primero y el segundo rasgos muy incipientes de que comienza a formarse un horizonte

²⁸ Comisión de Estudios del Territorio Nacional, actualmente Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI).

²⁹ Bautista, F., D. Palma-López y W. Huchin-Malta. 2005. Actualización de la clasificación de los suelos del estado de Yucatán, p. 105-122. 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, Instituto Nacional de Ecología. 282 p.

³⁰ IUSS Grupo de Trabajo WRB. (2007). Base Referencial Mundial del Recurso Suelo. Primera actualización 2007. Informes sobre Recursos Munduales de Suelos. No. 103. FAO, Roma.

B. No tienen otro horizonte de diagnóstico que no sea un horizonte mólico, ócrico, úmbrico, yérmico o vértico.

- **Leptosoles líticos.** Presentan roca continua y dura dentro de los primeros 10 cm del suelo. El horizonte superficial que presenta no posee gran cantidad de materia orgánica.
- **Leptosoles réndzicos.** La génesis del suelo en leptosoles réndzicos se produce por la disolución y subsecuente remoción de carbonatos, de los que residuos pequeños se mezclan con materia orgánica humificada y fragmentos de rocas calizas. Este tipo de suelos presenta un horizonte superficial mólico con más del 40% de carbonato cálcico dentro de los primeros 25 cm de profundidad que se encuentra enriquecido con materia orgánica, lo que lo diferencia del resto de los horizontes, adquiriendo un color bastante oscuro, al ser ricos en bases. El subsuelo superficial órgano-mineral calcáreo pardo-oscuro o negro en estos leptosoles está moteado con fragmentos blancos de caliza, con una estructura estable, granular, migajosa o una estructura vermicular con abundantes desechos orgánicos de lombrices.

Calcisoles. Son de colores pardos sobre un horizonte color pardo o parduzco sobre un horizonte subsuperficial ligeramente oscuro y/o un subsuelo pardo amarillento con moteado blanco de calcita. El contenido de materia orgánica es bajo. La superficie del suelo es migajosa o granular, aunque también puede ser laminar. Los horizontes subsuperficiales presentan una estructura de bloques, gruesos y fuertes. Se trata de suelos bien drenados y húmedos durante la temporada de lluvias.

Poseen perfiles ABC, con un horizonte superficial parcial o totalmente descalcificado. Poseen un horizonte cálcico o petrocálcico dentro de los 100 cm desde la superficie del suelo y sin otros horizontes de diagnóstico que no sea ócrico, cámbico o árgico calcáreo, vértico o gípsico. El horizonte cálcico se forma por translocación desde horizontes más superficiales o por aportaciones laterales de aguas ricas en bicarbonatos. La acumulación de carbonato cálcico puede darse bajo varias formas: pulverulentas, nódulos con distinta morfología y dureza, cemento bajo los cantos (cemento geopetal) e incluso masas continuas que cementadas transforman el horizonte cálcico en petrocálcico. Los horizontes subsuperficiales finamente texturizados pueden desarrollar algunas o todas las características de un horizonte vértico. Se asientan sobre material parental conformado por depósitos eólicos aluviales y coluviales de materiales intemperizables (alterables) ricos en bases.

- **Calcisoles epipétricos.** Se encuentran fuertemente cementados o endurecidos dentro de los primeros 5 dm desde la superficie del suelo.

Solonchaks. Son suelos que generalmente están sometidos a inundación alguna parte del año, estos suelos presentan un horizonte sálico dentro de los primeros 50 cm de profundidad, sus horizontes de diagnóstico solamente pueden ser hístico, mólico, ócrico, takírico, yérmico, cámbico, dúrico, gípsico o vértico.

Los Solonchak se presentan en zonas con depósitos lacustres; son suelos de textura arenosa (en ocasiones con más del 80% de arena) o franca, inundables, tóxicos y ácidos o salinos, y por presentar bajos contenidos de materia orgánica en sus diferentes estratos (Gobierno del estado de Quintana Roo y Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, Óp. Cit.).

- **Solonchack gléyico.** Presentan subsuelo de varios colores a causa de la inundación del suelo en la mayor parte del año.

Gleysoles. Son suelos que tiene propiedades gléyicas dentro de los primeros 50 cm de profundidad y no tienen otro horizonte de diagnóstico que no sea un horizonte antrácuico, ándico, cálcico, cámbico, gípsico, plíntico, vítrico, mólico, úmbrico, sálico, takírico, hístico, ócrico o sulfúrico. Es decir, que los perfiles de los Gleysoles presentan evidencia de procesos de reducción con o sin segregación de compuestos de hierro dentro de los 50 cm desde la superficie de suelo; y se conforman por horizontes superficiales de tipo orgánico mineral (A) u orgánico (H); sin ser lo suficientemente grueso como para que el perfil pueda ser clasificado como un Histosol (turbera).

Los Gleysoles son denominados genéricamente como suelos de aguada; teniendo como condición invariable el hidromorfismo, es decir, que poseen un perfil edáfico saturado de agua la mayor parte del año (Gobierno del estado de Quintana Roo y Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, Óp. Cit.).

- **Gleysol mólico.** Contiene una capa superficial oscura, gruesa, rica en nutrientes y con buen contenido de materia orgánica.

Arenosoles. Son suelos que tienen una textura arenosa franca o más gruesa hasta una profundidad de 100 cm desde la superficie del suelo hasta un horizonte plíntico, sálico o petroplínico; presentando en los primeros 100 cm de profundidad menos del 35% de fragmentos de roca u otros fragmentos gruesos. Solamente pueden presentar los siguientes horizontes de diagnóstico: ócrico, yérmico, álbico; debajo de los 50 cm de profundidad un horizonte plíntico, petroplíntico o sálico y debajo de 200 cm de profundidad un horizonte árgico o spódico.

Los Arenosoles son suelos cuya evolución y propiedades viene condicionado a partir de depósitos lacustres, marino eólicos o litorales. Se trata de suelos muy permeables, en los que

el agua se infiltra a gran velocidad, siendo muy escaso el almacenamiento de agua retenido por el perfil para el crecimiento vegetal. También suelen carecer de nutrientes y de estructura.

- **Arenosoles calcari-álbicos.** Ocurren integrados con Solonchaks y con un horizonte de lavado o eluviación dentro de los 200 cm desde la superficie del suelo, de colores claros, frecuentemente blanquecinos, en el que la arcilla y los óxidos de hierro libres han sido eliminados hasta el punto que el color del horizonte viene determinado por el color de las partículas primarias de arena y limo más que por los revestimientos de estas partículas.

Tecnosol. Es un nuevo grupo, conformado por la combinación de varios tipos de suelos, cuyas propiedades están originadas por su origen técnico. Contienen una cantidad significativa de artefactos, o están sellados por roca dura de algún material duro creado por el hombre, que tiene propiedades diferentes a la roca natural. Incluye pavimentos con sus materiales subyacentes no consolidados y suelos construidos en materiales hechos por el hombre. Son frecuentemente referidos como suelos urbanos.

El material parental de los Tecnosoles incluye todo tipo de materiales hechos o expuestos por actividad humana que de otro modo no ocurriría sobre la superficie de la tierra; la pedogénesis de estos suelos está fuertemente afectada por dichos materiales y su organización.

En cuanto a su perfil, generalmente no poseen, aunque en situaciones especiales como antiguos vaciaderos, puede observarse evidencia de pedogénesis natural, tal como traslocación de arcilla.

La distribución de los tipos de suelos presentes en el sistema ambiental, se presentan en la **Figura IV:11.**

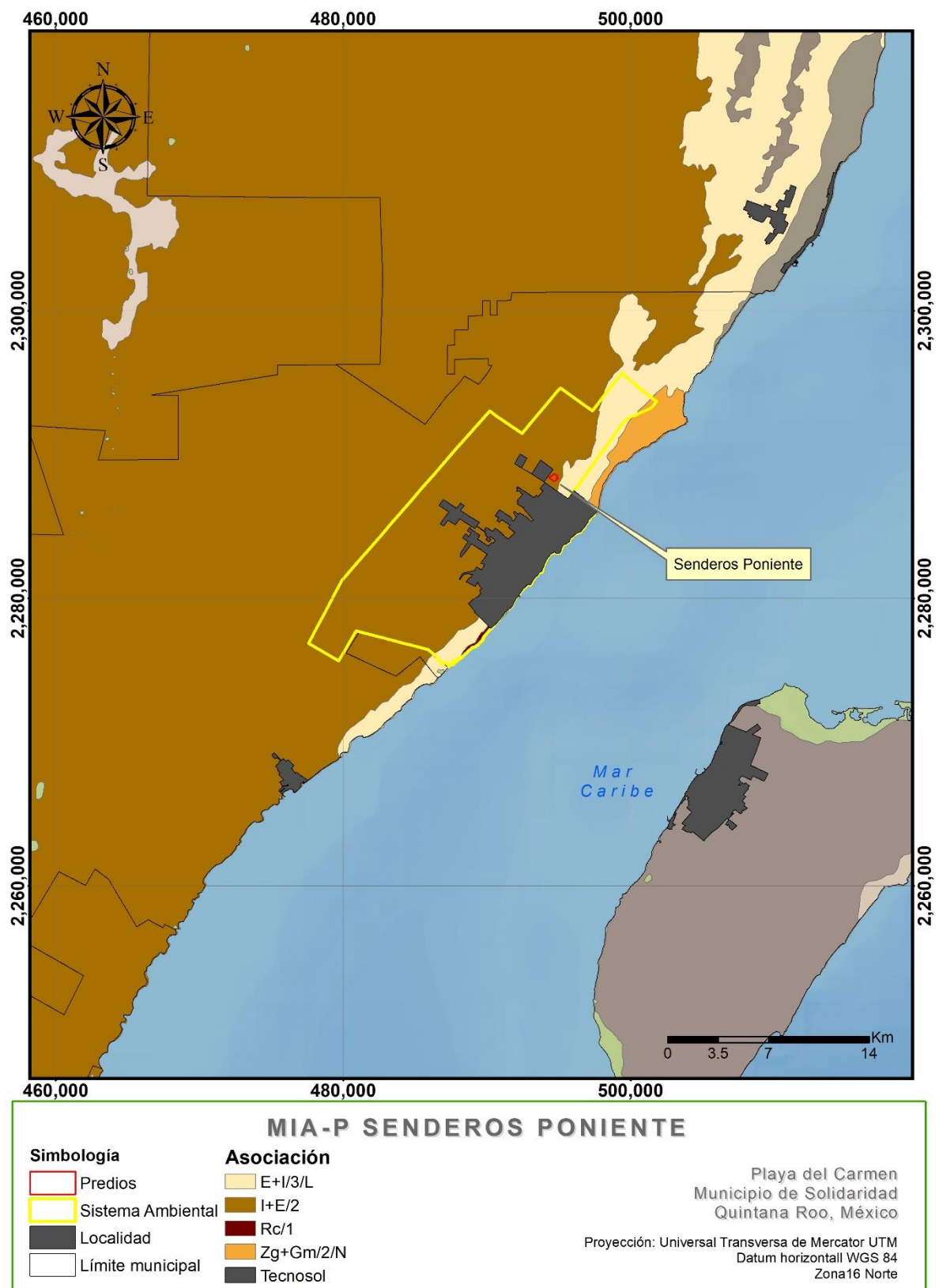


Figura IV:11. Tipos de suelos que se desarrollan en el área de estudio del sistema ambiental del proyecto "Senderos Poniente"

IV.2.1.4 Hidrología superficial y subterránea

IV.2.1.4.1 Recursos hidrológicos localizados en el área de estudio

La Península de Yucatán carece de corrientes superficiales debido a la ausencia de un relieve prominente, a la permeabilidad del sustrato geológico y al poco espesor del suelo. Ahora, debido a esas mismas características, se presentan depresiones kársticas y un drenaje incipiente hacia el sur que desemboca en sumideros o cuerpos de agua superficiales.

En este sentido, en el área de estudio del sistema ambiental se localizan depresiones kársticas (DK); mientras que en el predio no se presentan (**Figura IV:12.**).

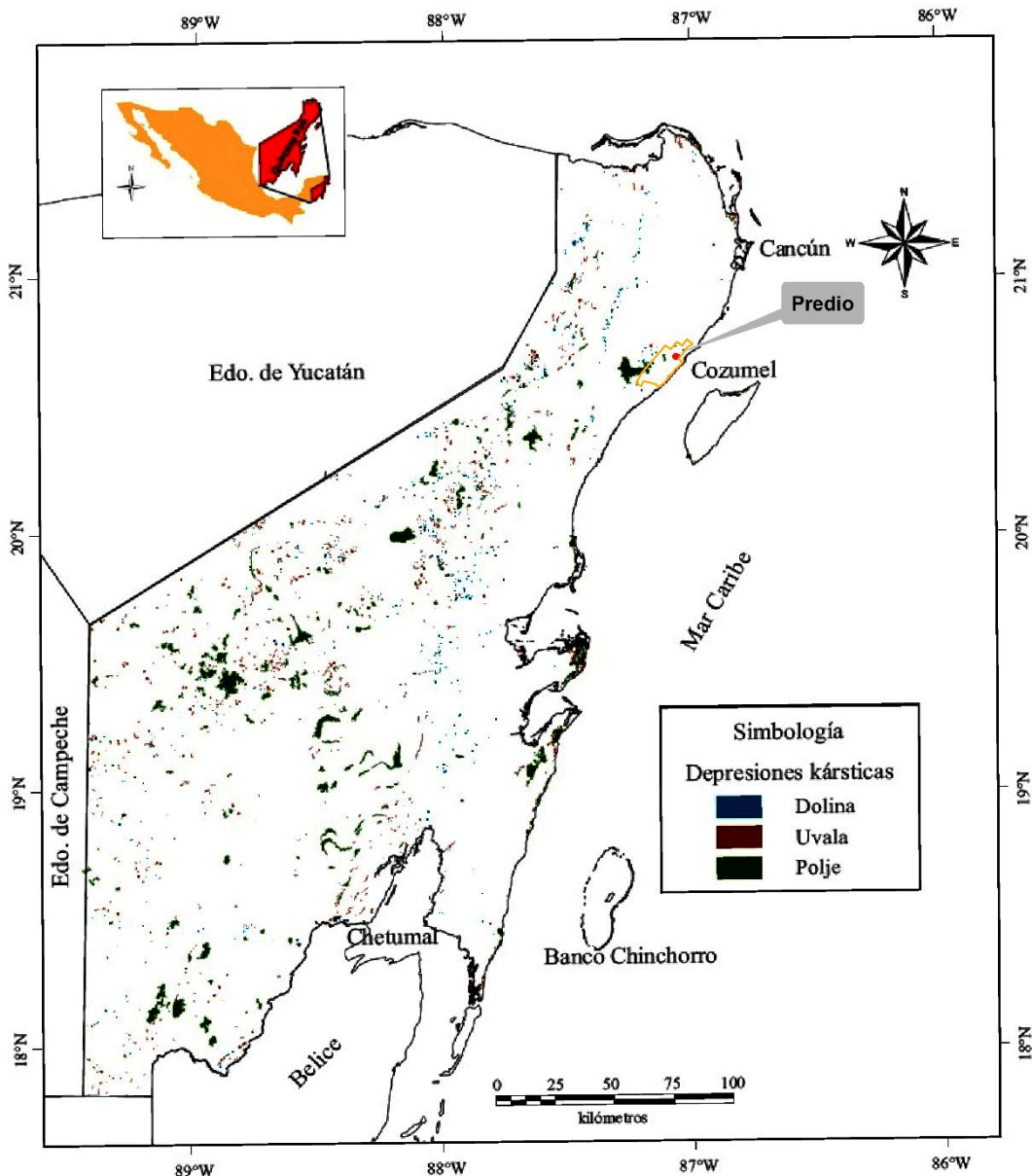


Figura IV:12. Depresiones kársticas en el área de estudio del sistema ambiental del proyecto "Senderos Poniente". Fuente: Fragoso-Servón et al. (Óp. Cit.)

Las DK consisten en porciones de la superficie terrestre que se encuentran hundidas respecto a sus alrededores y que, ya formadas, pueden considerarse como nanocuenclas, pudiendo presentar regímenes permanentes, temporales (inundadas en temporadas de lluvias fuertes, durante al menos un mes) y extraordinarios (inundadas únicamente bajo eventos meteorológicos extremos); y que contribuyen a la infiltración del agua pluvial al acuífero. Pueden clasificarse según su área y su tipo de compacidad: las mayores a 1 km² corresponden con poljes, mientras que las menores a esta superficie y con índice de compacidad entre 1.0 y 1.04, corresponden con dolinas. Por otra parte, las dolinas tienen forma cerrada simple circular o elíptica. El sistema ambiental se sitúa en una zona con densidad media de DK; excepto por un área al suroeste, donde se presenta una densidad alta (**Figura IV:13**).

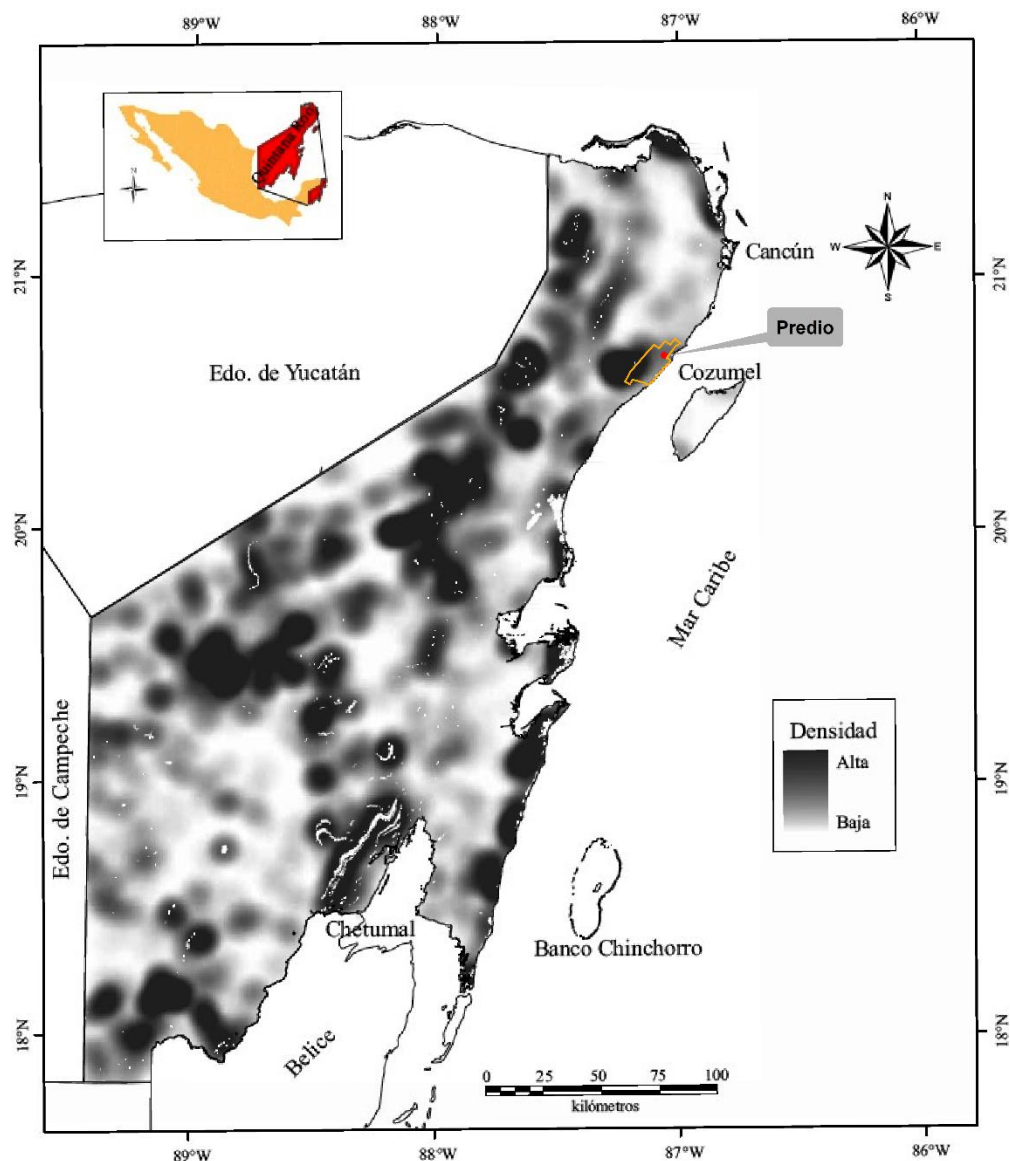


Figura IV:13. Densidad de depresiones kársticas en el área de estudio del sistema ambiental del proyecto "Senderos Poniente"

Con respecto a los cuerpos de agua, en el sistema ambiental se presentan cinco cuerpos de agua intermitente (temporales) y once cuerpos de agua perenne (permanentes); con áreas comprendidas entre los 892 m² y los 23,722 m². En el predio, no se presentan (**Figura IV:14**).

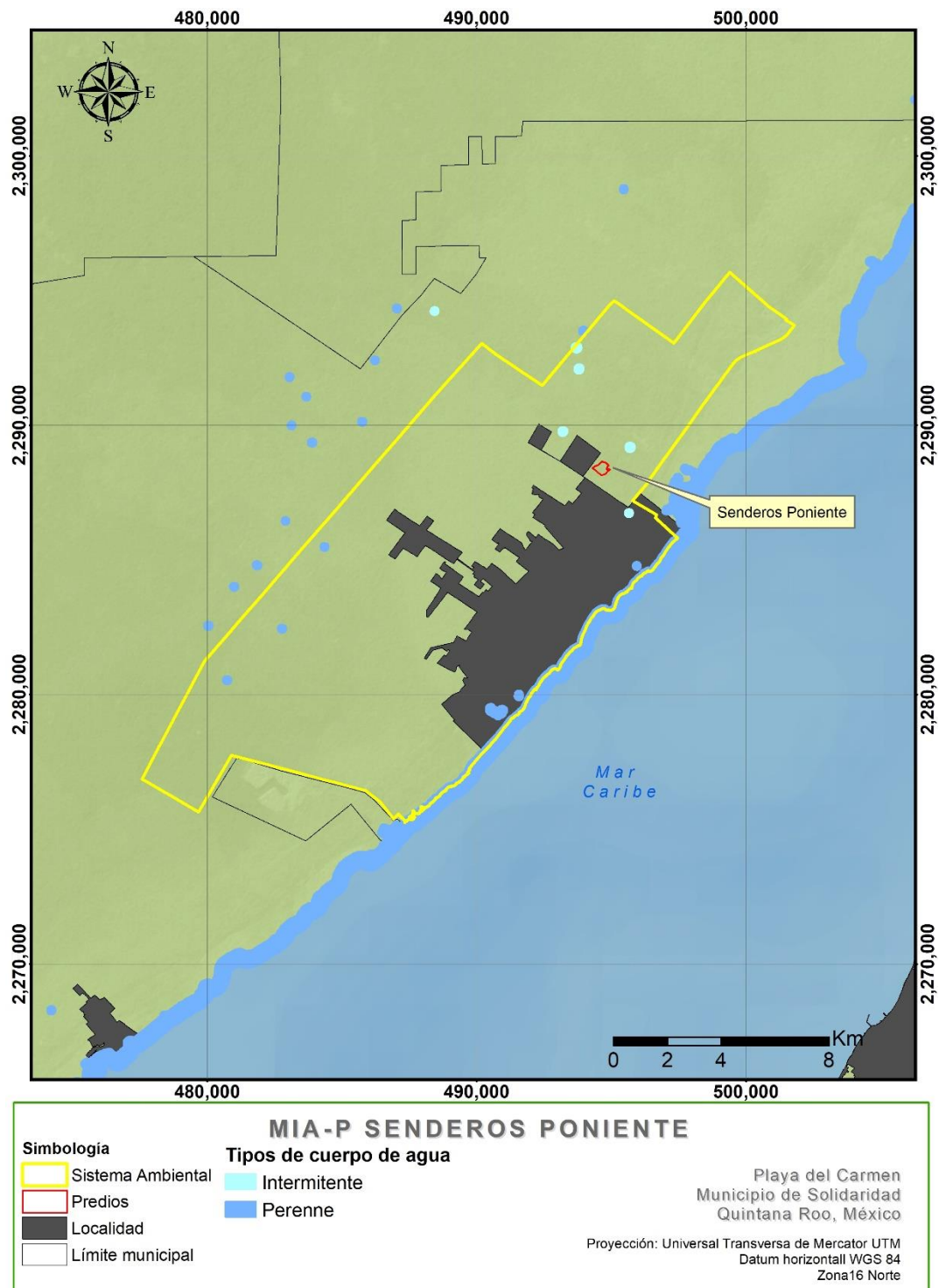


Figura IV:14. Cuerpos de agua en el área de estudio del sistema ambiental del proyecto "Senderos Poniente"

IV.2.1.4.2 Hidrología superficial

El sistema ambiental se localiza al interior de las Microcuencas Playa del Carmen y Joaquín Zetina Gasca, que a su vez se encuentran en la Cuenca 32 A Quintana Roo, que está en la Red Hidrológica No. 32 Yucatán Norte (**Figura IV:15**).

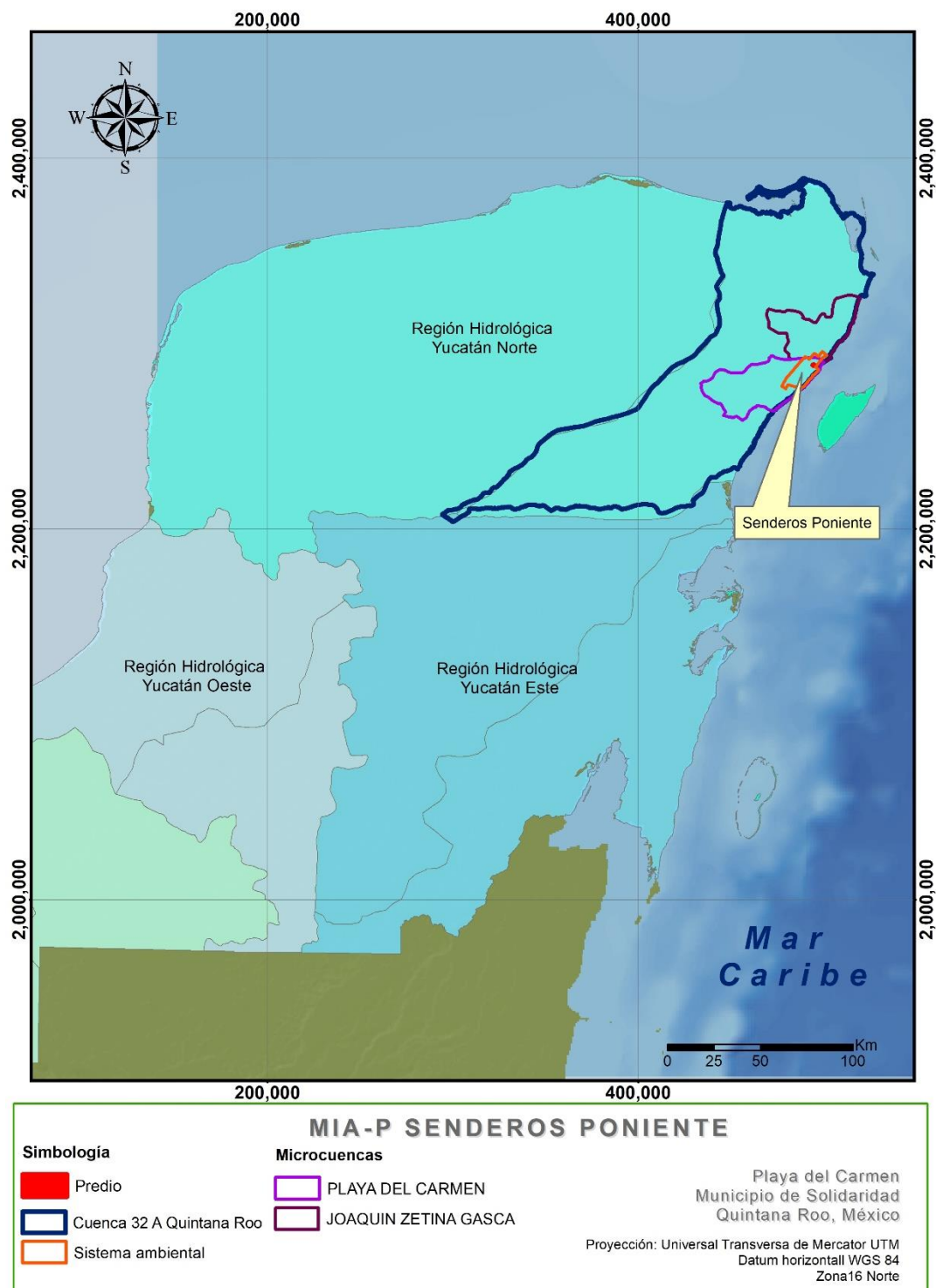


Figura IV:15. Regionalización hidrológica del área de estudio del sistema ambiental del proyecto "Senderos Poniente"

De acuerdo a lo anterior, el sistema ambiental carece de corrientes superficiales; mientras que, con respecto a escurrimiento, presenta dos rangos: de 0 a 5%, el predominante y el que posee el predio, y de 10 a 20%. Lo que indica que en el predio se puede escurrir un máximo del 5% de la precipitación total (**Figura IV:16**).

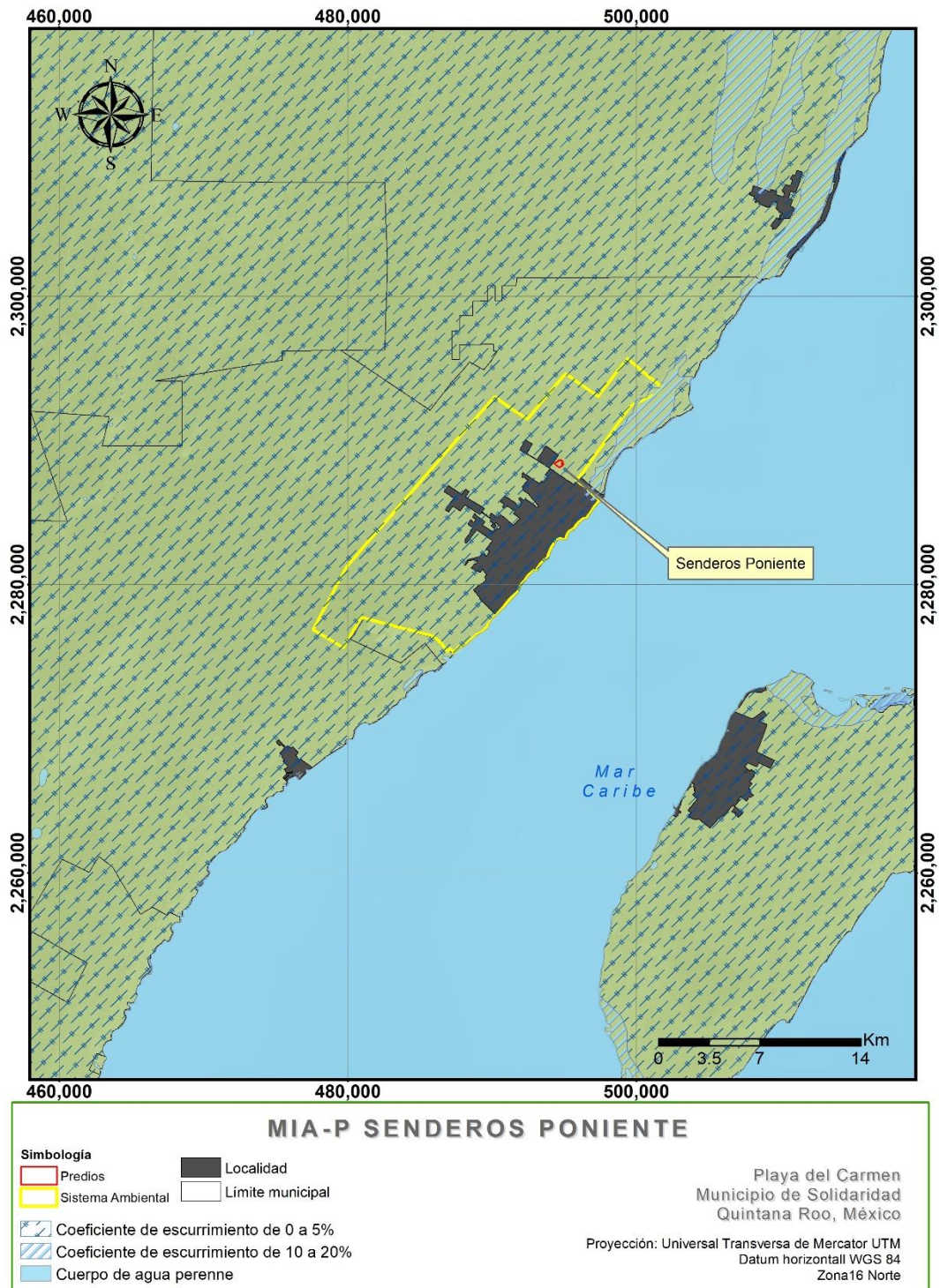


Figura IV:16. Rangos de escurrimiento en el área de estudio del sistema ambiental del proyecto "Senderos Poniente"

IV.2.1.4.3 Hidrología subterránea

Como ya se mencionó, la estructura, topografía, factores climáticos y tipos de vegetación que se presentan en la Península de Yucatán, controlan la permeabilidad y formación del suelo, lo que a su vez influye en la formación de acuíferos y determinan sus patrones de circulación (Bautista *et al.*, Óp. Cit.).

En este sentido, se ha propuesto la existencia de dos unidades hidrogeológicas en función de la edad de las rocas que los constituyen y caracterizadas por la evolución geoquímica del tipo de agua contenida: una formada en el Mioceno en las planicies cársticas-tectónicas y otra, en el Eoceno en los lomeríos carso-tectónicos. El acuífero del predio pertenece al formado en el Mioceno.

El acuífero del Mioceno presenta litofacies de gran permeabilidad y mezcla de agua de reciente infiltración con agua salada más antigua, por lo que presenta un incremento de salinidad hacia las costas del norte y noroccidente, que indica intrusión salina. Hacia las porciones de la península, definidas como áreas de recarga, se presentan valores mínimos, coincidiendo con los valores de precipitación pluvial más alta (Bautista *et al.*, Óp. Cit.).

Por otra parte, en la reglamentación del acuífero del estado de Quintana Roo, se establecen cinco zonas geohidrológicas: Cerros y Valles, Cuencas Escalonadas, Planicie Interior, Costas Bajas y la Isla de Cozumel. El predio se ubica en la Planicie Interior (INEGI, Óp. Cit.).

La Planicie Interior se conforma por rocas calizas con gran fracturamiento, alta disolución y alta permeabilidad, por lo que posee un buen acuífero libre; presenta dirección hacia el este en su parte media, al oeste cerca de Yucatán y al norte en los municipios de Kantunilkin e Islas Mujeres. La profundidad del nivel estático va de 20 a 50 m hacia su interior y disminuye a menos de un metro en las costas; tiene un espesor medio de 19 m y un abatimiento medio de -0.15 m en la época seca del año (INEGI, Óp. Cit.).

En general el agua es de buena calidad a excepción de las costas; la familia de agua predominante es cálcica magnésica-bicarbonatada y sódico-clorurada. El acuífero recibe la descarga de aguas residuales de la ciudad de Cancún, del municipio de José Morelos y de Solidaridad, por lo que presenta una vulnerabilidad alta a la contaminación. El INEGI recomienda tener un mejor control de esta zona por medio de análisis físico-químicos y bacteriológicos para detectar cualquier flujo de contaminantes hacia él, antes de que estos puedan causar mayores problemas a la población en general (INEGI, Óp. Cit.).

Con respecto al tipo de material en el que se encuentra alojado el acuífero, y la permeabilidad del terreno que lo cubre, en el estado de Quintana Roo se presentan tres tipos (INEGI, Óp. Cit.): material consolidado con permeabilidad alta (que es el predominante), material consolidado con permeabilidad media (localizado al suroeste) y material no consolidado con permeabilidad

baja (localizado en franja, al norte). El acuífero del predio se ubica en material consolidado con permeabilidad alta (**Figura IV:17**).

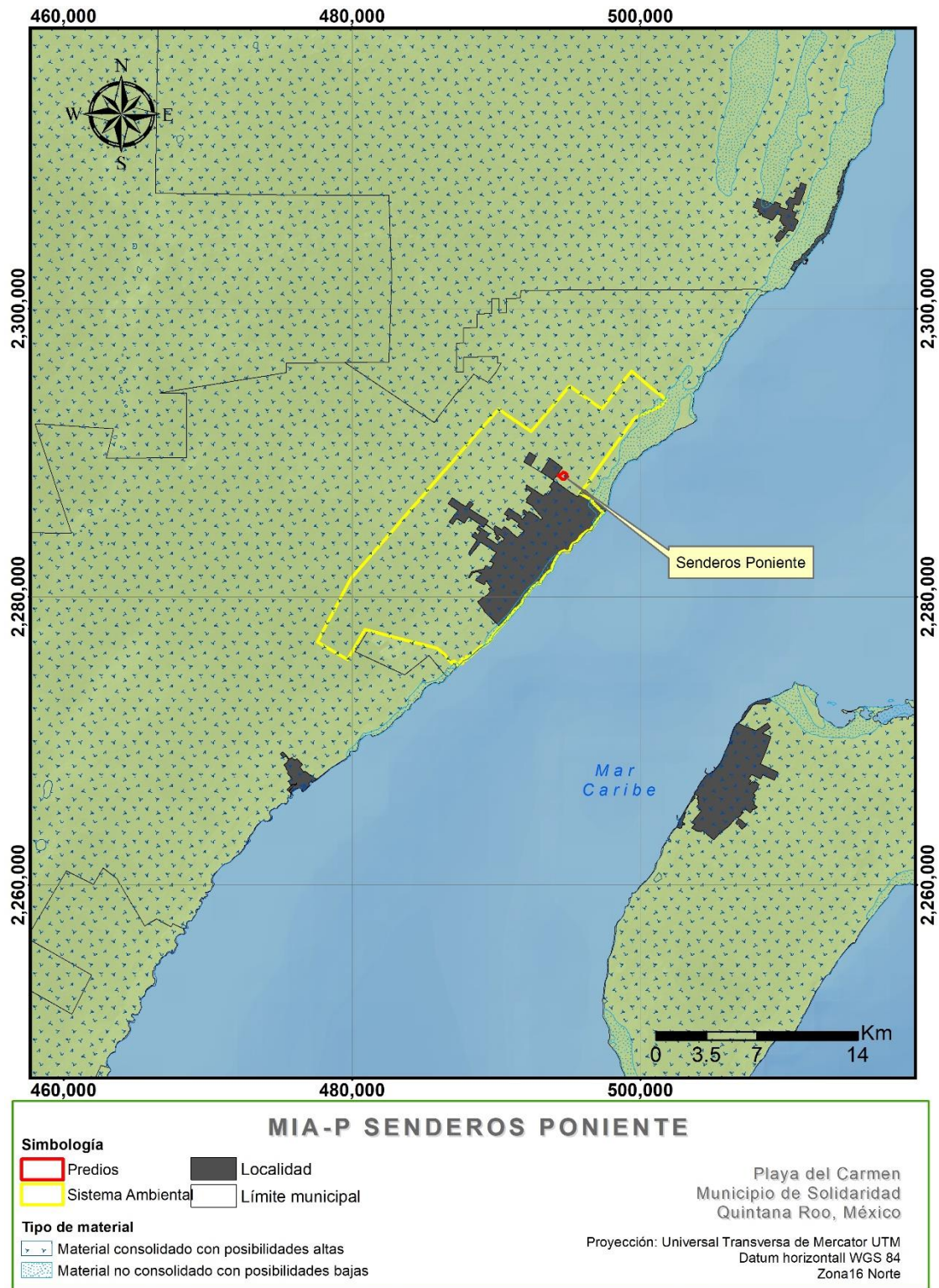


Figura IV:17. Permeabilidad del área de estudio del sistema ambiental del proyecto "Senderos Poniente"

IV.2.2 Aspectos bióticos

De acuerdo a la guía para la MIA para Cambio de Uso de Suelo, los aspectos bióticos serán descritos, tanto para el área de estudio del sistema ambiental del proyecto, como para la zona de influencia; la que se delimitó utilizando la Microcuenca Joaquín Cetica Gasca (**Figura IV:18**).

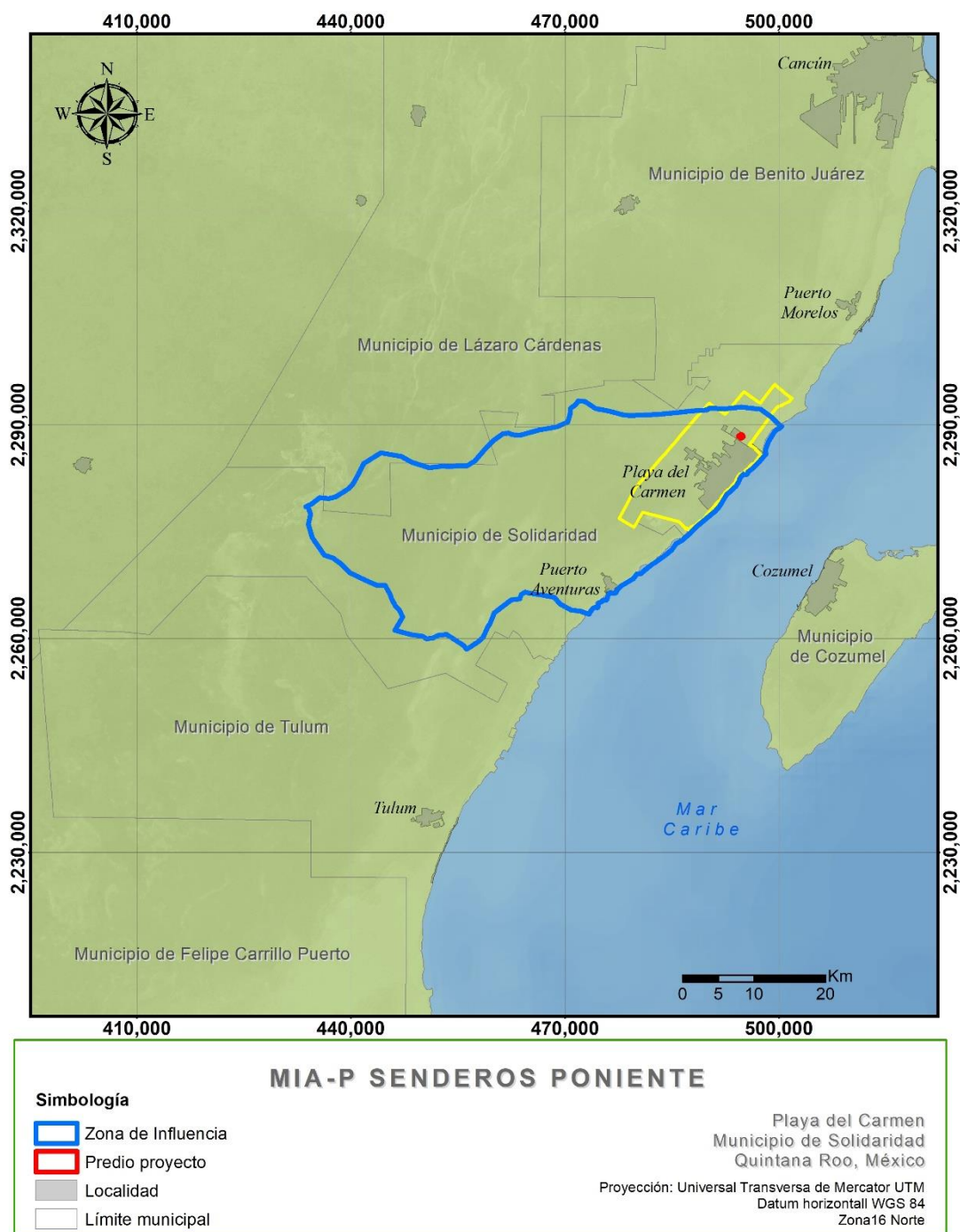


Figura IV:18. Zona de influencia del proyecto "Senderos Poniente"

Lo anterior debido a la importancia del agua como elemento vital, que se interrelaciona con todos los demás elementos del paisaje (flora, suelo, fauna); y que presentan las siguientes características (Sarabia, 1985)³¹; (World Vision, 2004)³²; (Moreno & Renner, 2007)³³:

- Presentan flujos que pueden ser positivos o negativos. Los positivos: 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. Los negativos: 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, etc.
- Existen componentes que le dan una estructura y función, tales como: áreas con cultivos, ganadería, bosques y selvas, centros de población, agroindustrias, hidroeléctricas, tomas de agua, caminos y puentes, áreas naturales protegidas, etc.
- 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 rastrojo de la cosecha de maíz es posible que el suelo se erosione con las lluvias.
- Se presentan interrelaciones, por ejemplo: la degradación ambiental se relaciona con la falta de educación ambiental, baja presencia institucional, deficiente organización y participación comunitaria, condiciones medioambientales adversas, falta de aplicación de leyes, tecnologías inapropiadas, entre otros.

Con base en lo anterior y considerando la escala de influencia del proyecto y los elementos bióticos y abióticos que lo circundan, se determinó 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 tomado por la SEMARNAT en el Sistema de Información Geográfica para la Evaluación del Impacto Ambiental (SEMARNAT, 2016)³⁴.

³¹ Sarabia, A. 1985. Un enfoque de sistemas para el desarrollo agrícola. IICA. Serie Desarrollo Institucional. San José, Costa Rica. 265 p.

³² World Vision. 2004. Manual de manejo de cuencas. El Salvador. 154 p.

³³ Moreno, A. y Renner, I. (Ed). 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.

³⁴ SEMARNAT. 2016. SIGEIA <<http://www.semarnat.gob.mx/sigeia>>

IV.2.2.1 Vegetación terrestre

Según la Carta de Uso de suelo y vegetación Serie VI del INEGI, el área de estudio del sistema ambiental y la zona de influencia, se componen de cinco usos de suelo y de cinco tipos de vegetación (**Cuadro IV:2**).

Cuadro IV:2. Superficie ocupada por uso de suelo y tipos de vegetación del sistema ambiental del proyecto "Senderos Poniente".

Tipo	Área en m ²	Porcentaje
Uso de suelo		
Desprovisto de vegetación	10,530,258.090	0.815
Sin vegetación aparente	1,521,204.496	0.118
Urbano construido	70,137,024.220	5.431
Pastizal cultivado	1,846,792.630	0.143
Agua	12,835,486.880	0.994
Vegetación		
Manglar	5,872,893.258	0.455
Tular	1,298,898.780	0.101
Selva mediana subperennifolia	698,749,657.800	54.109
Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia	434,487,385.400	33.645
Vegetación secundaria arbustiva de selva mediana subperennifolia	54,095,049.110	4.189
Total	1,291,374,650.664	100.000

Se observa que los tipos de vegetación ocupan mayor superficie que los usos de suelo; siendo la vegetación de selva mediana subperennifolia la que ocupa mayor porcentaje de superficie del área de estudio y de la zona de influencia. Por otra parte, si bien se presenta vegetación de manglar y de tular, únicamente ocupan el 0.556% de la superficie total. A continuación, se describen los tipos de vegetación que se presentan. La distribución espacial de los tipos de vegetación se muestra en la **Figura IV:19**.

Vegetación de manglar (VM). De acuerdo con el (INEGI, 2017)³⁵, la vegetación de manglar es una comunidad densa, dominada principalmente por un grupo de especies arbóreas conocidas como mangles, que se distribuye en zonas con climas cálidos húmedos y subhúmedos y de muy baja altitud. Se desarrolla en los márgenes de lagunas costeras y esteros y en desembocaduras de ríos y arroyos, pero también en las partes bajas y fangosas de las costas; siempre sobre suelos profundos, en sitios inundados sin fuerte oleaje o con agua estancada. Un rasgo peculiar que presentan los manglares es la presencia de raíces en forma de zancos, o neumatóforos, características de adaptación que les permiten estar en contacto directo con el agua salobre, sin ser necesariamente plantas halófitas.

³⁵ INEGI. 2017. Guía para la interpretación de cartografía Uso del Suelo y Vegetación: escala 1:250,000: serie VI. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. México: INEGI, c2017. 204 p.

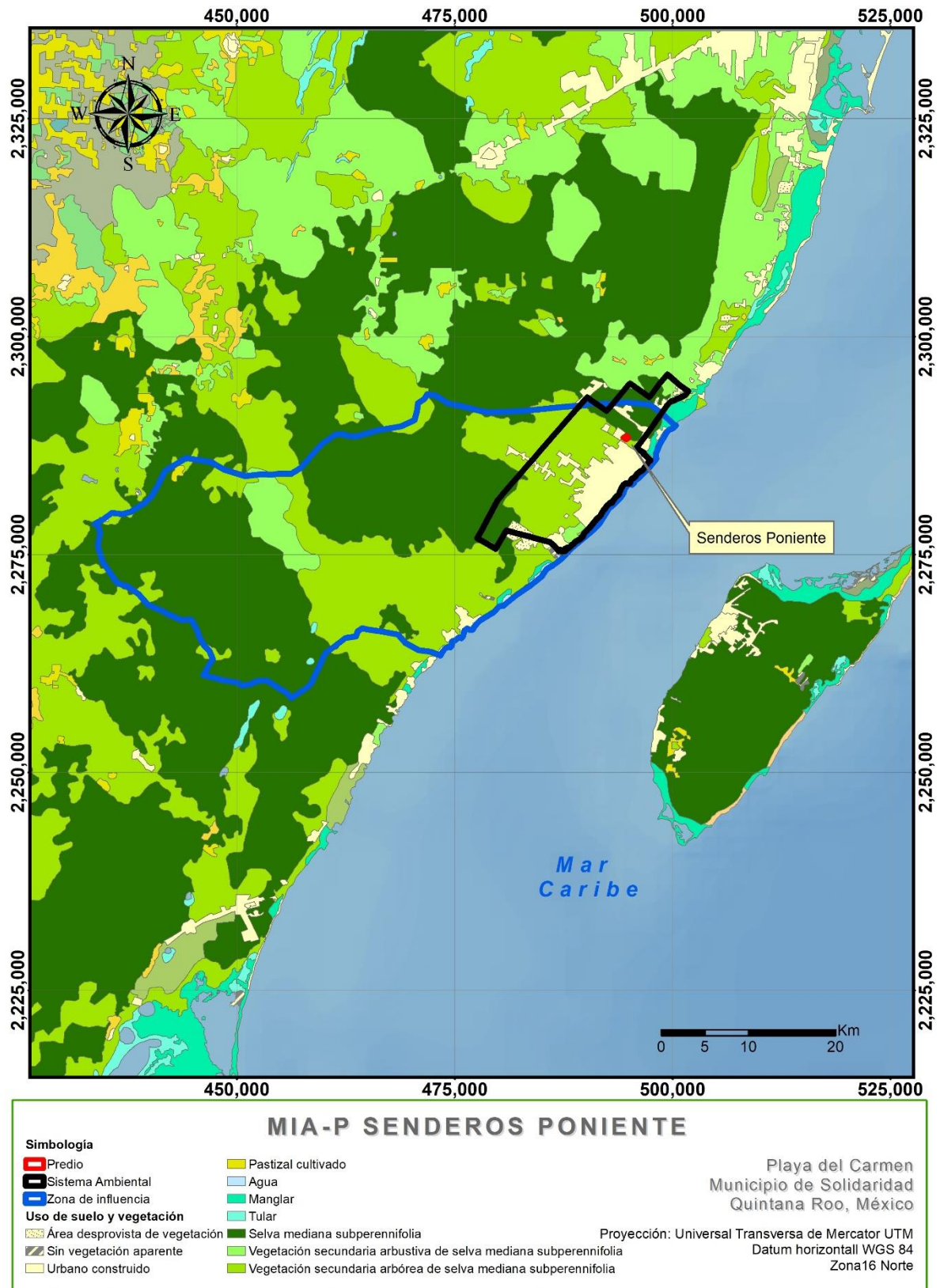


Figura IV:19. Tipos de vegetación en el área de estudio del sistema ambiental y zona de influencia

Los mangles son especies perennifolias y el estrato dominante que forman es generalmente arbóreo, aunque también puede ser subarbóreo o hasta arbustivo; las alturas de los mangles pueden variar, de manera general, desde 1 hasta 30 m.

En Quintana Roo (Granados Sanchez, López Ríos, Martínez, & Martínez Castillo, 1998)³⁶, crecen todos los tipos de manglar conocidos: mixto, enano, petenes, ribereño, de franja, de isla; con variaciones particulares en relación a su ubicación en el Mar Caribe, como es su barrera arrecifal, la presencia de un gran número de islas, el relieve relativamente plano de la península y su origen marino.

Las especies dominantes son: *Rhizophora mangle* (mangle rojo), *Avicennia germinans* (mangle negro), *Laguncularia racemosa* (mangle blanco) y *Conocarpus erectus* (mangle botoncillo). Otras especies que se presentan, ya sea en asociaciones, como *Rhizophora mangle* con *Cladium jamaicens*, o en gradientes, son: *Acaelorrhaphe wrightii*, *Phragmites australis*, *Manilkara zapota*, *Trinax radiata*, *Bucida spinosa*, *Crescentia*, *Haematoxylum*, *Metopium brownei*, *Ficus*, *Randia aculeata*, *Bravaisia tubiflora*, *Jacquinia aurantiaca*, *Reedia edulis*, *Chrysobalanus icaco*, *Pithecellobium*, *Sabal*, *Passiflora*, *Chiococca alba*, *Catasetum maculatum*, *Schomburgkia tibicinis*, *Tillandsia fasciculata*, *Ageratum littorale*, *Cereus*, *Crinum*, *Andropogon glomeratus*, *Swietenia macrophylla*, *Pisonia aculeata*, *Neea psychotrioides*, *Annona glabra*, *Talisia olivaeformis*, *Tabebuia rosea*, *Bursera simaruba*, *Diospyros digyna*, *Ardisia escallonioides*, *Elueodendron xylocarpum*, *Dalbergia glabra*, *Acrostichum daneaefolium*, *Sesuvium portulacastrum*, *Batis marítima*, *Salicornia*, *Ambrosia cumanensis*, *Capraria biflora*, *Dichromena colorata*, *Sorghum halapense*, *Andropogon glomeratus*, *Stylosanthes hamata*, *Hyparrhenia rufa*, *Dichromena ciliata*, *Oncidium cebolleta*, *Solanum rugosum*, *Selenicereus testudo*. También se presentan epífitas y lianas.

Vegetación de tular (VT). De acuerdo con el INEGI (Óp. Cit.), la vegetación de tular está conformada por una comunidad de plantas acuáticas, distribuida principalmente en altiplanicies y llanuras costeras, en sitios con climas desde cálidos hasta templados, con amplios rangos de temperatura, precipitación y altitud. Se desarrolla en lagunas y lagos de agua dulce o salada y de escasa profundidad, así como en áreas pantanosas, canales y remansos de ríos. Las plantas de esta comunidad viven arraigadas en el fondo y constituyen masas densas con hojas largas y angostas, formando prácticamente un solo estrato herbáceo de 0.8 a 2.5 m de altura.

³⁶ Granados-Sánchez, D., G. López-Ríos, F. de J. Martínez-V. y J. Martínez-Castillo. 1998. Los manglares de Quintana Roo. Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente 4(2): 253-255.

Está básicamente constituido por individuos de dos géneros: *Typha spp.* y *Scirus spp.*, pero también incluye carrizales de *Phragmites australis* y de *Arundo donax* y a los saibadales de *Cladium jamaicense*. En Quintana Roo también se presenta el saibal con pasto suuk.

Selva mediana subperennifolia (SMQ). El INEGI (Óp. Cit.) establece que los componentes arbóreos de este tipo de vegetación pierden estacionalmente su follaje en un 25 a 50%, y que se desarrolla en lugares con climas cálidos húmedos y subhúmedos. Con temperaturas típicas entre 20 y 28°C. La precipitación total anual del orden de 1,000 a 1,600 mm. Se le puede localizar entre los 0 a 1,300 m de altitud. En la península de Yucatán, se desarrolla en regiones planas y con drenaje rápido. El material geológico que la sustenta está conformado predominantemente por rocas cársticas. Los árboles tienen contrafuertes y poseen muchas epífitas y lianas; alcanzan una altura media de 25 a 30 m y un diámetro a la altura del pecho menor que los de la selva alta perennifolia aun cuando se trata de las mismas especies (lo que posiblemente se deba al tipo de suelo y profundidad). Se distinguen tres estratos arbóreos, de 4 a 12 m, de 12 a 22 m y de 22 hasta 30 m. Dentro de los estratos se encuentran variados tipos de palma.

Son especies importantes: *Lysiloma latisiliquum*, *Brosimum alicastrum* (ox, ramón, capomo), *Bursera simaruba* (chaka', palo mulato, jiote, copal), *Manilkara zapota* (ya', zapote, chicozapote), *Lysiloma spp.* (tsalam, guaje, tepeguaje), *Vitex gaumeri* (yaaxnik), *Terminalia buceras* (pukte), *Alseis yucatanensis* (jaasché), *Psidium sartorianum* (pichiche'). Las epífitas más comunes son algunos helechos y musgos, abundantes orquídeas, bromeliáceas y aráceas.

En el estado de Quintana Roo, la selva mediana subperennifolia, ocupa la mayor parte de la superficie. Este tipo de selva corresponde con la selva chiclera. Alcanza de 15 a 25 m de altura; y se caracteriza por presentar la mayor complejidad y diversidad de especies, siendo las más representativas: *Brosimum alicastrum*, *Bursera simaruba*, *Metopium brownei*, *Gymnopodium floribundum*, *Caesalpinia gaumeri*, *Lysiloma latisiliquum* (Flores, Durán, & Ortíz, 2010)³⁷ (Valdez Hernández & Islebe, 2011)³⁸.

Vegetación secundaria (VS). El INEGI (Óp. Cit.) establece que la vegetación secundaria se da cuando un tipo de vegetación primario (aquella en la que la vegetación no presenta alteración) es eliminado o alterado por diversos factores humanos o naturales, y surge una comunidad vegetal significativamente diferente a la original, con estructura y composición florística

³⁷ Flores, J. S., R. Durán y J. J. Ortiz. 2010. Comunidades vegetales terrestres, p. 125-129. En: R. Durán y M. Méndes (Eds). Biodiversidad y Desarrollo Humano en Yucatán. CICY, PPD-FMAM, CONABIO, SEDUMA. 496 pp.

³⁸ Valdez-Hernández, M., G. A. Islebe. 2011. Tipos de vegetación en Quintana Roo, p. 32-36. En: C. Pozo (editora). Riqueza biológica de Quintana Roo. Un análisis para su conservación, Tomo 2. El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR), Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), Gobierno del estado de Quintana Roo y Programa de Pequeñas Donaciones (PPD). México, D. F.

heterogénea; de acuerdo a la intensidad del elemento del disturbio, la duración del mismo y sobre todo de la ubicación geográfica del tipo de vegetación.

En general, cada comunidad vegetal tiene un grupo de especies que cubren el espacio alterado, son pocas las especies que tienen un amplio espectro de distribución y aparecen en cualquier área perturbada. Estas especies forman fases sucesionales que con el tiempo pueden favorecer la recuperación de la vegetación original. A causa de la complejidad para definir los tipos de fases sucesionales, dada su heterogeneidad florística, ecológica y su difícil interpretación, aún en campo; con base en las formas de vida presentes y su altura, se consideran tres fases: vegetación secundaria herbácea, vegetación secundaria arbustiva y vegetación secundaria arbórea.

En el área de estudio del sistema ambiental y en la zona de influencia, se presenta vegetación secundaria arbustiva y arbórea de selva mediana subperennifolia. Las especies más comunes de estas comunidades, en el estado de Quintana Roo, son *Cecropia obtusifolia* (guarumbo) y *Piscidia piscipula* (jabón) (Valdez-Hernández e Islebe, Óp. Cit.).

IV.2.2.1.1 Caracterización de las formaciones vegetales presentes en el área de estudio y zona de influencia

IV.2.2.1.2 Diseño de muestreo

Para caracterizar las formaciones vegetales presentes en el área de estudio del sistema ambiental y zona de influencia, se seleccionaron nueve puntos de muestreo, compuestos por 26 sitios testigos; con una moda de tres sitios por punto. Su ubicación se indica en el **Cuadro IV:3**, por medio de coordenadas; y en la **Figura IV:20**, por medio de representación gráfica.

Cuadro IV:3. Coordenadas UTM de puntos y sitios testigos de muestreo de vegetación para el área de estudio del sistema ambiental y zona de influencia del proyecto "Senderos Poniente".

Punto muestreo	ID Sitio	X	Y	Punto muestreo	ID Sitio	X	Y
I	1	486936	2289864	V	14	479078	2270527
I	2	486963	2289841	V	15	479098	2270509
I	3	486985	2289820	VI	16	488367	2279632
II	4	487536	2288907	VI	17	488325	2279664
II	5	487540	2288883	VI	18	488315	2279615
II	6	487551	2288858	VII	19	488272	2279595
III	7	488164	2284321	VII	20	488262	2279548
III	8	488145	2284352	VII	21	488221	2279530
III	9	488120	2284379	VIII	22	490789	2280099
IV	10	487490	2279100	VIII	23	490716	2280102
IV	11	487478	2279057	VIII	24	490792	2280044
IV	12	487482	2279023	IX	25	490256	2279733
V	13	479059	2270544	IX	26	490214	2279684

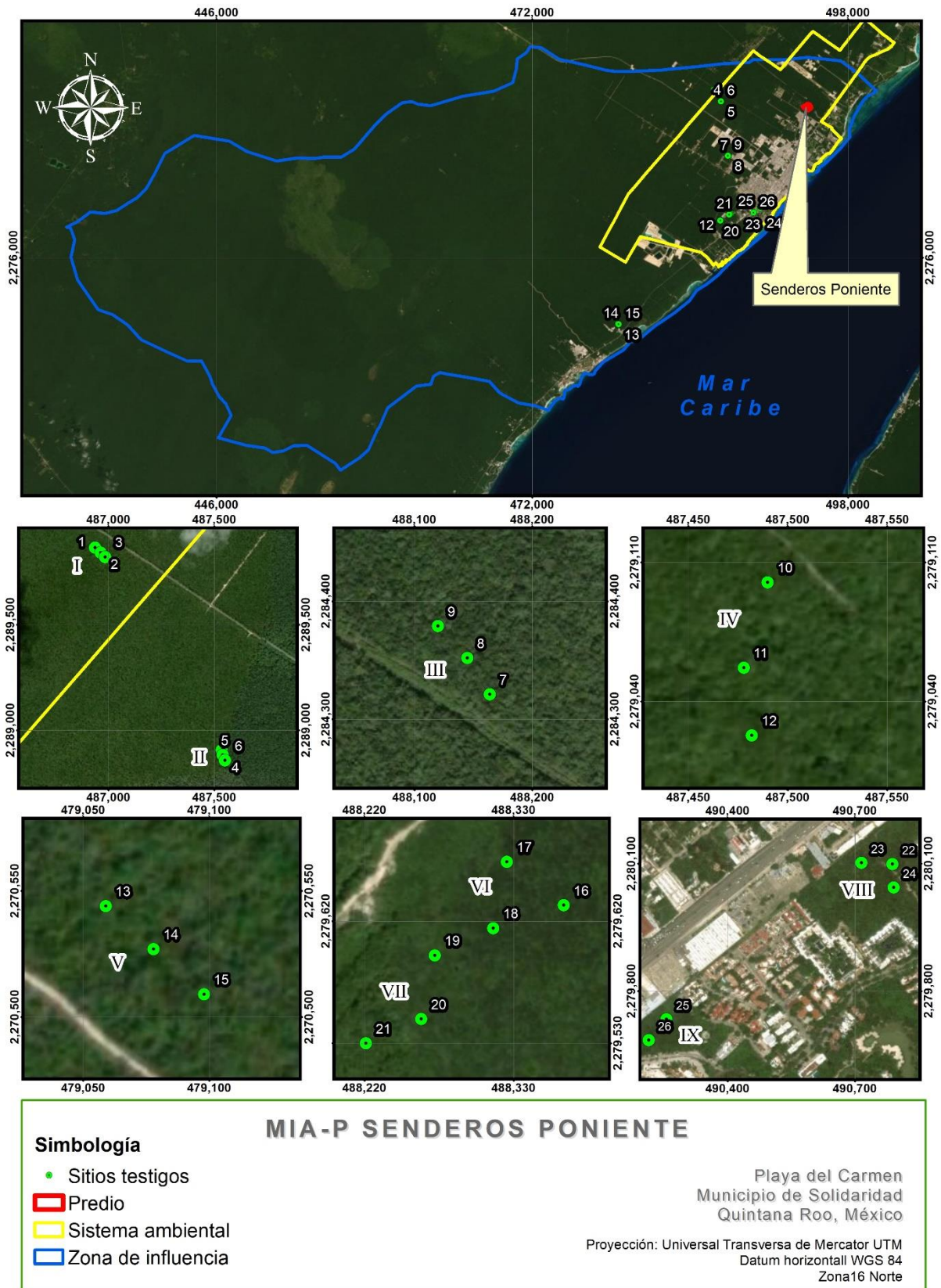


Figura IV:20. Ubicación espacial de los sitios testigos para el muestreo de vegetación del área de estudio del sistema ambiental y zona de influencia del proyecto “Senderos Poniente”

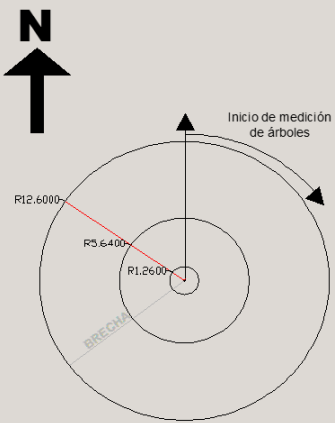
En cada punto de muestreo, los sitios testigos fueron ubicados mediante muestreo sistemático, donde se seleccionó aleatoriamente un elemento de los primeros K elementos en un marco (punto de muestreo) y después se selecciona cada k -ésimo elemento. Para lo anterior, el punto de muestreo se subdividió en cuadrados iguales y un sitio testigo se tomó del centro de cada cuadro, de tal manera que las muestras a lo largo del límite exterior están a la mitad de la distancia de la frontera como lo están de la muestra más cercana (Navarro, 2004)³⁹.

El muestreo sistemático, en comparación con los muestreos aleatorios, es fácil de llevar a campo, está menos expuesto a errores de selección que cometen los investigadores en el campo, y puede proporcionar mayor información por unidad de costo (Navarro Óp. Cit.).

En el presente estudio, la ubicación de los sitios testigos se realizó con ayuda del Sistema de Información Geográfica ArcGis 10.1 y la extensión Hawth's Analysis Tools, con la herramienta de generación de cuadrícula (Create Vector Grid).

Con respecto a cada sitio en particular, se subdividieron en tres parcelas circulares. En cada parcela se registró el número de especies y de individuos. El diseño de cada parcela, los parámetros de muestreo y las variables registradas, se sintetizan en el **Cuadro IV:4**.

Cuadro IV:4. Síntesis de las características de muestreo para el levantamiento forestal en los sitios de muestreo.

DINÁMICA DE MUESTREO	DIMENSIONES DEL SITIO	PARÁMETROS PARA LA TOMA DE DATOS	VARIABLES REGISTRADAS
	Superficie: 500 m ²	Vegetación con diámetro ≥ 10 cm.	• Especie • Número de individuos
	Radio: 12.6 m		
	Superficie: 100 m ²	Vegetación con diámetro ≥ 5 cm y <10 cm.	• Especie • Número de individuos
	Radio: 5.64 m		
	Superficie: 5 m ²	Vegetación con diámetro < 5 cm.	• Cobertura • Especie • Número de individuos
	Radio: 1.26 m		

³⁹Navarro, A. 2004. Introducción al diseño y análisis del muestreo de poblaciones finitas, p. 19-69. En Bautista, F., H. Delfín, J. L. Palacio y M. Delgado (Eds.). Técnicas de muestreo para manejadores de recursos naturales. Universidad Autónoma de Campeche, Universidad Autónoma de México, Universidad Autónoma de Yucatán, Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, Instituto Nacional de Ecología. 507 p.

IV.2.2.1.3 Caracterización

Para la caracterización de la flora se calculó el valor de importancia ecológica, la diversidad y la equidad.

Índice de valor de importancia

El valor de importancia (IVI) se calcula con un índice sintético estructural, que jerarquiza la dominancia de cada especie en rodales mezclados. Se calcula con la siguiente fórmula:

$$IVI = Dominancia\ relativa + Densidad\ relativa + Frecuencia\ relativa$$

La dominancia relativa se obtuvo con la siguiente ecuación:

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

$$Dominancia\ absoluta = \frac{\text{Área basal de una especie}}{\text{Área muestreada}}$$

Donde, el área basal (AB) se obtuvo a partir de la fórmula:

$$AB = \frac{\pi}{4} (DAP)^2$$

Por su parte, la densidad relativa se obtuvo de la siguiente manera:

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

La densidad absoluta es uno de los rasgos básicos de las poblaciones que se usa para describir su estructura y dinámica, ya que define su tamaño: número de individuos de una población por unidad de área. En este caso, la unidad de área correspondió con el área muestreada, siendo de 0.45 ha. La densidad absoluta se calculó con la ecuación:

$$Densidad\ absoluta = \frac{\text{Número de individuos de una especie}}{\text{Área muestreada}}$$

Finalmente, la frecuencia relativa se obtuvo con:

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

$$Frecuencia\ absoluta = \frac{\text{Número de cuadros en los que se presenta cada especie}}{\text{Número total de cuadros muestreados}}$$

Diversidad y equidad

Con respecto a la diversidad, se refiere a la abundancia de distintas especies en un área determinada (Smith y Smith Óp. Cit.). Se estima con dos índices: el de Simpson y el de Shannon-Wiener.

El índice de Simpson mide la probabilidad de que dos individuos elegidos al azar pertenezcan a la misma especie (Zarco-Espinoza, Valdez-Hernández, Ángeles-Pérez, & Castillo-Acosta, 2010)⁴⁰; dándole más peso a las especies dominantes. Se calculó con la fórmula:

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

Donde:

ni : Número total de individuos de una determinada especie

N : Número total de individuos de todas las especies

El índice de Shannon-Wiener mide el grado de incertidumbre en predecir la especie a la que pertenecerá un individuo tomado al azar (Zarco-Espinosa *et al.* Óp. Cit.); dándole más peso a las especies raras. Se calculó con la siguiente fórmula:

$$H' = \Sigma Pi * \ln Pi$$

Donde:

Pi : Abundancia relativa

$\ln$: Logaritmo natural

Por último, la equidad se refiere a la medida del grado de igualdad en la distribución de la abundancia de las especies. La equidad máxima se da cuando todas las especies de la comunidad presentan el mismo número de individuos. Se calculó con la fórmula:

$$E = \frac{H'}{\ln(S)}$$

Donde:

H' : Índice de Shannon-Wiener

S : Número total de especies

$\ln$: Logaritmo natural

⁴⁰ Zarco-Espinoza V. M., J. L. Valdez-Hernández, G. Ángeles-Pérez y O. Castillo-Acosta. 2010. Estructura y diversidad de la vegetación arbórea del parque estatal Agua Blanca, Macuspana Tabasco. Universidad y Ciencia. Trópico Húmedo 26(1): 1-17

IV.2.2.1.4 Composición florística total

Se obtuvieron 1187 registros (individuos) pertenecientes a un solo *phylum*, las Angiospermas; así como a dos clases, cuatro subclases, 20 órdenes, 44 familias, 106 géneros y 128 especies. La clase mejor representada fueron las Eudicotiledóneas, como se aprecia en la **Figura IV:21**, con un total de 1799 individuos registrados.

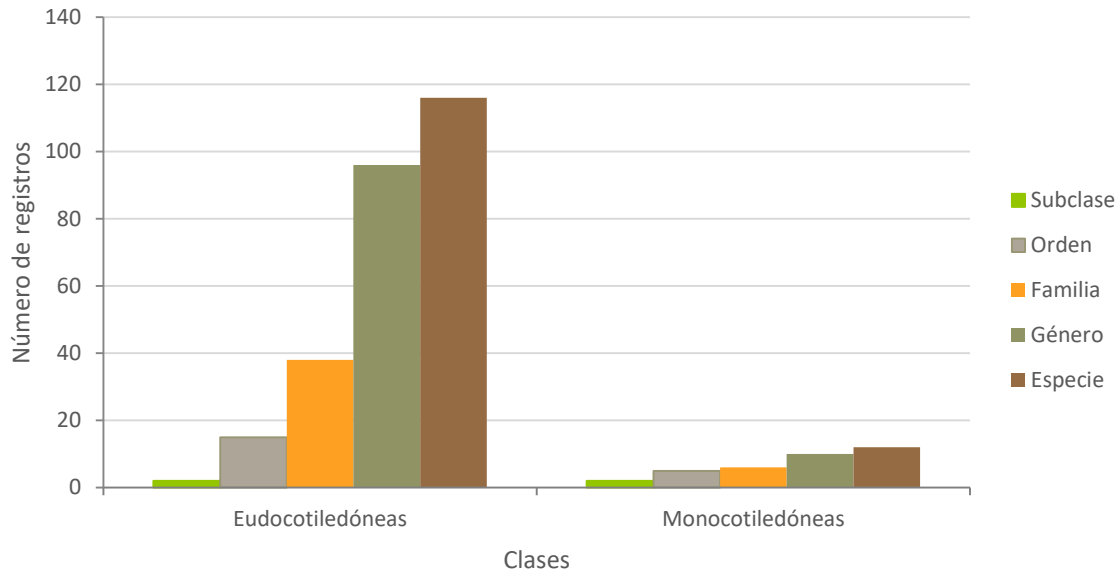


Figura IV:21. Número de registros para las clases, por categoría taxonómica

De las dos subclases que integran la clase Eudicotiledóneas, Asteridae y Rosidae, la mejor representada fue Rosidae (**Figura IV:22**), con un total de 1244 registros.

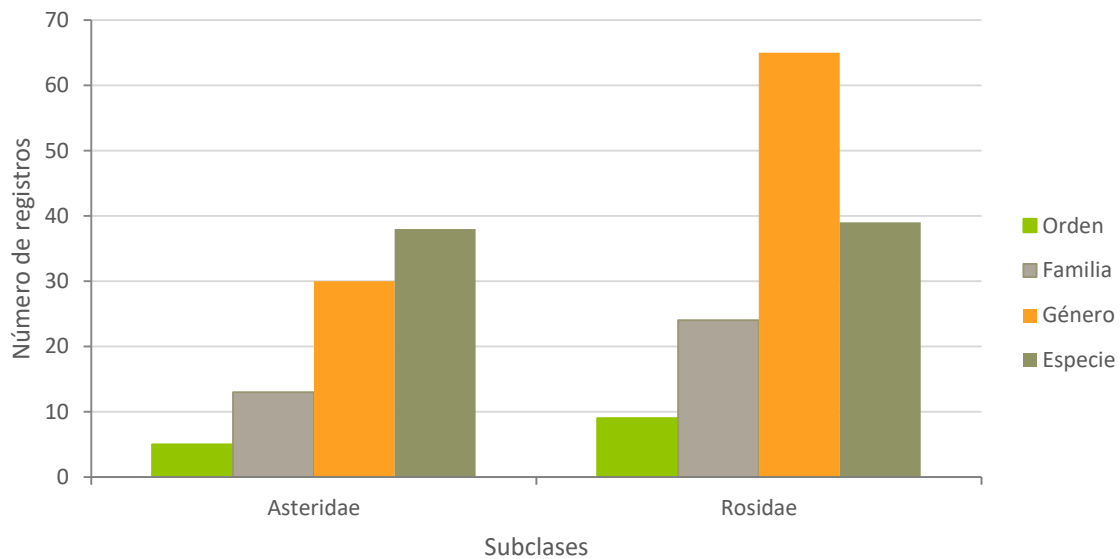


Figura IV:22. Número de registros para las subclases pertenecientes, por categoría taxonómica

La lista completa de las 128 especies inventariadas en los sitios testigos, con la cantidad de individuos registrados, para el área de estudio del sistema ambiental y zona de influencia del proyecto **Senderos Poniente**, se muestra en el **Cuadro IV:5**.

Cuadro IV:5. Listado de especies registradas dentro de los sitios testigos para el área de estudio del SA y zona de influencia del proyecto “Senderos Poniente”.

Clase	Subclase	Orden	Familia	Género	Especie	Nombre común	registros
Eudicotyledoneae	Asteridae	Apiales	Araliaceae	Dendropanax	<i>Dendropanax arboreus</i>	Tsiimin che'	70
		Caryophyllales	Nyctaginaceae	Neea	<i>Neea psychotrioides</i>	Ta'tsi'	13
			Polygonaceae	Coccoloba	<i>Coccoloba acapulcensis</i>	Tóon yúul	2
					<i>Coccoloba barbadensis</i>	Boob ch'iich'	2
					<i>Coccoloba diversifolia</i>	Ch'iich' boob	1
					<i>Coccoloba spicata</i>	Boob	26
				Gymnopodium	<i>Gymnopodium floribundum</i>	Ts'iits'ilche'	7
		Ericales	Ebenaceae	Diospyros	<i>Diospyros anisandra</i>	K'aakalche'	6
					<i>Diospyros yucatanensis</i>	U chul che	15
			Primulaceae	Ardisia	<i>Ardisia escallonioides</i>	Pimienta de monte	1
					<i>Ardisia revoluta</i>	Arrayán	2
			Sapotaceae	Chrysophyllum	<i>Chrysophyllum caimito</i>	Caimito	2
				Manilkara	<i>Manilkara zapota</i>	Chicozapote	104
				Pouteria	<i>Pouteria campechiana</i>	K'aniste'	10
					<i>Pouteria reticulata</i>	Sapotillo	4
		Sideroxylon		<i>Sideroxylon salicifolium</i>	Zapote	9	
		Gentianales	Apocynaceae	Aspidosperma	<i>Aspidosperma spruceanum</i>	Bayo	8
				Cameraria	<i>Cameraria latifolia</i>	Cheechen blanco	2
				Cascabela	<i>Cascabela gaumeri</i>	Campanilla	10
				Pentalinon	<i>Pentalinon andrieuxii</i>	Contrayerba	3
			Rubiaceae	Asemnantha	<i>Asemnantha pubescens</i>	Juan de noche	3
				Chiococca	<i>Chiococca alba</i>	Huele de noche	2
				Exostema	<i>Exostema mexicanum</i>	Palo de rosa	2
				Guettarda	<i>Guettarda coombsii</i>	Tasta'ab	14
		Eudicotyledoneae	Asteridae	Gentianales	Rubiaceae	Morinda	<i>Morinda royoc</i>
Psychotria	<i>Psychotria nervosa</i>					Retamo	7
Randia	<i>Randia aculeata</i>					Tinta che'	34
Lamiales	Acanthaceae			Aphelandra	<i>Aphelandra scabra</i>	Cola de gallo	1
	Bignoniaceae			Cydista	<i>Cydista aequinoctalis</i>	Ak'xux, bejuco dos hojas	6
				Fridericia	<i>Fridericia floribunda</i>	Bejuco morado	3
				Godmania	<i>Godmania aesculifolia</i>	Ajowan che'	1
				Tabebuia	<i>Tabebuia chrysantha</i>	Mauche'	1

Clase	Subclase	Orden	Familia	Género	Especie	Nombre común	registros
					<i>Tabebuia rosea</i>	Jok' ab mak'ulis	2
			Boraginaceae	Cordia	<i>Cordia dodecandra</i>	Siricote	3
					<i>Cordia gerascanthus</i>	Bojom	1
			Lamiaceae	Callicarpa	<i>Callicarpa acuminata</i>	Pukin	5
				Vitex	<i>Vitex gaumeri</i>	Ya'axnik	158
		Verbenaceae	Petrea		<i>Petrea volubilis</i>	Tostada de caballo	1
	Rosidae	Brassicales	Caricaceae	Jacaratia	<i>Jacaratia mexicana</i>	Bonete	6
		Celastrales	Celastraceae	Semialarium	<i>Semialarium mexicanum</i>	Cascarillo grueso	3
			Icacinaeae	Ottoschulzia	<i>Ottoschulzia pallida</i>	Uvas che'	10
			Sapindaceae	Paullinia	<i>Paullinia cururu</i>	Chéen aak'	11
					<i>Paullinia pinnata</i>	Sakan aak'	13
		Fabales	Fabaceae	Acacia	<i>Acacia cornigera</i>	Subín	2
					<i>Acacia gaumeri</i>	Catzím	15
					<i>Acacia pennatula</i>	Ch'i'may	1
				Andira	<i>Andira inermis</i>	Ya'abo'ob	2
				Bauhinia	<i>Bauhinia divaricata</i>	Pata de vaca	1
					<i>Bauhinia jenningsii</i>	Tsiimim ts'ulub took'	9
				Caesalpinia	<i>Caesalpinia gaumeri</i>	Kitim che'	6
				Caesalpinia	<i>Caesalpinia yucatanensis</i>	Taa k'iin che'	1
				Canavalia	<i>Canavalia brasiliensis</i>	Habas	11
				Centrosema	<i>Centrosema macrocarpum</i>	Desconocido	1
				Chloroleucon	<i>Chloroleucon mangense</i>	Ya' ax eek'	17
Eudicotyledoneae	Rosidae	Fabales	Fabaceae	Dalbergia	<i>Dalbergia glabra</i>	Muk	13
				Diphysa	<i>Diphysa carthagenensis</i>	Ruda de monte	3
				Erythrina	<i>Erythrina standleyana</i>	Chak mo'ol che'	2
				Gliricidia	<i>Gliricidia sepium</i>	Cacahuananche	6
				Lonchocarpus	<i>Lonchocarpus luteomaculatus</i>	Desconocido	3
					<i>Lonchocarpus rugosus</i>	K'anasín	34
				Lysiloma	<i>Lysiloma latisiliquum</i>	Tsalam	294
				Mariosousa	<i>Mariosousa dolichostachya</i>	Xaax	2
				Mimosa	<i>Mimosa bahamensis</i>	Sak káatsim	4
				Phitecellobium	<i>Pithecellobium stevensonii</i>	Kakawche	17
				Piscidia	<i>Piscidia piscipula</i>	Ha'abin	83
				Platymiscium	<i>Platymiscium yucatanum</i>	Granadillo	2
				Pterocarpus	<i>Pterocarpus rohrii</i>	Llora sangre	4
				Swartzia	<i>Swartzia cubensis</i>	K'aatal oox	48
		Malpighiales	Chrysobalanaceae	Couepia	<i>Couepia polyandra</i>	Us piib	1

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular
Proyecto: Senderos Poniente

Clase	Subclase	Orden	Familia	Género	Especie	Nombre común	registros
Eudicotyledoneae	Rosidae		Erythroxylaceae	Erythroxylum	<i>Erythroxylum rotundifolium</i>	Baak soots'	20
			Euphorbiaceae	Croton	<i>Croton arboreus</i>	P'e'es k'uuch	2
					<i>Croton reflexifolius</i>	Ko'ok che'	2
				Gymnanthes	<i>Gymnanthes lucida</i>	Ya'ay tiik	3
				Jatropha	<i>Jatropha gaumeri</i>	Pomol che'	7
			Putranjivaceae	Drypetes	<i>Drypetes lateriflora</i>	Ekulub	2
			Salicaceae	Casearia	<i>Casearia aculeata</i>	Ts'iu che'	4
				Zuelania	<i>Zuelania guidonia</i>	Ta'may	16
		Malvales	Malvaceae	Ceiba	<i>Ceiba aesculifolia</i>	Pochote	14
				Hampea	<i>Hampea trilobata</i>	Majaua	24
				Luehea	<i>Luehea speciosa</i>	K'askáat	1
				Malvaviscus	<i>Malvaviscus arboreus</i>	Manzanilla	7
			Muntingiaceae	Muntingia	<i>Muntingia calabura</i>	Capulincillo	1
		Myrtales	Myrtaceae	Calyptanthes	<i>Calyptanthes millspaughii</i>	Desconocido	1
				Eugenia	<i>Eugenia axillaris</i>	Ich huh	5
					<i>Eugenia triki</i>	Desconocido	1
				Myrcianthes	<i>Myrcianthes fragrans</i>	Guayabillo	9
				Psidium	<i>Psidium sartorianum</i>	Pichiche'	3
Eudicotyledoneae	Rosidae	Picramniales	Picramniaceae	Alvaradoa	<i>Alvaradoa amorphoides</i>	Palo de hormiga	19
		Rosales	Cannabaceae	Celtis	<i>Celtis iguanaea</i>	Ts'i muk, muk	22
			Moraceae	Brosimum	<i>Brosimum alicastrum</i>	Oox	5
					<i>Ficus cotinifolia</i>	Alamo	59
				Ficus	<i>Ficus maxima</i>	Higo grande	11
					<i>Ficus padifolia</i>	Amatillo	16
				Maclura	<i>Maclura tinctoria</i>	Mora	1
			Rhamnaceae	Colubrina	<i>Colubrina elliptica</i>	Amole	2
			Urticaceae	Cecropia	<i>Cecropia peltata</i>	Guarumbo	1
		Sapindales	Anacardiaceae	Astronium	<i>Astronium graveolens</i>	k'ulensiis	3
				Metopium	<i>Metopium brownei</i>	Cheechem	56
				Spondias	<i>Spondias mombin</i>	Ciruela	2
					<i>Spondias purpurea</i>	Ciruela de huesito	5
			Burseraceae	Bursera	<i>Bursera simaruba</i>	Chaca	182
			Meliaceae	Trichilia	<i>Trichilia glabra</i>	Ch'oben che'	2
			Rutaceae	Amyris	<i>Amyris sylvatica</i>	Palo de gas	4
				Esenbeckia	<i>Esenbeckia pentaphylla</i>	Naranja che'	3
			Zanthoxylum	Zanthoxylum	<i>Zanthoxylum caribaeum</i>	K'ek'en che'	1
					<i>Allophylus camptostachys</i>	Nanchillo	12

Clase	Subclase	Orden	Familia	Género	Especie	Nombre común	registros
					<i>Allophylus cominia</i>	lik' baach	2
				Cardiospermum	<i>Cardiospermum grandiflorum</i>	Tronadora	10
				Cupania	<i>Cupania dentata</i>	Sak poom	16
				Exothea	<i>Exothea diphylla</i>	Guayo	3
				Melicoccus	<i>Melicoccus oliviformis</i>	Huaya	18
Eudicotyledoneae	Rosidae	Sapindales	Sapindaceae	Serjania	<i>Serjania yucatanensis</i>	Chéen peek'	22
				Thouinia	<i>Thouinia paucidentata</i>	K'an chuunup	11
				Urvillea	<i>Urvillea ulmacea</i>	Lot sak'	4
			Simaroubaceae	Simarouba	<i>Simarouba amara</i>	Sak cedro	5
		Ranunculales	Ranunculaceae	Clematis	<i>Clematis dioica</i>	Pelo de angel	1
Monocotyledoneae	Commelinidae	Arecales	Arecaceae	Chamaedorea	<i>Chamaedorea seifrizii</i>	Xiat	1
				Coccothrinax	<i>Coccothrinax readii</i>	Náaj k'aax	1
				Sabal	<i>Sabal yapa</i>	Guano	15
				Thrinax	<i>Thrinax radiata</i>	Chit	8
	Magnoliidae	Poales	Poaceae	Lasiacis	<i>Lasiacis divaricata</i>	Carricillo	6
		Laurales	Lauraceae	Nectandra	<i>Nectandra coriacea</i>	Laurel verde	26
					<i>Nectandra salicifolia</i>	Laurel	4
		Magnoliales	Annonaceae	Annona	<i>Annona glabra</i>	Palo de corcho	1
					<i>Annona purpurea</i>	Anona morada	2
				Mosannona	<i>Mosannona depressa</i>	Éelemuy	21
			Piperaleae	Aristolochia	<i>Aristolochia maxima</i>	Guaco	1
		Liliales	Smilacaceae	Smilax	<i>Smilax mollis</i>	Diente de perro	2

Especies protegidas por la NOM-059-SEMARNAT-2010

De las especies registradas en los sitios testigos para el área de estudio del sistema ambiental y zona de influencia, cuatro se encuentran listadas en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo (**Cuadro IV:6**).

Cuadro IV:6. Especies presentes en el área de estudio del SA y zona de influencia, listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2011.

Especies protegidas	Nombre común	Categoría	Distribución
<i>Astronium graveolens</i>	K'ulensiis	Amenazada	No endémica
<i>Coccothrinax readii</i>	Náaj k'aax	Amenazada	Endémica
<i>Tabebuia crysantha</i>	Mauché'	Amenazada	No endémica
<i>Thrinax radiata</i>	Chit	Amenazada	No endémica

IV.2.2.1.5 Composición florística por estrato

Estrato herbáceo

Se registraron 71 especies y 383 individuos para el estrato herbáceo; las que cuentan con mayor número de individuos, con más de 20 registros, son *Randia aculeata* con 34 individuos, *Celtis iguanaea*, con 22, y *Serjania yucatanensis*, con 22 (**Figura IV:23**).

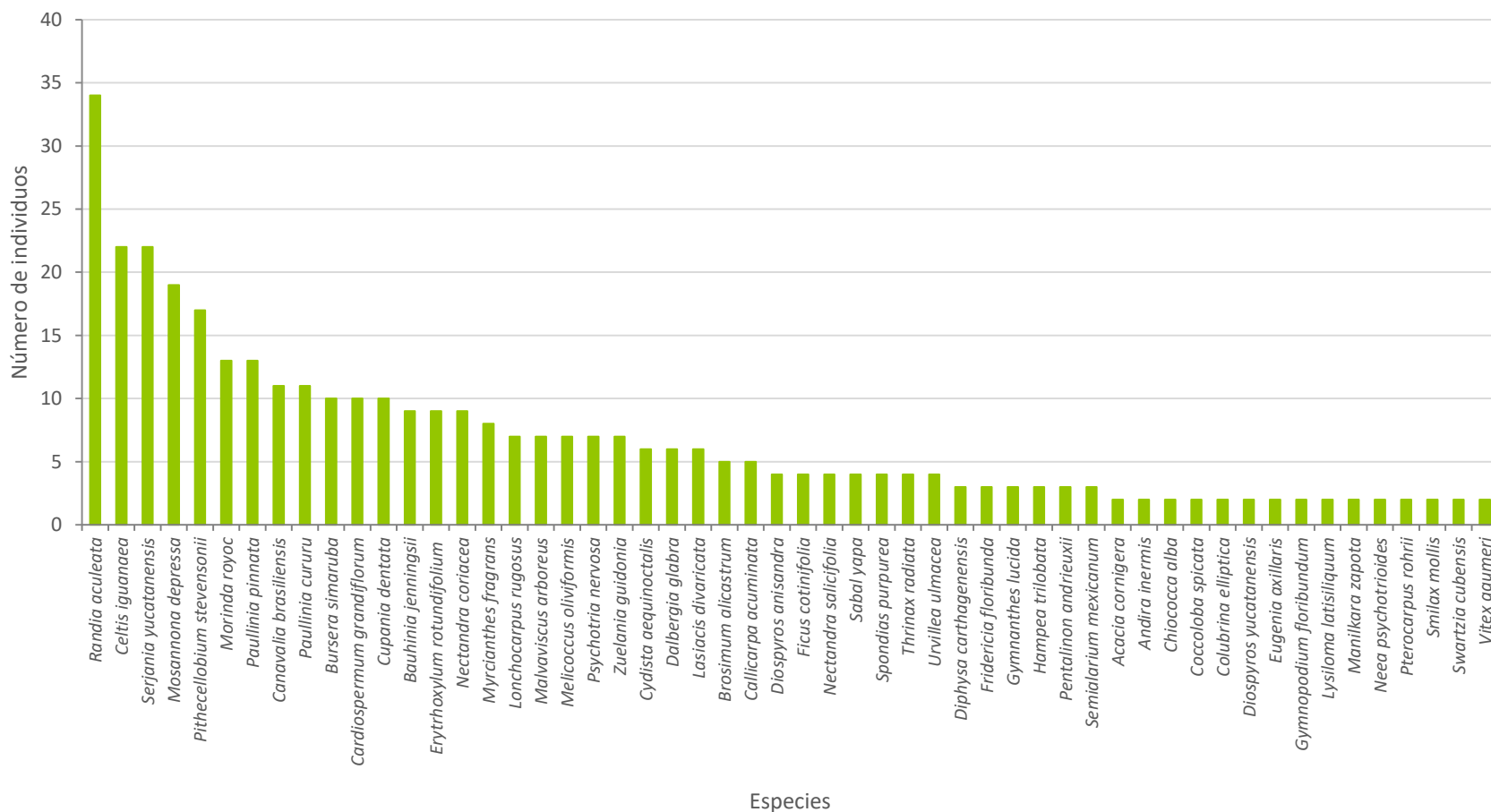


Figura IV:23. Especies y número de individuos registrados para el estrato herbáceo (con más de un registro)

Estrato arbustivo

Se registraron 69 especies y 507 individuos para el estrato arbustivo; las que cuentan con mayor número de individuos, con más de 30 registros, *Bursera simaruba* con 70 individuos (que es por mucho la especie con mayor cantidad de registros); *Lysiloma latisiliquum*, con 40 individuos; *Dendropanax arboreus*, con 38 individuos; y *Vitex gaumeri*, con 33 individuos (**Figura IV:24**).

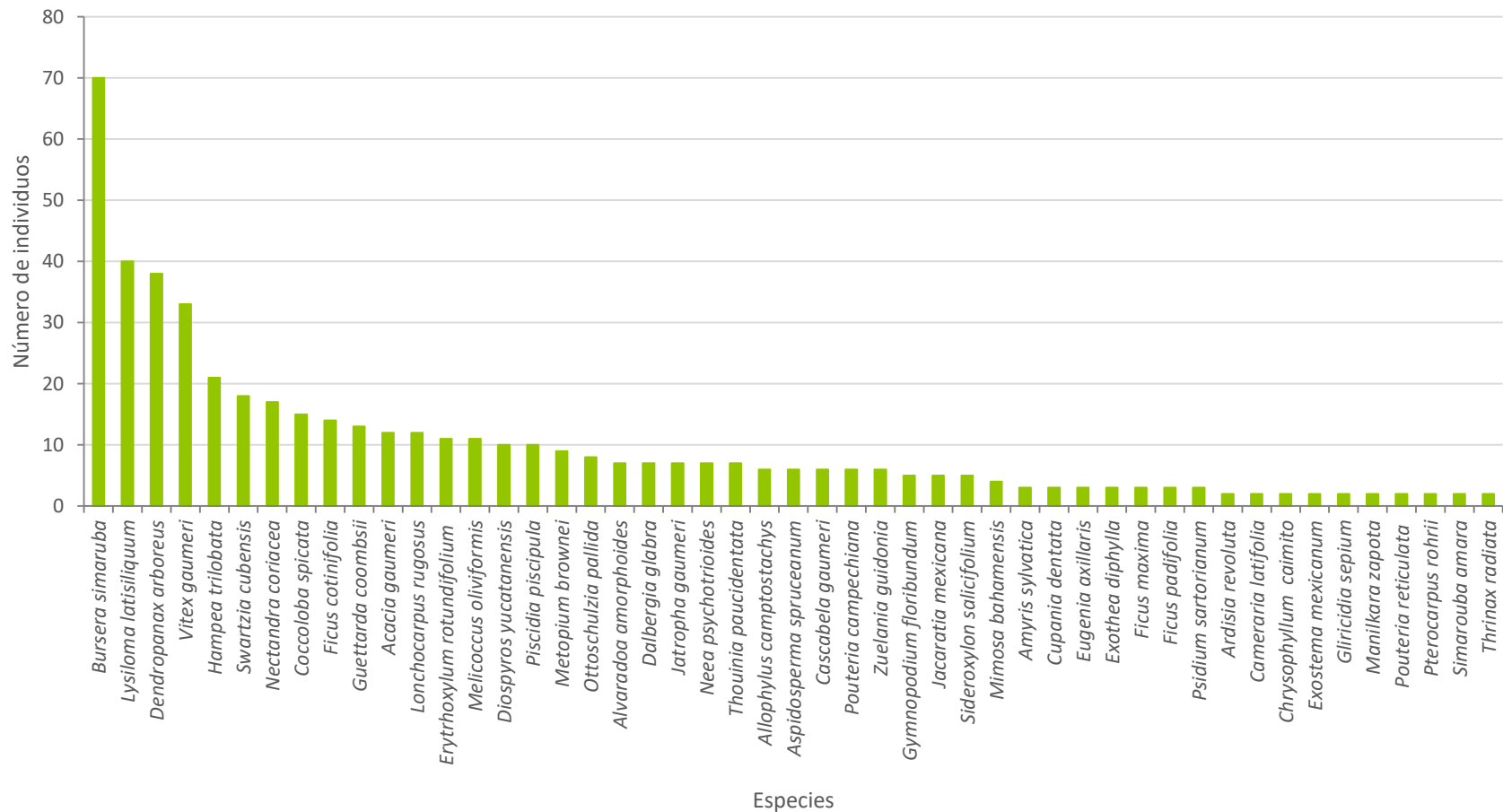


Figura IV:24. Especies y número de individuos registrados para el estrato arbustivo (con más de un registro)

Estrato arbóreo

Se registraron 64 especies y 997 individuos para el estrato arbóreo; las que cuentan con mayor número de individuos, con más de 100 registros, *Lysiloma latisiliquum* con 252 individuos (que es por mucho la especie con mayor cantidad de registros); *Vitex gaumeri*, con 123 individuos; *Bursera simaruba*, con 102 individuos; y *Manilkara zapota*, con 100 individuos (**Figura IV:25**).

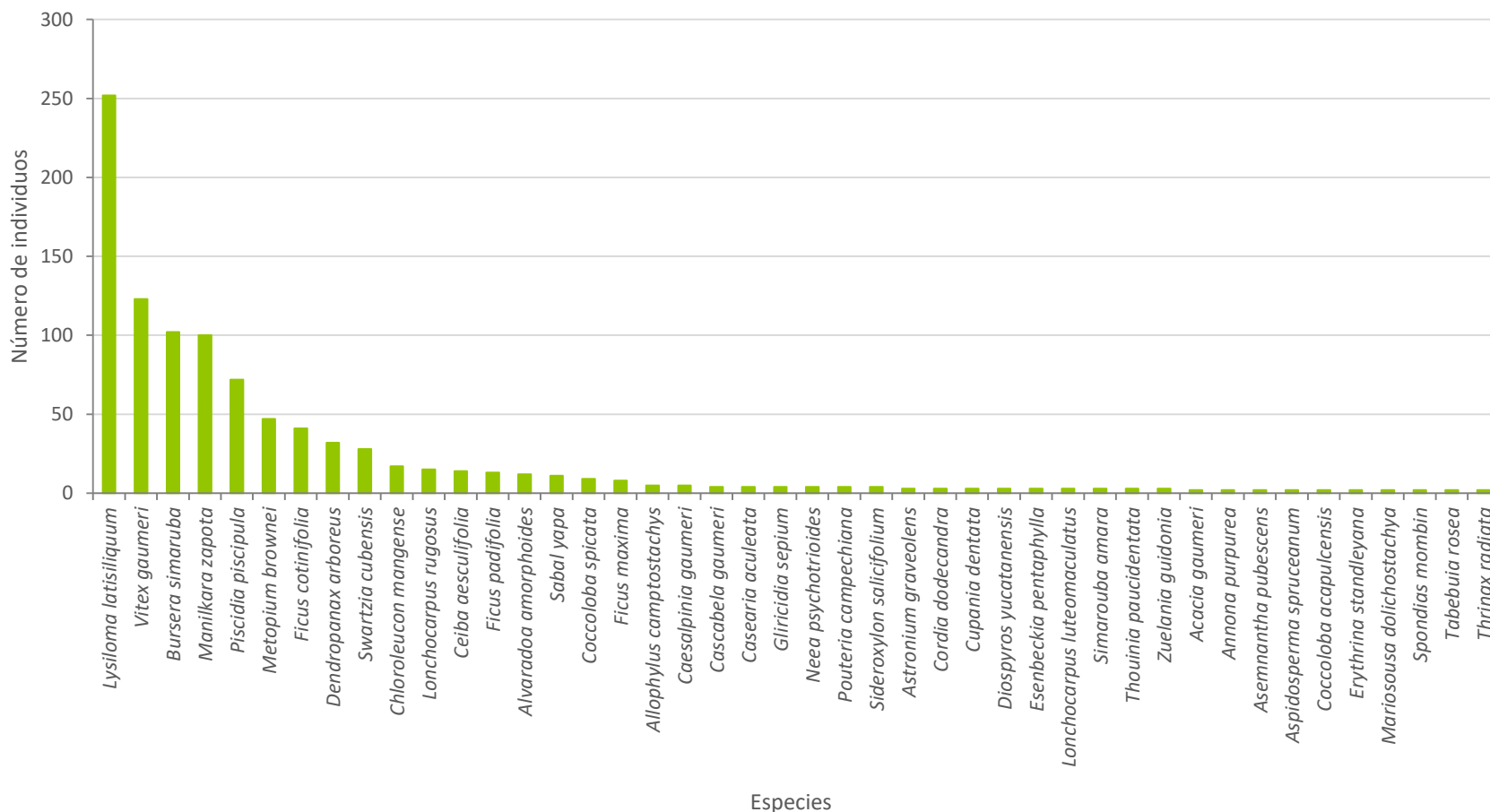


Figura IV:25. Especies y número de individuos registrados para el estrato arbóreo (con más de un registro)

IV.2.2.1.6 Índice de valor de importancia (IVI)

Estrato herbáceo

En el **Cuadro IV:7** se muestra el cálculo del IVI para el estrato herbáceo. Se observa que las especies con mayor IVI son *Serjania goniocarpa* (17.99554), *Randia aculeata* (17.919158), (20.930) y *Paullinia pinnata* (17.055960).

Cuadro IV:7. Cálculo del valor de importancia ecológica para el estrato herbáceo.

ESPECIE	DOMINANCIA		DENSIDAD		FRECUENCIA		IVI
	ABS	REL	ABS	REL	ABS	REL	
<i>Serjania yucatanensis</i>	2823.076923	9.584748	1692.307692	5.744125	0.153846	2.666667	17.995540
<i>Randia aculeata</i>	1092.307692	3.708540	2615.384615	8.877285	0.307692	5.333333	17.919158
<i>Paullinia pinnata</i>	3238.461538	10.995038	1000.000000	3.394256	0.153846	2.666667	17.055960
<i>Pithecellobium stevensonii</i>	1853.846154	6.294072	1307.692308	4.438642	0.153846	2.666667	13.399381
<i>Bursera simaruba</i>	1161.538462	3.943588	769.230769	2.610966	0.269231	4.666667	11.221221
<i>Mosannonna depressa</i>	1253.846154	4.256986	1461.538462	4.960836	0.115385	2.000000	11.217822
<i>Bauhinia jenningsii</i>	1130.769231	3.839122	692.307692	2.349869	0.192308	3.333333	9.522325
<i>Dalbergia glabra</i>	2000	6.790285	461.538462	1.566580	0.038462	0.666667	9.023531
<i>Celtis iguanaea</i>	0	0.000000	1692.307692	5.744125	0.153846	2.666667	8.410792
<i>Cupania dentata</i>	1300	4.413685	769.230769	2.610966	0.038462	0.666667	7.691318
<i>Paullinia cururu</i>	615.3846154	2.089318	846.153846	2.872063	0.153846	2.666667	7.628048
<i>Nectandra coriacea</i>	530.7692308	1.802037	692.307692	2.349869	0.192308	3.333333	7.485240
<i>Morinda royoc</i>	676.9230769	2.298250	1000.000000	3.394256	0.076923	1.333333	7.025839
<i>Cardiospermum grandiflorum</i>	669.2307692	2.272134	769.230769	2.610966	0.076923	1.333333	6.216433
<i>Erythroxylum rotundifolium</i>	907.6923077	3.081745	692.307692	2.349869	0.038462	0.666667	6.098281
<i>Melicoccus oliviformis</i>	469.2307692	1.593105	538.461538	1.827676	0.153846	2.666667	6.087448
<i>Callicarpa acuminata</i>	561.5384615	1.906503	384.615385	1.305483	0.153846	2.666667	5.878653
<i>Myrcianthes fragrans</i>	315.3846154	1.070776	615.384615	2.088773	0.153846	2.666667	5.826215
<i>Malvaviscus arboreus</i>	530.7692308	1.802037	538.461538	1.827676	0.115385	2.000000	5.629713
<i>Lonchocarpus rugosus</i>	323.0769231	1.096892	538.461538	1.827676	0.153846	2.666667	5.591235
<i>Psychotria nervosa</i>	300	1.018543	538.461538	1.827676	0.115385	2.000000	4.846219
<i>Sabal yapa</i>	261.5384615	0.887960	307.692308	1.044386	0.153846	2.666667	4.599013
<i>Thrinax radiata</i>	346.1538462	1.175242	307.692308	1.044386	0.115385	2.000000	4.219628
<i>Brosimum alicastrum</i>	430.7692308	1.462523	384.615385	1.305483	0.076923	1.333333	4.101339
<i>Zuelania guidonia</i>	76.92307692	0.261165	538.461538	1.827676	0.115385	2.000000	4.088841
<i>Diospyros anisandra</i>	353.8461538	1.201358	307.692308	1.044386	0.076923	1.333333	3.579078
<i>Canavalia brasiliensis</i>	0	0.000000	846.153846	2.872063	0.038462	0.666667	3.538729
<i>Gymnanthes lucida</i>	123.0769231	0.417864	230.769231	0.783290	0.115385	2.000000	3.201153
<i>Chiococca alba</i>	384.6153846	1.305824	153.846154	0.522193	0.076923	1.333333	3.161351
<i>Spondias purpurea</i>	415.3846154	1.410290	307.692308	1.044386	0.038462	0.666667	3.121343
<i>Ficus cotinifolia</i>	392.3076923	1.331940	307.692308	1.044386	0.038462	0.666667	3.042994
<i>Cydistia aequinoctalis</i>	15.38461538	0.052233	461.538462	1.566580	0.076923	1.333333	2.952146

ESPECIE	DOMINANCIA		DENSIDAD		FRECUENCIA		IVI
	ABS	REL	ABS	REL	ABS	REL	
<i>Hampea trilobata</i>	215.3846154	0.731261	230.769231	0.783290	0.076923	1.333333	2.847885
<i>Urvillea ulmacea</i>	115.3846154	0.391747	307.692308	1.044386	0.076923	1.333333	2.769467
<i>Nectandra salicifolia</i>	107.6923077	0.365631	307.692308	1.044386	0.076923	1.333333	2.743350
<i>Eugenia axillaris</i>	192.3076923	0.652912	153.846154	0.522193	0.076923	1.333333	2.508439
<i>Centrosema macrocarpum</i>	461.5384615	1.566989	76.923077	0.261097	0.038462	0.666667	2.494752
<i>Smilax mollis</i>	384.6153846	1.305824	153.846154	0.522193	0.038462	0.666667	2.494684
<i>Fridericia floribunda</i>	307.6923077	1.044659	230.769231	0.783290	0.038462	0.666667	2.494616
<i>Vitex gaumeri</i>	346.1538462	1.175242	153.846154	0.522193	0.038462	0.666667	2.364101
<i>Swartzia cubensis</i>	115.3846154	0.391747	153.846154	0.522193	0.076923	1.333333	2.247274
<i>Diphyssa carthagenensis</i>	38.46153846	0.130582	230.769231	0.783290	0.076923	1.333333	2.247206
<i>Lasiacis divaricata</i>	0	0.000000	461.538462	1.566580	0.038462	0.666667	2.233246
<i>Manilkara zapota</i>	84.61538462	0.287281	153.846154	0.522193	0.076923	1.333333	2.142808
<i>Gymnopodium floribundum</i>	269.2307692	0.914077	153.846154	0.522193	0.038462	0.666667	2.102937
<i>Lysiloma latisiliquum</i>	269.2307692	0.914077	153.846154	0.522193	0.038462	0.666667	2.102937
<i>Andira inermis</i>	61.53846154	0.208932	153.846154	0.522193	0.076923	1.333333	2.064458
<i>Coccoloba spicata</i>	53.84615385	0.182815	153.846154	0.522193	0.076923	1.333333	2.038342
<i>Neea psychotrioides</i>	38.46153846	0.130582	153.846154	0.522193	0.076923	1.333333	1.986109
<i>Semialarium mexicanum</i>	115.3846154	0.391747	230.769231	0.783290	0.038462	0.666667	1.841704
<i>Petrea volubilis</i>	230.7692308	0.783494	76.923077	0.261097	0.038462	0.666667	1.711258
<i>Pterocarpus rohrii</i>	153.8461538	0.522330	153.846154	0.522193	0.038462	0.666667	1.711189
<i>Colubrina elliptica</i>	138.4615385	0.470097	153.846154	0.522193	0.038462	0.666667	1.658957
<i>Pentalinon andrieuxii</i>	46.15384615	0.156699	230.769231	0.783290	0.038462	0.666667	1.606655
<i>Diospyros yucatanensis</i>	84.61538462	0.287281	153.846154	0.522193	0.038462	0.666667	1.476141
<i>Aristolochia maxima</i>	153.8461538	0.522330	76.923077	0.261097	0.038462	0.666667	1.450093
<i>Muntingia calabura</i>	153.8461538	0.522330	76.923077	0.261097	0.038462	0.666667	1.450093
<i>Ottoschulzia pallida</i>	153.8461538	0.522330	76.923077	0.261097	0.038462	0.666667	1.450093
<i>Acacia cornigera</i>	69.23076923	0.235048	153.846154	0.522193	0.038462	0.666667	1.423908
<i>Clematis dioica</i>	115.3846154	0.391747	76.923077	0.261097	0.038462	0.666667	1.319510
<i>Aphelandra scabra</i>	76.92307692	0.261165	76.923077	0.261097	0.038462	0.666667	1.188928
<i>Piscidia piscipula</i>	76.92307692	0.261165	76.923077	0.261097	0.038462	0.666667	1.188928
<i>Coccothrinax readii</i>	61.53846154	0.208932	76.923077	0.261097	0.038462	0.666667	1.136695
<i>Croton reflexifolius</i>	61.53846154	0.208932	76.923077	0.261097	0.038462	0.666667	1.136695
<i>Thouinia paucidentata</i>	61.53846154	0.208932	76.923077	0.261097	0.038462	0.666667	1.136695
<i>Allophylus cominia</i>	38.46153846	0.130582	76.923077	0.261097	0.038462	0.666667	1.058346
<i>Chamaedorea seifrizii</i>	23.07692308	0.078349	76.923077	0.261097	0.038462	0.666667	1.006113
<i>Croton arboreus</i>	15.38461538	0.052233	76.923077	0.261097	0.038462	0.666667	0.979996
<i>Pouteria reticulata</i>	7.692307692	0.026116	76.923077	0.261097	0.038462	0.666667	0.953880
<i>Acacia gaumeri</i>	0	0	76.923077	0.261097	0.038462	0.666667	0.927763
<i>Allophylus camptostachys</i>	0	0	76.923077	0.261097	0.038462	0.666667	0.927763
Valores totales	29453.84615		29461.53846		5.769231		300

Estrato arbustivo

En el **Cuadro IV:8** se muestra el cálculo del IVI para el estrato arbustivo. Se observa que las especies con mayor IVI son *Bursera simaruba* (39.4871), *Lysiloma latisiliquum* (24.90888), *Dendropanax arboreus* (19.95726) y *Vitex gaumeri* (19.151).

Cuadro IV:8. Cálculo del valor de importancia ecológica para el estrato arbustivo.

ESPECIE	DOMINANCIA		DENSIDAD		FRECUENCIA		IVI
	ABS	REL	ABS	REL	ABS	REL	
<i>Bursera simaruba</i>	10807.41178	14.60548	269.23077	13.80671	0.32692	11.07492	39.48710
<i>Lysiloma latisiliquum</i>	7772.99925	10.50468	153.84615	7.88955	0.19231	6.51466	24.90888
<i>Dendropanax arboreus</i>	5365.02683	7.25047	146.15385	7.49507	0.15385	5.21173	19.95726
<i>Vitex gaumeri</i>	5498.16544	7.43039	126.92308	6.50888	0.15385	5.21173	19.15100
<i>Nectandra coriacea</i>	2283.40365	3.08586	65.38462	3.35306	0.13462	4.56026	10.99918
<i>Hampea trilobata</i>	2125.85630	2.87295	80.76923	4.14201	0.11538	3.90879	10.92376
<i>Swartzia cubensis</i>	3017.80846	4.07836	69.23077	3.55030	0.06731	2.28013	9.90879
<i>Ficus cotinifolia</i>	2150.80066	2.90666	53.84615	2.76134	0.11538	3.90879	9.57680
<i>Coccoloba spicata</i>	1914.44137	2.58724	57.69231	2.95858	0.11538	3.90879	9.45461
<i>Lonchocarpus rugosus</i>	1876.48922	2.53595	46.15385	2.36686	0.08654	2.93160	7.83441
<i>Guettarda coombsii</i>	1411.11622	1.90703	50.00000	2.56410	0.07692	2.60586	7.07699
<i>Piscidia piscipula</i>	1583.04866	2.13938	38.46154	1.97239	0.08654	2.93160	7.04336
<i>Melicoccus oliviformis</i>	1402.54638	1.89545	42.30769	2.16963	0.07692	2.60586	6.67093
<i>Metopium brownei</i>	1425.19524	1.92605	34.61538	1.77515	0.08654	2.93160	6.63280
<i>Diospyros yucatanensis</i>	1370.10341	1.85160	38.46154	1.97239	0.05769	1.95440	5.77838
<i>Acacia gaumeri</i>	1423.97098	1.92440	46.15385	2.36686	0.03846	1.30293	5.59419
<i>Erythroxylum rotundifolium</i>	1463.45346	1.97776	42.30769	2.16963	0.03846	1.30293	5.45031
<i>Ottoschulzia pallida</i>	980.63472	1.32526	30.76923	1.57791	0.05769	1.95440	4.85757
<i>Alvaradoa amorphoides</i>	1142.92609	1.54459	26.92308	1.38067	0.04808	1.62866	4.55392
<i>Dalbergia glabra</i>	818.72593	1.10645	26.92308	1.38067	0.05769	1.95440	4.44152
<i>Neea psychotrioides</i>	993.10690	1.34212	26.92308	1.38067	0.04808	1.62866	4.35145
<i>Cascabela gaumeri</i>	1080.48867	1.46021	23.07692	1.18343	0.04808	1.62866	4.27230
<i>Thouinia paucidentata</i>	866.24264	1.17067	26.92308	1.38067	0.04808	1.62866	4.18000
<i>Pouteria campechiana</i>	998.53956	1.34946	23.07692	1.18343	0.03846	1.30293	3.83582
<i>Zuelania guidonia</i>	975.20205	1.31792	23.07692	1.18343	0.03846	1.30293	3.80428
<i>Jatropha gaumeri</i>	787.43070	1.06416	26.92308	1.38067	0.02885	0.97720	3.42203
<i>Gymnopodium floribundum</i>	638.07061	0.86231	19.23077	0.98619	0.03846	1.30293	3.15143
<i>Aspidosperma spruceanum</i>	713.20975	0.96385	23.07692	1.18343	0.02885	0.97720	3.12448
<i>Allophylus camptostachys</i>	805.87116	1.08908	23.07692	1.18343	0.01923	0.65147	2.92398
<i>Sideroxylon salicifolium</i>	766.15913	1.03541	19.23077	0.98619	0.01923	0.65147	2.67307
<i>Jacaratia mexicana</i>	643.80934	0.87006	19.23077	0.98619	0.01923	0.65147	2.50772
<i>Cupania dentata</i>	473.56026	0.63998	11.53846	0.59172	0.02885	0.97720	2.20890
<i>Mimosa bahamensis</i>	490.39387	0.66273	15.38462	0.78895	0.01923	0.65147	2.10315
<i>Amyris sylvatica</i>	370.11003	0.50018	11.53846	0.59172	0.02885	0.97720	2.06909

ESPECIE	DOMINANCIA		DENSIDAD		FRECUENCIA		IVI
	ABS	REL	ABS	REL	ABS	REL	
<i>Ficus padifolia</i>	368.35015	0.49780	11.53846	0.59172	0.02885	0.97720	2.06671
<i>Ficus maxima</i>	341.33985	0.46130	11.53846	0.59172	0.02885	0.97720	2.03021
<i>Eugenia axillaris</i>	278.06075	0.37578	11.53846	0.59172	0.02885	0.97720	1.94469
<i>Exothea diphylla</i>	527.12177	0.71237	11.53846	0.59172	0.00962	0.32573	1.62982
<i>Gliricidia sepium</i>	282.88128	0.38229	7.69231	0.39448	0.01923	0.65147	1.42824
<i>Exostema mexicanum</i>	277.37210	0.37485	7.69231	0.39448	0.01923	0.65147	1.42079
<i>Psidium sartorianum</i>	323.20545	0.43679	11.53846	0.59172	0.00962	0.32573	1.35424
<i>Thrinax radiata</i>	438.05663	0.59200	7.69231	0.39448	0.00962	0.32573	1.31221
<i>Simarouba amara</i>	367.89105	0.49718	7.69231	0.39448	0.00962	0.32573	1.21739
<i>Pouteria reticulata</i>	358.78560	0.48487	7.69231	0.39448	0.00962	0.32573	1.20508
<i>Manilkara zapota</i>	356.33707	0.48157	7.69231	0.39448	0.00962	0.32573	1.20178
<i>Pterocarpus rohrii</i>	349.90969	0.47288	7.69231	0.39448	0.00962	0.32573	1.19309
<i>Ardisia revoluta</i>	311.57495	0.42107	7.69231	0.39448	0.00962	0.32573	1.14128
<i>Chrysophyllum caimito</i>	245.46474	0.33173	7.69231	0.39448	0.00962	0.32573	1.05194
<i>Cameraria latifolia</i>	177.05905	0.23928	7.69231	0.39448	0.00962	0.32573	0.95949
<i>Calyptanthus millspaughii</i>	266.35373	0.35996	3.84615	0.19724	0.00962	0.32573	0.88293
<i>Tabebuia chrysantha</i>	206.90046	0.27961	3.84615	0.19724	0.00962	0.32573	0.80258
<i>Croton arboreus</i>	191.29110	0.25852	3.84615	0.19724	0.00962	0.32573	0.78149
<i>Asemnantha pubescens</i>	148.13583	0.20020	3.84615	0.19724	0.00962	0.32573	0.72317
<i>Caesalpinia yucatanensis</i>	148.13583	0.20020	3.84615	0.19724	0.00962	0.32573	0.72317
<i>Coccoloba barbadensis</i>	148.13583	0.20020	3.84615	0.19724	0.00962	0.32573	0.72317
<i>Drypetes lateriflora</i>	141.47890	0.19120	3.84615	0.19724	0.00962	0.32573	0.71417
<i>Platymiscium yucatanum</i>	134.97500	0.18241	3.84615	0.19724	0.00962	0.32573	0.70538
<i>Mosannonna depressa</i>	128.62414	0.17383	3.84615	0.19724	0.00962	0.32573	0.69680
<i>Bauhinia divaricata</i>	122.42631	0.16545	3.84615	0.19724	0.00962	0.32573	0.68842
<i>Cordia gerascanthus</i>	110.48974	0.14932	3.84615	0.19724	0.00962	0.32573	0.67229
<i>Couepia polyandra</i>	110.48974	0.14932	3.84615	0.19724	0.00962	0.32573	0.67229
<i>Trichilia glabra</i>	104.75101	0.14156	3.84615	0.19724	0.00962	0.32573	0.66454
<i>Allophylus cominia</i>	88.45301	0.11954	3.84615	0.19724	0.00962	0.32573	0.64251
<i>Caesalpinia gaumeri</i>	88.45301	0.11954	3.84615	0.19724	0.00962	0.32573	0.64251
<i>Myrcianthes fragrans</i>	88.45301	0.11954	3.84615	0.19724	0.00962	0.32573	0.64251
<i>Croton reflexifolius</i>	83.32641	0.11261	3.84615	0.19724	0.00962	0.32573	0.63558
<i>Diospyros anisandra</i>	83.32641	0.11261	3.84615	0.19724	0.00962	0.32573	0.63558
<i>Eugenia trikii</i>	83.32641	0.11261	3.84615	0.19724	0.00962	0.32573	0.63558
<i>Ardisia escallonioides</i>	78.35284	0.10589	3.84615	0.19724	0.00962	0.32573	0.62886
Valores totales	73995.60753		1950		2.95192		300

Estrato arbóreo

En el **Cuadro IV:9** se muestra el cálculo del IVI para el estrato arbóreo. Se observa que las especies con mayor IVI son *Lysiloma latisiliquum* (61.13364) y *Manilkara zapota* (41.15679), *Vitex gaumeri* (34.0789), *Bursera simaruba* (26.70376) y *Piscidia piscipula* (23.72136).

Cuadro IV:9. Cálculo del valor de importancia ecológica para el estrato arbóreo.

ESPECIE	DOMINANCIA		DENSIDAD		FRECUENCIA		IVI
	ABS	REL	ABS	REL	ABS	REL	
<i>Lysiloma latisiliquum</i>	64674.96256	24.38240	193.84615	25.27583	0.53846	11.47541	61.13364
<i>Manilkara zapota</i>	49407.80360	18.62670	76.92308	10.03009	0.58654	12.50000	41.15679
<i>Vitex gaumeri</i>	31580.51009	11.90582	94.61538	12.33701	0.46154	9.83607	34.07890
<i>Bursera simaruba</i>	18691.93052	7.04684	78.46154	10.23069	0.44231	9.42623	26.70376
<i>Piscidia piscipula</i>	20936.74877	7.89314	55.38462	7.22166	0.40385	8.60656	23.72136
<i>Metopium brownei</i>	11967.97598	4.51192	36.15385	4.71414	0.21154	4.50820	13.73426
<i>Ficus cotinifolia</i>	9511.34338	3.58577	31.53846	4.11234	0.21154	4.50820	12.20630
<i>Sabal yapa</i>	6775.60207	2.55440	8.46154	1.10331	0.24038	5.12295	8.78066
<i>Dendropanax arboreus</i>	5589.10553	2.10709	24.61538	3.20963	0.14423	3.07377	8.39049
<i>Swartzia cubensis</i>	6338.16278	2.38948	21.53846	2.80843	0.14423	3.07377	8.27168
<i>Chloroleucon mangense</i>	5759.82427	2.17145	13.07692	1.70512	0.05769	1.22951	5.10607
<i>Lonchocarpus rugosus</i>	2348.60469	0.88542	11.53846	1.50451	0.12500	2.66393	5.05387
<i>Ceiba aesculifolia</i>	2965.47841	1.11798	10.76923	1.40421	0.08654	1.84426	4.36646
<i>Ficus padifolia</i>	2499.20236	0.94220	10.00000	1.30391	0.09615	2.04918	4.29529
<i>Alvaradoa amorphoides</i>	2099.96206	0.79168	9.23077	1.20361	0.05769	1.22951	3.22480
<i>Coccoloba spicata</i>	1414.57843	0.53329	6.92308	0.90271	0.04808	1.02459	2.46059
<i>Ficus maxima</i>	2457.92572	0.92664	6.15385	0.80241	0.02885	0.61475	2.34380
<i>Neea psychotrioides</i>	1093.96031	0.41242	3.07692	0.40120	0.03846	0.81967	1.63330
<i>Allophylus camptostachys</i>	921.56050	0.34743	3.84615	0.50150	0.02885	0.61475	1.46369
<i>Pouteria campechiana</i>	640.48623	0.24146	3.07692	0.40120	0.03846	0.81967	1.46234
<i>Cascabela gaumeri</i>	636.21891	0.23985	3.07692	0.40120	0.03846	0.81967	1.46073
<i>Gliricidia sepium</i>	503.93193	0.18998	3.07692	0.40120	0.03846	0.81967	1.41086
<i>Caesalpinia gaumeri</i>	775.28188	0.29228	3.84615	0.50150	0.02885	0.61475	1.40854
<i>Simarouba amara</i>	1095.95173	0.41317	2.30769	0.30090	0.02885	0.61475	1.32883
<i>Casearia aculeata</i>	813.66605	0.30675	3.07692	0.40120	0.02885	0.61475	1.32271
<i>Esenbeckia pentaphylla</i>	802.90309	0.30269	2.30769	0.30090	0.02885	0.61475	1.21835
<i>Mariosousa dolichostachya</i>	1461.23449	0.55088	1.53846	0.20060	0.01923	0.40984	1.16132
<i>Lonchocarpus luteomaculatus</i>	598.45958	0.22562	2.30769	0.30090	0.02885	0.61475	1.14128
<i>Sideroxylon salicifolium</i>	727.72064	0.27435	3.07692	0.40120	0.01923	0.40984	1.08539
<i>Thouinia paucidentata</i>	430.66330	0.16236	2.30769	0.30090	0.02885	0.61475	1.07802
<i>Astronium graveolens</i>	871.25783	0.32846	2.30769	0.30090	0.01923	0.40984	1.03920
<i>Cordia dodecandra</i>	624.32213	0.23537	2.30769	0.30090	0.01923	0.40984	0.94611
<i>Acacia gaumeri</i>	746.70375	0.28151	1.53846	0.20060	0.01923	0.40984	0.89194
<i>Zuelania guidonia</i>	382.86930	0.14434	2.30769	0.30090	0.01923	0.40984	0.85508

ESPECIE	DOMINANCIA		DENSIDAD		FRECUENCIA		IVI
	ABS	REL	ABS	REL	ABS	REL	
<i>Tabebuia rosea</i>	307.14373	0.11579	1.53846	0.20060	0.01923	0.40984	0.72623
<i>Coccoloba acapulcensis</i>	278.17767	0.10487	1.53846	0.20060	0.01923	0.40984	0.71531
<i>Aspidosperma spruceanum</i>	258.65144	0.09751	1.53846	0.20060	0.01923	0.40984	0.70795
<i>Annona purpurea</i>	246.72880	0.09302	1.53846	0.20060	0.01923	0.40984	0.70345
<i>Asemnantha pubescens</i>	225.36632	0.08496	1.53846	0.20060	0.01923	0.40984	0.69540
<i>Diospyros yucatanensis</i>	382.04170	0.14403	2.30769	0.30090	0.00962	0.20492	0.64985
<i>Cupania dentata</i>	358.97230	0.13533	2.30769	0.30090	0.00962	0.20492	0.64115
<i>Spondias mombin</i>	348.23933	0.13129	1.53846	0.20060	0.00962	0.20492	0.53681
<i>Platymiscium yucatanum</i>	558.86400	0.21069	0.76923	0.10030	0.00962	0.20492	0.51591
<i>Thrinax radiata</i>	287.72095	0.10847	1.53846	0.20060	0.00962	0.20492	0.51399
<i>Erythrina standleyana</i>	276.93626	0.10440	1.53846	0.20060	0.00962	0.20492	0.50992
<i>Maclura tinctoria</i>	397.66268	0.14992	0.76923	0.10030	0.00962	0.20492	0.45514
<i>Diospyros anisandra</i>	336.10979	0.12671	0.76923	0.10030	0.00962	0.20492	0.43193
<i>Guettarda coombsii</i>	285.13469	0.10750	0.76923	0.10030	0.00962	0.20492	0.41271
<i>Godmania aesculifolia</i>	258.62557	0.09750	0.76923	0.10030	0.00962	0.20492	0.40272
<i>Pouteria reticulata</i>	228.52156	0.08615	0.76923	0.10030	0.00962	0.20492	0.39137
<i>Spondias purpurea</i>	209.48671	0.07898	0.76923	0.10030	0.00962	0.20492	0.38420
<i>Drypetes lateriflora</i>	191.27947	0.07211	0.76923	0.10030	0.00962	0.20492	0.37733
<i>Jacaratia mexicana</i>	178.16716	0.06717	0.76923	0.10030	0.00962	0.20492	0.37239
<i>Trichilia glabra</i>	169.68424	0.06397	0.76923	0.10030	0.00962	0.20492	0.36919
<i>Cecropia peltata</i>	157.34780	0.05932	0.76923	0.10030	0.00962	0.20492	0.36454
<i>Amyris sylvatica</i>	153.33910	0.05781	0.76923	0.10030	0.00962	0.20492	0.36303
<i>Annona glabra</i>	137.82157	0.05196	0.76923	0.10030	0.00962	0.20492	0.35718
<i>Luehea speciosa</i>	134.07150	0.05054	0.76923	0.10030	0.00962	0.20492	0.35576
<i>Zanthoxylum caribaeum</i>	134.07150	0.05054	0.76923	0.10030	0.00962	0.20492	0.35576
<i>Coccoloba diversifolia</i>	130.37315	0.04915	0.76923	0.10030	0.00962	0.20492	0.35437
<i>Ottoschulzia pallida</i>	126.72653	0.04778	0.76923	0.10030	0.00962	0.20492	0.35299
<i>Acacia pennatula</i>	119.58846	0.04508	0.76923	0.10030	0.00962	0.20492	0.35030
<i>Mosannonna depressa</i>	119.58846	0.04508	0.76923	0.10030	0.00962	0.20492	0.35030
<i>Coccoloba barbadensis</i>	109.26930	0.04119	0.76923	0.10030	0.00962	0.20492	0.34641
Valores totales	265252.62465		766.92308		4.69231		300

IV.2.2.1.7 Diversidad y equidad

Estrato herbáceo

En el **Cuadro IV:10** se muestra el cálculo de la diversidad y la equidad para el estrato herbáceo.

Cuadro IV:10. Cálculo de la diversidad y equidad para el estrato herbáceo.

Especie	No. indiv.	ABUNDANCIA RELATIVA	ÍNDICE DE SHANNON-WIENER (H)	ÍNDICE DE SIMPSON (S)
<i>Serjania yucatanensis</i>	22	0.057441253	-0.164109232	0.003157765
<i>Randia aculeata</i>	34	0.088772846	-0.214978934	0.007668858
<i>Paullinia pinnata</i>	13	0.033942559	-0.114830583	0.001066258
<i>Pithecellobium stevensonii</i>	17	0.044386423	-0.138255791	0.001859117
<i>Bursera simaruba</i>	10	0.026109661	-0.095181459	0.000615149
<i>Mosannonna depressa</i>	19	0.049608355	-0.149003457	0.002337566
<i>Bauhinia jenningsii</i>	9	0.023498695	-0.088139148	0.000492119
<i>Dalbergia glabra</i>	6	0.015665796	-0.065111366	0.00020505
<i>Celtis iguanaea</i>	22	0.057441253	-0.164109232	0.003157765
<i>Cupania dentata</i>	10	0.026109661	-0.095181459	0.000615149
<i>Paullinia cururu</i>	11	0.028720627	-0.101962237	0.000751849
<i>Nectandra coriacea</i>	9	0.023498695	-0.088139148	0.000492119
<i>Morinda royoc</i>	13	0.033942559	-0.114830583	0.001066258
<i>Cardiospermum grandiflorum</i>	10	0.026109661	-0.095181459	0.000615149
<i>Erythroxylum rotundifolium</i>	9	0.023498695	-0.088139148	0.000492119
<i>Melicoccus oliviformis</i>	7	0.018276762	-0.073145885	0.00028707
<i>Callicarpa acuminata</i>	5	0.01305483	-0.056639649	0.0001367
<i>Myrcianthes fragrans</i>	8	0.020887728	-0.080806129	0.000382759
<i>Malvaviscus arboreus</i>	7	0.018276762	-0.073145885	0.00028707
<i>Lonchocarpus rugosus</i>	7	0.018276762	-0.073145885	0.00028707
<i>Psychotria nervosa</i>	7	0.018276762	-0.073145885	0.00028707
<i>Sabal yapa</i>	4	0.010443864	-0.0476422	8.20199E-05
<i>Thrinax radiata</i>	4	0.010443864	-0.0476422	8.20199E-05
<i>Brosimum alicastrum</i>	5	0.01305483	-0.056639649	0.0001367
<i>Zuelania guidonia</i>	7	0.018276762	-0.073145885	0.00028707
<i>Diospyros anisandra</i>	4	0.010443864	-0.0476422	8.20199E-05
<i>Canavalia brasiliensis</i>	11	0.028720627	-0.101962237	0.000751849
<i>Gymnanthes lucida</i>	3	0.007832898	-0.037985034	4.10099E-05
<i>Chiococca alba</i>	2	0.005221932	-0.027440667	1.367E-05
<i>Spondias purpurea</i>	4	0.010443864	-0.0476422	8.20199E-05
<i>Ficus cotinifolia</i>	4	0.010443864	-0.0476422	8.20199E-05
<i>Cydista aequinoctalis</i>	6	0.015665796	-0.065111366	0.00020505
<i>Hampea trilobata</i>	3	0.007832898	-0.037985034	4.10099E-05
<i>Urvillea ulmacea</i>	4	0.010443864	-0.0476422	8.20199E-05
<i>Nectandra salicifolia</i>	4	0.010443864	-0.0476422	8.20199E-05
<i>Eugenia axillaris</i>	2	0.005221932	-0.027440667	1.367E-05

Especie	No. indiv.	ABUNDANCIA RELATIVA	ÍNDICE DE SHANNON-WIENER (H)	ÍNDICE DE SIMPSON (S)
<i>Centrosema macrocarpum</i>	1	0.002610966	-0.015530117	0
<i>Smilax mollis</i>	2	0.005221932	-0.027440667	1.367E-05
<i>Fridericia floribunda</i>	3	0.007832898	-0.037985034	4.10099E-05
<i>Vitex gaumeri</i>	2	0.005221932	-0.027440667	1.367E-05
<i>Swartzia cubensis</i>	2	0.005221932	-0.027440667	1.367E-05
<i>Diphyssa carthagenensis</i>	3	0.007832898	-0.037985034	4.10099E-05
<i>Lasiacis divaricata</i>	6	0.015665796	-0.065111366	0.00020505
<i>Manilkara zapota</i>	2	0.005221932	-0.027440667	1.367E-05
<i>Gymnopodium floribundum</i>	2	0.005221932	-0.027440667	1.367E-05
<i>Lysiloma latisiliquum</i>	2	0.005221932	-0.027440667	1.367E-05
<i>Andira inermis</i>	2	0.005221932	-0.027440667	1.367E-05
<i>Coccoloba spicata</i>	2	0.005221932	-0.027440667	1.367E-05
<i>Neea psychotrioides</i>	2	0.005221932	-0.027440667	1.367E-05
<i>Semialarium mexicanum</i>	3	0.007832898	-0.037985034	4.10099E-05
<i>Petrea volubilis</i>	1	0.002610966	-0.015530117	0
<i>Pterocarpus rohrii</i>	2	0.005221932	-0.027440667	1.367E-05
<i>Colubrina elliptica</i>	2	0.005221932	-0.027440667	1.367E-05
<i>Pentalinon andrieuxii</i>	3	0.007832898	-0.037985034	4.10099E-05
<i>Diospyros yucatanensis</i>	2	0.005221932	-0.027440667	1.367E-05
<i>Aristolochia maxima</i>	1	0.002610966	-0.015530117	0
<i>Muntingia calabura</i>	1	0.002610966	-0.015530117	0
<i>Ottoschulzia pallida</i>	1	0.002610966	-0.015530117	0
<i>Acacia cornigera</i>	2	0.005221932	-0.027440667	1.367E-05
<i>Clematis dioica</i>	1	0.002610966	-0.015530117	0
<i>Aphelandra scabra</i>	1	0.002610966	-0.015530117	0
<i>Piscidia piscipula</i>	1	0.002610966	-0.015530117	0
<i>Coccothrinax readii</i>	1	0.002610966	-0.015530117	0
<i>Croton reflexifolius</i>	1	0.002610966	-0.015530117	0
<i>Thouinia paucidentata</i>	1	0.002610966	-0.015530117	0
<i>Allophylus cominia</i>	1	0.002610966	-0.015530117	0
<i>Chamaedorea seifrizii</i>	1	0.002610966	-0.015530117	0
<i>Croton arboreus</i>	1	0.002610966	-0.015530117	0
<i>Pouteria reticulata</i>	1	0.002610966	-0.015530117	0
<i>Acacia gaumeri</i>	1	0.002610966	-0.015530117	0
<i>Allophylus camptostachys</i>	1	0.002610966	-0.015530117	0
Total, individuos	383	Suma total	-3.806180669	0.028870996
		Valores	3.806180669	34.63683712
		S	71	
		H MÁXIMA	4.262679877	
		EQUIDAD	0.892907931	

El valor de Shannon-Wiener para el estrato herbáceo fue de **H=3.806180669**. Margalef (1972, según lo cita Medrano et al., Óp. Cit.) refiere que el índice de Shannon-Wiener, normalmente, varía de 1 a 5, e interpreta valores menores de 2 como diversidad baja; de 2 a 3.5, media; y superiores a 3.5, alta. Por tanto, el estrato herbáceo presenta una diversidad alta. Por otra parte, el valor obtenido para el índice de Simpson, fue de **S=34.63683712**; siendo que el valor máximo es 71, lo que representaría máxima diversidad-; y para el de Equidad, fue de **E=0.892907931**; donde valores cercanos a 1 representan condiciones hacia especies igualmente abundantes, y cercanos a 0 la dominancia de una sola especie-. Por tanto, se puede concluir que se presentan especies igualmente abundantes.

Estrato arbustivo

En el **Cuadro IV:11** se muestra el cálculo de la diversidad y la equidad para el estrato arbustivo.

Cuadro IV:11. Cálculo de la diversidad y equidad para el estrato arbustivo.

Especie	No. de indiv.	ABUNDANCIA RELATIVA	ÍNDICE DE SHANNON-WIENER (H)	ÍNDICE DE SIMPSON (S)
<i>Bursera simaruba</i>	70	0.138067061	-0.273374957	0.018827327
<i>Lysiloma latisiliquum</i>	40	0.078895464	-0.200365408	0.006080876
<i>Dendropanax arboreus</i>	38	0.07495069	-0.194191606	0.005480584
<i>Vitex gaumeri</i>	33	0.065088757	-0.177822709	0.004116285
<i>Hampea trilobata</i>	21	0.041420118	-0.131881183	0.001637159
<i>Swartzia cubensis</i>	18	0.035502959	-0.118513819	0.001192787
<i>Nectandra coriacea</i>	17	0.033530572	-0.113846273	0.001060255
<i>Coccoloba spicata</i>	15	0.029585799	-0.104155645	0.000818579
<i>Ficus cotinifolia</i>	14	0.027613412	-0.099117064	0.000709435
<i>Guettarda coombsii</i>	13	0.025641026	-0.093937478	0.000608088
<i>Acacia gaumeri</i>	12	0.023668639	-0.08860602	0.000514536
<i>Lonchocarpus rugosus</i>	12	0.023668639	-0.08860602	0.000514536
<i>Erythroxylum rotundifolium</i>	11	0.021696252	-0.083110006	0.00042878
<i>Melicoccus oliviformis</i>	11	0.021696252	-0.083110006	0.00042878
<i>Diospyros yucatanensis</i>	10	0.019723866	-0.077434436	0.00035082
<i>Piscidia piscipula</i>	10	0.019723866	-0.077434436	0.00035082
<i>Metopium brownei</i>	9	0.017751479	-0.071561298	0.000280656
<i>Ottoschulzia pallida</i>	8	0.015779093	-0.065468552	0.000218288
<i>Alvaradoa amorphoides</i>	7	0.013806706	-0.059128611	0.000163716
<i>Dalbergia glabra</i>	7	0.013806706	-0.059128611	0.000163716
<i>Jatropha gaumeri</i>	7	0.013806706	-0.059128611	0.000163716
<i>Neea psychotrioides</i>	7	0.013806706	-0.059128611	0.000163716
<i>Thouinia paucidentata</i>	7	0.013806706	-0.059128611	0.000163716
<i>Allophylus camptostachys</i>	6	0.01183432	-0.052505935	0.00011694

Especie	No. de indiv.	ABUNDANCIA RELATIVA	ÍNDICE DE SHANNON-WIENER (H)	ÍNDICE DE SIMPSON (S)
<i>Aspidosperma spruceanum</i>	6	0.01183432	-0.052505935	0.00011694
<i>Cascabela gaumeri</i>	6	0.01183432	-0.052505935	0.00011694
<i>Pouteria campechiana</i>	6	0.01183432	-0.052505935	0.00011694
<i>Zuelania guidonia</i>	6	0.01183432	-0.052505935	0.00011694
<i>Gymnopodium floribundum</i>	5	0.009861933	-0.045552989	7.79599E-05
<i>Jacaratia mexicana</i>	5	0.009861933	-0.045552989	7.79599E-05
<i>Sideroxylon salicifolium</i>	5	0.009861933	-0.045552989	7.79599E-05
<i>Mimosa bahamensis</i>	4	0.007889546	-0.038202893	4.6776E-05
<i>Amyris sylvatica</i>	3	0.00591716	-0.03035443	2.3388E-05
<i>Cupania dentata</i>	3	0.00591716	-0.03035443	2.3388E-05
<i>Eugenia axillaris</i>	3	0.00591716	-0.03035443	2.3388E-05
<i>Exothea diphylla</i>	3	0.00591716	-0.03035443	2.3388E-05
<i>Ficus maxima</i>	3	0.00591716	-0.03035443	2.3388E-05
<i>Ficus padifolia</i>	3	0.00591716	-0.03035443	2.3388E-05
<i>Psidium sartorianum</i>	3	0.00591716	-0.03035443	2.3388E-05
<i>Ardisia revoluta</i>	2	0.003944773	-0.021835755	7.79599E-06
<i>Cameraria latifolia</i>	2	0.003944773	-0.021835755	7.79599E-06
<i>Chrysophyllum caimito</i>	2	0.003944773	-0.021835755	7.79599E-06
<i>Exostema mexicanum</i>	2	0.003944773	-0.021835755	7.79599E-06
<i>Gliricidia sepium</i>	2	0.003944773	-0.021835755	7.79599E-06
<i>Manilkara zapota</i>	2	0.003944773	-0.021835755	7.79599E-06
<i>Pouteria reticulata</i>	2	0.003944773	-0.021835755	7.79599E-06
<i>Pterocarpus rohrii</i>	2	0.003944773	-0.021835755	7.79599E-06
<i>Simarouba amara</i>	2	0.003944773	-0.021835755	7.79599E-06
<i>Thrinax radiata</i>	2	0.003944773	-0.021835755	7.79599E-06
<i>Allophylus cominia</i>	1	0.001972387	-0.012285032	0
<i>Ardisia escallonioides</i>	1	0.001972387	-0.012285032	0
<i>Asemnantha pubescens</i>	1	0.001972387	-0.012285032	0
<i>Bauhinia divaricata</i>	1	0.001972387	-0.012285032	0
<i>Caesalpinia gaumeri</i>	1	0.001972387	-0.012285032	0
<i>Caesalpinia yucatanensis</i>	1	0.001972387	-0.012285032	0
<i>Calypttranthes millspaughii</i>	1	0.001972387	-0.012285032	0
<i>Coccoloba barbadensis</i>	1	0.001972387	-0.012285032	0
<i>Cordia gerascanthus</i>	1	0.001972387	-0.012285032	0
<i>Couepia polyandra</i>	1	0.001972387	-0.012285032	0
<i>Croton arboreus</i>	1	0.001972387	-0.012285032	0
<i>Croton reflexifolius</i>	1	0.001972387	-0.012285032	0
<i>Diospyros anisandra</i>	1	0.001972387	-0.012285032	0
<i>Drypetes lateriflora</i>	1	0.001972387	-0.012285032	0

Especie	No. de indiv.	ABUNDANCIA RELATIVA	ÍNDICE DE SHANNON-WIENER (H)	ÍNDICE DE SIMPSON (S)
<i>Eugenia trikii</i>	1	0.001972387	-0.012285032	0
<i>Mosannona depressa</i>	1	0.001972387	-0.012285032	0
<i>Myrcianthes fragrans</i>	1	0.001972387	-0.012285032	0
<i>Platymiscium yucatanum</i>	1	0.001972387	-0.012285032	0
<i>Tabebuia chrysantha</i>	1	0.001972387	-0.012285032	0
<i>Trichilia glabra</i>	1	0.001972387	-0.012285032	0
Total, individuos	507	Suma total	-3.5521107	0.045544199
		Valores	3.5521107	21.95669291
		S	69	
		H MÁXIMA	4.234106505	
		EQUIDAD	0.838928047	

El valor de Shannon-Wiener para el estrato arbustivo fue de **H=3.5521107**. Margalef (1972, según lo cita Medrano et al., Óp. Cit.) refiere que el índice de Shannon-Wiener, normalmente, varía de 1 a 5, e interpreta valores menores de 2 como diversidad baja; de 2 a 3.5, media; y superiores a 3.5, alta. Por tanto, el estrato arbustivo presenta una diversidad alta. Por otra parte, el valor obtenido para el índice de Simpson, fue de **S=21.95669291**; siendo que el valor máximo es 69, lo que representaría máxima diversidad-; y para el de Equidad, fue de **E=0.838928047**; donde valores cercanos a 1 representan condiciones hacia especies igualmente abundantes, y cercanos a 0 la dominancia de una sola especie-. Por tanto, se puede concluir que se presentan especies igualmente abundantes.

Estrato arbóreo

En el **Cuadro IV:12** se muestra el cálculo de la diversidad y la equidad para el estrato arbóreo.

Cuadro IV:12. Cálculo de la diversidad y equidad para el estrato arbóreo.

Especie	No. de indiv.	ABUNDANCIA RELATIVA	ÍNDICE DE SHANNON-WIENER (H)	ÍNDICE DE SIMPSON (S)
<i>Lysiloma latisiliquum</i>	252	0.252758275	-0.347623936	0.063697115
<i>Vitex gaumeri</i>	123	0.12337011	-0.258160149	0.0151116
<i>Bursera simaruba</i>	102	0.102306921	-0.233237063	0.010374497
<i>Manilkara zapota</i>	100	0.100300903	-0.230650008	0.009969668
<i>Piscidia piscipula</i>	72	0.07221665	-0.189791469	0.005147974
<i>Metopium brownei</i>	47	0.047141424	-0.143998344	0.002177214
<i>Ficus cotinifolia</i>	41	0.04112337	-0.131232023	0.001651541
<i>Dendropanax arboreus</i>	32	0.032096289	-0.110379615	0.000998981
<i>Swartzia cubensis</i>	28	0.028084253	-0.100332292	0.00076132
<i>Chloroleucon mangense</i>	17	0.017051153	-0.069424409	0.000273914

Especie	No. de indiv.	ABUNDANCIA RELATIVA	ÍNDICE DE SHANNON-WIENER (H)	ÍNDICE DE SIMPSON (S)
<i>Lonchocarpus rugosus</i>	15	0.015045135	-0.063139928	0.000211478
<i>Ceiba aesculifolia</i>	14	0.014042126	-0.059899406	0.000183281
<i>Ficus padifolia</i>	13	0.013039117	-0.05658718	0.000157098
<i>Alvaradoa amorphoides</i>	12	0.012036108	-0.053197723	0.000132929
<i>Sabal yapa</i>	11	0.011033099	-0.049724584	0.000110774
<i>Coccoloba spicata</i>	9	0.009027081	-0.042495221	7.25067E-05
<i>Ficus maxima</i>	8	0.008024072	-0.03871863	5.63941E-05
<i>Allophylus camptostachys</i>	5	0.005015045	-0.026556233	2.01407E-05
<i>Caesalpinia gaumeri</i>	5	0.005015045	-0.026556233	2.01407E-05
<i>Cascabela gaumeri</i>	4	0.004012036	-0.022140246	1.20844E-05
<i>Casearia aculeata</i>	4	0.004012036	-0.022140246	1.20844E-05
<i>Gliricidia sepium</i>	4	0.004012036	-0.022140246	1.20844E-05
<i>Neea psychotrioides</i>	4	0.004012036	-0.022140246	1.20844E-05
<i>Pouteria campechiana</i>	4	0.004012036	-0.022140246	1.20844E-05
<i>Sideroxylon salicifolium</i>	4	0.004012036	-0.022140246	1.20844E-05
<i>Astronium graveolens</i>	3	0.003009027	-0.017470828	6.04222E-06
<i>Cordia dodecandra</i>	3	0.003009027	-0.017470828	6.04222E-06
<i>Cupania dentata</i>	3	0.003009027	-0.017470828	6.04222E-06
<i>Diospyros yucatanensis</i>	3	0.003009027	-0.017470828	6.04222E-06
<i>Esenbeckia pentaphylla</i>	3	0.003009027	-0.017470828	6.04222E-06
<i>Lonchocarpus luteomaculatus</i>	3	0.003009027	-0.017470828	6.04222E-06
<i>Simarouba amara</i>	3	0.003009027	-0.017470828	6.04222E-06
<i>Thouinia paucidentata</i>	3	0.003009027	-0.017470828	6.04222E-06
<i>Zuelania guidonia</i>	3	0.003009027	-0.017470828	6.04222E-06
<i>Acacia gaumeri</i>	2	0.002006018	-0.012460589	2.01407E-06
<i>Annona purpurea</i>	2	0.002006018	-0.012460589	2.01407E-06
<i>Asemnantha pubescens</i>	2	0.002006018	-0.012460589	2.01407E-06
<i>Aspidosperma spruceanum</i>	2	0.002006018	-0.012460589	2.01407E-06
<i>Coccoloba acapulcensis</i>	2	0.002006018	-0.012460589	2.01407E-06
<i>Erythrina standleyana</i>	2	0.002006018	-0.012460589	2.01407E-06
<i>Mariosousa dolichostachya</i>	2	0.002006018	-0.012460589	2.01407E-06
<i>Spondias mombin</i>	2	0.002006018	-0.012460589	2.01407E-06
<i>Tabebuia rosea</i>	2	0.002006018	-0.012460589	2.01407E-06
<i>Thrinax radiata</i>	2	0.002006018	-0.012460589	2.01407E-06
<i>Acacia pennatula</i>	1	0.001003009	-0.006925527	0
<i>Amyris sylvatica</i>	1	0.001003009	-0.006925527	0
<i>Annona glabra</i>	1	0.001003009	-0.006925527	0
<i>Cecropia peltata</i>	1	0.001003009	-0.006925527	0
<i>Coccoloba barbadensis</i>	1	0.001003009	-0.006925527	0

Especie	No. de indiv.	ABUNDANCIA RELATIVA	ÍNDICE DE SHANNON-WIENER (H)	ÍNDICE DE SIMPSON (S)
<i>Coccoloba diversifolia</i>	1	0.001003009	-0.006925527	0
<i>Diospyros anisandra</i>	1	0.001003009	-0.006925527	0
<i>Drypetes lateriflora</i>	1	0.001003009	-0.006925527	0
<i>Godmania aesculifolia</i>	1	0.001003009	-0.006925527	0
<i>Guettarda coombsii</i>	1	0.001003009	-0.006925527	0
<i>Jacaratia mexicana</i>	1	0.001003009	-0.006925527	0
<i>Luehea speciosa</i>	1	0.001003009	-0.006925527	0
<i>Maclura tinctoria</i>	1	0.001003009	-0.006925527	0
<i>Mosannonna depressa</i>	1	0.001003009	-0.006925527	0
<i>Ottoschulzia pallida</i>	1	0.001003009	-0.006925527	0
<i>Platymiscium yucatanum</i>	1	0.001003009	-0.006925527	0
<i>Pouteria reticulata</i>	1	0.001003009	-0.006925527	0
<i>Spondias purpurea</i>	1	0.001003009	-0.006925527	0
<i>Trichilia glabra</i>	1	0.001003009	-0.006925527	0
<i>Zanthoxylum caribaeum</i>	1	0.001003009	-0.006925527	0
Total, individuos	997	Suma total	-2.784899813	0.111275594
		Valores	2.784899813	8.986696592
		S	64	
		H MÁXIMA	4.158883083	
		EQUIDAD	0.669626858	

El valor de Shannon-Wiener para el estrato arbóreo fue de **H=2.784899813**. Margalef (1972, según lo cita Medrano et al., Óp. Cit.) refiere que el índice de Shannon-Wiener, normalmente, varía de 1 a 5, e interpreta valores menores de 2 como diversidad baja; de 2 a 3.5, media; y superiores a 3.5, alta. Por tanto, el estrato arbóreo presenta una diversidad media. Por otra parte, el valor obtenido para el índice de Simpson, fue de **S=8.986696592**; siendo que el valor máximo es 64, lo que representaría máxima diversidad-; y para el de Equidad, fue de **E=0.669626858**; donde valores cercanos a 1 representan condiciones hacia especies igualmente abundantes, y cercanos a 0 la dominancia de una sola especie-. Por tanto, se establece que sí existen dominancias, aunque distribuida entre varias especies.

IV.2.2.2 Fauna

IV.2.2.2.1 Diseño de muestreo

Para la caracterización de la fauna en el área de estudio del sistema ambiental y zona de influencia, se seleccionó al phylum de los Cordados, por su relativa facilidad para su muestreo y análisis respecto a otros phylum de animales.

Como primero paso, se consultó la base de datos Global Biodiversity Information Facility (GBIF por sus siglas en inglés); la cual es de libre acceso. La GBIF cuenta con 648,768,182 registros en todo el mundo, que abarcan 1,634,951 especies. Opera a través de una red de nodos, en coordinación con los centros de información sobre biodiversidad de los países y organizaciones participantes. En México, colabora con la Comisión Nacional para el Conocimiento y la Biodiversidad (CONABIO).

Adicionalmente, se realizaron muestreos directos; que se realizaron mediante los métodos de muestreo aleatorio simple y aleatorio estratificado. El muestreo aleatorio simple se basa en la probabilidad que tiene un tamaño de muestra n en ser seleccionado de una población de tamaño N , que debe ser siempre la misma. Este método suele suministrar buenas estimaciones de cantidades poblacionales a un bajo costo, no obstante, es posible incrementar la cantidad de información para un costo dado con el muestreo aleatorio estratificado. Un muestreo aleatorio estratificado separa la población en grupos que no presenten traslapes llamados estratos (Navarro Óp. Cit.).

Ahora bien, como punto de partida de los muestreos, se realizó una revisión de los trabajados que se han llevado a cabo en la zona, con la cual se desarrolló un listado preliminar de las especies que probablemente se encontrarían. Dicho listado ayudó a definir los límites del muestreo, aunque no se consideró un listado absoluto, ya que se anticipó la posible aparición de nuevas especies (Sélem Salas, Sosa Escalante, & Hernández, 2004)⁴¹.

Con base en lo anterior, aunado a la extensión del área de estudio y zona de influencia, las características del ecosistema, el número de personal y el tiempo con el que se contó y el financiamiento disponible, se definieron las técnicas de campo que se emplearon para estimar la riqueza, abundancia, diversidad y equidad de especies de fauna existente, así como las especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 bajo alguna categoría de riesgo.

Las técnicas empleadas fueron: técnicas de observación directa, técnicas de observación indirecta y técnicas de captura (Sélem-Salas *et al.*, Óp. Cit.). La técnica de observación directa empleada fue la de transectos. Esta técnica se basa en cuatro consideraciones importantes: 1) todos los animales en el transecto fueron observados, 2) los animales son observados en su ubicación inicial, antes de ser perturbados por el observador, y un mismo individuo no es registrado dos veces; 3) distancias y ángulos de ubicación son medidos con exactitud y 4) las detecciones son eventos independientes. Las variantes empleadas fueron dos: puntos en transectos y transectos lineales:

⁴¹ Sélem-Salas, C., J. Sosa-Escalante y S. Hernández. 2004. Aves y mamíferos, p. 269-302. En Bautista, F., H. Delfín, J. L. Palacio y M. Delgado (Eds.). Técnicas de muestreo para manejadores de recursos naturales. Universidad Autónoma de Campeche, Universidad Autónoma de México, Universidad Autónoma de Yucatán, Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, Instituto Nacional de Ecología. 507 p.

- **Puntos en transecto.** Las observaciones se realizaron en un punto definido, a partir del cual se registraron los animales, permaneciendo en dicho punto alrededor de 10 minutos a fin de detectar todos los animales dentro del área.
- **Transectos en línea.** Las observaciones se realizaron a lo largo de líneas de longitud y todos los animales vistos a lo largo de éstas fueron contados por el observador.

En cuanto a las técnicas de observación indirecta, se emplearon las siguientes:

- **Registros de cantos, llamados u otras señales de comunicación.** Fue útil para ubicar especies de fauna para su observación o captura y su identificación.
- **Registro de excretas.** Se realizó en conjunto con otras técnicas de observación, como registro de huellas. Se consideró que, aunque la cantidad, tamaño, forma y consistencia de las excretas depende de la dieta del animal; el tiempo de permanencia varía de acuerdo al hábitat, a los cambios estacionales, a su composición y contenido de fibra, y a la presencia de insectos coprófagos. Para contrarrestar estas variables, se efectuó: 1) eliminación de las excretas que ya hubiesen sido contadas, y definición de la frecuencia del conteo, considerando tasas de depósito y de descomposición; 2) marcado de las excretas recientemente depositadas y registradas, de manera que se excluyan del próximo conteo.
- **Registro de huellas.** Fue útil para detectar la presencia de un animal y obtener la abundancia de las especies. Se utilizó para especies sigilosas.
- **Estructuras y características del hábitat.** Se prestó atención a modificaciones o señales en el hábitat, como marcas de garras en árboles y residuos de alimentos.

Con respecto a las técnicas de captura, se tomó en consideración: 1) el equipo y dispositivos disponibles para la captura, 2) el cebo o atrayente, 3) el arreglo espacial de las trampas, 4) el periodo de captura, y 5) las técnicas de manejo de los animales al capturarlos. Las técnicas empleadas se eligieron por ser adecuadas para animales de tamaño pequeño. El cebo o atrayente empleado varió en función del grupo animal muestreado. Con respecto a la correcta aplicación de las técnicas de captura y manejo de fauna silvestre, en todo momento se evitó en la medida de lo posible que los organismos sean sujetos a estrés innecesario; es decir que los organismos no fueron expuestos a condiciones de luz extrema, calor o frío. El tiempo de captura necesaria para su identificación, no fue mayor a 20 minutos. Los equipos y dispositivos de captura empleados fueron:

- **Trampas Sherman y Tomahawk.** Consistieron en cajas rectangulares de aluminio. Su ventaja es que capturan al animal sin lastimarlo; ya que dentro de la trampa se encuentra una plataforma que, al ser presionada por el peso del animal, activa el dispositivo que cierra las entradas.

- **Redes de niebla.** Consistieron en una malla fina de fibra sintética sostenida por un marco rectangular de varias líneas de nylon que se colocó en los sitios de captura empleando dos tubos de metal. Una vez capturados los organismos, se removieron inmediatamente para que no se enredaran y se dañaran o rompieran la red.
- **A mano.** Los animales fueron capturados directamente con la mano, con ayuda de linternas de cabeza ubicadas al frente.
- **Lazo fijo.** Consistió en el uso de un hilo de nylon terminado en un lazo atado a un palo de golf sin cabezal.

A continuación, se precisan las técnicas que fueron empleadas por grupo faunístico.

Anfibios

Este grupo es de hábitos nocturnos, por lo que los muestreos se realizaron de 19:00 a 21:00 horas, y de 6:00 a 9:00 horas. Los individuos se ubicaron mediante transectos en línea por medio de llamados de apareamiento, para ser capturados a mano e identificados.

La identificación se basó en las claves dicotómicas de (Flores-Villela, Mendoza, & González, Recopilación de Claves para la Determinación de Anfibios y Reptiles de México, 1995)⁴² y (Flores-Villela & Canseco-Márquez, Nuevas Especies y Cambios Taxonómicos para la Herpetofauna de México, 2004)⁴³.

Reptiles

Los muestreos se realizaron de 9:00 a 13:00 horas para coincidir con los principales picos de actividad de este grupo faunístico. Los individuos se ubicaron mediante transectos en línea, que se recorrieron a pie a una velocidad de 1 km/h; para ser capturados a mano y por lazo fijo, e identificados. Al recorrer el transecto se fueron removiendo troncos y rocas y revisando entre la vegetación. Asimismo, se registraron huellas, excretas y otras estructuras y características del hábitat.

La identificación se basó en las mismas claves usadas con los anfibios.

Aves

Los muestreos se realizaron de 6:00 a 10:00 horas, de acuerdo a la biología del grupo. Consistieron en puntos en transecto, con paradas totales de 10 minutos cada 100 m. Las especies fueron identificadas visualmente, con ayuda de binoculares de 7 por 35; también se

⁴²Flores-Villela, O., F. Mendoza y G. González. 1995. Recopilación de Claves para la Determinación de Anfibios y Reptiles de México. Publicaciones Especiales del Museo de Zoología Número 10. Facultad de Ciencias, UNAM. México.

⁴³ Flores-Villela, O. y L. Canseco-Márquez. 2004. Nuevas Especies y Cambios Taxonómicos para la Herpetofauna de México. Acta Zoológica Mexicana 20 (2): 115-144.

identificaron por cantos. Asimismo, se emplearon tres redes de niebla, que se colocaron de 6:00 a 7:00 horas, y que se revisaron con tiempo máximo de separación de 15 minutos.

Las aves observadas y capturadas fueron identificadas con la ayuda de las claves dicotómicas de Howell & Webb (1995)⁴⁴, (Berlanga, y otros, 2015)⁴⁵ y la de la American Ornithologist Union (1998)⁴⁶.

Mamíferos

Se utilizaron trampas Sherman y Tomahawk, así como redes de niebla. Con respecto a las trampas Sherman, se emplearon para el registro de mamíferos pequeños. Se colocó una trampa Sherman cada 10 m sobre un transecto de 100 m; realizando tres transectos (por lo que se colocaron un total de 30 trampas). Fueron cebadas con crema de cacahuete, hojuelas de avena y vainilla. Se colocaron a las 18:00 horas, revisándose al día siguiente a las 7:00 horas. Las trampas Tomahawk se emplearon para el registro de mamíferos medianos. Fueron colocadas cada 30 metros sobre un transecto lineal de 100 m. Fueron cebadas con sardina y plátano. Se colocaron a las 18:00 horas, recogiénolas al día siguiente a las 7:00 horas. Por otra parte, el registro de mamíferos voladores –murciélagos- se efectuó por medio de tres redes de niebla. Fueron colocadas a las 18:00 horas y retiradas a las 22:00 horas; en los mismos puntos donde se colocaron para el registro de aves. Se estuvieron revisando con un tiempo de separación máximo de 15 minutos.

Finalmente, se recorrieron transectos a una velocidad de 1 Km/h, registrando huellas, excretas y otras estructuras y características del hábitat, como marcas de garras en los árboles y residuos de alimentos.

La identificación se efectuó por medio de las claves de Arita y Ceballos (1997)⁴⁷ y Ceballos y Oliva (2005)⁴⁸.

En la **Figura IV:26** se muestran la ubicación de los puntos de observación descargados de la base de datos GBIF, así como de la ubicación de los transectos.

⁴⁴Howell, S. N. G., y S. Webb. 1995. A Guide to the Birds of México and Northern Central America. Oxford University Press, New York. 851 pp.

⁴⁵ Berlanga, H., H. Gómez de Silva, V. M. Vargas-Canales, V. Rodríguez-Contreras, L. A. Sánchez-González, R. Ortega-Álvarez y R. Calderón-Parra. 2015. Aves de México: Lista actualizada de especies y nombres comunes. CONABIO, México D.F.

⁴⁶ American Ornithologists' Union. 1998. Check-list of North American birds. Washington DC. Allen Press.

⁴⁷ Arita, H. T. y G. Ceballos. 1997. Los Mamíferos de México: Distribución y Estado de Conservación. Revista Mexicana de Mastozoología 2:33-71.

⁴⁸Ceballos, G. y G. Oliva. 2005. Los Mamíferos Silvestres de México. CONABIO, FCE. México. 986 pp.

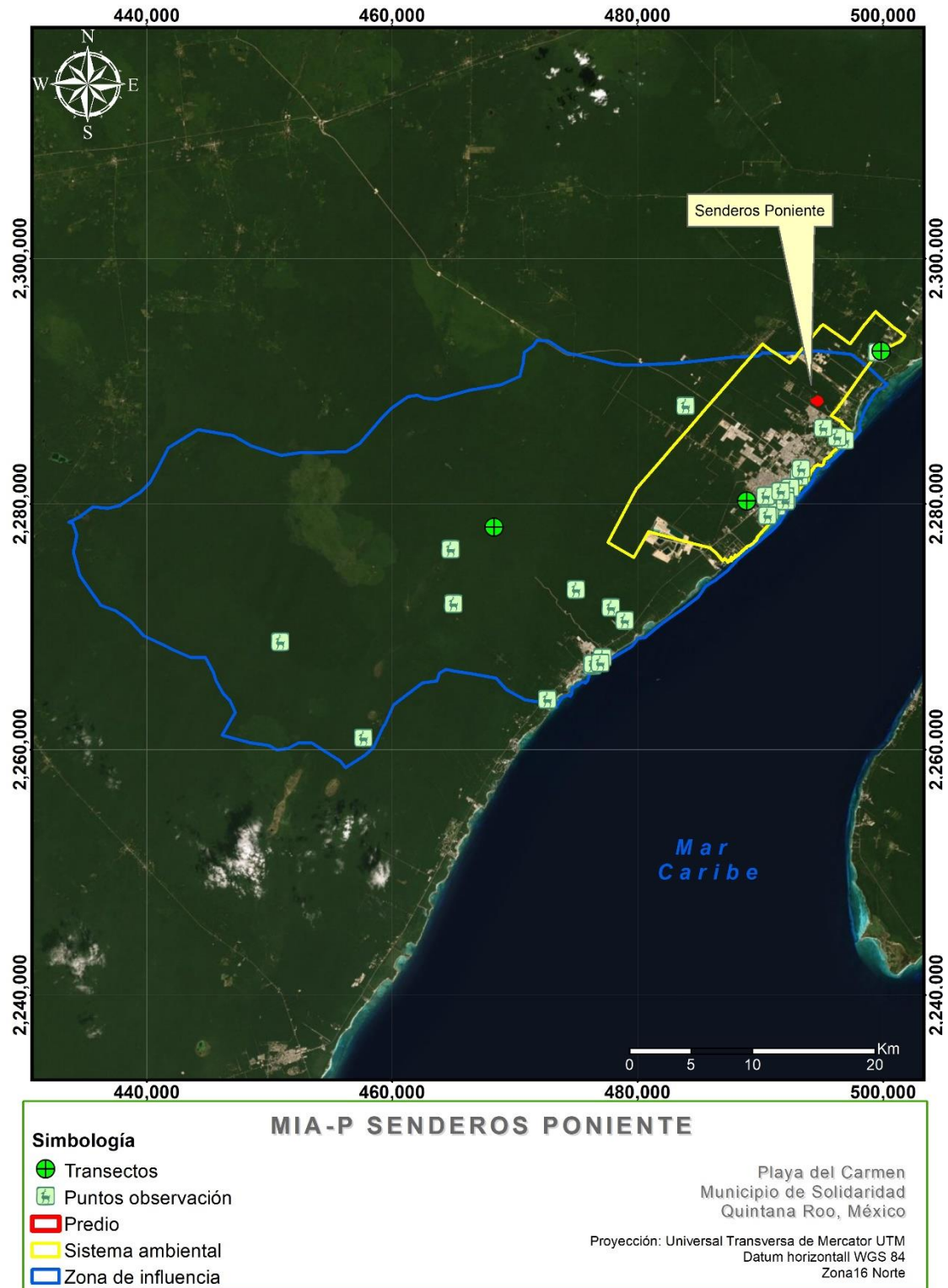


Figura IV:26. Ubicación espacial de los registros de fauna del área de estudio del sistema ambiental y zona de influencia del proyecto "Senderos Poniente"

IV.2.2.2.2 Caracterización

Para la caracterización de la fauna se estimó abundancia relativa, diversidad, riqueza y equidad. La abundancia relativa es la representación proporcional de una especie en una comunidad en un área determinada (Smith y Smith Óp. Cit.). Se calculó con la fórmula:

$$Pi = \frac{ni}{N}$$

Donde:

ni: Número total de individuos de una determinada especie

N: Número total de individuos de todas las especies

La riqueza hace referencia al número de especies presentes en un área determinada (Smith y Smith, 2007)⁴⁹; se estimó por medio del índice de Margalef:

$$Da = \frac{S - 1}{\ln(N)}$$

Donde:

S: Número total de especies

N: Número total de individuos de todas las especies

ln: Logaritmo natural

La diversidad refiere a la abundancia de distintas especies en un área determinada (Smith y Smith Óp. Cit.). Se estimó con dos índices: el de Simpson y el de Shannon-Wiener.

El índice de Simpson mide la probabilidad de que dos individuos elegidos al azar pertenezcan a la misma especie (Zarco-Espinoza, Valdez-Hernández, Ángeles-Pérez, & Castillo-Acosta, 2010)⁵⁰; dándole más peso a las especies dominantes. Se calculó con la fórmula:

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

Donde:

ni: Número total de individuos de una determinada especie

N: Número total de individuos de todas las especies

⁴⁹Smith T. M. y R. L. Smith. 2007. Ecología (Elena Sanjosé Román, trad.) (6ª. edición). España: Pearson Educación, S. A. (Obra original publicada en 2006).

⁵⁰ Zarco-Espinoza V. M., J. L. Valdez-Hernández, G. Ángeles-Pérez y O. Castillo-Acosta. 2010. Estructura y diversidad de la vegetación arbórea del parque estatal Agua Blanca, Macuspana Tabasco. Universidad y Ciencia. Trópico Húmedo 26(1): 1-17

El índice de Shannon-Wiener mide el grado de incertidumbre en predecir la especie a la que pertenecerá un individuo tomado al azar (Zarco-Espinosa *et al.* Óp. Cit.); dándole más peso a las especies raras. Se calculó con la siguiente fórmula:

$$H' = \sum P_i * \ln P_i$$

Donde:

P_i : Abundancia relativa

$\ln$: Logaritmo natural

La equidad o equitatividad se refiere a la medida del grado de igualdad en la distribución de la abundancia de las especies; la equidad máxima se da cuando todas las especies de la comunidad presentan el mismo número de individuos. Se calculó con la fórmula:

$$E = \frac{H'}{\ln(S)}$$

Donde:

H' : Índice de Shannon-Wiener

S : Número total de especies

$\ln$: Logaritmo natural

IV.2.2.2.3 Composición faunística

Se obtuvieron 968 registros pertenecientes a 136 especies.; que se conformaron por cinco clases; a saber: actinoptergios, anfibios, aves, mamíferos y reptiles. La clase mejor representada fueron las aves, como se aprecia en la **Figura IV:27**.

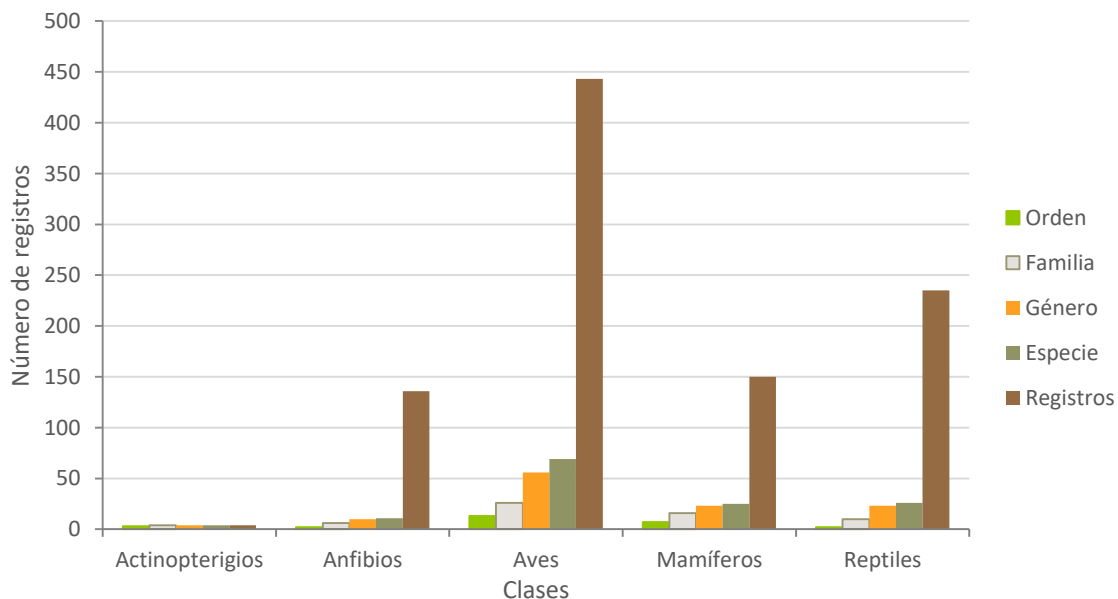


Figura IV:27. Número de registros para las clases, por categoría taxonómica

La lista completa de las especies registradas, clasificadas taxónomicamente, se muestran en el **Cuadro IV:13**.

Cuadro IV:13. Listado de especies registradas dentro del área de estudio del SA y zona de influencia del proyecto “Senderos Poniente”.

Clase	Orden	Familia	Género	Especie	Nombre común	Registro
Actinopterygii	Anguilliformes	Muraenidae	Género 4	<i>Sp. 4</i>		1
	Perciformes	Chaetodontidae	Género 3	<i>Sp. 3</i>		1
	Perciformes	Pomacanthidae	Género 2	<i>Sp. 2</i>		1
	Scorpaeniformes	Familia 1	Género 1	<i>Sp. 1</i>		1
Amphibia	Anura	Bufonidae	Incilius	<i>Incilius valliceps</i>	Sapo costero	19
		Hylidae	Dendropsophus	<i>Dendropsophus microcephalus</i>	Rana de árbol amarilla	3
			Scinax	<i>Scinax staufferi</i>	Rana arborícola trompuda	9
			Smilisca	<i>Smilisca baudinii</i>	Rana de árbol mexicana	16
			Tachycephalus	<i>Trachycephalus typhonius</i>	Rana arborícola lechosa	13
			Triprión	<i>Triprión petasatus</i>	Rana de árbol yucateca	2
		Leptodactylidae	Leptodactylus	<i>Leptodactylus fragilis</i>	Rana de bigotes	60
				<i>Leptodactylus melanonotus</i>	Ranita hojarasca	8
		Microhylidae	Gastrophryne	<i>Gastrophryne elegans</i>	Sapo boca angosta elegante	1
		Ranidae	Lithobates	<i>Lithobates berlandieri</i>	Rana leopardo	4
	Caudata	Plethodontidae	Bolitoglossa	<i>Bolitoglossa yucatanana</i>	Salamandra lengua hongueada	1
Aves	Apodiformes	Trochilidae	Amazilia	<i>Amazilia rutila</i>	Colibrí canela	2
				<i>Amazilia yucatanensis</i>	Colibrí yucateco	5
	Caprimulgiformes	Caprimulgidae	Chordeiles	<i>Chordeiles minor</i>	Chotacabras zumbón	4
	Columbiformes	Columbidae	Columba	<i>Columba livia var. domestica</i>	Paloma doméstica	9
			Columbina	<i>Columbina passerina</i>	Tórtola coquita	6
				<i>Columbina talpacoti</i>	Tórtola rojiza	2
			Leptotila	<i>Leptotila jamaicensis</i>	Paloma caribeña	1
			Patagioenas	<i>Patagioenas flavirostris</i>	Paloma morada	2
				<i>Patagioenas speciosa</i>	Paloma escamosa	1
			Streptopelia	<i>Streptopelia decaocto</i>	Tórtola de collar	12

Clase	Orden	Familia	Género	Especie	Nombre común	Registro
Aves	Columbiformes	Columbidae	Zenaida	<i>Zenaida asiatica</i>	Paloma ala blanca	11
	Coraciiformes	Momotidae	Eumomota	<i>Eumomota superciliosa superciliosa</i>	Momoto cejiazul	5
	Cuculiformes	Cuculidae	Crotophaga	<i>Crotophaga sulcirostris</i>	Garrapatero pijuy	2
			Piaya	<i>Piaya cayana</i>	Cucillo canela	2
	Falconiformes	Accipitridae	Buteo	<i>Buteo jamaicensis</i>	Aguililla cola roja	1
				<i>Buteo plagiatus</i>	Aguililla gris	1
			Rupornis	<i>Rupornis magnirostris</i>	Gavilán pollero	2
		Cathartidae	Cathartes	<i>Cathartes aura</i>	Zopilote aura	17
			Coragyps	<i>Coragyps atratus</i>	Zopilote común	11
		Falconidae	Herpetotheres	<i>Herpetotheres cachinnans</i>	Halcón guaco	1
	Galliformes	Cracidae	Ortalis	<i>Ortalis vetula</i>	Chachalaca vetula	11
		Phasianidae	Meleagris	<i>Meleagris ocellata</i>	Guajolote ocelado	3
	Passeriformes	Cardinalidae	Cardinalis	<i>Cardinalis cardinalis</i>	Cardenal rojo	2
			Cyanocopsa	<i>Cyanocopsa parcellina</i>	Colorín azulnegro	2
			Passerina	<i>Passerina caerulea</i>	Picogordo azul	2
				<i>Passerina cyanea</i>	Colorín azul	2
			Pheucticus	<i>Pheucticus ludovicianus</i>	Picogordo pecho rosa	3
			Piranga	<i>Piranga rubra</i>	Tángara roja	6
		Corvidae	Cyanocorax	<i>Cyanocorax yncas</i>	Chara verde	4
				<i>Cyanocorax yucatanicus</i>	Chara yucateca	27
			Psilorhinus	<i>Psilorhinus morio</i>	Chara papán	6
		Hirundinidae	Hirundo	<i>Hirundo rustica</i>	Golondrina tijereta	24
		Icteridae	Dives	<i>Dives dives</i>	Tordo cantor	4
			Icterus	<i>Icterus auratus</i>	Bolsero yucateco	8
				<i>Icterus cucullatus</i>	Bolsero encapuchado	2
				<i>Icterus dominicensis</i>	Bolsero dominico	4
				<i>Icterus gularis</i>	Bolsero de Altamira	5
			Molothrus	<i>Molothrus aeneus</i>	Tordo ojo rojo	5

Clase	Orden	Familia	Género	Especie	Nombre común	Registro
Aves	Passeriformes	Icteridae	Molothrus	<i>Molothrus ater</i>	Tordo cabeza café	2
			Quiscalus	<i>Quiscalus mexicanus</i>	Zanate mexicano	36
		Mimidae	Dumetella	<i>Dumetella carolinensis</i>	Maullador gris	5
			Melanoptila	<i>Melanoptila glabrirostris</i>	Maullador negro	4
			Mimus	<i>Mimus gilvus</i>	Centzontle tropical	22
		Parulidae	Setophaga	<i>Setophaga ruticilla</i>	Chipe flameante	1
		Thraupidae	Saltator	<i>Saltator atriceps</i>	Picurero cabeza negra	5
			Tiaris	<i>Tiaris olivaceus</i>	Semillero oliváceo	1
		Tityridae	Pachyramphus	<i>Pachyramphus aglaiae</i>	Mosquero cabezón degollado	16
			Tityra	<i>Tityra semifasciata</i>	Titira enmascarada	1
		Troglodytidae	Pheugopedius	<i>Pheugopedius maculipectus</i>	Chivirín moteado	2
		Tyrannidae	Contopus	<i>Contopus cinereus</i>	Pibí tropical	2
			Megarynchus	<i>Megarynchus pitangua</i>	Luis pico grueso	3
			Myiarchus	<i>Myiarchus tyrannulus</i>	Papamoscas tirano	2
				<i>Myiarchus yucatanenses</i>	Papamoscas yucateco	1
			Myiozetetes	<i>Myiozetetes similis</i>	Luis gregario	8
			Pitangus	<i>Pitangus sulphuratus</i>	Luis bienteveo	12
			Rhynchocyclus	<i>Rhynchocyclus brevirostris</i>	Mosquero de anteojos	1
			Tyrannus	<i>Tyrannus melancholicus</i>	Tirano tropical	10
		Vireonidae	Cyclarhis	<i>Cyclarhis gujanensis</i>	Vireón ceja rufa	1
			Pachysylvia	<i>Pachysylvia decurtata</i>	Verdillo menor	8
			Vireo	<i>Vireo magister</i>	Vireo yucateco	3
	Pelecaniformes	Threskiornithidae	Eudocimus	<i>Eudocimus albus</i>	Ibis blanco	13
	Piciformes	Picidae	Dryobates	<i>Dryobates fumigatus</i>	Carpintero oliva oscuro	2
			Melanerpes	<i>Melanerpes aurifrons</i>	Carpintero cheje	15
				<i>Melanerpes pygmaeus</i>	Carpintero yucateco	14
	Psittaciformes	Psittacidae	Amazona	<i>Amazona albifrons</i>	Loro de frente blanca	9
			Aratinga	<i>Aratinga nana</i>	Perico pecho sucio	15

Clase	Orden	Familia	Género	Especie	Nombre común	Registro
Aves	Strigiformes	Strigidae	Glaucidium	<i>Glaucidium brasilianum</i>	Tecolote bajeño	1
	Trogoniformes	Trogonidae	Trogon	<i>Trogon melanocephalus</i>	Trogón cabeza negra	4
				<i>Trogon violaceus</i>	Trogón violáceo	7
Mammalia	Artiodactyla	Cervidae	Mazama	<i>Mazama temama</i>	Temazate rojo	1
			Odocoileus	<i>Odocoileus virginianus</i>	Venado cola blanca	7
		Tayassuidae	Pecari	<i>Pecari tajacu</i>	Pecarí de collar	10
	Carnivora	Canidae	Urocyon	<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	Zorra gris	2
		Procyonidae	Nasua	<i>Nasua narica</i>	Coatí norteño	36
			Procyon	<i>Procyon lotor</i>	Mapache	6
	Chiroptera	Molossidae	Molossus	<i>Molossus sinaloae</i>	Murciélago mastín de Sinaloa	6
		Phyllostomidae	Dermanura	<i>Dermanura intermedius</i>	Murciélago	5
				<i>Dermanura jamaicensis</i>	Murciélago-frutero	4
				<i>Dermanura phaeotis phaeotis</i>	Murciélago Frugívoro Pigmeo	3
			Glossophaga	<i>Glossophaga soricina</i>	Murciélago lengüetón	1
	Didelphimorphia	Didelphidae	Didelphis	<i>Didelphis virginiana</i>	Tlacuache norteño	7
			Philander	<i>Philander opossum</i>	Tlacuache-cuatrojos gris	1
	Pilosa	Myrmecophagidae	Tamandua	<i>Tamandua mexicana</i>	Tamandúa norteño	1
	Primates	Atelidae	Ateles	<i>Ateles geoffroyi</i>	Mono araña	6
	Rodentia	Cuniculidae	Cuniculus	<i>Cuniculus paca</i>	Tepescuintle	1
		Dasyproctidae	Dasyprocta	<i>Dasyprocta punctata</i>	Guaqueque centroamericano	5
		Erethizontidae	Coendou	<i>Coendou mexicanus</i>	Puercoespín mexicano	1
		Geomyidae	Orthogeomys	<i>Orthogeomys hispidus yucatanensis</i>	Tuza crespa	2
		Heteromyidae	Heteromys	<i>Heteromys gaumeri</i>	Ratón de abazones	1
		Muridae	Oryzomys	<i>Oryzomys rostratus yucatanensis</i>	Rata arrozera	1
			Otodylomys	<i>Otodylomys phyllotis phyllotis</i>	Rata arborícola	13
			Peromyscus	<i>Peromyscus yucatanicus</i>	Ratón yucateco	5
			Reithrodontomys	<i>Reithrodontomys gracilis gracilis</i>	Ratón cosechero delgado	3
		Sciuridae	Sciurus	<i>Sciurus yucatanensis yucatanensis</i>	Ardilla yucateca	22

Clase	Orden	Familia	Género	Especie	Nombre común	Registro
Reptilia	Squamata	Boidae	Boa	<i>Boa constrictor</i>	Boa	1
		Colubridae	Coluber	<i>Coluber mentovarius</i>	Culebra corredora	3
			Drymarchon	<i>Drymarchon melanurus</i>	Culebra arroyera de cola negra	1
			Drymobius	<i>Drymobius margaritiferus</i>	Culebra corredora de Petatillos	1
			Leptophis	<i>Leptophis mexicanus</i>	Culebra perico mexicana	2
			Mastigodryas	<i>Mastigodryas melanolomus</i>	Culebra lagartijera común	1
			Oxybelis	<i>Oxybelis fulgidus</i>	Culebra bejuquilla verde	5
			Senticolis	<i>Senticolis triaspis</i>	Ratonera	1
			Spilotes	<i>Spilotes pullatus</i>	Culebra ratonera mica	1
			Thamnophis	<i>Thamnophis proximus</i>	Culebra listonada occidental	1
			Tropidodipsas	<i>Tropidodipsas sartorii sartorii</i>	Culebra Caracolera de Oriente	1
		Corytophanidae	Basiliscus	<i>Basiliscus vittatus</i>	Basilisco rayado	17
			Laemantus	<i>Laemantus serratus</i>	Lemacto coronado	2
		Gekkonidae	Hemidactylus	<i>Hemidactylus frenatus</i>	Besucona	42
			Sphaerodactylus	<i>Sphaerodactylus glaucus</i>	Geco enano collarejo	1
		Iguanidae	Ctenosaura	<i>Ctenosaura similis</i>	Iguana espinosa rayada	38
		Phrynosomatidae	Sceloporus	<i>Sceloporus chrysostictus</i>	Lagartija escamosa pintas amarillas	51
				<i>Sceloporus lundelli</i>	Lagartija espinosa yucateca	1
		Polychridae	Anolis	<i>Anolis lemurinus</i>	Anolis fantasma	6
				<i>Anolis sagrei</i>	Anolis pardo	26
				<i>Anolis sericeus</i>	Anolis sedoso	17
		Scincidae	Marisora	<i>Marisora brachypoda</i>	Eslizón centroamericano	1
			Plestiodon	<i>Plestiodon sumichrasti</i>	Eslizón listado del sureste	4
		Teiidae	Aspidoscelis	<i>Aspidoscelis angusticeps</i>	Huico yucateco	4
			Holcosus	<i>Holcosus undulatus</i>	Ameiva metálica o arcoiris	6
	Testudines	Bataguridae	Rhinoclemmys	<i>Rhinoclemmys areolata</i>	Tortuga de monte mojina	1

Especies protegidas por la NOM-059-SEMARNAT-2010

De las especies registradas, 18 se encuentran listadas en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo (**Cuadro IV:14**).

Cuadro IV:14. Especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Clase	Especie	Nombre común	Categoría	Distribución
Anfibios	<i>Triprrion petasatus</i>	Rana de árbol yucateca	Protegida	No endémica
	<i>Gastrophryne elegans</i>	Sapo boca angosta elegante	Protegida	No endémica
	<i>Lithobates berlandieri</i>	Rana leopardo	Protegida	No endémica
	<i>Bolitoglossa yucatana</i>	Salamandra lengua hongueada	Protegida	Endémica
Aves	<i>Meleagris ocellata</i>	Guajolote ocelado	Amenazada	No endémica
	<i>Patagioenas speciosa</i>	Paloma escamosa	Protegida	No endémica
	<i>Melanoptila glabrirostris</i>	Maullador negro	Protegida	No endémica
	<i>Amazona albifrons</i>	Loro de frente blanca	Protegida	No endémica
	<i>Aratinga nana</i>	Perico pecho sucio	Protegida	No endémica
Mamíferos	<i>Coendou mexicanus</i>	Puercoespín mexicano	Amenazada	No endémica
	<i>Ateles geoffroyi</i>	Mono araña	En peligro de extinción	No endémica
Reptiles	<i>Boa constrictor</i>	Boa	Amenazada	No endémica
	<i>Leptophis mexicanus</i>	Culebra perico mexicana	Amenazada	No endémica
	<i>Thamnophis proximus</i>	Culebra listonada occidental	Amenazada	No endémica
	<i>Ctenosaura similis</i>	Iguana espinosa rayada	Amenazada	No endémica
	<i>Rhinoclemmys areolata</i>	Tortuga de monte mojina	Amenazada	No endémica
	<i>Laemantus serratus</i>	Lemacto coronado	Protegida	No endémica
	<i>Sphaerodactylus glaucus</i>	Geco enano collarejo	Protegida	No endémica

De las especies listadas, solo una es endémica. Por otra parte, siete especies listadas en la Norma Oficial NOM-059-SEMARNAT-2010, corresponden con reptiles, cinco con aves, cuatro con anfibios y dos con mamíferos. Asimismo, diez poseen estatus de protegidas, siete de amenazadas y una de en peligro de extinción; lo que representa el 7, 5 Y 1% del total de especies registradas.

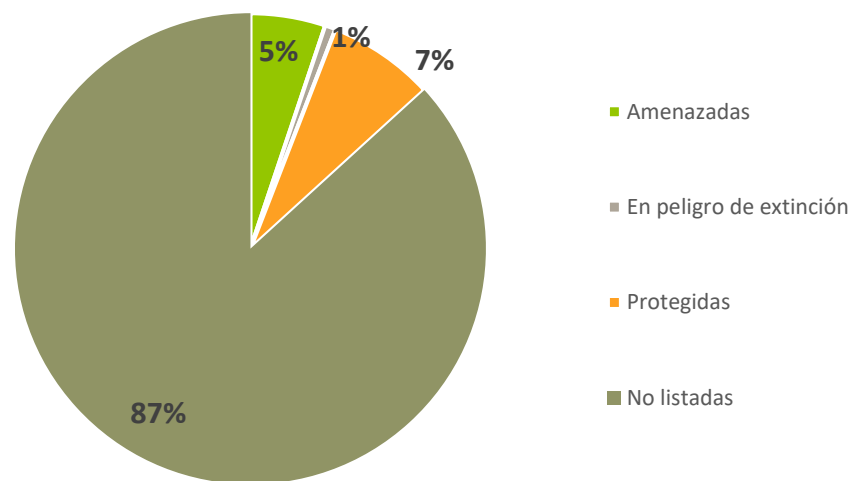


Figura IV:27. Porcentaje de individuos listados en la NOM-059-SEMARNAT-2010, por estatus

IV.2.2.2.4 Abundancia relativa, diversidad, riqueza y equidad, por grupo faunístico

Actinopterigios

En el **Cuadro IV:15** se muestra el cálculo de la abundancia relativa, diversidad, riqueza y equidad, para la clase de los actinopterigios.

Cuadro IV:15. Abundancia relativa, diversidad, riqueza y equidad, de la clase Actinopterygii.

Especie	Registro	ABUNDANCIA RELATIVA	ÍNDICES			
			SHANNON-WIENER	SIMPSON	MARGALEF	EQUIDAD
Sp. 1	1	0.25	-0.34657359	0		
Sp. 2	1	0.25	-0.34657359	0		
Sp. 3	1	0.25	-0.34657359	0		
Sp. 4	1	0.25	-0.34657359	0		
4	4		-1.386294361	0		
Valores			1.386294361	-	2.164042561	1

El valor de Shannon-Wiener arbóreo fue de **H=1.386294361**. Margalef (1972, según lo cita Medrano et al., Óp. Cit.) refiere que el índice de Shannon-Wiener, normalmente, varía de 1 a 5, e interpreta valores menores de 2 como diversidad baja; de 2 a 3.5, media; y superiores a 3.5, alta. Por tanto, los actinopterigios presentan una diversidad baja. Por otra parte, no se obtuvo valor para el índice de Simpson; el de Equidad, fue de **E=1**; donde valores cercanos a 1 representan condiciones hacia especies igualmente abundantes, y cercanos a 0 la dominancia de una sola especie-. Por tanto, se establece que existen condiciones hacia especies totalmente igualmente abundantes.

Anfibios

En el **Cuadro IV:16** se muestra el cálculo de la abundancia relativa, diversidad, riqueza y equidad, para la clase de los anfibios.

Cuadro IV:16. Abundancia relativa, diversidad, riqueza y equidad, de la clase Amphibia.

Especie	Registro	ABUNDANCIA RELATIVA	ÍNDICES			
			SHANNON-WIENER	SIMPSON	MARGALEF	EQUIDAD
<i>Bolitoglossa yucatanana</i>	1	0.007352941	-0.036122462	0		
<i>Dendropsophus microcephalus</i>	3	0.022058824	-0.084133293	0.000326797		
<i>Gastrophryne elegans</i>	1	0.007352941	-0.036122462	0		
<i>Incilius valliceps</i>	19	0.139705882	-0.27497134	0.018627451		
<i>Leptodactylus fragilis</i>	60	0.441176471	-0.36101926	0.192810458		
<i>Leptodactylus melanonotus</i>	8	0.058823529	-0.166659608	0.003050109		
<i>Lithobates berlandieri</i>	4	0.029411765	-0.103716486	0.000653595		
<i>Scinax staufferi</i>	9	0.066176471	-0.179697594	0.003921569		

Especie	Registro	ABUNDANCIA RELATIVA	ÍNDICES			
			SHANNON-WIENER	SIMPSON	MARGALEF	EQUIDAD
<i>Smilisca baudinii</i>	16	0.117647059	-0.25177249	0.013071895		
<i>Trachycephalus typhonius</i>	13	0.095588235	-0.224413028	0.008496732		
<i>Tripurion petasatus</i>	2	0.014705882	-0.062051584	0.000108932		
	11	136	-1.780679608	0.241067538		
Valores			1.780679608	4.148215093	2.035559231	0.742601075
H máx			2.397895273			

El valor de Shannon-Wiener fue de **H=1.780679608**. Margalef (1972, según lo cita Medrano et al., Óp. Cit.) refiere que el índice de Shannon-Wiener, normalmente, varía de 1 a 5, e interpreta valores menores de 2 como diversidad baja; de 2 a 3.5, media; y superiores a 3.5, alta. Por tanto, los anfibios presentan una diversidad baja. Por otra parte, el valor obtenido para el índice de Simpson, fue de **S=4.148215093**; siendo que el valor máximo es 11, lo que representaría máxima diversidad-; y para el de Equidad, fue de **E=0.742601075**; donde valores cercanos a 1 representan condiciones hacia especies igualmente abundantes, y cercanos a 0 la dominancia de una sola especie-. Por tanto, se establece que sí existen dominancias, aunque distribuida entre varias especies.

Aves

En el **Cuadro IV:17** se muestra el cálculo de la abundancia relativa, diversidad, riqueza y equidad, para la clase de las aves.

Cuadro IV:17. Abundancia relativa, diversidad, riqueza y equidad, de la clase Aves.

Especie	Registro	ABUNDANCIA RELATIVA	ÍNDICES			
			SHANNON-WIENER	SIMPSON	MARGALEF	EQUIDAD
<i>Amazilia rutila</i>	2	0.00451467	-0.02438114	1.0214E-05		
<i>Amazilia yucatanensis</i>	5	0.01128668	-0.050610969	0.00010214		
<i>Amazona albifrons</i>	9	0.02031603	-0.079158254	0.00036771		
<i>Aratinga nana</i>	15	0.03386005	-0.114633845	0.00107249		
<i>Buteo jamaicensis</i>	1	0.00225734	-0.013755237	0		
<i>Buteo plagiatus</i>	1	0.00225734	-0.013755237	0		
<i>Cardinalis cardinalis</i>	2	0.00451467	-0.02438114	1.0214E-05		
<i>Cathartes aura</i>	17	0.03837472	-0.125115258	0.00138913		
<i>Chordeiles minor</i>	4	0.00902935	-0.042503615	6.1285E-05		
<i>Columba livia var. domestica</i>	9	0.02031603	-0.079158254	0.00036771		
<i>Columbina passerina</i>	6	0.01354402	-0.058263796	0.00015321		
<i>Columbina talpacoti</i>	2	0.00451467	-0.02438114	1.0214E-05		
<i>Contopus cinereus</i>	2	0.00451467	-0.02438114	1.0214E-05		
<i>Coragyps atratus</i>	11	0.0248307	-0.091766184	0.00056178		
<i>Crotophaga sulcirostris</i>	2	0.00451467	-0.02438114	1.0214E-05		
<i>Cyanocompsa parellina</i>	2	0.00451467	-0.02438114	1.0214E-05		
<i>Cyanocorax yncas</i>	4	0.00902935	-0.042503615	6.1285E-05		
<i>Cyanocorax yucatanicus</i>	27	0.06094808	-0.170516452	0.00358518		
<i>Cyclarhis gujanensis</i>	1	0.00225734	-0.013755237	0		
<i>Dives dives</i>	4	0.00902935	-0.042503615	6.1285E-05		
<i>Dryobates fumigatus</i>	2	0.00451467	-0.02438114	1.0214E-05		

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular
Proyecto: Senderos Poniente

Especie	Registro	ABUNDANCIA RELATIVA	ÍNDICES			
			SHANNON-WIENER	SIMPSON	MARGALEF	EQUIDAD
<i>Dumetella carolinensis</i>	5	0.01128668	-0.050610969	0.00010214		
<i>Eudocimus albus</i>	13	0.02934537	-0.10354868	0.00079671		
<i>Eumomota superciliosa superciliosa</i>	5	0.01128668	-0.050610969	0.00010214		
<i>Glaucidium brasilianum</i>	1	0.00225734	-0.013755237	0		
<i>Herpetotheres cachinnans</i>	1	0.00225734	-0.013755237	0		
<i>Hirundo rustica</i>	24	0.05417607	-0.157951202	0.00281912		
<i>Icterus auratus</i>	8	0.01805869	-0.0724899	0.000286		
<i>Icterus cucullatus</i>	2	0.00451467	-0.02438114	1.0214E-05		
<i>Icterus dominicensis</i>	4	0.00902935	-0.042503615	6.1285E-05		
<i>Icterus gularis</i>	5	0.01128668	-0.050610969	0.00010214		
<i>Leptotila jamaicensis</i>	1	0.00225734	-0.013755237	0		
<i>Megarynchus pitangua</i>	3	0.00677201	-0.033825897	3.0643E-05		
<i>Melanerpes aurifrons</i>	15	0.03386005	-0.114633845	0.00107249		
<i>Melanerpes pygmaeus</i>	14	0.03160271	-0.109171951	0.00092949		
<i>Melanoptila glabrirostris</i>	4	0.00902935	-0.042503615	6.1285E-05		
<i>Meleagris ocellata</i>	3	0.00677201	-0.033825897	3.0643E-05		
<i>Mimus gilvus</i>	22	0.0496614	-0.149109709	0.00235948		
<i>Molothrus aeneus</i>	5	0.01128668	-0.050610969	0.00010214		
<i>Molothrus ater</i>	2	0.00451467	-0.02438114	1.0214E-05		
<i>Myiarchus tyrannulus</i>	2	0.00451467	-0.02438114	1.0214E-05		
<i>Myiarchus yucatanenses</i>	1	0.00225734	-0.013755237	0		
<i>Myiozetetes similis</i>	8	0.01805869	-0.0724899	0.000286		
<i>Ortalis vetula</i>	11	0.0248307	-0.091766184	0.00056178		
<i>Pachyrhamphus aglaiae</i>	16	0.03611738	-0.119945139	0.0012257		
<i>Pachysylvia decurtata</i>	8	0.01805869	-0.0724899	0.000286		
<i>Passerina caerulea</i>	2	0.00451467	-0.02438114	1.0214E-05		
<i>Passerina cyanea</i>	2	0.00451467	-0.02438114	1.0214E-05		
<i>Patagioenas flavirostris</i>	2	0.00451467	-0.02438114	1.0214E-05		
<i>Patagioenas speciosa</i>	1	0.00225734	-0.013755237	0		
<i>Pheucticus ludovicianus</i>	3	0.00677201	-0.033825897	3.0643E-05		
<i>Pheugopedius maculipectus</i>	2	0.00451467	-0.02438114	1.0214E-05		
<i>Piaya cayana</i>	2	0.00451467	-0.02438114	1.0214E-05		
<i>Piranga rubra</i>	6	0.01354402	-0.058263796	0.00015321		
<i>Pitangus sulphuratus</i>	12	0.02708804	-0.097751597	0.00067414		
<i>Psilorhinus morio</i>	6	0.01354402	-0.058263796	0.00015321		
<i>Quiscalus mexicanus</i>	36	0.08126411	-0.203977043	0.00643494		
<i>Rhynchocyclus brevirostris</i>	1	0.00225734	-0.013755237	0		
<i>Rupornis magnirostris</i>	2	0.00451467	-0.02438114	1.0214E-05		
<i>Saltator atriceps</i>	5	0.01128668	-0.050610969	0.00010214		
<i>Setophaga ruticilla</i>	1	0.00225734	-0.013755237	0		
<i>Streptopelia decaocto</i>	12	0.02708804	-0.097751597	0.00067414		
<i>Tiaris olivaceus</i>	1	0.00225734	-0.013755237	0		
<i>Tityra semifasciata</i>	1	0.00225734	-0.013755237	0		
<i>Trogon melanocephalus</i>	4	0.00902935	-0.042503615	6.1285E-05		
<i>Trogon violaceus</i>	7	0.01580135	-0.06553864	0.0002145		
<i>Tyrannus melancholicus</i>	10	0.02257336	-0.085575275	0.00045964		
<i>Vireo magister</i>	3	0.00677201	-0.033825897	3.0643E-05		
<i>Zenaida asiatica</i>	11	0.0248307	-0.091766184	0.00056178		
	69	443	-3.790248564	0.02871209		
		Valores	3.790248564	34.8285308	11.1593044	0.89517081
		H máx	4.234106505			

El valor de Shannon-Wiener fue de **H=3.790248564**. Margalef (1972, según lo cita Medrano et al., Óp. Cit.) refiere que el índice de Shannon-Wiener, normalmente, varía de 1 a 5, e interpreta valores menores de 2 como diversidad baja; de 2 a 3.5, media; y superiores a 3.5, alta. Por tanto, las aves presentan una diversidad alta. Por otra parte, el valor obtenido para el índice de Simpson, fue de **S=34.8285308**; siendo que el valor máximo es 69, lo que representaría máxima diversidad-; y para el de Equidad, fue de **E=0.89517081**; donde valores cercanos a 1 representan condiciones hacia especies igualmente abundantes, y cercanos a 0 la dominancia de una sola especie-. Por tanto, se puede concluir que existen condiciones hacia especies igualmente abundantes; existen especies que comparten valores de abundancia, formándose rangos de valores.

Mamíferos

En el **Cuadro IV:18** se muestra el cálculo de la abundancia relativa, diversidad, riqueza y equidad, para la clase de los mamíferos.

Cuadro IV:18. Abundancia relativa, diversidad, riqueza y equidad, de la clase Mammalia.

Especie	Registro	ABUNDANCIA RELATIVA	ÍNDICES			
			SHANNON-WIENER	SIMPSON	MARGALEF	EQUIDAD
<i>Ateles geoffroyi</i>	6	0.04	-0.128755033	0.001342282		
<i>Coendou mexicanus</i>	1	0.00666667	-0.033404235	0		
<i>Cuniculus paca</i>	1	0.00666667	-0.033404235	0		
<i>Dasyprocta punctata</i>	5	0.03333333	-0.113373246	0.000894855		
<i>Dermanura intermedius</i>	5	0.03333333	-0.113373246	0.000894855		
<i>Dermanura jamaicensis</i>	4	0.02666667	-0.096649092	0.000536913		
<i>Dermanura phaeotis phaeotis</i>	3	0.02	-0.07824046	0.000268456		
<i>Didelphis virginiana</i>	7	0.04666667	-0.143020507	0.001879195		
<i>Glossophaga soricina</i>	1	0.00666667	-0.033404235	0		
<i>Heteromys gaumeri</i>	1	0.00666667	-0.033404235	0		
<i>Mazama temama</i>	1	0.00666667	-0.033404235	0		
<i>Molossus sinaloae</i>	6	0.04	-0.128755033	0.001342282		
<i>Nasua narica</i>	36	0.24	-0.342507925	0.056375839		
<i>Odocoileus virginianus</i>	7	0.04666667	-0.143020507	0.001879195		
<i>Orthogeomys hispidus yucatanensis</i>	2	0.01333333	-0.057566508	8.94855E-05		
<i>Oryzomys rostratus yucatanensis</i>	1	0.00666667	-0.033404235	0		
<i>Ototylomys phyllotis phyllotis</i>	13	0.08666667	-0.211959448	0.006979866		
<i>Peropteryx macrotis</i>	10	0.06666667	-0.18053668	0.004026846		
<i>Peromyscus yucatanicus</i>	5	0.03333333	-0.113373246	0.000894855		
<i>Philander opossum</i>	1	0.00666667	-0.033404235	0		
<i>Procyon lotor</i>	6	0.04	-0.128755033	0.001342282		
<i>Reithrodontomys gracilis gracilis</i>	3	0.02	-0.07824046	0.000268456		
<i>Sciurus yucatanensis yucatanensis</i>	22	0.14666667	-0.281540283	0.020671141		
<i>Tamandua mexicana</i>	1	0.00666667	-0.033404235	0		
<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	2	0.01333333	-0.057566508	8.94855E-05		
	25	150	-2.664467098	0.099776286		
		Valores	2.664467098	10.02242152	4.789811789	0.827763245
		H máx	3.218875825			

El valor de Shannon-Wiener fue de **H=2.664467098**. Margalef (1972, según lo cita Medrano et al., Óp. Cit.) refiere que el índice de Shannon-Wiener, normalmente, varía de 1 a 5, e interpreta

valores menores de 2 como diversidad baja; de 2 a 3.5, media; y superiores a 3.5, alta. Por tanto, el grupo de los mamíferos presenta una diversidad media. Por otra parte, el valor obtenido para el índice de Simpson, fue de **S=10.02242152**; siendo que el valor máximo es 25, lo que representaría máxima diversidad-; y para el de Equidad, fue de **E=0.827763245**; donde valores cercanos a 1 representan condiciones hacia especies igualmente abundantes, y cercanos a 0 la dominancia de una sola especie-. Por tanto, se puede concluir que existen condiciones hacia especies igualmente abundantes; existen especies que comparten valores de abundancia, formándose rangos de valores.

Reptiles

En el **Cuadro IV:19** se muestra la abundancia relativa, diversidad, riqueza y equidad.

Cuadro IV:19. Abundancia relativa, diversidad, riqueza y equidad, de la clase Reptilia.

Especie	Registro	ABUNDANCIA RELATIVA	ÍNDICES			
			SHANNON-WIENER	SIMPSON	MARGALEF	EQUIDAD
<i>Boa constrictor</i>	1	0.00425532	-0.023232279	0		
<i>Coluber mentovarius</i>	3	0.01276596	-0.055671999	0.000109111		
<i>Drymarchon melanurus</i>	1	0.00425532	-0.023232279	0		
<i>Drymobius margaritiferus</i>	1	0.00425532	-0.023232279	0		
<i>Leptophis mexicanus</i>	2	0.00851064	-0.040565433	3.63702E-05		
<i>Mastigodryas melanolomus</i>	1	0.00425532	-0.023232279	0		
<i>Oxybelis fulgidus</i>	5	0.0212766	-0.081918034	0.000363702		
<i>Senticolis triaspis</i>	1	0.00425532	-0.023232279	0		
<i>Spilotes pullatus</i>	1	0.00425532	-0.023232279	0		
<i>Thamnophis proximus</i>	1	0.00425532	-0.023232279	0		
<i>Tropidodipsas sartorii sartorii</i>	1	0.00425532	-0.023232279	0		
<i>Basiliscus vittatus</i>	17	0.07234043	-0.18999288	0.004946354		
<i>Laemancus serratus</i>	2	0.00851064	-0.040565433	3.63702E-05		
<i>Hemidactylus frenatus</i>	42	0.1787234	-0.307746671	0.031314785		
<i>Sphaerodactylus glaucus</i>	1	0.00425532	-0.023232279	0		
<i>Ctenosaura similis</i>	38	0.16170213	-0.294621172	0.025568285		
<i>Sceloporus chrysostictus</i>	51	0.21702128	-0.3315564	0.046372068		
<i>Sceloporus lundelli</i>	1	0.00425532	-0.023232279	0		
<i>Anolis lemurinus</i>	6	0.02553191	-0.093646622	0.000545554		
<i>Anolis sagrei</i>	26	0.1106383	-0.243568993	0.011820331		
<i>Anolis sericeus</i>	17	0.07234043	-0.18999288	0.004946354		
<i>Marisora brachypoda</i>	1	0.00425532	-0.023232279	0		
<i>Plestiodon sumichrasti</i>	4	0.01702128	-0.069332615	0.000218221		
<i>Aspidoscelis angusticeps</i>	4	0.01702128	-0.069332615	0.000218221		
<i>Holcosus undulatus</i>	6	0.02553191	-0.093646622	0.000545554		
<i>Rhinoclemmys areolata</i>	1	0.00425532	-0.023232279	0		
	26	235	-2.380945716	0.12704128		
		Valores	2.380945716	7.8714572	4.579102193	0.730778136
		H máx	3.258096538			

El valor de Shannon-Wiener fue de **H=2.380945716**. Margalef (1972, según lo cita Medrano et al., Óp. Cit.) refiere que el índice de Shannon-Wiener, normalmente, varía de 1 a 5, e interpreta valores menores de 2 como diversidad baja; de 2 a 3.5, media; y superiores a 3.5, alta. Por tanto, los reptiles presentan una diversidad media. Por otra parte, el valor obtenido para el índice de Simpson, fue de **S=7.8714572**; siendo que el valor máximo es 26, lo que representaría máxima diversidad-; y para el de Equidad, fue de **E=0.730778136**; donde valores cercanos a 1 representan condiciones hacia especies igualmente abundantes, y cercanos a 0 la dominancia de una sola especie-. Por tanto, se establece que sí existen dominancias, aunque distribuida entre varias especies.

IV.2.3 Paisaje

La definición de paisaje varía entre autores; en el presente estudio, se entiende como el conjunto de interrelaciones entre geomorfología, clima, vegetación, fauna, agua y modificaciones antrópicas.

Se considera una expresión espacial y visual del medio para entenderlo como un recurso natural, escaso y valioso. La principal característica de este servicio ambiental es el mantenimiento del estado de conservación del ecosistema de interés, que al ser utilizado no se degrada ni transforma.

IV.2.3.1 Visibilidad y fragilidad del predio

El paisaje puede ser evaluado por su capacidad de absorción; que es un concepto inversamente proporcional a la “fragilidad o vulnerabilidad” visual (Viñals, 2002) ⁵¹.

Puede medirse en función de la valoración de factores como pendiente, diversidad de la vegetación, estabilidad y erosionabilidad del suelo, regeneración potencial de la vegetación, etcétera, a través de la expresión propuesta por Yeomans (1986)⁵²:

$$CAV = P(D + E + V + R + C)$$

Donde:

P = Pendiente

D = Diversidad de vegetación

E = Erosionabilidad

V = Actuación humana.

R = Potencial

⁵¹ Viñals J Ed. 2002. Turismo en espacios naturales y rurales II. Universidad Politécnica de Valencia. 345 p.

⁵² Yeomans W. C. 1986. Visual Impact Assessment: Changes in natural and rural environment. John Wiley and sons, New York.

C = Contraste de color

La escala de la capacidad de absorción del paisaje define tres categorías:

alta, CAV >13
media, CAV >7 y <12
baja, CAV <6

Los criterios para la evaluación, se muestran en el **Cuadro IV:20**.

Cuadro IV:20. Valores de la capacidad de absorción visual (CAV).

FACTOR	CARACTERÍSTICAS	VALORES DE CAV	
		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	Bajo	1
	Hasta dos tipos de vegetación	Moderado	2
	Diversificada	Alto	3
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
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	Bajo	1
	Potencial moderado	Moderado	2
	Potencial alto	Alto	3
Actuación humana (C)	Fuerte presencia antrópica	Bajo	1
	Presencia moderada	Moderado	2
	Casi imperceptible	Alto	3

Fuente: Yeomans (Óp. Cit.).

Se realizó la valoración de la capacidad de absorción visual para el predio, (**Cuadro IV:21**).

Cuadro IV:21. Valores de la capacidad de absorción visual de los predios.

FACTOR	VALOR DE CAV
Pendiente	3
Diversidad de vegetación	2
Estabilidad del suelo y erosionabilidad	3
Contraste de color	1
Potencial estético	3
Actuación humana	3
TOTAL	15

La capacidad de absorción visual del paisaje es alta (CAV<13) -aunque tampoco se trata del valor máximo-, ya que se trata de un predio con prácticamente nula pendiente; que, aunque no presenta más de un tipo de vegetación, ésta tampoco es escasa. Lo que contribuye a la estabilidad del suelo y al potencial de regeneración. Con respecto al color, no existe contraste, predominando las tonalidades verdes. La actuación humana, actualmente, es casi imperceptible, puesto que se trata de una reserva urbana de crecimiento.

IV.2.3.2 Calidad paisajística del predio

La calidad del paisaje se valoró por medio del método indirecto de valoración de categorías estéticas, usado por el *Bureau of Land Management* de los Estados Unidos (BLM, 1980)⁵³; en el que se valora morfología, vegetación, existencia o ausencia de agua, color, rareza y acción antrópica.

El análisis consiste en la asignación de valores establecidos por componente, de acuerdo a la siguiente escala:

valores de 19 a 33, significan calidad alta;
valores de 12 a 18, significan calidad media;
valores de 5 a 11, significan calidad baja

Una vez que se han asignado los valores por componente, se procede a la suma de las puntuaciones puntuaciones (Viñals, Óp. Cit.; Dunn, 1974; MOPT, 1993; citados en Muñoz, 2004⁵⁴) (Muñoz, 2004):

$$\text{Valor calidad} = \text{morfología} + \text{vegetación} + \text{agua} + \text{color} + \text{fondo escénico} + \text{rareza} + \text{acción antrópica}$$

Los criterios que se evalúan para la asignación de valores, se muestran en el **Cuadro IV:22**.

Cuadro IV:22. 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

⁵³ BLM. 1980. Visual Resource Management Program. Government Printing Office, Washington D.C.

⁵⁴ Muñoz, A. 2004. La evaluación del paisaje: una herramienta de gestión ambiental. *Revista Chilena de Historia Natural* 77:139-156.

COMPONENTE	CRITERIOS	VALOR
	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
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 (Óp. Cit.).

Los valores que se obtuvieron de acuerdo a lo anterior para predio, se presentan en el **Cuadro IV:23**.

Cuadro IV:23. Resultados de la valoración de la calidad del paisaje de acuerdo con el método BLM.

FACTOR	VALOR DE CALIDAD DEL PAISAJE
Morfología	1
Vegetación	3
Agua	0
Variabilidad cromática	3
Fondo escénico	5
Singularidad o rareza	2
Acción antrópica	2
TOTAL	16

En conclusión, la calidad del paisaje del predio es moderada; debido a que no presenta variaciones en su morfología ni se aprecia de manera visible cuerpos ni corrientes de agua. Y aunque presenta vegetación primaria, en relación con la singularidad, no se trata de un ecosistema raro, donde se aprecie vegetación o fauna excepcional. En contraparte, se trata de un sitio conservado, con abundante vegetación y un paisaje que potencia la calidad visual.

IV.2.4 Medio socioeconómico

El área de estudio del SA se encuentra dentro del mpio. de Solidaridad, (**Figura IV:28**); por lo que se considera que la zona de influencia del medio socioeconómico, se delimitada por éste. Por tanto, para su caracterización, se utilizó información del último censo realizado por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI, 2015)⁵⁵, para el municipio.

⁵⁵ INEGI. 2015. Principales resultados de la Encuesta Intercensal 2015: Quintana Roo / INEGI. México: INEGI, 2015.

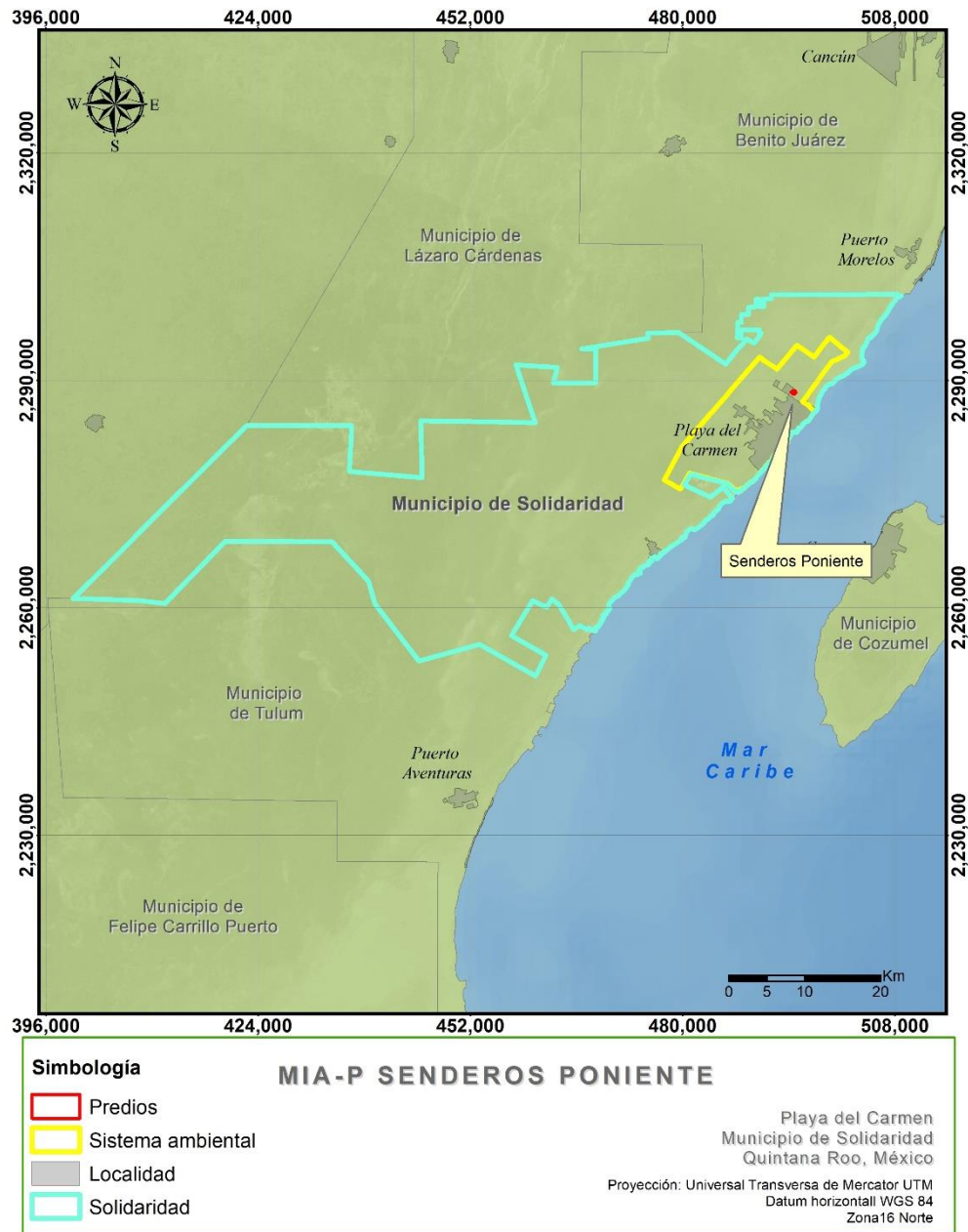


Figura IV:28. Municipio de Solidaridad, zona de influencia del medio socioeconómico del sistema ambiental del proyecto "Senderos Poniente". Fuente: INEGI

IV.2.4.1 Crecimiento y distribución de la población

En el estado de Quintana Roo, a lo largo del siglo XX, la población mantuvo un crecimiento sostenido, excepto entre 1921 y 1930, etapa en la cual, la población disminuyó debido a la pérdida de vidas a causa de una epidemia. La tasa de crecimiento promedio anual en dicho periodo fue de -0.4%. A partir de entonces, el ritmo de crecimiento fue en aumento, hasta llegar a un máximo de 9.5% en la década de los 70's. El descenso en la tasa de crecimiento inició en los 90's, producto de la disminución de la tasa de natalidad.

Es así, que para el año 1990, se estimó que en Quintana Roo habitaban aproximadamente 493 277 personas en viviendas particulares; para el año 2015, ascendió a 1 501 562. Ahora, a pesar de que el crecimiento de la población se ha mantenido, si se analiza el comportamiento de la tasa de crecimiento para ese periodo, se observa una disminución constante en años recientes. De 1990 a 2000 fue de seis por ciento, disminuyendo 1.9 puntos porcentuales del 2000 al 2010, continuando la disminución en el quinquenio 2010-2015, con una tasa estimada de 2.7 por ciento (**Figura IV:29**).



Figura IV:29. Población en viviendas particulares habitadas y tasa de crecimiento anual, 1910 a 2015, para el estado de Quintana Roo. Fuente: INEGI. Censo Población de 1910 al 2010.

En este sentido, el mayor aporte para la tasa de crecimiento estatal durante el periodo 2000-2010, provino del municipio de Solidaridad (**Figura IV:30**).

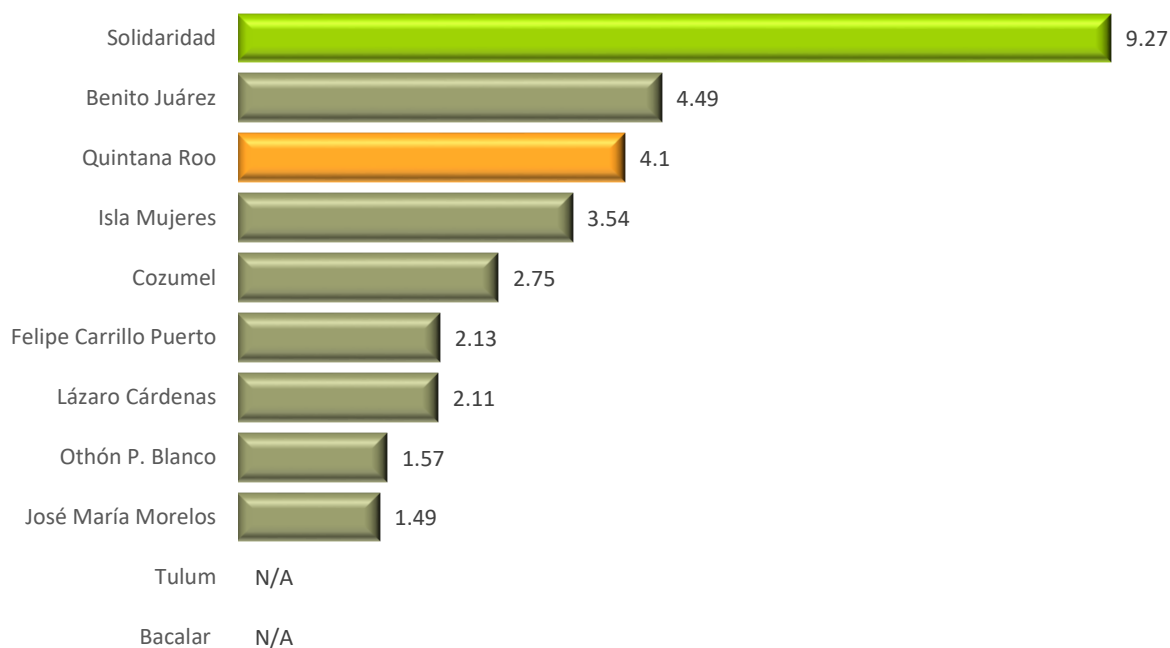


Figura IV:30. Tasa de crecimiento promedio anual por municipio para Quintana Roo, 2000-2010. Fuente: XII Censo General de Población y Vivienda 2000; Censo de Población y Vivienda 2010.

La misma situación se presenta para el periodo 2010-2015 (**Figura IV:31**).

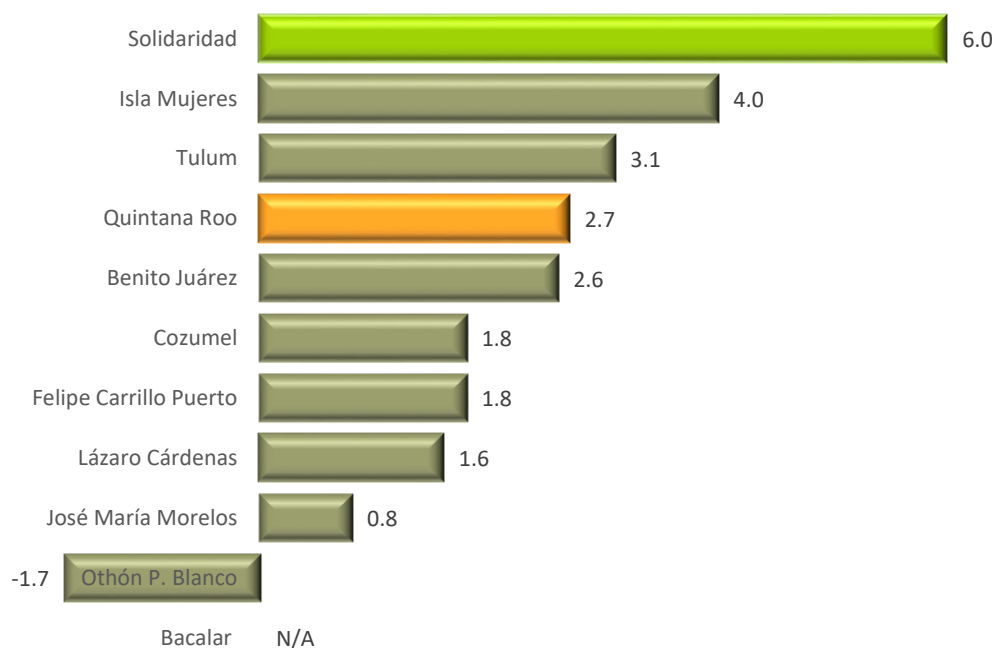


Figura IV:31. Tasa de crecimiento promedio anual por municipio para Quintana Roo, 2010-2015. Fuente: Encuesta Intercensal 2015.

Lo anterior se refuerza al analizar la densidad poblacional para el 2015: en el estado de Quintana Roo habitaban 33 personas por km², mientras que, en el municipio de Solidaridad, 99.1 habitantes por km². La densidad poblacional del municipio fue tres veces mayor que la estatal (**Figura IV:32**).

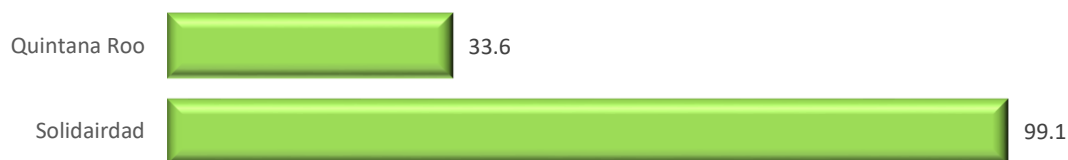


Figura IV:32. Densidad poblacional del estado de Quintana Roo y del municipio de Solidaridad, 2015. Fuente: Encuesta Intercensal 2015.

Ahora, se observa que la tasa de crecimiento para el municipio de Solidaridad, del periodo 2000-2010 al 2010-2015, al igual que para el estado, decreció en 3.27 puntos porcentuales; aún que el número de habitantes haya aumentado (**Figura IV:33**), lo que refleja una disminución en el ritmo de crecimiento, que, sin embargo, se mantiene.



Figura IV:33. Población en viviendas particulares habitadas para el municipio de Solidaridad, 2000-2010 y 2010-2015. Fuente: XII Censo General de Población y Vivienda 2000; Censo de Población y Vivienda 2010. Encuesta Intercensal 2015.

IV.2.4.2 Estructura por sexo y edad

En la estructura por edad de la población se ve reflejada la interacción de la natalidad, la mortalidad y la migración a través del tiempo. La representación de la distribución de la población en la pirámide de edad muestra como ésta se ha transformado.

Con respecto al estado de Quintana Roo, la pirámide poblacional del censo 1990, se ensanchó en la base, lo que nos indica que la proporción de niños (menores a 15 años) era similar a la población en edad laboral (de 15 a 64 años) y mayor, que la de adultos mayores (más de 64 años). Es así, que la población menor de 15 años representó el 40.5%, mientras que la que se encuentra en edad laboral fue de 57.4% y la de adultos mayores, constituyó el 2.1%. Por su parte, en la pirámide poblacional del 2000 puede apreciarse un ligero ensanchamiento en el centro, lo que indica que la proporción de niños iniciaba su declive; la participación de los grupos de edad para este año, fue de 35.0, 62.6 y 2.4%. La pirámide del año 2010 se ensanchó por completo en el centro, lo que nos indica que la proporción de niños disminuyó y se incrementó la proporción de adultos; la participación de los grupos de edad para este año fue de 29.2%, 67.8% y 3%. Finalmente, para el año 2015 la proporción de niños mantuvo su

disminución y la de adultos mayores se incrementó; la participación de los grupos de edad para est año fue de 27.3, 68.7 y 4.0%.

Con respecto a la edad mediana, para 1990 fue de 19; para el 2000, de 22; para el 2010, de 25; y para el 2015, de 26 (**Figura IV:34**).

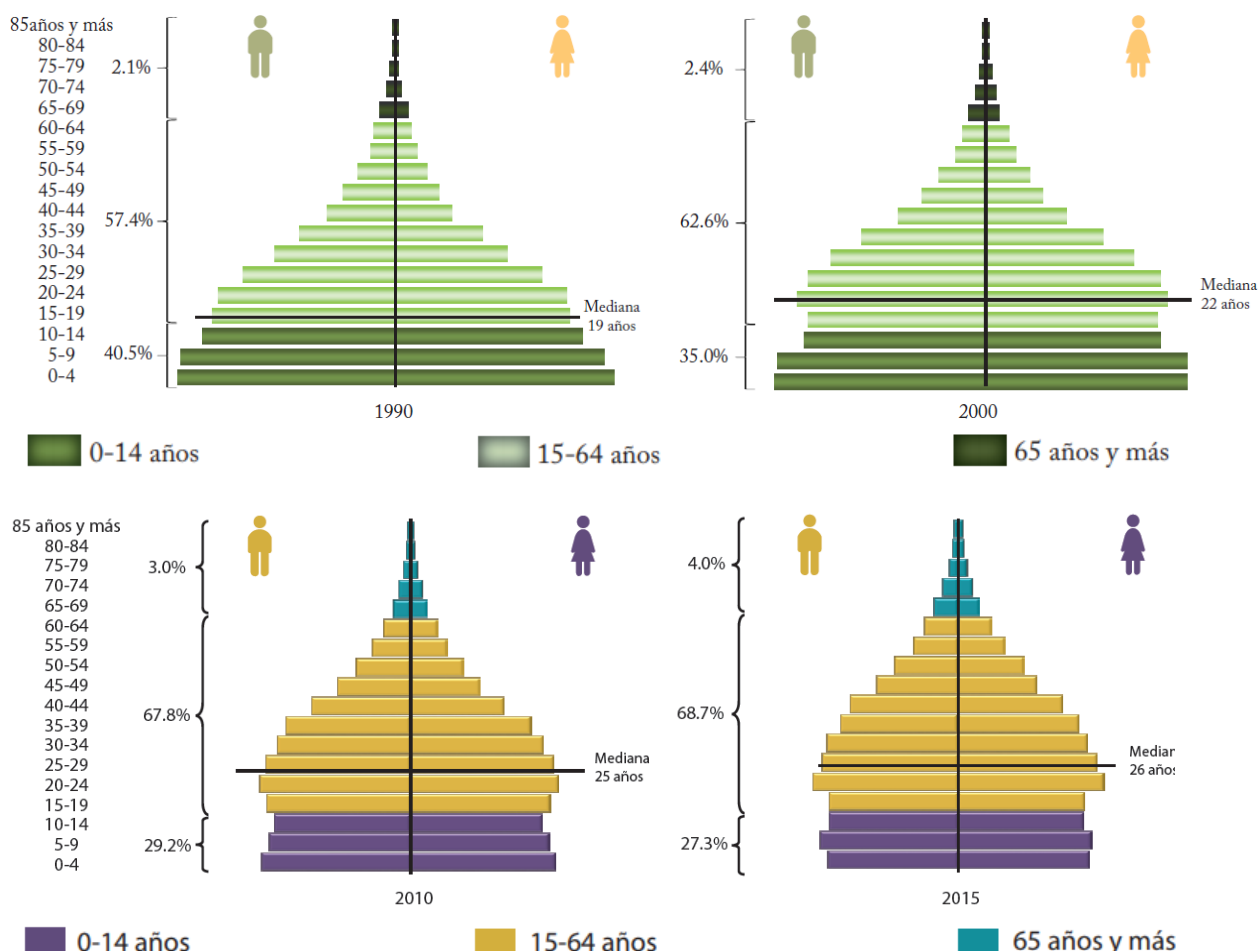


Figura IV:34. Estructura de la población 1990, 2000, 2010 y 2015, para el estado de Quintana Roo. Fuente: INEGI. XI Censo General de Población y Vivienda 1990; XII Censo General de Población y Vivienda 2000; Censo de Población y Vivienda 2010; Encuesta Intercensal 2015.

Por su parte, para el municipio de Solidaridad, se observó que para el año 2015, la participación de la población fue de 26.5, 69.3 y 4.2%; lo que, de manera práctica, coincide con lo observado para el estado en el mismo año. Asimismo, la edad mediana también coincide, al ser para el municipio de Solidaridad de 26 (**Figura IV:35**).

De lo que se deduce, que la población para el estado de Quintana Roo, ha dejado de ser joven, lo que también se observa para el municipio de Solidaridad.

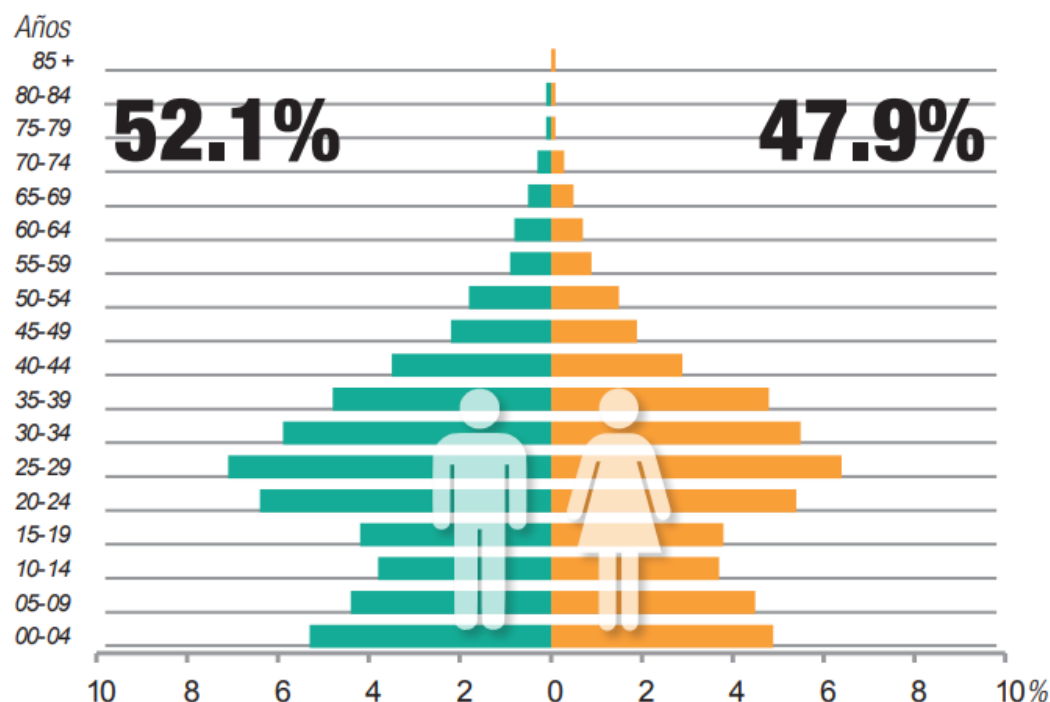


Figura IV:35. Estructura de la población 2015, para el municipio de Solidaridad. Fuente: INEGI. Panorama sociodemográfico de Quintana Roo 2015.

IV.2.4.3 Natalidad y Mortalidad

A partir de 1990, se observó una disminución en la fecundidad para el estado de Quintana Roo, medido por el número de hijos nacidos vivos; hasta el año 2010, cuando se estabilizó, manteniéndose hasta 2015 (**Figura IV:36**).

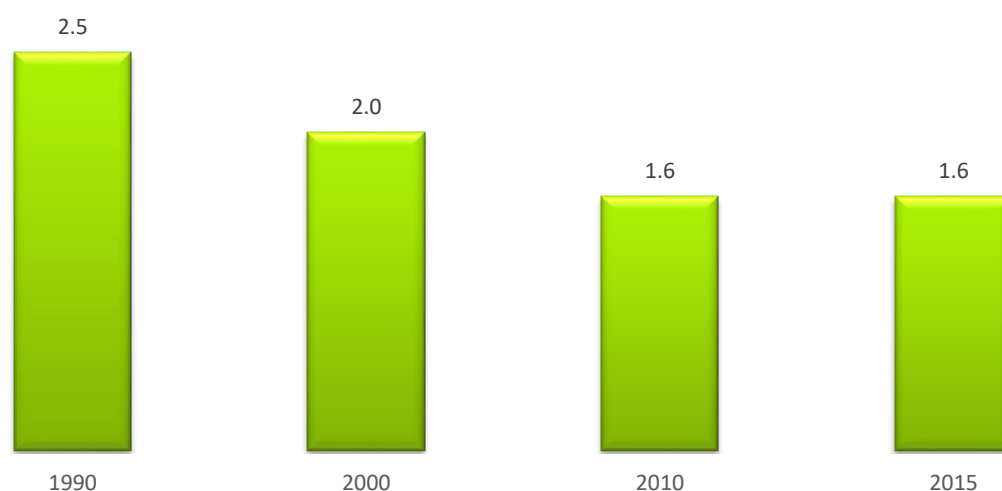


Figura IV:36. Promedio de hijos nacidos vivos 1990, 2000, 2010 y 2015, para el estado de Quintana Roo. Fuente: INEGI. XI Censo General de Población y Vivienda 1990; XII Censo General de Población y Vivienda 2000; Censo de Población y Vivienda 2010; Encuesta Intercensal 2015.

La disminución es perceptible en cada grupo de edad y es más acentuado entre aquellas mujeres que están en la etapa final de su periodo reproductivo, es decir, entre los 45 y los 49 años de edad (**Figura IV:37**).

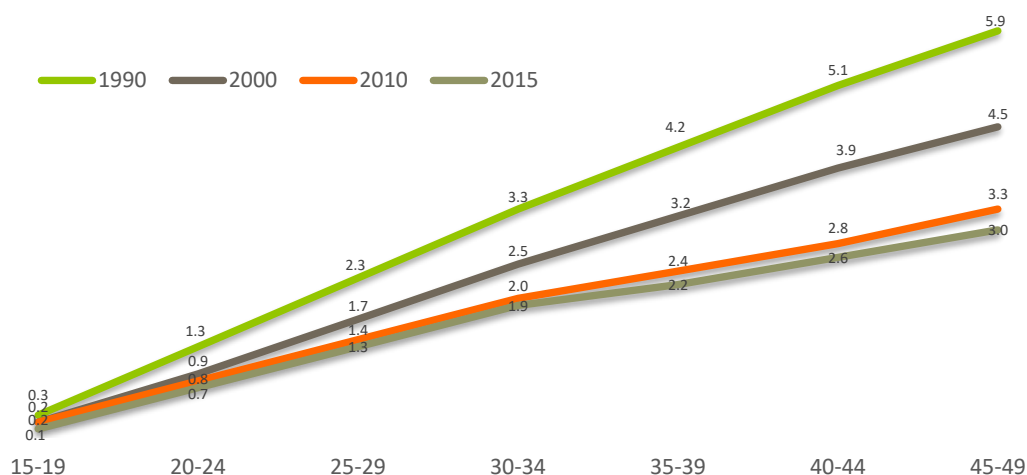


Figura IV:37. Promedio de hijos nacidos vivos de las mujeres por grupos de edad, 1990, 2000, 2010 y 2015, para el estado de Quintana Roo. Fuente: INEGI. XI Censo General de Población y Vivienda 1990; XII Censo General de Población y Vivienda 2000; Censo de Población y Vivienda 2010; Encuesta Intercensal 2015.

La misma situación se observa para el mpio. de Solidaridad: el promedio de hijos nacidos vivos de las mujeres de 15 a 49 años, disminuyó un punto porcentual de 2010 a 2015. Además, en 2010 fue el municipio con el promedio más bajo a nivel estatal (**Figura IV:38**).

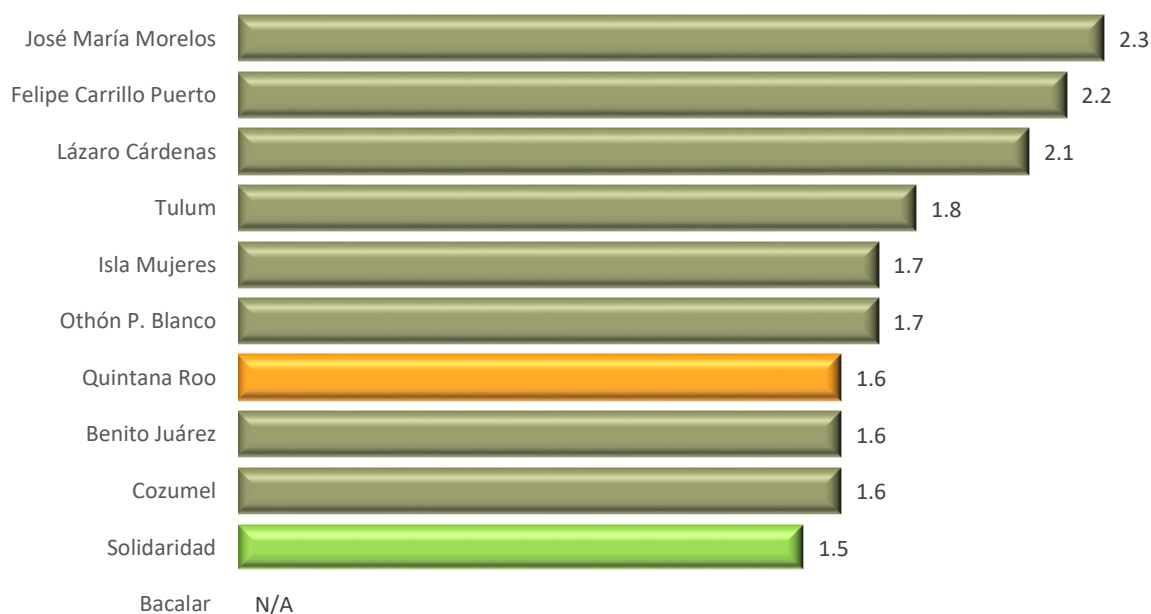


Figura IV:38. Promedio de hijos nacidos vivos de las mujeres de 15 a 49 años, por municipio, para Quintana Roo, 2010. Fuente: Censo de Población y Vivienda 2010.

Al igual que en 2015, como se muestra en la **Figura IV:39**.

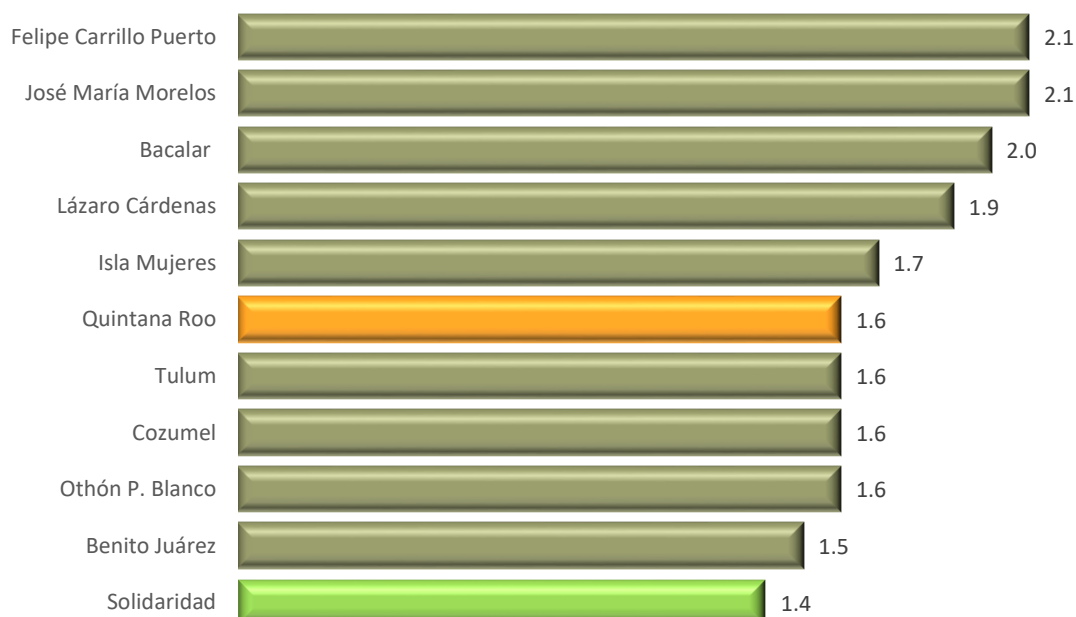


Figura IV:39. Promedio de hijos nacidos vivos de las mujeres de 15 a 49 años, por municipio, para Quintana Roo, 2015. Fuente: Encuesta Intercensal 2015.

Por otra parte, la mortandad se registra a la baja para el estado de Quintana Roo, lo que se percibe a través del porcentaje de hijos fallecidos para el periodo 1990-2015: aunque se observa un leve aumento en el último quinquenio para el grupo de edad de 15 a 19, existe una disminución sostenida para todos los demás grupos de edad (**Figura IV:40**).

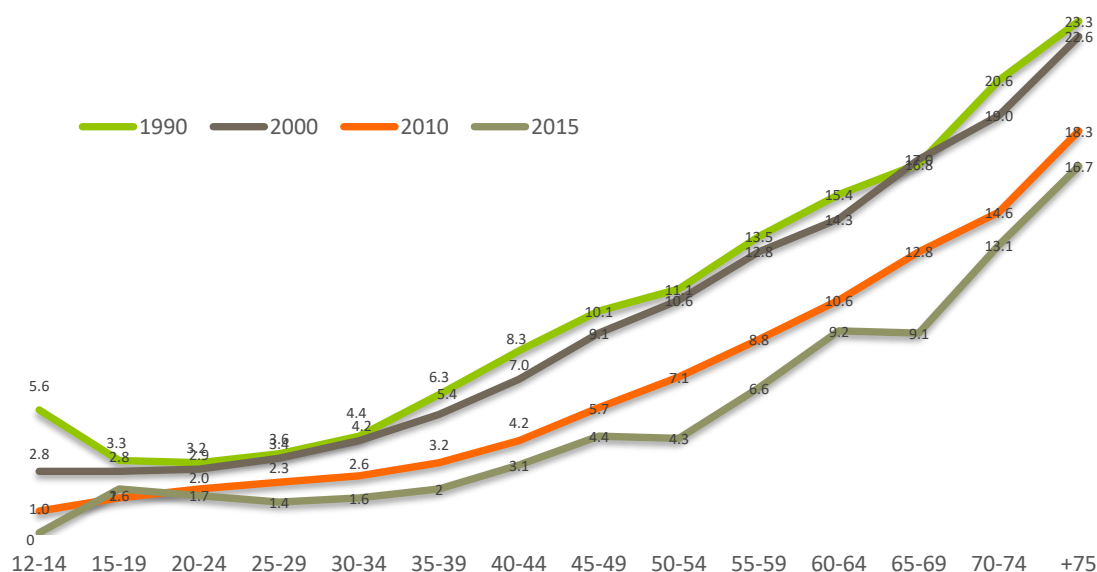


Figura IV:40. Porcentaje de hijos fallecidos por grupo de edad para Quintana Roo, 1990-2015. Fuente: INEGI. XI Censo General de Población y Vivienda 1990; XII Censo General de Población y Vivienda 2000; Censo de Población y Vivienda 2010; Encuesta Intercensal 2015.

La misma situación se observa para el municipio de Solidaridad: el porcentaje de hijos fallecidos disminuyó en el periodo 2010 a 2015, en un punto porcentual; siendo el municipio con el porcentaje más bajo en 2010 (**Figura IV:41**).

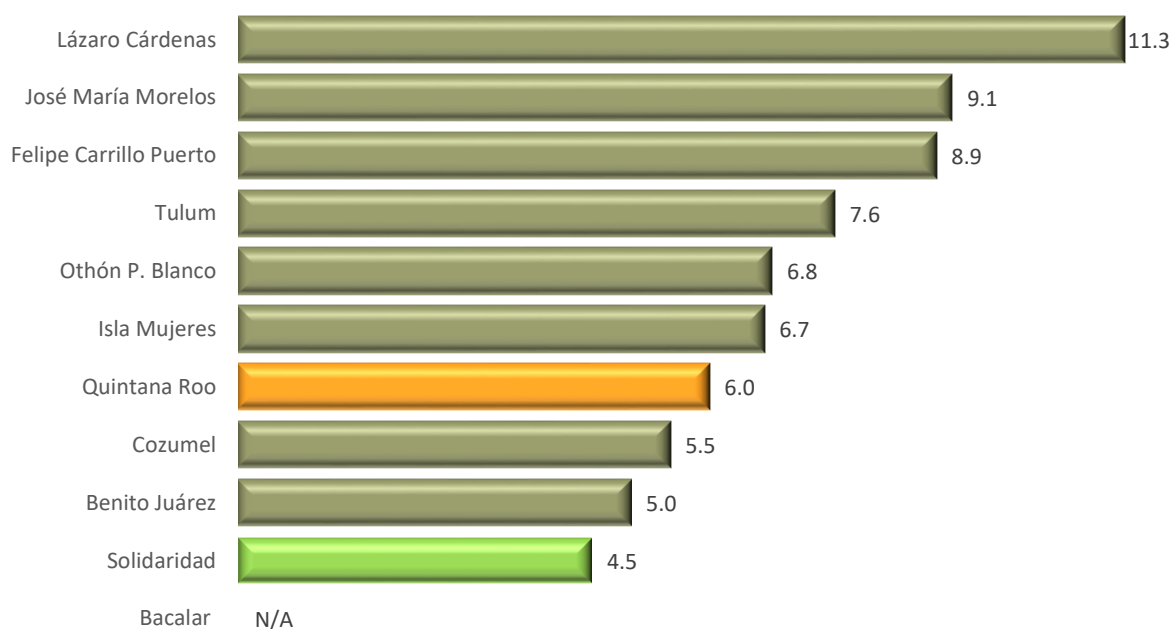


Figura IV:41. Porcentaje de hijos fallecidos de las mujeres de 12 años y más por municipio, para Quintana Roo, 2010. Fuente: Censo de Población y Vivienda 2010.

Al igual que en 2015, como se muestra en la **Figura IV:42**.

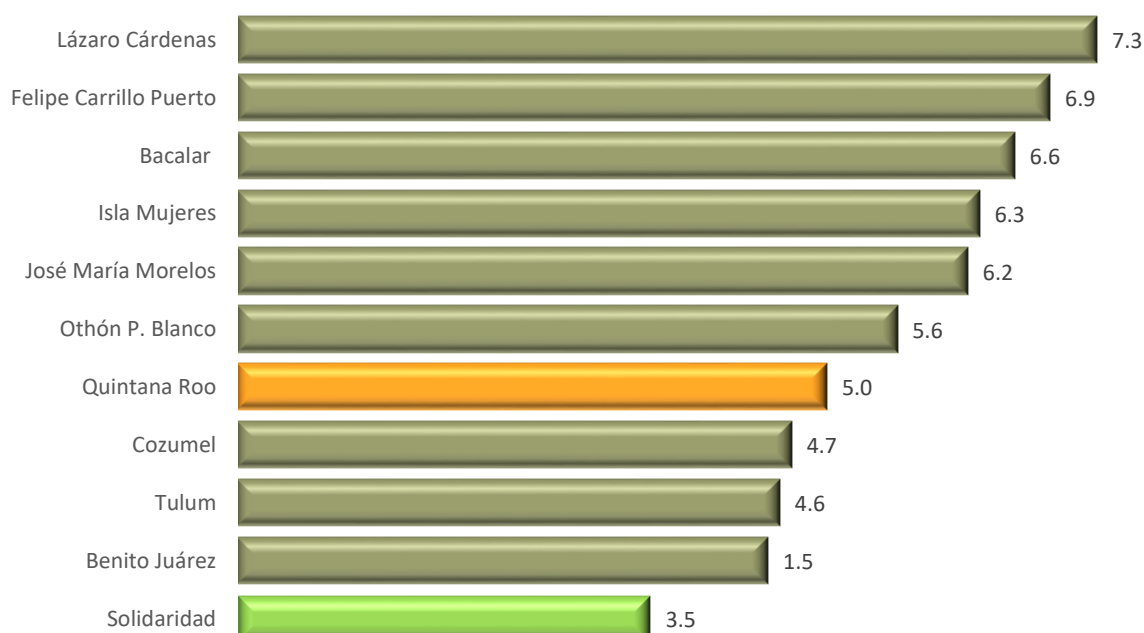


Figura IV:42 Porcentaje de hijos fallecidos de las mujeres de 12 años y más por municipio, para Quintana Roo, 2015. Fuente: Encuesta Intercensal 2015.

IV.2.4.4 Migración

El porcentaje de residentes en el estado de Quintana Roo, nacidos de otro estado o país, disminuyó en el periodo 1990-2010; para repuntar en 2015. No obstante, en términos absolutos, se observa un notable incremento, sobre todo en el periodo 1990-2010. En el quinquenio 2010-2015 el incremento fue menor, pero se mantuvo (**Figura IV:43**).

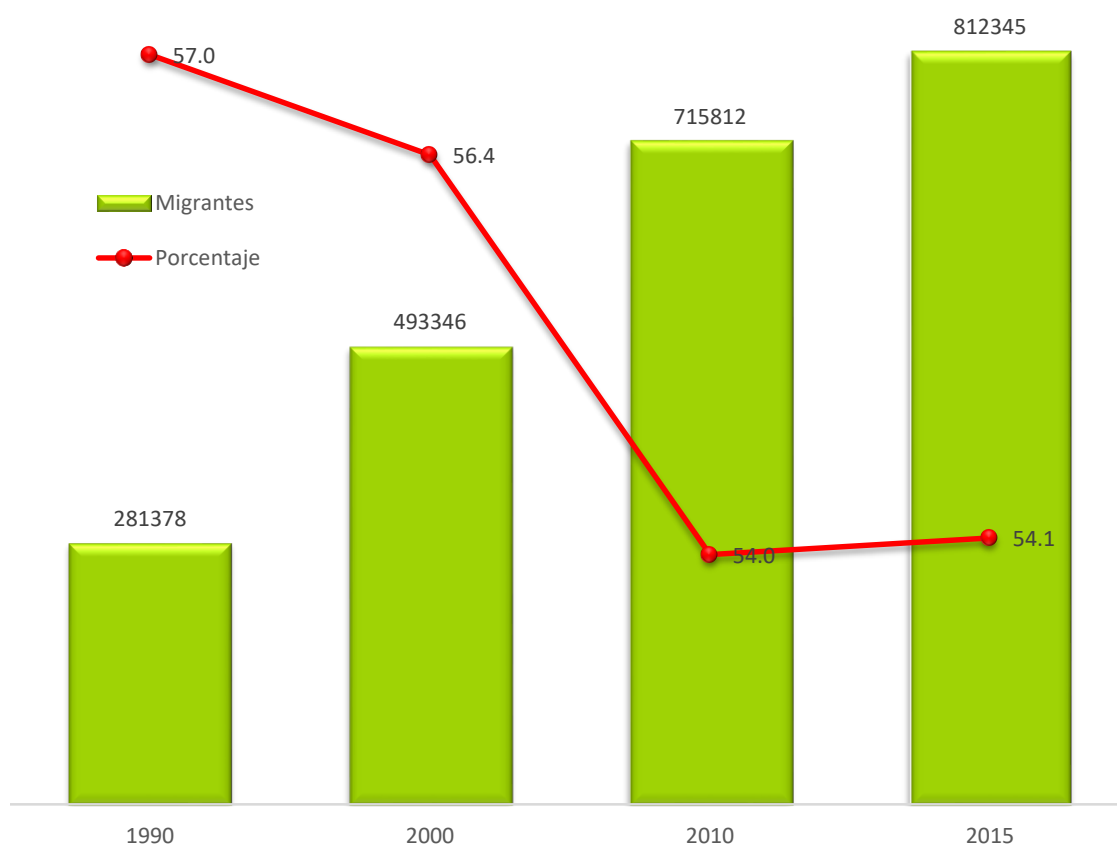


Figura IV:43. Porcentaje y número de población nacida en otra entidad o país, 1990, 2000, 2010 y 2015, para el estado de Quintana Roo. Fuente: INEGI. XI Censo General de Población y Vivienda 1990; XII Censo General de Población y Vivienda 2000; Censo de Población y Vivienda 2010; Encuesta Intercensal 2015⁵⁶ (INEGI, 2015).

Con respecto al municipio de Solidaridad, se observa que el porcentaje de población nacida en otra entidad o país, aumentó en el quinquenio 2010-2015, en 0.3 puntos porcentuales. De igual forma, el municipio presentó el valor más elevado para este indicador en el 2010 (**Figura IV:44**).

⁵⁶ INEGI. XI Censo General de Población y Vivienda 1990; XII Censo General de Población y Vivienda 2000; Censo de Población y Vivienda 2010; Encuesta Intercensal 2015

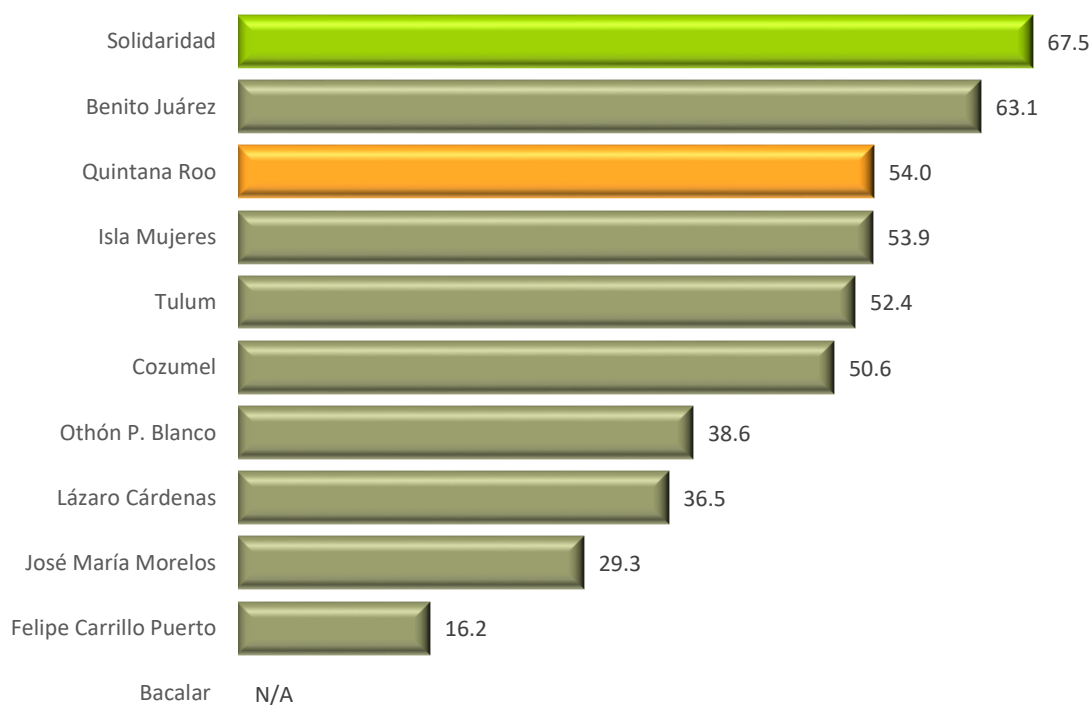


Figura IV:44. Porcentaje de población nacida en otra entidad o país por municipio, para Quintana Roo, 2010.
Fuente: Censo de Población y Vivienda 2010.

Al igual que en 2015, como se muestra en la **Figura IV:45**.

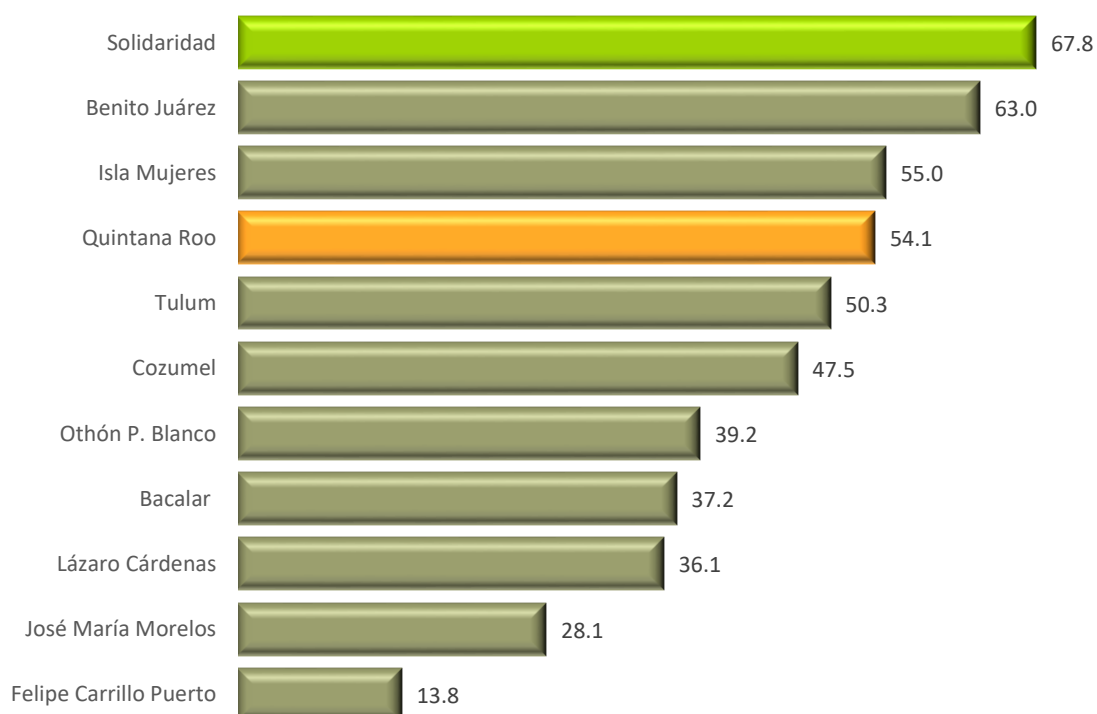


Figura IV:45 Porcentaje de población nacida en otra entidad o país por municipio, para Quintana Roo, 2015.
Fuente: Encuesta Intercensal 2015.

IV.2.4.5 Población Económicamente Activa

La participación económica de la población de 12 años y más del censo de 2000 comparado con el de 2010, para el estado de Quintana Roo, se incrementó. Caso contrario ocurrió para el periodo 2010-2015, ya que la tasa de participación económica de la la población de 12 años y más, disminuyó; aunque dicha disminución es prácticamente insignificante, siendo de 0.5 puntos porcentuales.

Por otra parte, se observa que la participación económica de los hombres fue, por mucho, mayor que el de las mujeres, para el periodo 2000-2015. No obstante, la participación de las mujeres se ha ido incrementando, mientras que el de los hombres, ha ido decreciendo.

Ambas situaciones se ilustran en la **Figura IV:46**.

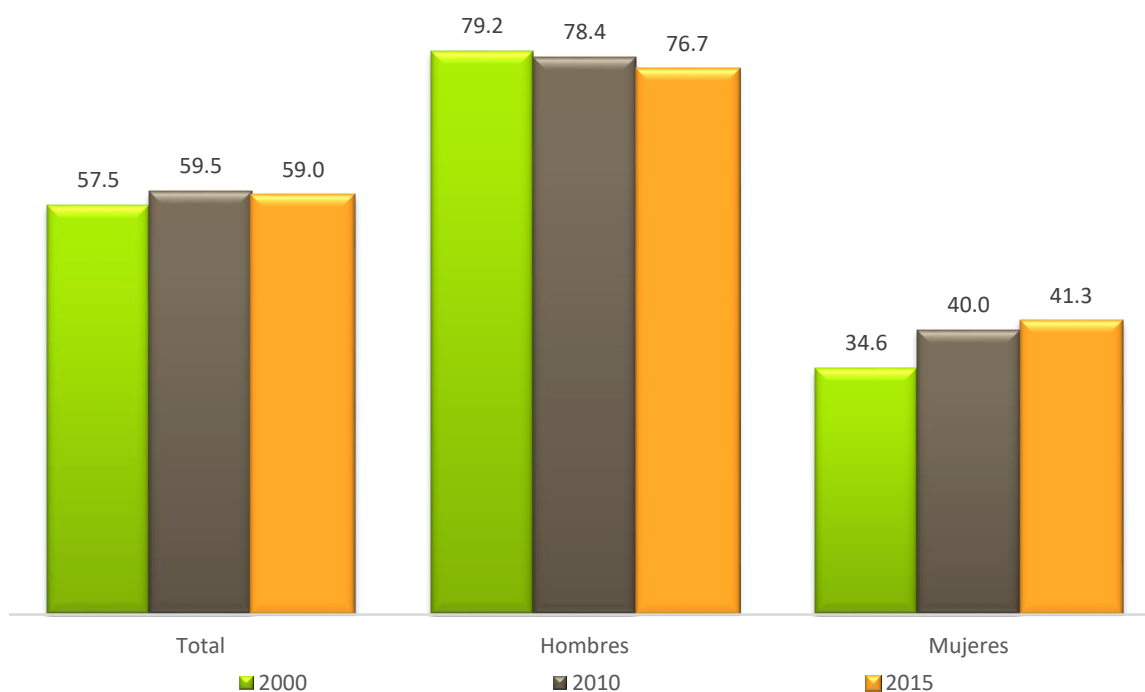


Figura IV:46. Tasa de participación económica de la población de 12 años y más, total y por sexo, para los años 2000, 2010 y 2015, para el estado de Quintana Roo. Fuente: INEGI. XII Censo General de Población y Vivienda 2000; Censo de Población y Vivienda 2010; Encuesta Intercensal 2015.

Con respecto a la distribución porcentual por sector de actividad económica, se observa que el sector terciario de la economía ha ido en aumento desde el año 2000; mientras que el sector primario y secundario, ha ido decreciendo. La mayor reducción se observa en el sector agropecuario para el periodo de referencia (**Figura IV:47**).

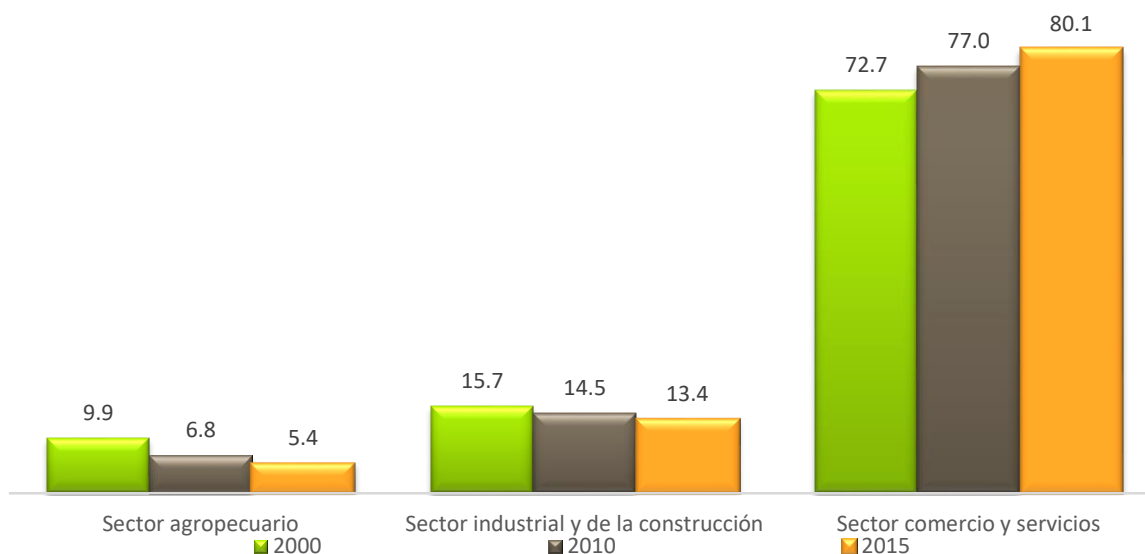


Figura IV:47. Distribución porcentual de la población de 12 años y más ocupada según sector de actividad económica, 2000, 2010 y 2015, para el estado de Quintana Roo. Fuente: INEGI. XII Censo General de Población y Vivienda 2000; Censo de Población y Vivienda 2010; Encuesta Intercensal 2015.

Con respecto a la categoría laboral, para los últimos 15 años (2000-2015), se observa un crecimiento constante en el porcentaje de trabajadores asalariados. Mientras que las categorías de empleadores y trabajadores sin pago, registran decremento para el periodo 2000-2010, e incremento para el periodo 2010-2015. La categoría de trabajadores por cuenta propia, registra un incremento en el periodo 2000-2010, y un decremento para el periodo 2010-2015 (Figura IV:48).

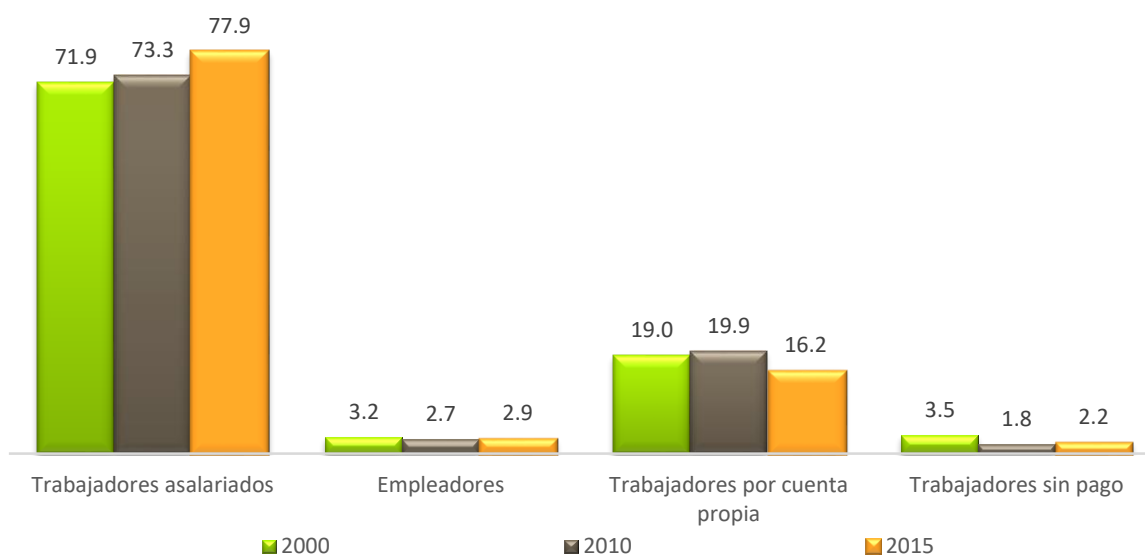


Figura IV:48. Distribución porcentual de la población de 12 años y más ocupada según posición en el trabajo, 2000, 2010 y 2015, para el estado de Quintana Roo. Fuente: INEGI. XII Censo General de Población y Vivienda 2000; Censo de Población y Vivienda 2010; Encuesta Intercensal 2015.

Por otra parte, se observa que el porcentaje de población que cuenta con prestaciones laborales incrementó para el periodo 2000-2015; dicho incremento se observa también en el porcentaje de hombres con prestaciones laborales, mientras que, en el caso de las mujeres, el porcentaje decreció en el periodo 2000-2010, para luego incrementarse en 2.2 puntos porcentuales para 2010-2015. Aún así, el porcentaje de mujeres con prestaciones laborales, es mayor que el de los hombres (**Figura IV:49**).

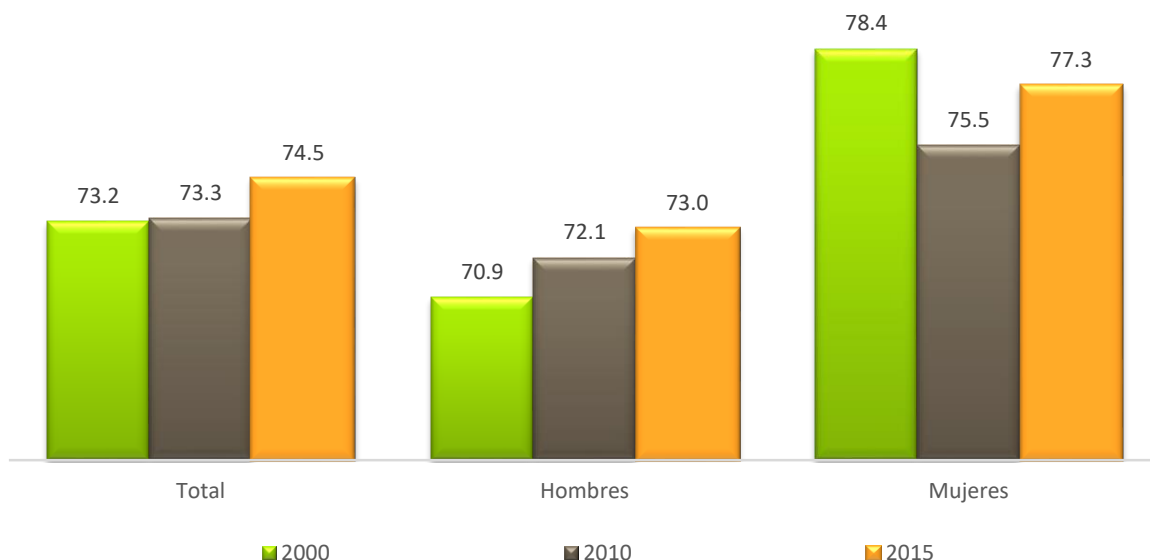


Figura IV:49. Porcentaje de la población de 12 años y más asalariada que recibe prestaciones laborales por sexo, 2000, 2010 y 2015, para el estado de Quintana Roo. Fuente: INEGI. XII Censo General de Población y Vivienda 2000; Censo de Población y Vivienda 2010; Encuesta Intercensal 2015.

Con respecto al municipio de Solidaridad, la población económicamente activa (PEA) mayor de 12 años, representa al 67.1% de la población del municipio; siendo mayor el aporte de los hombres a dicho porcentaje. Mientras que la población ocupada representa el 97.6%, siendo mayor el porcentaje de mujeres, pero no de manera significativa (**Figura IV:50**).

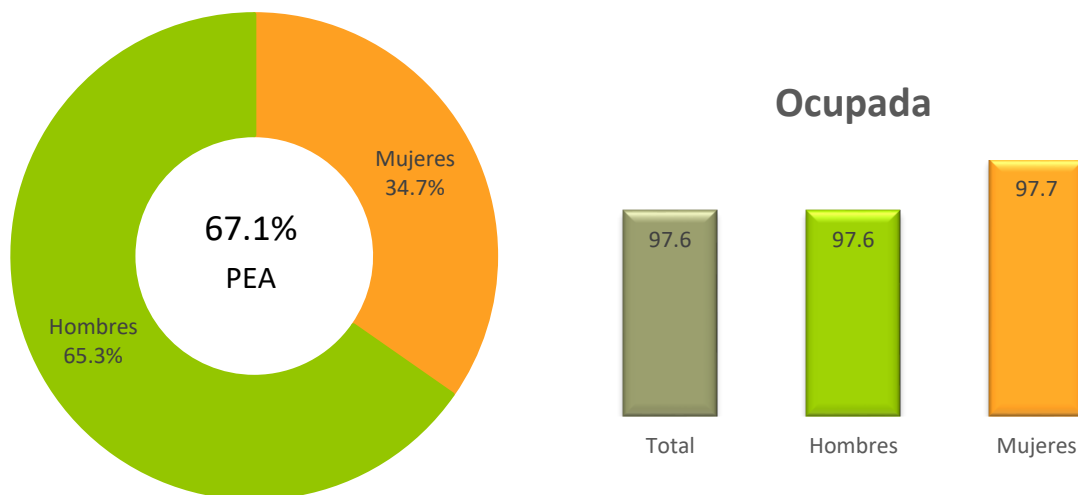


Figura IV:50. PEA y población ocupada del municipio de Solidaridad, 2015. Fuente: Encuesta Intercensal 2015.

En cuanto a la población no económicamente activa (PNEA), de 12 años y más, en el municipio de Solidaridad, para el año 2015, representó el 32.1% de la población total. El mayor aporte provino de las personas dedicadas a los quehaceres del hogar, seguido por estudiante y por personas en otras actividades no económicas (**Figura IV:51**).

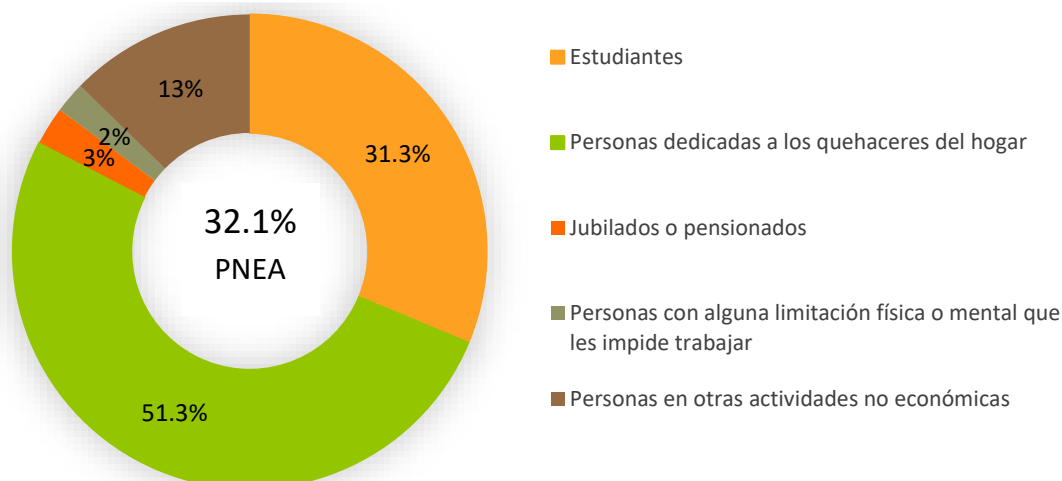


Figura IV:51. PNEA del municipio de Solidaridad, 2015. Fuente: Encuesta Intercensal 2015.

IV.2.4.6 Sistema cultural

En Quintana Roo, importantes sectores de la población conservan sus lenguas originales y sus costumbres ancestrales. Los hablantes de lengua indígena, con 5 años y más cumplidos, disminuyeron su representación en porcentaje con respecto a la población total en ese grupo de edad; pero en términos absolutos, incrementaron 100 773 personas entre 1990 y 2015 (**Figura IV:52**).

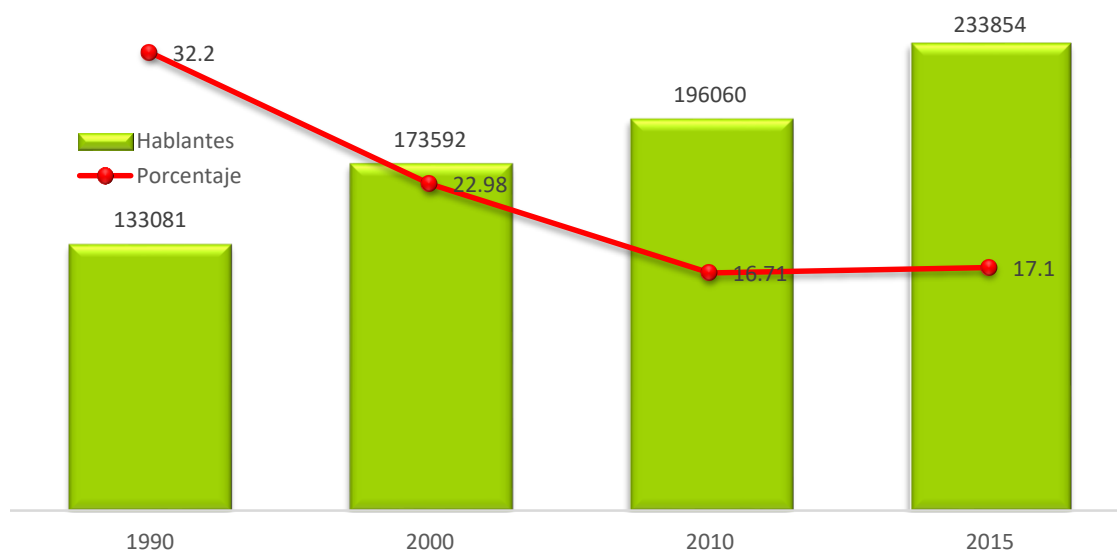


Figura IV:52. Población de 5 años y más, hablante de lengua indígena, 1990, 2000, 2010 y 2015, para el estado de Quintana Roo. Fuente: INEGI. XI Censo General de Población y Vivienda 1990; XII Censo General de Población y Vivienda 2000; Censo de Población y Vivienda 2010; Encuesta Intercensal 2015.

Ahora, para el año 2010, el INEGI modificó el criterio sobre lengua indígena, censando a los hablantes a partir de los tres años, puesto que es cuando se formula la capacidad lingüística de las personas. En el periodo 2010-2015, el número de hablantes de lenguas indígenas, se incrementó tanto en porcentaje, como en términos absolutos (**Figura IV:53**).

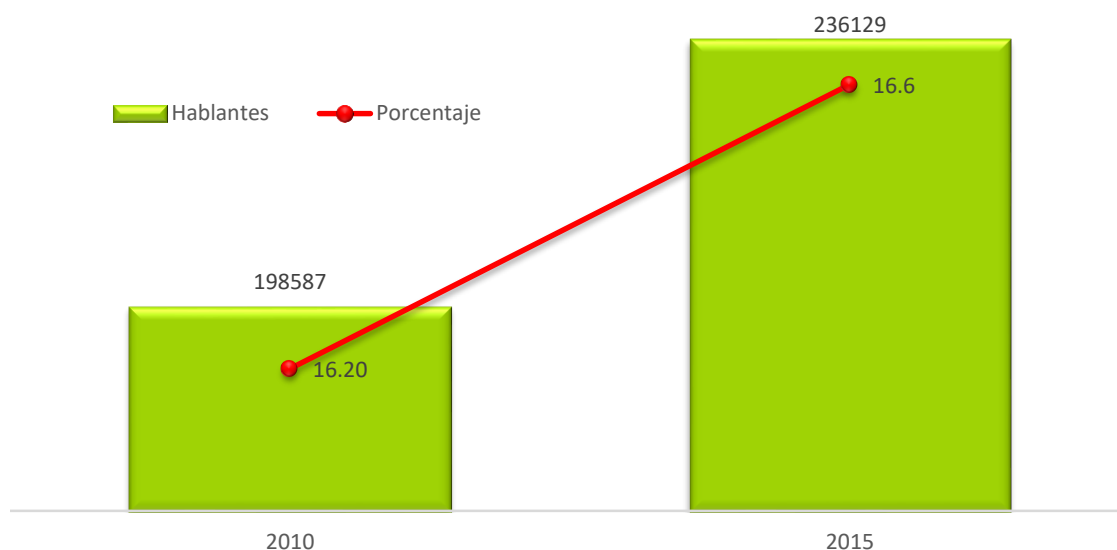


Figura IV:53. Población de 3 años y más, hablante de lengua indígena, 2010 y 2015, para el estado de Quintana Roo. Fuente: INEGI. Censo de Población y Vivienda 2010; Encuesta Intercensal 2015.

Por su parte, el municipio de Solidaridad, para el año 2010, ocupó el quinto sitio, respecto al resto de los municipios del estado, en cuanto al porcentaje de población de 3 años y más hablante de lengua indígena; situándose por debajo del porcentaje estatal (**Figura IV:54**).

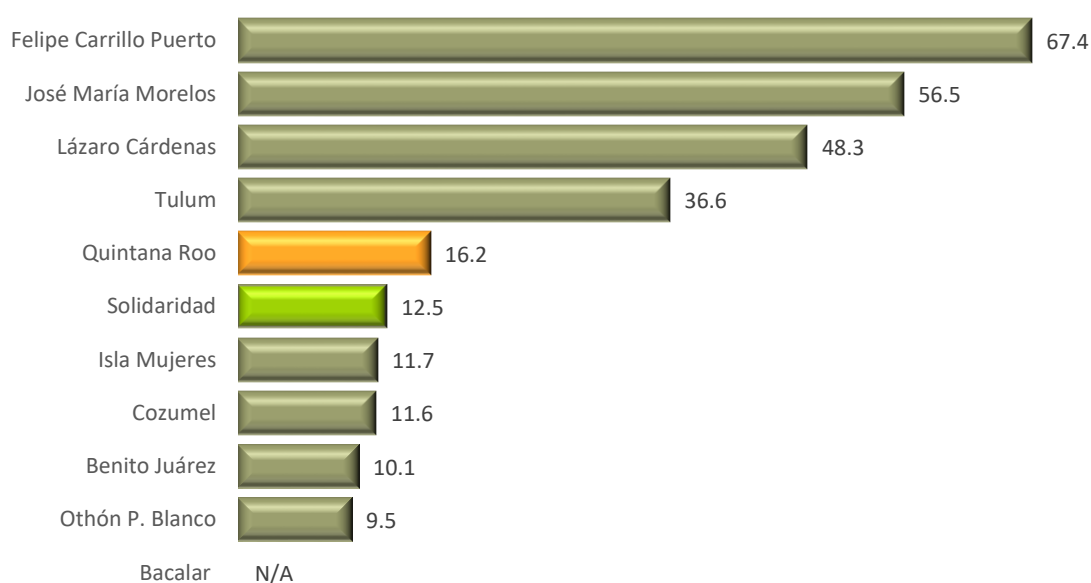


Figura IV:54. Porcentaje de población de 3 años y más hablante de lengua indígena por municipio, 2010. Fuente: Censo de Población y Vivienda 2010.

Mientras que en el año 2015 descendió dos lugares, ocupando el séptimo sitio (**Figura IV:55**).

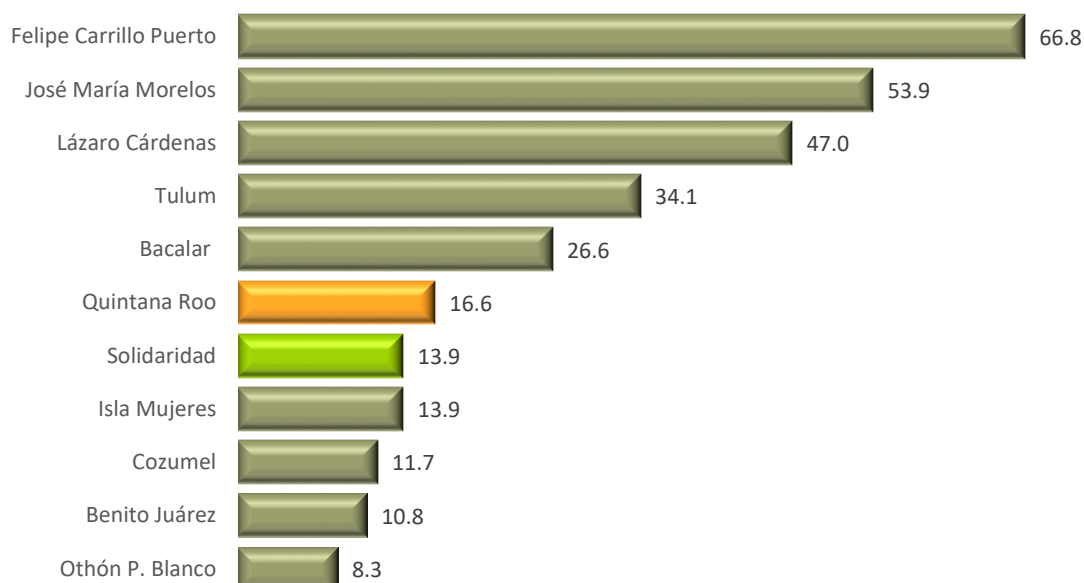


Figura IV:55 Porcentaje de población de 3 años y más hablante de lengua indígena por municipio, 2015. Fuente: Encuesta Intercensal 2015.

Con respecto a la población que se identifica como indígena, con 3 años o más cumplidos, para el 2010, el municipio de Solidaridad mostró uno de los porcentajes más bajos para el estado, sólo superando a un municipio, Benito Juárez (**Figura IV:56**).

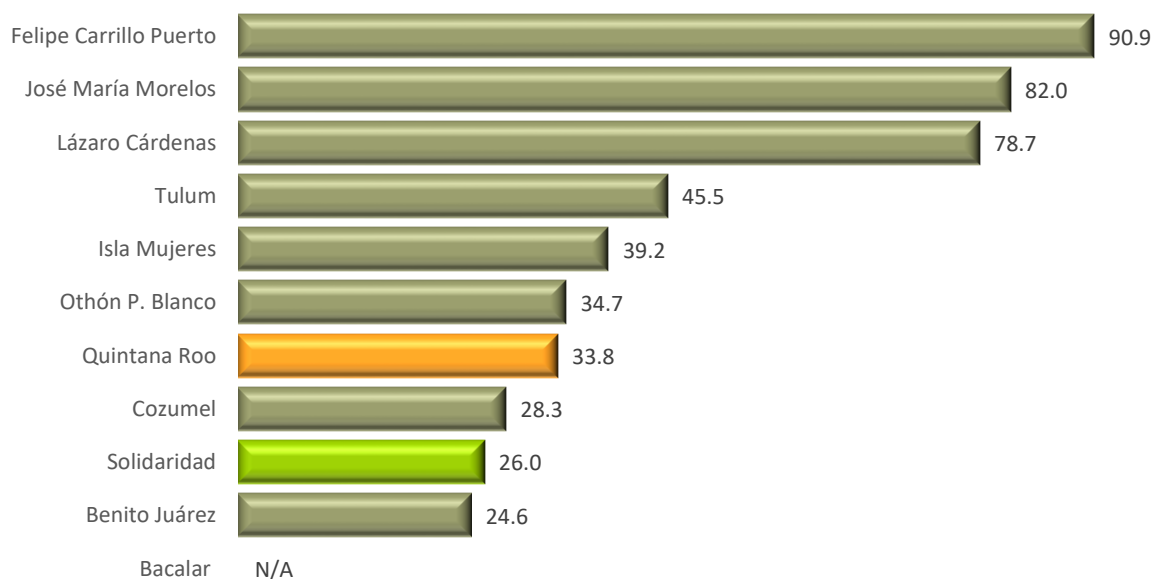


Figura IV:56. Porcentaje de población de 3 años y más que se considera indígena por municipio, 2010. Fuente: Censo de Población y Vivienda 2010.

Para el 2015, el municipio de Solidaridad representó el porcentaje más bajo de la población de 3 años y más, que se considera indígena (**Figura IV:57**), aunque el porcentaje fue mayor con respecto al 2010, con el incremento de 7.6 puntos porcentuales.

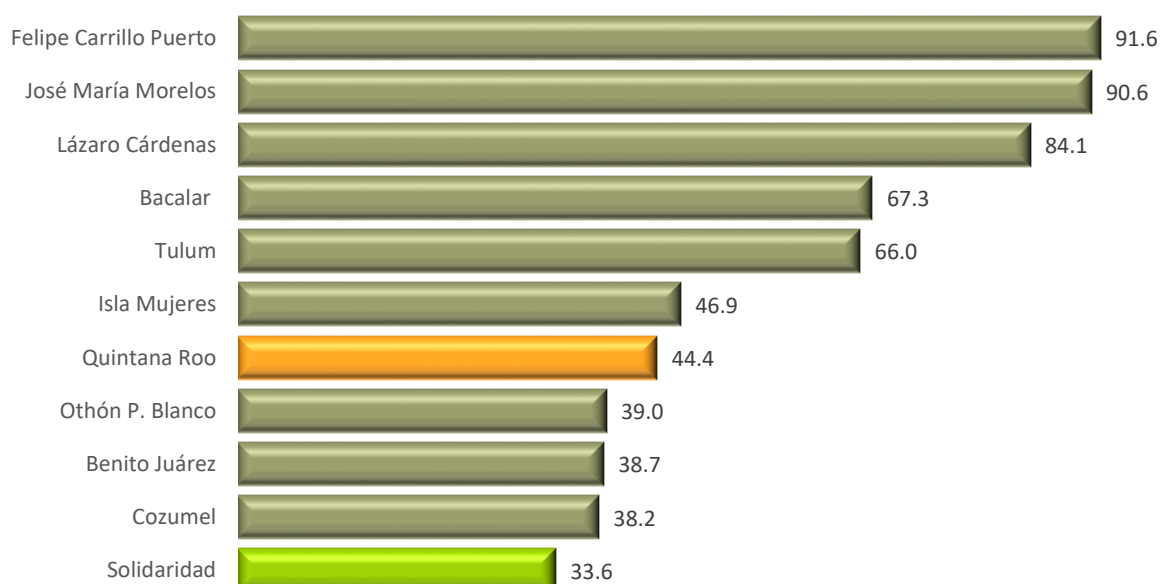


Figura IV:57. Porcentaje de población de 3 años y más que se considera indígena por municipio, 2015. Fuente: Encuesta Intercensal 2015.

Ahora, también existe población en el estado de Quintana Roo, que se identifica como afrodescendiente; es decir, que por su cultura, historia o tradiciones se considera afromexicana. Los residentes que así se reconocen ascienden a 8 458 personas, representando el 0.6% de la población de la entidad (**Figura IV:58**). Con respecto al municipio de Solidaridad el 0.61% de la población se considera afrodescendiente.

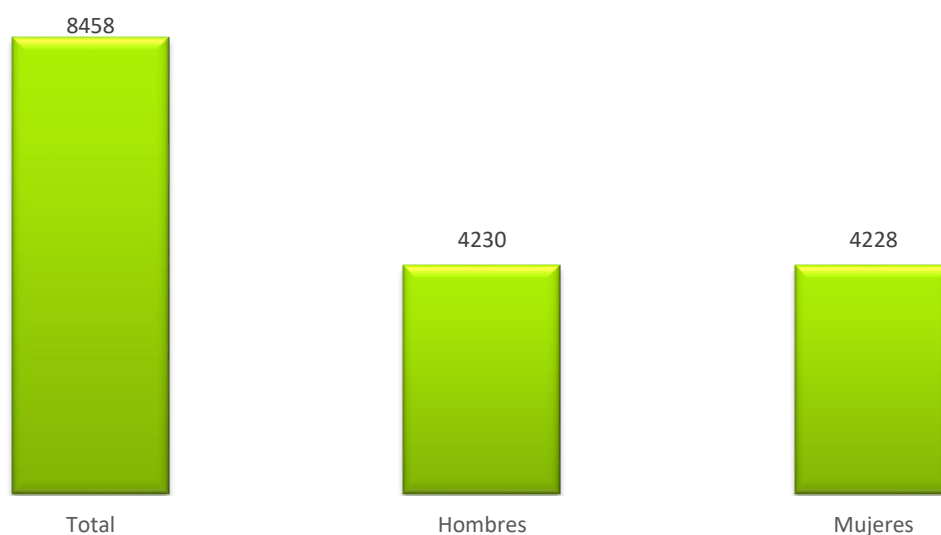


Figura IV:58. Población que se considera afrodescendiente según sexo, 2015, para el estado de Quintana Roo. Fuente: INEGI. Encuesta Intercensal 2015.

IV.2.5 Diagnóstico ambiental

El área de estudio del sistema ambiental presenta climas cálidos debido a su posición geográfica: contenida en la zona intertropical. Esta zona cuenta con mayor diversidad ecológica de especies de flora y, por tanto, de fauna. Se trata de una zona que recibe una gran cantidad de precipitación pluvial anual.

Se ubica en la cuenca tropical de ciclones del Atlántico, por lo que presenta una frecuencia de media a alta de tormentas tropicales y huracanes. Con respecto a otros tensores ambientales, no se encuentra en zona de riesgo sísmico, ni de deslaves, debido a su relieve relativamente plano y al prácticamente nulo movimiento telúrico.

Con respecto a su composición litológica, se compone de calizas y depósitos lacustres; siendo que dominan las calizas; los depósitos lacustres se presentan en una superficie insignificante al noreste del área de estudio. El predio está compuesto por caliza, lo que condiciona los demás componentes del ambiente físico: su disolución origina suelo poroso y muy delgado; la carencia de una formación geológica que produzca arena o arenilla, que sature y cierre los poros, disminuye la permeabilidad desarrollada; la ausencia de sedimentos superficiales determina la ausencia de corrientes superficiales (Bautista *et al.*, Óp. Cit.).

En este sentido, la litología condiciona la presencia de un Sistema Carso-tectónico, que es el más representativo de la península. En su conjunto, se considera del tipo karst de mesa por el predominio de planicies estructurales a diferentes niveles altitudinales. El predio del proyecto, se encuentra sobre una planicie estructural baja fitoestable, que ha permitido el desarrollo de selva mediana subperennifolia y un rápido restablecimiento de áreas perturbadas a selvas secundarias.

Asimismo, los tipos de suelos presentes poseen cantidades variables de materia orgánica, pero tienen como limitantes la carencia de un buen desarrollo y su pedregosidad, por lo que no son los más aptos para fines agrícolas.

Ahora, si bien en el área de estudio se presentan depresiones kársticas, que funcionan como nanocuencas, y cuerpos de agua tanto temporales como permanentes, resultado de la presencia del Sistema Carso-Tectónico, en el predio no se presentan. Prácticamente toda la superficie es de recarga, no hallándose zonas de acumulación; lo que se explica por la presencia de rocas calizas con gran fracturamiento, alta disolución y alta permeabilidad, que conforman un acuífero libre.

En general, el acuífero es de buena calidad; la familia de agua predominante es cálcica magnésica-bicarbonatada y sódico-clorurada. El acuífero recibe la descarga de aguas

residuales de la ciudad de Cancún, del municipio de José Morelos y de Solidaridad, por lo que presenta una vulnerabilidad alta a la contaminación.

Con respecto a la vegetación, en el área de estudio del sistema ambiental y en su zona de influencia, delimitada por la Microcuenca Joaquín Zetina Gasca; como ya se mencionó, se desarrolla selva mediana subperennifolia, como vegetación dominante, aunque también vegetación de manglar, vegetación de tular y vegetación secundaria arbórea y arbustiva de selva mediana subperennifolia.

En la vegetación se pueden distinguir tres estratos: arbóreo, arbustivo y herbáceo. El estrato arbóreo presenta una diversidad media, con dominancia de especies, agrupadas en rangos de valores de abundancia; es decir, que la dominancia no la denota solamente una especie. Por su parte, los estratos arbustivo y herbáceo presentan una diversidad alta, con condiciones hacia especies igualmente abundantes.

Se registraron cuatro especies de vegetación listadas en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, con categoría de amenazadas. Éstas representan el 3.13% del total de las especies registradas.

Por su parte, el análisis de la fauna, arrojó que los actinopterigios y anfibios mostraron una diversidad baja; los mamíferos y reptiles, media; y las aves, altas. Con respecto a dominancia y equidad, los actinopterigios, mamíferos y aves, mostraron condiciones hacia especies igualmente abundantes, es decir equidad; mientras que los anfibios y los reptiles, mostraron dominancia de especies, aunque agrupadas en rangos de valores de abundancia, es decir, que la dominancia no la denota solamente una especie.

Se registraron 18 especies de fauna listadas en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. De las especies listadas, solo una es endémica. Por otra parte, siete especies corresponden con reptiles, cinco con aves, cuatro con anfibios y dos con mamíferos. Asimismo, diez poseen estatus de protegidas, siete de amenazadas y una en peligro de extinción; lo que representa el 7, 5 Y 1% del total de especies registradas.

La capacidad de absorción del paisaje en el predio es alta (la capacidad de absorción es un concepto inversamente proporcional a la fragilidad o vulnerabilidad del paisaje); y la calidad, es moderada. Lo anterior debido a que se trata de un predio con prácticamente nula pendiente; que, aunque no presenta más de un tipo de vegetación, ésta es primaria, es decir, no presenta perturbaciones, lo que contribuye a la estabilidad del suelo y al potencial de regeneración. Con respecto al color, no existe contraste, predominando las tonalidades verdes. La actuación humana, actualmente, es casi imperceptible, tratándose de un sitio conservado que potencia la calidad visual, puesto que se ubica dentro de una reserva urbana de crecimiento.

Finalmente, el municipio de Solidaridad conforma el medio socioeconómico del área de estudio y de la zona de influencia. Solidaridad ha terminado la transición demográfica, pero aún están presentes sus últimas generaciones; se trata de una población envejecida con bajas tasas de natalidad (promedio de 1.4 hijos nacidos vivos). La población empieza a dejar de ser joven; no obstante, la tasa de crecimiento anual es la más alta a nivel estatal: para el 2015, en el estado de Quintana Roo habitaban 33 personas por km², mientras que, en el municipio de Solidaridad, 99.1 habitantes por km². La densidad poblacional del municipio fue tres veces mayor que la estatal.

Asimismo, se registran altos porcentajes migratorios: más de la mitad de la población está compuesta por residentes no nativos (67.8 %). La razón de ser de este proceso es el desarrollo agigantado del sector turístico y de servicios, que disparó la oferta laboral, atrayendo a nuevos residentes a la zona. Lo que se corrobora con el hecho de que el 67.1% de la población mayor a 12 años es económicamente activa; y de éstos prácticamente la totalidad se encuentra ocupada (97.6%), sobre todo en el sector de servicios (80.1%).

IV.2.6 Relación componentes ambientales con el proyecto

La relevancia económica de las geoformas y topoformas en el predio, radica en su baja pendiente, que facilita la construcción de infraestructura. Los suelos presentes no son los más aptos para fines agrícolas; por lo que van mejor con otro tipo de actividades, como las que se pretenden para el predio.

El hecho de que no se presenten ni cuerpos de agua ni corrientes superficiales en el predio, así como tampoco zonas de acumulación significativas ni depresiones kársticas, lo hace idóneo para el establecimiento de unidades habitacionales.

Al contarse con un acuífero de calidad, pero con un alto grado de vulnerabilidad, es de vital importancia su protección. En este sentido, el predio está ubicado en una reserva urbana de crecimiento, en la que se construirán plantas de saneamiento de aguas negras y redes de alcantarillado.

Ahora bien, por una parte, a nivel predial, se cuenta con una diversidad considerable de flora y fauna; y por otra, se tiene el municipio con mayor densidad poblacional a nivel estatal. Por tanto, es necesario lograr un desarrollo sustentable, con la creación de modelos que permitan un aprovechamiento responsable del territorio, permitiendo su regeneración y continuidad, a la par de impulsar un desarrollo habitacional de vivienda digna, que permita participar en el rezago actual de vivienda y que proporcione diversos niveles de vivienda.

IV.3 ESTUDIOS DE CAMPO Y GABINETE PARA EL PREDIO

IV.3.1 Flora

IV.3.1.1 Diseño de muestreo para la determinación

El método empleado fue el muestreo sistemático, donde se selecciona aleatoriamente un elemento de los primeros K elementos en el marco y después se selecciona cada k -ésimo elemento. Para lo anterior, el área de estudio se subdivide en cuadrados iguales y una unidad muestral se toma del centro de cada cuadro, de tal manera que las muestras a lo largo del límite exterior están a la mitad de la distancia de la frontera como lo están de la muestra más cercana (Navarro, 2004)⁵⁷.

El muestreo sistemático, en comparación con los muestreos aleatorios, es fácil de llevar a campo, está menos expuesto a errores de selección que cometen los investigadores en el campo y puede proporcionar mayor información por unidad de costo (Navarro Óp. Cit.).

En el presente estudio, la ubicación de los sitios de muestreo se realizó con ayuda del Sistema de Información Geográfica ArcGis 10.1 y la extensión Hawth's Analysis Tools, con la herramienta de generación de cuadrícula (Create Vector Grid).

Ahora bien, el tamaño y forma de los sitios se determinó mediante un modelo estadístico que se basa en la estimación de un coeficiente de variación a partir de determinación del error y niveles de confianza; para lo que se realizaron pruebas piloto. El modelo estadístico empleado se basó en la siguiente fórmula:

$$n = \frac{Nt^2CV^2}{NE\% + t^2CV^2}$$

Donde:

n : Número de unidades de muestreo

E : Error para obtener valores de un determinado parámetro

t : Valor que se obtiene de las tablas de "t" de Student, $t=0.05$.

N : Total de unidades de muestreo en toda la población

CV : Coeficiente de variación

⁵⁷Navarro, A. 2004. Introducción al diseño y análisis del muestreo de poblaciones finitas, p. 19-69. En Bautista, F., H. Delfín, J. L. Palacio y M. Delgado (Eds.). Técnicas de muestreo para manejadores de recursos naturales. Universidad Autónoma de Campeche, Universidad Autónoma de México, Universidad Autónoma de Yucatán, Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, Instituto Nacional de Ecología. 507 p.

De esta manera, se obtuvieron nueve sitios circulares de muestreo para el predio (**Figura IV:59**), con una intensidad de muestreo del 2.5%.

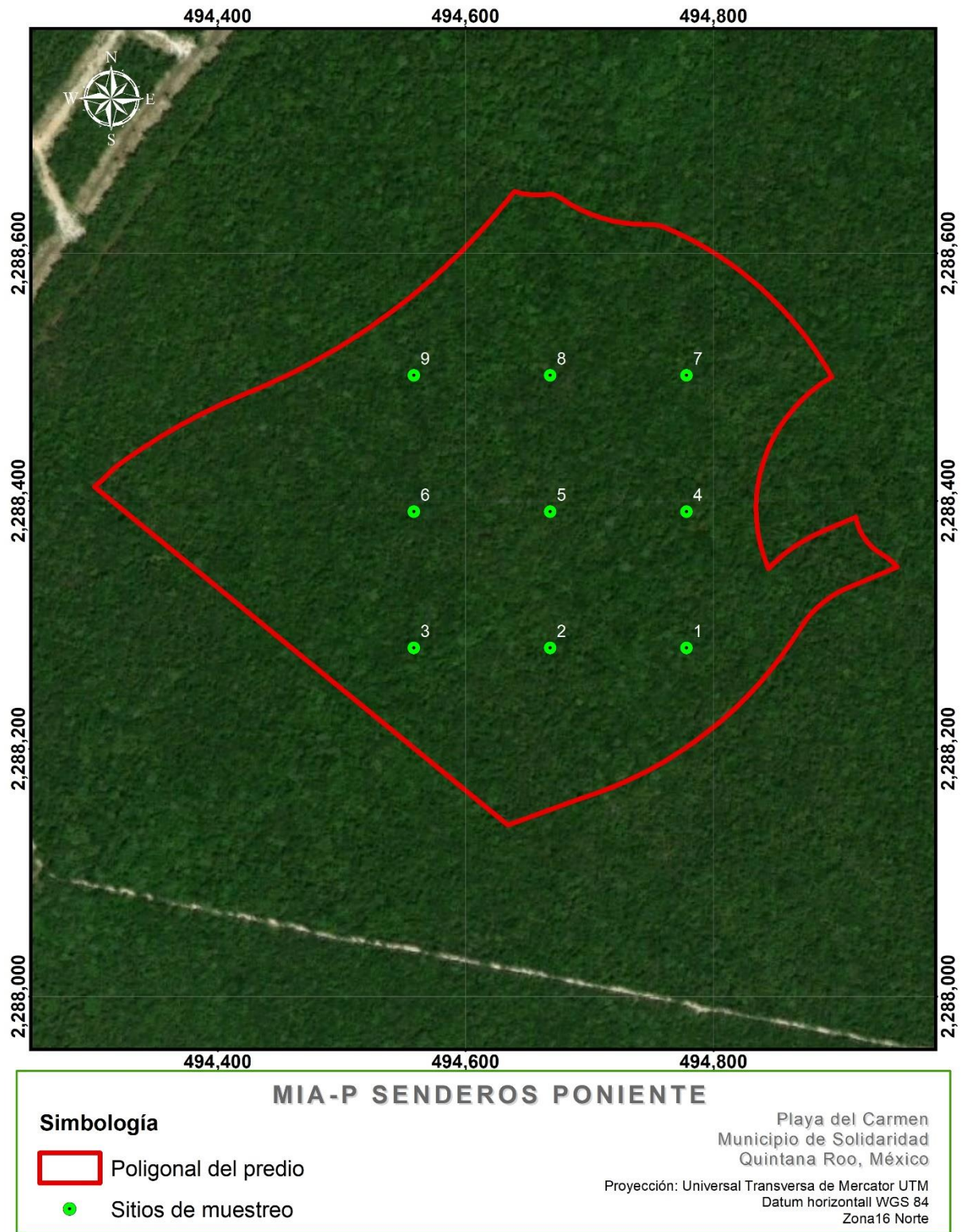


Figura IV:59. Localización geográfica de los sitios de muestreo

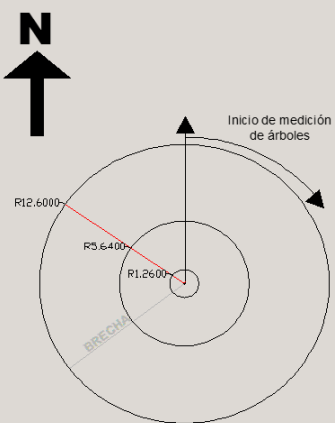
Con respecto a cada sitio en particular, se subdividieron en tres parcelas circulares. La primera parcela se diseñó con un radio de 12.6 m y una superficie de 500 m²; y en ella se registraron las características dasométricas del arbolado: individuos con diámetro mayor o igual a 10 cm.

La segunda parcela se diseñó con radio de 5.64 m y superficie de 100 m²; donde se registraron los individuos pertenecientes al estrato arbustivo: individuos con diámetro mayor o igual a 5 y menores a 10 cm.

Finalmente, la tercera parcela se diseñó con radio de 1.26 m y superficie de 5 m²; donde se registraron individuos pertenecientes al estrato herbáceo: aquellos con diámetro menor o igual a 5 cm.

En cada parcela se registró el número de especies y de individuos. El diseño de cada parcela, los parámetros de muestreo y las variables registradas, se sintetizan en el **Cuadro IV:24**.

Cuadro IV:24. Síntesis de las características de muestreo para el levantamiento forestal en los sitios de muestreo.

DINÁMICA DE MUESTREO	DIMENSIONES DEL SITIO	PARÁMETROS PARA LA TOMA DE DATOS	VARIABLES REGISTRADAS
	Superficie: 500 m ² Radio: 12.6 m	Vegetación con diámetro ≥ 10 cm.	• Altura total • Altura al fuste limpio • Forma de fuste • Estado o condición • Especie • Número de individuos
	Superficie: 100 m ² Radio: 5.64 m	Vegetación con diámetro ≥ 5 cm y <10 cm.	• Altura total • Altura al fuste limpio • Forma de fuste • Estado o condición • Especie • Número de individuos
	Superficie: 5 m ² Radio: 1.26 m	Vegetación con diámetro < 5 cm.	• Altura total • Cobertura • Especie • Número de individuos

IV.3.1.2 Caracterización

Para la caracterización de la flora se analizó la estructura vertical de la vegetación por medio de histogramas de frecuencia, así como el valor de importancia ecológica, la diversidad y la equidad, y el volumen.

Índice de valor de importancia

El valor de importancia (IVI) se calcula con un índice sintético estructural, que jerarquiza la dominancia de cada especie en rodales mezclados. Se calcula con la siguiente fórmula:

$$IVI = Dominancia\ relativa + Densidad\ relativa + Frecuencia\ relativa$$

La dominancia relativa se obtuvo con la siguiente ecuación:

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

$$Dominancia\ absoluta = \frac{\text{Área basal de una especie}}{\text{Área muestreada}}$$

Donde, el área basal (AB) se obtuvo a partir de la fórmula:

$$AB = \frac{\pi}{4} (DAP)^2$$

Por su parte, la densidad relativa se obtuvo de la siguiente manera:

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

La densidad absoluta es uno de los rasgos básicos de las poblaciones que se usa para describir su estructura y dinámica, ya que define su tamaño: número de individuos de una población por unidad de área. En este caso, la unidad de área correspondió con el área muestreada, siendo de 0.45 ha. La densidad absoluta se calculó con la ecuación:

$$Densidad\ absoluta = \frac{\text{Número de individuos de una especie}}{\text{Área muestreada}}$$

Finalmente, la frecuencia relativa se obtuvo con:

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

$$Frecuencia\ absoluta = \frac{\text{Número de cuadros en los que se presenta cada especie}}{\text{Número total de cuadros muestreados}}$$

Diversidad y equidad

Con respecto a la diversidad, se refiere a la abundancia de distintas especies en un área determinada (Smith y Smith Óp. Cit.). Se estima con dos índices: el de Simpson y el de Shannon-Wiener.

El índice de Simpson mide la probabilidad de que dos individuos elegidos al azar pertenezcan a la misma especie (Zarco-Espinosa *et al.* 2010⁵⁸); dándole más peso a las especies dominantes. Se calculó con la fórmula:

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

Donde:

ni: Número total de individuos de una determinada especie

N: Número total de individuos de todas las especies

El índice de Shannon-Wiener mide el grado de incertidumbre en predecir la especie a la que pertenecerá un individuo tomado al azar (Zarco-Espinosa *et al.* Óp. Cit.); dándole más peso a las especies raras. Se calculó con la siguiente fórmula:

$$H' = \Sigma Pi * \ln Pi$$

Donde:

Pi: Abundancia relativa

ln: Logaritmo natural

Por último, la equidad se refiere a la medida del grado de igualdad en la distribución de la abundancia de las especies. La equidad máxima se da cuando todas las especies de la comunidad presentan el mismo número de individuos. Se calculó con la fórmula:

$$E = \frac{H'}{\ln(S)}$$

Donde:

H': Índice de Shannon-Wiener

S: Número total de especies

ln: Logaritmo natural

⁵⁸ Zarco-Espinosa V. M., J. L. Valdez-Hernández, G. Ángeles-Pérez y O. Castillo-Acosta. 2010. Estructura y diversidad de la vegetación arbórea del parque estatal Agua Blanca, Macuspana Tabasco. Universidad y Ciencia. Trópico Húmedo 26(1): 1-17

Volumen

El volumen es la cantidad de madera sólida de los árboles por debajo de la corteza, formada por un conjunto de elementos lignificados, tráqueas o traqueidas. En sentido estricto, en cuanto al periodo de su formación, toda suerte de tejido secundario producido por el *cambium* hacia el interior del mismo (García Esteban, Guindeo Cassasus, Peraza Oramas, & Palacios, 2003)⁵⁹.

La metodología elegida para calcular el volumen de las especies forestales en el presente estudio, fue desarrollada por la CONAFOR con base en su Inventario Forestal de la Región Norte de Quintana Roo de 1976. Mediante este inventario, se desarrolló un modelo estadístico para la estimación del volumen Rollo Total Árbol (RTA) de las especies forestales maderables. El modelo plantea la siguiente ecuación:

$$\text{Volumen} = \text{Exp} (C0 + C1 \log(DN) + C2 \log(HI))$$

Donde:

C0, C1, C2: Coeficientes de regresión

DN: Diámetro normal

HI: Altura iésima

log: Logaritmo natural

Los coeficientes de regresión que forman parte de la ecuación para el cálculo de volumen, fueron establecidos por grupo botánico y por especie, obteniéndose 16 valores diferentes, nombrados como tablas (Ver **Cuadro IV:25**).

Cuadro IV:25. Coeficientes de regresión por número de tabla.

Número de tabla	Coeficientes de regresión		
	C0	C1	C2
1	-9.74143096	1.95019123	0.95525758
2	-9.68732636	1.87777278	1.01495306
3	-10.078100188	1.92989964	1.07701930
4	-9.67348922	1.86887607	1.01858126
5	-9.5208709	1.85580925	0.96207943
6	-9.75894522	1.90722681	1.01257027
7	-9.89061571	1.92444781	1.04545276
8	-9.68220947	1.89488929	1.01453225
9	-9.45811109	1.82568462	1.00281859
10	-9.71122198	1.84281470	1.05795417
11	-9.88332368	1.91317350	1.07391062
12	-9.63573531	1.90246451	0.97875991
13	-9.84052491	1.92716537	1.00282618
14	-9.52375084	1.81551953	1.03039019

⁵⁹ García-Esteban, L., A. Guindeo-Cassasus, C. Peraza-Oramas y P. Palacios de Palacios. 2003. La madera y su anatomía. Mundi-Prensa. México, D. F.

IV.3.1.3 Tipo y descripción fisonómica de la vegetación identificada

En el predio se presenta un único tipo de vegetación: selva mediana subperennifolia.

La vegetación de selva mediana subperennifolia que se desarrolla en el predio, pertenece a la ecozona neotropical, que contiene las selvas más grandes de cualquier otra ecozona. Abarca casi toda América del Sur, Centroamérica, las tierras bajas mexicanas, las islas caribeñas y Florida del Sur; por lo que estas regiones comparten un gran número de especies de plantas y animales.

En México se distribuye de manera casi exclusiva en la vertiente del Atlántico: en las planicies del Golfo de México –salvo una porción dominada por selvas secas en el centro de Veracruz-, el sur y este de la Península de Yucatán y el este de Chiapas. No obstante, se localiza una extensión importante a lo largo de la vertiente del Pacífico de la Sierra Madre de Chiapas, así como áreas de menor tamaño en las faldas bajas de la Sierra Madre del Sur en Oaxaca y Guerrero.

Las precipitaciones pluviales en la ecozona neotropical, es superior a los 2 000 mm anuales, con hasta 3 a 4 meses con menos de 60 mm en promedio, pudiendo variar de entre 1 600 y 1 800 mm, con una distribución homogénea de la lluvia. La temperatura promedio oscila de 5 a 7° entre el mes más frío y el mes más cálido del año y ningún mes tiene temperatura promedio menor de 18°C. Lo anterior coincide con las características del predio.

Las condiciones meteorológicas arriba mencionadas influyen en la riqueza de especies en este tipo de selva: posee los valores más elevados que cualquier otro ecosistema terrestre. No obstante, no suelen mostrar una alta variación en la composición de especies entre sitios.

En específico, la selva que se desarrolla en el predio no excede los 17 m de altura, limitando el crecimiento de los árboles la naturaleza rocosa del terreno. La cuarta parte de los árboles pierden sus hojas en la temporada de seca.

Se trata de un bloque de vegetación relativamente bien conservado y homogéneo, con abundante presencia de hojarasca en el suelo y tres estratos: herbáceo, arbustivo y arbóreo. El estrato herbáceo está conformado principalmente por plántulas del proceso de regeneración natural; la altura promedio es de 3.65 m, mientras que la moda, de 7 m. Por su parte, el estrato arbustivo se compone de individuos jóvenes delgados que conforman masas continuas, pertenecientes a las especies presentes; con altura y diámetro promedio de 9 m y 6.6 cm. Finalmente, el estrato arbóreo se compone de individuos entremezclados con los individuos arbustivos, distribuidos de manera dispersa, por lo que no se encuentra bien definido; presenta altura y diámetro promedio de 12 m y 15.2 cm. Lo anterior se ilustra en la **Figura IV:60**.



Bloque de vegetación relativamente bien conservado y homogéneo



Presencia de abundante hojarasca



Estrato herbáceo



Estrato arbustivo



Estrato arbóreo



Figura IV:60. Características de la vegetación presente en el predio

IV.3.1.4 Riqueza de especies

Se obtuvieron 779 registros (individuos) pertenecientes a un solo *phylum*, las Angiospermas; así como a dos clases, tres subclases, 14 órdenes, 27 familias, 51 géneros y 62 especies. La clase mejor representada fueron las Eudicotiledóneas, como se aprecia en la **Figura IV:61**, con un total de 768 individuos registrados.

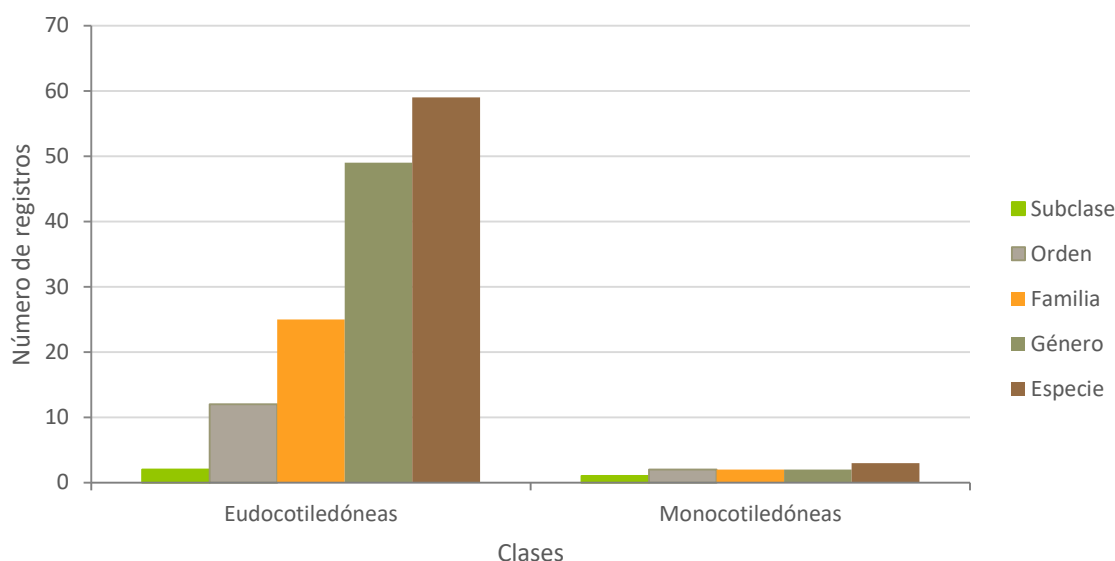


Figura IV:61. Número de registros para las clases, por categoría taxonómica

De las dos subclases que integran la clase Eudicotiledóneas, Asteridae y Rosidae, la mejor representada fue Rosidae (**Figura IV:62**), con un total de 541 registros.

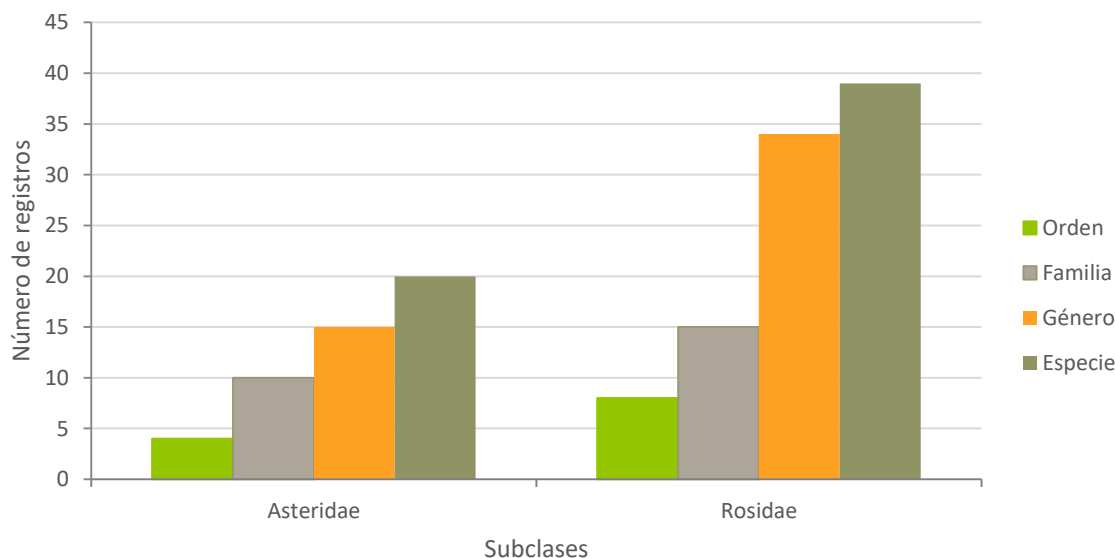


Figura IV:62. Número de registros para las subclases pertenecientes, por categoría taxonómica

La lista completa de las 62 especies inventariadas en los sitios de muestreo, con la cantidad de individuos registrados, para el predio del proyecto **Senderos Poniente**, se muestra en el **Cuadro IV:26**.

Cuadro IV:26. Listado de especies registradas dentro de los sitios de muestreo para el predio del proyecto “Senderos Poniente”.

Clase	Subclase	Orden	Familia	Género	Especie	Nombre común	No. registros
Eudicotyledoneae	Asteridae	Caryophyllales	Nyctaginaceae	Neea	<i>Neea psychotrioides</i>	Ta'tsi'	26
			Polygonaceae	Coccoloba	<i>Coccoloba acapulcensis</i>	Tóon yúul	1
					<i>Coccoloba diversifolia</i>	Ch'iich' boob	3
					<i>Coccoloba spicata</i>	Boob	19
				Gymnopodium	<i>Gymnopodium floribundum</i>	Ts'iits'ilche'	12
				Neomillspaughia	<i>Neomillspaughia emarginata</i>	Sak iitsa'	25
		Ericales	Ebenaceae	Diospyros	<i>Diospyros anisandra</i>	K'aakalche'	2
					<i>Diospyros tetrasperma</i>	Siliil	43
					<i>Diospyros yucatanensis</i>	U chul che	55
			Primulaceae	Ardisia	<i>Ardisia escallonioides</i>	Pimienta de monte	1
			Sapotaceae	Manilkara	<i>Manilkara zapota</i>	Chicozapote	5
				Pouteria	<i>Pouteria campechiana</i>	K'aniste'	1
		Gentianales	Apocynaceae	Plumeria	<i>Plumeria rubra</i>	Flor de mayo	1
			Rubiaceae	Psychotria	<i>Psychotria nervosa</i>	Retamo	1
				Randia	<i>Randia aculeata</i>	Tinta che'	4
					<i>Randia longiloba</i>	Cruz k'iix	6
		Lamiales	Bignoniaceae	Adenocalymma	<i>Adenocalymma inundatum</i>	Bejuco tres hojas	7
				Handroanthus	<i>Handroanthus chrysanthus</i>	Guayacán amarillo	1
			Boraginaceae	Cordia	<i>Cordia gerascanthus</i>	Bojom	7
			Lamiaceae	Vitex	<i>Vitex gaumeri</i>	Ya'axnik	7
	Rosidae	Celastrales	Celastraceae	Semialarium	<i>Semialarium mexicanum</i>	Cascarillo grueso	6
			Icacinaeae	Ottoschulzia	<i>Ottoschulzia pallida Lundell</i>	Uvas che'	13

Clase	Subclase	Orden	Familia	Género	Especie	Nombre común	No. registros
Eudicotyledoneae	Rosidae	Fabales	Fabaceae	Acacia	<i>Acacia cornigera</i>	Subin	2
				Bauhinia	<i>Bauhinia divaricata</i>	Pata de vaca	2
					<i>Bauhinia jenningsii</i>	Tsiimim ts'ulub took'	4
				Diphysa	<i>Diphysa carthagenensis</i>	Ruda de monte	6
				Gliricidia	<i>Gliricidia sepium</i>	Cacahuananche	12
				Lonchocarpus	<i>Lonchocarpus guatemalensis</i>	Frijolillo	79
					<i>Lonchocarpus rugosus</i>	K'anasín	19
				Lysiloma	<i>Lysiloma latisiliquum</i>	Tsalam	59
				Piscidia	<i>Piscidia piscipula</i>	Ha'abin	21
				Platymiscium	<i>Platymiscium yucatanum</i>	Granadillo	6
		Malpighiales	Euphorbiaceae	Croton	<i>Croton arboreus</i>	P'e'es k'uuch	9
				Gymnanthes	<i>Gymnanthes lucida</i>	Ya'ay tiik	17
				Jatropha	<i>Jatropha gaumeri</i>	Pomol che'	2
			Malpighiaceae	Bunchosia	<i>Bunchosia swartziana</i>	Sip che'	4
				Byrsonima	<i>Byrsonima bucidaefolia</i>	Sakpah	1
				Hiraea	<i>Hiraea reclinata</i>		2
			Salicaceae	Casearia	<i>Casearia sylvestris Sw.</i>		1
				Zuelania	<i>Zuelania guidonia</i>	Ta'may	3
		Malvales	Malvaceae	Hampea	<i>Hampea trilobata</i>	Majaua	7
				Luehea	<i>Luehea speciosa</i>	K'askáat	1
		Myrtales	Myrtaceae	Eugenia	<i>Eugenia axillaris</i>	Ich huh	10
					<i>Eugenia foetida</i>	Sak loob	71
				Myrcianthes	<i>Myrcianthes fragrans</i>	Guayabillo	2
				Psidium	<i>Psidium sartorianum</i>	Pichiche'	2
		Rosales	Moraceae	Ficus	<i>Ficus cotinifolia</i>	Alamo	22
					<i>Ficus maxima Mill.</i>	Higo grande	3

Clase	Subclase	Orden	Familia	Género	Especie	Nombre común	No. registros
Eudicotyledoneae	Rosidae	Sapindales	Anacardiaceae	Metopium	<i>Metopium brownei</i>	Cheechem	25
				Spondias	<i>Spondias mombin</i> L.	Ciruela	3
			Burseraceae	Bursera	<i>Bursera simaruba</i>	Chaca	71
			Meliaceae	Trichilia	<i>Trichilia glabra</i> L.	Ch'oben che'	2
			Rutaceae	Esenbeckia	<i>Esenbeckia pentaphylla</i>	Naranja che'	14
			Sapindaceae	Melicoccus	<i>Melicoccus oliviformis</i>	Huaya	4
				Paullinia	<i>Paullinia cururu</i>	Chéen aak'	3
					<i>Paullinia pinnata</i>	Sakan aak'	1
				Serjania	<i>Serjania goniocarpa</i>	Buy aak'	5
				Thouinia	<i>Thouinia paucidentata</i>	K'an chuunup	25
Monocotyledoneae	Magnoliidae	Vitales	Vitaceae	Cissus	<i>Cissus microcarpa</i>	Xta'kanil	2
		Laurales	Lauraceae	Nectandra	<i>Nectandra coriacea</i>	Laurel verde	4
					<i>Nectandra salicifolia</i>	Laurel	3
		Magnoliales	Annonaceae	Mosannonna	<i>Mosannonna depressa</i>	Éelemuuy	4

Ahora bien, también se observó la presencia de 39 especies más en el predio, que no cayeron dentro de los sitios de muestreo y, por tanto, no fueron contabilizadas ni fue posible su integración a los análisis posteriores. Dichas especies pertenecen al *phylum* de las Angiospermas y se dividen en dos clases, tres subclases, 17 órdenes, 28 familias y 38 géneros. Al igual que con las especies registradas en los sitios de muestreo, la subclase y el orden mejor representados fueron las Eudicotiledóneas y las Rósidas.

La lista completa de las especies vistas en el predio se muestra en el **Cuadro IV:27**.

Cuadro IV:27. Listado de especies vistas en el predio del proyecto “Senderos Poniente”.

Clase	Subclase	Orden	Familia	Género	Especie	Nombre común
Eudicotyledoneae	Asteridae	Apiales	Araliaceae	Dendropanax	<i>Dendropanax arboreus</i>	Tsiimin che'
		Asterales	Asteraceae	Koanophyllon	<i>Eupatorium albicaule</i>	Sak tok'aban
		Caryophyllales	Cactaceae	Selenicereus	<i>Selenicereus grandiflorus</i>	Pitaya
				Strophocactus	<i>Strophocactus testudo</i>	Pitaya de tortuga
		Polygonaceae	Coccoloba	<i>Coccoloba cozumelensis</i>		Boob ch'iich'
		Ericales	Sapotaceae	Chrysophyllum	<i>Chrysophyllum caimito</i>	Caimito
				Dipholis	<i>Dipholis salicifolia</i>	Zapote faisán
		Gentianales	Apocynaceae	Cascabela	<i>Cascabela gaumeri</i>	Campanilla
			Rubiaceae	Guettarda	<i>Guettarda combsii</i>	Tasta'ab
				Morinda	<i>Morinda royoc</i>	Piña de monte
		Lamiales	Bignoniaceae	Cydistia	<i>Cydistia aequinoctialis</i>	Ak'xux, bejuco dos hojas
				Pithecoctenium	<i>Pithecoctenium crucigerum</i>	Xaa che' xtáabay
			Verbenaceae	Lantana	<i>Lantana camara</i>	Siete colores
	Rosidae	Celastrales	Celastraceae	Elaeodendron	<i>Elaeodendron xylocarpum</i>	Sak boob
		Fabales	Fabaceae	Caesalpinia	<i>Caesalpinia gaumeri</i>	Kitim che'
					<i>Caesalpinia yucatanensis</i>	Taa k'iin che'
				Phitecellobium	<i>Pithecellobium stevensonii</i>	Kakawche
				Swartzia	<i>Swartzia cubensis</i>	Corazón azul
		Malpighiales	Erythroxylaceae	Erythroxylum	<i>Erythroxylum areolatum</i>	Cascarillo delgado
			Putranjivaceae	Drypetes	<i>Drypetes lateriflora</i>	Ekulub
			Salicaceae	Laetia	<i>Laetia thamnia</i>	Zapote amarillo
		Malvales	Malvaceae	Malvaviscus	<i>Malvaviscus arboreus</i>	Manzanilla
		Myrtales	Myrtaceae	Calyptanthus	<i>Calyptanthus pallens</i>	Chaknii
				Eugenia	<i>Eugenia capuli</i>	Capulín de zorrillo
		Rosales	Cannabaceae	Trema	<i>Trema micrantha</i>	Pixoy k'aax
			Moraceae	Ficus	<i>Ficus pertusa</i>	Higuillo
	Rosales		Urticaceae	Cecropia	<i>Cecropia peltata</i>	Guarumbo

Clase	Subclase	Orden	Familia	Género	Especie	Nombre común
Eudicotyledoneae	Rosidae	Sapindales	Anacardiaceae	Attilaea	<i>Attilaea abalak</i>	
			Rutaceae	Casimiroa	<i>Casimiroa tetrameria</i>	Mata abejas
				Esenbeckia	<i>Esenbeckia berlandieri Baill.</i>	Yaaxhokob
			Sapindaceae	Cupania	<i>Cupania dentata</i>	Sak poom
			Simaroubaceae	Simarouba	<i>Simarouba amara</i>	Pistache
Monocotyledoneae	Commelinidae	Arecales	Arecaceae	Coccothrinax	<i>Coccothrinax readii</i>	Náaj k'aax
				Sabal	<i>Sabal yapa</i>	Guano
				Thrinax	<i>Thrinax radiata</i>	Chit
		Poales	Bromeliaceae	Bromelia	<i>Bromelia karatas</i>	Piñuela
			Poaceae	Lasiacis	<i>Lasiacis divaricata</i>	Carricillo
		Asparagales	Orchidaceae	Cyrtopodium	<i>Cyrtopodium macrobulbon</i>	Cañuela de playa
		Liliales	Smilacaceae	Smilax	<i>Smilax mollis</i>	Diente de perro

Especies protegidas por la NOM-059-SEMARNAT-2010

Los listados de las especies obtenidos, tanto de las registradas en los sitios de muestreo como de las únicamente observadas, fueron compulsados con la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo; de los que se estableció existen dos especies dentro del predio en riesgo (ver **Cuadro IV:28**).

Cuadro IV:28. Especies encontradas en el predio, listadas en riesgo por la NOM-059-SEMARNAT-2011.

Especies protegidas	Nombre común	Categoría	Distribución
<i>Coccothrinax readii</i>	Náaj k'aax	Amenazada	Endémica
<i>Thrinax radiata</i>	Chit	Amenazada	No endémica

IV.3.1.5 Estratificación de la comunidad

Estrato herbáceo

Se registró un total de 110 individuos para nueve sitios muestreados. En dos de ellos (sitios 1 y 3), dominó el rango menor de alturas, que va de los 0.1 m a los 0.9 m; y en siete (resto de sitios), el rango medio de alturas, que va de 1 m a los 9 m. En ninguno dominó el rango mayor de alturas, de más de 10 m, que se registró únicamente para dos sitios (2 y 6). Lo que se ilustra en la **Figura IV:63**.

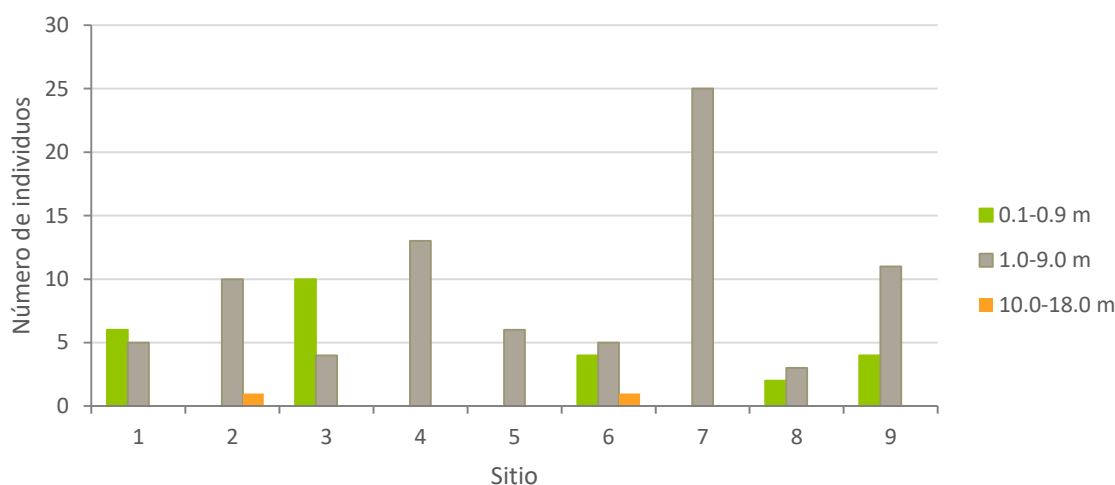


Figura IV:63. Distribución vertical de los individuos en los nueve sitios muestreados para el estrato herbáceo

De igual manera, el rango medio de alturas, que va de 1 m a los 9 m, fue registrado para mayor número de individuos (82). Únicamente dos individuos registraron el rango mayor de alturas, por arriba de los 10 m (**Figura IV:64**).

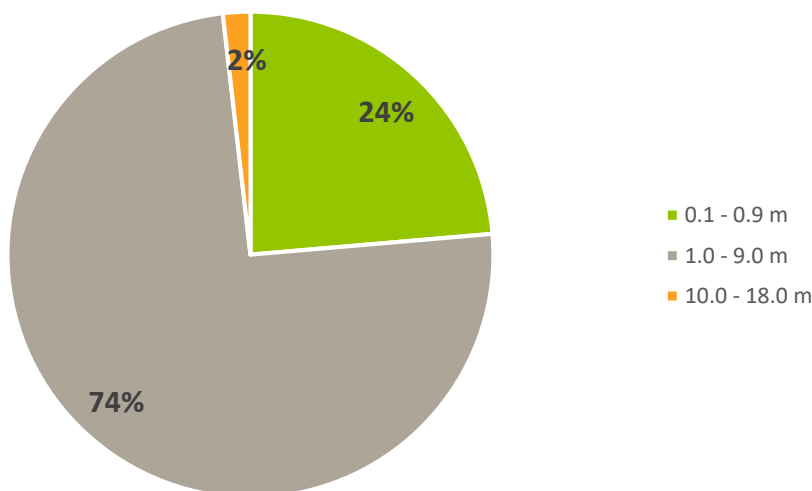


Figura IV:64. Porcentaje de individuos por rango de alturas para el estrato herbáceo

Estrato arbustivo

Se registró un total de 335 individuos para nueve sitios muestreados. En todos dominó el rango medio de alturas, que va de los 6 m a los 10 m. Asimismo, en prácticamente todos los sitios, el rango mayor de alturas, que va de los 11 m a los 16 m, superó en número de individuos registrados, al del rango menor de alturas, por debajo de los 2.5 m, a excepción de uno (sitio 7). Lo que se ilustra en la **Figura IV:65**.

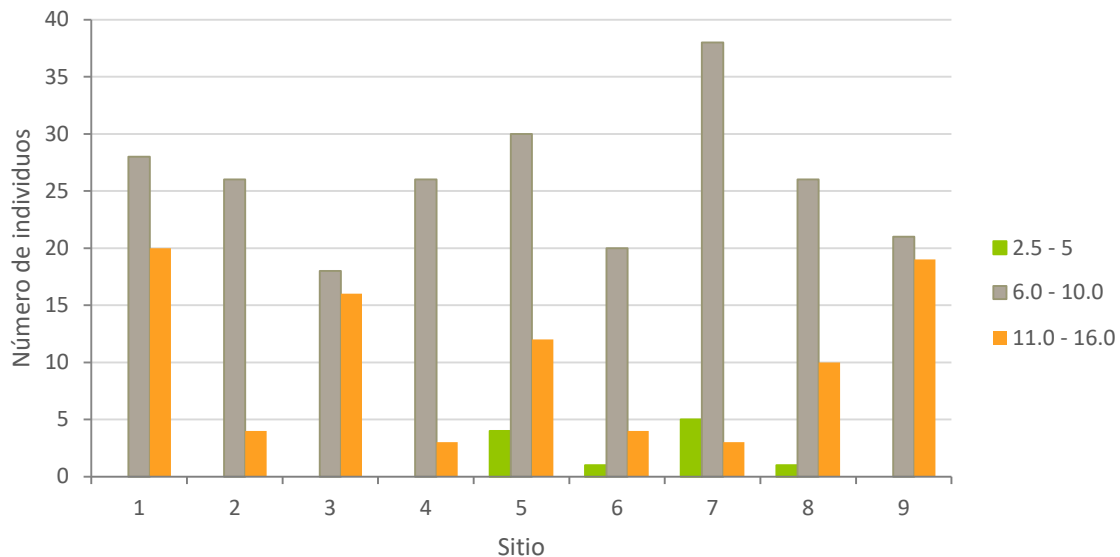


Figura IV:65. Distribución vertical de los individuos en los nueve sitios muestreados para el estrato arbustivo

De igual manera, el rango medio de alturas, que va de los 6 m a los 10 m, fue registrado para mayor número de individuos (233); en contraparte, únicamente once individuos registraron el rango menor de alturas, por debajo de los 5 m (**Figura IV:66**).

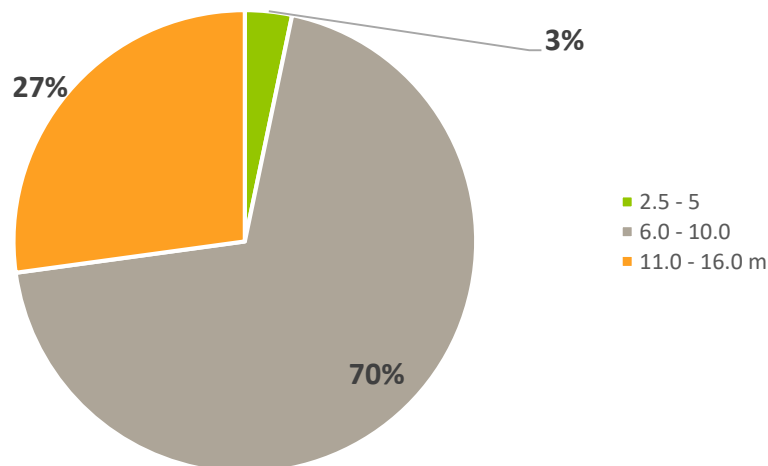


Figura IV:66. Porcentaje de individuos por rango de alturas para el estrato arbustivo

Estrato arbóreo

Se registró un total de 334 individuos para nueve sitios muestreados. En prácticamente todos dominó el rango mayor de alturas, que va de los 11 m a los 17 m; a excepción de uno, donde dominó el rango medio de alturas, que va de los 6 m a los 10 m (sitio 4). En ninguno dominó el rango menor de alturas, por debajo de los 5 m, que se registró únicamente para un sitio (sitio 5). Lo que se ilustra en la **Figura IV:67**.

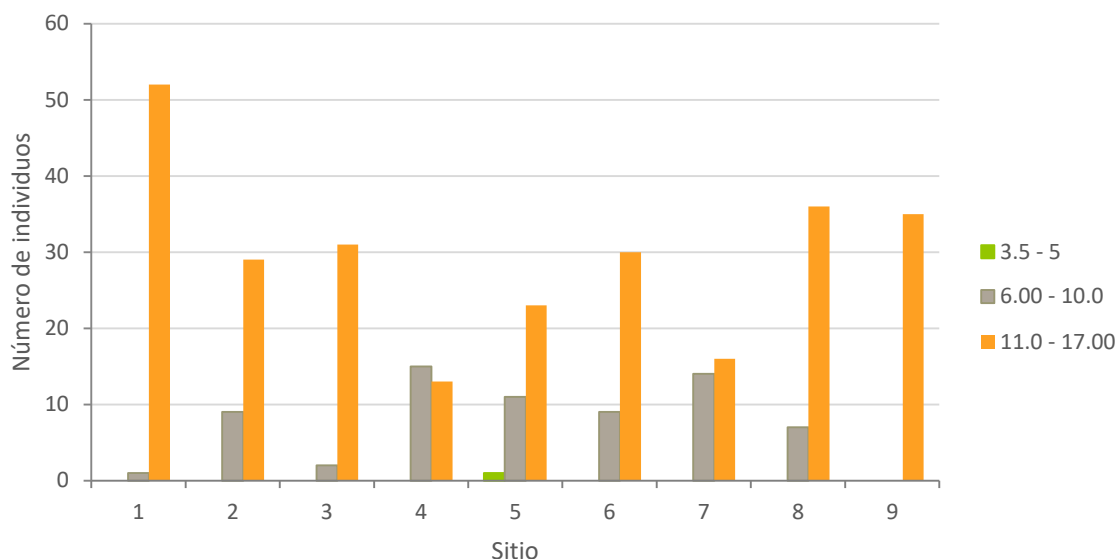


Figura IV:67. Distribución vertical de los individuos en los nueve sitios muestreados para el estrato arbóreo

De igual manera, el rango mayor de alturas, que va de los 11 a los 17 m, fue registrado para mayor número de individuos (265). Por otra parte, únicamente un individuo registró el rango menor de alturas, por debajo de los 5 m (**Figura IV:68**).

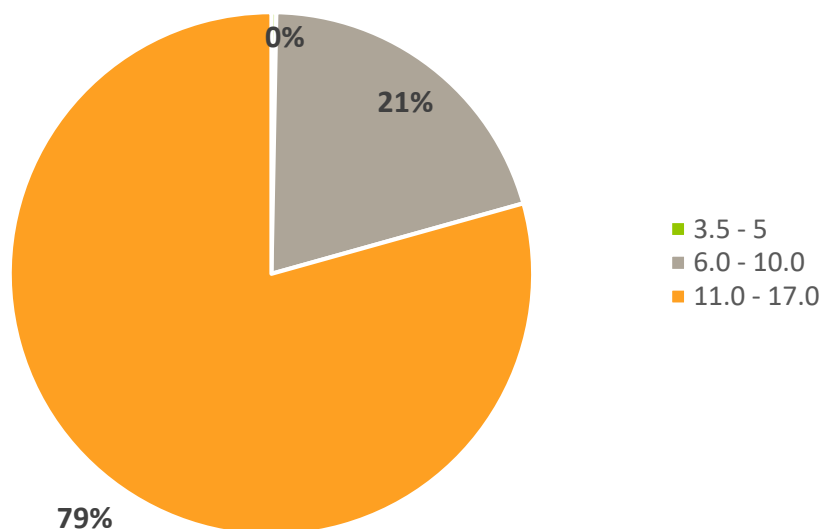


Figura IV:68. Porcentaje de individuos por rango de alturas para el estrato arbóreo

IV.3.1.6 Composición de especies

Estrato herbáceo

Se registraron 37 especies y 110 individuos para el estrato herbáceo; las que cuentan con mayor número de individuos, por arriba de diez registros, son sak loob (*Eugenia foetida*), con 14 individuos, y uvas ché (*Ottoschulzia pallida* Lundell), con 11 (Figura IV:69).

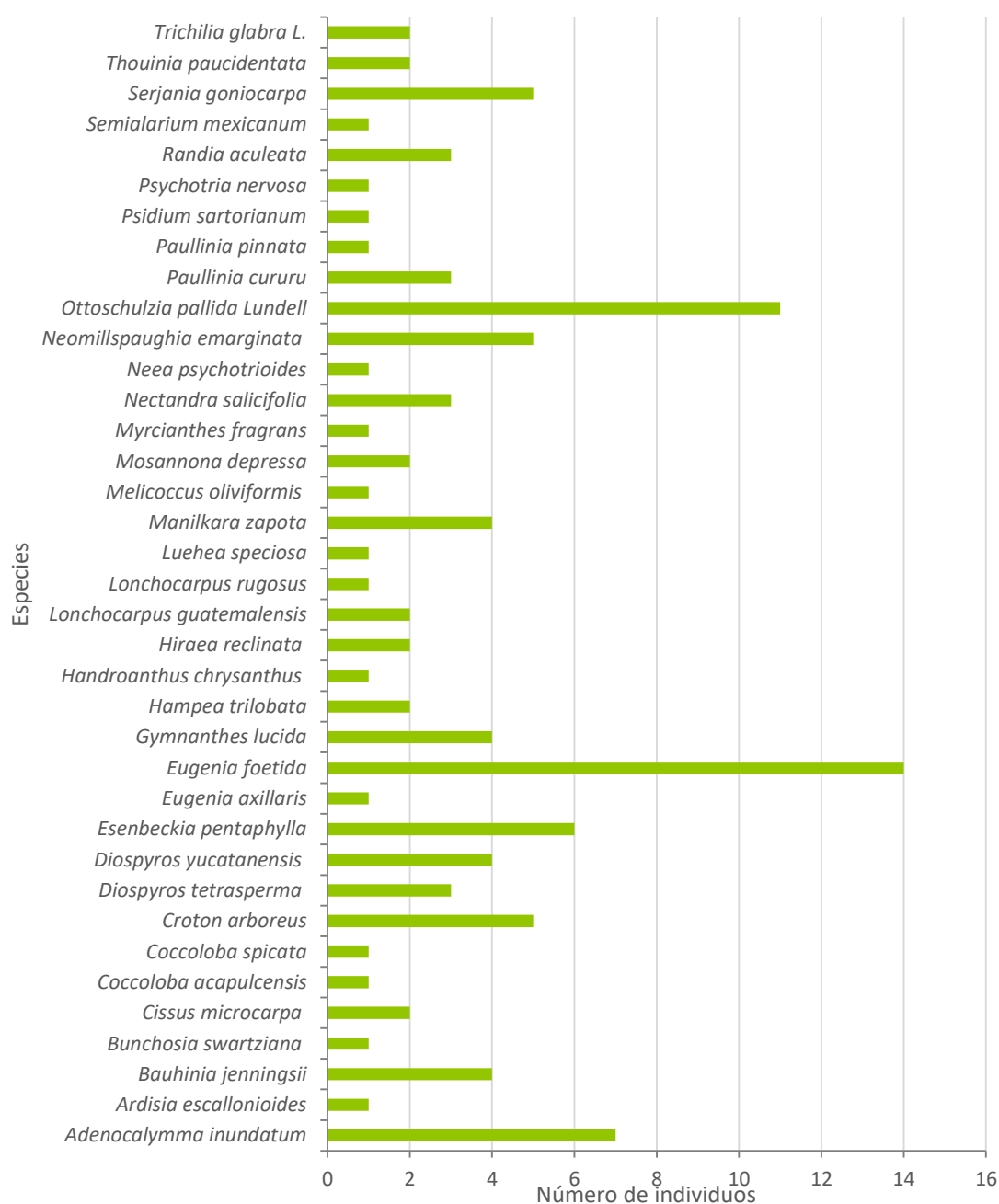


Figura IV:69. Especies y número de individuos registrados para el estrato herbáceo

Estrato arbustivo

Se registraron 46 especies y 335 individuos para el estrato arbustivo; las que cuentan con mayor número de individuos, por arriba de 30 registros, son sak loob (*Eugenia foetida*), con 54 individuos; u chul che (*Diospyros yucatanensis*), con 44 individuos; frijolillo (*Lonchocarpus guatemalensis*), con 41 individuos; y siliil (*Diospyros tetrasperma*), con 34 individuos (**Figura IV:70**).

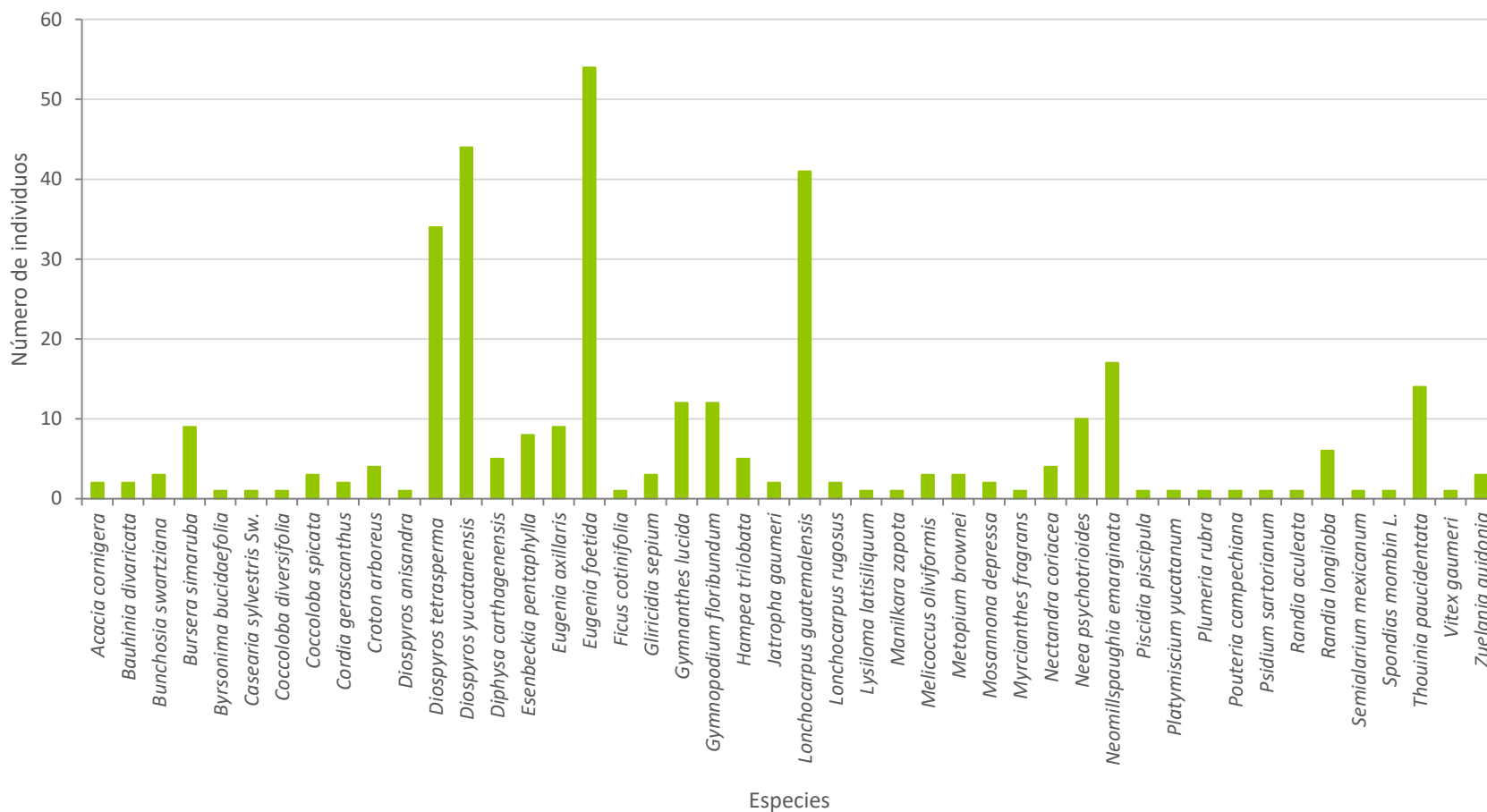


Figura IV:70. Especies y número de individuos registrados para el estrato arbustivo

Estrato arbóreo

Se registraron 26 especies y 334 individuos para el estrato arbóreo; las que cuentan con mayor número de individuos, por arriba de 30 registros, son chaca (*Bursera simaruba*), con 62 individuos; tsalam (*Lysiloma latisiliquum*), con 58 individuos; y frijolillo (*Lonchocarpus guatemalensis*), con 36 individuos (**Figura IV:71**).

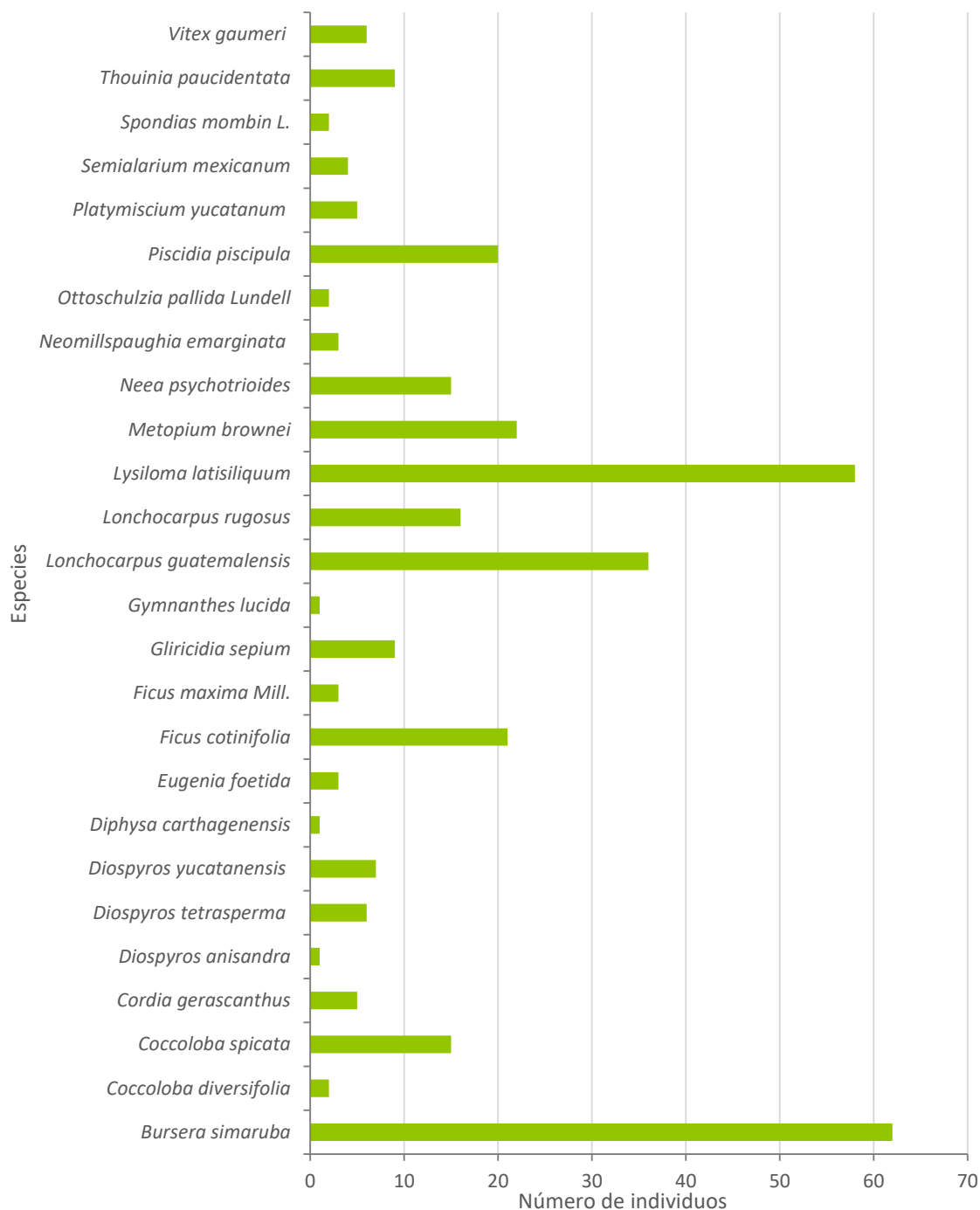


Figura IV:71. Especies y número de individuos registrados para el estrato arbóreo

IV.3.1.7 Índice de valor de importancia (IVI)

Estrato herbáceo

En el **Cuadro IV:29** se muestra el cálculo del IVI para el estrato herbáceo. Se observa que las especies con mayor IVI (arriba de 20) son *Eugenia foetida* (36.685), *Paullinia cururu* (31.386), *Serjania goniocarpa* (20.930) y *Ottoschulzia pallida* Lundell (20.113).

Cuadro IV:29. Cálculo del valor de importancia ecológica para el estrato herbáceo.

Especie	DOMINANCIA		DENSIDAD		FRECUENCIA		IVI
	ABS	REL	ABS	REL	ABS	REL	
<i>Eugenia foetida</i>	25132.741	14.867	3111.111	12.727	0.667	9.091	36.685
<i>Paullinia cururu</i>	43326.053	25.629	666.667	2.727	0.222	3.030	31.386
<i>Serjania goniocarpa</i>	17453.293	10.324	1111.111	4.545	0.444	6.061	20.930
<i>Ottoschulzia pallida</i> Lundell	11972.959	7.082	2444.444	10.000	0.222	3.030	20.113
<i>Esenbeckia pentaphylla</i>	12243.485	7.242	1333.333	5.455	0.333	4.545	17.242
<i>Croton arboreus</i>	10576.695	6.256	1111.111	4.545	0.444	6.061	16.863
<i>Neomillspaughia emarginata</i>	6352.998	3.758	1111.111	4.545	0.333	4.545	12.849
<i>Bauhinia jenningsii</i>	4419.174	2.614	888.889	3.636	0.444	6.061	12.311
<i>Diospyros yucatanensis</i>	2527.237	1.495	888.889	3.636	0.444	6.061	11.192
<i>Adenocalymma inundatum</i>	2834.415	1.677	1555.556	6.364	0.222	3.030	11.071
<i>Hampea trilobata</i>	10471.976	6.195	444.444	1.818	0.111	1.515	9.528
<i>Randia aculeata</i>	153.589	0.091	666.667	2.727	0.333	4.545	7.364
<i>Manilkara zapota</i>	932.006	0.551	888.889	3.636	0.222	3.030	7.218
<i>Diospyros tetrasperma</i>	781.908	0.463	666.667	2.727	0.222	3.030	6.220
<i>Thouinia paucidentata</i>	4817.109	2.849	444.444	1.818	0.111	1.515	6.183
<i>Gymnanthes lucida</i>	1514.946	0.896	888.889	3.636	0.111	1.515	6.048
<i>Hiraea reclinata</i>	1675.516	0.991	444.444	1.818	0.222	3.030	5.840
<i>Nectandra salicifolia</i>	321.141	0.190	666.667	2.727	0.111	1.515	4.432
<i>Paullinia pinnata</i>	2792.527	1.652	222.222	0.909	0.111	1.515	4.076
<i>Mosannonna depressa</i>	740.020	0.438	444.444	1.818	0.111	1.515	3.771
<i>Luehea speciosa</i>	2094.395	1.239	222.222	0.909	0.111	1.515	3.663
<i>Lonchocarpus guatemalensis</i>	55.851	0.033	444.444	1.818	0.111	1.515	3.366
<i>Trichilia glabra</i> L.	17.453	0.010	444.444	1.818	0.111	1.515	3.344
<i>Cissus microcarpa</i>	8.727	0.005	444.444	1.818	0.111	1.515	3.338
<i>Eugenia axillaris</i>	1256.637	0.743	222.222	0.909	0.111	1.515	3.168
<i>Bunchosia swartziana</i>	1047.198	0.619	222.222	0.909	0.111	1.515	3.044
<i>Psidium sartorianum</i>	1047.198	0.619	222.222	0.909	0.111	1.515	3.044
<i>Coccoloba spicata</i>	837.758	0.496	222.222	0.909	0.111	1.515	2.920
<i>Melicoccus oliviformis</i>	753.982	0.446	222.222	0.909	0.111	1.515	2.870
<i>Neea psychotrioides</i>	390.954	0.231	222.222	0.909	0.111	1.515	2.656
<i>Semialarium mexicanum</i>	174.533	0.103	222.222	0.909	0.111	1.515	2.527
<i>Handroanthus chrysanthus</i>	139.626	0.083	222.222	0.909	0.111	1.515	2.507
<i>Myrcianthes fragrans</i>	111.701	0.066	222.222	0.909	0.111	1.515	2.490

Especie	DOMINANCIA		DENSIDAD		FRECUENCIA		IVI
	ABS	REL	ABS	REL	ABS	REL	
<i>Psychotria nervosa</i>	41.888	0.025	222.222	0.909	0.111	1.515	2.449
<i>Ardisia escallonioides</i>	20.944	0.012	222.222	0.909	0.111	1.515	2.437
<i>Coccoloba acapulcensis</i>	6.981	0.004	222.222	0.909	0.111	1.515	2.428
<i>Lonchocarpus rugosus</i>	6.981	0.004	222.222	0.909	0.111	1.515	2.428
Valores totales	169052.591		24444.444		7.333		300.000

Estrato arbustivo

En el **Cuadro IV:30** se muestra el cálculo del IVI para el estrato arbustivo. Se observa que las especies con mayor IVI (arriba de 20) son *Eugenia foetida* (42.203), *Diospyros yucatanensis* (40.387), *Lonchocarpus guatemalensis* (33.325) y *Diospyros tetrasperma* (29.664).

Cuadro IV:30. Cálculo del valor de importancia ecológica para el estrato arbustivo.

Especie	DOMINANCIA		DENSIDAD		FRECUENCIA		IVI
	ABS	REL	ABS	REL	ABS	REL	
<i>Eugenia foetida</i>	17807.586	13.329	600.000	16.119	0.694	12.755	42.203
<i>Diospyros yucatanensis</i>	20732.487	15.518	488.889	13.134	0.639	11.735	40.387
<i>Lonchocarpus guatemalensis</i>	17946.846	13.433	455.556	12.239	0.417	7.653	33.325
<i>Diospyros tetrasperma</i>	13121.158	9.821	377.778	10.149	0.528	9.694	29.664
<i>Neomillspaughia emarginata</i>	5983.756	4.479	188.889	5.075	0.250	4.592	14.145
<i>Thouinia paucidentata</i>	7134.087	5.340	155.556	4.179	0.167	3.061	12.580
<i>Gymnanthes lucida</i>	5208.984	3.899	133.333	3.582	0.250	4.592	12.073
<i>Neea psychotrioides</i>	4080.095	3.054	111.111	2.985	0.250	4.592	10.631
<i>Bursera simaruba</i>	4345.131	3.252	100.000	2.687	0.250	4.592	10.531
<i>Gymnopodium floribundum</i>	4336.510	3.246	133.333	3.582	0.056	1.020	7.848
<i>Eugenia axillaris</i>	2650.581	1.984	100.000	2.687	0.167	3.061	7.732
<i>Randia longiloba</i>	2455.175	1.838	66.667	1.791	0.139	2.551	6.180
<i>Esenbeckia pentaphylla</i>	2460.701	1.842	88.889	2.388	0.083	1.531	5.760
<i>Hampea trilobata</i>	1555.290	1.164	55.556	1.493	0.139	2.551	5.208
<i>Diphysa carthagenensis</i>	2740.326	2.051	55.556	1.493	0.056	1.020	4.564
<i>Nectandra coriacea</i>	1013.503	0.759	44.444	1.194	0.111	2.041	3.993
<i>Coccoloba spicata</i>	1876.914	1.405	33.333	0.896	0.083	1.531	3.831
<i>Gliricidia sepium</i>	1846.852	1.382	33.333	0.896	0.083	1.531	3.808
<i>Croton arboreus</i>	1077.164	0.806	44.444	1.194	0.083	1.531	3.531
<i>Metopium brownei</i>	1292.244	0.967	33.333	0.896	0.083	1.531	3.393
<i>Bunchosia swartziana</i>	1240.961	0.929	33.333	0.896	0.056	1.020	2.845
<i>Melicoccus oliviformis</i>	1065.007	0.797	33.333	0.896	0.056	1.020	2.713
<i>Zuelania guidonia</i>	914.916	0.685	33.333	0.896	0.056	1.020	2.601
<i>Jatropha gaumeri</i>	1107.006	0.829	22.222	0.597	0.056	1.020	2.446
<i>Cordia gerascanthus</i>	856.338	0.641	22.222	0.597	0.056	1.020	2.258
<i>Bauhinia divaricata</i>	730.562	0.547	22.222	0.597	0.056	1.020	2.164

Especie	DOMINANCIA		DENSIDAD		FRECUENCIA		IVI
	ABS	REL	ABS	REL	ABS	REL	
<i>Mosannona depressa</i>	559.913	0.419	22.222	0.597	0.056	1.020	2.037
<i>Acacia cornigera</i>	483.210	0.362	22.222	0.597	0.028	0.510	1.469
<i>Lonchocarpus rugosus</i>	453.147	0.339	22.222	0.597	0.028	0.510	1.446
<i>Vitex gaumeri</i>	743.604	0.557	11.111	0.299	0.028	0.510	1.365
<i>Diospyros anisandra</i>	644.575	0.482	11.111	0.299	0.028	0.510	1.291
<i>Lysiloma latisiliquum</i>	644.575	0.482	11.111	0.299	0.028	0.510	1.291
<i>Ficus cotinifolia</i>	509.293	0.381	11.111	0.299	0.028	0.510	1.190
<i>Pouteria campechiana</i>	488.294	0.365	11.111	0.299	0.028	0.510	1.174
<i>Psidium sartorianum</i>	427.948	0.320	11.111	0.299	0.028	0.510	1.129
<i>Spondias mombin</i> L.	408.717	0.306	11.111	0.299	0.028	0.510	1.115
<i>Piscidia piscipula</i>	336.213	0.252	11.111	0.299	0.028	0.510	1.060
<i>Semialarium mexicanum</i>	319.193	0.239	11.111	0.299	0.028	0.510	1.048
<i>Randia aculeata</i>	286.478	0.214	11.111	0.299	0.028	0.510	1.023
<i>Casearia sylvestris</i> Sw.	270.783	0.203	11.111	0.299	0.028	0.510	1.011
<i>Byrsonima bucidaefolia</i>	255.531	0.191	11.111	0.299	0.028	0.510	1.000
<i>Coccoloba diversifolia</i>	255.531	0.191	11.111	0.299	0.028	0.510	1.000
<i>Manilkara zapota</i>	255.531	0.191	11.111	0.299	0.028	0.510	1.000
<i>Platymiscium yucatanum</i>	240.721	0.180	11.111	0.299	0.028	0.510	0.989
<i>Plumeria rubra</i>	226.353	0.169	11.111	0.299	0.028	0.510	0.978
<i>Myrcianthes fragrans</i>	212.427	0.159	11.111	0.299	0.028	0.510	0.968
Valores totales	133602.2132		3722.222		5.444		300.000

Estrato arbóreo

En el **Cuadro IV:31** se muestra el cálculo del IVI para el estrato arbóreo. Las especies con mayor IVI (más de 50) son *Lysiloma latisiliquum* (58.845) y *Bursera simaruba* (50.568).

Cuadro IV:31. Cálculo del valor de importancia ecológica para el estrato arbóreo.

Especie	DOMINANCIA		DENSIDAD		FRECUENCIA		IVI
	ABS	REL	ABS	REL	ABS	REL	
<i>Lysiloma latisiliquum</i>	49977.690	33.005	128.889	17.365	0.417	8.475	58.845
<i>Bursera simaruba</i>	27075.843	17.881	137.778	18.563	0.694	14.124	50.568
<i>Lonchocarpus guatemalensis</i>	9320.114	6.155	80.000	10.778	0.556	11.299	28.233
<i>Metopium brownei</i>	12001.420	7.926	48.889	6.587	0.361	7.345	21.857
<i>Ficus cotinifolia</i>	11374.883	7.512	46.667	6.287	0.333	6.780	20.579
<i>Piscidia piscipula</i>	10617.928	7.012	44.444	5.988	0.222	4.520	17.520
<i>Neea psychotrioides</i>	3939.553	2.602	33.333	4.491	0.333	6.780	13.872
<i>Coccoloba spicata</i>	4460.208	2.946	33.333	4.491	0.278	5.650	13.086
<i>Lonchocarpus rugosus</i>	4364.318	2.882	35.556	4.790	0.222	4.520	12.192
<i>Thouinia paucidentata</i>	2183.993	1.442	20.000	2.695	0.194	3.955	8.092
<i>Gliricidia sepium</i>	2514.017	1.660	20.000	2.695	0.167	3.390	7.745

Especie	DOMINANCIA		DENSIDAD		FRECUENCIA		IVI
	ABS	REL	ABS	REL	ABS	REL	
<i>Diospyros yucatanensis</i>	1659.227	1.096	15.556	2.096	0.167	3.390	6.581
<i>Vitex gaumeri</i>	2403.847	1.588	13.333	1.796	0.111	2.260	5.644
<i>Platymiscium yucatanum</i>	1856.887	1.226	11.111	1.497	0.139	2.825	5.548
<i>Diospyros tetrasperma</i>	1238.087	0.818	13.333	1.796	0.139	2.825	5.439
<i>Cordia gerascanthus</i>	1370.760	0.905	11.111	1.497	0.111	2.260	4.662
<i>Semialarium mexicanum</i>	933.616	0.617	8.889	1.198	0.083	1.695	3.509
<i>Eugenia foetida</i>	572.469	0.378	6.667	0.898	0.083	1.695	2.971
<i>Neomillspaughia emarginata</i>	721.897	0.477	6.667	0.898	0.056	1.130	2.505
<i>Spondias mombin L.</i>	434.049	0.287	4.444	0.599	0.056	1.130	2.015
<i>Ottoschulzia pallida Lundell</i>	391.564	0.259	4.444	0.599	0.056	1.130	1.987
<i>Ficus maxima Mill.</i>	720.217	0.476	6.667	0.898	0.028	0.565	1.939
<i>Coccoloba diversifolia</i>	631.046	0.417	4.444	0.599	0.028	0.565	1.581
<i>Gymnanthes lucida</i>	255.354	0.169	2.222	0.299	0.028	0.565	1.033
<i>Diospyros anisandra</i>	222.860	0.147	2.222	0.299	0.028	0.565	1.012
<i>Diphysa carthagenensis</i>	181.082	0.120	2.222	0.299	0.028	0.565	0.984
Valores totales	151422.930		742.222		4.917		300.000

IV.3.1.8 Diversidad y equidad

Estrato herbáceo

En el **Cuadro IV:32** se muestra el cálculo de la diversidad y la equidad para el estrato herbáceo.

Cuadro IV:32. Cálculo del valor de importancia ecológica para el estrato herbáceo.

Especie	No. indiv.	ABUNDANCIA RELATIVA	ÍNDICE DE SHANNON-WIENER (H)	ÍNDICE DE SIMPSON (S)
<i>Adenocalymma inundatum</i>	7	0.0636364	-0.1752908	0.0035029
<i>Ardisia escallonioides</i>	1	0.0090909	-0.0427316	0.0000000
<i>Bauhinia jenningsii</i>	4	0.0363636	-0.1205159	0.0010008
<i>Bunchosia swartziana</i>	1	0.0090909	-0.0427316	0.0000000
<i>Cissus microcarpa</i>	2	0.0181818	-0.0728606	0.0001668
<i>Coccoloba acapulcensis</i>	1	0.0090909	-0.0427316	0.0000000
<i>Coccoloba spicata</i>	1	0.0090909	-0.0427316	0.0000000
<i>Croton arboreus</i>	5	0.0454545	-0.1405019	0.0016681
<i>Diospyros tetrasperma</i>	3	0.0272727	-0.0982328	0.0005004
<i>Diospyros yucatanensis</i>	4	0.0363636	-0.1205159	0.0010008
<i>Esenbeckia pentaphylla</i>	6	0.0545455	-0.1586575	0.0025021
<i>Eugenia axillaris</i>	1	0.0090909	-0.0427316	0.0000000
<i>Eugenia foetida</i>	14	0.1272727	-0.2623629	0.0151793
<i>Gymnanthes lucida</i>	4	0.0363636	-0.1205159	0.0010008
<i>Hampea trilobata</i>	2	0.0181818	-0.0728606	0.0001668

Especie	No. indiv.	ABUNDANCIA RELATIVA	ÍNDICE DE SHANNON-WIENER (H)	ÍNDICE DE SIMPSON (S)
<i>Handroanthus chrysanthus</i>	1	0.0090909	-0.0427316	0.0000000
<i>Hiraea reclinata</i>	2	0.0181818	-0.0728606	0.0001668
<i>Lonchocarpus guatemalensis</i>	2	0.0181818	-0.0728606	0.0001668
<i>Lonchocarpus rugosus</i>	1	0.0090909	-0.0427316	0.0000000
<i>Luehea speciosa</i>	1	0.0090909	-0.0427316	0.0000000
<i>Manilkara zapota</i>	4	0.0363636	-0.1205159	0.0010008
<i>Melicoccus oliviformis</i>	1	0.0090909	-0.0427316	0.0000000
<i>Mosannonia depressa</i>	2	0.0181818	-0.0728606	0.0001668
<i>Myrcianthes fragrans</i>	1	0.0090909	-0.0427316	0.0000000
<i>Nectandra salicifolia</i>	3	0.0272727	-0.0982328	0.0005004
<i>Neea psychotrioides</i>	1	0.0090909	-0.0427316	0.0000000
<i>Neomillspaughia emarginata</i>	5	0.0454545	-0.1405019	0.0016681
<i>Ottoschulzia pallida</i> Lundell	11	0.1000000	-0.2302585	0.0091743
<i>Paullinia cururu</i>	3	0.0272727	-0.0982328	0.0005004
<i>Paullinia pinnata</i>	1	0.0090909	-0.0427316	0.0000000
<i>Psidium sartorianum</i>	1	0.0090909	-0.0427316	0.0000000
<i>Psychotria nervosa</i>	1	0.0090909	-0.0427316	0.0000000
<i>Randia aculeata</i>	3	0.0272727	-0.0982328	0.0005004
<i>Semialarium mexicanum</i>	1	0.0090909	-0.0427316	0.0000000
<i>Serjania goniorcarpa</i>	5	0.0454545	-0.1405019	0.0016681
<i>Thouinia paucidentata</i>	2	0.0181818	-0.0728606	0.0001668
<i>Trichilia glabra</i> L.	2	0.0181818	-0.0728606	0.0001668
Total, individuos	110	Suma total	-3.2740689	0.0425354
		Valores	3.2740689	23.5098039
		S	37	
		H MÁXIMA	3.6109179	
		EQUIDAD	0.9067137	

El valor de Shannon-Wiener para el estrato herbáceo fue de **H=3.2740689**. Margalef (1972, según lo cita Medrano et al., 2017⁶⁰) refiere que el índice de Shannon-Wiener, normalmente, varía de 1 a 5, e interpreta valores menores de 2 como diversidad baja; de 2 a 3.5, media; y superiores a 3.5, alta. Por tanto, el estrato herbáceo presenta una diversidad media. Por otra parte, el valor obtenido para el índice de Simpson, fue de **S=23.5098039**; siendo que el valor máximo es 37, lo que representaría máxima diversidad-; y para el de Equidad, fue de **E=0.9067137**; donde valores cercanos a 1 representan condiciones hacia especies igualmente abundantes, y cercanos a 0 la dominancia de una sola especie-. Por

⁶⁰ Medrano, M. de J., F. J. Hernández, S. Corral y J. Nájera. 2017. Diversidad arbórea a diferentes niveles de región de El Salto, Durango. Revista Mexicana de Ciencias Forestales. Vol. 8 (40): 57-68.

tanto, se establece que no existen dominancias, y que se presentan especies igualmente abundantes.

Estrato arbustivo

En el **Cuadro IV:33** se muestra el cálculo de la diversidad y la equidad para el estrato arbustivo.

Cuadro IV:33. Cálculo del valor de importancia ecológica para el estrato arbustivo.

Especie	No. indiv.	ABUNDANCIA RELATIVA	ÍNDICE DE SHANNON-WIENER (H)	ÍNDICE DE SIMPSON (S)
<i>Acacia cornigera</i>	2	0.0059701	-0.0305730	0.0000179
<i>Bauhinia divaricata</i>	2	0.0059701	-0.0305730	0.0000179
<i>Bunchosia swartziana</i>	3	0.0089552	-0.0422285	0.0000536
<i>Bursera simaruba</i>	9	0.0268657	-0.0971706	0.0006435
<i>Byrsonima bucidaefolia</i>	1	0.0029851	-0.0173556	0.0000000
<i>Casearia sylvestris</i> Sw.	1	0.0029851	-0.0173556	0.0000000
<i>Coccoloba diversifolia</i>	1	0.0029851	-0.0173556	0.0000000
<i>Coccoloba spicata</i>	3	0.0089552	-0.0422285	0.0000536
<i>Cordia gerascanthus</i>	2	0.0059701	-0.0305730	0.0000179
<i>Croton arboreus</i>	4	0.0119403	-0.0528697	0.0001072
<i>Diospyros anisandra</i>	1	0.0029851	-0.0173556	0.0000000
<i>Diospyros tetrasperma</i>	34	0.1014925	-0.2321916	0.0100277
<i>Diospyros yucatanensis</i>	44	0.1313433	-0.2666191	0.0169095
<i>Diphyssa carthagenensis</i>	5	0.0149254	-0.0627566	0.0001787
<i>Esenbeckia pentaphylla</i>	8	0.0238806	-0.0891866	0.0005005
<i>Eugenia axillaris</i>	9	0.0268657	-0.0971706	0.0006435
<i>Eugenia foetida</i>	54	0.1611940	-0.2942027	0.0255787
<i>Ficus cotinifolia</i>	1	0.0029851	-0.0173556	0.0000000
<i>Gliricidia sepium</i>	3	0.0089552	-0.0422285	0.0000536
<i>Gymnanthes lucida</i>	12	0.0358209	-0.1192558	0.0011797
<i>Gymnopodium floribundum</i>	12	0.0358209	-0.1192558	0.0011797
<i>Hampea trilobata</i>	5	0.0149254	-0.0627566	0.0001787
<i>Jatropha gaumeri</i>	2	0.0059701	-0.0305730	0.0000179
<i>Lonchocarpus guatemalensis</i>	41	0.1223881	-0.2570833	0.0146573
<i>Lonchocarpus rugosus</i>	2	0.0059701	-0.0305730	0.0000179
<i>Lysiloma latisiliquum</i>	1	0.0029851	-0.0173556	0.0000000
<i>Manilkara zapota</i>	1	0.0029851	-0.0173556	0.0000000
<i>Melicoccus oliviformis</i>	3	0.0089552	-0.0422285	0.0000536
<i>Metopium brownei</i>	3	0.0089552	-0.0422285	0.0000536
<i>Mosannonna depressa</i>	2	0.0059701	-0.0305730	0.0000179
<i>Myrcianthes fragrans</i>	1	0.0029851	-0.0173556	0.0000000
<i>Nectandra coriacea</i>	4	0.0119403	-0.0528697	0.0001072

Especie	No. indiv.	ABUNDANCIA RELATIVA	ÍNDICE DE SHANNON-WIENER (H)	ÍNDICE DE SIMPSON (S)
<i>Neea psychotrioides</i>	10	0.0298507	-0.1048223	0.0008044
<i>Neomillspaughia emarginata</i>	17	0.0507463	-0.1512704	0.0024310
<i>Piscidia piscipula</i>	1	0.0029851	-0.0173556	0.0000000
<i>Platymiscium yucatanum</i>	1	0.0029851	-0.0173556	0.0000000
<i>Plumeria rubra</i>	1	0.0029851	-0.0173556	0.0000000
<i>Pouteria campechiana</i>	1	0.0029851	-0.0173556	0.0000000
<i>Psidium sartorianum</i>	1	0.0029851	-0.0173556	0.0000000
<i>Randia aculeata</i>	1	0.0029851	-0.0173556	0.0000000
<i>Randia longiloba</i>	6	0.0179104	-0.0720425	0.0002681
<i>Semialarium mexicanum</i>	1	0.0029851	-0.0173556	0.0000000
<i>Spondias mombin L.</i>	1	0.0029851	-0.0173556	0.0000000
<i>Thouinia paucidentata</i>	14	0.0417910	-0.1326896	0.0016266
<i>Vitex gaumeri</i>	1	0.0029851	-0.0173556	0.0000000
<i>Zuelania guidonia</i>	3	0.0089552	-0.0422285	0.0000536
Total, individuos	335	Suma total	-2.9960682	0.0774511
		Valores	2.9960682	12.9113778
		S	46	
		H MÁXIMA	3.8286414	
		EQUIDAD	0.7825408	

El valor de Shannon-Wiener para el estrato arbustivo fue de **H=2.9960682**. Margalef (1972, según lo cita Medrano et al., Óp. Cit.) refiere que el índice de Shannon-Wiener, normalmente, varía de 1 a 5, e interpreta valores menores de 2 como diversidad baja; de 2 a 3.5, media; y superiores a 3.5, alta. Por tanto, el estrato arbustivo presenta una diversidad media. Con respecto a la dominancia, se presenta, aunque no por única especie, sino que es una dominancia compartida entre varias especies. Lo que se deduce del valor del índice de Simpson, **S=12.9113778** -siendo el valor máximo 46, lo que representaría máxima diversidad-; y de Equidad, **E=0.7825408** -donde valores cercanos a 1 representan condiciones hacia especies igualmente abundantes, y cercanos a 0 la dominancia de una sola especie-.

Estrato arbóreo

En el **Cuadro IV:34** se muestra el cálculo de la diversidad y la equidad para el estrato arbóreo.

Cuadro IV:34. Cálculo del valor de importancia ecológica para el estrato arbóreo.

Especie	No. indiv.	ABUNDANCIA RELATIVA	ÍNDICE DE SHANNON-WIENER	ÍNDICE DE SIMPSON
<i>Bursera simaruba</i>	62	0.1856287	-0.3126000	0.0340041
<i>Coccoloba diversifolia</i>	2	0.0059880	-0.0306467	0.0000180
<i>Coccoloba spicata</i>	15	0.0449102	-0.1393604	0.0018881
<i>Cordia gerascanthus</i>	5	0.0149701	-0.0628997	0.0001798
<i>Diospyros anisandra</i>	1	0.0029940	-0.0173986	0.0000000
<i>Diospyros tetrasperma</i>	6	0.0179641	-0.0722045	0.0002697
<i>Diospyros yucatanensis</i>	7	0.0209581	-0.0810078	0.0003776
<i>Diphysa carthagenensis</i>	1	0.0029940	-0.0173986	0.0000000
<i>Eugenia foetida</i>	3	0.0089820	-0.0423281	0.0000539
<i>Ficus cotinifolia</i>	21	0.0628743	-0.1739491	0.0037762
<i>Ficus maxima</i> Mill.	3	0.0089820	-0.0423281	0.0000539
<i>Gliricidia sepium</i>	9	0.0269461	-0.0973810	0.0006474
<i>Gymnanthes lucida</i>	1	0.0029940	-0.0173986	0.0000000
<i>Lonchocarpus guatemalensis</i>	36	0.1077844	-0.2401030	0.0113287
<i>Lonchocarpus rugosus</i>	16	0.0479042	-0.1455594	0.0021578
<i>Lysiloma latisiliquum</i>	58	0.1736527	-0.3040134	0.0297243
<i>Metopium brownei</i>	22	0.0658683	-0.1791682	0.0041539
<i>Neea psychotrioides</i>	15	0.0449102	-0.1393604	0.0018881
<i>Neomillspaughia emarginata</i>	3	0.0089820	-0.0423281	0.0000539
<i>Ottoschulzia pallida</i> Lundell	2	0.0059880	-0.0306467	0.0000180
<i>Piscidia piscipula</i>	20	0.0598802	-0.1685873	0.0034166
<i>Platymiscium yucatanum</i>	5	0.0149701	-0.0628997	0.0001798
<i>Semialarium mexicanum</i>	4	0.0119760	-0.0529922	0.0001079
<i>Spondias mombin</i> L.	2	0.0059880	-0.0306467	0.0000180
<i>Thouinia paucidentata</i>	9	0.0269461	-0.0973810	0.0006474
<i>Vitex gaumeri</i>	6	0.0179641	-0.0722045	0.0002697
Total, individuos	334	Suma total	-2.6727917	0.0952330
		Valores	2.6727917	10.5005665
		S	26	
		H MÁXIMA	3.25809654	
		EQUIDAD	0.82035375	

El valor de Shannon-Wiener para el estrato arbóreo fue de **H=2.6727917**. Margalef (1972, según lo cita Medrano et al., Óp. Cit.) refiere que el índice de Shannon-Wiener, normalmente, varía de 1 a 5, e interpreta valores menores de 2 como diversidad baja; de 2 a 3.5, media; y superiores a 3.5, alta. Por tanto, el estrato arbóreo presenta una diversidad media. Por otra parte, el valor obtenido para el índice de Simpson, fue de **S=10.5005665**; siendo que el valor máximo es 26, lo que representaría máxima diversidad-; y para el de Equidad, fue de **E=0.82035375**; donde valores cercanos a 1 representan condiciones hacia especies igualmente abundantes, y cercanos a 0 la dominancia de una sola especie-. Por

tanto, se establece que no existen dominancias acentuadas, y que más bien se puede concluir que se presentan especies igualmente abundantes.

IV.3.1.9 Volumen

Metodología

Para la obtención del volumen, se utilizaron siete tablas, en función de las especies forestales maderables registradas en el predio, que se presentan en el **Cuadro IV:35**.

Cuadro IV:35. Número de tabla por especie registrada para el predio del proyecto “Senderos Poniente”.

Número de tabla	Especie
4	<i>Gliricidia sepium</i>
	<i>Lonchocarpus guatemalensis</i>
	<i>Lonchocarpus rugosus</i>
	<i>Platymiscium yucatanum</i>
5	<i>Ficus cotinifolia</i>
	<i>Ficus maxima</i>
7	<i>Bursera simaruba</i>
8	<i>Spondias mombin</i>
	<i>Thouinia paucidentata</i>
9	<i>Coccoloba diversifolia</i>
	<i>Coccoloba spicata</i>
	<i>Cordia gerascanthus</i>
13	<i>Metopium brownei</i>
	<i>Vitex gaumeri</i>
14	<i>Diospyros anisandra</i>
	<i>Diospyros tetrasperma</i>
	<i>Diospyros yucatanensis</i>
	<i>Diphysa carthagenensis</i>
	<i>Eugenia foetida</i>
	<i>Gymnathes lucida</i>
	<i>Lysiloma latisiliquum</i>
	<i>Neea psychotrioides</i>
	<i>Neomillspaughia emarginata</i>
	<i>Ottoschulzia pallida</i>
	<i>Piscidia piscipula</i>
	<i>Semialarium mexicanum</i>

Aplicando la ecuación, las tablas y los coeficientes de regresión del modelo desarrollado por la CONAFOR, se obtuvo un volumen total de **48.9695477 m³** neto para todas las especies registradas en el muestreo de campo, equivalente a **108.821217 m³ por hectárea**; es decir, **1 949.667032 m³** para todo el predio (con una superficie total de 17.91624 ha). Lo que se muestra en el **Cuadro IV:36**.

Cuadro IV:36. Volumen por especie forestal, por hectárea y para el predio del proyecto “Senderos Poniente”.

ESPECIE	VOLUMEN m ³	VOLUMEN m ³ /ha	VOLUMEN TOTAL (PREDIO)
<i>Lysiloma latisiliquum</i>	15.94428824	35.43175163	634.8037623
<i>Bursera simaruba</i>	8.467512162	18.81669369	337.1243983
<i>Metopium brownei</i>	3.772672151	8.383715891	150.2046652
<i>Piscidia piscipula</i>	3.574658719	7.943686042	142.3209848
<i>Ficus cotinifolia</i>	3.543206513	7.873792252	141.0687509
<i>Lonchocarpus guatemalensis</i>	3.432760314	7.628356254	136.6714607
<i>Lonchocarpus rugosus</i>	1.515505018	3.367788928	60.33811437
<i>Neea psychotrioides</i>	1.331516025	2.9589245	53.01280119
<i>Coccoloba spicata</i>	1.300202952	2.889339893	51.76610668
<i>Gliricidia sepium</i>	0.840638083	1.86808463	33.46905238
<i>Vitex gaumeri</i>	0.742418897	1.64981977	29.5585668
<i>Thouinia paucidentata</i>	0.716086728	1.59130384	28.51018134
<i>Platymiscium yucatanum</i>	0.702787326	1.561749613	27.98068073
<i>Diospyros yucatanensis</i>	0.563789795	1.252866211	22.44665161
<i>Cordia gerascanthus</i>	0.501282339	1.113960754	19.95798811
<i>Diospyros tetrasperma</i>	0.434125956	0.964724346	17.28423282
<i>Semialarium mexicanum</i>	0.333880952	0.741957672	13.29309165
<i>Eugenia foetida</i>	0.207816387	0.461814193	8.273973866
<i>Coccoloba diversifolia</i>	0.205621835	0.456937411	8.186600275
<i>Neomillspaughia emarginata</i>	0.198288695	0.440641544	7.89463962
<i>Ficus maxima</i> Mill.	0.188524563	0.418943474	7.505891784
<i>Spondias mombin</i> L.	0.151856486	0.337458858	6.045993855
<i>Ottoschulzia pallida</i> Lundell	0.097465621	0.216590269	3.880483227
<i>Diospyros anisandra</i>	0.077223243	0.171607207	3.074555886
<i>Gymnanthes lucida</i>	0.07241334	0.160918533	2.883055045
<i>Diphyssa carthagenensis</i>	0.05300536	0.117789689	2.110348319
Valores totales	48.9695477	108.8212171	1949.667032

Ahora bien, de las 26 especies registradas para el predio, nueve registraron un volumen por arriba del metro cúbico neto; a saber: *Neea psychotrioides*, *Lonchocarpus rugosus*, *Coccoloba spicata*, *Lonchocarpus guatemalensis*, *Piscidia piscipula*, *Ficus cotinifolia*, *Metopium brownei*, *Bursera simaruba* y *Lysiloma latisiliquum*. Las últimas dos, con volumen mayor a los 8 m³.

De esto, se establece que se desmontarían el equivalente a **1,133.0579441 m³**, correspondientes con las 10.41210505 ha que pretenden aprovecharse por causa del proyecto **Senderos Poniente**.

IV.3.2 Fauna

IV.3.2.1 Descripción del método de muestreo

Para el inventario faunístico del sitio del proyecto, se llevó a cabo un muestreo a través de observaciones directas en campo, para lo cual se aprovecharon las brechas existentes en las zonas aledañas a los polígonos de aprovechamiento; el monitoreo incluyó reptiles, anfibios, mamíferos y aves. El registro de las especies se realizó a través de muestreos directos e indirectos. Para la ejecución del muestreo indirecto se empleó trampas tipo Sherman y Tomahawk, principalmente para la identificación de mamíferos. El muestreo directo consistió en recorridos diurnos y nocturnos en transectos de 100 m, para el avistamiento y registro de la fauna. Las actividades de campo se complementaron con la observación de huellas, excretas, zonas de anidación, identificación auditiva, madrigueras, entre otros. A continuación, se describe la metodología empleada para cada grupo faunístico:

Aves

Para la identificación de especies de aves presentes en el predio y sus alrededores, se emplearon mallas de niebla con dimensiones de 5 x 2,50 m, apertura de malla 30 mm. Estas se colocaron en brechas o caminos existentes, así como en áreas con vegetación alta. Las redes fueron colocadas en un horario de 6:00 a 10:00 hrs con una revisión periódica cada 30 minutos, los individuos capturados fueron identificados y liberados.

Reptiles y anfibios

Para la visualización o captura de reptiles y anfibios se realizó a través de recorridos sobre el predio. Los recorridos fueron realizados en turnos diurnos y nocturnos, mediante el uso de transectos lineales al azar, en zonas principalmente con presencia de vegetación con follaje denso y áreas con acumulación de hojarasca y rocas. El registro de las especies fue por el medio visual, auditivo o con búsqueda directa con el uso de ganchos herpetológicos.

Mamíferos

Para las actividades muestreo de mamíferos pequeños se emplearon trampas tipo Sherman, en el interior de esta se colocó un cebo de concentrado de vainilla, crema de cacahuete y avena para obtener la captura de roedores. Se colocaron 10 trampas en transectos lineales cada 20 metros. Las trampas se colocaron en el ocaso y estas fueron revisadas al siguiente día. Los mamíferos medianos fueron capturados con trampas tipo Tomahawk empleando cebos de fruta, carne y pescado. Se colocaron 6 trampas en transectos cada 50 metros. Estas fueron revisadas al día siguiente de su instalación. Una vez

identificadas las especies, estas fueron liberadas para evitar que el individuo se estrese o se lastime.

IV.3.2.2 Caracterización

Para la caracterización de la fauna se estimó riqueza, abundancia relativa, diversidad y equidad. La riqueza hace referencia al número de especies presentes en un área determinada (Smith y Smith, 2007)⁶¹; se estimó por medio del índice de Margalef:

$$D\alpha = \frac{S - 1}{\ln(N)}$$

Donde:

S : Número total de especies

N : Número total de individuos de todas las especies

$\ln$: Logaritmo natural

La abundancia relativa es la representación proporcional de una especie en una comunidad en un área determinada (Smith y Smith Óp. Cit.). Se calculó con la fórmula:

$$Pi = \frac{ni}{N}$$

Donde:

ni : Número total de individuos de una determinada especie

N : Número total de individuos de todas las especies

La diversidad se refiere a la abundancia de distintas especies en un área determinada (Smith y Smith Óp. Cit.). Se estimó con el índice de Shannon-Wiener, que mide el grado de incertidumbre en predecir la especie a la que pertenecerá un individuo tomado al azar (Zarco-Espinosa *et al.* Óp. Cit.); dándole más peso a las especies raras. Se calculó con:

$$H' = \sum Pi * \ln Pi$$

Donde:

Pi : Abundancia relativa

$\ln$: Logaritmo natural

La equidad o equitatividad se refiere a la medida del grado de igualdad en la distribución de la abundancia de las especies; la equidad máxima se da cuando todas las especies de la comunidad presentan el mismo número de individuos. Se calculó con la fórmula:

⁶¹Smith T. M. y R. L. Smith. 2007. Ecología (Elena Sanjosé Román, trad.) (6ª. edición). España: Pearson Educación, S. A. (Obra original publicada en 2006).

$$E = \frac{H'}{\ln(S)}$$

Donde:

H' : Índice de Shannon-Wiener

S : Número total de especies

$\ln$: Logaritmo natural

IV.3.2.3 Riqueza

Durante los muestreos realizados en el predio del proyecto se logró registrar individuos representativos de los grupos faunístico: reptiles, aves, mamífero y reptiles (**Cuadro IV:37**).

Cuadro IV:37. Listado de especies de fauna registradas en el predio.

GRUPO	FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	NÚMERO DE REGISTROS
ANFIBIOS	Bufonidae	<i>Incilius valliceps</i>	Sapo costero	8
	Bufonidae	<i>Bufo valliceps</i>	Sapo del golfo	3
	Hylidae	<i>Scinax staufferi</i>	Rana arborícola trompuda	5
	Hylidae	<i>Smilisca baudinii</i>	Rana de árbol mexicana	4
	Hylidae	<i>Trachycephalus typhonius</i>	Rana arborícola lechosa	7
REPTILES	Colubridae	<i>Leptophis mexicanus</i>	Culebra perico mexicana	2
	Colubridae	<i>Masticophis mentovarius</i>	Corredora	1
	Colubridae	<i>Mastigodryas melanolomus</i>	Culebra lagartijera común	2
	Colubridae	<i>Oxybelis fulgidus</i>	Culebra bejuquilla verde	3
	Colubridae	<i>Coniophanes schmidtii</i>	Culebra rayada yucateca	3
	Dactyloidae	<i>Anolis sagrei</i>	Anolis pardo	8
	Dactyloidae	<i>Anolis sericeus</i>	Anolis sedoso	6
	Corytophanidae	<i>Basiliscus vittatus</i>	Basilisco rayado, toloque	8
	Gekkonidae	<i>Hemidactylus frenatus</i>	Besucona	19
	Iguanidae	<i>Ctenosaura similis</i>	Iguana negra de cola espinosa	6
	Phrynosomatidae	<i>Sceloporus chrysostictus</i>	Lagartija escamosa pintas amarillas	21
	Plestiodon	<i>Plestiodon sumichrasti</i>	Eslizón listado del sureste	2
	Teiidae	<i>Holcosus undulatus</i>	Ameiva metálica o arcoiris	3
	Bataguridae	<i>Rhinoclemmys areolata</i>	Tortuga mojina de monte	2

	Kinosternidae	<i>Kinosternon scorpoides</i>	Tortuga casquito	escorpión,	1
AVES	Accipitridae	<i>Rupornis magnirostris</i>	Gavilán pollero		1
	Caprimulgidae	<i>Chordeiles minor</i>	Chotacabras zumbón		2
	Cardinalidae	<i>Piranga rubra</i>	Tángara roja		3
	Cathartidae	<i>Cathartes aura</i>	Zopilote aura		3
	Cathartidae	<i>Coragyps atratus</i>	Zopilote común		4
	Columbidae	<i>Columbina passerina</i>	Tórtola coquita		5
	Columbidae	<i>Patagioenas flavirostris</i>	Paloma morada		4
	Columbidae	<i>Zenaida asiatica</i>	Paloma ala blanca		7
	Corvidae	<i>Cyanocorax yucatanicus</i>	Chara yucateca		12
	Corvidae	<i>Psilorhinus morio</i>	Chara papán		10
	Cracidae	<i>Ortalis vetula</i>	Chachalaca		7
	Cuculidae	<i>Crotophaga sulcirostris</i>	Garrapatero pijuy		5
	Cuculidae	<i>Piaya cayana</i>	Cuclillo canela		1
	Hirundinidae	<i>Hirundo rustica</i>	Golondrina tijereta		15
	Icteridae	<i>Dives dives</i>	Tordo cantor		4
	Icteridae	<i>Icterus auratus</i>	Bolsero yucateco		4
	Icteridae	<i>Icterus dominicensis</i>	Bolsero dominico		3
	Icteridae	<i>Icterus gularis</i>	Bolsero de Altamira		3
	Icteridae	<i>Molothrus aeneus</i>	Tordo ojo rojo		3
	Icteridae	<i>Quiscalus mexicanus</i>	Zanate mexicano		18
	Mimidae	<i>Mimus gilvus</i>	Centzontle tropical		13
	Momotidae	<i>Eumomota superciliosa</i>	Momoto ceja azul, pájaro toh		3
	Parulidae	<i>Parula americana</i>	Parula norteña		4
	Picidae	<i>Melanerpes aurifrons</i>	Carpintero cheje		4
	Picidae	<i>Melanerpes pygmaeus</i>	Carpintero yucateco		2
	Psittacidae	<i>Amazona albifrons</i>	Loro frente blanco		8
	Psittacidae	<i>Aratinga nana</i>	Perico pecho sucio		12
	Tityridae	<i>Pachyramphus aglaiae</i>	Mosquero degollado	cabezón	5
	Tityridae	<i>Tityra semifasciata</i>	Titira enmascarada		2
	Trochilidae	<i>Chlorostilbon canivetii</i>	Colibrí, Esmeralda tijereta	Tzunum,	2
	Trogonidae	<i>Trogon violaceus</i>	Trogón violáceo		1
	Tyrannidae	<i>Myiozetetes similis</i>	Luis gregario		5
	Tyrannidae	<i>Megarynchus pitangua</i>	Luis picogruoso		4
	Tyrannidae	<i>Pitangus sulphuratus</i>	Luis bienteveo		6
	Tyrannidae	<i>Tyrannus melancholicus</i>	Tirano tropical		3

MAMÍFEROS	Vireonidae	<i>Vireo magister</i>	Vireo yucateco	4
	Phyllostomidae	<i>Carollia sowelli</i>	Murciélago frugívoro de cola corta	2
	Cricetidae	<i>Peromyscus yucatanicus</i>	Ratón yucateco	1
	Dasyproctidae	<i>Dasyprocta punctata</i>	Guaqueque centroamericano	1
	Didelphidae	<i>Didelphis virginiana</i>	Tlacuache norteño	2
	Mephitidae	<i>Spilogale putorius</i>	Zorrillo manchado, pay och	3
	Phyllostomidae	<i>Artibeus intermedius</i>	Murciélago	1
	Phyllostomidae	<i>Artibeus jamaicensis</i>	Murciélago-frutero	3
	Procyonidae	<i>Nasua narica</i>	Coatí norteño	8
	Sciuridae	<i>Sciurus yucatanensis</i>	Ardilla yucateca	6
	Emballonuridae	<i>Peropteryx macrotis</i>	Murciélago Perro Menor	Emballonurida e
	TOTAL			336

Se tuvo registro de 66 especies en el sitio del proyecto, destacando el grupo de las aves; lo cual se corrobora con el índice de Margalef, donde las aves obtuvieron un valor de 6.657, el grupo con el menor índice fue el de los anfibios con 1.214 (**Cuadro IV:38**).

Cuadro IV:38. Resultados obtenidos para el índice de Margalef por grupo faunístico.

GRUPO	NO. TOTAL, DE ESPECIES (S)	NO. TOTAL, DE INDIVIDUOS (N)	$\frac{S - 1}{\ln(N)}$
Anfibios	5	27	1.214
Reptiles	15	87	3.135
Aves	36	192	6.657
Mamíferos	10	30	2.646
TOTAL	66	336	13.652

Se concluye que el grupo con mayor riqueza es el de las aves, ya que presenta el número más alto de especies observadas en el área del predio y el grupo de los anfibios presenta una riqueza menor.

IV.3.2.4 Distribución

La mayoría de los individuos identificados en el predio corresponden a especies nativas. La fauna es habitual encontrarla en la zona norte de Quintana Roo. No se obtuvieron registros ferales ni silvestres que hayan ampliado su distribución dentro del área de interés.

Se identificaron especies de mamíferos y reptiles vinculados a zonas urbanizadas; tales como: tlacuache norteño (*Didelphis virginiana*), merece (*Anolis pardo*) y besucona

(*Hemidactylus frenatus*); estas especies se han extendido en ambientes impactados por el hombre y al paso del tiempo se han podido adaptar a las nuevas condiciones en especial para sus procesos de alimentación, reproducción y resguardo.

Con referencia a la estacionalidad, se registró un ave con estacionalidad migratoria la cual es parula nortea (*Parula americana*), su presencia en la Península de Yucatán es en el periodo de septiembre a marzo.

IV.3.2.5 Abundancia

El cálculo de la abundancia se muestra en el **Cuadro IV:39**. Las especies con mayor abundancia relativa fueron el Sapo costero (*Incilius valliceps*) con 0.296 y el coatí nortea (*Nasua narica*) con un valor de 0.267.

Cuadro IV:39. Abundancia relativa de las especies de fauna presentes en el predio.

GRUPO	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	ABUNDANCIA RELATIVA
ANFIBIOS	<i>Incilius valliceps</i>	Sapo costero	0.296
	<i>Scinax staufferi</i>	Rana arborícola trompuda	0.185
	<i>Smilisca baudinii</i>	Rana de árbol mexicana	0.148
	<i>Trachycephalus typhonius</i>	Rana arborícola lechosa	0.259
	<i>Bufo valliceps</i>	Sapo del golfo	0.111
	<i>Leptophis mexicanus</i>	Culebra perico mexicana	0.023
	<i>Masticophis mentovarius</i>	Corredora	0.011
REPTILES	<i>Mastigodryas melanolomus</i>	Culebra lagartijera común	0.023
	<i>Oxybelis fulgidus</i>	Culebra bejuquilla verde	0.034
	<i>Coniophanes schmidtii</i>	Culebra rayada yucateca	0.034
	<i>Basiliscus vittatus</i>	Basilisco rayado, toloque	0.092
	<i>Hemidactylus frenatus</i>	Besucón	0.218
	<i>Ctenosaura similis</i>	Iguana negra de cola espinosa	0.069
	<i>Sceloporus chrysostictus</i>	Lagartija escamosa pintas amarillas	0.241
	<i>Anolis sagrei</i>	Anolis pardo	0.092
	<i>Anolis sericeus</i>	Anolis sedoso	0.069
	<i>Plestiodon sumichrasti</i>	Eslizón listado del sureste	0.023
	<i>Holcosus undulatus</i>	Ameiva metálica o arcoiris	0.034
	<i>Rhinoclemmys areolata</i>	Tortuga mojina de monte	0.023
	<i>Kinosternon scorpioides</i>	Tortuga escorpión, casquito	0.011
AVES	<i>Rupornis magnirostris</i>	Gavilán pollero	0.005
	<i>Cathartes aura</i>	Zopilote aura	0.016
	<i>Coragyps atratus</i>	Zopilote común	0.021
	<i>Chlorostilbon canivetii</i>	Colibrí, Tzunum, Esmeralda tijereta	0.010
	<i>Chordeiles minor</i>	Chotacabras zumbón	0.010
	<i>Columbina passerina</i>	Tórtola coquita	0.026

MAMÍFEROS	<i>Patagioenas flavirostris</i>	Paloma morada	0.021
	<i>Zenaida asiatica</i>	Paloma ala blanca	0.036
	<i>Eumomota superciliosa</i>	Momoto ceja azul, pájaro toh	0.016
	<i>Crotophaga sulcirostris</i>	Garrapatero pijuy	0.026
	<i>Piaya cayana</i>	Cuclillo canela	0.005
	<i>Piranga rubra</i>	Tángara roja	0.016
	<i>Cyanocorax yucatanicus</i>	Chara yucateca	0.063
	<i>Psilorhinus morio</i>	Chara papán	0.052
	<i>Hirundo rustica</i>	Golondrina tijereta	0.078
	<i>Dives dives</i>	Tordo cantor	0.021
	<i>Icterus auratus</i>	Bolsero yucateco	0.021
	<i>Icterus dominicensis</i>	Bolsero dominico	0.016
	<i>Icterus gularis</i>	Bolsero de Altamira	0.016
	<i>Molothrus aeneus</i>	Tordo ojo rojo	0.016
	<i>Quiscalus mexicanus</i>	Zanate mexicano	0.094
	<i>Mimus gilvus</i>	Centzontle tropical	0.068
	<i>Pachyrhamphus aglaiae</i>	Mosquero cabezón degollado	0.026
	<i>Tityra semifasciata</i>	Titira enmascarada	0.010
	<i>Myiozetetes similis</i>	Luis gregario	0.026
	<i>Megarynchus pitangua</i>	Luis picogrueso	0.021
	<i>Pitangus sulphuratus</i>	Luis bienteveo	0.031
	<i>Tyrannus melancholicus</i>	Tirano tropical	0.016
	<i>Vireo magister</i>	Vireo yucateco	0.021
	<i>Melanerpes aurifrons</i>	Carpintero cheje	0.021
	<i>Melanerpes pygmaeus</i>	Carpintero yucateco	0.010
	<i>Amazona albifrons</i>	Loro frente blanco	0.042
	<i>Aratinga nana</i>	Perico pecho sucio	0.063
	<i>Ortalis vetula</i>	Chachalaca	0.036
	<i>Parula americana</i>	Parula norteña	0.021
	<i>Trogon violaceus</i>	Trogón violáceo	0.005
	<i>Carollia sowelli</i>	Murciélago frugívoro de cola corta	0.067
	<i>Peropteryx macrotis</i>	Murciélago Perro Menor	0.100
	<i>Nasua narica</i>	Coatí norteño	0.267
	<i>Artibeus intermedius</i>	Murciélago	0.033
	<i>Artibeus jamaicensis</i>	Murciélago-frutero	0.100
	<i>Didelphis virginiana</i>	Tlacuache norteño	0.067
	<i>Peromyscus yucatanicus</i>	Ratón yucateco	0.033
	<i>Dasyprocta punctata</i>	Guaqueque centroamericano	0.033
	<i>Spilogale putorius</i>	Zorrillo manchado, pay och	0.100
	<i>Sciurus yucatanensis</i>	Ardilla yucateca	0.200

IV.3.2.6 Diversidad

El cálculo de la diversidad se muestra en el **Cuadro IV:40**. Las especies con mayor diversidad fueron el anfibio *Incilius valliceps* con un valor de 0.360 y el mamífero *Nasua narica* con 0.352; el grupo con mayor diversidad fue el de las aves con un valor de 3.338.

Cuadro IV:40. Diversidad de las especies de fauna presentes en el predio.

GRUPO	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	ÍNDICE DE SHANNON-WIENER
ANFIBIOS	<i>Incilius valliceps</i>	Sapo costero	0.360
	<i>Scinax staufferi</i>	Rana arborícola trompuda	0.312
	<i>Smilisca baudinii</i>	Rana de árbol mexicana	0.283
	<i>Trachycephalus typhonius</i>	Rana arborícola lechosa	0.350
	<i>Bufo valliceps</i>	Sapo del golfo	0.244
TOTAL			1.550
REPTILES	<i>Leptophis mexicanus</i>	Culebra perico mexicana	0.087
	<i>Masticophis mentovarius</i>	Corredora	0.051
	<i>Mastigodryas melanolomus</i>	Culebra lagartijera común	0.087
	<i>Oxybelis fulgidus</i>	Culebra bejuquilla verde	0.116
	<i>Coniophanes schmidtii</i>	Culebra rayada yucateca	0.116
	<i>Basiliscus vittatus</i>	Basilisco rayado, toloque	0.219
	<i>Hemidactylus frenatus</i>	Besucona	0.332
	<i>Ctenosaura similis</i>	Iguana negra de cola espinosa	0.184
	<i>Sceloporus chrysostictus</i>	Lagartija escamosa pintas amarillas	0.343
	<i>Anolis sagrei</i>	Anolis pardo	0.219
	<i>Anolis sericeus</i>	Anolis sedoso	0.184
	<i>Plestiodon sumichrasti</i>	Eslizón listado del sureste	0.087
	<i>Holcosus undulatus</i>	Ameiva metálica o arcoiris	0.116
	<i>Rhinoclemmys areolata</i>	Tortuga mojina de monte	0.087
	<i>Kinosternon scorpioides</i>	Tortuga escorpión, casquito	0.051
TOTAL			2.281
AVES	<i>Rupornis magnirostris</i>	Gavilán pollero	0.027
	<i>Cathartes aura</i>	Zopilote aura	0.065
	<i>Coragyps atratus</i>	Zopilote común	0.081
	<i>Chlorostilbon canivetii</i>	Colibrí, Tzunum, Esmeralda tijereta	0.048
	<i>Chordeiles minor</i>	Chotacabras zumbón	0.048
	<i>Columbina passerina</i>	Tórtola coquita	0.095
	<i>Patagioenas flavirostris</i>	Paloma morada	0.081
	<i>Zenaida asiatica</i>	Paloma ala blanca	0.121
	<i>Eumomota superciliosa</i>	Momoto ceja azul, pájaro toh	0.065

	<i>Crotophaga sulcirostris</i>	Garrapatero pijuy	0.095
	<i>Piaya cayana</i>	Cuculillo canela	0.027
	<i>Piranga rubra</i>	Tángara roja	0.065
	<i>Cyanocorax yucatanicus</i>	Chara yucateca	0.173
	<i>Psilorhinus morio</i>	Chara papán	0.154
	<i>Hirundo rustica</i>	Golondrina tijereta	0.199
	<i>Dives dives</i>	Tordo cantor	0.081
	<i>Icterus auratus</i>	Bolsero yucateco	0.081
	<i>Icterus dominicensis</i>	Bolsero dominico	0.065
	<i>Icterus gularis</i>	Bolsero de Altamira	0.065
	<i>Molothrus aeneus</i>	Tordo ojo rojo	0.065
	<i>Quiscalus mexicanus</i>	Zanate mexicano	0.222
	<i>Mimus gilvus</i>	Centzontle tropical	0.182
	<i>Pachyramphus aglaiae</i>	Mosquero cabezón degollado	0.095
	<i>Tityra semifasciata</i>	Titira enmascarada	0.048
	<i>Myiozetetes similis</i>	Luis gregario	0.095
	<i>Megarynchus pitangua</i>	Luis picogruoso	0.081
	<i>Pitangus sulphuratus</i>	Luis bienteveo	0.108
	<i>Tyrannus melancholicus</i>	Tirano tropical	0.065
	<i>Vireo magister</i>	Vireo yucateco	0.081
	<i>Melanerpes aurifrons</i>	Carpintero cheje	0.081
	<i>Melanerpes pygmaeus</i>	Carpintero yucateco	0.048
	<i>Amazona albifrons</i>	Loro frente blanco	0.132
	<i>Aratinga nana</i>	Perico pecho sucio	0.173
	<i>Ortalis vetula</i>	Chachalaca	0.121
	<i>Parula americana</i>	Parula norteña	0.081
	<i>Trogon violaceus</i>	Trogón violáceo	0.027
		TOTAL	3.338
	<i>Carollia sowelli</i>	Murciélago frugívoro de cola corta	0.181
	<i>Peropteryx macrotis</i>	Murciélago Perro Menor	0.230
	<i>Nasua narica</i>	Coatí norteño	0.352
	<i>Artibeus intermedius</i>	Murciélago	0.113
	<i>Artibeus jamaicensis</i>	Murciélago-frutero	0.230
MAMÍFEROS	<i>Didelphis virginiana</i>	Tlacuache norteño	0.181
	<i>Peromyscus yucatanicus</i>	Ratón yucateco	0.113
	<i>Dasyprocta punctata</i>	Guaqueque centroamericano	0.113
	<i>Spilogale putorius</i>	Zorrillo manchado, pay och	0.230
	<i>Sciurus yucatanensis</i>	Ardilla yucateca	0.322
		TOTAL	2.066

El valor del índice Shannon-Wiener (1949) obtenido para cada grupo de fauna del predio presentan valores menores a 5. Los valores inferiores a 2 indican una biodiversidad baja

siendo estos: anfibios con 1.550, reptiles con 2.281 y mamíferos con 2.646, las aves obtuvieron un valor de 3.338, lo cual se considera un valor alto en diversidad.

IV.3.2.7 Equidad

El resultado obtenido para el cálculo de equidad, se presenta en el **Cuadro IV:41**.

Cuadro IV:41. Resultados obtenidos para el índice de Equidad por grupo faunístico.

GRUPO	ÍNDICE DE SHANNON-WIENER	NO. TOTAL, DE ESPECIES (S)	H' $\ln(S)$
Anfibios	1.550	5	0.963
Reptiles	2.281	15	0.842
Aves	3.338	36	0.932
Mamíferos	2.066	10	0.897

Los datos obtenidos para el índice de equitatividad y reflejados en la tabla anterior, indican que la distribución y abundancia de las especies son homogéneas.

IV.3.2.8 Especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010

Respecto a las especies listadas bajo alguna categoría de riesgo conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010, solo se encontraron seis especies en las categorías de Amenazadas (A) y Protección especial (Pr), las especies contempladas en la Norma se representan en el **Cuadro IV:42**.

Cuadro IV:42. Especies identificadas en el predio con categoría en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

ESPECIE	NOMBRE COMÚN	NOM-059-SEMARNAT-2010
<i>Leptophis mexicanus</i>	Culebra perico mexicana	A
<i>Ctenosaura similis</i>	Iguana negra de cola espinosa	A
<i>Rhinoclemmys areolata</i>	Tortuga mojina de monte	A
<i>Kinosternon scorpioides</i>	Tortuga escorpión, casquito	Pr
<i>Amazona albifrons</i>	Loro frente blanco	Pr
<i>Aratinga nana</i>	Perico pecho sucio	Pr

V IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES

La Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA)⁶², en su Artículo 3º., Fracción XX, define el impacto ambiental como la *modificación del ambiente ocasionada por la acción del hombre o de la naturaleza*, por lo que toda actividad y acción que forme parte del proyecto, se traducirá en un impacto ambiental.

Ahora, el término impacto deriva del latín “impactus”, que significa chocar; otorgándosele un toque figurativo de **acción fuerte**. En conjunción con la palabra ambiental, se le dio el significado de efecto fuerte, que puede ser favorable o desfavorable, sobre el ambiente o alguno de sus componentes, y sobre los procesos naturales; ocasionado por las actividades humanas en un espacio y tiempo determinados.

La evaluación de impacto ambiental (EIA) es un procedimiento jurídico-administrativo, tal como lo establece el Artículo 28 de la LGEEPA (Óp. Cit.): 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. Por otra parte, la EIA también atiende la elaboración de un análisis encaminado a predecir las alteraciones que el Proyecto o actividad puede producir en la salud humana (Conesa, 1997) ⁶³.

Con base en lo anterior, la EIA que se realizó en la presente Manifestación, estuvo encaminada a identificar, predecir, interpretar, valorar, prevenir y comunicar los impactos ambientales significativos y potenciales que pudiesen generarse por causa del proyecto **Senderos Poniente**, interpretado en términos de salud y bienestar humanos y ambiental; así como la prevención y corrección de los mismos.

⁶² Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. Diario Oficial de la Federación de los Estados Unidos Mexicanos, Ciudad de México, México, 28 de enero de 1998.

⁶³ Conesa Fernández-Vitora, V. 1997. Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental. 3ª edición. Mundi-Prensa. 300 p.

V.1 METODOLOGÍA PARA IDENTIFICAR Y EVALUAR LOS IMPACTOS AMBIENTALES

La metodología seleccionada para llevar a cabo la EIA es la desarrollada por Vicente Conesa Fdez-Vitora (Óp. Cit.), que tiene como línea de actuación conocer *a priori* la alteración que va a conllevar sobre el ambiente una actuación determinada. Su objetivo principal es realizar un estudio del impacto que sobre el ambiente ocasionará la puesta en marcha de un proyecto, obra o actividad; para intentar predecir y evaluar las consecuencias que la ejecución de dichas actividades pueda ocasionar en el contexto en el que se localiza.

Asimismo, se pretende que la identificación y evaluación de los impactos sirva para indicar las posibles medidas correctoras o minimizadoras de sus efectos, de ser prácticamente imposible la erradicación por completo de un impacto negativo (lo que suele ser la norma).

La estructura general del EIA desarrollado por Conesa (Óp. Cit.) está compuesta por las siguientes fases:

1. *Análisis del proyecto.* Se recogió en un esquema las diferentes etapas del proyecto, asimismo se tuvo en cuenta el tipo de material, maquinaria y equipo que se utilizarán para todas las fases; así como la contaminación y otros parámetros de interés.
2. *Definición del entorno del proyecto y posterior descripción y estudio del mismo.* Se realizó la delimitación geográfica de los impactos con base en la ocupación del suelo por el proyecto.
3. *Previsión de los efectos* que el proyecto generará sobre el medio. En esta fase se desarrolló una primera aproximación al estudio de acciones y efectos, sin entrar en detalles.
4. *Identificación de las acciones del proyecto potencialmente impactantes.*
5. *Identificación de los factores del medio potencialmente impactados.*
6. *Identificación de relaciones causa-efecto entre acciones del proyecto y factores del medio. Elaboración de la matriz de Importancia y valoración cualitativa del impacto.*
7. *Predicción de la magnitud* del impacto sobre cada factor.
8. *Valoración cuantitativa del impacto ambiental;* incluyendo transformación de medidas de impactos en unidades inconmensurables a valores conmensurables de calidad ambiental, y suma ponderada de ellos para obtener el impacto total.
9. *Definición de las medidas correctoras (en el apartado de medidas de mitigación).*

V.1.1 Indicadores de impacto

Dado que el impacto ambiental comprende aquellos efectos sobre el ambiente, sus componentes y sus procesos naturales; se deberán considerar factores físico-químicos, biológicos, paisajísticos, relativos al uso de suelo; sociales, culturales y humanos, y económicos, en el proceso de evaluación ambiental (Perevichtchikova, 2013)⁶⁴.

Lo anterior, se traduce en una gran cantidad de datos por analizar, por lo que suelen sintetizarse en indicadores que permitan interpretar un fenómeno o un proceso de forma más simple y sistémica, representando un modelo empírico de la realidad y posibilitando cuantificar y comunicar la información a diversos sectores (Perevichtchikova, Óp. Cit.). En este sentido, llamamos indicador de impacto ambiental, al elemento o concepto asociado a un factor que proporciona la medida de la magnitud del impacto, al menos en su aspecto cualitativo y, si es posible, cuantitativo (Conesa Óp. Cit.).

V.1.2 Lista indicativa de indicadores de impacto

La lista indicativa de indicadores de impacto, se muestra en el **Cuadro V:1**.

Cuadro V:1. Propuesta final de indicadores ambientales para la EIA del proyecto “Senderos Poniente”.

ÁREA TEMÁTICA	TEMA	INDICADOR DE IMPACTO
Atmósfera	Deterioro	Generación de gases con efecto invernadero: monóxido de carbono (CO), óxido nítrico (NOx), hidrocarburo no quemado (HC), dióxido de azufre (SO2) y partículas de hollín (MP)
Suelo	Deterioro	Generación de residuos peligrosos
	Pérdida	Ausencia de capas (horizontes) del suelo (superficiales y subsuperficiales)
Acuífero	Pérdida	Generación de aguas residuales domésticas
Fauna	Desplazamiento	Ausencia de fauna
Flora	Pérdida	Porcentaje de cobertura vegetal
		Ausencia de vegetación
Paisaje	Deterioro	Modificación de naturalidad
Economía	Crecimiento	Presencia de flujo de efectivo
Población	Mejoramiento	Presencia de ingreso laboral
Agua	Deterioro	Generación de aguas residuales

⁶⁴ Perevichtchikova, M. 2013. La evaluación del impacto ambiental y la importancia de los indicadores ambientales. Gestión y Política Pública. 22 (2): 283-312.

V.1.3 Criterios y metodologías de evaluación

V.1.3.1 Criterios

La valoración de los impactos ambientales se realizó mediante la medición del grado de manifestación cualitativa del efecto, definida como su importancia. La importancia se evaluó mediante once criterios o atributos cualitativos, que se enlistan y detallan a continuación:

Signo: refiere al carácter beneficioso (+) o perjudicial (-) de la acción sobre el factor ambiental.

Intensidad (I): refiere al grado de incidencia de la acción sobre el factor ambiental.

Extensión (EX): refiere al área de influencia teórica del impacto en relación con el entorno del proyecto.

Momento (MO): refiere al tiempo que transcurre entre la aparición de la acción y el comienzo del efecto sobre el factor del medio considerado.

Persistencia (PE): refiere al tiempo que supuestamente permanecería el efecto desde su aparición y, a partir del cual el factor retornaría a las condiciones iniciales previas a la acción por medios naturales, o mediante la introducción de medidas correctoras.

Reversibilidad (RV): refiere a la posibilidad del factor de retornar a las condiciones iniciales previo a la acción impactante, por medio naturales, una vez aquella deja de actuar sobre el medio.

Recuperabilidad (MC): refiere a la posibilidad del factor de retornar a las condiciones iniciales previas a la actuación, por medio de la intervención humana.

Sinergia (SI): 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 de esperar de la manifestación de efectos cuando las acciones que las provocan actúan de manera independiente no simultánea.

Acumulación (AC): refiere al incremento progresivo de la manifestación del efecto, cuando persiste de forma continuada o reiterada la acción que lo genera.

Efecto (EF): refiere a la relación causa-efecto, ósea la forma de manifestación del efecto sobre un factor, como consecuencia de una acción.

Periodicidad (PR): 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).

Importancia del impacto (I): es la importancia del efecto de una acción sobre un factor ambiental, no debe confundirse con la importancia del factor ambiental afectado. La importancia se deduce por medio de la siguiente fórmula:

$$I = \pm[3I + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC]$$

En el **Cuadro V:2** se muestran los valores que pueden adquirir estos atributos:

Cuadro V:2. Parámetros para la evaluación de los atributos de los impactos ambientales.

Naturaleza		Intensidad (I)	
Impacto beneficioso	+	Baja	1
Impacto perjudicial	-	Media	2
		Alta	4
		Muy alta	8
		Total	12
Extensión (EX)		Momento (MO)	
Puntual	1	Largo plazo	1
Parcial	2	Medio plazo	2
Extenso	4	Inmediato	4
Total	8	Crítico	(+4)
Crítica	(+4)		
Persistencia (PE)		Reversibilidad	
Fugaz	1	Corto plazo	1
Temporal	2	Medio plazo	2
Permanente	4	Irreversible	4
Sinergia (SI)		Acumulación (AC)	
Sin sinergismo (simple)	1	Simple	1
Sinérgico	2	Acumulativo	4
Muy sinérgico	4		
Efecto (EF)		Periodicidad (PR)	
Indirecto (secundario)	1	Irregular o aperiódico y discontinuo	1
Directo	4	Periódico	2
		Continuo	4
Recuperabilidad (MC)		IMPORTANCIA (I)	
De manera inmediata	1	$I = \pm(3I + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC)$	
A medio plazo	2		
Mitigable	4		
Irrecuperable	8		

Por su parte, la interpretación de la importancia del impacto se realizó conforme la siguiente escala:

➤ Impactos con valor de importancia menor a 25:	Irrelevantes
➤ Impactos con valor de importancia entre 25 y 50:	Moderados
➤ Impactos con valor de importancia entre 50 y 75:	Severos
➤ Impactos con valor de importancia mayor a 75:	Críticos

V.1.3.2 Metodologías de evaluación y justificación de la metodología seleccionada

En la Guía para la elaboración de la presente Manifestación realizada por la SEMARNAT, se presenta una lista de las metodologías más comúnmente utilizadas para la evaluación del impacto ambiental de proyectos; que se reproduce a continuación:

- Sistemas de red y gráficos
 - Matrices causa-efecto (Leopold)
 - CNYRPAB
 - Bereano
 - Sonrensen
 - Guías metodológicas del MOPU
 - Banco Mundial
- Sistemas de valoración de impactos
 - Clasificación de Dickert
 - Clasificación de Estevan Bolea
- Sistemas cartográficos
 - Superposición de capas de información (transparentes)
 - Mc Harg
 - Tricart
 - Falque
- Métodos basados en parámetros, índices e integración de la evaluación
 - Holmes
 - Universidad de Georgia
 - Hill-Schechter
 - Fisher-Davies
- Métodos cuantitativos
 - Batelle-Columbus
 - Método de Domingo Gómez Orea

En este sentido, la metodología utilizada en la presente Manifestación, es la propuesta por Conesa Fernández-Vitora (Óp. Cit.); que se basa en el método de las matrices causa-efecto,

y que plantea la obtención de valores de importancia a través de una valoración cualitativa y cuantitativa de los impactos ambientales identificados. Por tanto, involucra otros métodos, específicamente la matriz de Leopold y el método Batelle-Columbus.

Entre las ventajas que se encontraron a esta metodología, y por las cuales fue elegida por sobre las demás, están (**Figura V:1**):

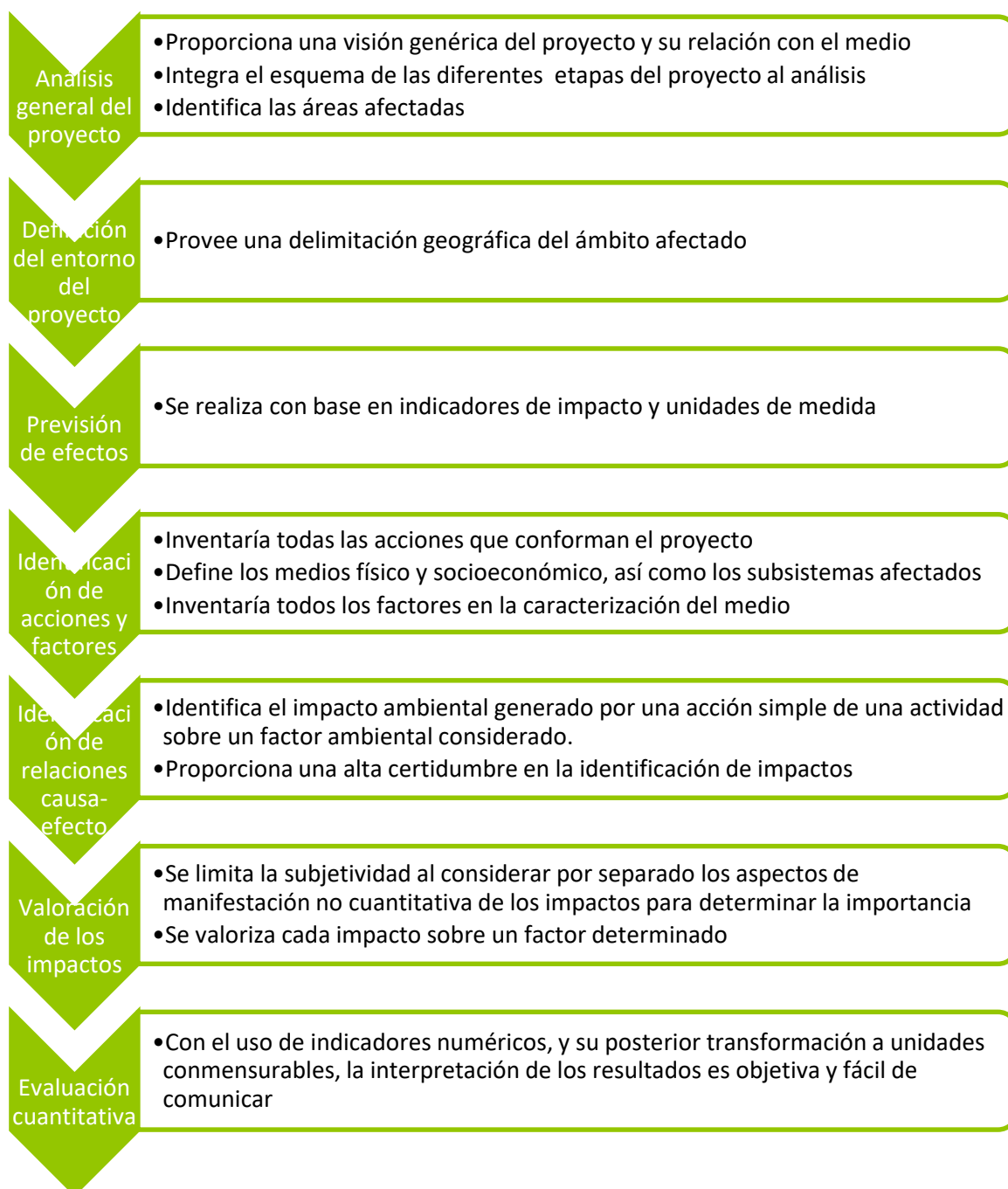


Figura V:1. Diagrama de flujo para la evaluación del impacto ambiental, según Conesa (Óp. Cit.)

V.2 VALORACIÓN CUALITATIVA IMPACTO AMBIENTAL

V.2.1 Estudio del proyecto y su entorno

V.2.1.1 *Análisis del proyecto*

Se relacionaron aquellas características, peculiaridades y datos básicos de interés; lográndose identificar materiales, maquinaria y equipos a usarse en función de las etapas, subetapas y actividades del proyecto. El que en este caso se describen las actividades correspondientes con la construcción del fraccionamiento habitacional Senderos Poniente (**Cuadro V:3**).

Cuadro V:3. Análisis de las actividades del proyecto.

ETAPA	SUBETAPA	ACTIVIDAD
Preparación	Delimitado	Colocación de estacas y balizas para marcar longitudes y cadenamientos
	Desmante	Remoción de la vegetación
	Despalme	Eliminación de la capa superficial del suelo
	Limpieza del terreno	Retiro de residuos, escombros y hierba
	Instalación de infraestructura temporal	Construcción de bodega para resguardo de materiales
	Nivelación	Cortes y rellenos del terreno
		Uso de maquinaria
	Todas las subetapas de preparación	Renta de maquinaria y adquisición de combustibles e insumos químicos
		Contratación de personal
		Adquisición y uso de sanitarios portátiles
Construcción	Conexión a servicios básicos	Obras de conexión a servicios básicos
	Vialidades internas	Cortes y compactación del terreno
		Vertido y adecuación de capa asfáltica
		Uso de maquinaria
	Cimentación de viviendas	Colocación de zapatas
	Construcción de muros, instalación de piso y techumbre de viviendas	Colocación de estructura de muros
		Colocación de firmes de concreto
	Ingenierías y acabados	Instalación de redes y tuberías
		Trabajos de carpintería, cancelería, etc.
		Instalación de servicios auxiliares
Operación	Todas las subetapas de construcción	Adquisición de insumos, materiales y equipo
		Contratación de personal
		Adquisición y uso de sanitarios portátiles
	Funcionamiento de viviendas	Ocupación de viviendas
	Mantenimiento de viviendas	Mantenimiento de viviendas y áreas verdes
		Mantenimiento de infraestructura
	Todas las subetapas de operación	Adquisición de insumos, materiales y equipo
		Contratación de personal

V.2.1.2 Definición del entorno del proyecto

Se pretende el desarrollo y establecimiento del proyecto en un predio privado ubicado en el polígono de actuación del Programa Parfcial de Dearrollo Urbano “El Jesusito”, dentro de una reserva urbana de crecimiento, contigua a la localidad de Playa del Carmen. Tanto la reserva urbana de crecimiento, como la localidad de Playa del Carmen, conforman el entorno del proyecto (ver Capítulo II del presente documento).

El predio se localiza dentro de una microcuenca que presenta climas cálidos debido a su posición geográfica: contenida en la zona intertropical; por lo que recibe una gran cantidad de precipitación pluvial anual. Lo que le confiere una frecuencia media de tormentas tropicales y huracanes. Con respecto a otros tensores ambientales, no se encuentra en zona de riesgo sísmico, ni de deslaves, debido a su relieve relativamente plano y a la relativa carencia de fallas y fracturas geológicas, y otros elementos estructurales.

Con respecto a su composición litológica, el predio se compone de calizas, lo que condiciona los demás componentes del ambiente físico: a) su disolución origina suelo poroso y muy delgado; b) la carencia de una formación geológica que produzca arena o arenilla, que sature y cierre los poros, disminuye la permeabilidad desarrollada; y c) la ausencia de sedimentos superficiales determina la ausencia de corrientes superficiales.

En general el acuífero es de buena calidad; la familia de agua predominante es cálcica magnésica-bicarbonatada y sódico-clorurada. El acuífero recibe la descarga de aguas residuales de la ciudad de Cancún, del municipio de José Morelos y de Solidaridad, por lo que presenta una vulnerabilidad alta a la contaminación.

La vegetación se conforma por una única comunidad: selva mediana subperennifolia. El número total de individuos por especie y por estrato, es relativamente bajo, con un par de excepciones. Por su parte, la fauna asociada al ecosistema de selva mediana subperennifolia que existe en el predio de interés ostenta una biodiversidad baja en cuanto a especies de aves, reptiles y mamíferos.

Por su parte, la fauna asociada al ecosistema de selva mediana subperennifolia que existe en el predio de interés ostenta una biodiversidad baja en cuanto a especies de aves, reptiles y mamíferos.

V.2.2 Construcción de la matriz de impactos

V.2.2.1 Identificación de las acciones del proyecto potencialmente impactantes

La identificación de acciones se realizó atendiendo la significatividad (capacidad de generar alteraciones), independencia (para evitar duplicidades), vinculación a la realidad del proyecto y posibilidad de cuantificación. También se consideró sean excluyentes, unas respecto a las otras, de manera que incluyeran acciones análogas de alcance, en cuanto a los efectos producidos sobre los factores del medio.

En el **Cuadro V:4** se presenta el listado de las actividades del proyecto, y las acciones impactantes que podrían generar.

Cuadro V:4. Identificación acciones impactantes.

ACTIVIDAD	ACCIÓN IMPACTANTE	COMPONENTE	FACTOR
Colocación de estacas y balizas para marcar longitudes y cadenamientos	Disminución de naturalidad del paisaje	Paisaje	Deterioro
	Generación de residuos de manejo especial	Suelo	Deterioro
	Generación de barreras físicas	Paisaje	Deterioro
Remoción de la vegetación	Reducción de biomasa	Flora	Pérdida
	Desplazamiento de la fauna	Fauna	Desplazamiento
	Disminución de naturalidad del paisaje	Paisaje	Deterioro
	Generación de residuos de manejo especial	Suelo	Deterioro
	Generación de gases de efecto invernadero	Atmósfera	Deterioro
Eliminación de la capa superficial del suelo	Pérdida de suelo	Suelo	Deterioro
	Disminución de naturalidad del paisaje	Paisaje	Deterioro
	Generación de residuos de manejo especial	Suelo	Deterioro
	Generación de gases de efecto invernadero	Atmósfera	Deterioro
Retiro de residuos, escombros y hierba	Generación de residuos de manejo especial	Suelo	Deterioro
Construcción de bodega para resguardo de materiales	Generación de residuos de manejo especial	Suelo	Deterioro
Cortes y rellenos del terreno	Modificación de características químicas y físicas del suelo	Suelo	Pérdida
	Disminución de naturalidad del paisaje	Paisaje	Deterioro
Uso de maquinaria	Generación de gases de efecto invernadero	Atmósfera	Deterioro
Renta de maquinaria y adquisición de combustibles e insumos químicos	Inversión de capital	Economía	Crecimiento
Contratación de personal	Generación de empleos	Población	Mejoramiento
Adquisición y uso de sanitarios portátiles	Generación de aguas residuales	Agua	Deterioro
Obras de conexión a servicios básicos	Generación de residuos de manejo especial	Suelo	Deterioro

ACTIVIDAD	ACCIÓN IMPACTANTE	COMPONENTE	FACTOR
Cortes y compactación del terreno	Modificación de características químicas y físicas del suelo	Suelo	Pérdida
	Disminución de naturalidad del paisaje	Paisaje	Deterioro
Vertido y adecuación de capa asfáltica	Modificación de características químicas y físicas del suelo	Suelo	Deterioro
	Disminución de naturalidad del paisaje	Paisaje	Deterioro
Uso de maquinaria	Generación de gases de efecto invernadero	Atmósfera	Deterioro
Colocación de zapatas	Generación de residuos de manejo especial	Suelo	Deterioro
	Modificación de características químicas y físicas del suelo	Suelo	Pérdida
Colocación de estructura de muros	Disminución de naturalidad del paisaje	Paisaje	Deterioro
	Generación de residuos de manejo especial	Suelo	Deterioro
Colocación de firmes de concreto	Generación de residuos de manejo especial	Suelo	Deterioro
Instalación de redes y tuberías	Generación de residuos de manejo especial	Suelo	Deterioro
Trabajos de carpintería, cancelería, etc.	Generación de residuos de manejo especial	Suelo	Deterioro
Instalación de servicios auxiliares	Generación de residuos de manejo especial	Suelo	Deterioro
Adquisición de insumos, materiales y equipo	Inversión de capital	Economía	Crecimiento
Contratación de personal	Generación de empleos	Población	Mejoramiento
Adquisición y uso de sanitarios portátiles	Generación de aguas residuales	Agua	Deterioro
Ocupación de viviendas	Generación de residuos sólidos urbanos	Suelo	Deterioro
	Consumo de agua	Acuífero	Pérdida
	Consumo energético	Atmósfera	Deterioro
	Generación de aguas residuales	Agua	Deterioro
Mantenimiento de viviendas y áreas verdes	Generación de residuos sólidos urbanos	Suelo	Deterioro
Mantenimiento de infraestructura	Generación de residuos sólidos urbanos	Suelo	Deterioro
Adquisición de insumos, materiales y equipo	Inversión de capital	Economía	Crecimiento
Contratación de personal	Generación de empleos	Población	Mejoramiento

V.2.2.2 Identificación de los factores del medio potencialmente impactados

El entorno del proyecto está constituido por elementos y procesos interrelacionados, que pertenecen a los sistemas: medio físico y medio socioeconómico. Estos sistemas se integran por subsistemas: medio abiótico, medio biótico y medio perceptual, y medio económico.

A cada subsistema pertenecen una serie de componentes ambientales susceptibles de recibir impactos, entendidos como los elementos, cualidades y procesos del entorno que pueden ser afectados por las acciones impactantes consecuencias del proyecto.

Los componentes ambientales pueden descomponerse en determinado número de factores o parámetros, los cuales deberán ser representativos del entorno afectado -y por tanto del impacto total producido por la ejecución del proyecto sobre el ambiente-, relevantes –portadores de información significativa sobre la magnitud e importancia del impacto-, excluyentes –sin solapamientos ni redundancias-, de fácil identificación –tanto en su concepto como en su apreciación- y de fácil cuantificación –ya que muchos de ellos serán intangibles-.

En el **Cuadro V:5** se presentan los factores del medio susceptibles de recibir impactos por causa de la ejecución del proyecto **Senderos Poniente**, y se contabilizan las acciones impactantes antes enlistadas que afectan a cada componente ambiental.

Cuadro V:5. Identificación componentes y factores ambientales afectados.

SISTEMA	SUBSISTEMA	COMPONENTE	FACTOR	ACCIÓN IMPACTANTE
Medio físico	Medio abiótico	Atmósfera	Deterioro	Consumo energético
		Atmósfera	Deterioro	Generación de gases de efecto invernadero
		Suelo	Deterioro	Generación de residuos de manejo especial
		Suelo	Deterioro	Generación de residuos sólidos urbanos
		Suelo	Deterioro	Modificación de características químicas y físicas del suelo
			Pérdida	
		Suelo	Deterioro	Pérdida de suelo
		Acuífero	Pérdida	Consumo de agua
		Agua	Deterioro	Generación de aguas residuales
	Medio biótico	Fauna	Desplazamiento	Desplazamiento de la fauna
		Flora	Pérdida	Reducción de biomasa
	Medio perceptual	Paisaje	Deterioro	Disminución de naturalidad del paisaje
		Paisaje	Deterioro	Generación de barreras físicas
Medio socioeconómico	Medio socioeconómico	Población	Mejoramiento	Generación de empleos
		Economía	Crecimiento	Inversión de capital

V.2.2.3 Identificación de Impactos ambientales

La identificación de los impactos ambientales potenciales del proyecto se muestra en el **Cuadro V:6** relacionando la actividad impactante y los factores del medio afectados, para el proyecto.

Cuadro V:6. Identificación impactos potenciales.

No.	IMPACTO	COMPONENTE	FACTOR
A1	Disminución de naturalidad del paisaje por colocación de estacas y balizas para marcar longitudes y cadenamientos	Paisaje	Deterioro
A2	Generación de residuos de manejo especial por colocación de estacas y balizas para marcar longitudes y cadenamientos	Suelo	Deterioro
A3	Generación de barreras físicas por colocación de estacas y balizas para marcar longitudes y cadenamientos	Paisaje	Deterioro
A4	Reducción de biomasa por remoción de la vegetación	Flora	Pérdida
A5	Desplazamiento de la fauna por remoción de la vegetación	Fauna	Desplazamiento
A6	Disminución de naturalidad del paisaje por remoción de la vegetación	Paisaje	Deterioro
A7	Generación de residuos de manejo especial por remoción de la vegetación	Suelo	Deterioro
A8	Generación de gases de efecto invernadero por remoción de la vegetación	Atmósfera	Deterioro
A9	Pérdida de suelo por eliminación de la capa superficial del suelo	Suelo	Deterioro
A10	Disminución de naturalidad del paisaje por eliminación de la capa superficial del suelo	Paisaje	Deterioro
A11	Generación de residuos de manejo especial por eliminación de la capa superficial del suelo	Suelo	Deterioro
A12	Generación de gases de efecto invernadero por eliminación de la capa superficial del suelo	Atmósfera	Deterioro
A13	Generación de residuos de manejo especial por retiro de residuos, escombros y hierba	Suelo	Deterioro
A14	Generación de residuos de manejo especial por construcción de bodega para resguardo de materiales	Suelo	Deterioro
A15	Modificación de características químicas y físicas del suelo por cortes y rellenos del terreno	Suelo	Pérdida
A16	Disminución de naturalidad del paisaje por cortes y rellenos del terreno	Paisaje	Deterioro
A17	Generación de gases de efecto invernadero por uso de maquinaria	Atmósfera	Deterioro
A18	Inversión de capital por renta de maquinaria y adquisición de combustibles e insumos químicos	Economía	Crecimiento
A19	Generación de empleos por contratación de personal	Población	Mejoramiento
A20	Generación de aguas residuales por adquisición y uso de sanitarios portátiles	Agua	Deterioro
B1	Generación de residuos de manejo especial por obras de conexión a servicios básicos	Suelo	Deterioro
B2	Modificación de características químicas y físicas del suelo por cortes y compactación del terreno	Suelo	Pérdida

No.	IMPACTO	COMPONENTE	FACTOR
B3	Disminución de naturalidad del paisaje por cortes y compactación del terreno	Paisaje	Deterioro
B4	Modificación de características químicas y físicas del suelo por vertido y adecuación de capa asfáltica	Suelo	Deterioro
B5	Disminución de naturalidad del paisaje por vertido y adecuación de capa asfáltica	Paisaje	Deterioro
B6	Generación de gases de efecto invernadero por uso de maquinaria	Atmósfera	Deterioro
B7	Generación de residuos de manejo especial por colocación de zapatas	Suelo	Deterioro
B8	Modificación de características químicas y físicas del suelo por colocación de zapatas	Suelo	Pérdida
B9	Disminución de naturalidad del paisaje por colocación de estructura de muros	Paisaje	Deterioro
B10	Generación de residuos de manejo especial por colocación de estructura de muros	Suelo	Deterioro
B11	Generación de residuos de manejo especial por colocación de firmes de concreto	Suelo	Deterioro
B12	Generación de residuos de manejo especial por instalación de redes y tuberías	Suelo	Deterioro
B13	Generación de residuos de manejo especial por trabajos de carpintería, cancelería, etc.	Suelo	Deterioro
B14	Generación de residuos de manejo especial por instalación de servicios auxiliares	Suelo	Deterioro
B15	Inversión de capital por adquisición de insumos, materiales y equipo	Economía	Crecimiento
B16	Generación de empleos por contratación de personal	Población	Mejoramiento
B17	Generación de aguas residuales por adquisición y uso de sanitarios portátiles	Agua	Deterioro
C1	Generación de residuos sólidos urbanos por ocupación de viviendas	Suelo	Deterioro
C2	Consumo de agua por ocupación de viviendas	Acuífero	Pérdida
C3	Consumo energético por ocupación de viviendas	Atmósfera	Deterioro
C4	Generación de aguas residuales por ocupación de viviendas	Agua	Deterioro
C5	Generación de residuos sólidos urbanos por mantenimiento de viviendas y áreas verdes	Suelo	Deterioro
C6	Generación de residuos sólidos urbanos por mantenimiento de infraestructura	Suelo	Deterioro
C7	Inversión de capital por adquisición de insumos, materiales y equipo	Economía	Crecimiento
C8	Generación de empleos por contratación de personal	Población	Mejoramiento

V.2.3 Descripción de los impactos potenciales

V.2.3.1 Etapa de preparación

A1. Disminución de naturalidad del paisaje por colocación de estacas y balizas para marcar longitudes y cadenamientos

El impacto **Disminución de naturalidad del paisaje por colocación de estacas y balizas para marcar longitudes y cadenamientos**, es provocado por la acción **Disminución de naturalidad del paisaje**, produciendo un impacto **perjudicial**. Este impacto presentará un efecto **directo (EF=4)**, y por el tiempo que continuará manifestándose, presentará una persistencia fugaz (**PE=1**), además de que se presentará en un plazo inmediato (**MO=4**). Se estima que la intensidad será baja (**I=1**), y que el área de influencia o extensión del impacto **Disminución de naturalidad del paisaje por colocación de estacas y balizas para marcar longitudes y cadenamientos**, tendrá una extensión puntual (**EX=1**) debido a que los efectos del impacto se manifestarán en una zona puntual. La regularidad de la manifestación de **Disminución de naturalidad del paisaje**, se presentará irregularmente o discontinuamente (**PR=1**), contribuyendo a un incremento simple del efecto (**AC=1**). La regularidad de la manifestación será sin sinergismo (**SI=1**), y presentará una posibilidad a corto plazo de revertirse (**RV=1**). Finalmente, este impacto presentará una recuperabilidad que se clasifica como recuperable de manera inmediata (**MC=1**), por lo que, al evaluar todos los componentes, el impacto **Disminución de naturalidad del paisaje por colocación de estacas y balizas para marcar longitudes y cadenamientos**, presentará una importancia de **-19**.

$$I = \pm[3I + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC]$$

$$I = -[3(1) + 2(1) + 4 + 1 + 1 + 1 + 1 + 4 + 1 + 1] = -19$$

A2. Generación de residuos de manejo especial por colocación de estacas y balizas para marcar longitudes y cadenamientos

El impacto **Generación de residuos de manejo especial por colocación de estacas y balizas para marcar longitudes y cadenamientos**, es provocado por la acción **Generación de residuos de manejo especial**, produciendo un impacto **perjudicial**. Este impacto presentará un efecto **indirecto (secundario) (EF=1)**, y por el tiempo que continuará manifestándose, presentará una persistencia fugaz (**PE=1**), además de que se presentará en un plazo inmediato (**MO=4**). Se estima que la intensidad será baja (**I=1**), y que el área de influencia o extensión del impacto **Generación de residuos de manejo especial por**

colocación de estacas y balizas para marcar longitudes y cadenamientos, tendrá una extensión parcial (**EX=2**) debido a que los efectos del impacto se manifestarán en una zona parcial. La regularidad de la manifestación de **Generación de residuos de manejo especial**, se presentará irregularmente o discontinuamente (**PR=1**), contribuyendo a un incremento simple del efecto (**AC=1**). La regularidad de la manifestación será sin sinergismo (**SI=1**), y presentará una posibilidad irreversible de revertirse (**RV=4**). Finalmente, este impacto presentará una recuperabilidad que se clasifica como recuperable de manera inmediata (**MC=1**), por lo que, al evaluar todos los componentes, el impacto **Generación de residuos de manejo especial por colocación de estacas y balizas para marcar longitudes y cadenamientos**, presentará una importancia de **-21**.

$$I = \pm[3I + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC]$$

$$I = -[3(1) + 2(2) + 4 + 1 + 4 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1] = -21$$

A3. Generación de barreras físicas por colocación de estacas y balizas para marcar longitudes y cadenamientos

El impacto **Generación de barreras físicas por colocación de estacas y balizas para marcar longitudes y cadenamientos**, es provocado por la acción **Generación de barreras físicas**, produciendo un impacto **perjudicial**. Este impacto presentará un efecto **indirecto (secundario)** (**EF=1**), y por el tiempo que continuará manifestándose, presentará una persistencia fugaz (**PE=1**), además de que se presentará en un plazo inmediato (**MO=4**). Se estima que la intensidad será baja (**I=1**), y que el área de influencia o extensión del impacto **Generación de barreras físicas por colocación de estacas y balizas para marcar longitudes y cadenamientos**, tendrá una extensión parcial (**EX=2**) debido a que los efectos del impacto se manifestarán en una zona parcial. La regularidad de la manifestación de **Generación de barreras físicas**, se presentará irregularmente o discontinuamente (**PR=1**), contribuyendo a un incremento simple del efecto (**AC=1**). La regularidad de la manifestación será sin sinergismo (**SI=1**), y presentará una posibilidad a corto plazo de revertirse (**RV=1**). Finalmente, este impacto presentará una recuperabilidad que se clasifica como recuperable de manera inmediata (**MC=1**), por lo que, al evaluar todos los componentes, el impacto **Generación de barreras físicas por colocación de estacas y balizas para marcar longitudes y cadenamientos**, presentará una importancia de **-18**.

$$I = \pm[3I + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC]$$

$$I = -[3(1) + 2(2) + 4 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1] = -18$$

A4. Reducción de biomasa por remoción de la vegetación

El impacto **Reducción de biomasa por remoción de la vegetación**, es provocado por la acción **Reducción de biomasa**, produciendo un impacto **perjudicial**. Este impacto presentará un efecto **directo (EF=4)**, y por el tiempo que continuará manifestándose, presentará una persistencia permanente (**PE=4**), además de que se presentará en un plazo inmediato (**MO=4**). Se estima que la intensidad será muy alta (**I=8**), y que el área de influencia o extensión del impacto **Reducción de biomasa por remoción de la vegetación**, tendrá una extensión extensa (**EX=4**) debido a que los efectos del impacto se manifestarán en una zona extensa. La regularidad de la manifestación de **Reducción de biomasa**, se presentará irregularmente o discontinuamente (**PR=1**), contribuyendo a un incremento simple del efecto (**AC=1**). La regularidad de la manifestación será sin sinergismo (**SI=1**), y presentará una posibilidad irreversible de revertirse (**RV=4**). Finalmente, este impacto presentará una recuperabilidad que se clasifica como irrecuperable (**MC=8**), por lo que, al evaluar todos los componentes, el impacto **Reducción de biomasa por remoción de la vegetación**, presentará una importancia de -59.

$$I = \pm[3I + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC]$$

$$I = -[3(8) + 2(4) + 4 + 4 + 4 + 1 + 1 + 4 + 1 + 8] = -59$$

A5. Desplazamiento de la fauna por remoción de la vegetación

El impacto **Desplazamiento de la fauna por remoción de la vegetación**, es provocado por la acción **Desplazamiento de la fauna**, produciendo un impacto **perjudicial**. Este impacto presentará un efecto **indirecto (secundario) (EF=1)**, y por el tiempo que continuará manifestándose, presentará una persistencia permanente (**PE=4**), además de que se presentará en un plazo inmediato (**MO=4**). Se estima que la intensidad será muy alta (**I=8**), y que el área de influencia o extensión del impacto **Desplazamiento de la fauna por remoción de la vegetación**, tendrá una extensión extensa (**EX=4**) debido a que los efectos del impacto se manifestarán en una zona extensa. La regularidad de la manifestación de **Desplazamiento de la fauna**, se presentará irregularmente o discontinuamente (**PR=1**), contribuyendo a un incremento simple del efecto (**AC=1**). La regularidad de la manifestación será sin sinergismo (**SI=1**), y presentará una posibilidad a mediano plazo de revertirse (**RV=2**). Finalmente, este impacto presentará una recuperabilidad que se clasifica como mitigable (**MC=4**), por lo que, al evaluar todos los componentes, el impacto **Desplazamiento de la fauna por remoción de la vegetación**, presentará una importancia de -50.

$$I = \pm[3I + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC]$$

$$I = -[3(8) + 2(4) + 4 + 4 + 2 + 1 + 1 + 1 + 1 + 4] = -50$$

A6. Disminución de naturalidad del paisaje por remoción de la vegetación

El impacto **Disminución de naturalidad del paisaje por remoción de la vegetación**, es provocado por la acción **Disminución de naturalidad del paisaje**, produciendo un impacto **perjudicial**. Este impacto presentará un efecto **directo (EF=4)**, y por el tiempo que continuará manifestándose, presentará una persistencia permanente (**PE=4**), además de que se presentará en un plazo inmediato (**MO=4**). Se estima que la intensidad será alta (**I=4**), y que el área de influencia o extensión del impacto **Disminución de naturalidad del paisaje por remoción de la vegetación**, tendrá una extensión extensa (**EX=4**) debido a que los efectos del impacto se manifestarán en una zona extensa. La regularidad de la manifestación de **Disminución de naturalidad del paisaje**, se presentará irregularmente o discontinuamente (**PR=1**), contribuyendo a un incremento simple del efecto (**AC=1**). La regularidad de la manifestación será sin sinergismo (**SI=1**), y presentará una posibilidad a corto plazo de revertirse (**RV=1**). Finalmente, este impacto presentará una recuperabilidad que se clasifica como irrecuperable (**MC=8**), por lo que, al evaluar todos los componentes, el impacto **Disminución de naturalidad del paisaje por remoción de la vegetación**, presentará una importancia de **-44**.

$$I = \pm[3I + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC]$$

$$I = -[3(4) + 2(4) + 4 + 4 + 1 + 1 + 1 + 4 + 1 + 8] = -44$$

A7. Generación de residuos de manejo especial por remoción de la vegetación

El impacto **Generación de residuos de manejo especial por remoción de la vegetación**, es provocado por la acción **Generación de residuos de manejo especial**, produciendo un impacto **perjudicial**. Este impacto presentará un efecto **indirecto (secundario) (EF=1)**, y por el tiempo que continuará manifestándose, presentará una persistencia temporal (**PE=2**), además de que se presentará en un plazo inmediato (**MO=4**). Se estima que la intensidad será alta (**I=4**), y que el área de influencia o extensión del impacto **Generación de residuos de manejo especial por remoción de la vegetación**, tendrá una extensión extensa (**EX=4**) debido a que los efectos del impacto se manifestarán en una zona extensa. La regularidad de la manifestación de **Generación de residuos de manejo especial**, se presentará irregularmente o discontinuamente (**PR=1**), contribuyendo a un incremento

simple del efecto (**AC=1**). La regularidad de la manifestación será sin sinergismo (**SI=1**), y presentará una posibilidad irreversible de revertirse (**RV=4**). Finalmente, este impacto presentará una recuperabilidad que se clasifica como recuperable a medio plazo (**MC=2**), por lo que, al evaluar todos los componentes, el impacto **Generación de residuos de manejo especial por remoción de la vegetación**, presentará una importancia de **-36**.

$$I = \pm[3I + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC]$$

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

A8. Generación de gases de efecto invernadero por remoción de la vegetación

El impacto **Generación de gases de efecto invernadero por remoción de la vegetación**, es provocado por la acción **Generación de gases de efecto invernadero**, produciendo un impacto **perjudicial**. Este impacto presentará un efecto **indirecto (secundario)** (**EF=1**), y por el tiempo que continuará manifestándose, presentará una persistencia fugaz (**PE=1**), además de que se presentará en un plazo inmediato (**MO=4**). Se estima que la intensidad será alta (**I=4**), y que el área de influencia o extensión del impacto **Generación de gases de efecto invernadero por remoción de la vegetación**, tendrá una extensión parcial (**EX=2**) debido a que los efectos del impacto se manifestarán en una zona parcial. La regularidad de la manifestación de **Generación de gases de efecto invernadero**, se presentará irregularmente o discontinuamente (**PR=1**), contribuyendo a un incremento simple del efecto (**AC=1**). La regularidad de la manifestación será sinérgico (**SI=2**), y presentará una posibilidad a corto plazo de revertirse (**RV=1**). Finalmente, este impacto presentará una recuperabilidad que se clasifica como recuperable de manera inmediata (**MC=1**), por lo que, al evaluar todos los componentes, el impacto **Generación de gases de efecto invernadero por remoción de la vegetación**, presentará una importancia de **-28**.

$$I = \pm[3I + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC]$$

$$I = -[3(4) + 2(2) + 4 + 1 + 1 + 2 + 1 + 1 + 1 + 1] = -28$$

A9. Pérdida de suelo por eliminación de la capa superficial del suelo

El impacto **Pérdida de suelo por eliminación de la capa superficial del suelo**, es provocado por la acción **Pérdida de suelo**, produciendo un impacto **perjudicial**. Este impacto presentará un efecto **indirecto (secundario)** (**EF=1**), y por el tiempo que continuará manifestándose, presentará una persistencia fugaz (**PE=1**), además de que se presentará

en un plazo inmediato (**MO=4**). Se estima que la intensidad será muy alta (**I=8**), y que el área de influencia o extensión del impacto **Pérdida de suelo por eliminación de la capa superficial del suelo**, tendrá una extensión extensa (**EX=4**) debido a que los efectos del impacto se manifestarán en una zona extensa. La regularidad de la manifestación de **Pérdida de suelo**, se presentará irregularmente o discontinuamente (**PR=1**), contribuyendo a un incremento simple del efecto (**AC=1**). La regularidad de la manifestación será sin sinergismo (**SI=1**), y presentará una posibilidad a corto plazo de revertirse (**RV=1**). Finalmente, este impacto presentará una recuperabilidad que se clasifica como irrecuperable (**MC=8**), por lo que, al evaluar todos los componentes, el impacto **Pérdida de suelo por eliminación de la capa superficial del suelo**, presentará una importancia de **-50**.

$$I = \pm[3I + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC]$$

$$I = -[3(8) + 2(4) + 4 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 8] = -50$$

A10. Disminución de naturalidad del paisaje por eliminación de la capa superficial del suelo

El impacto **Disminución de naturalidad del paisaje por eliminación de la capa superficial del suelo**, es provocado por la acción **Disminución de naturalidad del paisaje**, produciendo un impacto **perjudicial**. Este impacto presentará un efecto **directo (EF=4)**, y por el tiempo que continuará manifestándose, presentará una persistencia permanente (**PE=4**), además de que se presentará en un plazo inmediato (**MO=4**). Se estima que la intensidad será alta (**I=4**), y que el área de influencia o extensión del impacto **Disminución de naturalidad del paisaje por eliminación de la capa superficial del suelo**, tendrá una extensión extensa (**EX=4**) debido a que los efectos del impacto se manifestarán en una zona extensa. La regularidad de la manifestación de **Disminución de naturalidad del paisaje**, se presentará irregularmente o discontinuamente (**PR=1**), contribuyendo a un incremento simple del efecto (**AC=1**). La regularidad de la manifestación será sin sinergismo (**SI=1**), y presentará una posibilidad a corto plazo de revertirse (**RV=1**). Finalmente, este impacto presentará una recuperabilidad que se clasifica como irrecuperable (**MC=8**), por lo que, al evaluar todos los componentes, el impacto **Disminución de naturalidad del paisaje por eliminación de la capa superficial del suelo**, presentará una importancia de **-44**.

$$I = \pm[3I + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC]$$

$$I = -[3(4) + 2(4) + 4 + 4 + 1 + 1 + 1 + 4 + 1 + 8] = -44$$

A11. Generación de residuos de manejo especial por eliminación de la capa superficial del suelo

El impacto **Generación de residuos de manejo especial por eliminación de la capa superficial del suelo**, es provocado por la acción **Generación de residuos de manejo especial**, produciendo un impacto **perjudicial**. Este impacto presentará un efecto **indirecto (secundario) (EF=1)**, y por el tiempo que continuará manifestándose, presentará una persistencia temporal **(PE=2)**, además de que se presentará en un plazo inmediato **(MO=4)**. Se estima que la intensidad será alta **(I=4)**, y que el área de influencia o extensión del impacto **Generación de residuos de manejo especial por eliminación de la capa superficial del suelo**, tendrá una extensión extensa **(EX=4)** debido a que los efectos del impacto se manifestarán en una zona extensa. La regularidad de la manifestación de **Generación de residuos de manejo especial**, se presentará irregularmente o discontinuamente **(PR=1)**, contribuyendo a un incremento simple del efecto **(AC=1)**. La regularidad de la manifestación será sin sinergismo **(SI=1)**, y presentará una posibilidad irreversible de revertirse **(RV=4)**. Finalmente, este impacto presentará una recuperabilidad que se clasifica como recuperable a medio plazo **(MC=2)**, por lo que, al evaluar todos los componentes, el impacto **Generación de residuos de manejo especial por eliminación de la capa superficial del suelo**, presentará una importancia de **-36**.

$$I = \pm[3I + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC]$$

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

A12. Generación de gases de efecto invernadero por eliminación de la capa superficial del suelo

El impacto **Generación de gases de efecto invernadero por eliminación de la capa superficial del suelo**, es provocado por la acción **Generación de gases de efecto invernadero**, produciendo un impacto **perjudicial**. Este impacto presentará un efecto **indirecto (secundario) (EF=1)**, y por el tiempo que continuará manifestándose, presentará una persistencia fugaz **(PE=1)**, además de que se presentará en un plazo inmediato **(MO=4)**. Se estima que la intensidad será alta **(I=4)**, y que el área de influencia o extensión del impacto **Generación de gases de efecto invernadero por eliminación de la capa superficial del suelo**, tendrá una extensión parcial **(EX=2)** debido a que los efectos del impacto se manifestarán en una zona parcial. La regularidad de la manifestación de **Generación de gases de efecto invernadero**, se presentará irregularmente o

discontinuuamente (**PR=1**), contribuyendo a un incremento simple del efecto (**AC=1**). La regularidad de la manifestación será sinérgico (**SI=2**), y presentará una posibilidad a corto plazo de revertirse (**RV=1**). Finalmente, este impacto presentará una recuperabilidad que se clasifica como recuperable de manera inmediata (**MC=1**), por lo que, al evaluar todos los componentes, el impacto **Generación de gases de efecto invernadero por eliminación de la capa superficial del suelo**, presentará una importancia de **-28**.

$$I = \pm[3I + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC]$$

$$I = -[3(4) + 2(2) + 4 + 1 + 1 + 2 + 1 + 1 + 1 + 1] = -28$$

A13. Generación de residuos de manejo especial por retiro de residuos, escombros y hierba

El impacto **Generación de residuos de manejo especial por retiro de residuos, escombros y hierba**, es provocado por la acción **Generación de residuos de manejo especial**, produciendo un impacto **perjudicial**. Este impacto presentará un efecto **indirecto (secundario) (EF=1)**, y por el tiempo que continuará manifestándose, presentará una persistencia temporal (**PE=2**), además de que se presentará en un plazo inmediato (**MO=4**). Se estima que la intensidad será alta (**I=4**), y que el área de influencia o extensión del impacto **Generación de residuos de manejo especial por retiro de residuos, escombros y hierba**, tendrá una extensión extensa (**EX=4**) debido a que los efectos del impacto se manifestarán en una zona extensa. La regularidad de la manifestación de **Generación de residuos de manejo especial**, se presentará irregularmente o discontinuuamente (**PR=1**), contribuyendo a un incremento simple del efecto (**AC=1**). La regularidad de la manifestación será sin sinergismo (**SI=1**), y presentará una posibilidad irreversible de revertirse (**RV=4**). Finalmente, este impacto presentará una recuperabilidad que se clasifica como recuperable a medio plazo (**MC=2**), por lo que, al evaluar todos los componentes, el impacto **Generación de residuos de manejo especial por retiro de residuos, escombros y hierba**, presentará una importancia de **-36**.

$$I = \pm[3I + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC]$$

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

A14. Generación de residuos de manejo especial por construcción de bodega para resguardo de materiales

El impacto **Generación de residuos de manejo especial por construcción de bodega para resguardo de materiales**, es provocado por la acción **Generación de residuos de manejo especial**, produciendo un impacto **perjudicial**. Este impacto presentará un efecto **indirecto (secundario) (EF=1)**, y por el tiempo que continuará manifestándose, presentará una persistencia temporal **(PE=2)**, además de que se presentará en un plazo inmediato **(MO=4)**. Se estima que la intensidad será baja **(I=1)**, y que el área de influencia o extensión del impacto **Generación de residuos de manejo especial por construcción de bodega para resguardo de materiales**, tendrá una extensión parcial **(EX=2)** debido a que los efectos del impacto se manifestarán en una zona parcial. La regularidad de la manifestación de **Generación de residuos de manejo especial**, se presentará irregularmente o discontinuamente **(PR=1)**, contribuyendo a un incremento simple del efecto **(AC=1)**. La regularidad de la manifestación será sin sinergismo **(SI=1)**, y presentará una posibilidad irreversible de revertirse **(RV=4)**. Finalmente, este impacto presentará una recuperabilidad que se clasifica como recuperable de manera inmediata **(MC=1)**, por lo que, al evaluar todos los componentes, el impacto **Generación de residuos de manejo especial por construcción de bodega para resguardo de materiales**, presentará una importancia de **-22**.

$$I = \pm[3I + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC]$$

$$I = -[3(1) + 2(2) + 4 + 2 + 4 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1] = -22$$

A15. Modificación de características químicas y físicas del suelo por cortes y rellenos del terreno

El impacto **Modificación de características químicas y físicas del suelo por cortes y rellenos del terreno**, es provocado por la acción **Modificación de características químicas y físicas del suelo**, produciendo un impacto **perjudicial**. Este impacto presentará un efecto **indirecto (secundario) (EF=1)**, y por el tiempo que continuará manifestándose, presentará una persistencia fugaz **(PE=1)**, además de que se presentará en un plazo inmediato **(MO=4)**. Se estima que la intensidad será alta **(I=4)**, y que el área de influencia o extensión del impacto **Modificación de características químicas y físicas del suelo por cortes y rellenos del terreno**, tendrá una extensión parcial **(EX=2)** debido a que los efectos del impacto se manifestarán en una zona parcial. La regularidad de la manifestación de **Modificación de características químicas y físicas del suelo**, se presentará irregularmente o discontinuamente **(PR=1)**, contribuyendo a un incremento simple del efecto **(AC=1)**. La regularidad de la manifestación será sin sinergismo **(SI=1)**, y presentará una posibilidad irreversible de revertirse **(RV=4)**. Finalmente, este impacto presentará una

recuperabilidad que se clasifica como irrecuperable (**MC=8**), por lo que, al evaluar todos los componentes, el impacto **Modificación de características químicas y físicas del suelo por cortes y rellenos del terreno**, presentará una importancia de **-37**.

$$I = \pm[3I + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC]$$

$$I = -[3(4) + 2(2) + 4 + 1 + 4 + 1 + 1 + 1 + 1 + 8] = -37$$

A16. Disminución de naturalidad del paisaje por cortes y rellenos del terreno

El impacto **Disminución de naturalidad del paisaje por cortes y rellenos del terreno**, es provocado por la acción **Disminución de naturalidad del paisaje**, produciendo un impacto **perjudicial**. Este impacto presentará un efecto **directo (EF=4)**, y por el tiempo que continuará manifestándose, presentará una persistencia fugaz (**PE=1**), además de que se presentará en un plazo inmediato (**MO=4**). Se estima que la intensidad será media (**I=2**), y que el área de influencia o extensión del impacto **Disminución de naturalidad del paisaje por cortes y rellenos del terreno**, tendrá una extensión parcial (**EX=2**) debido a que los efectos del impacto se manifestarán en una zona parcial. La regularidad de la manifestación de **Disminución de naturalidad del paisaje**, se presentará irregularmente o discontinuamente (**PR=1**), contribuyendo a un incremento simple del efecto (**AC=1**). La regularidad de la manifestación será sin sinergismo (**SI=1**), y presentará una posibilidad a corto plazo de revertirse (**RV=1**). Finalmente, este impacto presentará una recuperabilidad que se clasifica como recuperable de manera inmediata (**MC=1**), por lo que, al evaluar todos los componentes, el impacto **Disminución de naturalidad del paisaje por cortes y rellenos del terreno**, presentará una importancia de **-24**.

$$I = \pm[3I + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC]$$

$$I = -[3(2) + 2(2) + 4 + 1 + 1 + 1 + 1 + 4 + 1 + 1] = -24$$

A17. Generación de gases de efecto invernadero por uso de maquinaria

El impacto **Generación de gases de efecto invernadero por uso de maquinaria**, es provocado por la acción **Generación de gases de efecto invernadero**, produciendo un impacto **perjudicial**. Este impacto presentará un efecto **indirecto (secundario) (EF=1)**, y por el tiempo que continuará manifestándose, presentará una persistencia fugaz (**PE=1**), además de que se presentará en un plazo inmediato (**MO=4**). Se estima que la intensidad será baja (**I=1**), y que el área de influencia o extensión del impacto **Generación de gases**

de efecto invernadero por uso de maquinaria, tendrá una extensión parcial (**EX=2**) debido a que los efectos del impacto se manifestarán en una zona parcial. La regularidad de la manifestación de **Generación de gases de efecto invernadero**, se presentará irregularmente o discontinuamente (**PR=1**), contribuyendo a un incremento simple del efecto (**AC=1**). La regularidad de la manifestación será sinérgico (**SI=2**), y presentará una posibilidad a corto plazo de revertirse (**RV=1**). Finalmente, este impacto presentará una recuperabilidad que se clasifica como recuperable de manera inmediata (**MC=1**), por lo que, al evaluar todos los componentes, el impacto **Generación de gases de efecto invernadero por uso de maquinaria**, presentará una importancia de **-19**.

$$I = \pm[3I + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC]$$

$$I = -[3(1) + 2(2) + 4 + 1 + 1 + 2 + 1 + 1 + 1 + 1] = -19$$

A18. Inversión de capital por renta de maquinaria y adquisición de combustibles e insumos químicos

El impacto **Inversión de capital por renta de maquinaria y adquisición de combustibles e insumos químicos**, es provocado por la acción **Inversión de capital**, produciendo un impacto **beneficioso**. Este impacto presentará un efecto **directo (EF=4)**, y por el tiempo que continuará manifestándose, presentará una persistencia permanente (**PE=4**), además de que se presentará en un plazo inmediato (**MO=4**). Se estima que la intensidad será alta (**I=4**), y que el área de influencia o extensión del impacto **Inversión de capital por renta de maquinaria y adquisición de combustibles e insumos químicos**, tendrá una extensión extensa (**EX=4**) debido a que los efectos del impacto se manifestarán en una zona extensa. La regularidad de la manifestación de **Inversión de capital**, se presentará continuamente (**PR=4**), contribuyendo a un incremento acumulativo del efecto (**AC=4**). La regularidad de la manifestación será sinérgico (**SI=2**), y presentará una posibilidad a mediano plazo de revertirse (**RV=2**). Finalmente, este impacto presentará una recuperabilidad que se clasifica como recuperable de manera inmediata (**MC=1**), por lo que, al evaluar todos los componentes, el impacto **Inversión de capital por renta de maquinaria y adquisición de combustibles e insumos químicos**, presentará una importancia de **45**.

$$I = \pm[3I + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC]$$

$$I = +[3(4) + 2(4) + 4 + 4 + 2 + 2 + 4 + 4 + 4 + 1] = 45$$

A19. Generación de empleos por contratación de personal

El impacto **Generación de empleos por contratación de personal**, es provocado por la acción **Generación de empleos**, produciendo un impacto **beneficioso**. Este impacto presentará un efecto **directo (EF=4)**, y por el tiempo que continuará manifestándose, presentará una persistencia permanente (**PE=4**), además de que se presentará en un plazo inmediato (**MO=4**). Se estima que la intensidad será muy alta (**I=8**), y que el área de influencia o extensión del impacto **Generación de empleos por contratación de personal**, tendrá una extensión extensa (**EX=4**) debido a que los efectos del impacto se manifestarán en una zona extensa. La regularidad de la manifestación de **Generación de empleos**, se presentará continuamente (**PR=4**), contribuyendo a un incremento acumulativo del efecto (**AC=4**). La regularidad de la manifestación será sinérgico (**SI=2**), y presentará una posibilidad a mediano plazo de revertirse (**RV=2**). Finalmente, este impacto presentará una recuperabilidad que se clasifica como recuperable de manera inmediata (**MC=1**), por lo que, al evaluar todos los componentes, el impacto **Generación de empleos por contratación de personal**, presentará una importancia de **57**.

$$I = \pm[3I + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC]$$

$$I = +[3(8) + 2(4) + 4 + 4 + 2 + 2 + 4 + 4 + 4 + 1] = 57$$

A20. Generación de aguas residuales por adquisición y uso de sanitarios portátiles

El impacto **Generación de aguas residuales por adquisición y uso de sanitarios portátiles**, es provocado por la acción **Generación de aguas residuales**, produciendo un impacto **perjudicial**. Este impacto presentará un efecto **directo (EF=4)**, y por el tiempo que continuará manifestándose, presentará una persistencia fugaz (**PE=1**), además de que se presentará en un plazo inmediato (**MO=4**). Se estima que la intensidad será baja (**I=1**), y que el área de influencia o extensión del impacto **Generación de aguas residuales por adquisición y uso de sanitarios portátiles**, tendrá una extensión puntual (**EX=1**) debido a que los efectos del impacto se manifestarán en una zona puntual. La regularidad de la manifestación de **Generación de aguas residuales**, se presentará irregularmente o discontinuamente (**PR=1**), contribuyendo a un incremento simple del efecto (**AC=1**). La regularidad de la manifestación será sin sinergismo (**SI=1**), y presentará una posibilidad a mediano plazo de revertirse (**RV=2**). Finalmente, este impacto presentará una recuperabilidad que se clasifica como recuperable a medio plazo (**MC=2**), por lo que, al evaluar todos los componentes, el impacto **Generación de aguas residuales por adquisición y uso de sanitarios portátiles**, presentará una importancia de **-21**.

$$I = \pm[3I + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC]$$

$$I = -[3(1) + 2(1) + 4 + 1 + 2 + 1 + 1 + 4 + 1 + 2] = -21$$

V.2.3.2 Etapa de construcción

B1. Generación de residuos de manejo especial por obras de conexión a servicios básicos

El impacto **Generación de residuos de manejo especial por obras de conexión a servicios básicos**, es provocado por la acción **Generación de residuos de manejo especial**, produciendo un impacto **perjudicial**. Este impacto presentará un efecto **indirecto (secundario) (EF=1)**, y por el tiempo que continuará manifestándose, presentará una persistencia fugaz (**PE=1**), además de que se presentará en un plazo inmediato (**MO=4**). Se estima que la intensidad será baja (**I=1**), y que el área de influencia o extensión del impacto **Generación de residuos de manejo especial por obras de conexión a servicios básicos**, tendrá una extensión parcial (**EX=2**) debido a que los efectos del impacto se manifestarán en una zona parcial. La regularidad de la manifestación de **Generación de residuos de manejo especial**, se presentará irregularmente o discontinuamente (**PR=1**), contribuyendo a un incremento simple del efecto (**AC=1**). La regularidad de la manifestación será sin sinergismo (**SI=1**), y presentará una posibilidad irreversible de revertirse (**RV=4**). Finalmente, este impacto presentará una recuperabilidad que se clasifica como recuperable de manera inmediata (**MC=1**), por lo que, al evaluar todos los componentes, el impacto **Generación de residuos de manejo especial por obras de conexión a servicios básicos**, presentará una importancia de **-21**.

$$I = \pm[3I + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC]$$

$$I = -[3(1) + 2(2) + 4 + 1 + 4 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1] = -21$$

B2. Modificación de características químicas y físicas del suelo por cortes y compactación del terreno

El impacto **Modificación de características químicas y físicas del suelo por cortes y compactación del terreno**, es provocado por la acción **Modificación de características químicas y físicas del suelo**, produciendo un impacto **perjudicial**. Este impacto presentará un efecto **indirecto (secundario) (EF=1)**, y por el tiempo que continuará manifestándose, presentará una persistencia fugaz (**PE=1**), además de que se presentará en un plazo inmediato (**MO=4**). Se estima que la intensidad será alta (**I=4**), y que el área de influencia o extensión del impacto **Modificación de características químicas y físicas del suelo por cortes y compactación del terreno**, tendrá una extensión parcial (**EX=2**) debido a que los efectos del impacto se manifestarán en una zona parcial. La regularidad de la

manifestación de **Modificación de características químicas y físicas del suelo**, se presentará irregularmente o discontinuamente (**PR=1**), contribuyendo a un incremento simple del efecto (**AC=1**). La regularidad de la manifestación será sin sinergismo (**SI=1**), y presentará una posibilidad irreversible de revertirse (**RV=4**). Finalmente, este impacto presentará una recuperabilidad que se clasifica como irrecuperable (**MC=8**), por lo que, al evaluar todos los componentes, el impacto **Modificación de características químicas y físicas del suelo por cortes y compactación del terreno**, presentará una importancia de -37.

$$I = \pm[3I + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC]$$

$$I = -[3(4) + 2(2) + 4 + 1 + 4 + 1 + 1 + 1 + 1 + 8] = -37$$

B3. Disminución de naturalidad del paisaje por cortes y compactación del terreno

El impacto **Disminución de naturalidad del paisaje por cortes y compactación del terreno**, es provocado por la acción **Disminución de naturalidad del paisaje**, produciendo un impacto **perjudicial**. Este impacto presentará un efecto **directo (EF=4)**, y por el tiempo que continuará manifestándose, presentará una persistencia fugaz (**PE=1**), además de que se presentará en un plazo inmediato (**MO=4**). Se estima que la intensidad será media (**I=2**), y que el área de influencia o extensión del impacto **Disminución de naturalidad del paisaje por cortes y compactación del terreno**, tendrá una extensión parcial (**EX=2**) debido a que los efectos del impacto se manifestarán en una zona parcial. La regularidad de la manifestación de **Disminución de naturalidad del paisaje**, se presentará irregularmente o discontinuamente (**PR=1**), contribuyendo a un incremento simple del efecto (**AC=1**). La regularidad de la manifestación será sin sinergismo (**SI=1**), y presentará una posibilidad a corto plazo de revertirse (**RV=1**). Finalmente, este impacto presentará una recuperabilidad que se clasifica como recuperable de manera inmediata (**MC=1**), por lo que, al evaluar todos los componentes, el impacto **Disminución de naturalidad del paisaje por cortes y compactación del terreno**, presentará una importancia de -24.

$$I = \pm[3I + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC]$$

$$I = -[3(2) + 2(2) + 4 + 1 + 1 + 1 + 1 + 4 + 1 + 1] = -24$$

B4. Modificación de características químicas y físicas del suelo por vertido y adecuación de capa asfáltica

El impacto **Modificación de características químicas y físicas del suelo por vertido y adecuación de capa asfáltica**, es provocado por la acción **Modificación de características químicas y físicas del suelo**, produciendo un impacto **perjudicial**. Este impacto presentará un efecto **indirecto (secundario) (EF=1)**, y por el tiempo que continuará manifestándose, presentará una persistencia fugaz (**PE=1**), además de que se presentará en un plazo inmediato (**MO=4**). Se estima que la intensidad será alta (**I=4**), y que el área de influencia o extensión del impacto **Modificación de características químicas y físicas del suelo por vertido y adecuación de capa asfáltica**, tendrá una extensión parcial (**EX=2**) debido a que los efectos del impacto se manifestarán en una zona parcial. La regularidad de la manifestación de **Modificación de características químicas y físicas del suelo**, se presentará irregularmente o discontinuamente (**PR=1**), contribuyendo a un incremento simple del efecto (**AC=1**). La regularidad de la manifestación será sin sinergismo (**SI=1**), y presentará una posibilidad irreversible de revertirse (**RV=4**). Finalmente, este impacto presentará una recuperabilidad que se clasifica como irrecuperable (**MC=8**), por lo que, al evaluar todos los componentes, el impacto **Modificación de características químicas y físicas del suelo por vertido y adecuación de capa asfáltica**, presentará una importancia de **-37**.

$$I = \pm[3I + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC]$$

$$I = -[3(4) + 2(2) + 4 + 1 + 4 + 1 + 1 + 1 + 1 + 8] = -37$$

B5. Disminución de naturalidad del paisaje por vertido y adecuación de capa asfáltica

El impacto **Disminución de naturalidad del paisaje por vertido y adecuación de capa asfáltica**, es provocado por la acción **Disminución de naturalidad del paisaje**, produciendo un impacto **perjudicial**. Este impacto presentará un efecto **directo (EF=4)**, y por el tiempo que continuará manifestándose, presentará una persistencia fugaz (**PE=1**), además de que se presentará en un plazo inmediato (**MO=4**). Se estima que la intensidad será media (**I=2**), y que el área de influencia o extensión del impacto **Disminución de naturalidad del paisaje por vertido y adecuación de capa asfáltica**, tendrá una extensión parcial (**EX=2**) debido a que los efectos del impacto se manifestarán en una zona parcial. La regularidad de la manifestación de **Disminución de naturalidad del paisaje**, se presentará irregularmente o discontinuamente (**PR=1**), contribuyendo a un incremento simple del efecto (**AC=1**). La regularidad de la manifestación será sin sinergismo (**SI=1**), y presentará una posibilidad a corto plazo de revertirse (**RV=1**). Finalmente, este impacto presentará una recuperabilidad que se clasifica como recuperable de manera inmediata (**MC=1**), por lo que, al evaluar

todos los componentes, el impacto **Disminución de naturalidad del paisaje por vertido y adecuación de capa asfáltica**, presentará una importancia de **-24**.

$$I = \pm[3I + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC]$$

$$I = -[3(2) + 2(2) + 4 + 1 + 1 + 1 + 1 + 4 + 1 + 1] = -24$$

B6. Generación de gases de efecto invernadero por uso de maquinaria

El impacto **Generación de gases de efecto invernadero por uso de maquinaria**, es provocado por la acción **Generación de gases de efecto invernadero**, produciendo un impacto **perjudicial**. Este impacto presentará un efecto **indirecto (secundario) (EF=1)**, y por el tiempo que continuará manifestándose, presentará una persistencia fugaz (**PE=1**), además de que se presentará en un plazo inmediato (**MO=4**). Se estima que la intensidad será baja (**I=1**), y que el área de influencia o extensión del impacto **Generación de gases de efecto invernadero por uso de maquinaria**, tendrá una extensión parcial (**EX=2**) debido a que los efectos del impacto se manifestarán en una zona parcial. La regularidad de la manifestación de **Generación de gases de efecto invernadero**, se presentará irregularmente o discontinuamente (**PR=1**), contribuyendo a un incremento simple del efecto (**AC=1**). La regularidad de la manifestación será sinérgico (**SI=2**), y presentará una posibilidad a corto plazo de revertirse (**RV=1**). Finalmente, este impacto presentará una recuperabilidad que se clasifica como recuperable de manera inmediata (**MC=1**), por lo que, al evaluar todos los componentes, el impacto **Generación de gases de efecto invernadero por uso de maquinaria**, presentará una importancia de **-19**.

$$I = \pm[3I + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC]$$

$$I = -[3(1) + 2(2) + 4 + 1 + 1 + 2 + 1 + 1 + 1 + 1] = -19$$

B7. Generación de residuos de manejo especial por colocación de zapatas

El impacto **Generación de residuos de manejo especial por colocación de zapatas**, es provocado por la acción **Generación de residuos de manejo especial**, produciendo un impacto **perjudicial**. Este impacto presentará un efecto **indirecto (secundario) (EF=1)**, y por el tiempo que continuará manifestándose, presentará una persistencia fugaz (**PE=1**), además de que se presentará en un plazo inmediato (**MO=4**). Se estima que la intensidad será media (**I=2**), y que el área de influencia o extensión del impacto **Generación de residuos de manejo especial por colocación de zapatas**, tendrá una extensión parcial

(EX=2) debido a que los efectos del impacto se manifestarán en una zona parcial. La regularidad de la manifestación de **Generación de residuos de manejo especial**, se presentará irregularmente o discontinuamente (PR=1), contribuyendo a un incremento simple del efecto (AC=1). La regularidad de la manifestación será sin sinergismo (SI=1), y presentará una posibilidad irreversible de revertirse (RV=4). Finalmente, este impacto presentará una recuperabilidad que se clasifica como recuperable de manera inmediata (MC=1), por lo que, al evaluar todos los componentes, el impacto **Generación de residuos de manejo especial por colocación de zapatas**, presentará una importancia de -24.

$$I = \pm[3I + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC]$$

$$I = -[3(2) + 2(2) + 4 + 1 + 4 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1] = -24$$

B8. Modificación de características químicas y físicas del suelo por colocación de zapatas

El impacto **Modificación de características químicas y físicas del suelo por colocación de zapatas**, es provocado por la acción **Modificación de características químicas y físicas del suelo**, produciendo un impacto **perjudicial**. Este impacto presentará un efecto **indirecto (secundario)** (EF=1), y por el tiempo que continuará manifestándose, presentará una persistencia fugaz (PE=1), además de que se presentará en un plazo inmediato (MO=4). Se estima que la intensidad será alta (I=4), y que el área de influencia o extensión del impacto **Modificación de características químicas y físicas del suelo por colocación de zapatas**, tendrá una extensión parcial (EX=2) debido a que los efectos del impacto se manifestarán en una zona parcial. La regularidad de la manifestación de **Modificación de características químicas y físicas del suelo**, se presentará irregularmente o discontinuamente (PR=1), contribuyendo a un incremento simple del efecto (AC=1). La regularidad de la manifestación será sin sinergismo (SI=1), y presentará una posibilidad irreversible de revertirse (RV=4). Finalmente, este impacto presentará una recuperabilidad que se clasifica como irrecuperable (MC=8), por lo que, al evaluar todos los componentes, el impacto **Modificación de características químicas y físicas del suelo por colocación de zapatas**, presentará una importancia de -37.

$$I = \pm[3I + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC]$$

$$I = -[3(4) + 2(2) + 4 + 1 + 4 + 1 + 1 + 1 + 1 + 8] = -37$$

B9. Disminución de naturalidad del paisaje por colocación de estructura de muros

El impacto **Disminución de naturalidad del paisaje por colocación de estructura de muros**, es provocado por la acción **Disminución de naturalidad del paisaje**, produciendo un impacto **perjudicial**. Este impacto presentará un efecto **directo (EF=4)**, y por el tiempo que continuará manifestándose, presentará una persistencia fugaz (**PE=1**), además de que se presentará en un plazo inmediato (**MO=4**). Se estima que la intensidad será baja (**I=1**), y que el área de influencia o extensión del impacto **Disminución de naturalidad del paisaje por colocación de estructura de muros**, tendrá una extensión puntual (**EX=1**) debido a que los efectos del impacto se manifestarán en una zona puntual. La regularidad de la manifestación de **Disminución de naturalidad del paisaje**, se presentará irregularmente o discontinuamente (**PR=1**), contribuyendo a un incremento simple del efecto (**AC=1**). La regularidad de la manifestación será sin sinergismo (**SI=1**), y presentará una posibilidad a corto plazo de revertirse (**RV=1**). Finalmente, este impacto presentará una recuperabilidad que se clasifica como mitigable (**MC=4**), por lo que, al evaluar todos los componentes, el impacto **Disminución de naturalidad del paisaje por colocación de estructura de muros**, presentará una importancia de **-22**.

$$I = \pm[3I + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC]$$

$$I = -[3(1) + 2(1) + 4 + 1 + 1 + 1 + 1 + 4 + 1 + 4] = -22$$

B10. Generación de residuos de manejo especial por colocación de estructura de muros

El impacto **Generación de residuos de manejo especial por colocación de estructura de muros**, es provocado por la acción **Generación de residuos de manejo especial**, produciendo un impacto **perjudicial**. Este impacto presentará un efecto **indirecto (secundario) (EF=1)**, y por el tiempo que continuará manifestándose, presentará una persistencia fugaz (**PE=1**), además de que se presentará en un plazo inmediato (**MO=4**). Se estima que la intensidad será media (**I=2**), y que el área de influencia o extensión del impacto **Generación de residuos de manejo especial por colocación de estructura de muros**, tendrá una extensión parcial (**EX=2**) debido a que los efectos del impacto se manifestarán en una zona parcial. La regularidad de la manifestación de **Generación de residuos de manejo especial**, se presentará irregularmente o discontinuamente (**PR=1**), contribuyendo a un incremento simple del efecto (**AC=1**). La regularidad de la manifestación será sin sinergismo (**SI=1**), y presentará una posibilidad irreversible de revertirse (**RV=4**). Finalmente, este impacto presentará una recuperabilidad que se clasifica como recuperable de manera inmediata (**MC=1**), por lo que, al evaluar todos los componentes, el impacto **Generación de residuos de manejo especial por colocación de estructura de muros**, presentará una importancia de **-24**.

$$I = \pm[3I + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC]$$

$$I = -[3(2) + 2(2) + 4 + 1 + 4 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1] = -24$$

B11. Generación de residuos de manejo especial por colocación de firmes de concreto

El impacto **Generación de residuos de manejo especial por colocación de firmes de concreto**, es provocado por la acción **Generación de residuos de manejo especial**, produciendo un impacto **perjudicial**. Este impacto presentará un efecto **indirecto (secundario) (EF=1)**, y por el tiempo que continuará manifestándose, presentará una persistencia fugaz (**PE=1**), además de que se presentará en un plazo inmediato (**MO=4**). Se estima que la intensidad será media (**I=2**), y que el área de influencia o extensión del impacto **Generación de residuos de manejo especial por colocación de firmes de concreto**, tendrá una extensión parcial (**EX=2**) debido a que los efectos del impacto se manifestarán en una zona parcial. La regularidad de la manifestación de **Generación de residuos de manejo especial**, se presentará irregularmente o discontinuamente (**PR=1**), contribuyendo a un incremento simple del efecto (**AC=1**). La regularidad de la manifestación será sin sinergismo (**SI=1**), y presentará una posibilidad irreversible de revertirse (**RV=4**). Finalmente, este impacto presentará una recuperabilidad que se clasifica como recuperable de manera inmediata (**MC=1**), por lo que, al evaluar todos los componentes, el impacto **Generación de residuos de manejo especial por colocación de firmes de concreto**, presentará una importancia de **-24**.

$$I = \pm[3I + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC]$$

$$I = -[3(2) + 2(2) + 4 + 1 + 4 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1] = -24$$

B12. Generación de residuos de manejo especial por instalación de redes y tuberías

El impacto **Generación de residuos de manejo especial por instalación de redes y tuberías**, es provocado por la acción **Generación de residuos de manejo especial**, produciendo un impacto **perjudicial**. Este impacto presentará un efecto **indirecto (secundario) (EF=1)**, y por el tiempo que continuará manifestándose, presentará una persistencia fugaz (**PE=1**), además de que se presentará en un plazo inmediato (**MO=4**). Se estima que la intensidad será media (**I=2**), y que el área de influencia o extensión del impacto **Generación de residuos de manejo especial por instalación de redes y tuberías**, tendrá una extensión parcial (**EX=2**) debido a que los efectos del impacto se manifestarán en una zona parcial. La regularidad de la manifestación de **Generación de residuos de**

manejo especial, se presentará irregularmente o discontinuamente (**PR=1**), contribuyendo a un incremento simple del efecto (**AC=1**). La regularidad de la manifestación será sin sinergismo (**SI=1**), y presentará una posibilidad irreversible de revertirse (**RV=4**). Finalmente, este impacto presentará una recuperabilidad que se clasifica como recuperable de manera inmediata (**MC=1**), por lo que, al evaluar todos los componentes, el impacto **Generación de residuos de manejo especial por instalación de redes y tuberías**, presentará una importancia de **-24**.

$$I = \pm[3I + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC]$$

$$I = -[3(2) + 2(2) + 4 + 1 + 4 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1] = -24$$

B13. Generación de residuos de manejo especial por trabajos de carpintería, cancelería, etc.

El impacto **Generación de residuos de manejo especial por trabajos de carpintería, cancelería, etc.**, es provocado por la acción **Generación de residuos de manejo especial**, produciendo un impacto **perjudicial**. Este impacto presentará un efecto **indirecto (secundario)** (**EF=1**), y por el tiempo que continuará manifestándose, presentará una persistencia fugaz (**PE=1**), además de que se presentará en un plazo inmediato (**MO=4**). Se estima que la intensidad será media (**I=2**), y que el área de influencia o extensión del impacto **Generación de residuos de manejo especial por trabajos de carpintería, cancelería, etc.**, tendrá una extensión parcial (**EX=2**) debido a que los efectos del impacto se manifestarán en una zona parcial. La regularidad de la manifestación de **Generación de residuos de manejo especial**, se presentará irregularmente o discontinuamente (**PR=1**), contribuyendo a un incremento simple del efecto (**AC=1**). La regularidad de la manifestación será sin sinergismo (**SI=1**), y presentará una posibilidad irreversible de revertirse (**RV=4**). Finalmente, este impacto presentará una recuperabilidad que se clasifica como recuperable de manera inmediata (**MC=1**), por lo que, al evaluar todos los componentes, el impacto **Generación de residuos de manejo especial por trabajos de carpintería, cancelería, etc.**, presentará una importancia de **-24**.

$$I = \pm[3I + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC]$$

$$I = -[3(2) + 2(2) + 4 + 1 + 4 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1] = -24$$

B14. Generación de residuos de manejo especial por instalación de servicios auxiliares

El impacto **Generación de residuos de manejo especial por instalación de servicios auxiliares**, es provocado por la acción **Generación de residuos de manejo especial**, produciendo un impacto **perjudicial**. Este impacto presentará un efecto **indirecto (secundario) (EF=1)**, y por el tiempo que continuará manifestándose, presentará una persistencia fugaz (**PE=1**), además de que se presentará en un plazo inmediato (**MO=4**). Se estima que la intensidad será media (**I=2**), y que el área de influencia o extensión del impacto **Generación de residuos de manejo especial por instalación de servicios auxiliares**, tendrá una extensión parcial (**EX=2**) debido a que los efectos del impacto se manifestarán en una zona parcial. La regularidad de la manifestación de **Generación de residuos de manejo especial**, se presentará irregularmente o discontinuamente (**PR=1**), contribuyendo a un incremento simple del efecto (**AC=1**). La regularidad de la manifestación será sin sinergismo (**SI=1**), y presentará una posibilidad irreversible de revertirse (**RV=4**). Finalmente, este impacto presentará una recuperabilidad que se clasifica como recuperable de manera inmediata (**MC=1**), por lo que, al evaluar todos los componentes, el impacto **Generación de residuos de manejo especial por instalación de servicios auxiliares**, presentará una importancia de **-24**.

$$I = \pm[3I + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC]$$

$$I = -[3(2) + 2(2) + 4 + 1 + 4 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1] = -24$$

B15. Inversión de capital por adquisición de insumos, materiales y equipo

El impacto **Inversión de capital por adquisición de insumos, materiales y equipo**, es provocado por la acción **Inversión de capital**, produciendo un impacto **beneficioso**. Este impacto presentará un efecto **directo (EF=4)**, y por el tiempo que continuará manifestándose, presentará una persistencia permanente (**PE=4**), además de que se presentará en un plazo inmediato (**MO=4**). Se estima que la intensidad será alta (**I=4**), y que el área de influencia o extensión del impacto **Inversión de capital por adquisición de insumos, materiales y equipo**, tendrá una extensión extensa (**EX=4**) debido a que los efectos del impacto se manifestarán en una zona extensa. La regularidad de la manifestación de **Inversión de capital**, se presentará continuamente (**PR=4**), contribuyendo a un incremento acumulativo del efecto (**AC=4**). La regularidad de la manifestación será sinérgico (**SI=2**), y presentará una posibilidad a mediano plazo de revertirse (**RV=2**). Finalmente, este impacto presentará una recuperabilidad que se clasifica como recuperable de manera inmediata (**MC=1**), por lo que, al evaluar todos los componentes, el impacto **Inversión de capital por adquisición de insumos, materiales y equipo**, presentará una importancia de **45**.

$$I = \pm[3I + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC]$$

$$I = +[3(4) + 2(4) + 4 + 4 + 2 + 2 + 4 + 4 + 4 + 1] = 45$$

B16. Generación de empleos por contratación de personal

El impacto **Generación de empleos por contratación de personal**, es provocado por la acción **Generación de empleos**, produciendo un impacto **beneficioso**. Este impacto presentará un efecto **directo (EF=4)**, y por el tiempo que continuará manifestándose, presentará una persistencia permanente (**PE=4**), además de que se presentará en un plazo inmediato (**MO=4**). Se estima que la intensidad será muy alta (**I=8**), y que el área de influencia o extensión del impacto **Generación de empleos por contratación de personal**, tendrá una extensión extensa (**EX=4**) debido a que los efectos del impacto se manifestarán en una zona extensa. La regularidad de la manifestación de **Generación de empleos**, se presentará continuamente (**PR=4**), contribuyendo a un incremento acumulativo del efecto (**AC=4**). La regularidad de la manifestación será sinérgico (**SI=2**), y presentará una posibilidad a mediano plazo de revertirse (**RV=2**). Finalmente, este impacto presentará una recuperabilidad que se clasifica como recuperable de manera inmediata (**MC=1**), por lo que, al evaluar todos los componentes, el impacto **Generación de empleos por contratación de personal**, presentará una importancia de **57**.

$$I = \pm[3I + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC]$$

$$I = +[3(8) + 2(4) + 4 + 4 + 2 + 2 + 4 + 4 + 4 + 1] = 57$$

B17. Generación de aguas residuales por adquisición y uso de sanitarios portátiles

El impacto **Generación de aguas residuales por adquisición y uso de sanitarios portátiles**, es provocado por la acción **Generación de aguas residuales**, produciendo un impacto **perjudicial**. Este impacto presentará un efecto **directo (EF=4)**, y por el tiempo que continuará manifestándose, presentará una persistencia fugaz (**PE=1**), además de que se presentará en un plazo inmediato (**MO=4**). Se estima que la intensidad será baja (**I=1**), y que el área de influencia o extensión del impacto **Generación de aguas residuales por adquisición y uso de sanitarios portátiles**, tendrá una extensión puntual (**EX=1**) debido a que los efectos del impacto se manifestarán en una zona puntual. La regularidad de la manifestación de **Generación de aguas residuales**, se presentará irregularmente o discontinuamente (**PR=1**), contribuyendo a un incremento simple del efecto (**AC=1**). La regularidad de la manifestación será sin sinergismo (**SI=1**), y presentará una posibilidad a

mediano plazo de revertirse (**RV=2**). Finalmente, este impacto presentará una recuperabilidad que se clasifica como recuperable a medio plazo (**MC=2**), por lo que, al evaluar todos los componentes, el impacto **Generación de aguas residuales por adquisición y uso de sanitarios portátiles**, presentará una importancia de **-21**.

$$I = \pm[3I + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC]$$

$$I = -[3(1) + 2(1) + 4 + 1 + 2 + 1 + 1 + 4 + 1 + 2] = -21$$

V.2.3.3 Etapa de operación

C1. Generación de residuos sólidos urbanos por ocupación de viviendas

El impacto **Generación de residuos sólidos urbanos por ocupación de viviendas**, es provocado por la acción **Generación de residuos sólidos urbanos**, produciendo un impacto **perjudicial**. Este impacto presentará un efecto **indirecto (secundario)** (**EF=1**), y por el tiempo que continuará manifestándose, presentará una persistencia fugaz (**PE=1**), además de que se presentará en un plazo inmediato (**MO=4**). Se estima que la intensidad será media (**I=2**), y que el área de influencia o extensión del impacto **Generación de residuos sólidos urbanos por ocupación de viviendas**, tendrá una extensión parcial (**EX=2**) debido a que los efectos del impacto se manifestarán en una zona parcial. La regularidad de la manifestación de **Generación de residuos sólidos urbanos**, se presentará irregularmente o discontinuamente (**PR=1**), contribuyendo a un incremento acumulativo del efecto (**AC=4**). La regularidad de la manifestación será sin sinergismo (**SI=1**), y presentará una posibilidad a mediano plazo de revertirse (**RV=2**). Finalmente, este impacto presentará una recuperabilidad que se clasifica como recuperable de manera inmediata (**MC=1**), por lo que, al evaluar todos los componentes, el impacto **Generación de residuos sólidos urbanos por ocupación de viviendas**, presentará una importancia de **-25**.

$$I = \pm[3I + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC]$$

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

C2. Consumo de agua por ocupación de viviendas

El impacto **Consumo de agua por ocupación de viviendas**, es provocado por la acción **Consumo de agua**, produciendo un impacto **perjudicial**. Este impacto presentará un efecto **indirecto (secundario)** (**EF=1**), y por el tiempo que continuará manifestándose, presentará una persistencia permanente (**PE=4**), además de que se presentará en un plazo

inmediato (**MO=4**). Se estima que la intensidad será media (**I=2**), y que el área de influencia o extensión del impacto **Consumo de agua por ocupación de viviendas**, tendrá una extensión parcial (**EX=2**) debido a que los efectos del impacto se manifestarán en una zona parcial. La regularidad de la manifestación de **Consumo de agua**, se presentará irregularmente o discontinuamente (**PR=1**), contribuyendo a un incremento acumulativo del efecto (**AC=4**). La regularidad de la manifestación será sin sinergismo (**SI=1**), y presentará una posibilidad irreversible de revertirse (**RV=4**). Finalmente, este impacto presentará una recuperabilidad que se clasifica como irrecuperable (**MC=8**), por lo que, al evaluar todos los componentes, el impacto **Consumo de agua por ocupación de viviendas**, presentará una importancia de **-37**.

$$I = \pm[3I + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC]$$

$$I = -[3(2) + 2(2) + 4 + 4 + 4 + 1 + 4 + 1 + 1 + 8] = -37$$

C3. Consumo energético por ocupación de viviendas

El impacto **Consumo energético por ocupación de viviendas**, es provocado por la acción **Consumo energético**, produciendo un impacto **perjudicial**. Este impacto presentará un efecto **directo (EF=4)**, y por el tiempo que continuará manifestándose, presentará una persistencia permanente (**PE=4**), además de que se presentará en un plazo inmediato (**MO=4**). Se estima que la intensidad será media (**I=2**), y que el área de influencia o extensión del impacto **Consumo energético por ocupación de viviendas**, tendrá una extensión parcial (**EX=2**) debido a que los efectos del impacto se manifestarán en una zona parcial. La regularidad de la manifestación de **Consumo energético**, se presentará continuamente (**PR=4**), contribuyendo a un incremento simple del efecto (**AC=1**). La regularidad de la manifestación será sinérgico (**SI=2**), y presentará una posibilidad irreversible de revertirse (**RV=4**). Finalmente, este impacto presentará una recuperabilidad que se clasifica como irrecuperable (**MC=8**), por lo que, al evaluar todos los componentes, el impacto **Consumo energético por ocupación de viviendas**, presentará una importancia de **-41**.

$$I = \pm[3I + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC]$$

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

C4. Generación de aguas residuales por ocupación de viviendas

El impacto **Generación de aguas residuales por ocupación de viviendas**, es provocado por la acción **Generación de aguas residuales**, produciendo un impacto **perjudicial**. Este impacto presentará un efecto **directo (EF=4)**, y por el tiempo que continuará manifestándose, presentará una persistencia permanente (**PE=4**), además de que se presentará en un plazo inmediato (**MO=4**). Se estima que la intensidad será media (**I=2**), y que el área de influencia o extensión del impacto **Generación de aguas residuales por ocupación de viviendas**, tendrá una extensión parcial (**EX=2**) debido a que los efectos del impacto se manifestarán en una zona parcial. La regularidad de la manifestación de **Generación de aguas residuales**, se presentará continuamente (**PR=4**), contribuyendo a un incremento simple del efecto (**AC=1**). La regularidad de la manifestación será sinérgico (**SI=2**), y presentará una posibilidad irreversible de revertirse (**RV=4**). Finalmente, este impacto presentará una recuperabilidad que se clasifica como recuperable a medio plazo (**MC=2**), por lo que, al evaluar todos los componentes, el impacto **Generación de aguas residuales por ocupación de viviendas**, presentará una importancia de **-35**.

$$I = \pm[3I + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC]$$

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

C5. Generación de residuos sólidos urbanos por mantenimiento de viviendas y áreas verdes

El impacto **Generación de residuos sólidos urbanos por mantenimiento de viviendas y áreas verdes**, es provocado por la acción **Generación de residuos sólidos urbanos**, produciendo un impacto **perjudicial**. Este impacto presentará un efecto **indirecto (secundario) (EF=1)**, y por el tiempo que continuará manifestándose, presentará una persistencia fugaz (**PE=1**), además de que se presentará en un plazo inmediato (**MO=4**). Se estima que la intensidad será baja (**I=1**), y que el área de influencia o extensión del impacto **Generación de residuos sólidos urbanos por mantenimiento de viviendas y áreas verdes**, tendrá una extensión puntual (**EX=1**) debido a que los efectos del impacto se manifestarán en una zona puntual. La regularidad de la manifestación de **Generación de residuos sólidos urbanos**, se presentará continuamente (**PR=4**), contribuyendo a un incremento simple del efecto (**AC=1**). La regularidad de la manifestación será sin sinergismo (**SI=1**), y presentará una posibilidad irreversible de revertirse (**RV=4**). Finalmente, este impacto presentará una recuperabilidad que se clasifica como recuperable de manera inmediata (**MC=1**), por lo que, al evaluar todos los componentes, el impacto **Generación de residuos sólidos urbanos por mantenimiento de viviendas y áreas verdes**, presentará una importancia de **-22**.

$$I = \pm[3I + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC]$$

$$I = -[3(1) + 2(1) + 4 + 1 + 4 + 1 + 1 + 1 + 4 + 1] = -22$$

C6. Generación de residuos sólidos urbanos por mantenimiento de infraestructura

El impacto **Generación de residuos sólidos urbanos por mantenimiento de infraestructura**, es provocado por la acción **Generación de residuos sólidos urbanos**, produciendo un impacto **perjudicial**. Este impacto presentará un efecto **indirecto (secundario) (EF=1)**, y por el tiempo que continuará manifestándose, presentará una persistencia fugaz (**PE=1**), además de que se presentará en un plazo inmediato (**MO=4**). Se estima que la intensidad será baja (**I=1**), y que el área de influencia o extensión del impacto **Generación de residuos sólidos urbanos por mantenimiento de infraestructura**, tendrá una extensión puntual (**EX=1**) debido a que los efectos del impacto se manifestarán en una zona puntual. La regularidad de la manifestación de **Generación de residuos sólidos urbanos**, se presentará continuamente (**PR=4**), contribuyendo a un incremento simple del efecto (**AC=1**). La regularidad de la manifestación será sin sinergismo (**SI=1**), y presentará una posibilidad irreversible de revertirse (**RV=4**). Finalmente, este impacto presentará una recuperabilidad que se clasifica como recuperable de manera inmediata (**MC=1**), por lo que, al evaluar todos los componentes, el impacto **Generación de residuos sólidos urbanos por mantenimiento de infraestructura**, presentará una importancia de -22.

$$I = \pm[3I + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC]$$

$$I = -[3(1) + 2(1) + 4 + 1 + 4 + 1 + 1 + 1 + 4 + 1] = -22$$

C7. Inversión de capital por adquisición de insumos, materiales y equipo

El impacto **Inversión de capital por adquisición de insumos, materiales y equipo**, es provocado por la acción **Inversión de capital**, produciendo un impacto **beneficioso**. Este impacto presentará un efecto **directo (EF=4)**, y por el tiempo que continuará manifestándose, presentará una persistencia permanente (**PE=4**), además de que se presentará en un plazo inmediato (**MO=4**). Se estima que la intensidad será alta (**I=4**), y que el área de influencia o extensión del impacto **Inversión de capital por adquisición de insumos, materiales y equipo**, tendrá una extensión extensa (**EX=4**) debido a que los efectos del impacto se manifestarán en una zona extensa. La regularidad de la manifestación de **Inversión de capital**, se presentará continuamente (**PR=4**),

contribuyendo a un incremento acumulativo del efecto (**AC=4**). La regularidad de la manifestación será sinérgico (**SI=2**), y presentará una posibilidad a mediano plazo de revertirse (**RV=2**). Finalmente, este impacto presentará una recuperabilidad que se clasifica como recuperable de manera inmediata (**MC=1**), por lo que, al evaluar todos los componentes, el impacto **Inversión de capital por adquisición de insumos, materiales y equipo**, presentará una importancia de **45**.

$$I = \pm[3I + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC]$$

$$I = +[3(4) + 2(4) + 4 + 4 + 2 + 2 + 4 + 4 + 4 + 1] = 45$$

C8. Generación de empleos por contratación de personal

El impacto **Generación de empleos por contratación de personal**, es provocado por la acción **Generación de empleos**, produciendo un impacto **beneficioso**. Este impacto presentará un efecto **directo (EF=4)**, y por el tiempo que continuará manifestándose, presentará una persistencia permanente (**PE=4**), además de que se presentará en un plazo inmediato (**MO=4**). Se estima que la intensidad será muy alta (**I=8**), y que el área de influencia o extensión del impacto **Generación de empleos por contratación de personal**, tendrá una extensión extensa (**EX=4**) debido a que los efectos del impacto se manifestarán en una zona extensa. La regularidad de la manifestación de **Generación de empleos**, se presentará continuamente (**PR=4**), contribuyendo a un incremento acumulativo del efecto (**AC=4**). La regularidad de la manifestación será sinérgico (**SI=2**), y presentará una posibilidad a mediano plazo de revertirse (**RV=2**). Finalmente, este impacto presentará una recuperabilidad que se clasifica como recuperable de manera inmediata (**MC=1**), por lo que, al evaluar todos los componentes, el impacto **Generación de empleos por contratación de personal**, presentará una importancia de **57**.

$$I = \pm[3I + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC]$$

$$I = +[3(8) + 2(4) + 4 + 4 + 2 + 2 + 4 + 4 + 4 + 1] = 57$$

V.2.4 Matriz de importancia

Se identificaron 45 impactos, de los cuales 39 son impactos negativos, y 6 beneficiosos; además, 21 de ellos son irrelevantes, 18 moderados, y 6 severos. Estos incluyen a los impactos beneficiosos. En el **Cuadro V:7**, se muestra la matriz de importancia con el valor de importancia para cada uno de los impactos potenciales identificados.

Cuadro V:7. Matriz de importancia de los impactos potenciales para el proyecto “Senderos Poniente”.

NO.	IMPACTO	Naturaleza (+ / -)	Intensidad (I)	Extensión (EX)	Momento (MO)	Persistencia (PE)	Reversibilidad (RV)	Sinergia (SI)	Acumulación (AC)	Efecto (EF)	Periodicidad (PR)	Recuperabilidad (MC)	Importancia (I)
A1	Disminución de naturalidad del paisaje por colocación de estacas y balizas para marcar longitudes y cadenamientos	-	1	1	4	1	1	1	1	4	1	1	-19
A2	Generación de residuos de manejo especial por colocación de estacas y balizas para marcar longitudes y cadenamientos	-	1	2	4	1	4	1	1	1	1	1	-21
A3	Generación de barreras físicas por colocación de estacas y balizas para marcar longitudes y cadenamientos	-	1	2	4	1	1	1	1	1	1	1	-18
A4	Reducción de biomasa por remoción de la vegetación	-	8	4	4	4	4	1	1	4	1	8	-59
A5	Desplazamiento de la fauna por remoción de la vegetación	-	8	4	4	4	2	1	1	1	1	4	-50
A6	Disminución de naturalidad del paisaje por remoción de la vegetación	-	4	4	4	4	1	1	1	4	1	8	-44
A7	Generación de residuos de manejo especial por remoción de la vegetación	-	4	4	4	2	4	1	1	1	1	2	-36
A8	Generación de gases de efecto invernadero por remoción de la vegetación	-	4	2	4	1	1	2	1	1	1	1	-28
A9	Pérdida de suelo por eliminación de la capa superficial del suelo	-	8	4	4	1	1	1	1	1	1	8	-50
A10	Disminución de naturalidad del paisaje por eliminación de la capa superficial del suelo	-	4	4	4	4	1	1	1	4	1	8	-44
A11	Generación de residuos de manejo especial por eliminación de la capa superficial del suelo	-	4	4	4	2	4	1	1	1	1	2	-36
A12	Generación de gases de efecto invernadero por eliminación de la capa superficial del suelo	-	4	2	4	1	1	2	1	1	1	1	-28
A13	Generación de residuos de manejo especial por retiro de residuos, escombros y hierba	-	4	4	4	2	4	1	1	1	1	2	-36
A14	Generación de residuos de manejo especial por construcción de bodega para resguardo de materiales	-	1	2	4	2	4	1	1	1	1	1	-22
A15	Modificación de características químicas y físicas del suelo por cortes y rellenos del terreno	-	4	2	4	1	4	1	1	1	1	8	-37
A16	Disminución de naturalidad del paisaje por cortes y rellenos del terreno	-	2	2	4	1	1	1	1	4	1	1	-24
A17	Generación de gases de efecto invernadero por uso de maquinaria	-	1	2	4	1	1	2	1	1	1	1	-19
A18	Inversión de capital por renta de maquinaria y adquisición de combustibles e insumos químicos	+	4	4	4	4	2	2	4	4	4	1	45
A19	Generación de empleos por contratación de personal	+	8	4	4	4	2	2	4	4	4	1	57
A20	Generación de aguas residuales por adquisición y uso de sanitarios portátiles	-	1	1	4	1	2	1	1	4	1	2	-21

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular
Proyecto: Senderos Poniente

NO.	IMPACTO	Naturaleza (+ / -)	Intensidad (I)	Extensión (EX)	Momento (MO)	Persistencia (PE)	Reversibilidad (RV)	Sinergia (SI)	Acumulación (AC)	Efecto (EF)	Periodicidad (PR)	Recuperabilidad (MC)	Importancia (I)
B1	Generación de residuos de manejo especial por obras de conexión a servicios básicos	-	1	2	4	1	4	1	1	1	1	1	-21
B2	Modificación de características químicas y físicas del suelo por cortes y compactación del terreno	-	4	2	4	1	4	1	1	1	1	8	-37
B3	Disminución de naturalidad del paisaje por cortes y compactación del terreno	-	2	2	4	1	1	1	1	4	1	1	-24
B4	Modificación de características químicas y físicas del suelo por vertido y adecuación de capa asfáltica	-	4	2	4	1	4	1	1	1	1	8	-37
B5	Disminución de naturalidad del paisaje por vertido y adecuación de capa asfáltica	-	2	2	4	1	1	1	1	4	1	1	-24
B6	Generación de gases de efecto invernadero por uso de maquinaria	-	1	2	4	1	1	2	1	1	1	1	-19
B7	Generación de residuos de manejo especial por colocación de zapatas	-	2	2	4	1	4	1	1	1	1	1	-24
B8	Modificación de características químicas y físicas del suelo por colocación de zapatas	-	4	2	4	1	4	1	1	1	1	8	-37
B9	Disminución de naturalidad del paisaje por colocación de estructura de muros	-	1	1	4	1	1	1	1	4	1	4	-22
B10	Generación de residuos de manejo especial por colocación de estructura de muros	-	2	2	4	1	4	1	1	1	1	1	-24
B11	Generación de residuos de manejo especial por colocación de firmes de concreto	-	2	2	4	1	4	1	1	1	1	1	-24
B12	Generación de residuos de manejo especial por instalación de redes y tuberías	-	2	2	4	1	4	1	1	1	1	1	-24
B13	Generación de residuos de manejo especial por trabajos de carpintería, cancelería, etc.	-	2	2	4	1	4	1	1	1	1	1	-24
B14	Generación de residuos de manejo especial por instalación de servicios auxiliares	-	2	2	4	1	4	1	1	1	1	1	-24
B15	Inversión de capital por adquisición de insumos, materiales y equipo	+	4	4	4	4	2	2	4	4	4	1	45
B16	Generación de empleos por contratación de personal	+	8	4	4	4	2	2	4	4	4	1	57
B17	Generación de aguas residuales por adquisición y uso de sanitarios portátiles	-	1	1	4	1	2	1	1	4	1	2	-21
C1	Generación de residuos sólidos urbanos por ocupación de viviendas	-	2	2	4	1	2	1	4	1	1	1	-25
C2	Consumo de agua por ocupación de viviendas	-	2	2	4	4	4	1	4	1	1	8	-37
C3	Consumo energético por ocupación de viviendas	-	2	2	4	4	4	2	1	4	4	8	-41
C4	Generación de aguas residuales por ocupación de viviendas	-	2	2	4	4	4	2	1	4	4	2	-35
C5	Generación de residuos sólidos urbanos por mantenimiento de viviendas y áreas verdes	-	1	1	4	1	4	1	1	1	4	1	-22
C6	Generación de residuos sólidos urbanos por mantenimiento de infraestructura	-	1	1	4	1	4	1	1	1	4	1	-22
C7	Inversión de capital por adquisición de insumos, materiales y equipo	+	4	4	4	4	2	2	4	4	4	1	45
C8	Generación de empleos por contratación de personal	+	8	4	4	4	2	2	4	4	4	1	57

V.2.4.1 Ponderación de la importancia relativa de los factores

A continuación, se muestra la importancia de los factores ambientales por etapa para el proyecto **Senderos Poniente**, en el **Cuadro V:8**. Se observa que, la actividad más impactante será la de remoción de la vegetación. Mientras que el factor más impactado sería el deterioro del suelo.

Cuadro V:8. Matriz de importancia de los factores afectados durante el proyecto.

COMPONENTE	FACTOR	Preparación							Construcción						Operación			Total general
		Todas las subetapas de preparación	Delimitado	Desmonte	Despalme	Limpieza del terreno	Instalación de infraestructura temporal	Nivelación	Todas las subetapas de construcción	Conexión a servicios básicos	Vialidades internas	Cimentación	Construcción de muros, instalación de piso y	Ingenierías y acabados	Funcionamiento de viviendas	Mantenimiento de viviendas	Todas las subetapas de operación	
Fauna	Desplazamiento			-50														-50
Suelo	Deterioro		-21	-36	-86	-36	-22			-21	-37	-24	-48	-72	-25	-44		-472
	Pérdida							-37			-37	-37						-111
Economía	Crecimiento	45							45								45	135
Paisaje	Deterioro		-37	-44	-44			-24			-48		-22					-219
Agua	Deterioro	-21							-21						-35			-77
Flora	Pérdida			-59														-59
Atmósfera	Deterioro			-28	-28			-19			-19				-41			-135
Población	Mejoramiento	57							57								57	171
Acuífero	Pérdida														-37			-37

VI MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

De acuerdo a la valoración cuantitativa de la Importancia estimada para cada uno de los impactos ambientales identificados para el proyecto se definieron medidas de prevención, mitigación y compensación para cada uno de los impactos potenciales (**Cuadro VI:1**). Cada una de estas medidas está dirigida a:

- **Prevenir:** aplicar acciones antes de que se presenten los impactos potenciales.
- **Mitigar:** aplicar acciones, una vez presentados los impactos potenciales, que no pueden ser prevenidos y que reduzcan sus niveles de afectación a irrelevantes.
- **Compensar:** aplicar acciones que mejoren un componente y factor ambiental afectado, sin actuar directamente sobre el impacto potencial identificado por ser este inevitable y sin posibilidades de ser prevenido o mitigado.

Cuadro VI:1. Medidas de prevención, mitigación o compensación para el proyecto "Senderos Poniente".

MEDIDA				IMPACTOS A LOS QUE VA DIRIGIDO	
No	NOMBRE	TIPO	MOMENTO DE APLICACIÓN	ACTIVIDAD IMPACTANTE	CLAVE DEL IMPACTO
1	Conservación de áreas verdes naturales	Compensación	Previo al delimitado (inicio de obras)	Reducción de biomasa	A4
				Disminución de naturalidad del paisaje	A1, A6, A10, A16, B3, B5, B9
				Consumo de agua	C2
				Modificación de características químicas y físicas del suelo	A15, B2, B4, B8
				Pérdida de suelo	A9
2	Enriquecimiento de las áreas verdes naturales	Compensación	Todas las subetapas	Modificación de características químicas y físicas del suelo	A15, B2, B4, B8
				Pérdida de suelo	A9
				Disminución de naturalidad del paisaje	A1, A6, A10, A16, B3, B5, B9
3	Estrategias para el manejo adecuado de residuos	Prevención	Todas las subetapas	Modificación de características químicas y físicas del suelo	A15, B2, B4, B8
				Generación de residuos sólidos urbanos	C1, C5, C6
				Generación de residuos de manejo especial	A2, A7, A11, A13, A14, B1, B7, B10, B11, B12, B13, B14

MEDIDA				IMPACTOS A LOS QUE VA DIRIGIDO	
No.	NOMBRE	TIPO	MOMENTO DE APLICACIÓN	ACTIVIDAD IMPACTANTE	CLAVE DEL IMPACTO
				Disminución de naturalidad del paisaje	A1, A6, A10, A16, B3, B5, B9
4	Programa de Rescate y Reubicación de Vegetación	Mitigación	Previo al desmante	Disminución de naturalidad del paisaje	A1, A6, A10, A16, B3, B5, B9
				Reducción de biomasa	A4
5	Programa de Rescate y Reubicación de Fauna	Prevención	Previo al desmante	Desplazamiento de la fauna	A5
				Disminución de naturalidad del paisaje	A1, A6, A10, A16, B3, B5, B9
6	Recuperación de tierra vegetal	Prevención	Durante el desmante y despalme	Modificación de características químicas y físicas del suelo	A15, B2, B4, B8
				Pérdida de suelo	A9
7	Renta de maquinaria en óptimo estado	Prevención	Todas las subetapas de la preparación y la construcción	Modificación de características químicas y físicas del suelo	A15, B2, B4, B8
				Generación de gases de efecto invernadero	A8, A12, A17, B6
8	Sensibilización y capacitación del personal	Prevención	Todas las subetapas de la preparación y la construcción	Disminución de naturalidad del paisaje	A1, A6, A10, A16, B3, B5, B9
9	Trituración del material vegetal	Prevención	Durante el desmante y despalme	Disminución de naturalidad del paisaje	A1, A6, A10, A16, B3, B5, B9
				Generación de residuos de manejo especial	A2, A7, A11, A13, A14, B1, B7, B10, B11, B12, B13, B14
				Modificación de características químicas y físicas del suelo	A15, B2, B4, B8
10	Estrategias para el ahorro de agua	Mitigación	Operación	Consumo de agua	C2
11	Señalización	Prevención	Durante el desmante y despalme	Disminución de naturalidad del paisaje	A1, A6, A10, A16, B3, B5, B9
12	Uso de letrinas portátiles	Prevención	Todas las subetapas	Generación de aguas residuales	A20, B27

MEDIDA				IMPACTOS A LOS QUE VA DIRIGIDO	
No.	NOMBRE	TIPO	MOMENTO DE APLICACIÓN	ACTIVIDAD IMPACTANTE	CLAVE DEL IMPACTO
			de la preparación y la construcción		
13	Equipamiento con instalaciones eléctricas ahorradoras de energía	Mitigación	Operación	Consumo energético	C3

VI.1 DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA O PROGRAMA DE MEDIDAS DE MITIGACIÓN O CORRECTIVAS POR COMPONENTE AMBIENTAL

VI.1.1 Conservación áreas verdes naturales

Esta medida surge en contrapartida de las acciones impactantes del proyecto: Reducción de biomasa, Disminución de naturalidad del paisaje, Consumo de agua, Modificación de características químicas y físicas del suelo, y Pérdida de suelo

Objetivos:	Conservar áreas que permitan la permanencia de la fauna silvestre en las inmediaciones del predio. Conservar áreas que permitan la continuidad de la naturalidad del paisaje. Conservar áreas que permitan la permanencia de la vegetación dentro del predio. Mantener áreas para la infiltración de agua Mantener las características del suelo en las áreas a conservar
Factor objeto:	Pérdida del acuífero, pérdida de flora, deterioro del paisaje, deterioro de suelo, pérdida de suelo
Impacto objeto:	A4, A1, A6, A10, A16, B3, B5, B9, C2, A15, B2, B4, B8, A9
Tipo:	Compensación.
Aplicación:	Se realizará previo al inicio de obras, antes del delimitado.
Mecanismo:	Previo al delimitado, se acotarán las áreas que se excluirán del proyecto de desmonte, donde se mantendrán en condiciones originales la vegetación; es decir, el hábitat de fauna. En estas áreas no se realizará el delimitado, ni ninguna de sus subetapas (habilitación de brechas, instalación de estacas, etc.), así como tampoco el desmonte ni el despalme. Esta acotación será señalada en los planos autorizados.

Supervisión:	Se realizarán evaluaciones periódicas en campo, registrándolas en una bitácora ambiental. Asimismo, se elaborarán informes internos, así como a la autoridad competente, con evidencia fotográfica. El encargado de llevar a cabo estas evaluaciones, será el supervisor de obra o el supervisor ambiental contratado para este fin.
Eficiencia:	Las obras proyectadas se apegan a lo establecido en los planos autorizados, conforme a localización y dimensiones.
Duración:	La medida se iniciará a aplicar desde el diseño del proyecto, plasmándose en los planos y efectuándose antes del inicio de obras (antes del delimitado); su supervisión se realizará durante todo el proyecto).

VI.1.2 Enriquecimiento de áreas verdes naturales

Esta medida surge en contrapartida de las acciones impactantes del proyecto: Modificación de características químicas y físicas del suelo, Pérdida de suelo, y Disminución de naturalidad del paisaje. Esta medida consiste en la incorporación del material vegetal triturado, así como de la tierra vegetal recuperada con el fin de enriquecer la vegetación de las áreas verdes naturales.

Objetivo:	Conservar áreas que permitan la permanencia física del suelo, y de su estructura y propiedades, así como la permanencia de la cobertura vegetal, y de la naturalidad del paisaje; que le brinden protección y fijación al suelo.
Factor objeto:	Pérdida del suelo, deterioro de suelo, deterioro del paisaje
Impacto objeto:	A15, B2, B4, B8, A9, A1, A6, A10, A16, B3, B5, B9
Tipo:	Compensación.
Aplicación:	Se realizará previo al inicio de obras, antes del delimitado.
Mecanismo:	Cada que se desmonte y despalde un área, el material vegetal resultante será triturado y la tierra vegetal se recuperará, y se almacenarán en el almacén temporal. Ambos, serán usados como mejorador de suelos en las áreas naturales verdes que se conservarán, así como sustrato para la siembra de las plantas rescatadas
Supervisión:	Se realizarán evaluaciones periódicas en campo, registrándolas en una bitácora ambiental. Asimismo, se elaborarán informes internos, así como a la autoridad competente, con evidencia fotográfica. El encargado de llevar a cabo estas evaluaciones, será el supervisor de obra o el supervisor ambiental contratado para este fin.
Eficiencia:	Su eficiencia se medirá en la medida en que no se observe material vegetal mezclado con tierra vegetal, acumulado en ninguna zona del predio.

Duración: El triturado y cribado de las áreas desmontadas y despalmadas se extenderán por lo que dure la remoción de la vegetación.

VI.1.3 Estrategias para el manejo adecuado de residuos

Esta medida surge por la acción impactante del proyecto: Modificación de características químicas y físicas del suelo, Generación de residuos sólidos urbanos en operación y construcción, Generación de residuos de manejo especial, y Disminución de naturalidad del paisaje.

Objetivo: Evitar la liberación de residuos de manejo especial y sólidos urbanos al paisaje.

Factor objeto: Deterioro del paisaje, deterioro del suelo

Impacto objeto: A15, B2, B4, B8, C1, C5, C6, A2, A7, A11, A13, A14, B1, B7, B10, B11, B12, B13, B14, A1, A6, A10, A16, B3, B5, B9

Tipo: Preventiva.

Aplicación: Durante toda la duración del proyecto

Mecanismo: **Definición:**

- a) Residuos de manejo especial: 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.
- b) Residuos sólidos urbanos: Los generados en durante la obra por los trabajadores, así como 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.

Identificación:

- a) Residuos de manejo especial: Residuos pétreos y residuos de madera.
- b) Residuos sólidos urbanos: Residuos de alimentos, envases y empaque de bebidas y alimentos; y residuos sanitarios.

Infraestructura contemplada para su manejo:

- a) Residuos de manejo especial (RME): Áreas de acopio y almacenamiento temporal para residuos pétreos y para residuos de madera.
- b) Residuos sólidos urbanos (RSU):
 - Área de acopio y almacenamiento temporal con piso firme impermeable para minimizar filtraciones de

lixiviados al subsuelo, paredes de malla electrosoldada perimetral y techo de lámina para el resguardo de los residuos de los elementos, evitando su dispersión. Al interior se colocarán contenedores con tapa y rótulos de identificación, tantos como tipo de residuos sólidos urbanos sean generados. El almacén estará debidamente señalizado.

- Contenedores con tapa y rótulos indicativos ubicados en sitios estratégicos de generación dentro de la obra; para el acopio por separado de los residuos sólidos, según la clasificación que establece la Ley aplicable:
 - Orgánicos: restos de comidas; frutas, verduras y sus cáscaras; otros.
 - Inorgánicos: vidrio; plástico, metales, papel y cartón, y residuos no reciclables.
- Contenedores de baja capacidad rotulados para el acopio de residuos sanitarios; uno en cada sanitario.

Acciones para propiciar la separación de residuos y su ulterior reciclaje o disposición: Con la finalidad de recuperar subproductos susceptibles de reciclaje o reúso, los contenedores dispuestos para el acopio temporal de RSU, estarán rotulados según el tipo de residuos destinados a contener. Los rótulos estarán compuestos por dos elementos primordiales: el color y la leyenda. En este sentido, serán del color que marca la Ley: verdes para los orgánicos, blanco para el vidrio, azul para el plástico, gris para los metales, amarillo para el papel y cartón y negro para lo no reciclables. Por parte de la leyenda, deberán tener escrito el tipo de residuo a contener (**Figura VI:1**).



Figura VI:1. Ejemplo de pictogramas para la rotulación de contenedores de RSU

Acciones para facilitar la recolección de residuos: Los sitios de acopio serán ubicados estratégicamente conforme al avance de la obra, seleccionándolos por su proximidad a los frentes de trabajo donde se generarán residuos peligrosos. Los contenedores a colocarse en los sitios de acopio, serán visibles en todo momento. Con respecto al almacén, será ubicado en sitios cercanos a los ingresos de la obra para facilitar la recolección por los recolectores autorizados por la federación.

Acciones para prevenir fugas y/o liberación de residuos al paisaje: Las diferentes empresas deberán asignar personal para el barrido y recolección de residuos que se generen en los diferentes frentes de obra, trasladando diariamente los residuos resultantes de las áreas de acopio o al almacén temporal, según sean residuos de manejo especial o residuos sólidos urbanos.

Los residuos orgánicos se almacenarán siempre en bolsas plásticas cerradas y dentro de contenedores con tapa, ya sea que se encuentren en áreas de generación, en las de acopio o en el almacén temporal. Lo anterior para evitar la proliferación de fauna nociva y la dispersión de los residuos por parte de la fauna silvestre. La disposición de estos residuos no será mayor a 48 horas a partir de su generación.

Disposición final de los residuos:

- a) Residuos de manejo especial: recolectores autorizados por el gobierno del estado o transporte directo al relleno sanitario de la ciudad de Playa del Carmen.
- b) Los residuos sólidos urbanos se dispondrán de acuerdo a su tipo:
 - Residuos sólidos urbanos reciclables: empresas especializadas y autorizadas por el gobierno del estado para la recolección de subproductos reciclables.
 - Residuos sólidos urbanos no reciclables y residuos sanitarios: sistema de recolección, transporte y disposición final municipal o transporte directo al relleno sanitario de la ciudad de Playa del Carmen.

Supervisión: Se realizarán evaluaciones periódicas en campo, registrándolas en una bitácora ambiental. Asimismo, se elaborarán informes internos, así como a la autoridad competente, con evidencia fotográfica. Finalmente, en todos los casos se documentará la disposición final de los residuos, archivando los manifiestos, recibos o comprobantes resultantes de las acciones que se lleven a cabo en este sentido; que serán anexados a la bitácora ambiental.

El encargado de llevar a cabo estas evaluaciones, será el supervisor de obra o el supervisor ambiental contratado para este fin.

Eficiencia: El indicador de eficiencia para la implementación de esta medida de mitigación, es la existencia del Plan de Manejo de Residuos de

	competencia estatal para el proyecto, así como la implementación del mismo.
Duración:	La medida se aplicará durante todo el proyecto.
Especificaciones:	El personal de obra deberá estar consciente de la existencia de la presente medida y deberá conocer las acciones que deberán seguir para el acopio, almacenamiento y disposición final de los RSU y RME, que le corresponde ejecutar para la adecuada aplicación de la misma; lo que se relaciona con la siguiente medida.

VI.1.4 Programa de rescate y reubicación de vegetación

Esta medida surge en contrapartida de la acción impactante del proyecto: Disminución de naturalidad del paisaje, y Reducción de biomasa por eliminación de la vegetación. Será implementado previo a las labores de desmonte, y tiene como objetivo la reubicación de la vegetación susceptible de ser rescatada en las áreas destinadas al desmonte.

Objetivo:	Rescatar y reubicar la mayor cantidad posible de individuos vegetales presentes en las áreas sujetas a desmonte.
Factor objeto:	Pérdida de flora, deterioro del paisaje
Impacto objeto:	A1, A6, A10, A16, B3, B5, B9, A4
Tipo:	Mitigación.
Aplicación:	Se realizará previo al inicio de obras, antes del delimitado y del desmonte.
Mecanismo:	El programa de rescate y reubicación de vegetación será el eje rector de la presente medida, y se estructurará como sigue:

Objetivos:

1. Rescatar individuos de especies forestales presentes en el predio y que sean representativas del ecosistema a modificar, con especial énfasis en las registradas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.
2. Promover la conservación de los individuos de especies forestales de importancia legal, ecológica, ornamental o cultural; lo que, a su vez, contribuya a la conservación de la biodiversidad.
3. Reubicar a los individuos rescatados a las áreas verdes naturales que se conservarán dentro del predio del proyecto.

Identificación de las especies que serán motivo de rescate: Se enlistarán las especies que cumplan con los siguientes criterios:

1. La especie está incluida en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 con alguna categoría de protección (importancia legal) o tiene forma de vida epífita.
2. 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).

3. 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).
4. La especie es importante como medicinal o construcción por los pobladores de la región; por tanto, es susceptible de ser incorporada al proyecto (importancia cultural).

Establecimiento de un vivero provisional: Previo al rescate de vegetación, se habilitará un vivero temporal donde se conservarán los individuos rescatados antes de su reubicación.

Técnicas de rescate de vegetación:

- a) De banqueo: es la más adecuada para individuos jóvenes: se extrae la planta realizando una excavación a su alrededor a una distancia mínima de 20 cm del tronco, evitando dañar la raíz primaria.
- b) De estacado: aplicable a especies que poseen la capacidad de generar raíces nuevas a partir de una parte vegetativa; consiste en el corte de estacas utilizando tijeras de podar o machete (dependiendo del grosor de la estaca). Los cortes deberán ser diagonales para que los extremos terminen en punta, procurando que se obtengan de ramas lignificadas que contengan yemas y presenten un aspecto vigoroso y saludable de acuerdo a las características del individuo del cual provengan, y que estén libres de manchas o marcas que indiquen alguna enfermedad.

Manejo de los individuos rescatados:

1. Durante siembra: se realizará en bolsas plásticas de tamaño congruente con el individuo rescatados. Estarán perforadas en su base. Las bolsas se rellenarán con sustrato a un tercio de su capacidad, para evitar pérdidas.
2. Durante estancia en vivero:
 - Las plantas serán colocadas en platabandas de 5 cm por 10 cm, con separación mínima entre ellas de 40 cm. Cada platabanda contendrá 50 individuos. Una vez colocadas en las platabandas, las plantas recibirán su primer riego.
 - El suministro de agua será frecuente y abundante, realizándose muy temprano por la mañana o a media tarde, evitando pérdidas por evaporación.
 - Aplicación de estimulantes de crecimiento radicular, una vez por semana.

- Aplicación de acciones para la prevención y control de plagas y enfermedades; evitando el hacinamiento de las plantas.

3. Durante traslado: El tiempo de traslado será corto, dependiendo de la distancia, podrá realizarse a pie o en vehículo.

Destino previsto para los individuos rescatados: Los criterios técnicos para la selección de los sitios destinados para la reubicación son:

1. Serán zonas conservadas, dentro del predio, que estén relativamente alejadas de actividades antropogénicas que pudieran representar un riesgo.
2. Una alternativa, serán las zonas o reservas denominadas corredores biológicos.

Supervisión:

Se llevará un registro de los individuos rescatados, que refleje el desarrollo y adaptación en el vivero, evaluando la efectividad del rescate y la respuesta de cada especie con respecto al manejo que se les dará. La supervisión se realizará como mínimo dos veces por semana, realizando un informe que se anexará a la bitácora ambiental, contando con evidencia fotográfica.

El encargado de llevar a cabo estas evaluaciones, será el supervisor de obra o el supervisor ambiental contratado para este fin.

Sobrevivencia del 80% de los individuos rescatados durante su manejo: Las acciones que se tomarán para garantizar la sobrevivencia de organismos, comenzarán desde la correcta aplicación de las técnicas de rescate. Cuando se realice el rescate por banqueo, se evitará la exposición de las raíces desnudas; en caso de no ser posible, no se expondrán por más de dos horas. Con respecto al rescate por estaca, una vez obtenidas las estacas, serán trasladadas al vivero provisional donde serán sumergidas, por dos horas, en una solución de agua con enraizador; además, se les proveerá de un soporte. Por otra parte, durante todo el proceso, se controlarán los rangos de luz, temperatura, humedad, agua y aire, a las que las plantas serán expuestas. Asimismo, se realizarán actividades de mantenimiento y control, como la poda de hojas y ramas secas, la fertilización regular de las plantas y la posible detección de plagas o enfermedades de manera oportuna para evitar la propagación de las mismas. El riego se realizará tres veces por semana, con volumen directamente proporcional al tamaño del individuo.

Eficiencia:

Se utilizará un indicador de probabilidad de sobrevivencia:

$$\varphi_t = \left(\frac{ol}{or_t} \right) \times 100$$

φ_t = probabilidad de supervivencia

pl = población liberada

pr_t = población rescatada
Donde la probabilidad será igual al 80%.
Duración: La medida tendrá una duración aproximada de 48 meses.

VI.1.5 Programa de rescate y reubicación de fauna

Esta medida surge en contrapartida de las acciones impactantes del proyecto: Desplazamiento de la fauna, y Disminución de naturalidad del paisaje, producto del retiro de la cobertura vegetal del predio, y corte de individuos arbustivos y arbóreos.

Objetivo: Evitar que la fauna que habite en las áreas sujetas a desmonte, sea dañada en su integridad física.
Factor objeto: Desplazamiento de fauna.
Impacto objeto: A5, A1, A6, A10, A16, B3, B5, B9.
Tipo: Prevención.
Aplicación: Se realizará previo al inicio de obras, antes del delimitado y desmonte.
Mecanismo: El programa de rescate y reubicación de fauna será el eje rector de la presente medida, y se estructurará como sigue:

Objetivo: Proporcionar una metodología que defina actividades de rescate, reubicación y liberación de fauna silvestre que se encuentre al interior del predio del proyecto Senderos Poniente, asegurando la sobrevivencia del 100% de los individuos rescatados.

Identificación de las especies que serán motivo de rescate: Se enlistarán las especies que se encontraron en el predio.

Técnicas de rescate de fauna silvestre:

- a) De ahuyentamiento: se propiciará el desplazamiento de los animales silvestres en las zonas de afectación, hacia otras de mayor calidad ambiental, mediante ruido y/o persecución.
- b) De captura por grupo zoológico:
 - Anfibios: se capturarán a mano
 - Reptiles: se capturarán a mano o con apoyo de pinzas herpetológicas.
 - Aves: búsqueda y monitoreo de nidos, y remoción responsable de nidos.
 - Mamíferos: Trampas Sherman y Tomahawk

Destino previsto para las especies rescatadas: Los criterios técnicos para la selección de los sitios destinados para la reubicación y liberación de especies de fauna son:

1. Serán zonas conservadas, que estén relativamente alejadas de actividades antropogénicas que pudieran representar un riesgo para la fauna a liberar en el corto o mediano plazo.
2. La distancia para establecer un sitio de reubicación será menor a 5 km de distancia con respecto al sitio de rescate, y el tiempo de traslado será menor a una hora.

3. Una alternativa, serán las zonas o reservas decretadas ya sean privadas, estatales o federales (como los corredores biológicos dentro del predio).

Supervisión: Se llevará un registro de los sitios de rescate y reubicación (**Figura VI:2**), que formarán parte de la bitácora ambiental.

PROGRAMA DE RESCATE Y REUBICACIÓN DE FAUNA SILVESTRE		
Responsable de la captura		
No. de captura		Foto de captura
Fecha de captura		
Hora de captura		
Ubicación del rescate (Coordenadas UTM)		
Género y especie		
Nombre común		
Estatus de la especie (NOM-059-SEMARNAT-2010)		
Endémica de la Región	SI	
Características particulares del sitio de rescate		
Responsable de la liberación		Foto de liberación
Fecha de liberación		
Hora de liberación		
Lugar de liberación (Coordenadas UTM)		
Características particulares del sitio de liberación		

Figura VI:2. Ficha de captura y liberación de organismos

El encargado de llevar a cabo estas evaluaciones, será el supervisor de obra o el supervisor ambiental contratado para este fin.

Sobrevivencia del 100% de los individuos rescatados durante su manejo: Las acciones que se tomarán para garantizar la sobrevivencia de organismos, comenzarán desde la correcta aplicación de las técnicas de captura y manejo de fauna silvestre, evitando que los organismos sufran estrés innecesario y que sean expuestos a luz extrema, calor o frío. Asimismo, el tiempo de captura, traslado y liberación de los organismos no será mayor a una hora. Antes de ser liberados, se asegurará que los animales capturados se encuentren sanos y en buenas condiciones. Si alguno de los animales mostrara

signos de debilidad o enfermedad será revisado *in situ* por un médico veterinario. De ser necesario se proporcionará agua a los ejemplares antes de la liberación. Aun cuando las medidas propuestas para garantizar la sobrevivencia de los ejemplares a reubicar son prácticas y seguras, siempre que se manipulan ejemplares vivos y se mantienen en condiciones de cautiverio, aunque sea por periodos cortos de tiempo, existe un riesgo asociado. En caso de que se presente mortalidad durante la manipulación de los organismos, se suspenderán las actividades de rescate y se hará una revisión de todos los procedimientos involucrados en el programa, a fin de tomar las medidas correctivas necesarias.

Eficiencia: Se utilizarán una serie de indicadores y ecuaciones, que evaluarán la eficiencia de las medidas de rescate, así como de la sobrevivencia de los organismos rescatados; los que se muestran en la **Figura VI:3**:

Indicador de Seguimiento	Eficiencia medida
$ea = \left(\frac{af}{ai} \right) \times 100$ En donde: ea = eficiencia de ahuyentamiento af = animales ahuyentados al final ai= animales ahuyentados al inicio	$ea = \leq 5\%$
$or = \left(\frac{orb}{oip} \right) \times 100$ En donde: or = organismos rescatados orb = número de organismos rescatados oip = número organismos identificados en los recorridos previos	$or = 100\%$
$nr = \left(\frac{nr_b}{nir_p} \right) \times 100$ En donde: or = nidos o madrigueras activas rescatados orb = número de nidos o madrigueras activas rescatados oip = número nidos o madrigueras activas identificados	$nr = 100\%$
$\phi_t = \left(\frac{ol}{or_t} \right) \times 100$ ϕ_t = probabilidad de supervivencia pl = población liberada pr_t = población rescatada	$\phi_t = 100\%$

Figura VI:3. Ficha de los indicadores de éxito

Para determinar el momento de detener el rescate se toma el siguiente criterio: cuando el aumento en el esfuerzo de campo, no incremente el número de organismos capturados. Para realizar estas estimaciones, se elaborará una lista de todos los organismos capturados en cada una de las áreas destinadas al rescate de fauna y se establecerá una medida estándar del esfuerzo con que fueron detectados.

Duración: La medida tendrá una duración correspondiente con la duración del desmonte.

VI.1.6 Recuperación de tierra vegetal

Esta medida surge en contrapartida de la acción impactante del proyecto: Modificación de características químicas y físicas del suelo y Pérdida de suelo; debido al retiro de capas de suelo, producto del retiro de vegetación herbácea, piedras y capa de suelo de espesor aprox. de 30 cm.

- Objetivo:** Procesar el material resultante del retiro de vegetación herbácea, piedras y capa de suelo de espesor aprox. de 30 cm, de manera que pueda ser reintroducido al ciclo de materia del ecosistema que se vería afectado.
- Factor objeto:** Deterioro de suelo, y pérdida de suelo.
- Impacto objeto:** A15, B2, B4, B8, A9
- Tipo:** Prevención.
- Aplicación:** Conforme se vaya retirando vegetación herbácea, piedras y capa de suelo (despalme).
- Mecanismo:** Cada que se despalme un área, se obtendrán residuos de vegetación herbácea, piedras y capa de suelo; por lo que serán cribados para separar el material pétreo de la tierra vegetal. Una vez se haya separado la tierra vegetal, se almacenará en el vivero temporal para ser utilizado como sustrato en las plantas rescatadas. El cribado se realizará con maquinaria o con mallas metálicas (**Figura VI:4**).



Figura VI:4. Ejemplo de equipo que se empleará para el cribado de tierra vegetal

- Supervisión:** Se realizarán evaluaciones periódicas en campo, registrándolas en una bitácora ambiental. Asimismo, se elaborarán informes internos, así como a la autoridad competente, con evidencia fotográfica. El encargado de llevar a cabo estas evaluaciones, será el supervisor de obra o el supervisor ambiental contratado para este fin.
- Eficiencia:** Su eficiencia se medirá en la medida en que no se observe material vegetal mezclado con tierra vegetal, acumulados en ninguna zona del predio.
- Duración:** El cribado para la recuperación de la tierra vegetal se extenderá lo que dure el despalme del predio.

VI.1.7 Renta de maquinaria en óptimo estado

Esta medida surge en contrapartida de la acción impactante del proyecto: Modificación de características químicas y físicas del suelo (en caso de derrame), y Generación de gases de efecto invernadero; que, podría originarse del uso de maquinaria con motores de combustión interna, que podrían liberar monóxido de carbono (CO), óxido nítrico (NO_x), hidrocarburo no quemado (HC), dióxido de azufre (SO₂) y partículas de hollín (MP).

Objetivo:	Prevenir la liberación de gases con efecto invernadero, suprimiendo los impactos derivados del uso de maquinaria; y evitando el deterioro de la atmósfera, por contaminación.
Factor objeto:	Deterioro de la atmósfera y modificación de las características físicas del suelo.
Impacto objeto:	A15, B2, B4, B8, A8, A12, A17, B6
Tipo:	Preventiva.
Aplicación:	Previo a la renta de maquinaria.
Mecanismo:	Se verificará que la maquinaria empleada en el proyecto, no emitan gases de escape, ni fugas de combustibles y otros aditamentos químicos, ni partículas de hollín.
Supervisión:	Se realizarán evaluaciones periódicas en campo, registrándolas en una bitácora vehicular. Asimismo, se elaborarán informes internos, así como a la autoridad competente, con evidencia fotográfica. El encargado de llevar a cabo estas evaluaciones, será el supervisor de obra o el supervisor ambiental contratado para este fin.
Eficiencia:	La eficiencia se medirá en campo, por medio de la ausencia completa de gases de escape y de partículas de hollín en el aire, así como de fugas en el suelo; así como la comprobación del mantenimiento de la maquinaria utilizada.
Duración:	La medida se aplicará desde la subetapa de desmonte, hasta la de despalle, durante todo el periodo en que se utilice maquinaria.
Especificaciones:	En caso de detectarse la liberación de gases de escape de la maquinaria, se exhortará a la arrendadora darle el servicio mecánico correctivo necesario. De no atender la solicitud en tiempo y forma, se procederá a prescindir de sus servicios y hacer el cambio de proveedor del servicio.

VI.1.8 Sensibilización y capacitación del personal

Esta medida surge en contrapartida de la acción impactante del proyecto: disminución de la naturalidad del paisaje; debido a que la presencia de trabajadores puede provocar la mala disposición de residuos sólidos urbanos sobre áreas inadecuadas para este fin.

Objetivo:	Prevenir la disposición de residuos sólidos en el terreno.

Factor objeto:	Deterioro del paisaje.
Impacto objeto:	A1, A6, A10, A16, B3, B5, B9
Tipo:	Preventiva.
Aplicación:	Cuando se requiera del uso de servicios sanitarios y durante la generación de residuos sólidos urbanos por los trabajadores.
Mecanismo:	Se realizarán las siguientes acciones para la sensibilización y capacitación del personal con respecto al manejo adecuado de aguas residuales domésticas:

Acciones de inducción al manejo de residuos:

- Realización de junta informativa previo al inicio de obras del proyecto **Senderos Poniente** con la empresa a la que se le asigne la realización de las obras, con la participación del gerente de obra, los supervisores y el responsable técnico de la supervisión ambiental, para dar a conocer las estrategias a seguir en materia de prevención de impactos ambientales vinculados al manejo de residuos y sanitarios portátiles.
- Colocación de letreros en áreas estratégicas dentro del predio, que induzcan a buenas prácticas en el manejo de aguas residuales domésticas, con los mensajes (**Figura VI:5**):
 - Mantengamos limpio el ambiente, no defeques al aire libre.
 - Los sanitarios portátiles están para tu uso.



Figura VI:5. Ejemplos de letreros indicativos

Colocación de letreros en áreas estratégicas dentro del predio, que induzcan a buenas prácticas en el manejo de residuos peligrosos, con los siguientes mensajes (**Figura VI:6**):

- La basura deberá ser depositada en los contenedores y no liberada al ambiente.
- Mantén limpia tu área de trabajo.
- Separa la basura según su tipo.



Figura VI:6. Ejemplos de letreros indicativos

Supervisión:	Se realizarán evaluaciones periódicas en campo, registrándolas en una bitácora ambiental. Asimismo, se elaborarán informes internos, así como a la autoridad competente, con evidencia fotográfica. El encargado de llevar a cabo estas evaluaciones, será el supervisor de obra o el supervisor ambiental contratado para este fin.
Eficiencia:	• La eficiencia se medirá en campo, por medio de la ausencia de materia fecal fuera de los sanitarios portátiles dispuestos en la obra. • Las áreas de trabajo están libres de residuos. • Los residuos se encuentran depositados en los contenedores dispuestos para este fin.
Duración:	Durante todo el proyecto.

VI.1.9 Trituración del material vegetal

Esta medida surge en contrapartida de la acción impactante del proyecto: Disminución de naturalidad del paisaje, Generación de residuos de manejo especial, y Modificación de características químicas y físicas del suelo. Se realizará con el material producto del retiro de la cobertura vegetal del predio, del desbroce, separación del fuste y el follaje, y corte de individuos arbustivos y herbáceos.

Objetivo:	Procesar el material resultante del desbroce, separación del fuste y el follaje, y corte de individuos arbustivos y herbáceos, de manera que pueda ser reintroducido al ciclo de materia del ecosistema que se vería afectado.
Factor objeto:	Deterioro de paisaje, deterioro del suelo.
Impacto objeto:	A1, A6, A10, A16, B3, B5, B9, A2, A7, A11, A13, A14, B1, B7, B10, B11, B12, B13, B14, A15, B2, B4, B8
Tipo:	Prevención.
Aplicación:	Conforme se vaya retirando la vegetación (desmonte).
Mecanismo:	Cada que se desmonte un área, se obtendrá material vegetal que será triturado y almacenado provisionalmente dentro del vivero rústico

temporal para ser usado como sustrato para las plantas rescatadas. El triturado se realizará con maquinaria (Figura VI:7).



Figura VI:7. Ejemplo de maquinaria que podrá emplearse para el triturado

Supervisión:	Se realizarán evaluaciones periódicas en campo, registrándolas en una bitácora ambiental. Asimismo, se elaborarán informes internos, así como a la autoridad competente, con evidencia fotográfica. El encargado de llevar a cabo estas evaluaciones, será el supervisor de obra o el supervisor ambiental contratado para este fin.
Eficiencia:	Su eficiencia se medirá en la medida en que no se observe material vegetal acumulado en ninguna zona del predio.
Duración:	El triturado del material vegetal se extenderá lo que dure el desmonte del predio.

VI.1.10 Estrategias para el ahorro de agua

Esta medida surge en contrapartida de la acción impactante del proyecto: Consumo de agua. Se deriva de la necesidad de mitigar la afectación a la disminución de las reservas del acuífero por la operación del fraccionamiento habitacional, así como al deterioro del agua por el uso de la misma dentro del proyecto; por lo que se considera la instalación de tecnologías que optimicen el uso de este recurso.

Objetivo:	Reducir el consumo de agua en las tomas de agua presentes en el predio. Instalación de infraestructura eficiente que eviten posibles fugas de agua.
Factor objeto:	Pérdida del acuífero y Deterioro del agua
Impacto objeto:	C2
Tipo:	Mitigación
Aplicación:	Durante toda la construcción y operación del proyecto.
Mecanismo:	Instalar sistemas economizadores de agua. Verificar que la instalación de red hidráulica no presente fugas; en su caso, hacer las reparaciones necesarias.

Supervisión:	Verificar, después de la instalación, que la red hidráulica no presente desperfectos; en su caso, hacer las reparaciones necesarias
Eficiencia:	Se realizarán evaluaciones en campo para verificar que los prestadores de servicios competentes efectúen la instalación de los equipos ahorradores.
Duración:	Que las obras cuenten con tecnologías que aseguren el ahorro y uso eficiente del agua.
Duración:	Se llevará a cabo durante toda la duración del proyecto.

VI.1.11 Señalización

Esta medida surge en contrapartida de la acción impactante del proyecto: Disminución de naturalidad del paisaje. Está enfocada en la colocación de letreros y señales para la correcta conducta del personal en lo que se refiere a la disposición de residuos, al tránsito en áreas indebidas, así como para prevenir el fecalismo al aire libre.

Objetivo:	Prevenir la contaminación de las áreas verdes naturales destinadas al proyecto, por residuos sólidos, aguas residuales y fecalismo al aire libre.
Factor objeto:	Prohibir la caza y perturbación a la fauna circundante
Impacto objeto:	Disminución de la calidad del paisaje
Tipo:	A1, A6, A10, A16, B3, B5, B9
Aplicación:	Prevención
Mecanismo:	Durante toda la preparación y construcción
	Para todas las etapas contempladas en el proyecto, se instalarán letreros en áreas estratégicas dentro del predio, con la finalidad de fomentar las buenas prácticas de manejo de residuos sólidos, con los siguientes mensajes: La basura deberá ser depositada en los contenedores y no liberada al ambiente (todas las etapas) y se debe mantener limpias las áreas de trabajo (Figura VI:8).



Figura VI:8. Ejemplos de letreros indicativos con el mensaje: deposita la basura en los contenedores (izquierda) y mantén limpia tu área de trabajo (derecha).

Separa la basura según su tipo (etapa constructiva) (**Figura VI:9**).



Figura VI:9. Ejemplos de letreros indicativos con el mensaje: separa la basura

Prohibido la caza o perturbación de la fauna, durante la etapa de preparación y construcción (**Figura VI:10**)



Figura VI:10. Ejemplos de letreros indicativos con el mensaje: prohibido cazara (izquierda), no perturbes a la fauna (derecha).

Supervisión:	Se efectuarán visitas de campo para verificar el cumplimiento del procedimiento de aplicación de la medida y que los señalamientos se encuentren en condiciones adecuadas y sitios visibles. Se llevará el registro en la Bitácora Ambiental que estará sustentado con evidencia fotográfica.
Eficiencia:	• Se realizan buenas prácticas de manejo de residuos sólidos. • No se generarán tiraderos ilegales de residuos sólidos. • No habrá reportes de perturbación o caza de fauna.
Duración:	Se llevará a cabo durante toda la preparación y construcción del proyecto.

VI.1.12 Uso de letrinas portátiles

Esta medida surge en contrapartida de la acción impactante del proyecto: Generación de aguas residuales. Consiste en la renta de sanitarios portátiles a razón de 1 por cada 20 trabajadores para evitar el fecalismo al aire libre y la disposición de residuos en zonas inadecuadas.

Objetivo:	Evitar la práctica del fecalismo al aire libre, así como la consecuente contaminación del medio por aguas residuales de tipo sanitario.
Factor objeto:	Deterioro del agua
Impacto objeto:	A20, B27
Tipo:	Prevención
Aplicación:	Cuando se requiera del uso de servicios sanitarios.
Mecanismo:	Se deberá contar con el uso de un sanitario portátil por cada 20 trabajadores, así mismo se debe garantizar la limpieza diaria y el manejo de los residuos generados por el uso del sanitario, esto estará a cargo de la empresa contratada, la cual debe contar con los permisos necesarios para los servicios sanitarios. Los sanitarios serán colocados en lugares estratégicos, en donde cubran las necesidades de los trabajadores, y que se encuentren bajo la sombra, en lugares donde no interfieran con las actividades de las obras y dentro de la superficie autorizada para desmonte. Infraestructura contemplada para su manejo: Sanitarios portátiles, a razón de uno por cada 25 trabajadores (Figura VI:11).



Figura VI:11. Ejemplo de sanitarios portátiles

Acciones para facilitar la recolección de residuos: Los sanitarios portátiles serán ubicados estratégicamente conforme al avance de la obra, seleccionándolos por su proximidad a los frentes de trabajo, pero también en sitios donde sea fácil su recolección para su disposición final. Los sanitarios portátiles serán visibles en todo momento.

Acciones para prevenir fugas: La disposición de las aguas residuales domésticas se realizará, al menos, cada que la capacidad de los sanitarios portátiles llegue al 80%.

Disposición final de las aguas residuales domésticas: La disposición final se realizará a través de la empresa arrendadora de los sanitarios portátiles o a través de pipas especializadas del sindicato de

	transportistas local, hacia una planta de tratamiento de aguas residuales
Supervisión:	Se verificará en campo que los sanitarios cuenten con las condiciones de calidad e higiene para su uso. Verificar que la empresa prestadora de servicio realice las actividades de limpieza y transporte de aguas residuales. Se registrará lo observado en campo en la Bitácora Ambiental, así como se documentará evidencia fotográfica.
Eficiencia:	La eficiencia se medirá en campo, por medio de indicadores de desempeño: ➤ No existe materia fecal fuera de los sanitarios dispuestos en obra. ➤ El número de sanitarios portátiles en la obra son congruentes con el número de trabajadores. ➤ El contenido de los sanitarios portátiles es vaciado cuando llegan al 80% de su capacidad total. Existen manifiestos, recibos o facturas que amparan la disposición de residuos conforme a la presente medida.
Duración:	Durante toda la preparación y construcción

VI.1.13 Equipamiento con instalaciones eléctricas ahorradoras de energía

Esta medida surge en contrapartida de la acción impactante del proyecto: Consumo energético por ocupación de las viviendas.

Objetivo:	Reducir el consumo de energía eléctrica en las viviendas, vialidades, banquetas y camellones
Factor objeto:	Deterioro de la atmósfera
Impacto objeto:	C3
Tipo:	Mitigación
Aplicación:	Durante la instalación de la red eléctrica
Mecanismo:	Instalación de equipo ahorrador de energía eléctrica (lámparas led, lámparas solares, entre otros) Instalar sistemas economizadores de agua. Verificar, después de la instalación, que la red eléctrica no presente desperfectos; en su caso, hacer las reparaciones necesarias
Supervisión:	Se realizarán evaluaciones en campo para verificar que los prestadores de servicios competentes efectúen la instalación de los equipos eléctricos e hidráulicos ahorradores de energía. Se llevará el registro en la Bitácora Ambiental que estará sustentado con evidencia fotográfica.

Eficiencia:	Que las obras cuenten con tecnologías que aseguren el ahorro y uso eficiente del agua.
Duración:	Todo el proyecto.

VI.2 IMPACTOS RESIDUALES

Se identificaron 45 impactos, de los cuales 39 son impactos negativos, y 6 beneficiosos; además, 21 de ellos son irrelevantes, 18 moderados, y 6 severos

De un total de 45 impactos potenciales identificados, para cada una de las etapas del proyecto, se prevé que algunos sean de carácter residual. Los impactos que serían residuales son:

- Reducción de biomasa por remoción de la vegetación
- Disminución de naturalidad del paisaje por colocación de estacas y balizas para marcar longitudes y cadenamientos
- Disminución de naturalidad del paisaje por remoción de la vegetación
- Disminución de naturalidad del paisaje por eliminación de la capa superficial del suelo
- Disminución de naturalidad del paisaje por cortes y rellenos del terreno
- Disminución de naturalidad del paisaje por cortes y compactación del terreno
- Disminución de naturalidad del paisaje por vertido y adecuación de capa asfáltica
- Disminución de naturalidad del paisaje por colocación de estructura de muros
- Pérdida de suelo por eliminación de la capa superficial del suelo
- Modificación de características químicas y físicas del suelo por cortes y rellenos del terreno
- Modificación de características químicas y físicas del suelo por cortes y compactación del terreno
- Modificación de características químicas y físicas del suelo por vertido y adecuación de capa asfáltica
- Modificación de características químicas y físicas del suelo por colocación de zapatas

Ahora, estos impactos serán mitigados y compensados mediante la aplicación de medidas. De esta manera, aunque no se recuperarán por completo los factores ambientales, se permitirá su permanencia y continuidad.

VII PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

VII.1 PRONÓSTICO DEL ESCENARIO

Una vez identificados los impactos ambientales del proyecto, así como la valoración de estos y las medidas de mitigación o compensación que se aplicarán, se procedió a la obtención y descripción de escenarios de afectación por la instalación del proyecto y sin el proyecto. Para la obtención de los escenarios se empleó el modelo de simulación de cambio de impacto ambiental con el método de valoración de impacto cruzando KSIM, desarrollado por Kane (1972)⁶⁵.

El método KSIM consiste en que un grupo de expertos define un tema o sistema de interés con el propósito de analizar su comportamiento dinámico en el tiempo y poder predecir su futuro posible. La relación por pares de eventos produce fenómenos de cascada, ya que cuando un evento A impacta en un evento B, a su vez B va a impactar a otros eventos y así sucesivamente. Un grupo de expertos define un tema o sistema de interés con el propósito de analizar su comportamiento dinámico en el tiempo y poder predecir su futuro posible. La relación por pares de eventos produce fenómenos de cascada, ya que cuando un evento A impacta en un evento B, a su vez B va a impactar a otros eventos y así sucesivamente.

La ventaja más importante del método es que da oportunidad de estudiar en forma ordenada y sistemática la manera en que interactúa un grupo de eventos interdependientes a través del tiempo, por lo que se considera que, para los fines que persigue este estudio, el método KSIM de valoración de impactos cruzados, es una manera viable de estudiar el comportamiento de los factores ambientales evaluados a través del tiempo.

Primero, se asignó una probabilidad inicial de ocurrencia a cada uno de las afectaciones evaluadas en este estudio de impacto ambiental, conforme a la valoración absoluta de los impactos ambientales para cada componente. Es decir, a mayor valoración absoluta del factor ambiental, mayor probabilidad de presentarse en el tiempo inicial de la evaluación. Posteriormente, se hizo una valoración de impacto relativo de cada uno de los eventos para evaluar cómo interactúa con los demás eventos analizados. Esta valoración de impacto

⁶⁵ Kane, Julius. 1972. V.D.A. A Primer for a New Cross-Impact Language KSIM. Technological Forecasting and Social Change

relativo estima la probabilidad del impacto a_{ij} de cada una de las interacciones de los factores ambientales en una escala arbitraria (en este caso de -4 a 4).

Para la descripción el análisis del escenario sin proyecto, se tomó como referencia un análisis espacial e histórico del territorio en el que se encuentra ubicado el predio, tomando en consideración el marco jurídico y legal aplicable a la región. Mientras tanto, para los escenarios con proyecto, y con medidas de mitigación, se hizo uso del método de valoración del impacto cruzado antes descrito.

VII.1.1 Descripción y análisis del escenario sin proyecto

Derivado del Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Solidaridad, el predio donde se desarrollará el proyecto **Fraccionamiento Habitacional Senderos Poniente**, está regulado por la Unidad de Gestión Ambiental “Reserva Urbana Norte-Sur de Playa de Carmen”, la cual tiene una política ambiental de aprovechamiento sustentable, el uso de suelo que se le pretenda dar al predio de interés es el urbano, y este se encuentra regulado por el Programa Parcial de Desarrollo Urbano “El Jesusito”.

El polígono de actuación “El Jesusito” se ubica en una zona de influencia con una tendencia de crecimiento poblacional derivado de la actividad turística y los servicios asociados a esta. La superficie que ocupa el polígono tiene terrenos sin construir, ubicados dentro de una mancha urbana y cuenta con la accesibilidad de los servicios urbanos, por lo cual puede llevarse a cabo desarrollos de impacto urbano. El objetivo del polígono “El Jesusito”, es el desarrollo urbanístico que permita una plusvalía y una competitividad urbanística en la mancha urbana de Playa del Carmen, todo esto sin dejar a lado la sustentabilidad que deben ofrecer los futuros proyectos.

En el año 2010 Playa del Carmen registro una población de 152,795 (INEGI, 2010), la proyección de población según CONAPO (CENAPRED, 2016)⁶⁶, para el año 2030 habrá una población de 284,367 habitantes. Debido a este crecimiento poblacional y el incremento del turismo, habrá la necesidad del aumento de superficies destinadas al uso urbanístico.

A continuación, se plasmarán imágenes históricas donde se puede observar el evidente crecimiento urbanístico alrededor del polígono de actuación “El Jesusito” (polígono amarillo), en el cual se ubica el predio (polígono rojo) donde se desarrollará el proyecto “Fraccionamiento Habitacional Senderos Poniente”.

⁶⁶ CENAPRED. 2016. Atlas Nacional de Riesgo del Municipio de Solidaridad. <http://www.atlasnacionalderiesgos.gob.mx/app/VisorQuintanaRoo/>

En la **Figura VII:1** se puede observar que el polígono de actuación en el año 2007, aun no tenía presencia de fraccionamientos o infraestructura urbana en su interior, solo la existencia de un camino y a su alrededor el desarrollo de proyectos urbanos y turísticos.



Figura VII:1. Referencia histórica del Polígono de Actuación “El Jesusito”, año 2007.

La **Figura VII:2** correspondiente al año 2010, muestra que el crecimiento urbano alrededor del polígono de actuación tiene un incremento en la zona Sur y Oeste.



Figura VII:2. Referencia histórica del Polígono de Actuación “El Jesusito”, año 2010.

En el año 2017, el Polígono de Actuación “El Jesusito” ya presentaba obras urbanísticas en su interior, así como el continuo desarrollo a su alrededor, esto se observa en la **Figura VII:3**.



Figura VII:3. Referencia histórica del Polígono de Actuación “El Jesusito”, año 2017.

Tener una referencia de un escenario sin proyecto es poco improbable, debido a que el área destinada para su ejecución se ubica en un polígono de actuación, cuyo objetivo es el desarrollo urbanístico en una zona que tiene una tendencia de incremento poblacional por la actividad turística, sin embargo, si el proyecto no se llegará a desarrollar podría ocurrir lo siguiente:

- La vegetación natural presente en el predio se conservaría, sin embargo, esta se encontraría aislada por barreras antropogénicas (carreteras, caminos, viviendas, entre otros), lo cual posiblemente no funcionaría como área de refugio para la fauna nativa, y si podría existir la proliferación de fauna nociva por la cercanía a zonas urbanizadas.
- Debido a la cercanía a la mancha urbana, existe la probabilidad que el área sea empleada como basurero clandestino, generando así la presencia de fauna nociva y afectación al suelo y paisaje por la presencia de residuos, así como la posibilidad de que haya riesgo de incendio en el área.
- Si el área no cuenta con medidas de seguridad es posible que se genere un área que fomente la delincuencia, generando afectaciones a los habitantes de las zonas aledañas.

En conclusión, el predio cuenta con la factibilidad para brindar todos los servicios necesarios para el adecuado funcionamiento de proyectos habitacionales. Existe accesibilidad a

servicios básicos de energía eléctrica, agua potable y drenaje municipal; así como con servicios de internet, telefonía fija y móvil, televisión de paga, etc. El predio no se encuentra ni dentro ni cerca de zonas con presencia de tensores ambientales que impliquen riesgos naturales: no se presenta sismicidad, ni fracturas geológicas, ni pendientes pronunciadas, ni cuerpos de agua. Por lo anterior, es una zona apta para el establecimiento de desarrollos habitacionales.

A pesar de la evidente la factibilidad del desarrollo del proyecto en el predio seleccionado, sin embargo, la ejecución del proyecto puede presentar dos escenarios ambientales, los cuales pueden ser: ejecución del proyecto sin medidas de mitigación y ejecución del proyecto con medidas de mitigación. A continuación, se describe los escenarios:

VII.1.2 Descripción y análisis del escenario con proyecto

Para la modelación de la afectación que presentarán los factores ambientales afectados por los impactos ambientales a generarse a través del tiempo en el escenario del proyecto, se realizó un análisis de la relación entre cada impacto potencial, asignándoles una probabilidad inicial de ocurrencia, la cual fue estimada a partir de las unidades de importancia relativas de cada factor (**Cuadro VII:1**).

Cuadro VII:1. Valor de probabilidades de ocurrencia

Componentes del proyecto	Importancia (I) estimada en los impactos ambientales	Probabilidad de ocurrencia
Deterioro (atmósfera)	-50	0.280
Deterioro (suelo)	-472	0.190
Pérdida (suelo)	-111	0.520
Pérdida (acuífero)	135	0.630
Desplazamiento (fauna)	-219	0.185
Pérdida (flora)	-77	0.508
Deterioro (paisaje)	-59	0.810
Deterioro (agua)	-135	0.518
Crecimiento (economía)	171	0.840
Mejoramiento (población)	-37	0.750

Asimismo, en el **Cuadro VII:2** se plasma la valoración cruzada para cada uno de los impactos ambientales potenciales evaluados sin considerar las medidas de mitigación propuestas.

Cuadro VII:2. Análisis cruzado de los eventos del proyecto sin medidas

Tiempo/Evento	Deterioro (atmósfera)	Deterioro (suelo)	Pérdida (suelo)	Pérdida (acuífero)	Desplazamiento (fauna)	Pérdida (flora)	Deterioro (paisaje)	Deterioro (agua)	Crecimiento (economía)	Mejoramiento (población)
Deterioro (atmósfera)	0	-1	0	-1	-1	0	-1	-1	0	3
Deterioro (suelo)	-1	0	-4	-3	-2	-3	-3	-3	0	3
Pérdida (suelo)	-2	-4	0	-4	-3	-4	-4	-4	0	3
Pérdida (acuífero)	0	-1	0	0	-4	-4	-2	-2	0	3
Desplazamiento (fauna)	0	-1	-1	0	0	0	-2	-2	0	1
Pérdida (flora)	-3	-4	-4	-3	-4	0	-4	-4	0	3
Deterioro (paisaje)	-3	-3	-3	-3	-3	-3	0	-4	0	3
Deterioro (agua)	-4	-4	-4	-4	-4	-4	-4	0	0	3
Crecimiento (economía)	2	2	2	2	2	2	2	2	0	-4
Mejoramiento (población)	2	2	2	2	2	2	2	2	-4	0

Finalmente, se realiza el cálculo de las probabilidades finales, donde el método hace uso de dos ecuaciones iterativas en donde se utiliza el cambio en la probabilidad determinada por el cambio en el tiempo. Después de cierto número de interacción se observó una tendencia para cada uno de los factores evaluados considerando el desarrollo del proyecto. Las tendencias generadas se plasman en la **Figura VII:4**.

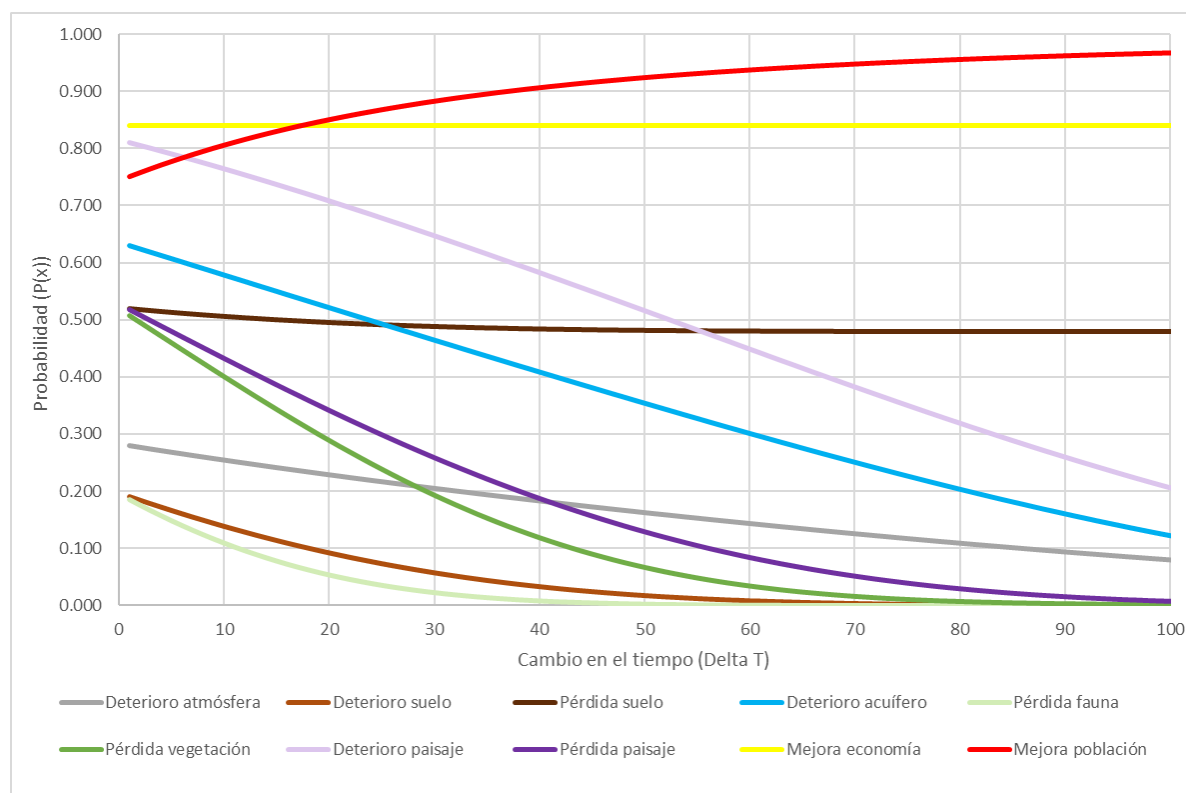


Figura VII:4. Probabilidades finales del escenario con proyecto y sin medidas de mitigación

Se observa que, si no se aplican medidas de mitigación los factores con mayor probabilidad a tener una afectación a las características del suelo, por la contaminación de residuos, así como el deterioro del paisaje por la generación de estos mismos, consecuentemente estos mismos factores se verán afectados por las actividades de construcción al modificar el paisaje y eliminar la capa de suelo provocando alteración en las propiedades del suelo y erosión. Los factores acuífero y atmósfera tienen una probabilidad menor de ser afectados, esto debido a que son menos acciones que inciden en ellos. Los factores economía y población permanecen con ligeros incrementos, debido a que interfieren otros factores para su probabilidad de crecimiento que no se encuentran contemplados en el desarrollo del proyecto.

Lo esperado con este escenario se describen de la siguiente manera:

- Al no contar con estrategias para el manejo adecuado de los residuos generados, se espera el incremento de contaminación en el área del predio ocasionando así acumulación de residuos que provoquen afectación al suelo por la generación de lixiviados, estos a su vez generarán una imagen negativa en el paisaje, favoreciendo el desarrollo de fauna nociva que puede ocasionar riesgos a la salud pública.
- De no contar con los programas para el manejo de fauna y vegetación y la señalización de áreas y actividades restringidas, es posible que durante las etapas de preparación del sitio y construcción estos factores se vean afectados si las actividades se efectúan de manera descontrolada.
- Si no se cuentan con actividades de mantenimiento preventivo y correctivo para la maquinaria y equipo a emplear durante las actividades de preparación del sitio y construcción del proyecto, existe la posibilidad de que estas no funcionen de manera óptima generando fallos y descompostura, ocasionando mayor generación de GEI durante su funcionamiento y posibles derrames de hidrocarburos al suelo.
- En caso de no emplear sanitarios portátiles durante las actividades de preparación del sitio y construcción, los trabajadores se verán obligados a realizar sus necesidades fisiológicas al aire libre afectando así al suelo, acuífero y la generación de olores desagradables en el ambiente.
- De no conservar áreas verdes dentro de la superficie del proyecto, en primera no se estaría cumpliendo por lo especificado por la autoridad en los Programas de Ordenamiento, y en consecuencia habrá un deterioro en el paisaje, no habrá una mayor recarga en el acuífero, así como una pérdida de suelo.

Haciendo referencia a los puntos descritos anteriormente, al no ejecutarse y efectuarse medidas de mitigación, preventivas o correctivas, no se espera un escenario positivo o deseable. Esto en consecuencia afectará al medio ambiente y los propios fines del

promoviente, debido a que los impactos pueden generar una mala imagen al proyecto, decreciendo así el valor del proyecto.

VII.1.3 Descripción y análisis del escenario considerando las medidas de mitigación

El análisis del proyecto considerando las medidas de mitigación se elaboró de igual forma con la metodología de impactos cruzados (K-SIM). Se revaloraron los impactos cruzados considerando la intervención de una acción exógena, que en este caso son las medidas de mitigación.

La ejecución del proyecto estará asociada a impactos, tanto positivos como negativos, sobre los factores y componentes del sistema ambiental. No obstante, a una buena parte de estos impactos es factible aplicarles medidas de prevención. En este sentido, podrán prevenirse impactos. Los impactos que no puedan ser prevenidos, serán mitigados o compensados. Por tanto, se reevaluaron los factores ambientales, obteniéndose una nueva valoración relativa, con los mismos valores iniciales de ocurrencia.

Con respecto al análisis por pares (cruzado), se analizaron los efectos sobre los componentes ambientales, y considerando las medidas de mitigación como un componente adicional (**Cuadro VII:3**):

Cuadro VII:3. Análisis cruzado de los eventos del proyecto con medidas.

Tiempo/Evento	Deterioro (atmósfera)	Deterioro (suelo)	Pérdida (suelo)	Pérdida (acuífero)	Desplazamiento o (fauna)	Pérdida (flora)	Deterioro (paisaje)	Deterioro (agua)	Crecimiento (economía)	Mejoramiento (población)
Deterioro (atmósfera)	0	-1	0	-1	-1	0	-1	-1	0	4
Deterioro (suelo)	-1	0	-4	-2	-2	-3	-3	-3	0	4
Pérdida (suelo)	-2	-4	0	-4	-3	-2	-4	-4	0	4
Pérdida (acuífero)	0	-1	0	0	-4	-4	-2	-2	0	4
Desplazamiento (fauna)	0	-1	-1	0	0	0	-2	-2	0	1
Pérdida (flora)	-3	-4	-4	-3	-4	0	-4	-4	0	4
Deterioro (paisaje)	-3	-1	-3	-3	-3	-3	0	-4	0	4
Deterioro (agua)	-4	-4	-2	-4	-4	-4	-4	0	0	3
Crecimiento (economía)	2	2	2	2	2	2	2	2	0	-4
Mejoramiento (población)	2	2	2	2	2	2	2	2	-4	0
Medidas de mitigación	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2	2	2

Es así que la probabilidad de incidencia de la afectación a los diferentes componentes ambientales afectados, y considerando las medidas de mitigación, se muestra en la **Figura VII:5:**

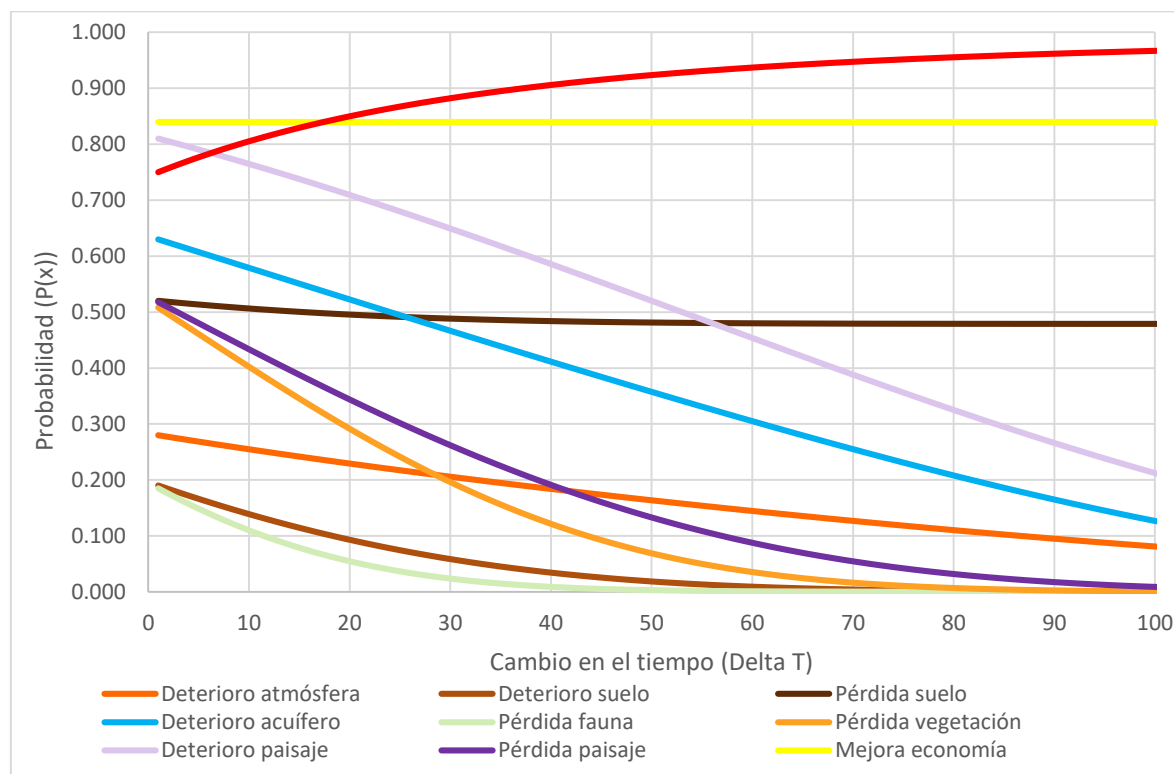


Figura VII:5. Tendencias que seguirían los factores ambientales afectados, considerando la dinámica ambiental y la implementación de medidas de prevención, mitigación o compensación

El escenario del proyecto con la implementación de medidas se presenta de manera favorable en los conceptos ambientales, ya que permitirá la prevención y mitigación de ciertos impactos identificados, de igual forma se verá un ambiente social positivo permitiendo contar con una futura vivienda digna, un paisaje agradable y un ambiente sano, mejorando la calidad de vida para los ocupantes futuros.

Por otra parte, al implementarse el proyecto con medidas, la probabilidad de ocurrencia de la mejora de la población aumentaría. Iniciaría con una alta probabilidad de ocurrencia, debido a que el proyecto generaría empleos. Ya que se prevenería, mitigarían o compensarían los impactos sobre el resto de los factores, no se degradaría la salud ambiental, siendo que, por tanto, tampoco la salud humana.

Asimismo, se observa que la mitad de los factores mantendrían tendencias a la baja, ya que serían prevenidos diversos impactos:

- El deterioro de la atmósfera en el proyecto se ocasionaría por la liberación de gases con efecto invernadero; pero su emisión se evitaría al rentar maquinaria que cuente con mantenimiento, y, por ende, con un correcto funcionamiento.
- El deterioro del suelo se produciría por contaminación con residuos peligrosos provenientes de la maquinaria a emplearse, que, al estar funcionando correctamente, no presentaría fugas, con lo que no se descargarían residuos peligrosos al suelo.
- El deterioro del agua se generaría por la descarga de aguas residuales domésticas. No obstante, al implementarse estrategias de acopio, almacenamiento y disposición final, se garantizará el traslado de dichas aguas a alguna planta de tratamiento de aguas residuales, con lo que la contaminación no se produciría.
- El desplazamiento de la fauna se originaría debido a la pérdida de hábitat, que se traduciría en el deceso de la fauna. Sin embargo, al rescatarse y reubicarse individuos de fauna que habiten el predio, previo al inicio de obras, a áreas verdes naturales de conservación al interior del mismo predio, se evitaría su deceso. Además, el nuevo hábitat sería prácticamente igual del que fueron retiradas.
- El deterioro del paisaje se generaría por la descarga de todo tipo de residuos. No obstante, de implementarse estrategias para el manejo, acopio, almacenamiento y disposición final para los distintos tipos de residuos y para las distintas etapas del proyecto; promoviendo su reutilización y reciclaje, se evitaría que dichas sustancias se conviertan en agentes potencialmente contaminantes para el sistema ambiental.

Con la implementación de las medidas aplicables al proyecto, se pretende prevenir, mitigar y compensar los impactos ambientales identificados en cada una de las actividades, evitando así mayor afectación al ambiente.

VII.2 PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL

Con el fin de dar cumplimiento a los objetivos del programa, un especialista o técnico con experiencia en procesos de inspección o auditoría ambiental, realizará visitas periódicas de supervisión, consisten en recorridos del predio del proyecto; verificando se apliquen las medidas de prevención, mitigación y compensación, establecidas en el presente estudio. De igual manera, se verificará se cumplan los términos y condicionantes establecidos en las autorizaciones en materia ambiental emitidas por la SEMARNAT.

El personal encargado de realizar el programa, llenará una lista de chequeo y una bitácora, que deberá acompañarse con registros fotográficos; y/o copias de la documentación que acredite arrendamiento de servicios, comprobación de insumos, facturas, manifiestos, etc., que sirvan de evidencia. Asimismo, se realizarán las observaciones necesarias en la misma

bitácora, con el fin de proporcionar una herramienta de mejora al promovente relacionado con el manejo ambiental.

Para la realización del recorrido, el personal encargado del programa de vigilancia ambiental, estará acompañado de una persona de la empresa promovente. Al término del recorrido, se firmará el original y las copias de la lista de chequeo y de la bitácora, que incluirá las observaciones realizadas por la empresa a cargo del programa de vigilancia ambiental. El original será resguardado por el supervisor ambiental, mientras que la copia será entregada al promovente, con lo que quedará informado y será responsable de los cambios o mejoras que deban realizarse.

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, el supervisor ambiental deberá indicar y sugerir las acciones que el promovente deberá realizar para corregir los incumplimientos identificados. 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.

La inspección se realizará mensualmente; al cuarto mes (continuo), se elaborará un informe cuatrimestral, mismo que será entregado a la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) con copia para la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA). En la **Figura VII:6** se esquematiza mediante un diagrama de bloques la secuencia de actividades que implicará el programa de vigilancia ambiental.

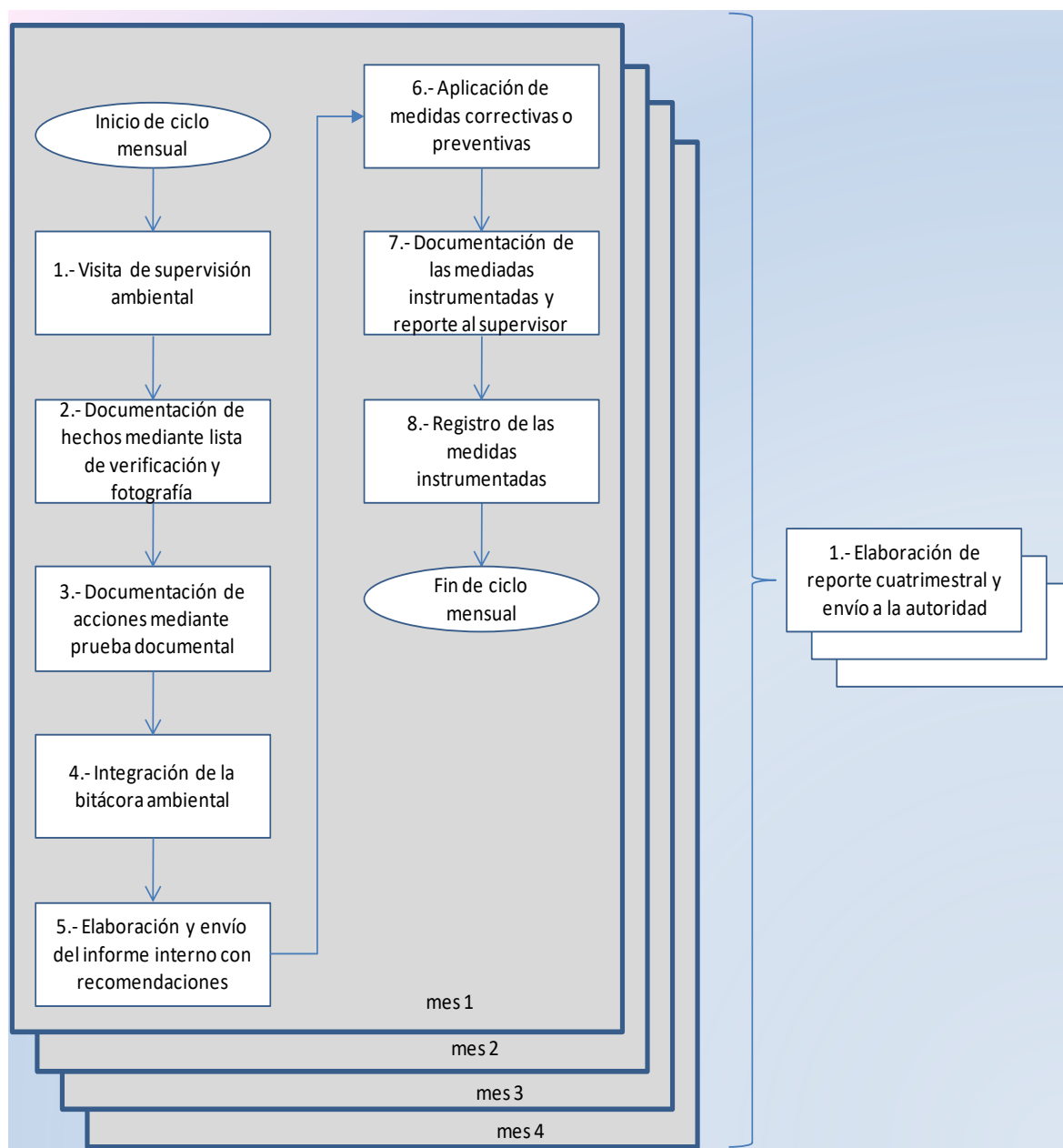


Figura VII:6. Diagrama para las actividades del programa de vigilancia ambiental, a lo largo de un ciclo cuatrimestral

La programación de actividades se muestra en la **Figura VII:7**. Los ciclos consecutivos, cuatrimestrales o semestrales, repiten esta programación.

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 Supervisión Ambiental	P																									
			R																									
2	Documentación de hechos y acciones	Empresa contratada para la Supervisión Ambiental	P																									
			R																									
3	Integración de la bitácora ambiental	Empresa contratada para la Supervisión Ambiental	P																									
			R																									
4	Elaboración del reporte y envío al promovente con las recomendaciones pertinentes	Empresa contratada para la Supervisión 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 Supervisión Ambiental	P																									
			R																									
7	Elaboración de informe cuatrimestral y entrega al promovente	Empresa contratada para la Supervisión Ambiental																										
8	Entrega de Informe a la Autoridad Correspondiente	Empresa contratada para la Supervisión 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																											

Figura VII-7. Programación de actividades por ciclo cuatrimestral

VII.3 CONCLUSIONES

El proyecto genera impactos de carácter positivo y negativo, siendo los primeros en beneficio a la población y economía por la generación de empleos y derrama económica. Los impactos negativos inciden principalmente en los factos suelo y paisaje, sin embargo, con la implementación de las medidas de mitigación y la vinculación del proyecto con la normatividad aplicable le permite seguir una línea de desarrollo sustentable, ya que no tiene como objetivo único ni final la conservación de la naturaleza, sino que propone un modelo de aprovechamiento que minimice la degradación o destrucción de la propia base ecológica de producción y habitabilidad.

De igual forma, el área asignada para la ejecución el proyecto se encuentra definida como un polígono de actuación, en el cual su principal objetivo es la asignación de áreas para el desarrollo o aprovechamiento de inmuebles declaradas por los municipios, por lo cual, el desarrollo del proyecto es viable en el área prevista.

VIII IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LOS RESULTADOS DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

VIII.1 FOTOGRAFÍAS

Las principales características visuales del predio, se muestran en la **Figura VIII:1**



Bloque de vegetación relativamente bien conservado y homogéneo



Presencia de abundante hojarasca



Estrato herbáceo



Estrato arbustivo



Estrato arbóreo

Figura VIII:1. Características de la vegetación presente en el predio

En la **Figura VIII:2**, se muestra una vista aérea del predio y las vialidades trazadas alrededor del mismo.



Figura VIII:2. Vista aérea del predio y las vialidades trazadas alrededor del predio

VIII.2 BIBLIOGRAFÍA

- American Ornithologists' Union. (1998). *Check-list of North American birds*. Washington DC: Allen Press.
- Arita, H., & Ceballos, G. (1997). Los Mamíferos de México: Distribución y Estado de Conservación. *Revista Mexicana de Mastozoología*, 2:33-71.
- Bautista, F., Ortiz-Pérez, M., Batollori-Sampedro, E., Castillo-González, M., & Palacio, G. (2005). El origen y el manejo maya de las geoformas, suelos y aguas en la Península de Yucatán. En *Caracterización y Manejo de los Suelos de la Península de Yucatán: Implicaciones Agropecuarias, Forestales y Ambientales* (pág. 282 p). niversidad Autónoma de Campeche, Universidad Autónoma de Yucatán, Instituto Nacional de Ecología.
- Bautista, F., Palma-Lopez, D., & Huchin-Malta, W. (2005). Actualización de la clasificación de los suelos del estado de Yucatán. En *Caracterización y Manejo de los Suelos de la Península de Yucatán: Implicaciones Agropecuarias, Forestales y Ambientales*. (págs. 105-122). Universidad Autónoma de Campeche, Universidad Autónoma de Yucatán, Instituto Nacional de Ecología.
- Berlanga, H., Gómez de Silva, H., Vargas-Canales, V., Rodriguez Contreras, V., Sánchez González, L., Ortega-Alvarez, R., & Calderón Parra, R. (2015). *Aves de México: Lista actualizada de especies y nombres comunes*. México D.F.: CONABIO.
- BLM. (1980). *Visual Resource Management Program*. Washington D.C.: Government Printing Office.
- Ceballos, G., & Oliva, G. (2005). *Los Mamíferos Silvestres de México*. México: CONABIO, FCE.
- CENAPRED. (2016). *Atlas Nacional de Riesgo del Municipio de Solidaridad*. Obtenido de <http://www.atlasnacionalderiesgos.gob.mx/app/VisorQuintanaRoo/>
- Conesa, F. (1997). *Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental*. España: Mundi-Prensa.
- Departamento de Desarrollo Regional y Medio Ambiente. (1993). *Manual Sobre el Manejo de Peligros Naturales en la Planificación para el Desarrollo Regional Integrado*. Washington, D.C.: Secretaría Ejecutiva para Asuntos Económicos y Sociales Organización de Estados Americanos y la Oficina de Asistencia para Desastres en el Extranjero Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional. Obtenido de <http://www.oas.org/dsd/publications/unit/oea65s/begin.htm#Contents>

- Flores, J., Durán, R., & Ortiz, J. (2010). Comunidades vegetales terrestres. En P.-F. C. CICY, *Biodiversidad y Desarrollo Humano en Yucatán* (pág. 496). CICY, PPD-FMAM, CONABIO, SEDUMA.
- Flores-Villela, O., & Canseco-Márquez, L. (2004). Nuevas Especies y Cambios Taxonómicos para la Herpetofauna de México. *Acta Zoológica Mexicana*, 20 (2): 115-144.
- Flores-Villela, O., Mendoza, F., & González, G. (1995). *Recopilación de Claves para la Determinación de Anfibios y Reptiles de México*. Ciudad de México: Publicaciones Especiales del Museo de Zoología Número 10. Facultad de Ciencias, UNAM. México.
- Fragoso-Servón, P. (2014). Caracterización de las depresiones kársticas (forma, tamaño y densidad) a escala 1:50,000 y sus tipos de inundación en el Estado de Quintana Roo, México. *Revista Mexicana de Ciencias Geológicas*.
- García Esteban, L., Guindeo Cassasus, A., Peraza Oramas, C., & Palacios, P. (2003). *La madera y su anatomía*. México, D. F.: Mundi-Prensa.
- García, E. (2003). *Distribución de la precipitación en la República Mexicana*. México: Investigaciones Geográficas (Mx).
- Gobierno del estado de Quintana Roo y Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. (2010). *Diagnóstico Agropecuario, Forestal y Pesquero del estado de Quintana Roo*. Gobierno del estado de Quintana Roo.
- Granados Sanchez, D., López Ríos, F., Martínez, V., & Martínez Castillo, J. (1998). Los manglares de Quintana Roo. *Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente*, 4(2): 253-255.
- Howell, S., & Webb, S. (1995). *A Guide to the Birds of México and Nothern Central America*. New York: Oxford University Press.
- INEGI. (2015). *Principales resultados de la Encuesta Intercensal 2015: Quintana Roo*. México: INEGI.
- INEGI. (2015). *XI Censo General de Población y Vivienda 1990; XII Censo General de Población y Vivienda 2000; Censo de Población y Vivienda 2010*. INEGI.
- INEGI. (2017). *Guía para la interpretación de cartografía Uso del Suelo y Vegetación: escala 1:250,000: serie VI*. México, D. F.: INEGI.
- Kane, J. (1972). V.D.A. A Primer for a New Cross-Impact Language KSIM. . *Technological Forecasting and Social Change* , 4(192).

- Mateo-Rodríguez, J., Valdivia , I., & Bollo-Manent, M. (2008). Estructura geográfica ambiental y sostenibilidad de las cuencas hidrográficas urbanizadas de Cuba: El ejemplo de la cuenca del río Quibú, provincia Ciudad de La Habana. *Resultados del proyecto INCO-CAESAR de la Unión Europea, Editorial Universitaria, La Habana, pp. 1-70., 1-70.*
- Moreno, 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.
- Muñoz, A. (2004). La evaluación del paisaje: una herramienta de gestión ambiental. *Revista Chilena de Historia Natural*, 77:139-156.
- Navarro, A. (2004). Introducción al diseño y análisis del muestreo de poblaciones finitas. En F. H. Bautista, *Técnicas de muestreo para manejadores de recursos naturales.* (págs. 19-69).
- Orellana , R., Manrique, C., & Nava, F. (2010). Climas. En P.-F. C. CICY, *Biodiversidad y Desarrollo Humano en Yucatán.* (pág. 496). Biodiversidad y Desarrollo Humano en Yucatán.
- Perevichtchikova, M. (2013). La evaluación del impacto ambiental y la importancia de los indicadores ambientales. *Gestión y Política Pública.*, 22(2):283-312.
- Sarabia, A. (1985). *Un enfoque de sistemas para el desarrollo agrícola.* San José, Costa Rica. 265 p.: IICA. Serie Serie Desarrollo Institucional.
- Sélem Salas, C., Sosa Escalante, J., & Hernández, S. (2004). Aves y Mamíferos. En F. Bautista, J. Delfín, M. Palacio, & M. Delgado, *Técnicas de muestreo para manejadores de recursos naturales* (págs. 269-302). Instituto Nacional de Ecología.
- SEMARNAT. (2016). *SIGEIA.* Obtenido de Sistema de Información Geográfica para la Evaluación del Impacto Ambiental: <http://www.semarnat.gob.mx/sigeia>
- Valdez Hernández, M., & Islebe, G. (2011). Tipos de vegetación en Quintana Roo. En C. P. ECOSUR, *Riqueza biológica de Quintana Roo. Un análisis para su conservación, Tomo 2* (págs. 32-36). México, D. F.: ECOSUR, CONABIO, PPD.
- Vidal Z, R. (2005). *Regiones Climáticas de México.* México D.F.: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Viñals, J. (2002). *Turismo en espacios naturales y rurales II.* Valencia, España: Universidad Politécnica de Valencia.

World Vision. (2004). *Manual de manejo de cuencas*. El Salvador: World Vision.

WRB, I. G. (2007). *Base Referencial Mundial del Recurso Suelo*. Roma: FAO.

Yeomans, W. (1986). *Visual Impact Assessment: Changes in natural and rural environment*. New York: John Wiley and sons.

Zarco-Espinoza, V., Valdez-Hernández, J., Ángeles-Pérez, G., & Castillo-Acosta, O. (2010). Estructura y diversidad de la vegetación arbórea del parque estatal Agua Blanca, Macuspana Tabasco. *Trópico Húmedo*, 26(1): 1-17.